

FALLA DE ORIGEN

4
29



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN**

DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE
EFLUENTES SANITARIO, QUIMICO Y PLUVIAL
PARA LA FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN CAMPO 1

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO QUIMICO

P R E S E N T A :

JOSE MANUEL CANSECO RUIZ

ASESOR: ING. RAFAEL GARCIA NAVA

CUAUTITLÁN IZCALLI, EDO. DE MÉXICO

1995.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLAN
Departamento de
Exámenes Profesionales



DR. JAIME KELLER TORRES
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLAN
P R E S E N T E .

AT'N: Ing. Rafael Rodríguez Ceballos
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la F.E.S. - C.

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el trabajo de tesis: "Diseño de una Planta de Tratamiento de Efluentes Sanitario, Químico y Pluvial para la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán Campo 1"

que presenta el pasante: José Manuel Canseco Ruiz
con número de cuenta: 7929736-7 para obtener el TITULO de:
Ingeniero Químico

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E .
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx., a 29 de Mayo de 1995

PRESIDENTE	I.Q. Rafael García Nava	<u>21/05/95</u>
VOCAL	I.Q.I. Alvaro Leo Ramírez	
SECRETARIO	M. en I.P. Arnulfo Chavando Ramírez	
1er. SUPLENTE	I.A. Rosa Maribel Rodríguez Montoya	
2do. SUPLENTE	I.Q. Ma. Elena Quiróz Macías	<u>21/05/95</u>

A DIOS JESUCRISTO GRACIAS POR TODAS
LAS BENDICIONES QUE HE RECIBIDO.

DEDICO EL PRESENTE TRABAJO A MIS PADRES:
SR. PASTOR CANSECO Y SRA. LORENZA RUIZ.
PARA ELLOS, MI ETERNO AGRADECIMIENTO.

A MI ESPOSA JUSTINA MARTÍNEZ Y MIS
HIJOS JOSÉ EDUARDO Y JOSÉ ALBERTO.

TESIS:

Diseño de una planta de tratamiento de efluentes sanitario, químico y pluvial para la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, campo 1.

INDICE

INTRODUCCION.

OBJETIVO.

I) ANTECEDENTES

- 1.1) Clasificación de agua y principales impurezas
- 1.2) Conceptos generales en aguas de desecho

II) NORMALIZACION.

- 2.1) Características del efluente sanitario.
- 2.2) Caracterización del agua efluente de los laboratorios.
- 2.3) caracterización del agua pluvial
- 2.4) Distribución de consumos de agua en la Facultad.
- 2.5) Consideraciones en calidad de agua deseada.
- 2.6) Descripción del sistema actual de suministro y retiro de agua potable en FES - C C.1

III) METODOS DE TRATAMIENTO APLICABLES

IV) INGENIERIA BASICA PARA LOS PROCESOS TRATAMIENTO.

- 4.1) Proceso de tratamiento para el efluente sanitario.
 - 4.1.1) Diagrama de bloques.
 - 4.1.2) Balance de materia.
- 4.2) Proceso de tratamiento para dren químico.
 - 4.2.1) Diagrama de bloques.
 - 4.2.2) Balance de materia.
- 4.3) Proceso de tratamiento para agua pluvial.
 - 4.3.1) Diagrama de bloques.
 - 4.3.2) Balance de materia.

V) BASES DE DISEÑO.

Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán

VI) DESARROLLO DEL PROYECTO.

- 6.1) Tratamiento de agua sanitaria.
- 6.1.1) Listado de equipo
- 6.1.2) Diagrama de flujo del proceso de tratamiento.
- 6.1.3) Balances de materia y energía.
- 6.1.4) Diagrama de tubería e instrumentos.
- 6.1.5) Plano de localización general de equipo.
- 6.1.6) Hojas de especificación de datos de equipo.

- 6.2) Tratamiento del efluente químico.
- 6.2.1) Listado de equipo
- 6.2.2) Diagrama de flujo del proceso de tratamiento
- 6.2.3) Balances de materia y energía
- 6.2.4) Diagrama de tubería e instrumentos
- 6.2.5) Plano de localización general de equipo.
- 6.2.6) Hojas de especificación de datos de equipo

- 6.3) Tratamiento de agua pluvial.
- 6.3.1) Listado de equipo
- 6.3.2) Diagrama de flujo del proceso de tratamiento.
- 6.3.3) Balances de materia y energía.
- 6.3.4) Diagrama de tubería e instrumentos.
- 6.3.5) Plano de localización general de equipo.
- 6.3.6) Hojas de especificación de datos de equipo.

- 6.4) Requerimientos y diagramas de servicios auxiliares.
- 6.4.1) Relación de servicios auxiliares
- 6.4.2) Lista de equipo.
- 6.4.3) Diagramas de generación de servicios auxiliares.
- 6.4.4) Hojas de especificación de equipo.

VII) DIMENSIONAMIENTO DE LINEAS DE INTERCONEXION.

- 7.1) Dimensionamiento de líneas dren sanitario
- 7.2) Dimensionamiento de líneas dren químico
- 7.3) Dimensionamiento de líneas dren pluvial

VIII) EVALUACION ECONOMICA.

- 8.1) Tabla de costos para equipo del tratamiento de agua sanitaria.
- 8.2) Tabla de costos para equipo del tratamiento del dren químico.
- 8.3) Tabla de costos para equipo del tratamiento de agua pluvial.
- 8.4) Tabla de costos para equipo de servicios auxiliares.

Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán

IX) FILOSOFIAS DE OPERACION.

9.1) Para el proceso de tratamiento sanitario.

9.2) Para el proceso de tratamiento del dren químico.

9.3) Para el proceso de tratamiento del agua pluvial.

X) CONCLUSIONES.

XI) ANEXO A: MEMORIAS DE CALCULO.

XII) BIBLIOGRAFIA.

I) INTRODUCCION.

El agua es un líquido vital para la existencia de los seres vivos, así mismo juega un papel muy importante en su desarrollo.

En la actualidad resulta cada vez más difícil abastecerla a las grandes ciudades con una alta densidad de población y una acelerada tendencia al crecimiento, como el caso específico de la Ciudad de México y área metropolitana.

El agua potable suministrada en la red municipal debe tener una calidad adecuada al consumo humano; esto significa que el agua hallada en forma natural en mantos acuíferos, ríos y otros yacimientos, deban de ser tratados la mayoría de las veces, antes de su distribución con su consecuente costo de tratamiento. Así mismo, al tener que transportarse cada vez volúmenes más grandes del líquido, surge la necesidad de un mayor número de horas efectivas de operación en redes de suministro así como redimensionamiento de estas líneas, ocasionando con esto desabastecimiento.

Sin embargo en la actualidad, debido al acelerado crecimiento de la población, existe desabastecimiento de agua potable en muchas áreas, por lo que las autoridades gubernamentales correspondientes, toman medidas emergentes tales como racionalizarla, cortando el suministro de ésta uno ó dos días a la semana en las diferentes colonias del D.F y área metropolitana.

Debido a lo anterior es de pensar, que los yacimientos no son eternos y en un futuro no muy lejano tendremos una mayor escasez de éste líquido.

Por otra parte, las grandes ciudades generan grandes volúmenes de efluentes residuales, los cuales constituyen un riesgo a la salud pública así como alteraciones ecológicas.

La relevancia de la solución del problema, radica en el mejor aprovechamiento del agua suministrada por la red municipal disminuyendo consumos netos a través de la reutilización del agua; y de aquí la importancia de introducir procesos de tratamiento de efluentes.

Este trabajo, se enfoca a los efluentes descargados de las instalaciones de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán (Campo 1), desarrollándose un método de tratamiento en virtud de su composición química, de acuerdo a la estrategia mostrada a continuación.

Se presentan algunas definiciones y conceptos relacionados al tratamiento de efluentes, esto con el objeto de hacer entendible posteriormente la terminología utilizada en éste texto.

Posteriormente, en el Capítulo II, se hace la caracterización para los efluentes de la Facultad.

En el capítulo III, se hace una revisión general de diferentes métodos de tratamiento, presentándolos como operaciones unitarias, para posteriormente hacer una conjugación de las mismas y presentar procesos alternativos de tratamiento.

Con la información presentada en los capítulos II y III, en el capítulo IV se presenta la ingeniería básica de los procesos de tratamiento, así como una descripción detallada de estos, presentando el fundamento en el cual están basados.

Con los datos de cantidad y calidad del agua de desecho, así como la calidad de agua requerida por los estándares industriales, para diferentes usos dentro de la Facultad, se elaboran las bases de diseño, lo cual nos permite seleccionar los métodos de tratamiento que consideramos más adecuados. Con la información detallada de los procesos de tratamiento, se definirán los parámetros de las operaciones más críticas, lo que nos pone en condiciones de desarrollar los balances generales de materia y energía así como la elaboración del diagrama de bloques, en el que se muestran las etapas secuenciales del proceso, iniciándose el desarrollo la ingeniería básica los procesos seleccionados.

Partiendo de la información anterior, se concluye la ingeniería básica, presentándose un diagrama de proceso y un diagrama de tuberías e instrumentos, en los cuales se muestra el equipo principal y auxiliar del proceso.

Como parte de la ingeniería de detalle se instrumenta y dimensiona el equipo completo del proceso, elaborándose también el diagrama de servicios auxiliares con su respectivo equipo e instrumentación.

En el anexo A (Memorias de cálculo), se muestran todos los cálculos y consideraciones hechas para los balances de materia y para el dimensionamiento y/o diseño del equipo necesario para cada proceso.

Hasta aquí tenemos definido el equipo principal y periférico de los procesos de tratamiento, aún el de servicios auxiliares, por lo que asignaremos una distribución a dicho equipo, presentado en un plano de localización de equipo, mismo que permite entre otras cosas calcular la superficie requerida por la planta.

En esta etapa tenemos ya la información suficiente para la estimación de costos por lo que se hará el estimado de inversión original.

Concluyendo en la conveniencia de introducir éstos métodos de tratamiento a nuestra Facultad, con el soporte técnico adecuado.

OBJETIVO.

El presente proyecto tiene como propósito, proponer un paquete de tratamiento de efluentes líquidos de laboratorios, sanitario y del pluvial; fundamentado en un análisis técnico-económico; aplicable a la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán (campo 1), con el objeto de reducir los consumos y desechos de agua.

El alcance del proyecto engloba el desarrollo de ingeniería básica, la ingeniería de detalle, así como la evaluación económica respectiva.

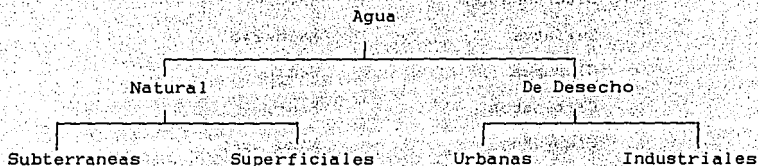
CAPITULO I
ANTECEDENTES.

Antecedentes

Con el objeto de introducirnos en la terminología técnica utilizada para desarrollar los métodos de tratamiento de aguas de desecho, en este capítulo haremos una clasificación del agua según su procedencia, esto nos dará el marco para definir algunos conceptos relacionados al agua sus impurezas y tratamiento.

Clasificación del agua.

Según su procedencia el agua puede clasificarse en dos grandes grupos: Aguas naturales y aguas de desecho.



1.1) Aguas naturales.

El agua comúnmente encontrada en fuentes naturales se le conoce como aguas naturales; pueden ser subterráneas o superficiales; se hace la distinción debido a que las características de ambas difiere virtualmente en cuanto a su composición.

Las aguas naturales son conocidas también como aguas crudas, cuando no han sido tratadas.

Algunas de las impurezas (las más frecuentes) encontradas en aguas naturales las podemos ubicar en cuatro grupos que son:

-
- A) Sólidos inorgánicos.
 - B) Gases Disueltos.
 - C) Materia orgánica.
 - D) Microorganismos.
-

Antecedentes

Estas impurezas modifican ó le dan ciertas propiedades al agua, algunas de estas son:

A) Los sólidos inorgánicos pueden encontrarse como tales o bien disociados en forma iónica. Los primeros son sólidos finamente divididos que permanecen en suspensión con el agua, siendo responsables de la turbidez; la acumulación de estas partículas en el fondo son conocidas como sedimento. Otros sólidos inorgánicos, están disueltos en forma iónica; los más importantes son:

ANIONES:	CATIONES:
Bicarbonatos	Calcio
Sulfatos	Magnesio
Cloruros	Sodio
Carbonatos	Fierro
Fluoruros	Manganeso

Quando estos iones están presentes en solución acuosa, reaccionan entre sí, formandose sales de baja solubilidad de acuerdo a su estabilidad termodinámica. El precipitado formado pasa a formar parte del sedimento y/o de la turbidez.

Algunas de las solubilidades son:

SOLUBILIDADES

	Ca (++)	Mg (++)	Na (+)
HCO ₃ -	1 620	37 100	38 700
CO ₃ (=)	13	101	61 400
SO ₄ (=)	1 290	170 000	33 600
Cl -	554 000	443 000	225 000

Antecedentes

En la tabla anterior se muestran las solubilidades (en ppm como carbonato de calcio) de la sal formada por los iones en cuestión a 32 °F y 1 Atm.

Estos iones en solución modifican virtualmente las propiedades del agua, haciéndola inadecuada a ciertos usos; así por ejemplo los iones carbonato/bicarbonato varían la acidez del agua. Los cloruros confieren un sabor salado; mientras que la presencia de iones calcio y magnesio son responsables de la dureza.

B) Los gases disueltos, mas comunmente encontrados son:

Bióxido de carbono	CO ₂
Oxígeno	O ₂
Nitrógeno	N ₂
Sulfuro de hidrógeno	H ₂ S
Metano	CH ₄

La fuente principal del CO₂ en agua no proviene de la atmósfera, (puede provenir de la descomposición de materia orgánica); el CO₂ acelera la corrosión debida al oxígeno disuelto, la razón es un PH acido.

La presencia de oxígeno y nitrógeno es debida al aire, aunque también es sabido que organismos acuáticos clorofilianos absorben mediante la fotosíntesis CO₂ y liberan oxígeno.

El nitrógeno puede considerarse como inerte, mientras que el oxígeno disuelto en agua la hace corrosiva, especialmente a PH bajos y altas temperaturas.

La solubilidad de oxígeno y nitrógeno en agua líquida a 0 °C y 1 atm. son de 48.89 y 23.45 ml/lt. respectivamente.

El sulfuro de hidrógeno disuelto en agua le dan a ésta un olor desagradable, así mismo la hace corrosiva. Por lo que respecta al metano se le encuentra generalmente en aguas estancadas (pantanosas).

En reportes de calidad de agua es común encontrar la concentración de los gases disueltos expresada en ppm (partes por millón).

Antecedentes

C) La materia orgánica es responsable prácticamente de todos los olores en el agua natural a excepción del H₂S. Aún en aguas cloradas el olor presentado no lo aporta el cloro, es más bien el resultado de los compuestos orgánicos formados con el cloro.

Los olores de origen orgánico pueden removerse por medio de carbón activado, aeración o aeración seguida por carbón activado. En algunos casos es conveniente la cloración seguida de carbón activado.

D) La contaminación por microorganismos modifican las propiedades del agua en forma diferente de acuerdo al tipo de microorganismo del que se trate; así algunos consumen sustancias inorgánicas como bióxido de carbono, fosfatos y otras sales, generando algunos otros compuestos como oxígeno; algunos otros consumen sustancias orgánicas, liberando sustancias nitrogenadas.

El color de las aguas naturales es debida principalmente a la presencia de materia orgánica simple o formando compuestos de hierro o manganeso en estado coloidal.

En la determinación del color del agua, al color de interés se le llama color verdadero. El color verdadero del agua es aquel que es debido únicamente a sustancias en solución; esto es el color del agua después de haber removido la materia suspendida (para fines analíticos la remoción de la materia suspendida puede ser por centrifugación), debido a que los filtros absorben color. Se considera como estándar el método Platino-Cobalto para medir el color, siendo la unidad de color la producida por un miligramo de platino en un litro de agua.

En reportes de análisis de laboratorio aplicado al agua, es común hallar las concentraciones de sus componentes disueltos en partes por millón (ppm), que son unidades de concentración numericamente igual a mg/lit (miligramos por litro).

Es práctica común expresar el análisis de agua en partes por millón, expresados como equivalentes en CaCO₃ para compuestos iónicos tales como:

Ca(++) , Mg(++) , Na(+) , CO₃(=) , SO₄(=) , Cl(-) , OH(-) .

En textos de análisis de agua pueden encontrarse las equivalencias de diferentes iones referidas al carbonato de calcio como factor de conversión o bien calcularse multiplicando la concentración del ion por la relación de pesos moleculares del mismo ion al carbonato de calcio.

Otros conceptos importantes son: Dureza total, que se obtiene al sumar la concentración del ion calcio más la concentración del ion magnesio expresadas en ppm como carbonato de calcio. La alcalinidad se obtiene al sumar la concentración del ion carbonato más la concentración del ion bicarbonato más la concentración del ion hidroxilo expresadas en ppm como carbonato de calcio.

Antecedentes

Cuando la alcalinidad ha sido determinada mediante una valoración volumétrica usando como indicador naranja de metilo (PH de viro 4.3); se reporta como alcalinidad "M". Reportandose como alcalinidad "P" cuando la alcalinidad ha sido determinada mediante una valoración volumétrica usando como indicador fenolftaleina (PH de viro 8.3).

1.2) Aguas de desecho.

Se considera agua residual a toda cantidad efluente de agua desechada a través del drenaje municipal, una vez que ha prestado algún servicio, siendo su calidad de salida diferente a la de entrada. En algunos casos el agua residual no se desecha al drenaje, si no que se incorpora a alguna fuente natural de agua como presas, lagos, ríos, etc.

Se define como contaminante a cualquier agente químico y/o físico disuelto o en suspensión, capaz de alterar las propiedades del agua en forma tal que mate a organismos comunmente encontrados en el ecosistema del que proviene.

Cualquier agente químico ó físico que arrastre el agua proveniente de alguna fuente natural, no se considera contaminante, si no impureza, ya que forma parte del ecosistema mismo, siguiendose una depuración natural a través de su recorrido. La composición de aguas residuales varía según el uso que se le haya dado. Para poder caracterizarla es necesario clasificar el agua residual en:

Agua de desecho: $\left\{ \begin{array}{l} \bullet \text{ Industrial} \\ \bullet \text{ Urbana.} \end{array} \right.$

La función del sistema de drenaje municipal es acarrear gran cantidad de residuos provenientes de actividades domésticas e industriales; llevando con sigo una gran cantidad de desperdicios orgánicos e inorgánicos.

Para aguas urbanas; dentro de los residuos orgánicos se encuentra materia que al entrar en descomposición tiene una demanda inmediata de oxígeno, causando con esto una desoxigenación del agua de forma similar a un agente reductor. Esto propicia una coloración oscura así como olores desagradables por no haber oxigenación suficiente del agua.

De los sólidos inorgánicos encontrados, algunos son sólidos inertes suspendidos en el agua, que producen turbidez y reducen la penetración de la luz. Algunos otros son sales solubles no tóxicas tales como nitratos, fosfatos, cloruros, etc.

Antecedentes

Llevar también detergentes disueltos; estos favorecen la disolución de material orgánico hidrofóbico al modificar la tensión superficial del sistema.

Para aguas industriales se tienen estos mismos componentes; más otros tipos de contaminantes adicionales de acuerdo al tipo de industria en cuestión; es común encontrar ácidos, alcalis y compuestos químicos tóxicos, etc.

Un concepto muy importante es la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO); que es un parámetro para definir la fuerza (potencial) del agua residual urbana e industrial; puede decirse que la prueba DBO se usa para determinar los requerimientos relativos de oxígeno de efluentes tratados y contaminados de agua.

La DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno) es por definición la cantidad de oxígeno utilizado por una distribución heterogénea poblacional de microorganismos en el proceso de oxidación aeróbica de materia orgánica en una muestra de agua residual a 20 °C.

La DBO no es constante en el tiempo, en virtud del desarrollo poblacional de las bacterias por lo que para el estudio del tratamiento de aguas se usa comúnmente el parámetro conocido como DBO₅, que es la demanda bioquímica de oxígeno evaluada en un periodo de 5 días contados a partir de la fecha de muestreo; para la evaluación de ésta se recurre al método de prueba propuesto en la Norma Oficial Mexicana NOM-AA-28-1981 (Método de incubación por diluciones).

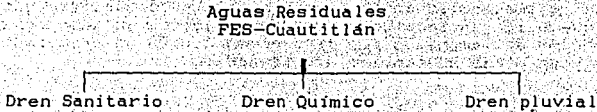
CAPITULO II
NORMALIZACION.

Normalización

En este capítulo se hace la caracterización de los efluentes de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán Campo 1.

Para la Facultad se tendrán tres drenajes diferentes, en virtud al tipo de agua de desecho efluente en cada uno de ellos y cuya composición difiere entre sí.

Esto es, estarán divididos en: Sanitario, Químico y Pluvial.



2.1) Características del efluente sanitario.

El dren sanitario estará compuesto por agua procedente de los sanitarios, comedor y cafetería; con las siguientes características promedio:

Sólidos inorgánicos -----	0.5 % Máx.
Sólidos orgánicos no disueltos -----	entre 5 y 10 %
Sólidos orgánicos disueltos -----	3% Máx.
no degradables -----	0.5 % Máx.
DBO -----	375 ppm (ç)

Nota: (ç) DBO evaluada, según reporta
Mark J. Hamer. : : Water and Wastewater Technology
John Wiley & Sons. : : 2th. Ed. 1986 U.S.A.

P/Escuelas con cafetería
80 lt./ (persona*día) & 30 g DBO (persona*día)
 $(30)(1\ 000)/(80) = 375$ ppm DBO.

Normalización

Por otra parte, los sólidos orgánicos biodegradables tienen la siguiente composición promedio: (**)

Nitrógeno -----	6.0 %
Fósforo -----	4.2 %
Carbono -----	48.0 %
Potasio -----	1.8 %
Agua y otras	
sustancias -----	40 %
PH -----	entre 7 y 8.

En cuanto a sustancias iónicas contenidas, puede decirse que son las mismas que a la entrada como agua potable, aumentando solamente la concentración de amoníaco por la descomposición de urea contenida en la orina y de otras sustancias nitrogenadas.

Nota (**): Según reporta:
José Castellanos L. : Biodigestores
Tesis UNAM 1980, México.

2.2) Caracterización del agua efluente de los laboratorios.

En virtud de la diversidad de prácticas de laboratorio efectuadas en la Facultad, la composición de ésta no está dentro de una calidad definible, (puede considerarse como una mezcla reaccionante); sin embargo observa algunas generalidades.

La composición de éste efluente se puede caracterizar de acuerdo a la cantidad relativa de compuestos o sustancias comunes que le dan ciertas características al agua, para lo cual dividiremos los compuestos como sigue:

SUSTANCIAS		
	I) ORGANICAS	II) INORGANICAS
(A)	SOLVENTES	ACIDOS
(B)	SOLIDOS IONICOS	BASES
(C)	SOLIDOS NO IONICOS	SALES SOLUBLES
(D)	SOLIDOS NO SOLUBLES	SALES INSOLUBLES

I) Compuestos orgánicos
 Estos se caracterizan por un alto contenido de carbono en su estructura molecular en relación a otros elementos químicos y tienen diferente grado de solubilidad en agua, por lo que algunos pueden considerarse como insolubles, separandose en dos fases ó bien formando suspensiones y/o emulsiones.

[1A] De acuerdo a la clasificación considerada en el cuadro anterior los compuestos orgánicos considerados como solventes, en función de su polaridad puede disolverse en la fase acuosa, separarse en dos fases ó bien formar emulsiones, en el caso de ser solubles pueden dar al agua características acidas ó alcalinas.

[1B] Algunos compuestos orgánicos son sólidos a la temperatura ambiente, y son solubles en agua mediante formación de iones, estos dan al agua características de acidez y/o reductivas, según el grupo funcional al que correspondan.

Normalización

[1C] Algunos otros compuestos orgánicos, sólidos a temperaturas ordinarias, son solubles en agua, mediante un mecanismo de hidratación molecular (sin formación de iones); estos, no modifican la reactividad del agua.

[1D] Un tercer grupo de compuestos orgánicos sólidos, permanecen como tales en medio acuoso, y dependiendo del nivel de tamaño y de su densidad específica, quedan en suspensión o bien se sedimentan; estas sustancias no modifican la reactividad del agua.

Desde el punto de vista de grupos funcionales, las parafinas (alcanos), son utilizados en su mayoría para síntesis de otros compuestos orgánicos y como solventes en la Facultad. Las olefinas (alquenos) son utilizados para síntesis de otros compuestos.

Los alquinos son utilizados en su mayoría para síntesis de otros compuestos orgánicos.

Dentro del efluente de desecho, estos compuestos tienden a generar dos fases líquidas y en ocasiones formando emulsiones estabilizadas.

Grupos orgánicos funcionales comunmente encontrados descargas de laboratorios

- [] Alcanos (Parafinas)
 - [] Alquenos (Olefinas)
 - [] Alquinos
 - [] Alcoholes
 - [] Eteres
 - [] Aldehidos
 - [] Cetonas
 - [] Amidas
 - [] Aminas
 - [] Acidos carboxilicos
-

Otros compuestos generalmente contenidos en el agua residual de laboratorios son los alcoholes, éteres, aldehidos y cetonas; la mayoría de éstos son solubles en agua mediante hidrólisis ácida ó alcalina. Estos compuestos son utilizados en la Facultad para la síntesis de otros compuestos orgánicos ó bien como solventes.

Los ácidos carboxílicos son otros compuestos presentes en las descargas de agua de laboratorios, generalmente usados como intermediarios en la síntesis de otros compuestos orgánicos, el grupo carboxilo caracteriza estos compuestos. Generalmente se descargan formando soluciones con solventes orgánicos.

Normalización

Las amidas y aminas son compuestos orgánicos que se encuentran con menor frecuencia en las descargas de agua de laboratorios de la Facultad, y al igual que los grupos funcionales mencionados anteriormente, son usados como intermediarios en la síntesis de otros compuestos orgánicos, se desechan en solución con solventes orgánicos, ó hidrolizados en medio ácido ó alcalino.

Los compuestos aromáticos son otros compuestos ordinariamente encontrados en descargas de agua residual de laboratorios, estos generalmente son insolubles en medio acuoso, por lo que generalmente se descargan formando soluciones con solventes orgánicos.

Es posible encontrar también en aguas residuales de laboratorio compuestos orgánicos tales como carbohidratos, utilizados como medios de cultivo en prácticas bioquímicas.

Los carbohidratos son generalmente compuestos de cadena lineal.

II) Compuestos inorgánicos

Estos son utilizados por la Facultad y pueden caracterizarse por su reactividad como ácidos, bases, oxidantes, reductores, etc.

La mayor parte de estos compuestos se presentan en forma iónica, formando compuestos de azufre, nitrógeno, fósforo, carbono, cloro, etc. con diferentes grados de oxidación.

De acuerdo a su estabilidad termodinámica es la característica que aporta al agua.

El parámetro para definir la cantidad de sustancias totales oxidables es la DQO (Demanda Química de oxígeno).

Normalización

2.3) caracterización del agua pluvial:

Esta agua es excepcionalmente limpia y el tratamiento que requiere es para eliminar impurezas acarreadas durante su recolección.

El área activa de captación son zonas relativamente limpias, por lo que se estima que esta agua contendrá básicamente sólidos insolubles de diferente tamaño, lo que genera turbidez y sedimento; poca materia orgánica y un bajo nivel bacteriológico consecuencia del acarreo de polvo contaminado.

La calidad mínima de agua que pudiera presentarse sería en el caso de presentarse lluvia ácida, la cual tendría una composición como la siguiente.

Calidad de agua pluvial: (lluvia ácida)

Oxígeno disuelto	9.08 ppm
Nitrógeno disuelto	14.88 ppm
Calcio (Ca ++)	5.0 ppm
Magnesio (Mg ++)	3.0 ppm
Sodio	menos de 1 ppm
Amoniaco	4.0 ppm
Bicarbonato (HCO ₃ -)	6.0 ppm
Sulfatos (SO ₄ =)	10 ppm

2.4) Distribución de consumos de agua en la Facultad.

La cantidad promedio de agua potable utilizada por la Facultad es de 40 000 m³/año distribuida de la siguiente manera:

DRENAJE TIPO	FLUJO M3/DIA	OBSERVACIONES.
SANITARIO	79.05	Mat. Org. Principalmente
QUIMICO	26.35	Agua de laboratorios
PLUVIAL	28.376	En verano (1 hr)

Tienen en promedio la siguiente distribución:

60 %	Uso sanitario
20 %	Laboratorios
15 %	Irrig. A. Verdes.
05 %	Otros (comedor, cafetería, etc.

Normalización

2.5) Consideraciones en calidad de agua deseada.

El agua utilizada en irrigación de cultivos, requiere de cierta calidad, sin embargo los límites de impurezas permitidas son amplios en comparación con los estándares fijados para uso urbano; siendo mucho más estrictos en usos tales como elaboración de medicamentos. La calidad de agua va asociada a un costo de obtención, mientras mayor sea la pureza, mayor será el costo asociado a ésta.

Así pues los requerimientos de calidad de agua están en función de las necesidades reales para determinado uso, esto es importante en relación a la pureza del agua requerida por la Facultad.

Partiendo de la información anterior, es claro que la mayor cantidad de agua consumida por la Facultad es para fines sanitarios; así mismo la calidad de agua requerida para este servicio es inferior a la utilizada actualmente (potable); por lo que es posible usar para este propósito, agua tratada de mediana calidad.

Es conveniente establecer el margen de impurezas máximo para el agua tratada a administrarse con fines de riego y uso sanitario.

La calidad propuesta, permitirá en un momento dado ser utilizada en los laboratorios para fines ordinarios de limpieza:

La calidad de agua sanitaria tratada será:

Sabor -----	No importa
Olor -----	Ninguno
Color -----	50 ppm (máx) Escala de Pt.
Sólidos totales -----	1 500 ppm (máx)
Turbidez -----	25 ppm (máx) Escala de sílice.
N.C.T -----	0.0

Componentes tales como, sulfatos, cloruros, cobre, fierro, manganeso, zinc, Fluor, plomo, arsénico, selenio, etc. pueden tener una concentración superior a la de entrada, siempre que no exceda la permitida por la norma técnica NOM-CCA-031-ECOL/1993 emitida por LA Comisión Nacional del Agua en descargas de aguas residuales y sistemas de drenaje y alcantarillado municipal.

El agua para irrigación de áreas verdes requiere de una calidad de agua semejante a la propuesta para uso sanitario; ampliándose los rangos en concentración de compuestos nitrogenados, sulfatados, fosforados, etc. mismos que sirven como fertilizantes.

Los requerimientos en calidad de agua utilizada por el comedor, cafetería y para beber, necesariamente tiene que ser potable.

Normalización

Con el objeto de tener un parámetro de comparación en cuanto a calidad de agua, las características que debe tener, según la norma de calidad para agua potable, emitida por la U.S. Public Health Service Drinking Water Standards es:

AGUA POTABLE

Sabor -----	Ninguno
Olor -----	Ninguno
Color -----	20 ppm (máx.) Esc. de Pt.
Sólidos totales -----	1 000 ppm (máx)
Turbidez -----	10 ppm (máx) Esc. de sílice
Sulfatos -----	250 ppm (máx)
Cloruros -----	250 ppm (máx.)
Magnesio -----	125 ppm (máx)
Zinc -----	15 ppm (máx)
Cobre -----	3 ppm (máx)
Fierro -----	0.3 ppm (máx)
Manganeso -----	0.3 ppm (máx)
Compuestos fenólicos -----	0.001 ppm (máx)
Fluor -----	1.5 ppm (máx) (σ)
Plomo -----	0.1 ppm (máx) (σ)
Arsénico -----	0.05 ppm (máx) (σ)
Selenio -----	0.05 ppm (máx) (σ)
Cromo hexavalente -----	0.05 ppm (máx) (σ)

(σ) Nota: Concentraciones mínimas de rechazo para agua potable, cualquiera de estas concentraciones que se presente, será motivo de rechazo. Las sales de bario, cromo hexavalente, metales pesados y otras sustancias que tengan efectos fisiológicos nocivos, no deben añadirse con el propósito de su tratamiento.

Por otra parte los laboratorios, comedor y cafetería, si requieren de agua potable para su correcto funcionamiento. Resulta conveniente que el agua suministrada a los laboratorios sea potable, debido a que el agua no es sólo utilizada para fines de limpieza; se utiliza también en servicios de calentamiento, enfriamiento, etc. en algunos equipos de laboratorio, que podrían afectarse por el uso de agua de mediana calidad. Otra razón poderosa, es que al quedar fuera de control el proceso de tratamiento, el agua suministrada contaminaría las líneas de abastecimiento, provocando tiempos muertos y otros inconvenientes.

En virtud de lo anterior, entre el 65 % y 70 % del agua consumida por la Facultad, puede sustituirse por agua tratada con la calidad propuesta.

Normalización

2.6) Descripción del sistema actual de suministro y retiro de agua potable en FES - C C.1

Actualmente el suministro de agua potable, proviene de la red municipal de Cuautitlán Izcalli, ésta se almacena en una cisterna con capacidad de 790.5 m. cúbicos.

Para su distribución dentro del plantel, se cuenta con un sistema hidroneumático que opera de la siguiente manera:

El agua es bombeada a un recipiente metálico cilíndrico, presurizado con aire comprimido a 4 Kg/Cm² (el aire comprimido proviene de un compresor recíprocante, tomando para su operación aire atmosférico).

La presión contenida dentro del recipiente, permite la presurización de las líneas de abastecimiento de agua en todo el plantel. Por lo que no existen tanques acumuladores sobre las azoteas de los edificios.

Los detalles técnicos de este sistema de distribución no están contemplados dentro de este trabajo.

Por otra parte el agua ya utilizada, fluye de manera natural a través de ductos que conducen al drenaje municipal.

Es importante hacer notar que se tiene un dren común para todas las descargas de agua residual del plantel.

En esta obra se considerará como efluente químico, al agua residual proveniente de los laboratorios de la Facultad, por lo que designaremos como dren químico al conjunto de líneas que conducen estas descargas.

Por otra parte el agua pluvial captada por las áreas activas de la Facultad, es drenada sin más servicio que el de la irrigación de áreas verdes durante la precipitación pluvial.

CAPITULO III
METODOS DE TRATAMIENTO
APLICABLES

Métodos Aplicables

Conceptualmente un tratamiento o acondicionamiento de agua es una secuencia de etapas u operaciones unitarias en las cuales se eliminan progresivamente las impurezas o contaminantes, no existiendo un método único sino varias alternativas; resulta conveniente analizar como operación unitaria la forma de separar alguna impureza o contaminante dado.

En este capítulo, presentamos de manera general algunas de estas operaciones unitarias.

-
- [] Sedimentación
 - [] Coagulación
 - [] Filtración
 - [] Intercambio Ionico
 - [] Clarificación (ó)
 - [] Aeración
 - [] Deaeración
 - [] Oxidación
 - [] Ablandamiento (ó)
 - [] Osmosis inversa
 - [] Electrolisis de superficie extendida
 - [] Oxidación bioquímica
 - [] Precipitación química
-

Nota (ó) : La clarificación y el ablandamiento no son operaciones unitarias, si no procesos que involucran mas de dos etapas, sin embargo se incluyen aquí por ser de uso generalizado.

[] Sedimentación.

Esta operación unitaria es con el fin de eliminar sólidos suspendidos en aguas (generalmente inorgánicos) que por diferencia de densidad se asientan formando un sedimento, para lograr esto se tiene que disminuir al máximo la turbulencia del agua, por lo que deben de utilizarse tiempos de residencia relativamente largos para dar tiempo al asentamiento, cuya velocidad depende de la densidad, forma y tamaño de partículas, viscosidad del medio, así como el nivel de turbulencia dentro del recipiente.

Métodos Aplicables

[] Coagulación.

Esta operación tiene por objetivo remover la turbidez, color y olor del agua debida a partículas de materia orgánica finamente dividida (tamaño coloidal), presente en el agua, y consiste en agregar un agente floculante tal como el sulfato de aluminio $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ conocido comercialmente como Alumina o alumbre, sulfato férrico $Fe_2(SO_4)_3$, sulfato ferroso $FeSO_4 \cdot 7H_2O$, aluminato de sodio $NaAlO_3$, etc. La coagulación es un proceso inverso a la peptización.

La peptización es la desintegración de agregados coloidales por la adsorción de un agente químico que modifica la tensión superficial en las interfases sólido líquido. Una sustancia en suspensión coloidal tiene una gran superficie en relación con su masa total.

Al disminuir el tamaño de las partículas disminuye también la velocidad de asentamiento y se incrementa el movimiento browniano de las partículas sólidas. Para fines prácticos, cualquier materia en suspensión finamente dividida que resista la separación por sedimentación y filtración, puede ser considerada como coloidal. La resistencia de estas partículas a la aglomeración y asentamiento subsecuente se intensifica por la presencia de agentes peptizantes. Un coloide que peptiza a otro es conocido como coloide protector (soles).

Como resultado de esta operación se obtienen coágulos o floculos los cuales se sedimentan con ayuda de arcilla, sílice activada o polielectrolitos.

Para aguas altas en color y bajas en turbidez el floculo formado está constituido principalmente de materia orgánica de baja densidad por lo que la adición de arcilla favorece el asentamiento aumentando la densidad del floculo formado, la concentración usual para obtener buenos resultados va de 15 a 17 ppm.

Otro agente empleado como auxiliar en la floculación son los polielectrolitos (compuestos orgánicos sintéticos o naturales, que pueden ser aniónicos, cationicos o no ionicos). Para coagulantes de aluminio el pH favorable es de 5.5 a 6.8 mientras que para los de fierro están entre 3.5 y 5.5.

Los floculadores usados para efectuar esta operación están provistos de algún mecanismo de agitación; ya que esta favorece la formación de coágulos, usandose normalmente bajos niveles de agitación para no fraccionar los coágulos ya formados. Por lo general una etapa inmediata posterior a la coagulación es la sedimentación de los floculos formados efectuandose, entre dos y cuatro horas. Actualmente se producen agentes floculantes a base de polimeros, para los cuales los tiempos de asentamiento son hasta de doce minutos, y aun inferiores.

[] Filtración

El propósito de esta operación es eliminar materia sólida finamente dividida que permanece suspendida en el agua. Los filtros usados emplean generalmente materia granular como medio filtrante (filtros de arena).

La velocidad de filtración depende de la distribución del tamaño del material granular y de la cantidad de éste.

Los filtros rápidos por gravedad alcanzan velocidades de filtración del orden de 3 gpm/ft³.

Actualmente se fabrican filtros que operan a presión, los cuales están constituidos de un recipiente metálico cilíndrico y usa como medio filtrante material granular de diferentes tamaños distribuidos en capas horizontales.

Todos los filtros tienen un tiempo de operación efectivo, el cual termina cuando el filtro se satura de material sólido, disminuyendo con esto la velocidad de filtración, sin embargo, estos pueden ser retrolavados y enjuagados para su reutilización. Para filtros que operan a presión un indicio de saturación es el incremento en la caída de presión, esta aumenta a medida que aumenta la saturación.

Algunos otros utilizan como medio filtrante carbon activado para eliminar olores y sabores del agua, la velocidad de filtración recomendada es de 4 a 6 gpm/ft³.

[] Clarificación.

La clarificación es una secuencia de operaciones con la finalidad de remover tanto el color como la turbidez que presenta el agua. En este proceso intervienen operaciones tales como:

Coagulación, Sedimentación y cloración.

Un proceso de clarificación típico consiste en la siguiente secuencia.

Coagulación, Sedimentación, Filtración.

[] Aeración.

Esta operación consiste en proveer el oxígeno necesario para la oxidación de materia iónica u orgánica susceptible de ser oxidada con una cinética aceptable.

Una aplicación es, reducir ó eliminar fierro y ó manganeso presentes como sus bicarbonatos bivalentes, bióxido de carbono disuelto en agua, metano, y olores atribuidos a materia orgánica volátil.

Durante este proceso, el fierro bivalente disuelto en agua, en forma iónica, se oxida a hidróxido férrico insoluble; esta reacción ocurre debido a que durante la aeración el agua absorbe la cantidad necesaria de oxígeno para la reacción de oxidación; un PH entre 7 y 8 favorece la cinética de esta. El manganeso bivalente, se oxida también en su respectivo hidróxido insoluble, sin embargo se requiere un PH alcalino, entre 9 y 10 para resultados satisfactorios.

Métodos Aplicables

Para aguas con bajo contenido de sulfuro de hidrógeno (H_2S), esta operación resulta satisfactoria a la eliminación de este gas la reacción de oxidación generada produce sulfatos, que en presencia de iones de calcio, manganeso u otros iones metálicos se precipita como sal insoluble.

En aguas alcalinas (alcalinidad producida por bicarbonatos) es posible eliminar el dióxido de carbono (CO_2) contenido en estas mediante la aeración, en la reacción de oxidación ocurrida, parte del dióxido de carbono se libera como tal y el restante se precipita como carbonato.

La eliminación del metano por este método de aeración, no es consecuencia de una reacción de oxidación, sino que éste, es desplazado por el aire dada su alta presión de vapor.

Al equipo usado para este tratamiento se le conoce como aeradores, existiendo varios diseños disponibles comercialmente; cada uno de ellos buscando un mejor contacto del agua con el medio ambiente. Con la aeración, se abastece también el oxígeno necesario para cubrir las necesidades de demanda bioquímica de oxígeno, generadas por la presencia de bacterias degradadoras de material orgánico.

[] Desaeración.

Esta operación consiste en reducir o eliminar gases provenientes del aire atmosférico, tales como oxígeno (O_2), nitrógeno (N_2) y bióxido de carbono (CO_2) disueltos en agua.

La solubilidad de estos gases en agua, disminuye al aumentar la temperatura, siendo cero su punto de ebullición.

La ebullición puede realizarse a presión atmosférica (ebullición normal) ó a presión de vacío (ebullición en frío).

El equipo usado para la desaeración, son calentadores de diseño especial para estos propósitos.

[] Oxidación Por Agentes Químicos.

Esta operación consiste en dosificar cantidades preestablecidas de algún agente oxidante, tal como cloro, ozono, agua oxigenada, permanganato, ó cualquier otro; con el objeto de oxidar y ocasionalmente precipitar agentes químicos reductores, disminuyendo con esto la demanda química de oxígeno.

Debido a que el cloro es un agente oxidante muy fuerte se le utiliza para eliminar color, olor y sabor del agua provenientes de materia orgánica; debido a su poder bactericida se utiliza como desinfectante en forma de cloraminas tales como el ácido hipocloroso ($HClO$), hipoclorito de sodio ($NaClO$) o peróxido de cloro (ClO_3); es conveniente manejarlo con cuidado, ya que una concentración superior a 50 mg/lt es letal para los seres humanos, la concentración de cloro en aguas para uso urbano, se recomienda no sea mayor de 0.5 mg/lt.

El cloro es también añadido con el propósito de oxidar residuos de fierro y manganeso bivalentes.

La cloración, puede usarse antes que otros tratamientos (precloración) o después de otros tantos (postcloración).

Cabe mencionar que también el ozono puede usarse para oxidar materia orgánica que produce olores y sabores, así mismo tiene una acción bactericida energética sin que deje una acción residual, ya que se hidroliza en el medio para formar oxígeno.

[] Procesos de Ablandamiento.

Los procesos de ablandamiento, tienen como propósito reducir o eliminar la dureza del agua causada por la presencia de calcio y magnesio bivalente en forma iónica (Ca^{++}), (Mg^{++}).

Algunos de los procedimientos más comunes para el ablandamiento del agua son:

-
- 1) Proceso de cal (ó cal sodada) en frío.
 - 2) Por intercambio iónico ciclo sodio o hidrógeno.
 - 3) Proceso de cal sodada en caliente.
-

En el primer proceso (cal en frío), se adiciona cal hidratada ($Ca(OH)_2$) para precipitar los bicarbonatos de calcio y de magnesio en carbonatos de calcio e hidróxido de magnesio.

Se requiere un equivalente de cal hidratada para eliminar una unidad de dureza de bicarbonato de calcio, y dos equivalentes por unidad de dureza de bicarbonato de magnesio. La cal hidratada sola puede reducir únicamente la dureza por bicarbonatos.

Para reducir no solamente la dureza por bicarbonatos, se adiciona también carbonato de sodio Na_2CO_3 (soda ash); a este proceso se le conoce como cal sodada en frío, sin embargo el término cal en frío se usa para designar a ambos.

Por lo general se usan además de cal hidratada y carbonato de sodio, pequeñas cantidades de algún coagulante (puede ser alumbre ó cualquier otro); debido a que los precipitados formados son finos, por lo que se requiere de una coagulación para asegurar un buen asentamiento.

Por este proceso la dureza puede reducirse hasta 6 ppm. Cuando se añade cal al agua dura se precipita primero el calcio y posteriormente el magnesio; esto se debe a sus diferentes solubilidades:

Carbonato de calcio	15 ppm
Carbonato de magnesio	101 ppm
Hidróxido de magnesio	17 ppm

Métodos Aplicables

Como el carbonato de magnesio es aproximadamente seis veces mas soluble que el hidróxido del mismo metal, el magnesio no precipita como carbonato, excepto por una cantidad excedente de cal. El proceso de cal sodada en frio consta de las siguientes operaciones:

- (1) Dosificación de sustancias químicas necesarias.
- (2) Reacción de ablandamiento.
- (3) Reacción de coagulación.
- (4) Filtración.

Por otra parte si el agua tratada por éste método contiene fierro y/o manganeso, presentes en forma de sus bicarbonatos solubles, se eliminarán precipitándose espontáneamente a sus respectivos hidróxidos.

En el ablandamiento por intercambio ionico se elimina la dureza del agua haciendola pasar por una unidad filtrante (lecho póroso), a presión ó por gravedad.

El lecho poroso utiliza una resina intercambiadora de cationes (zeolita), soportada por arena de diferentes tamaños, cuando la resina utilizada, es intercambiadora de iones sodio, se denomina como proceso de intercambio cationico ciclo sódico, en éste el agua sede sus cationes de calcio y magnesio y eventualmente fierro y manganeso los cuales se fijan en la resina, liberandose iones sodio.

Por éste método es posible el ablandamiento total del agua, mientras que el fierro y el manganeso pueden reducirse hasta una concentración de 0.1 ppm.

En éste proceso al final del ciclo la unidad de ablandamiento se puede regenerar haciendo un retrolabado, un enjuague y haciendo pasar por ésta una solución de sal para restituir los iones sodio.

La resina intercambiadora puede ser de origen silicico tal como glauconita procesada y estabilizada ó bién una zeolita sintética a base de silicato de aluminio sodico, y algunas otras resinas.

El proceso de intercambio ionico ciclo hidrógeno es muy semejante al anterior, el mecanismo de ablandamiento es el mismo, sólo que en lugar de intercambiar iones sodio intercambia iones hidrógeno; la regeneración es diferente; éste se hace con acido clorhídrico ó sulfúrico; éste proceso disminuye la alcalinidad producida por bicarbonatos, formando acido carbonico que se descompone en bióxido de carbono y agua.

En el proceso de cal sodada en caliente se sigue la misma filosofia que para el proceso en frio, la seuencia de operaciones es la misma, habiendo las siguientes diferencias:

Métodos Aplicables

(1) La temperatura de operación es cercana al punto de ebullición.

(2) Durante el proceso se elimina sílice.

(3) por ser un proceso en caliente, la velocidad de reacción es mayor que a temperatura ordinaria.

(4) A la temperatura de operación, la viscosidad disminuye por lo que el asentamiento es más rápido y no es necesario el uso de coagulante.

(5) El contenido de gases es casi nulo, ya que estos se desprenden por calentamiento.

La secuencia de operación típica es calentamiento del agua seguida de la coagulación para posteriormente asentarse en un sedimentador y por último la filtración del agua ablandada.

El proceso de ablandamiento en caliente está limitado al tratamiento de agua para calderas debido a su alto costo de operación.

[] Osmosis Inversa.

Este proceso de tratamiento consiste en hacer pasar el agua a través de una membrana semipermeable, que permite pasar sólo cierto tipo de sustancias y con determinado tamaño.

La ósmosis es un proceso natural efectuado en todas las células vivas y consiste en la difusión de agua a través de una membrana natural desde zonas de baja concentración de sales a zonas de alta concentración. Este proceso alcanza un equilibrio entre ambas soluciones con diferente concentración de sales, estableciéndose una presión diferencial conocida como presión osmótica.

La presión osmótica es característica de cada solución.

Este proceso puede ser invertido aplicando en sentido opuesto (sobre la solución más concentrada) una presión mayor a la presión osmótica usando una membrana semipermeable natural ó sintética, forzando un caudal en sentido inverso haciendo pasar el agua de una zona de alta concentración salina a una de baja concentración.

Al difundirse el agua a presión a través de la membrana, las sales apenas pueden penetrar en la membrana, por lo que el agua se purifica al dejar casi todas sus sales y contaminantes retenidos en la membrana conociéndose éste proceso como ósmosis inversa.

Métodos Aplicables

La cantidad de agua pasada a través de la membrana está en función de la presión aplicada, habiendo una presión máxima de trabajo limitada por la resistencia mecánica de la membrana.

Una membrana semipermeable es cualquier membrana, animal, vegetal o sintética en la que el agua puede penetrar y traspasar con mayor facilidad que los otros componentes encontradas en la misma solución.

La capacidad de purificación de una membrana está dada el volumen tratado por día con una superficie de un pie cuadrado, parámetro conocido como GFD y cuyas unidades son gal/Ft²/día. A la presión recomendada de trabajo.

Las membranas sintéticas son polímeros tales como acetato de celulosa.

El proceso de ósmosis inversa aprovecha las características de una membrana semipermeable, a través de la cual el agua se difunde, dejando atrás sales, materia orgánica, sílice y otras impurezas tales como, bacterias, virus, patógenos, larvas, esporas, quistes, algas, etc. Aplicando sobre la membrana una presión diferencial.

Al pasar el agua por la membrana, queda casi libre de impurezas, pero no totalmente.

[] Electrólisis de Superficie Extendida.

Este método de tratamiento es utilizado para la remoción de pequeñas cantidades de metales iónicos en solución, y consiste en hacer un electrodepósito de estos metales en dos placas de gran superficie que funcionan como electrodos. Este proceso aplica principalmente a iones metálicos de alto valor comercial, para su reproceso, o bien por considerarse residuos peligrosos; esto es debido a su costo de operación.

[] Métodos de tratamiento biológico

Los métodos de tratamiento biológico se aplican generalmente a aguas residuales con alto contenido de materia orgánica clasificada como biodegradable. Estos métodos aprovechan el mecanismo natural de la materia orgánica a ser degradada a sus elementos inorgánicos por bacterias.

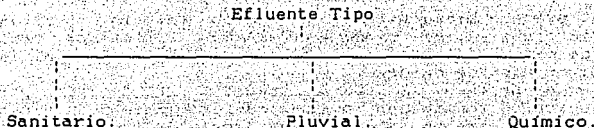
La presencia de microorganismos modifica las propiedades del agua en forma diferente de acuerdo al tipo de microorganismo del que se trate; así algunos consumen sustancias inorgánicas como bióxido de carbono, fosfatos y otras sales, generando algunos otros compuestos como oxígeno; algunos otros consumen sustancias orgánicas, liberando sustancias nitrogenadas de carácter inorgánico; lo que representa el fundamento de estos métodos de tratamiento.

CAPITULO IV
INGENIERIA BASICA PARA
LOS PROCESOS DE TRATAMIENTO

Ingeniería Básica

En este capítulo se presenta la ingeniería básica de los procesos de tratamiento propuestos para los diferentes efluentes de la Facultad y agua pluvial recepcionada.

En primer lugar se presenta la ingeniería básica correspondiente al efluente sanitario, posteriormente para el efluente pluvial y por último la del efluente químico, de acuerdo al siguiente esquema.



La información contenida en la ingeniería básica se presenta para cada uno de los métodos de tratamiento con la siguiente secuencia:

- [A] Definición del método de tratamiento.
- [B] Fundamentos del método.
- [C] Secuencia de operaciones unitarias.
- [D] Diagrama de bloques.
- [E] Balance de materia.

Ingeniería Básica

4.1) Proceso de Tratamiento Para el Efluente Sanitario.

[A] El proceso de tratamiento para el agua efluente del dren sanitario es un método de depuración biológica con exceso de oxígeno (aerobio) en contacto con lodos activados generados en el mismo proceso.

El método de tratamiento para éste efluente, está basado en el mecanismo biológico de depuración natural del agua, donde la materia orgánica constituye la principal impureza.

[B] En el proceso bioquímico de depuración aerobio, la oxidación de la materia orgánica, se produce por acción bacteriana, mediante el consumo de oxígeno disuelto en el agua, esto es, se satisface la demanda bioquímica de oxígeno. Durante éste proceso la materia orgánica se degrada por acción bacteriológica, formandose compuestos inorgánicos de nitrógeno, fósforo, azufre, carbono, etc. y materia celular inerte.

MATERIA ORGANICA + OXIGENO -----> MATERIA INORGANICA
(C,H,N,S,P) (O₂) CO₂, H₂O, NO₃, SO₄, PO₄.

Las sustancias orgánicas residuales disueltas en el agua, forman el substrato (alimento) sobre el que crecen los microorganismos sapróbicos, los cuales descomponen la materia orgánica por acción enzimática, en proceso que puede ser en presencia de oxígeno (aerobio), o bien en ausencia de éste.

Los microorganismos que sintetizan su propio alimento a partir de sales inorgánicas disueltas en agua y energía solar (fotosíntesis); durante la síntesis se desprende oxígeno y se consume bióxido de carbono, a estos microorganismos conocidos como heterótrofos, que se alimentan de moléculas orgánicas ya elaboradas.

Dentro de los microorganismos más importantes que participan en el proceso de descomposición de la materia orgánica via aerobia están:

Las Bacterias.

Existen una gran variedad de ellas, siendo las bacterias saprófitas las responsables de la descomposición de materia orgánica, debido a su alimentación heterotrófica.

Su crecimiento poblacional puede ser aerobio o anaerobico.

Existe un grupo de bacterias producidas en el intestino de seres de sangre caliente llamadas coliformes, algunas de estas son patógenas: el número de organismos coliformes en heces humanas están entre 10^{11} y 10^{13} por Kg. Mientras que el número total de bacterias presentes es 1000 veces mayor.

El patrón de crecimiento poblacional de microorganismos sigue varias etapas o fases en el tiempo: (a) Fase lenta, (b) Crecimiento, (c) Crecimiento retardado, (d) Endogenia estacionaria, (e) Endogenia creciente, (f) Endogenia completa o muerte.

Este comportamiento se atribuye a la demanda y competencia por el alimento (materia orgánica a eliminar) y oxígeno; esto es importante, ya que permite conocer la cinética del proceso de depuración y por tanto dimensionar el equipo para efectuar esta operación.

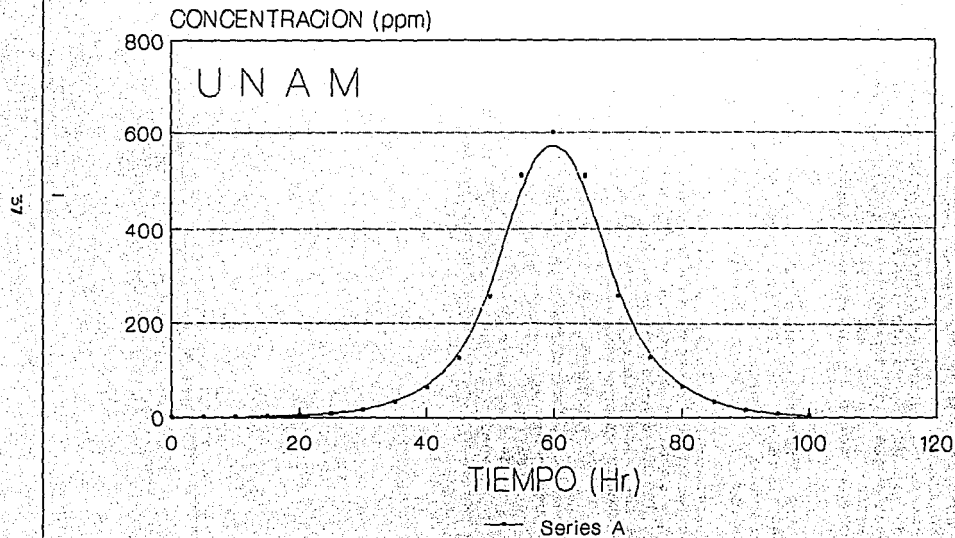
El proceso de depuración bacteriológico es el que de forma natural y espontánea, ocurre en la naturaleza en aguas superficiales.

La siguiente gráfica, muestra el comportamiento de crecimiento típico para una población de microorganismos, bajo condiciones adecuadas para su desarrollo.

En el eje de las abscisas se encuentra representado el tiempo, y en el de las ordenadas la concentración de los microorganismos en el medio; esto es la concentración en función del tiempo.

C. Poblacional de Bacterias

Comportamiento General



Ingeniería Básica

En el proceso de tratamiento, el efluente en si mismo contiene ya una gran cantidad de microorganismos depuradores del agua; sin embargo con el objeto de mejorar el proceso de depuración, se recurre al uso de fangos activados, así como de aportación vigorosa de oxígeno; incrementandose con esto el rendimiento y la cinética.

Este método de depuración natural, llevado a la aplicación práctica involucra en esencia dos etapas fundamentales designadas como decantación primaria y decantación secundaria.

[1] Durante la decantación primaria los microorganismos responsables de la oxidación de la materia orgánica entran en contacto y se distribuyen en ésta.

[2] La decantación secundaria consta de dos etapas; la primera etapa es un proceso de contacto, durante la cual se satura de aire al agua conteniendo la materia orgánica y los microorganismos; mientras que la segunda es un proceso de estabilización en el cual los microorganismos degradan la materia orgánica y se reproducen a gran velocidad, consumiendo el oxígeno previamente disuelto en el agua.

La aeración constituye la etapa de contacto de la decantación secundaria. Durante esta operación, en virtud de la agitación producida por la inyección de aire, los microorganismos entran en contacto firme con la materia orgánica y oxígeno. La cantidad de aire inyectada debe ser entre 3.3 y 3.9 metros cúbicos por kilogramo de DBO requerido; se recomienda un tiempo de residencia de 0.5 horas con una velocidad ascensional de $8.5 \text{ m}^3/(\text{hr} \cdot \text{m}^2)$.

La segunda etapa de la decantación secundaria es la estabilización del proceso de depuración microbiológico; en el cual los microorganismos, consumen la materia orgánica existente hasta la saturación, para posteriormente decantarse como materia celular inerte; consumiendo durante éste proceso el oxígeno aportado al agua mediante la aeración de la etapa anterior.

En ésta etapa de estabilización, el tiempo de residencia debe ser por lo menos tres veces el de contacto; recomendándose un tiempo de retención de 90 minutos y una velocidad ascensional de $3 \text{ m}^3/(\text{hr} \cdot \text{m}^2)$. Los fangos retenidos en los decantadores, producen malos olores al entrar en putrefacción por no tener oxigenación suficiente; éste inconveniente se elimina mediante la recirculación de fangos frescos oxigenados, los que también están saturados de microorganismos (lodos activados).

Ingeniería Básica

Por otra parte los lodos activados son material orgánico con una alta concentración de bacterias saprófitas saturadas de oxígeno; estos lodos activados se ponen en contacto con el agua en tratamiento en dos etapas (contacto y estabilización), acelerando con esto el proceso de depuración, cubriendo la demanda bioquímica de oxígeno.

La recirculación de lodos activados hacen que estos absorban sustratos nutritivos, proliferando aun más los microorganismos depuradores del agua. Se debe recircular cuando menos un 10% de los lodos obtenidos, recomendándose la recirculación como sigue:

- A) De estabilización a decantación primaria y contacto.
- B) De decantación secundaria a decantador primario.
- C) De decantador primario a decantación secundaria.

A la salida de esta operación [Estabilización] la DBO habrá disminuido de un 90 a un 97% con relación a la alimentada en el decantador primario.

Hasta esta etapa se habrá eliminado casi en su totalidad la materia orgánica contenida inicialmente y mostrará aún una coloración amarillenta, consecuencia de materia orgánica sin degradar, la cual se deberá eliminar.

Se deberá eliminar así mismo toda actividad bacteriana para evitar contraer enfermedades causadas por posibles bacterias patógenas; se recomienda usar ozono ó agua oxigenada como oxidante y desinfectante, antes de reusar el agua tratada por éste método.

Ingeniería Básica

El proceso de tratamiento para los fangos retirados del agua efluente del dren sanitario, es un método de depuración biológica en ausencia de oxígeno (anaerobio).

El método de tratamiento para los fangos, está basado en el mecanismo biológico de depuración natural de aguas y fangos estancados, donde la materia orgánica al degradarse por acción bacteriana, produce cantidades importantes de gas natural y otros gases.

Los fangos retirados del agua sanitaria antes del tratamiento, están constituidos de material orgánico y agua principalmente; estos al entrar en un proceso de degradación anaerobio, producen olores pestilentes.

La composición promedio original de los fangos es la siguiente:

Nitrógeno -----	6.0 %
Fósforo -----	4.2 %
Carbono -----	48.0 %
Potasio -----	1.8 %
Agua y otras sustancias -----	70-80 %
PH -----	entre 7 y 8.

Durante el proceso de digestión anaerobio termofílico, las partículas grandes de fango se fraccionan a un estado de dispersión, por medio de hidrólisis catalizada por enzimas generadas por microorganismos.

La combinación de material orgánico, enzimas, microorganismos y agua, impulsan la fermentación y generación de gases. A efecto de hacer selectiva la producción de metano el PH debe estar entre 6.4 y 7.2 así mismo la temperatura debe ser entre 37 y 40 °C.

Una primer etapa es una digestión primaria en la cual se inicia el proceso de descomposición anaerobia, desprendiéndose algo de metano y vapor de agua; debe existir agitación suficiente para promover la reacción recomendándose la inyección de un gas inerte ó metano; la presión de operación no debe exceder de 1.5 veces la presión atmosférica y temperatura entre 37 y 40 °C cuidándose también que el PH esté entre 6.4 y 7.2.

Una segunda etapa es la digestión secundaria, en la cual se concluye la reacción y se genera la mayor parte del metano; se debe evitar su mezcla con aire.

Las condiciones de operación son las mismas que en la digestión primaria; el biogas formado debe tener la siguiente composición:

Metano	55 - 70 %
CO ₂	30 - 45 %
H ₂	5 - 10 %
N ₂	4 - 6 %
NH ₃	2 - 3 %
CO	5 - 10 %
H ₂ S	trazas

La cantidad de gas a obtenerse, expresada como una función de DBO es de 1.0091 kg. por kg. de DBO +/- 10 % a TPS.

El H₂S generado, se elimina mediante un filtro de carbón activado o bien de óxido férrico, instalados en la línea.

Al finalizar ésta etapa, la biomasa (fangos tratados) tendrá un contenido de agua de aproximadamente 60 % la cual debe eliminarse. Por otra parte a la salida de ésta se habrá cubierto un 98 % de la DBO originalmente contenida en los fangos. Esto quiere decir que el 98 % de la materia orgánica se ha degradado a compuestos inorgánicos con alto contenido de carbono, nitrógeno, fósforo, azufre, etc.

Es importante hacer notar que la concentración de los fangos no debe reducirse por debajo de los aquí marcados, ya que ésta concentración permite manejarlos como fluidos, y lo más importante, los microorganismos requieren un medio acuoso para realizar sus funciones de degradación de la materia orgánica.

Con el objeto de eliminar parte de la humedad de los fangos tratados, se dosificará hidróxido de calcio (como coagulante), con lo cual se espesará la solución, para posteriormente centrifugar la mezcla, esperandose reducir la humedad al 10 %.

La humedad remanente se eliminará mediante un proceso de secado de éste material; ésta operación se efectuará en un secador rotatorio, provisto de un quemador.

La humedad final del producto no será mayor del 5 % en peso.

Durante la operación de secado se efectuará también el granulado.

[C] Secuencia de Operaciones Unitarias Para el Método de Tratamiento del Efluente Sanitario.

La secuencia operaciones unitarias del proceso bioquímico de depuración aerobia, se muestra en el diagrama de bloques DDB-TAP-01 y constará de las siguientes etapas:

-
- (1) Desbaste.
 - (2) Sedimentación primaria.
 - (3) Aereación.
 - (4) decantación primaria.
(Contacto y Estabilización)
 - (5) Floculación.
 - (6) Filtración.
 - (7) Filtración con carbón activado.
 - (8) Ozonización.
-

El drenaje sanitario de la Facultad se descargará en un tanque acumulador en el cual además se efectuará la operación conocida como desbaste; en esta operación se separará entre el 70 y el 90 % del contenido original de materia orgánica, el tanque de recepción de este efluente, estará provisto de una rejilla que no permitirá el paso de materiales sólidos mayores de 5 mm.

La materia orgánica retirada en esta etapa se removerá tan pronto como sea posible a un digestor anaerobio para su tratamiento (tratamiento de lodos).

La siguiente etapa es una sedimentación primaria cuya finalidad es separar parte de los sólidos insolubles (arenas), incapaces de permanecer en suspensión; en virtud de que el contenido de arenas es pequeño, el desarenado se efectura en el mismo recipiente acumulador, sedimentándose así mismo entre el 2% y 3% de materia orgánica contenida en él, constituyendo con esto la decantación primaria y el desarenado en la misma operación. En esta etapa el agua habrá disminuido su DBO en relación con el efluente original.

La siguiente operación es una decantación secundaria dividida en una etapa de contacto y otra de estabilización, esto es; del recipiente acumulador, el agua se bombeará a un tanque de aeración, donde se inyectará aire en exceso a efecto de satisfacer del 58 al 60 % de la DBO remanente de la etapa anterior.

La inyección de aire es de 3.3 a 3.9 metros cúbicos por kilogramo de DBO requerido y se realiza mediante toberas o boquillas de aspersión distribuidas dentro del tanque, tratándose en su diseño de tener un gran contacto interfacial aire-agua.

La razón técnica por la que las operaciones de desbaste, desarenado y decantación primaria se realicen en una sola etapa se justifica en virtud del contenido relativamente bajo en materia orgánica y arenas en relación a las aguas negras urbanas motivo de este tratamiento.

La segunda etapa de la decantación secundaria es la estabilización del proceso de depuración microbiológico, en el cual los microorganismos consumen la materia orgánica existente hasta la saturación, para posteriormente decantarse como materia celular inerte.

En esta etapa de estabilización, se recomienda un tiempo de retención de 90 minutos y una velocidad ascensional de $3 \text{ m}^3/(\text{hr} \cdot \text{m}^2)$.

Los fangos retenidos en los decantadores, producen malos olores al entrar en putrefacción por no tener oxigenación suficiente; éste inconveniente se elimina mediante la recirculación de fangos frescos oxigenados, los que también están saturados de microorganismos (lodos activados). Se debe recircular cuando menos un 10% de los lodos obtenidos, debiéndose hacer la recirculación como sigue:

- A) De estabilización a decantación primaria y contacto
- B) De decantación secundaria a decantador primario
- C) De decantador primario a decantación secundaria.

A la salida de esta operación (Estabilización) la DBO habra disminuido de un 90 a un 94 % con relación a la alimentada en el decantador primario.

Hasta esta etapa el agua muestra aún una coloración amarillenta, como consecuencia de la materia orgánica remanente y de otras partículas sólidas suspendidas en el agua; las cuales se eliminarán con una coagulación; en esta operación se dosificarán un coagulante químico y sílice al tanque flóculador, esta operación se realiza con agitación continua, para posteriormente sedimentar los flóculos formados, con lo cual se eliminarán tanto el color como el olor del agua.

La siguiente etapa es una filtración en un filtro de arena para eliminar flóculos arrastrados por la corriente en la etapa anterior. Se tendrá también un filtro de carbon activado con el objeto de eliminar cualquier olor desagradable.

La última etapa de este proceso de tratamiento, consiste en dosificar ozono como bactericida, con el propósito de eliminar totalmente la actividad bacteriana remanente de todo el proceso. así mismo se deberá ajustar el PH a un rango entre 6.5 y 7.5, adicionando para ello hidróxido de sodio o ácido clorhídrico en la proporción requerida.

Los fangos retenidos en los decantadores, así como los retirados inicialmente en la etapa de desbaste se procesarán mediante un método de degradación bacteriológica anaerobio.

Este proceso de degradación genera metano, mismo que se utilizara como gas combustible para mantener las condiciones adecuadas de temperatura en el proceso, así mismo los lodos residuales secos, son fuente de nitrógeno y fósforo principalmente, lo que los hace útiles a la agricultura como fertilizantes. Los procesos de degradación anaerobios, producen olores pestilentes, por lo que los digestores deberán estar herméticamente cerrados.

El tratamiento de fangos consta de varias etapas: Inicialmente, éstos se almacenarán en un recipiente herméticamente cerrado a partir del cual se iniciará su tratamiento, constituido por dos etapas: de digestión y una etapa de secado.

La primer etapa es una digestión primaria en la cual se inicia el proceso de descomposición anaerobia, desprendiéndose algo de metano y vapor de agua; debe existir agitación suficiente para promover la reacción recomendándose la inyección de un gas inerte ó metano en este digestor, la presión de operación no debe exceder de 1.5 veces la presión atmosférica y temperatura entre 37 y 40 °C. cuidandose también que el PH esté entre 6.4 y 7.2.

La segunda etapa es una digestión secundaria, donde se termina la reacción y se genera la mayor parte del metano. En algunos casos este digestor está provisto de una tapa flotante a manera de embolo para evitar su mezcla con aire; para nuestros propósitos, esto es inecesario ya que se tendrá un recipiente hermético que no permitirá el acceso de aire ambiente. Las condiciones de operación son las mismas que en el digestor primario.

La cantidad de gas a obtenerse, como una función de DBO es de 1.05 Metros cúbicos por kg. de DBO a TPS. (1.0091 kg.) El H₂S generado, se eliminará mediante un filtro de carbón activado ó bien de óxido ferrico, instalados en la línea de descarga del gas natural.

Al finalizar esta etapa, la biomasa (fangos tratados) tendrá un contenido de agua, de aproximadamente 60 % la cual debe eliminarse. Por otra parte a la salida de ésta se habrá cubierto un 98 % de la DBO originalmente contenida en los fangos. Esto quiere decir que el 98 % de la materia organica se ha degradado a compuestos inorgánicos con alto contenido de carbono, nitrógeno, fósforo, azufre, etc.

Es importante hacer notar que la concentración de los fangos no debe reducirse por debajo de los aquí marcados, ya que esta concentración permite manejarlos como fluidos, y lo más importante, los microorganismos requieren un medio acuoso para realizar sus funciones de degradación de la materia orgánica.

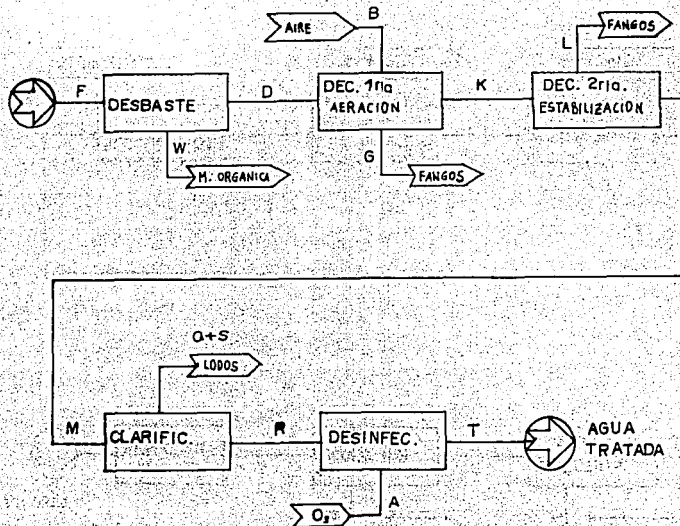
En la siguiente etapa, con el objeto de eliminar parte de la humedad de los fangos tratados, se dosificará hidróxido de calcio (como coagulante), con lo cual se espesará la solución, para posteriormente centrifugar la mezcla, esperándose reducir la humedad al 10%. La humedad remanente se elimina mediante un proceso de secado de este material; esta operación se efectuará en un secador rotatorio, provisto de un quemador. La humedad final del producto no será mayor del 5% en peso.


[D] La secuencia del proceso de depuración del agua sanitaria y tratamiento de los fangos correspondientes se muestra en los siguientes diagramas de bloques:

DDB-TAS-1/2 DIAGRAMA DE BLOQUES PARA EL TRATAMIENTO DEL AGUA SANITARIA.

DDB-TAS-1/2 DIAGRAMA DE BLOQUES PARA EL TRATAMIENTO DE FANGOS PROVENIENTES DEL AGUA SANITARIA.

DIAGRAMA DE BLOQUES PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA SANITARIA



	Parte	Cantidad	Designación	Material	Observaciones
	Fecha:				
Referencia:	DIAGRAMA No. DDB-TAS-1/2				
Acot.:					
Esc.:					
No. 4.1.1					

Ingeniería Básica

[E] Balance de materia para el proceso de tratamiento del efluente sanitario.

Consideraciones:

- 1) Se considera una densidad promedio de 1.5 g/ml para la materia orgánica contenida en el agua.
- 2) Se considera una densidad promedio de 1 g/ml para el agua.
- 3) La DBO se considera como una propiedad extensiva; por lo que depende de la cantidad de materia orgánica. (estrictamente hablando la DBO es una característica que depende del tiempo; en virtud del desarrollo poblacional de los microorganismos).
- 4) Todos los balances de materia orgánica están hechos con referencia a su humedad original, por lo que al final del proceso se hace la corrección para referirla en base seca.
- 5) Sea (Xs) la fracción peso de materia orgánica en la corriente en cuestión.
- 6) Sea (Ys) la fracción peso de agua en la corriente en cuestión.
- 7) Sea (Zs) la fracción peso de materia inorgánica generada por las bacterias en la corriente en cuestión.

CALCULOS:

1) La capacidad de diseño de la planta es de 26 460 m³ por año; con una operación continua de 335 días por año, por lo que el flujo diario promedio es de 78.98 m³/día. (3 290 lt/hr).

2) Densidad promedio

5.0 % Materia orgánica disuelta	(1.5 g/ml)
94.5 % Agua	(1.0 g/ml)
0.5 % Sólidos inorgánicos	(2.5 g/ml)

$$(100) \cdot \delta = 5(1.5) + 0.5(2.5) + 94.5(1) = 103.5$$
$$\delta = 1.03 \text{ g/ml}$$

3) Balance para unidad de desbaste:

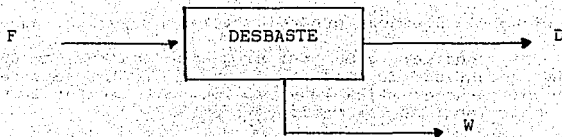
El flujo de la corriente de entrada es de 3 290 lt/hr, considerando una densidad de 1.03 g/ml nos da un flujo másico de 3 390 Kg/hr, por lo que:

$$F = 3 \text{ 390 Kg/Hr.}$$

Ingeniería Básica

$$F = 3\,390 \text{ Kg/Hr.}$$

$$F = D + W$$



$$F(X_{sf}) = D(X_{sd}) + W(X_{sw})$$

$$3\,390 (0.15) = D(X_{sd}) + 3\,390 (0.15) (0.7)$$

$$D(X_{sd}) = 152.5 \text{ Kg/hr.}$$

$$\therefore W = 593.3$$

$$y \quad X_{sw} = 0.600$$

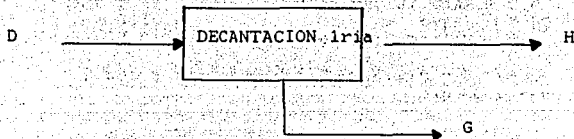
$$X_{sd} = 0.055$$

para la DBO: 30 g.DBO / 80 lt agua \therefore 375 ppm (mg DBO/ Kg mezcla)

3) Balance para decantación primaria:

En ésta operación se separa entre el 2 y 3 % de mat. orgánica contenida en la corriente de entrada.

$$D = H + G$$



$$D(X_{sd}) = H(X_{sh}) + G(X_{sg})$$

$$H(X_{sh}) = (0.98) (D) (X_{sd})$$

$$H(X_{sh}) = (0.98) (153.818) = 150.741 \text{ Kg/hr.}$$

$$\therefore G(X_{sg}) = 3.077 \text{ Kg/hr.}$$

$$(X_{sg}) = 0.3 \text{ (considerando un 70 \% de humedad para la mat. orgánica en la corriente G)}$$

sustituyendo valores numéricos en la 2da. ecuación:

$$153.818 = 150.741 + G(0.3)$$

$$\therefore G = 16.95 \text{ Kg/hr.}$$

$$H = D - G \quad \therefore \quad H = 2.779.75$$

De la 2da. ecuación:

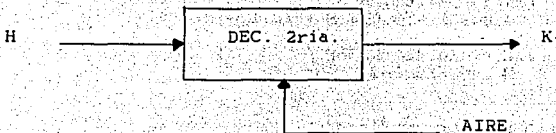
$$X_{sh} = [D(X_{sd}) - G(X_{sg})]/H$$

$$X_{sh} = 0.04923$$

4) Balance para decantación secundaria (aeración):

En esta operación no habrá salida neta de material orgánico, ya que los fangos retirados, en su totalidad se recircularán a la decantación primaria. En esta etapa se proveerá el aire necesario para cubrir la DBO.

$$H = K$$



$$H = K = 2.779.75 \text{ Kg/hr.}$$

Cálculo del aire requerido para satisfacer la DBO.

Teórico 4.33 Kg de aire / Kg de DBO

Utilizaremos un 70. % de exceso para asegurar la operación.

Por tanto inyectaremos 7.4 Kg de aire / Kg de DBO.

$$[DBO]_e = (D)(DBO)$$

$$[DBO]_e = (2.797)(0.375) = 1.049 \text{ g/hr.}$$

Flujo de aire requerido:

$$\& = [DBO]_e (7.4)$$

$$\& = (1.049)(7.4) = 7.76 \text{ Kg/hr.}$$

- 5) Balance para decantación secundaria (**Estabilización**).
 La corriente M saldrá con una concentración de 35 ppm de DBO.
 La corriente L contendrá el 2 % de sólidos insolubles del total
 alimentados, y la mat. orgánica saldrá al 20 % de humedad.

$$K = M + L$$

$$K = 2\,779.75$$



$$35 \text{ ppm DBO} = 0.014 \text{ Kg/Kg.}$$

$$K(X_{sk}) = M(X_{sm}) + L(X_{sl}) \quad \text{y} \quad M = K - L$$

$$K(0.0492) = 0.014 K + (0.8 - 0.014) L$$

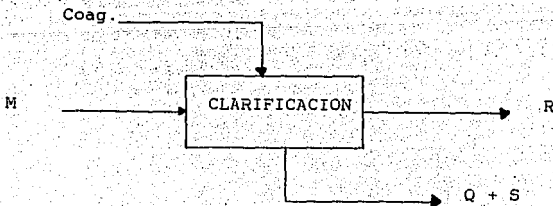
$$\therefore L = 124.487 \text{ Kg/hr.}$$

$$M = 2\,655.262 \text{ Kg/hr.}$$

- 6) Balance para la clarificación.
 Las etapas de coagulación, sedimentación y filtración se
 efectuarán en una sola etapa (clarificación), por lo que haremos
 un balance global.
 La corriente Q representa la cantidad de lodos sedimentados y
 retirados de la unidad; la corriente S representa la cantidad de
 flóculos atrapados en el filtro; remanentes de la sedimentación.

$$M = 2\,655.262 \text{ Kg/hr.}$$

$$(X_{sm}) = 0.014$$



Flujo volumétrico (Mq) de entrada.

$$\text{Flujo másico} = 2\ 655.26 \text{ Kg/hr.}$$

$$Mq = \text{Flujo másico} / \text{densidad}$$

$$Mq = 2\ 655.26 / 1.03 = 2\ 578 \text{ Lt/hr.}$$

Coagulante requerido:

(para fines de cálculo se asume como coagulante Alumbre)

Para cada coagulante en específico, existen gráficas y/o correlaciones que relacionan la cantidad de sustancia por añadir por metro cúbico de agua, conociendo la concentración de sólidos suspendidos a la temperatura de trabajo. Para el tipo de sólidos orgánicos contenidos en el efluente, una concentración de orgánicos de 14 000 ppm, se requieren 270 mg./lt. de alumbre (Wa) más 150 mg/lt de aluminato de sodio (Wl) y 150 mg. de sílice (Ws).

Cálculo de sustancias dosificadas

Alumbre:

$$w = (Mq)(Wa)/(1\ 000)$$

$$w = (2\ 578)(270)/(1\ 000) = 697 \text{ g.}$$

Aluminato de sodio:

$$w = (Mq)(Wl)/(1\ 000)$$

$$w = (2\ 578)(150)/(1\ 000)$$

$$w = 386.7 \text{ g.}$$

Sílice:

$$w = (Mq)(Ws)/(1\ 000)$$

$$w = (2\ 578)(150)/(1\ 000)$$

$$w = 386.7 \text{ g.}$$

Materia total adicionada: $697 + 386.7 + 386.7 = 1\ 470.4 \text{ g.}$

$$M + \text{Coag.} = R + Q + S$$

$$\text{sea } U = Q + S$$

$$M + \text{Coag.} = U + R$$

$$M(Xsm) + \text{Coag} = U(Xsu) + R(Xsr)$$

En ésta etapa se eliminarán el 95 % de sólidos contenidos en la corriente de entrada (M).

$$R(Xr) = M(Xm)(1-0.95)$$

$$R(Xr) = 2\ 655.26(0.014)(0.05)$$

$$R(Xr) = 1.86 \text{ Kg/hr.}$$

$$U(Xsu) = M(Xsm) + \text{Coag} - R(Xsr)$$

$$U(Xsu) = 2655.26(0.014) + 1.4704 - 1.86$$

$$U(Xsu) = 36.789 \text{ Kg/hr.}$$

Assumiendo que los flóculos salen como una suspensión acuosa al 40 %:

$$(Xsu) = 0.4$$

$$U = 37.9 / (X_{su})$$

$$U = 94.75 \text{ Kg/hr.}$$

$$R = M + \text{Coag.} - U$$

$$R = 2\,655.262 + 1.4704 - 94.75$$

$$R = 2\,561.98 \text{ Kg/hr.}$$

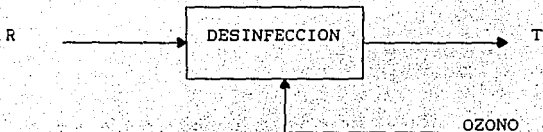
$$(X_{sr}) = [M(X_{sm}) + \text{Coag} - U(X_{su})] / R$$

$$(X_{sr}) = [2\,655.262(0.014) + 1.4704 - 36.789] / 2\,561.98$$

$$(X_{sr}) = 0.00072 \quad (724 \text{ mg/lt}).$$

7) Balance para la desinfección.

En esta operación se inyectará ozono como bactericida para reducir la actividad microbiológica y la eliminación de posibles bacterias patógenas. Así mismo se oxidará casi en su totalidad la materia orgánica remanente de la clarificación, disminuyendo con esto la DBO. La relación en peso de DQO removido a ozono consumido es igual a uno.



$$R = 2\,561.98 \text{ Kg/hr.}$$

$$(X_{sr}) = 0.00072 \quad (724 \text{ mg/lt}).$$

$$[DBO] = R(X_{sr})(2.5)$$

$$[DBO] = (2\,561.98)(0.000724)(2.5)$$

$$[DBO] = 4.637 \text{ g de DBO/hr.}$$

Se requiere por tanto un flujo de 4.637 g de ozono por hora, debido a la cantidad tan pequeña de gas por inyectar, éste estará diluido al 10 % en volumen con nitrógeno ó bióxido de carbono.

$$T = 2\,563.26$$

$$(X_{st}) = 0.0001 \text{ por lo menos.}$$

El filtro de carbón activado posterior a ésta, garantizará la eliminación casi total de olor y color del agua, la DBO final no será 0, pero sí estará debajo de 10 ppm.

(F) BALANCE DE MATERIA PARA EL PROCESO DE TRATAMIENTO DE FANGOS
PROVENIENTES DEL TRATAMIENTO DE AGUA SANITARIA.

En virtud del control de temperatura con que se efectúa el proceso, la DBO se incrementará, cuando menos tres veces, por lo que la relación de DBO a materia orgánica será de 7.5 g de DBO por Kg de materia orgánica.

>> Corrientes de entrada:

$$W = 593.30 \text{ Kg/hr.}$$

$$G = 16.95 \text{ Kg/hr.}$$

$$L = 124.49 \text{ Kg/hr.}$$

$$Q = 33.36 \text{ Kg/hr.}$$

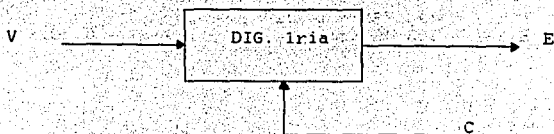
Flujo de entrada total: 768.1 Kg/hr.

DBO de entrada : 3 681 g/hr.

Materia orgánica neta de entrada: 490.735 Kg/hr.

1) Balance para la digestión primaria:

En ésta etapa se reducirá la DBO en un 30 % y el agua en un 20 %



$$V = 768.1 \text{ Kg/hr.}$$

$$V(X_v) = 490.735$$

$$X_v = 0.639$$

$$Y_v = 0.361$$

DBO a la salida corriente E:

$$(DBO)_e = 3 681 (0.7) = 2 576.7 \text{ g/hr.}$$

Ingeniería Básica

Gas Producido: (0.961 Kg de gas / kg. DBO)
 $3\ 681\ (0.3)(1.05)(21.528)/(22.4) = 1.114\ \text{Kg/hr.}$

Peso Molecular promedio del gas producido. El biogas formado debe tener la siguiente composición:

Metano	70 %
CO2	20 %
H2	5 %
N2	5 %
H2S	trazas

$M = 16.04\ (0.7) + 44(0.2) + 2(0.05) + 28(0.05)$
 $M = 21.528\ \text{kg/ kg-mol.}$

Gas inyectado: 0.5 kg/hr. (corriente C.)

Agua de salida en B: $V(1-Xv)(0.2)$
 $\therefore B(Yb) = 768.1\ (1 - 0.639)(0.2)$
 $B(Yb) = 55.45\ \text{Kg/hr.}$

$B = 1.114 + 0.5 + 55.45 = 57.06\ \text{Kg/hr.}$

Materia orgánica consumida:
 $(0.3)V(Xv) = 0.3\ (768.1)(0.639)$
 $= 147.24\ \text{Kg/hr.} = E(Ze)$

$\therefore E(Xe) = 490.735 - 147.24$
 $E(Xe) = 343.49\ \text{Kg/hr.} \quad (Xe) = 0.4822$

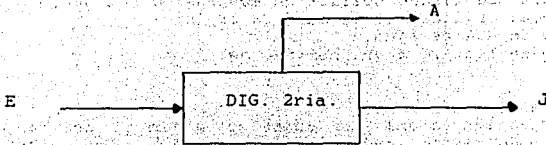
$V + C = B + E$
 $E = V + C - B$
 $E = 768.1 + 0.5 - 57.06$
 $E = 711.54\ \text{Kg/hr.}$

Agua de salida (80 % del agua de entrada): $E(Ye)$

$E(Ye) = V(Yv)(0.8)$
 $E(Ye) = (277.28)(0.8)$
 $E(Ye) = 221.83\ \text{Kg/hr.}$

Balance para la digestión secundaria:

En esta etapa se habrá cubierto el 99 % de la DBO original; esto es la DBO final será de 25.77 g/hr. así mismo se eliminará aprox. el 40 % del agua originalmente alimentada.



Materia orgánica de salida:

$$J(X_j) = (0.01)V(X_v)$$

$$J(X_j) = (0.01)(768.1)(0.639)$$

$$J(X_j) = 4.908 \text{ Kg/hr.}$$

DBO de salida (corriente J):

$$(DBO)_j = 3681(1-0.99)$$

$$(DBO)_j = 36.81 \text{ g/hr.}$$

Gas producido en digestión 2ria:

$$[(DBO)_j - (DBO)_e] / (1.05)(21.528) / (22.4)$$

$$[2576.7 - 36.81] / (0.961) = 2.44 \text{ Kg/hr.}$$

Agua evaporada: (80% del agua de entrada).

$$A(Y_a) = (0.4)V(Y_v)$$

$$A(Y_a) = (0.4)(768.1)(0.361) = 110.91 \text{ Kg/hr.}$$

En la corriente A sólo fluye vapor de agua y gas producido

$$A = 110.91 + 2.44 = 113.35 \text{ Kg/hr.}$$

Gas total producido:

$$gtp = 2.44 + 1.114 = 3.554 \text{ Kg/hr.}$$

Balance global:

$$E = A + J$$

$$J = 711.54 - 113.35$$

$$J = 598.19 \text{ Kg/hr.}$$

$$J(Y_j) = E(Y_e) - A(Y_a)$$

$$J(Y_j) = 221.83 - 110.91 = 110.92 \text{ Kg/hr.}$$

$$(Y_j) = 110.92 / 598.19 = 0.185$$

$$(X_j) = 4.908 / 598.19 = 0.0082$$

$$(Y_a) = 110.91 / 113.35 = 0.99$$

$$(Z_j) = 0.8$$

Ingeniería Básica

En esta etapa se tienen sólidos en suspensión con un 18.4 % de agua, más la humedad original de la materia orgánica (40 %).

∴ Contiene 58.4 % de agua.

El producto se llevará a una humedad del 2 %.

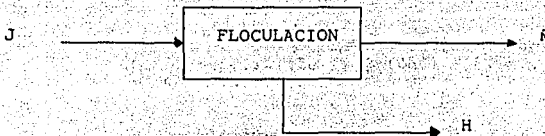
3) Balance en floculación:

Esta operación tiene por objetivo espesar los fangos, usando hidróxido de calcio (cal) como floculante. se usarán 3 partes de cal por 100 de fangos.

Se dosificarán:

$$(0.03)(598.19) = 17.95 \text{ Kg/hr. de cal.}$$

En la centrifugación se eliminará agua hasta un nivel de 10 % de humedad.



$$J = H + N$$

$$H = J - N$$

C/relación al agua:

$$J(Y_j) = H(Y_h) + N(Y_n)$$

$$(598.19)(0.185) = H(Y_h) + N(0.1)$$

$$(Y_h = 1)$$

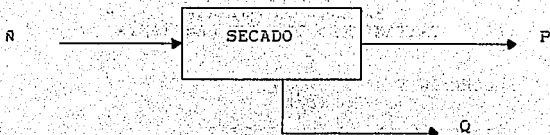
$$110.66 = J - N + N(0.1)$$

$$N = [J - J(Y_j)] / [1 - 0.1]$$

$$N = 541.7$$

$$\therefore H = 598.19 - 541.7 = 56.49 \text{ Kg/hr.}$$

4) Balance para el secado:



$$N = P + Q$$

$$Q = N - P$$

$$N(Y_n) = P(Y_p) + Q(Y_q)$$

$$(541.7)(0.1) = P(0.02) + N - P$$

$$\therefore P = [N - 54.17] / [1 - 0.02]$$

$$P = 497.48 \text{ Kg/hr.} \quad (\text{fertilizante})$$

$$(Z_p) = 0.98$$

$$(Y_p) = 0.02$$

$$Q = 541.7 - 497.48 = 44.22 \text{ Kg/hr.} \quad (\text{Agua})$$

Ingeniería Básica

4.1.2) RESUMEN DEL BALANCE DE MATERIA DEL TRATAMIENTO DE AGUA SANITARIA Y LOS FANGOS RETIRADOS

RESUMEN DEL BALANCE DE MATERIA TRATAMIENTO DE AGUA SANITARIA

CORRIENTE No.	FLUJO Kg/hr.
F	3 390
W	593.30
D	2796.7
H	2779.7
G	16.95
K	2279.75
M	2655.26
L	124.49
N	2655.26
R	2563.26
U	93.475

RESUMEN DEL BALANCE DE MATERIA FANGOS PROVENIENTES DEL TRATAMIENTO DE AGUA SANITARIA

CORRIENTE No.	FLUJO Kg/hr.
V	768.1
B	57.06
C	0.5
E	711.54
A	113.35
J	598.19
N	541.7
H	56.49
Q	44.22
P	497.94

4.2) Ingeniería Básica

Para el Proceso de Tratamiento del Efluente Químico.

La información contenida en la Ingeniería Básica de este método de tratamiento se presenta con la siguiente secuencia:

-
- [A] Definición del método de tratamiento.
 - [B] Fundamentos del método.
 - [C] Secuencia de operaciones unitarias.
 - [D] Diagrama de bloques.
 - [E] Balance de materia.
-

[A] Definición del método de tratamiento.

De acuerdo a la caracterización de este efluente, la alternativa más adecuada para su tratamiento es una oxidación total destructiva de los compuestos contenidos en dicha descarga. Utilizándose como agente químico oxidante Peróxido de Hidrógeno (agua oxigenada), activada con un catalizador de hierro. (II).

Posteriormente a este proceso de oxidación destructiva, utilizaremos una precipitación química en medio alcalino.

[B] Fundamentos del método

El método de oxidación destructiva, está basado en el comportamiento de Oxido-Reducción que presentan todos los compuestos químicos al reaccionar con algún oxidante ó reductor fuerte. Dentro de una escala de potenciales redox el Peróxido de Hidrógeno se ubica como un agente fuertemente oxidante.

El peróxido de hidrógeno es un reactivo químico estabilizado, capaz de oxidar a un buen número de sustancias orgánicas e inorgánicas, algunas de las cuales son tóxicas y nocivas así como subproductos de aguas residuales, con la ventaja de que al descomponerse se produce agua y oxígeno molecular.

Para destruir contaminantes orgánicos muy difíciles de oxidar se requiere de un proceso de oxidación total, esto se logra activando el peróxido de hidrógeno con ozono ó luz ultravioleta. Este método, tiene la capacidad de destrucción total de los contaminantes In-Situ y no genera subproductos ó lodos.

El agua oxigenada es efectiva en la oxidación de contaminantes tanto orgánicos como inorgánicos tales como cianuros, compuestos sulfúrosos, compuestos fenólicos, ácido sulfhídrico, compuestos de cloro activo, metales, alcoholes, aldehidos, cetonas, compuestos aromáticos, compuestos clorados, etc.

Algunos contaminantes difíciles de oxidar requieren que se active el peróxido de hidrógeno con catalizadores como fierro, cobre, ó algunos metales de transición, aumentando al mismo tiempo la velocidad de reacción de compuestos fáciles de oxidar.

En corrientes de agua residual con flujo continuo, se puede usar el catalizador sólido, empacado en un reactor de flujo en pistón para evitar la adición continua de sales metálicas; por otra parte el catalizador sólido es menos susceptible a la variación del PH. En éste sistema el peróxido de hidrógeno se inyecta a la corriente de agua contaminada antes de entrar a la columna de que contiene el catalizador.

Los parámetros de control en el proceso de oxidación destructiva son temperatura, presión, PH y tiempo de reacción. La reacción efectuada es exotérmica, sin embargo no se tiene el dato de entalpía de reacción.

Algunas de las reacciones de oxidación que se presentan son:

[] Cloro libre:

Disuelto en agua se presenta en forma de ácido hipocloroso (HClO) ó como ión hipoclorito (ClO), al reaccionar con el agua oxigenada se forma oxígeno y ácido clorhídrico. Se requieren aproximadamente 0.48 Kg. de Agua oxigenada para oxidar un kilogramo de cloro activo.



[] Compuestos de cloro:

Es posible usar agua oxigenada en la mayoría de los casos exceptuando los compuestos de cloro nitrogenados tales como amoniacos, aminas y proteínas, cloroaminas; esto es debido a la gran estabilidad de estos compuestos que reaccionan con una cinética muy lenta.

[] Compuestos de azufre:

Son compuestos comunmente encontrados en aguas residuales, más aún en aguas efluentes de laboratorios de la Facultad. Al reaccionar con agua oxigenada son oxidados a sulfatos y en el caso de ácido sulfhídrico se forma azufre elemental. Se requiere de 1 kg de agua oxigenada por cada Kg de H₂S.



Ingeniería Básica

En el caso de sulfuros se generan sulfatos.



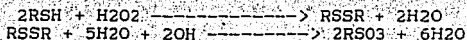
Otros compuestos de azufre comúnmente encontrados en el agua residual de laboratorios son los sulfitos, los cuales son oxidados a sulfatos, se requiere de un PH entre 4 y 6 para tener una buena velocidad de reacción.



En el caso de bisulfitos, estos en solución acuosa se hidrolizan para formar sulfitos, por lo que el producto final de oxidación son también sulfatos.

Mercaptanos o tioles.

Son compuestos sulfurosos considerados como tóxicos y olor desagradable y a excepción del metilmercaptano son fácilmente oxidados por agua oxigenada, para producir disulfuros, separándose en forma de una capa aceitosa. Es posible también oxidarlos nuevamente con agua oxigenada para obtener Disulfuro de dialquilo.



Para obtener una oxidación mas completa se debe usar una sal soluble de hierro como catalizador, oxidándose también el metil mercaptano. La proporción en peso de agua oxigenada catalizada y mercaptanos son:

Mercaptanos	Kg. agua oxigenada/Kg. de tiol.
Metil	3.5
Etil	2.7
Propil	2.2
Butil	1.7

Debido a que el agua residual de laboratorios está considerada como una mezcla reaccionante, existe la posibilidad de formación de dióxido de azufre; éste gas se hidroliza en medio acuoso para formar ácido sulfuroso, el cual da como producto de oxidación de ácido sulfúrico, por lo que es posible el uso de peróxido de hidrógeno para su oxidación.

Otro compuesto de azufre con posibilidad de existir en el efluente de laboratorios es el tiosulfato $[S_2O_3^{2-}]$. sin embargo la estabilidad de éste compuesto en medio acuoso es sensible al PH, ya que a valores mayores de 4 se descompone en sulfito y azufre elemental; por lo que el mecanismo de oxidación con agua oxigenada será el mismo que para el caso de sulfitos y bisulfitos.

A un PH menor de 4 el tiosulfato se oxida a tetratiónato, sin embargo es posible oxidarlo a sulfato usando como catalizador titanio, tungsteno o molibdeno. Es recomendable trabajar en medio alcalino.

El hidrosulfito o ditionito $[S_2O_4^{2-}]$ es oxidado por el peróxido de hidrógeno a sulfatos y a un PH menor de 4 forma también ditionato. Otros compuestos de azufre oxidados también por el agua oxigenada a sulfatos son el ditionato, el politiónato, los polisulfuros y otros mas que se presentan con menor frecuencia.

[] Alcoholes Aldehídos y Cetonas.

Otros compuestos generalmente contenidos en el agua residual de laboratorios son los alcoholes, aldehídos y cetonas. Estos compuestos son utilizados en la Facultad para la síntesis de otros compuestos orgánicos; a saber una cetona se forma a partir de un aldehído, un aldehído a partir de un alcohol, por lo que no resulta difícil oxidarlos a todos ellos para formar el ácido carboxílico correspondiente y su posterior oxidación a dióxido de carbono. Es decir, la oxidación de todos ellos producen grupos carboxilo.

[] Ácidos Carboxílicos.

Son otros compuestos presentes en las descargas de agua de laboratorios, generalmente usados como intermediarios en la síntesis de otros compuestos orgánicos, el grupo carboxilo que caracteriza estos compuestos es susceptible de oxidación para producir bióxido de carbono y agua.

[] Alcanos, Alquenos, Alquinos.

Otros grupos funcionales presentes generalmente en efluente químico, son las parafinas (alcanos), utilizados en su mayoría para síntesis de otros compuestos orgánicos y como solventes. Las olefinas (alquenos) son utilizados para síntesis de otros compuestos. Estos compuestos son susceptibles a la oxidación para producir alcoholes, dioles, etc. (grupos carbonilo y carboxilo).

[] **Compuestos Aromáticos.**
Son otros compuestos ordinariamente encontrados en descargas de agua residual de laboratorios, en presencia de algún oxidante fuerte como el peróxido de hidrógeno, en una primer etapa reaccionan para producir hidroquinona y catecol y en una etapa subsecuente de oxidación se producen quinonas y posteriormente, éstas se oxidan a ácido carboxílico y finalmente a bióxido de carbono.

[] **Carbohidratos (azúcares y almidones).**
Es posible encontrar también en aguas residuales de laboratorio compuestos orgánicos tales como carbohidratos, utilizados como medios de cultivo en prácticas bioquímicas. Los carbohidratos son generalmente compuestos de cadena lineal, cuya oxidación química produce grupos carbonilo, en una etapa posterior de oxidación se producen grupos carboxilo y finalmente bióxido de carbono.

[] **Compuestos inorgánicos**
Estos son utilizados por la Facultad y pueden caracterizarse por su reactividad como ácidos, bases, oxidantes, reductores, etc. La mayor parte de estos compuestos se presentan en forma iónica, formando compuestos de azufre, nitrógeno, fósforo, carbono, cloro, etc. con diferentes grados de oxidación. Estos compuestos en su estado máximo de oxidación generalmente forman sales metálicas insolubles muy estables en medio acuoso, fáciles de separar.

Como resultado del proceso de oxidación destructiva se obtienen en solución gran cantidad de compuestos iónicos (aniones y cationes) estabilizados. Con el objeto de eliminar estos iones en solución se recurre a una operación de precipitación química en medio alcalino, el método está basado en la gran estabilidad que tienen los hidróxidos metálicos formados en el medio alcalino. esto se puede verificar analizando las constantes de productos de solubilidad reportados en tablas y que presentan dichos hidróxidos.

Los hidróxidos precipitados en el proceso anterior tienen por lo general un tamaño tan pequeño que permanecen dispersos en el medio, por lo anterior hay que flocularlos para su remoción.

[C] Secuencia de Operaciones Unitarias.

El método de tratamiento para el agua efluente de los laboratorios de la Facultad, consiste de varias etapas; la secuencia de éstas son las siguientes:

El proceso principia con la captación de las aguas efluentes. Se contará para tal efecto con una fosa de recepción de estas aguas; en ésta fosa se separará parte del material sedimentable, y se acondicionará a un PH entre 5.0 y 6.5; que es el recomendado para efectuar el proceso de oxidación destructiva. De aquí se bombeará al reactor de oxidación.

Durante la oxidación de la materia por peróxido de hidrógeno, se corre el riesgo de inflamabilidad por la presencia de agentes oxidantes puestos en contacto con solventes orgánicos con alta presión de vapor, por lo que el reactor estará hermeticamente cerrado.

El proceso se efectuará de forma intermitente, por lo que antes de cargar el reactor, deberá tomarse una muestra para determinar la DTO (Demanda Total de Oxígeno).

Continuando con el proceso, el agua se llevará a un reactor de oxidación; en donde se dosificará peróxido de hidrógeno (agua oxigenada), para oxidar la materia orgánica e inorgánica contenida en las aguas, ésta operación generará sólidos insolubles que se precipitarán parcialmente en el fondo del recipiente para su posterior retiro.

El reactor de oxidación total deberá ser de acero inoxidable y debido a que se requiere de turbulencia durante la reacción, produciremos la agitación mediante la inyección de aire ó bien mediante la inyección de ozono si se requiere de una condición energicamente oxidante; la inyección se efectuará instalando en el fondo del reactor cuatro boquillas de aspersion.

La mezcla reaccionada se bombeará a un tanque sedimentador; en donde se efectuarán operaciones de precipitación, coagulación, sedimentación y acondicionamiento de PH. Tendrá un sistema de agitación provocada por inyección de aire.

La precipitación química se efectuará con la dosificación de una solución de hidróxido de sodio al 50%; a un PH alcalino entre 10 y 11; esto generará hidróxidos metálicos insolubles, que quedarán en suspensión.

Se deberá adicionar también un floculante polimérico para coagular los compuestos insolubles formados; ambas operaciones requerirán de inyección de aire, para facilitar la formación de hidróxidos metálicos insolubles así como crear turbulencia.

La siguiente etapa en el método de tratamiento es una floculación de la solución resultante, utilizaremos algún floculante cuyo PH de trabajo sea entre 8 y 10. La sedimentación posterior se hará sin inyección de aire.

La siguiente operación será una filtrado que retendrá los flóculos formados en la etapa anterior; se recomienda utilizar un filtro de arena ó bien maya nylon.

Por último se hará pasar el agua a través de una resina anionica fuerte para eliminar los aniones en solución substituyendolos por iones cloruro. No sin antes dosificar una corriente de ácido clorhídrico a efecto de neutralizar la solución.

El agua se muestreará en esta etapa para determinar la calidad marcada en la norma técnica y se procederá a evacuarla a través del drenaje municipal.

[D] La secuencia anterior del proceso de tratamiento de oxidación destructiva se muestra en el siguiente diagrama de bloques, cuyas literales corresponden a las corrientes referenciadas en el balance de materia.

DDB-TEQ-1/1 DIAGRAMA DE BLOQUES PARA EL TRATAMIENTO DEL EFLUENTE QUIMICO.

(E) Balance de Materia Para el Proceso de Tratamiento del Efluente Químico.

El proceso de tratamiento para el dren químico efluente de la Facultad será intermitente, por lo que tanto en el balance de materia elaborado, como el dimensionamiento del equipo se considera este régimen de proceso.

Consideraciones:

- 1) EL balance de materia se efectuará tomando en cuenta la demanda química total de oxígeno (DTO).
- 2) Se considera una densidad promedio de 1.05 g/ml para el agua, durante todo el proceso, en virtud del bajo contenido de sólidos contenidos.
- 3) Sea (X_s) la fracción peso de material en la corriente en cuestión.
- 4) Sea (Y_s) la fracción peso de agua en la corriente en cuestión.

CALCULOS:

- 1) Captación del efluente (flujo promedio).
La capacidad de la planta es de 8 018 m³/año; y operará en forma intermitente 335 días por año. Esto nos da un flujo promedio de 23.93 m³/día.

$$Q = 23.93 \text{ m}^3/\text{día.}$$

$$Q = 0.997 \text{ m}^3/\text{hr}$$

$$W = (Q)(\rho)(1.000) [=] \text{ kg/hr.} \quad (\text{Flujo másico.})$$

$$W = (0.997)(1.05)(1.000)$$

$$W = 1.046.9 \text{ kg/hr.}$$

La planta operará por cargas, efectuándose cuatro operaciones de tratamiento por día, por lo que cada carga será de 6.0 metros cúbicos, el tiempo de operación por carga será de 1.5 hr. aprox. En la corriente de entrada, se tiene una composición indefinida, pero caracterizada por la demanda total de oxígeno (DTO).

Ingeniería Básica

- 2) Balance de materia para el acondicionamiento de PH.
El PH de trabajo es de 4.5, por lo que se dosificará ácido clorhídrico para alcanzar éste PH en caso de presentarse un PH alcalino o una solución de hidróxido de sodio en caso de presentarse un medio más ácido que el requerido.

- 3) Balance de materia para el reactor de oxidación total.
Para efectuar la reacción de oxidación se dosificará peróxido de hidrógeno, la cantidad a dosificar es tres veces mayor que la demanda total de oxígeno (determinada experimentalmente en campo).

- 4) Balance de materia para el tanque de precipitación.
De la etapa anterior se obtienen una gran cantidad de cationes, la mayor parte son metálicos, por lo que en esta etapa los precipitaremos con hidróxidos, esto se logra teniendo un medio alcalino a PH entre 9 y 10. Por lo que después de separar el precipitado, se neutralizará la mezcla.

- 5) Balance de materia para el filtro de arena.
El filtro de arena es solamente para asegurar la remoción de sedimento no retenido en el precipitador.

4.2.2) RESUMEN DEL BALANCE DE MATERIA PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA DEL EFLUENTE QUIMICO.

RESUMEN DEL BALANCE DE MATERIA PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA DEL EFLUENTE QUIMICO

CORRIENTE No.	FLUJO lt/hr
A	1 098
B	22 710
C	22 710
D	22 710
E	22 710
F	22 710

El proceso de tratamiento para el dren químico efluente de la Facultad será intermitente, por lo que tanto en el balance de materia elaborado, como el dimensionamiento del equipo se considera este régimen de proceso. El flujo aquí tabulado corresponde a la circulación de fluido en el momento de bombeo.

4.3) Ingeniería Básica

Para el Proceso de Tratamiento del Efluente Pluvial.

La información contenida en la Ingeniería Básica de este método de tratamiento se presenta con la siguiente secuencia:

-
- (A) Definición del método de tratamiento.
 - (B) Fundamentos del método.
 - (C) Secuencia de operaciones unitarias.
 - (D) Diagrama de bloques.
 - (E) Balance de materia.
-

[A] Definición del método de tratamiento.

El método de tratamiento utilizado para la potabilización de este efluente es un método clásico de tratamiento de aguas crudas. Consistente en una clarificación para la remoción de turbidez y una desinfección para eliminar microorganismos que pudieran estar presentes.

[B] Fundamentos del método

El método del tratamiento está basado en las operaciones clásicas aplicadas a aguas naturales para su potabilización. Dentro de este proceso la operación unitaria mas importante es la floculación. Operación mediante la cual se eliminan partículas suspendidas en el agua causantes del olor, color y turbidez.

La turbidez, color y olor del agua cruda, generalmente es debida a partículas de materia orgánica y/o inorgánica finamente dividida (tamaño coloidal), que permanece suspendida en el agua como consecuencia de un equilibrio electrostático. Por las características dieléctricas del agua, estas partículas sólidas suspendidas tienen una carga parcial negativa; que evita la colisión de éstas y por ende su aglomeramiento.

Al disminuir el tamaño de las partículas disminuye también la velocidad de asentamiento y se incrementa el movimiento browniano de las partículas sólidas. Para fines prácticos, cualquier materia en suspensión finamente dividida que resista la separación por sedimentación y filtración, puede ser considerada como coloidal. Una sustancia en suspensión coloidal tiene una gran superficie en relación con su masa total.

La estabilidad de estas dispersiones aumenta con la presencia de agentes químicos que incrementan la tensión superficial de la interfase sólido-líquido.

Los agentes de superficie modifican la tensión superficial también de manera opuesta, es decir favorecen la formación de aglomerados conocidos como flóculos. Y es en esta propiedad precisamente en la que están basados todos los agentes coagulantes.

La floculación es una operación unitaria consistente en la dosificación de un agente coagulante capás de neutralizar las cargas electrostáticas en la interfase sólido-líquido, modificando con esto la tensión superficial.

Se agrega al agua para la floculación un agente floculante tal como el sulfato de aluminio $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ conocido comercialmente como Alúmina o alumbre, sulfato férrico $Fe_2(SO_4)_3$, sulfato ferroso $FeSO_4 \cdot 7H_2O$, aluminato de sodio $NaAlO_3$, etc. Las especies activas para la coagulación son los cationes $Fe^{(2+)}$ ó $Al^{(3+)}$, que neutralizan las cargas entre las partículas sólidas.

Para coagulantes de aluminio el pH favorable es de 5.5 a 6.8 mientras que para los de fierro están entre 3.5 y 5.5.

Como resultado de esta operación se obtienen coágulos o flóculos, los cuales la mayoría de las veces se encuentran constituidos de materia orgánica y/o inorgánica de baja densidad, por lo que la adición de arcilla, sílice activada o polielectrolitos favorece el asentamiento aumentando la densidad del flóculo formado.

El equipo usado para efectuar esta operación, está provistos de algún mecanismo de agitación; ya que esto favorece la formación de coágulos, usándose normalmente bajos niveles de agitación para no fraccionar los coágulos ya formados.

Por lo general una etapa inmediata posterior a la coagulación es la sedimentación de los flóculos formados. Actualmente se producen agentes floculantes a base de polímeros; para los cuales los tiempos de asentamiento son inferiores a diez minutos.

[C] Secuencia de operaciones unitarias.

El agua pluvial captada es excepcionalmente limpia y el tratamiento que requiere es para eliminar impurezas acarreadas durante su recolección y transporte.

El área activa de captación son zonas relativamente limpias, por lo que se estima que esta agua contendrá básicamente sólidos insolubles de diferente tamaño, lo que genera turbidez y sedimento; poca materia orgánica y un bajo nivel bacteriológico consecuencia del acarreo de polvo contaminado.

La secuencia de operaciones unitarias para el tratamiento de agua pluvial es la siguiente:

- (1) Sedimentación
 - (2) Coagulación.
 - (3) Filtración Normal
 - (4) Filtración con carbón activado.
 - (5) Desinfección.
-

El proceso comienza con la recolección del agua pluvial. se recomienda colectar el agua después de las primeras diez lluvias; con el objeto de colctar el agua más limpia. Las alcantarillas dispuestas para la recolección del agua estarán provistas de una rejilla de paso reducido, para evitar la entrada de objetos sólidos de gran tamaño.

La cantidad de agua a tratar es relativamente grande en un tiempo de captación pequeño; por lo que se tendrá un tanque acumulador de aguas pluviales de gran tamaño, a partir del cual se distribuirá el agua en flujos que puedan procesarse de manera continua durante todo el año. ésta estrategia permite tener equipo pequeño con más horas de operación efectiva.

El proceso de tratamiento comienza con una sedimentación primaria, cuya finalidad es separar parte de los sólidos insolubles (arenas), incapaces de permanecer en suspensión; en ésta etapa el agua tendrá cierto contenido de turbidez y coloración, originado por la presencia de sólidos orgánicos e inorgánicos finamente divididos, suspendidos en el medio.

Se estima que la concentración de sólidos suspendidos no es mayor del 1 % en peso, por lo que en la siguiente etapa se efectuará una coagulación, usando como agente floculante alumbre y sílice. La coagulación y la sedimentación se efectuarán en una sola unidad (clarificador).

Al finalizar ésta etapa el agua arrastrará flóculos finos que serán retenidos mediante una operación de filtrado utilizando para tal efecto un filtro convencional de arena o bien de maya nylon.



Con el objeto de eliminar algún olor, color ó sabor desagradable, originado por la posible presencia de material orgánico remanente de operaciones anteriores, en la siguiente operación, se tendrá un filtro de carbón activado.

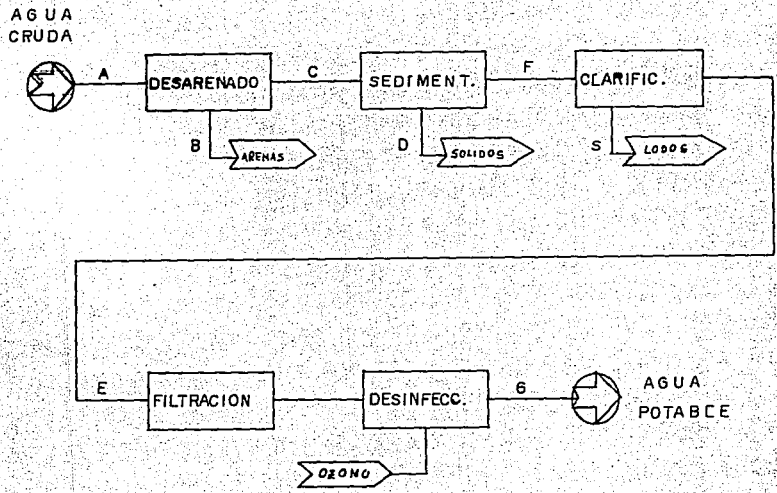
Finalmente se hará una desinfección.

En ésta operación se adicionará ozono como bactericida para controlar el crecimiento poblacional bacteriológico durante el almacenamiento, así mismo se deberá ajustar el PH a un rango entre 6.5 y 7.5, adicionando para ello hidróxido de sodio o ácido clorhídrico en la proporción requerida.

- [D] La secuencia anterior del proceso de tratamiento para agua pluvial se muestra en el siguiente diagrama de bloques, cuyas literales corresponden a las corrientes referenciadas en el balance de materia.

DDB-TAP-1/1 DIAGRAMA DE BLOQUES PARA EL TRATAMIENTO DEL EFLUENTE PLUVIAL.

 	Parte	Cantidad	Designación	Material	Observaciones
	Fecha:				
Referencia:	DIAGRAMA No. DDB-TAP 17.1				
Acol.:	4.3.1 DIAGRAMA DE BLOQUES				
Esc.:	TRATAMIENTO DE AGUA PLUVIAL				
No.	Rev.				



4.3.1

Ingeniería Básica

[E] Balance de materia para el proceso de potabilización del agua pluvial

Consideraciones.

- 1) EL balance de materia se efectuará tomando en cuenta los sólidos totales, durante todo el proceso.
- 2) Se considera una densidad promedio de 1 g/ml para el agua, durante todo el proceso, en virtud del bajo contenido de sólidos contenidos.
- 3) Sea (Xs) la fracción peso de material inorgánico en la corriente en cuestión.
- 4) Sea (Ys) la fracción peso de agua en la corriente en cuestión.
- 5) Nota importante:
La corriente A representa la cantidad de agua captada por el área activa, sin embargo no es un flujo continuo; sólo aplica durante el verano. En las corrientes B y C aplica la misma restricción; por lo cual en el balance de materia del desarenador habrá una aparente contradicción.

CALCULOS:

1) Capacidad nominal de la planta:

En la zona geográfica donde se ubica la Facultad, se tiene una precipitación pluvial media de 600 mm (ver bases de diseño cap. IV), con lluvias regulares sólo en verano, y un tiempo promedio de dos horas.

Para fines de cálculo y de dimensionamiento, se asumirán 600 mm de precipitación pluvial y una hora promedio de duración. Esto es:

S = área de captación: 39 411 m²
u = captación pluvial: 0.6 m(cúbicos)/(m² hr.)
t = Tiempo : 1 hr.
f = Filtración máxima : 10 %
Γ = Captación pluvial: m(cúbicos)/hr.

$$\Gamma = S (u)(1-f/100)(t)$$

$$\Gamma = (39\ 411)(0.6)(1-10/100)(1)$$

∴ La captación pluvial $\Gamma = 21\ 282$ metros cúbicos/hora.

La captación de agua pluvial durante el verano sería de:

Duración del verano: 120 Días aprox.

Frecuencia de lluvia: 4 veces por semana mínimo.

Duración: 1 hr. promedio.

$$(120)(4/7)(1)(0.6)(39\ 411) = 1\ 621\ 481 \text{ metros cúbicos.}$$

Mientras que la Facultad utiliza 35 000 m³/año.

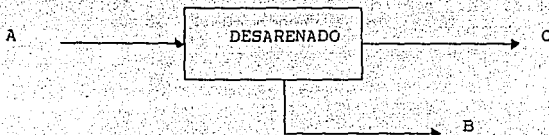
Ingeniería Básica

Por tanto la planta de tratamiento para agua pluvial será diseñada para un año de consumo, esto es: su capacidad de diseño será de: 40 000 m³/año.

40 000 m³/año
5.1 m³/hr.

En la corriente de entrada, el 3 % en peso está compuesto por material inorgánico (sólidos totales), en el tanque de recepción se reducirá al 1 % por lo que a la entrada real del sistema de tratamiento la fracción peso será de 0.01

2) Balance de materia para el desarenado:



A = 21 282 Ton./hr.
(X_a) = 0.03

C = 600 Ton./hr.
(X_c) = 0.01

B = 20 682 Ton./hr.

$$A(X_a) = C(X_c) + B(X_b)$$

$$(X_b) = [A(X_a) - C(X_c)] / B$$

$$(X_b) = [21\,282(0.03) - 584(0.01)] / (20\,698)$$

3) Balance para unidad de sedimentación

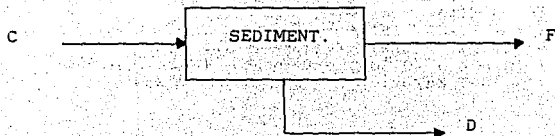
Esta unidad será también de almacenamiento y el flujo de entrada será intermitente aunque el flujo de salida será continuo y de régimen permanente.

C = 600 ton./Hr

$$C = F + D$$

En D se eliminará el 5 % de los sólidos totales contenidos en C.

Ingeniería Básica



$$C = 600 \text{ ton./hr.}$$

$$(X_c) = 0.01$$

$$D(X_d) = (0.05)C(X_c)$$

$$D(X_d) = (0.05)(5 \cdot 100)(0.01) = 2.55 \text{ Kg/hr.}$$

Considerando una concentración de arenas de 1 en 10 de agua.

$$D = 25.5 \text{ Kg/hr. y } (X_d) = 0.1$$

$$F = C - D$$

$$F = 5 \cdot 100 - 25.5 = 5 \cdot 074.5 \text{ Kg/hr.}$$

$$C(X_c) = F(X_f) + D(X_d)$$

$$(5 \cdot 100)(0.01) = (5 \cdot 074.5)(X_f) + 25.5$$

$$\therefore (X_f) = 0.005$$

$$\therefore (X_f) = 5 \cdot 025.12 \text{ ppm.}$$

4) Balance para clarificación.

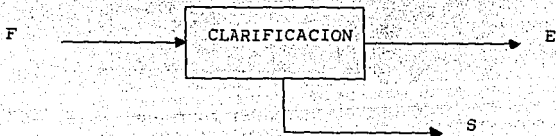
En esta operación se reducirá el nivel de sólidos totales a una concentración de 100 ppm.

$$F = 5 \cdot 074.5 \text{ kg/hr.}$$

$$(X_f) = 0.005$$

$$(X_e) = 0.001$$

$$(X_s) = 0.25$$



Ingeniería Básica

$$\begin{aligned}
 F &= E + S & \therefore E &= F - S \\
 F(X_f) &= E(X_e) + S(X_s) \\
 F(X_f) &= F(X_e) - S(X_e) + S(X_s) \\
 S &= [M((X_m) - (X_e))] / [(X_s) - (X_e)] \\
 S &= [5\,074.5 (0.005) - 0.001] / [0.25 - 0.001] \\
 S &= 82.027 \text{ Kg/hr.} & \therefore E &= 4\,992.47
 \end{aligned}$$

4) Balance para filtración:

En esta etapa no se hace balance debido a que el filtro servirá sólo para asegurar la eliminación de todos los flóculos formados en la etapa anterior.

$$\therefore E = G \quad y \quad (X_e) = (X_g)$$

4.3.2) RESUMEN DEL BALANCE DE MATERIA PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA PLUVIAL

RESUMEN DEL BALANCE DE MATERIA PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA PLUVIAL

CORRIENTE No.	FLUJO Kg/hr
C	600.000
D	255
F	5.074.5
E	4.992
S	82.027

La identificación de corrientes corresponde a las literales asignadas en el diagrama de bloques (DDB-TAP-1/1)

CAPITULO V
BASES DE DISEÑO

Bases de Diseño

Bases de diseño.

Abril de 1994.

Nombre de la planta:

Planta de tratamiento de efluente sanitario, químico y pluvial, para la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Campo No. 1.

1) Función:

La planta será diseñada para dar un tratamiento químico al agua proveniente de sanitarios, laboratorios y pluvial; con el objeto de su reutilización en la misma Facultad.

2) Tipo de proceso:

Se utilizarán tres métodos de tratamiento diferentes según el tipo de efluente del que se trate:

2.1) Para el efluente sanitario se aplicará un tratamiento aerobio de depuración biológica.

2.2) Para el agua pluvial captada se utilizará un proceso de clarificación - oxidación, como método de depuración.

2.3) Para el efluente químico se aplicará un tratamiento de oxidación destructiva.

3) Capacidad Nominal [m³/año]:

La capacidad nominal de las plantas de tratamiento será de:

1) Sanitaria	24 054
2) Química	8 018
3) Pluvial	40 000

4) Capacidad de almacenamiento:

Para la planta de tratamiento de agua sanitaria se tendrá una capacidad de almacenamiento de 400 metros cúbicos.

Para la planta de tratamiento de aguas pluviales se tendrá una capacidad de almacenamiento de 50 000 metros cúbicos.

Para la planta de tratamiento de efluentes químicos, no se tendrá almacenamiento, ya que ésta se eliminará al drenaje municipal, con la calidad requerida por la NOM-CCA-031-ECOL/1993.

5) Factor de servicio:

Las plantas de tratamiento pluvial y sanitaria operarán de manera continua, 335 días por año, previniéndose un paro de 30 días para mantenimiento general; la planta de tratamiento químico operará de forma intermitente.

Bases de Diseño

- 6) Flexibilidad:
Las plantas de tratamiento estarán diseñadas para el proceso de tratamiento especificado en este trabajo, sin embargo son susceptibles de cambios hechos en base a las sustancias químicas dosificadas, aumentando eficiencias y disminuyendo tiempos de residencia logrando con esto aumentar la capacidad de las plantas.
- 7) Previsiones para ampliaciones futuras:
No se prevee ningún aumento en la capacidad de las plantas; se dará un diez por ciento de sobredimensionamiento para la planta de tratamiento de agua sanitaria.
- 8) Especificaciones sobre alimentación a plantas de tratamiento:
La cantidad de agua consumida por la Facultad es de 40 000 m³ por año; los porcentajes de distribución son los siguientes:

Servicio:	Porcentaje:	Cantidad (m ³ /año)
1) Sanitaria	60 %	24 054
2) Laboratorios	20 %	8 018
3) Irrigación de áreas verdes	15 %	6 013
4) Otros	05 %	2 005

8.1) Calidad de aguas residuales a procesar.

8.1.1) Calidad de agua sanitaria:

Sólidos inorgánicos	0.5 % máx.
Sólidos orgánicos	15 % Máx.
disueltos	05 % Máx.
no disueltos	entre 5 y 10 %
Demanda Bioquímica de oxígeno	375 ppm

8.1.2) Calidad de agua pluvial:

oxígeno disuelto	9.08 ppm
nitrógeno disuelto	14.88 ppm
calcio (Ca ++)	5.0 ppm
magnesio (Mg ++)	3.0 ppm
sodio	menos de 1 ppm
amoníaco	4.0 ppm
bicarbonato (HCO ₃ -)	6.0 ppm
sulfatos (SO ₄ =)	10 ppm

8.1.3) Calidad de agua efluente de laboratorios:

Considerada como mezcla reaccionante, la calidad se define en base a la DTO (Demanda Total de Oxígeno).

Bases de Diseño

- 8.2) Calidad de agua suministrada por el municipio de Cuautitlán:
La calidad de esta agua cumple cuando menos con la sig. calidad:

Olor	Ninguno
Sabor	Ninguno
Color	20 ppm máx. escala Pt.
Turbidez	10 ppm máx. es.de sílice
Sólidos Totales	1 000 ppm máx.
Sulfatos	250 ppm máx.
Cloruros	250 ppm máx.
Magnesio	125 ppm máx.
Zinc	15 ppm máx.
Cobre	003 ppm máx.
Hierro	0.3 ppm máx.
Manganeso	0.3 ppm máx.
Compuestos fenólicos	0.001 ppm máx.
Flúor	1.5 ppm máx.
Plomo	0.1 ppm máx.
Arsénico	0.05 ppm máx.
Selenio	0.05 ppm máx.
Cromo hexavalente	0.05 ppm máx.

- 8.3) La capacidad de la cisterna actual es de: 790.5 M3.

- 8.4) Areas de recepción de agua pluvial:

Concepto:	Area (M2):
Azoteas de edificios	10 612
Estacionamiento	16 565
Explanada	12 234
Area total activa	39 411

- 9) Especificación de agua tratada:

- 10) Eliminación de desechos, normas y requerimientos:

Agua Norma Oficial Mexicana NOM-CCA-031-ECOL/1993.
Aire Norma técnica ecológica aplicable a las
operaciones resultantes de los procesos de tratamiento que
aplicarán.

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

Bases de Diseño

11) Servicios auxiliares disponibles:

11.1) La facultad cuenta con una unidad de generación de aire comprimido disponible a 57 PSI, no está exento de humedad.

11.2) En la Facultad no se cuenta con suministro ó generación de vapor de agua.

11.3) Energía eléctrica:

La energía eléctrica es suministrada por Comisión Federal de electricidad; no se cuenta con planta de generación de emergencia.

La acometida a la Facultad es aérea.

En la acometida se tienen las siguientes características:

- | | |
|-------------------------------|--|
| 1) Tension: 110 Volts. | 2) No. de Fases: 3 |
| 3) Frecuencia: 60 Hertz. | 4) No. de conductores: 4 |
| 5) Factor de potencia mínimo: | 6) Sección de conductores: 70.43 mm ² |

Las interrupciones de energía eléctrica en la Facultad son de 10 veces por año en promedio.

Se dispone además de una subestación eléctrica con dos unidades de transformación de voltaje de 750 KVA con salidas a 110 Volts y hasta 400 Ampers de capacidad.

12) Precipitación pluvial:

La precipitación pluvial anual media es de 600 MM.

13) Humedad:

La humedad relativa máxima es de 50 % a 20 °C

La humedad relativa mínima es de 40 % a 20 °C.

La evaporación media anual es de 561 mm.

14) Condiciones climatológicas:

La zona geográfica donde se ubica la Facultad es:

19° 35'05" Latitud Norte

99° 10'32" Longitud Oeste

2 290 MSNM Altitud

El clima es templado subhúmedo, con lluvias en verano, la temperatura:

Máxima extrema es de:	36 °C.
Mínima extrema	-5 °C.
Máxima promedio	25 °C.
Mínima promedio	07 °C.
promedio del mes más caliente	17 °C.
Promedio del mes más frío	11 °C.
promedio de h. húmedo	10 °C.

Bases de Diseño

- 15) Dirección de vientos:
En la FES Cuautitlán campo 1. la actividad eólica es como sigue:
- | | |
|---------------------|--------------------|
| Vientos dominantes: | S-N |
| Vientos reinantes: | N-W |
| Velocidad media: | 15 millas por hora |
| Velocidad máxima: | 25 millas por hora |
- 16) Atmósfera:
En la FES-C campo 1 la presión atmosférica es de 640 mm Hg.
Clasificación: Poco corrosiva.
- 17) Drenajes:
Se tendrán tres tipos de drenajes que son:
- 1) Sanitario
 - 2) Químico y
 - 3) Pluvial.
- 18) El consumo de agua potable en campo uno es 40 000 m³/año.
- 19) El número de alumnos es de 1 000 para campo 1.
- 20) Sistema de bombeo disponible:
En la actualidad se cuenta con tres bombas centrifugas en operación normal y dos de relevo para distribuir el agua de la cisterna del plantel.
- Sus potencias nominales son de 7.5 HP.
La presión normal de trabajo a la descarga de las bombas es de 4 Kg/Cm² G.

En la Facultad no se cuenta con tanques elevados para la distribución de agua potable en los edificios, ya que se cuenta con un sistema hidroneumático de presurización, abastecido por un compresor recíprocante que opera a 4.5 Kg/Cm².

Bases de Diseño

Parámetros legislados en la Norma Oficial Mexicana NOM-CCA-031-ECOL/1993. Aplicable a descargas de aguas residuales a sistemas de drenaje y alcantarillado urbano o municipal, provenientes de usos generales.

PARAMETROS:	LIMITES MAXIMOS Promedio diario.	PERMISIBLES instantaneo
Temperatura (°C)		40
P H	6 - 9	6 - 9
Sólidos sedimentables (ml/lt)	5.00	10.00
Conductividad eléctrica (micro mhos/cm)	10 000.00	15 000.00
Grasas y aceites (mg/lt)	70.00	140.00
Aluminio (mg/lt)	10.00	20.00
Arsénico (mg/lt)	2.00	4.00
Cadmio (mg/lt)	0.50	1.00
Cianuros (mg/lt)	1.00	2.00
Cobre (mg/lt)	5.00	10.00
Cromo hexavalente (mg/lt)	0.50	1.00
Cromo total (mg/lt)	2.50	5.00
Flúor (mg/lt)	30.00	60.00
Mercurio (mg/lt)	0.01	0.02
Níquel (mg/lt)	4.00	8.00
Plata (mg/lt)	1.00	2.00
Plomo (mg/lt)	1.00	2.00
Zinc (mg/lt)	6.00	12.00
Fenoles (mg/lt)	5.00	10.00
Sust. Activas al azul- de metileno (SAAM) (mg/lt)	30.00	60.00

Adicionalmente a estos parámetros, la norma marca que las autoridades de DDF, Estatales o municipales, en el ámbito de su competencia, podrán fijar condiciones particulares de descarga, así como adicionar parámetros no considerados en la presente norma técnica, entre los que se encuentran:

Color
 Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)
 Demanda química de oxígeno (DQO)
 Fósforo
 Metales pesados
 Nitrógeno
 Sólidos disueltos
 Sólidos suspendidos
 turbidez, etc.

CAPITULO VI
DESARROLLO DEL PROYECTO

En el presente capítulo, se hace una descripción de la ingeniería de detalle para los procesos de tratamiento Sanitario, Químico y Pluvial seleccionados, así como de los servicios auxiliares requeridos por cada uno.

Partiendo de la ingeniería básica y las bases de diseño presentadas en capítulos anteriores; y con el objeto de definir completamente cada uno de los procesos de tratamiento con sus respectivos parámetros de control, operaciones críticas y especiales, el desarrollo de la ingeniería de detalle comprende la siguiente información:

-
- [] Relación de equipo.
 - [] Diagrama de proceso
 - [] Balance de materia
 - [] Diagrama de tubería e instrumentos
 - [] Plano de localización de equipo.
 - [] Hojas de especificación de equipo.
-

[] La relación de equipo tiene como propósito listar el equipo que interviene en el proceso, de acuerdo al diagrama de proceso. otra función es la de identificar un equipo de otro mediante una clave de asignación que se respeta en lo sucesivo y que finalmente llevará el equipo físicamente en campo (Esto facilita el control en su diseño, su especificación, adquisición y montaje del mismo).

[] Diagrama de proceso.
El objetivo del diagrama de proceso, es mostrar la secuencia de operaciones unitarias efectuadas para alcanzar la calidad de agua requerida así como asignar una clave de identificación de equipo y de líneas principales.

Información contenida: todas las líneas de entrada y de salida (del proceso) indicando su procedencia y su destino. Representa el punto de partida para la elaboración del diagrama de tubería e instrumentos.

Ingeniería de Detalle

[] Balance de materia.

El objetivo del balance de materia es definir los flujos máscicos en las corrientes de entrada, de salida y líneas de interconexión entre el equipo involucrado en el proceso; generalmente la magnitud de los flujos está incluida dentro del diagrama de proceso. Servirá de base para el dimensionamiento del equipo, tubería y definición de servicios auxiliares.

[] Diagrama de tubería e instrumentos.

El objetivo del diagrama de tubería e instrumentos es definir la instrumentación necesaria para el control del proceso en operación de la planta.

Los criterios a seguir para la instrumentación de la planta están encaminados al control de la operación efectuada en todos y cada una de las operaciones por realizar, teniéndose también en cuenta la detección de condiciones anormales de operación, así como proveer la instrumentación y accesorios necesarios para la seguridad del equipo y operadores; por otra parte se tienen en cuenta operaciones especiales tales como paro de emergencia y corrección de condiciones anormales de operación.

En éste diagrama se representa la instrumentación mediante tres literales, la primera de ellas de izquierda a derecha representa la variable ó parámetro. La segunda literal representa la función básica del instrumento, mientras que la tercera representa la función secundaria. Algunos de estos contienen solamente dos literales.

IDENTIFICACION DE INSTRUMENTOS

VARIABLE:

F. BASICA:

F. SECUNDADIA:

[F] Flujo	[A] Alarma	[C] Controlador
[L] Nivel	[C] Control	[R] Registrador
[P] Presión	[I] Indicador	[I] Indicador
[T] Temperatura	[R] Registro	
[S] Velocidad	[S] Interruptor	
[PD] Presión Diferencial		
[PH] Potencial de Hidrógeno		

Para alarmas e interruptores la tercer variable indica la condición por la que se acciona ésta, existiendo dos literales que son (actuadores):

[H] Alto
[L] Bajo

[] Plano de Localización de Equipo.

El plano de localización general de equipo muestra la distribución del equipo involucrado en el tratamiento mostrándolo desde una vista aérea en donde solo se muestran las áreas relativas que ocupa cada uno de ellos. Mostrando así mismo el arreglo para la soporteria de líneas de interconexión, servicios auxiliares, líneas eléctricas, etc.

El plano de localización general de equipo nos permite calcular aproximadamente las longitudes de las líneas de flujo así como la ducteria para líneas eléctricas, además de ofrecer una panorámica de la distribución del equipo, por lo anterior éste plano debe estar dibujado a escala.

Los planos de localización de equipo aquí presentados están hechos a una escala aproximada de 1:75 y sirvieron de base para calcular la longitud y las caídas de presión en las tuberías presentadas en el capítulo VII Y del equipo de bombeo.

En los dibujos presentados no se muestran las dimensiones del equipo que sin embargo fueron considerados.

Por otra parte las líneas de interconexión de equipo a excepción de las líneas eléctricas, no irán sobre soporteria, si no que se conducirán por una trinchera de concreto a desnivel cubierto con rejilla, esto debido a dos cosas principales, por una parte la tubería de plástico propuesta requiere de apoyos a menor longitud por su resistencia mecánica y por otra parte los diámetros utilizados por tanto se mejora y facilita el armado e instalación dentro de la trinchera que deberá tener un desnivel corriente abajo para drenar en todo momento el agua pluvial o de limpieza acumulada.

[] Hojas de especificación de equipo.

Estas hojas de especificación contienen datos tales como capacidad, rangos de operación, especificación de materiales, pesos muertos, potencia al freno, espesores, orientación de boquillas, etc.

El objetivo de las hojas de especificación de equipo es tener información simplificada y compacta, requerida para la adquisición del equipo en cuestión.

Así como ir previendo necesidades de espacio, ubicación, estructuración, simentación, etc.

Parte de la información contenida en la hoja de datos es proporcionada por el fabricante del equipo, para completarla.

La información presentada en este capítulo, está simplificada para facilitar su análisis, el desarrollo a partir de la cual se obtuvo esta información se muestra en un capítulo posterior etiquetado como memorias de cálculo.

Con el objeto de facilitar el entendimiento de los diagramas incluidos en este capítulo a continuación se incluyen Diagramas de Simbología.

IDENTIFICACION DE DIAGRAMAS

DDB **DIAGRAMA DE BLOQUES**
DDP **DIAGRAMA DE PROCESO**
DTI **DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTOS**
DSA **DIAGRAMA DE SERVICIOS AUXILIARES**
PLE **PLANO DE LOCALIZACION DE EQUIPO**
TAS **TRATAMIENTO DE AGUA SANITARIA**
TEQ **TRATAMIENTO DE EFLUENTE QUIMICO**
TAP **TRATAMIENTO DE AGUA PLUVIAL**

CODIGO DE TUBERIAS

2" A-240 (6)

		No. DE LINEA
		MATERIAL
		DIAMETRO

INDICE DE SERVICIOS:

AE **AGUA DE ENFRIAMIENTO**
AC **AGUA CALIENTE**
AR **AGUA DE RETORNO**
HC **HIDROXIDO DE CALCIO**
CAT **CATALIZADOR**
LRR **LINEA DE REGENERACION**
O3 **OZONO**

MATERIALES DE TUBERIA

A-240 **ACERO INOXIDABLE**
A-285 **ACERO AL CARBON**
A-24 **POLICLORURO DE VINILO (PVC)**

Parte	Cantidad	Designación	Material	Observaciones
Fecha:				Proy.:
Referencia:				Dib.:

SIMBOLOGIA DE VALVULAS Y ACCESORIOS



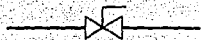
DE RETENCION (CHECK)



DE COMPUERTA



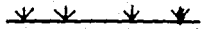
DE GLOBO



DE ESFERA



DE CONTROL



BOQUILLAS DIFUSORAS



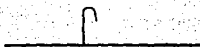
DE RELEVO O SEGURIDAD



NORMALM. ABIERTA



NORMALM. CERRADA



VENTEO



DRENE



TOMA DE
MUESTRA



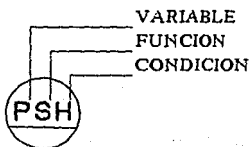
INTERCONEXIONES EN
DE UN DIAG. A OTRO



CORRIENTE EN
L.B.

Parte	Cantidad	Designación	Material	Observaciones
Fecha:				Proy.
Referencia:				Dib.

SIMBOLOGIA DE INSTRUMENTOS



VARIABLES

P PRESION
F FLUJO
L NIVEL
T TEMPERATURA
PH PH
PD PRESION DIFERENCIAL

FUNCION

I INDICADOR
S INTERRUPTOR
R REGISTRO
A ALARMA
C CONTROLADOR

CONDICION

H ALTO
L BAJO

OTROS

LG VIDRIO DE NIVEL
PDSH SWITCH POR ALTA PRESION DIFERENCIAL
PDAH ALARMA POR ALTA PRESION DIFERENCIAL
PDC CONTROLADOR DE PRESION DIFERENCIAL

Parte	Cantidad	Designación	Material	Observaciones
Fecha:				Proy.
Referencia:				Dib.

Ingeniería de Detalle

6.1] Presentación de la ingeniería para el proceso de tratamiento del efluente sanitario.

Información Contendida:

-
- [6.1.1] Relación de equipo.
 - [6.1.2] Diagrama de proceso.
 - [6.1.3] Balance de materia.
 - [6.1.4] Diagrama de tubería e instrumentos.
 - [6.1.5] Plano de localización de equipo.
 - [6.1.6] Hojas de especificación de equipo.
-

6.1.1] Lista de equipo para el proceso de tratamiento de agua sanitaria y fangos correspondientes:

TA-101	Unidad de desbaste
TA-102	Decantador primario & aerador.
TA-103	Acumulador de fangos
TA-104	Tanque de aeración.
TA-105	Decantador secundario
TA-106	Tanque coagulador-sedimentador
TA-107	Tanque acumulador de alumbre/silice
TA-108	Tanque espesador de fangos.
TA-109	Tanque de oxidación (desinfección)
TA-111	Tanque acumulador de agua tratada
TA-118	Tanque acumulador de condensados.
TA-119	Tanque acumulador de gas combustible.
MM-101	Homogenizador de fangos
DG-101	Digestor primario
DG-102	Digestor secundario
CA-101	Compresor de gas.
CG-101	Centrifuga de fangos.
CF-101	Calentador de fangos.
CV-101	Condensador de vapores.
FT-101	Filtros de arena
FT-101-R	Filtros de arena relevo de FT-101.
SR-101	Secador de fangos digeridos
BM-101	Bomba de distribución.
BM-101-R	Bomba de relevo para BM-101.
BM-102	Bomba de evacuación de sedimento.
BM-103	Bomba de recirculación
BM-104	Bomba de alimentación a clarificador.
BM-105	Bomba para dosificación de alumbre/silice
BM-106	Bomba de alimentación a filtros.
BM-107	Bomba de retiro de flóculos.
BM-108	Bomba de distribución de fango
BM-109	Bomba de fangos degradados.

Las claves de identificación de equipo corresponden a las referidas en los diagramas de proceso y de tubería e instrumentos; las memorias de cálculo se se presentan en el anexo A.

Ingenieria de Detalle

[6.1.2] DIAGRAMAS DE PROCESO PARA EL
TRATAMIENTO DE AGUA SANITARIA

DIAGRAMAS No.
DDP-TAS-1/3
DDP-TAS-2/3
DDP-TAS-2/3

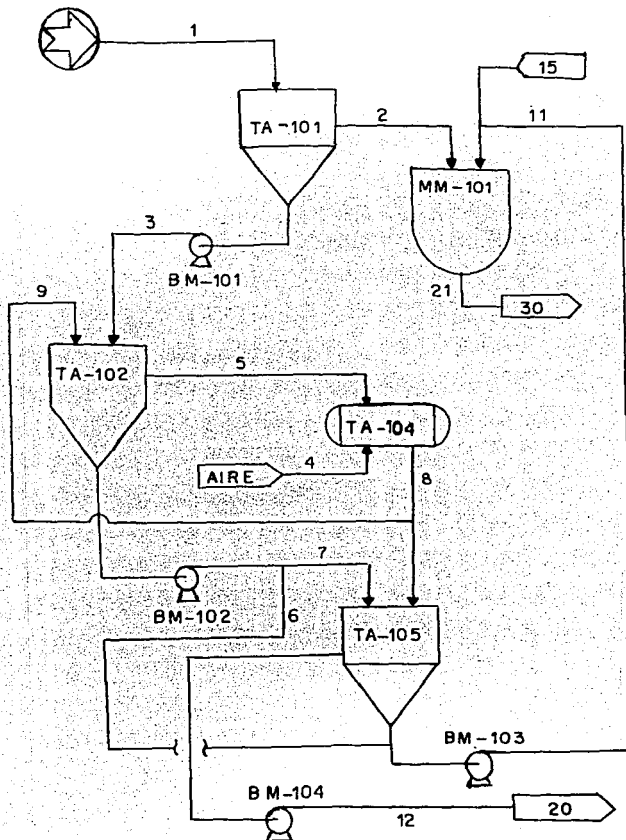
BM 102
Bomba de sedimento

TA-101:
Tanque acumulador

BM 103
Bomba de recirculación

TA-102:
Decantador secundario

BM 104
Bomba o clarificador



BM 101
Bomba de carga

TA 104
Tanque de reador

MM-101:
Homogenizador

TA 105
Decantador 2rio

DIAGRAMA DE PROCESO. TRATAMIENTO DE AGUA SANITARIA

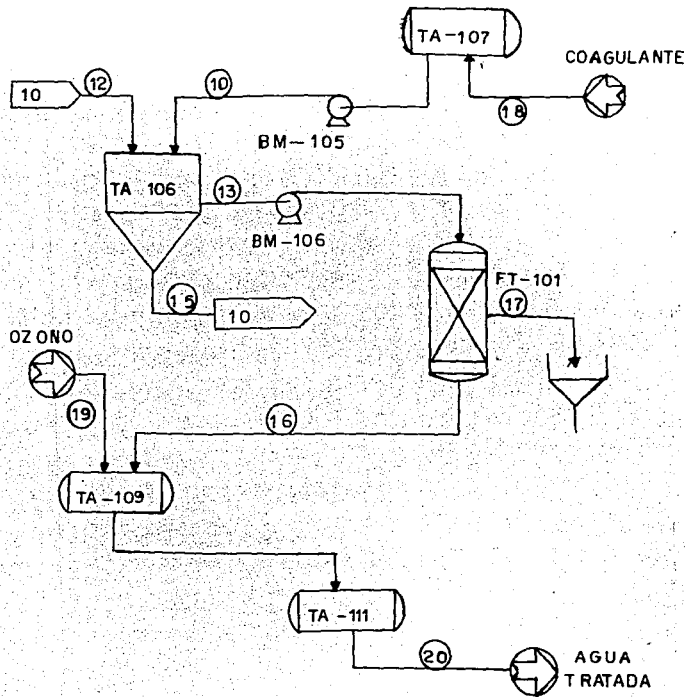
ESC.	ACOT.	FECHA	PROF.	DIBUJO TECNICO	
	ALUMNO			GRUPO	LISTA
DIAGRAMA No DDP - TAS - 1/3				10	CALIFICACION

TA-106:
Clarificador
Acero al carbon 1.3 m³

TA-107
Tanque de alumbre
Acero al carbon 1.0 m³

TA-109:
Tanque de oxidacion
Acero inox. 1.0 m³

TA-111:
Tanque de agua tratada
Concreto armado 60 m³



BM-105:
Bomba de dosificacion
5.6 PM

BM-106:
Bomba a filtros
10.9 GPM

FT-101:
FILTRO DE ARENA

DIAGRAMA DE PROCESO PARA ELTRATAMIENTO DE AGUA SANITARIA					
ESC.	ACOT.	FECHA	PROF.	DIBUJO TECNICO	
	ALUMNO			GRUPO	NO. LISTA
	DIA GRAMA No DDP TAS 2/3			20	CALIFICACION

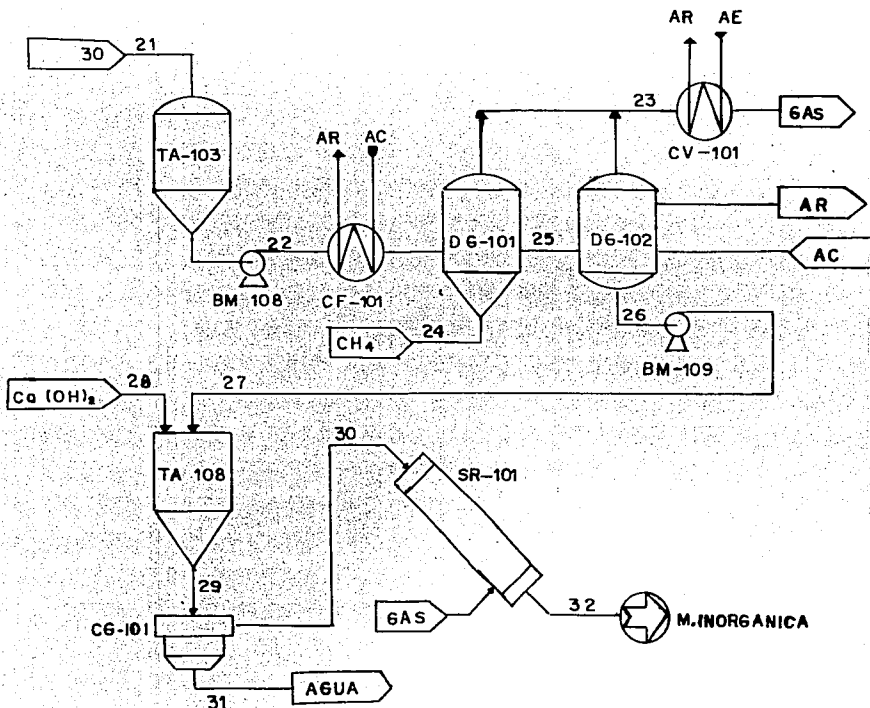
TA-103:
Tanque de fangos
Acero al carbon 3.0m³

TA-108:
Tanque de fangos
Acero al carbon 4.74 m³

DG-101:
Digestor 1ro
Acero al carbon 42.54 m³

DG-102:
Digestor secundario
Acero inox, 92 m³

CG-101:
Centrifuga de fangos
Tipo Canasta



BM-108:
Bomba de fangos
261 GMP

BM-109:
B. de fangos a secado
15 GPM

CV-101:
Condensador de vapores

GF-101:
Calentador de fangos

SR-101:
Secador de fangos

DIAGRAMA DE PROCESO TRATAMIENTO DE AGUA SANITARIA

ESC.	ACOT.	FECHA	PROF.	DIBUJO TECNICO	
	ALUMNO			GRUPO	Nº LISTA
	DIAGRAMA No DDP-TAS - 3/3			30	CALIFICACION

Ingeniería de Detalle

[6.1.3] Balances de materia para el proceso de tratamiento de agua sanitaria y fangos correspondientes en líneas de interconexión indicadas en Diagramas de Proceso y DTI'S.

BALANCE DE MATERIA EN LINEAS DE INTERCONEXION TRATAMIENTO DE AGUA SANITARIA Y FANGOS.

CORRIENTE No.	FLUJO Kg/hr.	LONGITUD Mt.	CAIDA DE P. PSI
1	3 390	L.F.I.	
2	593.30	L.F.I.	
3	2796.7	8.0	12.960
4	7.76	L.D.S.	
5	3 029.75	3.0	00.000
6/7	16.95	4.0	13.065
8	3 029.75	6.0	00.000
9	250.0	3.0	00.000
10	1.47	3.0	05.774
11	124.49	6.0	10.811
12	2 655.26	10.0	11.619
13	2 563.26	5.0	08.629
15	93.475	3.0	10.027
16	2 655.26	3.0	03.044
17	L.F.I.		
18	L.F.I.		
19	L.D.S.		
20	2 563.26	L.F.I.	
21	490.735	10.0	11.619
22	768.1	10.0	10.766
23	57.06	GAS.	
24/25	711.54	12.0	01.935
26	711.54	6.0	10.110
27	L.F.I.		
28	L.F.I.		
29	L.F.I.		
30	L.F.I.		
31	L.F.I.		
32	0.5	GAS.	

Notas. L.F.I.: Línea de flujo intermitente.
L.D.S.: Línea de servicios.

El número de identificación de corriente o línea, es el mismo que el referenciado en los diagramas de proceso y de tubería e instrumentos.

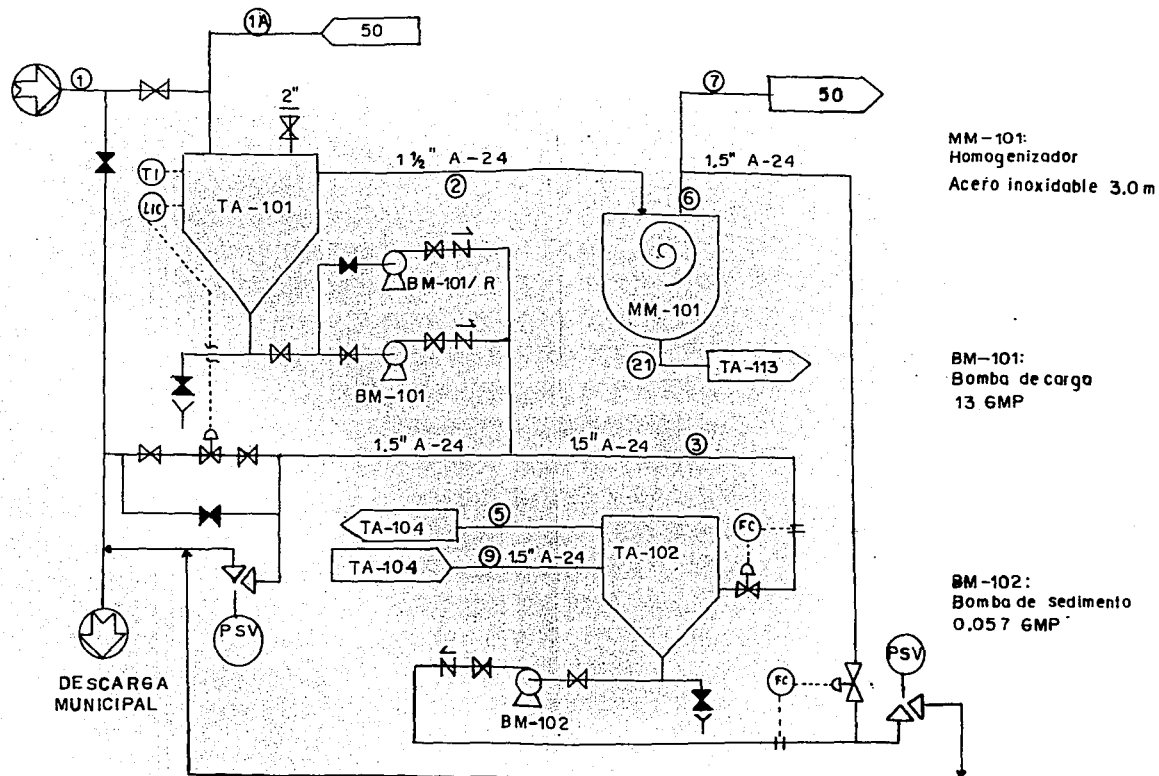
6.1.4] DIAGRAMAS DE TUBERIA E INSTRUMENTOS PARA EL
PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUA SANITARIA

DIAGRAMAS No
DTI-TAS-1/6
DTI-TAS-2/6
DTI-TAS-3/6
DTI-TAS-4/6
DTI-TAS-5/6
DTI-TAS-6/6

TA - 101:
Unidad de desbaste
Concreto armado 63 m³

TA - 102:
Decantador 1^{ro}
Acero al carbon 3.48 m³

TA - 104:
Tanque Aereador
Acero al carbon 3.48 m³



MM-101:
Homogenizador
Acero inoxidable 3.0m

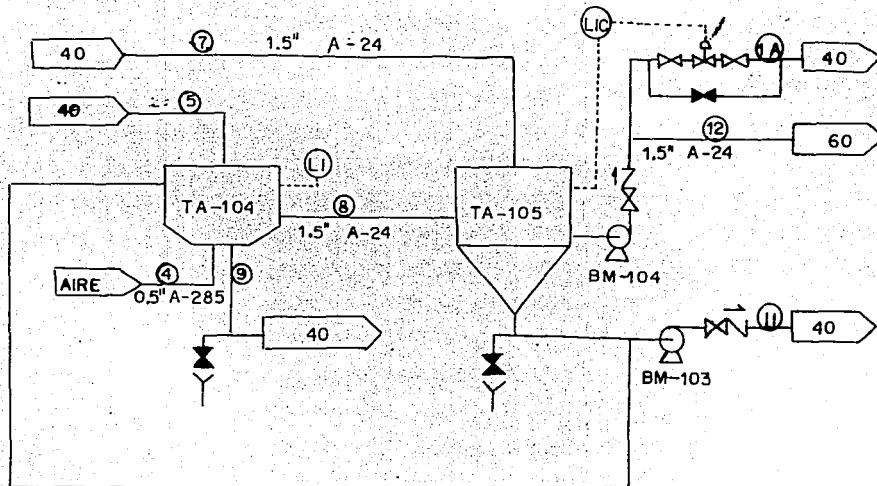
BM-101:
Bomba de carga
13 GMP

BM-102:
Bomba de sedimento
0.057 GMP

DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUM. PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA SANIT.

ESC.	ACOT.	FECHA	PROF.	DIBUJO TECNICO	
	ALUMNO			GRUPO	LISTA
	DIAGRAMA No DTI-TAS-1/7			40	CALIFICACION

TA-104:
Tanque aerador



TA-105:
Decantador 2rio

BM-104:
Bomba a clarificador

BM-103
Bomba de recirculacion

DIAGRAMA DE TUBERIA E INST. PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA SANITARIA

ESC.	ACOT.	FECHA	PROF.	DIBUJO TECNICO	
	ALUMNO			GRUPO	Nº LISTA
	DIAGRAMA No. DTI - TAS 2/7			50	CALIFICACION

TA - 106:
Clarificador
Acero al carbon 1.3 m³

TA - 107:
Tanque de floculante
Acero al carbon 1m³

FT - 101/R:
Filtros de arena
Paso 3.0micras

BM - 105:
Bomba dosificadora
5 6PM

BM - 106:
Bomba a filtros

BM - 107:
Bomba de floculos

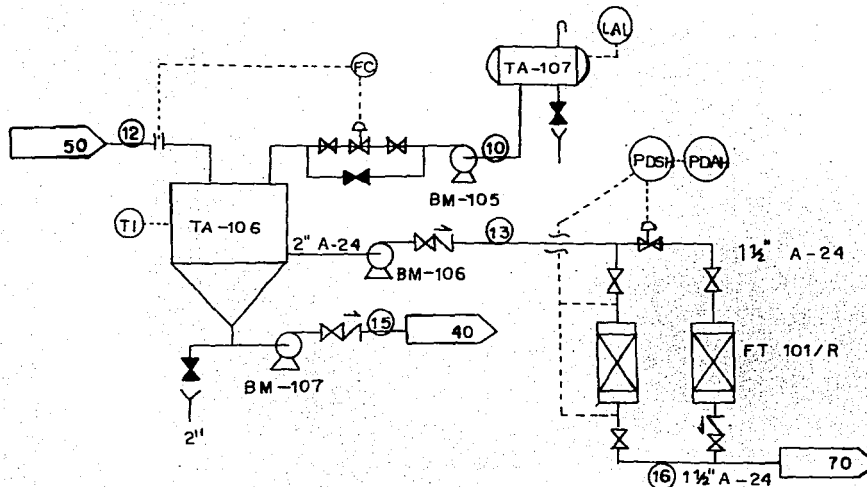
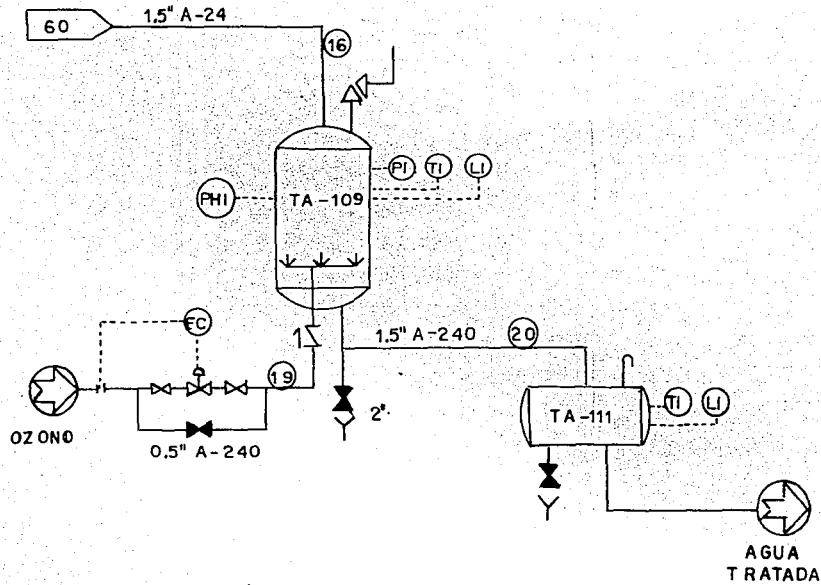


DIAGRAMA DE TUBERIA E INST. PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA SANITARIA				
ESC.	ACOT.	FECHA	PROF.	DIBUJO TECNICO
	ALUMNO			GRUPO
	DIAGRAMA No DTI- TAS 3/7			60
				CALIFICACION

TA-111:
Tanque de agua tratada
Concreto armado 60 m³



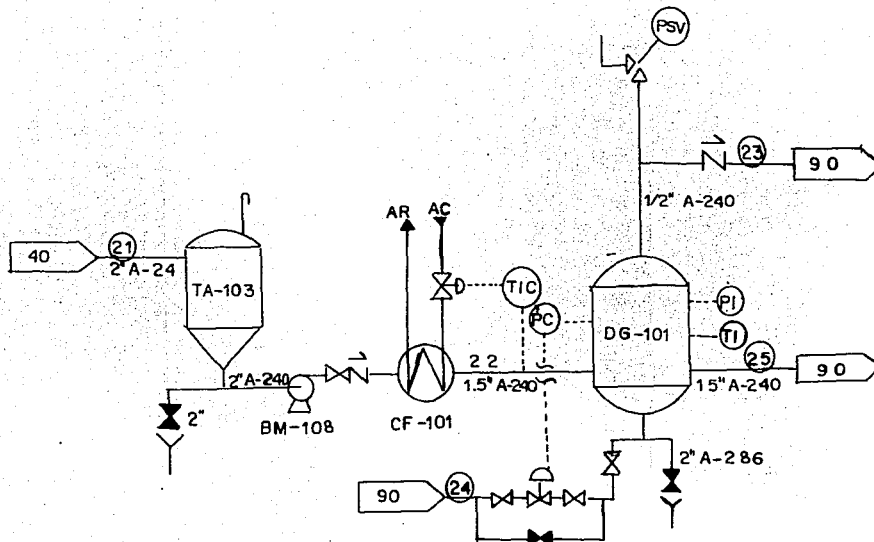
TA-109:
Tanque de oxidacion
Acero inoxidable 1.0 m³

DIAGRAMA DE TUBERIA E INST. PARA EL TATAMIENTO DE AGUA SANITARIA				
ESC.	ACOT.	FECHA	PROF.	DIBUJO TECNICO
	ALUMNO			GRUPO
	DIAGRAMA No DTI-TAS - 4 / 7			No. LISTA
				CALIFICACION
				70

FA-103:
Tanque de fangos
Acero al carbon 3 m³

BM-10 8:
Bomba de fangos
2.6 GPM 0.5 HP

CF-101:
Calentador de fangos
Doble tubo 68580 BTU / HR



Ø 6-101:
Dígestor primario
Acero al carbon 42.5 m³

CODIGO DE MATERIALES
A-240 Acero inoxidable
A-286 Acero al carbon
A-24 PVC

DIAGRAMA DE TUBERIA INST. PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA SANITARIA				
ESC.	ACOT.	FECHA	PROF.	DIBUJO TECNICO
	ALUMNO			GRUPO No. LISTA
	DIAGRAMA No DTI-TAS- 5/7			CALIFICACION
				80

TA-118:
Tanque de condensados
Acero al carbon 3.5 m³

TA-119:
Tanque de biogas
Acero inoxidable 2 m³

CV-101:
Condensador de vapores
Doble tubo

CA-101:
Compresor de biogas
Reciprocante

DG-102:
Digestor secundario
Acero inoxidable

BM-109:
Bomba de fangos
15 GPM 1HP

CODIGO DE MATERIALES
A-240 Acero inoxidable
A-286 Acero al carbon
A-24 PVC

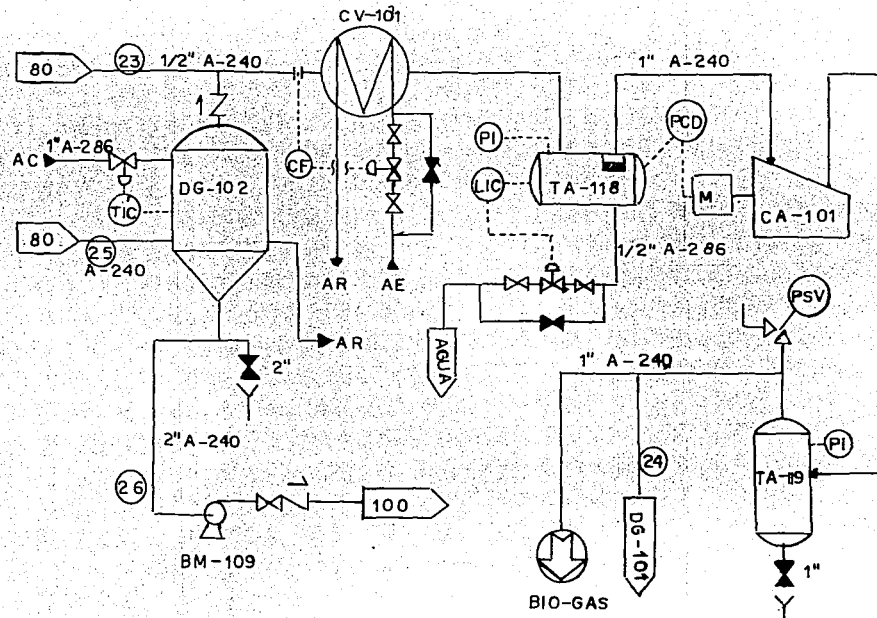
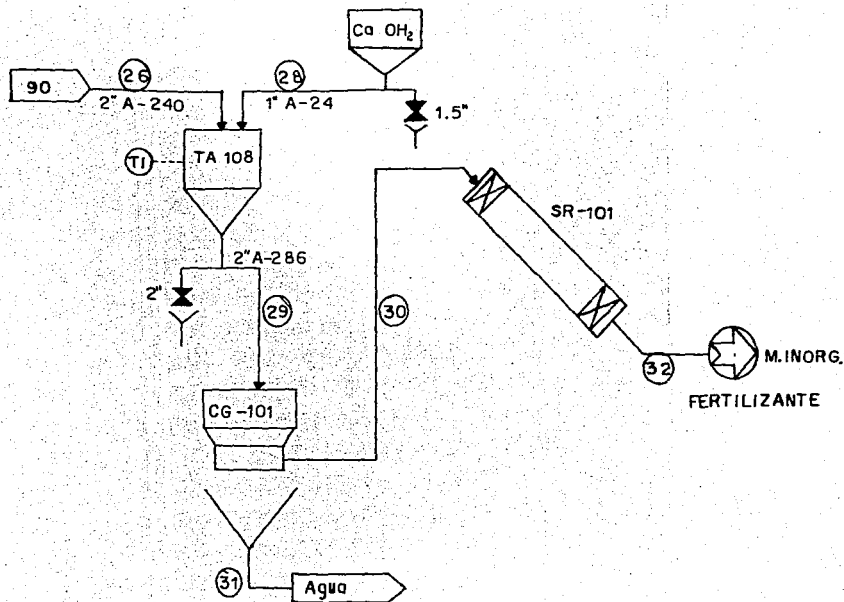


DIAGRAMA DE TUBERIA E INST. PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA SANITARIA

ESC.	ACOT.	FECHA	PROF.	DIBUJO TECNICO	
	ALUMNO			GRUPO	NUMERO
	DIAGRAMA No. DTI-TAS-6/7			90	CALIFICACION

TA-108
Tanque de fangos
Acero al carbon 1.0 m³

SR-101
Secador de fangos rotatorio
72 86 BTU/HR



CG-101
Centrifuga de fangos
Tipo canasta 616 Kg / Hr

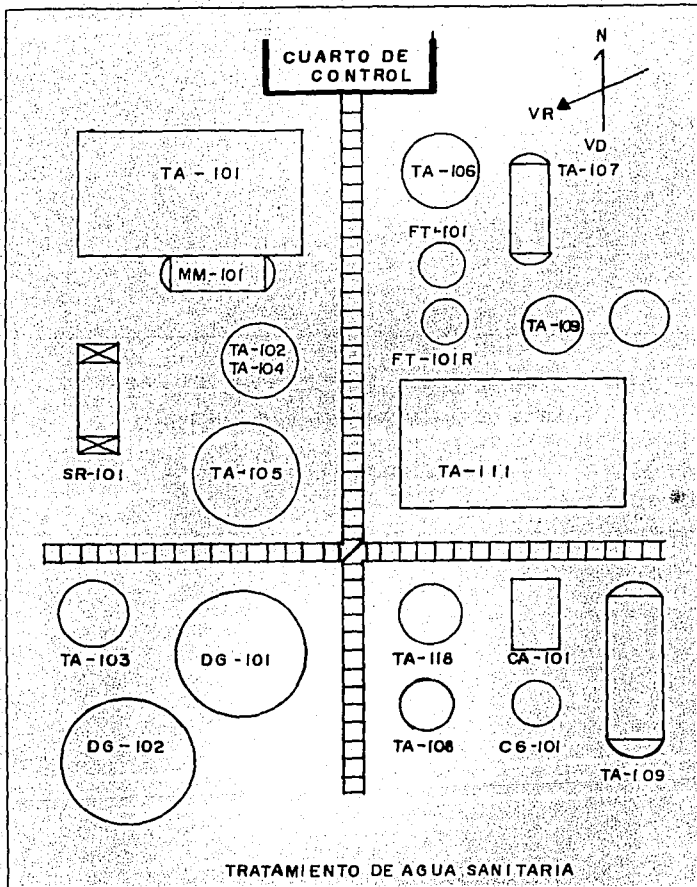
CODIGO DE MATERIALES
A - 24 PVC
A - 286 Acero al carbon
A - 240 Acero inox,

DIAGRAMA DE TUBERIA E INST. PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA SANITARIA

ESC.	ACOT.	FECHA	PROF.	DIBUJO TECNICO	
	ALUMNO			GRUPO	ALISTA
	DIAGRAMA No DTI-TAS - 7/7			100	CALIFICACION

6.1.5) PLANO DE LOCALIZACION DE EQUIPO PARA EL
PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUA SANITARIA

DIAGRAMA No.
PLE-TAS-1/1



TRATAMIENTO DE AGUA SANITARIA

Parte	Cantidad	Designación	Material	Observaciones
Fecha:		DIAGRAMA No. PLE-TAS-1/1		Proy.
Referencia:		PLANO DE LOCALIZACION DE EQUIPO		Dib.
Acot.:				Rev.
Esc.:				No.

Ingeniería de Detalle

6.1.6] HOJAS DE ESPECIFICACION DE EQUIPO PARA EL PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUA SANITARIA.

Hoja 1 de 1.

TAG: TA-101

Unidad: De desbaste.

Tratamiento de agua sanitaria.

Función: Separar los sólidos orgánicos mayores de 5 mm. contenidos en la corriente principal de entrada del agua sanitaria y acumular el agua para su posterior tratamiento.

Descripción de la unidad: Tanque rectangular subterráneo con fondo cónico (45°) construido en concreto armado.

Flujo de alimentación (Kg/hr.) : 2 796

Tiempo de residencia (Hr) : 24

Capacidad de almacenamiento (m3) : 65

Presión de operación / de diseño (lb/in²) : 14.7

Temperatura de operación (°C) : entre 15 y 25

Dimensiones.

Volumen (m3) : 65

Espesores.

Ancho (m) : 2.5

Paredes (cm.) : 12

Longitud (m) : 4.5

Tapas (cm.) : 15

Profundidad (m) : 7.03

Piso (cm.) : 15

Material de construcción: Concreto armado de cemento tipo portland y varilla corrugada de 3/8"

Recubrimiento: impermeabilizante vinílico.

LEYENDA PARA EL PLANO DE LOCALIZACION DE EQUIPO
DEL TRATAMIENTO DE AGUA SANITARIA PLE-TAS

TAG.	EQUIPO:
TA-101	UNIDAD DE DESBASTE
TA-102	DECANTADOR PRIMARIO Y AERADOR
TA-103	ACUMULADOR DE FANGOS
TA-104	TANQUE DE AERACION
TA-105	DECANTADOR SECUNDARIO
TA-106	TANQUE COAGULADOR-SEDIMENTADOR
TA-107	TANQUE DE FLOCULANTE
TA-108	TANQUE ESPESADOR DE FANGOS
TA-109	TANQUE DE OXIDACION
TA-111	TANQUE ACUMULADOR DE AGUA TRATADA
TA-118	TANQUE DE CONDENSADOS
TA-119	TANQUE ACUMULADOR DE GAS COMBUSTIBLE
MM-101	HOMOGENIZADOR DE FANGOS
DG-101	DIGESTOR PRIMARIO
DG-102	DIGESTOR SECUNDARIO
CA-101	COMPRESOR DE GAS
CG-101	CENTRIFUGA DE FANGOS
CF-101	CALENTADOR DE FANGOS
CV-101	CONDENSADOR DE VAPORES
FT-101	FILTRO DE ARENA
FT-101 R	FILTRO DE ARENA
SR-101	SECADOR DE FANGOS DIGERIDOS
BM-101	BOMBA DE DISTRIBUCION
BM-101 R	BOMBA DE RELEVO PARA BM-101
BM-102	BOMBA DE SEDIMENTO
BM-103	BOMBA DE RECIRCULACION
BM-104	BOMBA A CLARIFICADOR
BM-105	BOMBA DE DOSIFICACION DE FLOCULANTE
BM-106	BOMBA DE ALIMENTACION A FILTROS
BM-108	BOMBA DE DISTRIBUCION DE FANGOS
BM-109	BOMBA DE FANGOS DEGRADADOS

LEYENDA PARA EL PLANO DE LOCALIZACION DE EQUIPO
DEL TRATAMIENTO DE AGUA SANITARIA PLE-TAS

TAG.	EQUIPO:
TA-101	UNIDAD DE DESBASTE
TA-102	DECANTADOR PRIMARIO Y AERADOR
TA-103	ACUMULADOR DE FANGOS
TA-104	TANQUE DE AERACION
TA-105	DECANTADOR SECUNDARIO
TA-106	TANQUE COAGULADOR-SEDIMENTADOR
TA-107	TANQUE DE FLOCULANTE
TA-108	TANQUE ESPESADOR DE FANGOS
TA-109	TANQUE DE OXIDACION
TA-111	TANQUE ACUMULADOR DE AGUA TRATADA
TA-118	TANQUE DE CONDENSADOS
TA-119	TANQUE ACUMULADOR DE GAS COMBUSTIBLE
MM-101	HOMOGENIZADOR DE FANGOS
DG-101	DIGESTOR PRIMARIO
DG-102	DIGESTOR SECUNDARIO
CA-101	COMPRESOR DE GAS
CG-101	CENTRIFUGA DE FANGOS
CF-101	CALENTADOR DE FANGOS
CV-101	CONDENSADOR DE VAPORES
FT-101	FILTRO DE ARENA
FT-101 R	FILTRO DE ARENA
SR-101	SECADOR DE FANGOS DIGERIDOS
BM-101	BOMBA DE DISTRIBUCION
BM-101 R	BOMBA DE RELEVO PARA BM-101
BM-102	BOMBA DE SEDIMENTO
BM-103	BOMBA DE RECIRCULACION
BM-104	BOMBA A CLARIFICADOR
BM-105	BOMBA DE DOSIFICACION DE FLOCULANTE
BM-106	BOMBA DE ALIMENTACION A FILTROS
BM-108	BOMBA DE DISTRIBUCION DE FANGOS
BM-109	BOMBA DE FANGOS DEGRADADOS

FALTA PAGINA

No 94 a la 95

Hoja de especificación de equipo

Hoja 1 de 1.

Tag: TA-102 / TA-104.
Unidad: Decantador Primario y aerador.
Tratamiento de agua sanitaria

Función: Separar por decantación parte de la materia orgánica sólida sedimentable.

Descripción de la unidad: El decantador primario, será cilíndrico, de fondo cónico con un ángulo de 60° con relación a la horizontal.

Flujo de alimentación:

W = 3 046.7 Kg/hr.

Q = 2 957.96 Lt/hr.

Q = 2.957 m³/hr

Capacidad de almacenamiento (m³): 3.84

Presión hidrostática normal (lb/in²): 5.14

Presión de operación / de diseño (lb/in²): 12.4 / 23.8

Temperatura de operación (°C): 18 a 25

Tiempo de retención ϕ = 1.3 hr.

Velocidad ascensional Ψ = 2.7 m/hr.

Dimensiones:

Volumen (m³): 3.84

Espesores:

Diámetro interior (m): 1.18

Cuerpo (in.): 3/16"

Diámetro exterior (m): 1.34

Tapas (in.): 3/16"

Longitud (m): 3.51

Tipo de tapas: Superior: Plana Inferior: Cónica 60°

Código de construcción: ASME

Material de construcción: Acero al carbono ASME SA-285 C

Recubrimiento: Resina poliéster reforzada con fibra de vidrio.

Peso muerto aprox. (Ton.): 1.404

Peso en operación (Ton.): 8.474

Tag: TA-103
 Unidad: Tanque acumulador de fangos.
 Tratamiento de fangos provenientes del del agua sanitaria

Función:
 Almacenar los fangos provenientes del homogenizador MM-101 para asegurar una alimentación constante a operaciones posteriores del tratamiento de los mismos.

Descripción de la unidad:
 Este acumulador de fangos será un recipiente cilíndrico vertical de tapas planas construido en acero al carbon ASME SA-285 C.

Flujo de alimentación (Kg/hr.): 590.846

Capacidad de almacenamiento (m3): 3.0

Presión hidrostática normal (lb/in²): 5.22

Presión de operación / de diseño (lb/in²): 12.4 / 23.9

Temperatura de operación (°C): 15 a 25

Dimensiones.

Volumen (m3): 3.0

Diámetro (m): 1.24

Longitud (m): 2.48

Tipo de tapas: Planas.

Espesores.

Cuerpo (in.): 3/16

Tapas (in.): 3/16

Código de construcción: ASME

Material de construcción: Acero al carbón ASME SA-285 C

Recubrimiento: Resina poliéster reforzada con fibra de vidrio.

Peso muerto aprox. (Ton.): 0.450

Peso en operación (Ton.) 4.95

Superficie de material (m²): 12.07

TAG: TA-105
 Unidad: Decantador Secundario (Estabilización).
 Tratamiento de agua sanitaria

Descripción: Decantador cilíndrico con derramadero anular.

Función: Efectuar la depuración biológica del agua previamente saturada de oxígeno.

Flujo de alimentación (Kg/hr.) : 3 030

Velocidad ascensional (m/hr) : 1.8

Tiempo de residencia (min) : 90

Presión de operación / de diseño (lb/in²) : 12.38 / 22.38

Temperatura de operación (°C) : 15 a 25

Dimensiones del Decantador
 (Derramadero)

Volumen (m3) : 4.413

Espesores.

Diámetro (m) : 1.44

Cuerpo (in.): 3/16"

Longitud (m) : 2.7

Tapas (in.): 3/16"

Tipo de tapas: Inferior Cónica a 60 °

Dimensiones del Contenedor
 (Anulo.)

Volumen (m3) :

Espesores.

Diámetro (m) : 2.0

Cuerpo (in.): 3/16"

Longitud (m) : 1.5

Tapas (in.): 3/16"

Tipo de tapas: Inferior Cónica a 60 °
 Superior plana

Código de construcción: ASME

Material de construcción: ASME SA-285 C

Recubrimiento: FRP (Resina poliéster Reforzada con Fibra de Vidrio)

Peso Muerto / operación (Ton.): 1.052 / 8.122

Hoja de especificación de equipo

Hoja 1 de 1.

TAG: TA-106
Unidad: Clarificador.
Tratamiento de agua sanitaria

Función: Efectuar las operaciones de coagulación y sedimentación de los flóculos formados, disminuyendo la concentración de materia orgánica.

Descripción de la unidad: El clarificador para agua sanitaria será un recipiente de acero al carbón; estará provisto de un agitador mecánico de velocidad variable, realizará las operaciones de coagulación y sedimentación.

Flujo de alimentación: 2 655.26 (Kg/hr.) (2.578 m3/Hr)

Naturaleza de los sólidos a remover: en su mayor parte orgánicos.

Concentración de sólidos a la alimentación y la salida del equipo:

Alimentación: 0.014 Fracción peso. (14 000 ppm.)

Salida: 300 ppm máximo.

Velocidad ascensional (m/hr) : 0.5

Tiempo de residencia (mín) : 130

Presión de operación / de diseño (lb/in²) : 14.7

Temperatura de operación (°C) : 18 a 25

Flóculante: Alumbre

[^] PH de operación:

Dimensiones.

Volumen (m3): 1.298

Espesores.

Diámetro (m): 2.5

[^] Cuerpo (in.):

Longitud (m): 1.25

[^] Tapas (in.):

Código de construcción: ASME

Material de construcción: ASME SA-515-70

[^] Recubrimiento:

[^] Peso Muerto (Ton.)

[^] Peso en operación (Ton.)

Nota [^]: Parámetros de diseño que deberán ser proporcionados por el fabricante para cumplir con los requerimientos del proceso.

Hoja de especificación de equipo

Hoja 1 de 1.

Tag: TA-107
Unidad: Tanque Acumulador de alumbre.
Tratamiento de agua sanitaria.

Función: Almacenar alumbre, aluminato de sodio y sílice todos ellos mezclados en solución y listos para ser dosificados al clarificador.
TA-106:

Descripción de la unidad: Será un recipiente cilíndrico horizontal de acero al carbón ASME SA-285 C. Las tapas serán planas.

Capacidad de almacenamiento (m³): 1.0

Presión hidrostática normal (lb/in²):

Presión de operación / de diseño (lb/in²): 12.4 / 14.85

Temperatura de operación (°C): 18 a 20

Dimensiones.

Volumen (m³): 1.0

Espesores.

Diámetro (m): 0.8

Cuerpo (in.): 3/16"

Longitud (m): 2.0

Tapas (in.): 3/16"

Tipo de tapas: Planas

Material de construcción.

Se usará como material de construcción acero al carbón ASME SA-285 Grado C. Para este material el esfuerzo a la tensión (S) es de 13 700 psi (hasta 200 °F).

Peso muerto de la unidad (Kg): 206.5

Peso del equipo en operación (Kg): 1 326.5

Hoja de especificación de equipo

Hoja 1 de 1.

TAG: TA-108
Unidad: Tanque espesador de fangos.
Tratamiento de fangos provenientes del tratamiento de agua
sanitaria

Función: Espesar los fangos digeridos provenientes del digestor secundario, acondicionándolos para la operación de filtrado, adicionando hidróxido de calcio el cual funciona también como desinfectante (eliminando casi todos los microorganismos remanentes). Funcionará así mismo como tanque acumulador de fangos, ya que las operaciones posteriores serán intermitentes.

Descripción de la unidad: Recipiente cilíndrico vertical, provisto de agitación mecánica de baja velocidad radial.

Flujo de alimentación (Kg/hr.): 598.19

Hidróxido de calcio dosificado (Kg/hr.): 17.95

Capacidad de almacenamiento (m³): 4.74

Presión hidrostática normal (lb/in²): 3.95

Presión de operación / de diseño (lb/in²): 12.4 / 22.38

Temperatura de operación (°C): 18 a 25

Dimensiones.

Volumen (m³): 4.74

Espesores.

Diámetro (m): 1.35

Cuerpo (in.): 3/16"

Longitud (m): 3.35

Tapas (in.): 3/16"

Tipo de tapas: Superior - Plana
Inferior - Conica 60°

Código de construcción: ASME

Material de construcción: Acero al carbón ASME SA-285 C.

Peso muerto aprox. (Ton.): 0.768

Peso en operación (Ton.) 6.93

Hoja de especificación de equipo

Hoja 1 de 1.

Tag: TA-109
Unidad: Tanque de oxidación.
Tratamiento de agua sanitaria

Función: disminuir mediante oxidación la demanda total de oxígeno (DBO + DQO), consecuencia de materia orgánica e inorgánica remanente de etapas anteriores, así mismo el ozono inyectado funcionará como bactericida a fin de eliminar la actividad de microorganismos presentes aún en solución.

La inyección de ozono será a una concentración de 30 mg/lt. y un tiempo de retención (Φ) de 20 minutos. El gas por inyectar estará diluido al 10 % en volumen con nitrógeno ó bióxido de carbono.

Descripción de la unidad:

El tanque de oxidación será un recipiente cilíndrico, provisto de un agitador mecánico accionado por un motor eléctrico.

Flujo de alimentación (Kg/hr.): 2 563.26

Flujo de ozono dosificado (g/hr.): 1.858

Volumen de la unidad (m³): 1.0

Presión hidrostática normal (PSIA): 24.13

Presión de operación / de diseño (PSIA): 12.4 / 28.96

Temperatura de operación (°C): 18 a 25

Dimensiones.

Volumen (m³): 1.0

Espesores.

Diámetro (m): 0.95

Cuerpo (in.): 3/16"

Longitud (m): 1.42

Tapas (in.): 3/16"

Tipo de tapas: Superior: Toriesferica Inferior: Toriesferica

Código de construcción: ASME

Material de construcción: Acero inoxidable ASME SA-240 grado 304, en todas sus partes incluyendo el agitador mecánico.

Peso muerto aprox. (Kg.): 250.42

Peso en operación (Kg.) 1 104

Tag: TA-111
 Unidad: Tanque acumulador de agua tratada.
 Tratamiento de agua sanitaria

Función: este recipiente tendrá funciones de recepción de agua tratada del dren sanitario.

Descripción de la unidad: este recipiente será rectangular de fondo plano, se usará como material de construcción concreto armado de cemento tipo portland y varilla corrugada de 3/8".

Flujo de alimentación (Kg/hr.): 2 563.26

Tiempo de residencia (hr.): 24

Presión de operación / de diseño (lb/in²): / 27.2

Temperatura de operación (°C): entre 15 y 25 °C

Dimensiones.

Volumen (m ³): 60	Espesores.
Ancho (m): 2.5	Paredes (cm): 12
Longitud (m): 4.5	Tapa (cm.): 15
Profundidad: 5.33	Piso (cm.): 15

Material de construcción: Concreto armado de cemento tipo portland y varilla corrugada de 3/8".

Recubrimiento: tipo vinilico.

Peso Muerto (Ton.): No aplica

Peso en operación (Ton.): No aplica

Hoja de especificación de equipo

Hoja 1 de 1.

Tag: TA-118
Unidad: Tanque Acumulador de Condensados
Tratamiento de fangos provenientes del agua sanitaria.

Función: Separar el gas y el agua (previamente condensada) provenientes de los digestores primario y secundario. Por el domo fluirá el gas libre de vapor de agua y en el fondo se drenará agua en fase líquida.

Descripción de la unidad:
Esta unidad será un recipiente cilíndrico vertical.

Flujo de alimentación (Kg/hr.): agua = 167.97
gas = 4.05

Flujos volumétricos (lt/hr): gas = 3.333
agua = 167.97

Capacidad de almacenamiento (m3): 3.5

Presión de operación / de diseño (lb/in²): 20 / 25

Temperatura de operación (°C): 20

Dimensiones.

Volumen (m3): 3.50

Espesores.

Diámetro (m): 1.14

Cuerpo (in.): 3/16"

Longitud (m): 3.42

Tapas (in.): 3/16"

Tipo de tapas: Superior: Toriesferica Inferior: Toriesferica

Código de construcción: ASME

Material de construcción: Acero al carbon ASME SA-285 C

Recubrimiento: Resina poliéster reforzada con fibra de vidrio.

Peso muerto aprox. (Kg.): 569

Peso en operación (Kg.) 741

Tag: TA-119

Unidad: Tanque Acumulador de Gas combustible:
Tratamiento de fangos provenientes del agua sanitaria.

Función: acumular y distribuir el gas natural formado en los digestores primario y secundario.

Descripción de la unidad: será un recipiente cilíndrico horizontal.

Flujo de alimentación (Kg/hr.): 4.054

Flujo de alimentación (lt/hr.): 3.330

Capacidad de almacenamiento (m3): 2.0

Presión de operación / de diseño (PSIA): 200 / 240

Temperatura de operación (°C): 20

Dimensiones.

Volumen (m3): 2.0

Espesores.

Diámetro (m): 0.95

Cuerpo (in.): 3/8"

Longitud (m): 2.85

Tapas (in.): 3/8"

Tipo de tapas: Toriesfericas.

Material de construcción: Acero inoxidable ASME SA-240 Grado 304.
Para este material el esfuerzo a la tensión (S) es de 15.600 psi
(hasta 200 °F)

Código de construcción: ASME

Recubrimiento: Ninguno.

Peso muerto aprox. (Kg.): 817

Peso en operación (Kg.) 817

TAG: MM-101

Unidad: Homogenizador de fangos.

Tratamiento de fangos provenientes del agua sanitaria

Función:

Homogenizar los fangos separados en la unidad de desbaste (TA-101) con el objeto de fluidizarlos para el bombeo a su tratamiento.

Descripción de la unidad: El acumulador de fangos será un recipiente horizontal cuadrangular y fondo semicircular, en el cual longitudinalmente tendrá aspas de forma helicoidal y tapas planas construido en acero inoxidable ASME SA-240 grado 304 L.

Flujo de alimentación (Kg/hr.): 590.846

Tiempo de residencia (hr.): 5.0

Presión de operación / de diseño (psi): 12.4 / 27.2

Temperatura de operación (°C): entre 15 y 18

Volumen de la unidad (m3): 3.0

**Dimensiones
Sección Recta**

Volumen (m3): 2.0

Ancho (m): 0.9

Longitud (m): 3.5

Profundidad (m): 0.7

Espesores.

Cuerpo (in.): 3/16

Tapas (in.): 1/4

**Dimensiones
Sección Semicircular**

Volumen (m3): 1.0

Diámetro (m): 0.9

Longitud (m): 3.5

Tipo de tapas: Planas.

Espesores.

Cuerpo (in.): 3/16

Tapas (in.): 1/4

Material de construcción: Se usará como material de construcción acero inoxidable ASME SA-240 grado 304. Para este material el esfuerzo a la tensión (S) es de 15 700 psi.

Código de construcción: ASME

Recubrimiento: no se requiere.

Velocidad de rotación aspas (rpm): 100 máx.

Peso Muerto (Kg.): 800

Peso en operación (Kg.): 9 800

Hoja de especificación de equipo

Hoja 1 de 1.

TAG: DG-101
Unidad: Digestor primario
Tratamiento de agua sanitaria

Función: Iniciar el proceso de producción de biogas y eliminar agua en forma de vapor; contará con sistema de agitación para evitar la formación de natas sobre nivel del líquido.

Descripción: Recipiente cilíndrico vertical a presión, recto con tapas toriesféricas, en el fondo llevará varias boquillas difusoras de gas, inyectado para crear agitación.

Flujo de alimentación (Kg/hr.) : 768.1

Velocidad ascensional (m/hr) : 0.0245

Tiempo de residencia (Hr) : 72

Presión de operación / de diseño (lb/in²) : 25.32/30.38

Temperatura de operación (°C) : 45

Dimensiones.

Volumen (m³) : 42.54

Espesores.

Diámetro (m) : 5.52

Cuerpo (in.) : 5/16"

Longitud (m) : 24

Tapas (in.) : 5/16"

Tipo de tapas: Toriesféricas

Código de construcción: ASME

Material de construcción: Acero al carbón ASME SA-285 C

Recubrimiento: FRP (Resina poliéster reforzada con fibra de vidrio)

Peso Muerto (Ton.) : 4.208

Peso en operación (Ton.) : 52.256

Hoja de especificación de equipo

Hoja 1 de 1.

Tag: DG-102
Unidad: Digestor Secundario
Tratamiento de fangos provenientes del agua sanitaria.

Función: Efectuar la segunda etapa en el proceso de producción de gas natural y eliminar agua en forma de vapor.

Descripción de la unidad: El digestor secundario, será un recipiente cilíndrico vertical enchaquetado, de tapas toriesfericas construido en acero inoxidable ASME SA-240 grado 304. Y para la chaqueta acero al carbón SA-285 C de 1/4" de espesor.

Flujo de alimentación (Kg/hr.): 712.3
Capacidad (m3): 92.06
Presión hidrostática normal (lb/in²): 9.5
Presión de operación / de diseño (lb/in²): 17.64 / 32.57
Temperatura de operación (°C): 40 a 45
Tiempo de retención (días): 7 días (168 hr)
Velocidad ascensional (m/hr.): 0.0245
Gas producido (m3 / hr.): 2.625 a TPS
Carga térmica requerida: Q = 18 357 BTU/hr.

Dimensiones del cuerpo

Volumen (m3): 92.06	Espesores.
Diámetro (m): 5.33	Cuerpo (in.): 5/16"
Longitud (m): 5.14	Tapas (in.): 5/16"
Tipo de tapas: Toriesfericas.	

Dimensiones de la chaqueta.

Volumen (m3): 6.987	Espesores.
Diámetro (m): 5.53	Cuerpo (in.): 1/4
Longitud (m): 4.11	Tapas (in.): 1/4

Distribución de temperaturas.

Para los fangos:	Para agua caliente:
t1 = 100 °F	T1 = 199.4 °F
t2 = 113 °F	T2 = 140 °F

Peso muerto de la unidad: 10 992 Kg.
Peso en operación: 137 657 Kg.

Tag: CA-101
 Unidad: Unidad de compresión de gas natural.
 Tratamiento de fangos de agua sanitaria

Función: comprimir el gas natural generado en los digestores primario y secundario para su almacenamiento y posterior distribución. La temperatura promedio de operación será de 25 °C y la presión de almacenamiento de 200 psia.

Descripción de la unidad: Este compresor será del tipo recíprocante con dos etapas de compresión acoplado a un motor eléctrico de 2 H.P.

1) Condiciones del gas natural a la succión.

Flujo gas (Wg) = 8.93 lb/hr.
 Flujo Volumetrico (Qg) = 2.92 SCFM.
 Flujo Volumetrico (Qg) = 1.77 CFM @ T. P.
 Densidad del aire (δ) = 0.126 (Lb/Ft³)
 Densidad del gas (δ) = 0.084 (Lb/Ft³)
 Sg = 0.667
 Presión (P) = 20.0 psia.
 Temperatura: = 20 °C. (promedio)
 Humedad: 3 % (máxima)
 Viscosidad (μ) = 0.011 cp.

3) Condiciones del gas natural a la descarga.

Flujo gas (Wg) = 8.93 lb/hr.
 Flujo Volumetrico (Qg) = 2.92 SCFM.
 Flujo Volumetrico (Qg) = 0.2075 CFM @ T. P.
 Densidad del aire (δ) = 1.075 (Lb/Ft³)
 Densidad del gas (δ) = 0.7170 (Lb/Ft³)
 Presión (P) = 200 psia.
 Temperatura: 25 °C.

La presión diferencial carga/descarga es de 180 psia. Debido al bajo flujo de gas que se tiene, el compresor operará en forma intermitente con una presión diferencial a la succión de 13 a 25 psia.

Tag: CG-101

Unidad: Centrifuga de fangos

Tratamiento de fangos provenientes del agua sanitaria.

Función: eliminar agua mediante una filtración forzada (centrifugación) hasta el 10 % de humedad.

Descripción de la unidad: secadora centrifuga tipo canasta con un arreglo vertical usando como medio filtrante lona convencional para este tipo de equipo.

Flujo de entrada (Kg/hr.) = 616.14

Humedad (% en peso) = 58.5

Flujo de salida (Kg/hr.) = 275.83

Humedad (% en peso) = 10

Temperatura de operación (°C): 18 a 25

Tiempo de residencia (min.): 10

Capacidad de procesamiento (Kg/hr.): 3 350

Dimensiones de la canasta

Diámetro Exterior: 1.2 m

Profundidad de la canasta: 0.8 m

Espesor producto acumulado: 0.4 m

Velocidad de rotación: no menor de 1 800 rpm

Observaciones:

(1) Esta unidad operará de forma intermitente.

(2) Especificaciones de construcción del equipo tales como potencia al freno, materiales de construcción, espesores, peso muerto, velocidad de rotación, etc. deberán ser proporcionados por el fabricante, cumpliendo en todo momento con los requerimientos del proceso.

Hoja de especificación de equipo

Hoja 1 de 1

TAG: CF-101

Unidad: Calentador de fangos.

Tratamiento de fangos provenientes del agua sanitaria.

Función: Elevar la temperatura de los fangos a 45 °C, para iniciar el proceso de generación de gas natural por la acción de microorganismos anaerobicos.

Descripción: Esta unidad será un calentador de doble tubo, usando como fluido de calentamiento agua caliente a 93 °C, y estará construida en acero inoxidable ASME SA-240 grado 304.

Distribución de fluidos:

Los fangos circularán por el tubo mientras que el agua caliente lo hará por el anulo.

Distribucion de temperaturas

Para los fangos:

t1 = 59 °F

t2 = 104 °F

Para agua caliente:

T1 = 199.4 °F

T2 = 131 °F

Carga térmica requerida: $Q = 68\ 580$ BTU/hr.

Flujo de alimentación de fangos (Kg/hr.): 768.1

Flujo de agua caliente (Kg/hr.): 455

MLDT calculado: $MLDT = 83.15$ °F.

Longitud de la unidad: $L = 10.93$ ft.

Coefficiente total de transferencia: $U = 384.54$ BTU / (hr ft² °F)

Diámetro del tubo: 3/4" 10 BWG

Caida de presión: $P = 1.186$ lb/in²

Diámetro para el anulo: 1" BWG 17

Caida de presión: $P = 1.1$ lb/in²

Hoja de especificación de equipo

Hoja 1 de 1

Tag: CV-101

Unidad: Condensador de vapores.

Tratamiento de fangos provenientes del agua sanitaria.

Función: Condensar el vapor de agua generado en los digestores primario y secundario para separarlo en forma de agua líquida en el tanque de condensados.

Descripción del equipo: Será un condensador de tubos y coraza (1-1), usando como fluido de enfriamiento, agua fría a 10 °C, y estará construido en acero inoxidable ASME SA-240 grado 304.

Flujo de vapor a condensar: 375.41 Lb/hr.

Flujo de agua requerido: 14 312 Lb/Hr. (28.5934 gpm).

Carga térmica requerida: 386 422 BTU/Hr.

MLDT = 48.247 °F.

Distribución de fluidos:

El vapor a condensarse circulará por la coraza, mientras que el medio de enfriamiento circulará por los tubos.

Coefficiente de transferencia de calor : 215.686 BTU / (hr ft² °F)

El banco de tubos está constituido por: 20 tubos de 1/2" 14 BWG.

Diametro de la coraza: 2 1/2" ø CED-40

Longitud de la unidad: 14.18 ft.

TAG: FT-101
FT-101-R

Unidad: Filtros de arena.
Tratamiento de agua sanitaria

Función: Eliminar los fióculos arrastrados de la unidad de clarificación.

Flujo de alimentación (Kg/hr.):
W = 2 563.26 Kg/hr.
Q = 2 488.6 lt/hr.

Condiciones del fluido.

Concentración Máxima de sólidos totales.
A la entrada: 350 mg/lt.
A la salida: 290 mg/lt.

Temperatura de operación (°C): 15-25

PH: 6.5 a 7.5

Diámetro mínimo de filtración (micras): 40

Material de empaque.
Puede ser arena de sílice ó granito, pudiendo usarse cualquier otro material que supere las características del material propuesto.

Dimensiones.

- | [*] Volumen (m3) : | Esposores. |
|-------------------------------|-------------------|
| [*] Diámetro (m): | [*] Cuerpo (in.): |
| [*] Longitud (m): | [*] Tapas (in.): |
| [*] Tipo de tapas: | |
| [*] Material de construcción: | |
| [*] Recubrimiento: Ninguno | |
| [*] Peso Muerto (Ton.) | |
| [*] Peso en operación (Ton.) | |

Nota [*]: Parámetros de diseño que deberán ser proporcionados por el fabricante para cumplir con los requerimientos del proceso.

Tag: SR-101

Unidad: Secador de fangos digeridos.

Tratamiento de fangos provenientes del agua sanitaria.

Función: Secar los fangos digeridos provenientes del digestor secundario (constituidos principalmente por materia inorgánica y materia celular inerte).

Descripción de la unidad: Secador cilíndrico rotatorio, provisto de un quemador usando como combustible gas natural producido en los digestores.

Flujo de alimentación (Kg/hr.): 275.83

Temperatura de alimentación (°C): 15 a 18

Capacidad de evaporación (Kg/hr.): 23.0

Humedad inicial (Kg agua/ Kg s. secos): 0.1

Humedad final (Kg agua/ Kg s. secos): 0.02

Combustible: gas natural.

Poder calorífico (L) = 10 300 Kcal/Kg.

Aire requerido (H) = 13.5 Kg aire /Kg gas.

Presión de operación / de diseño (lb/in²): 12.4 /

Temperatura de operación (°C): 90 a 95

Calor requerido para el secado (Kcal/hr.): 1 836.3

Velocidad de avance (m/min.): 2.5

Tiempo de residencia (min.): 2.0

Dimensiones del tunel de secado y quemador.

Diámetro interno (m): 0.4

Longitud (m): 2.5

El quemador deberá estar dimensionado para un flujo de gas de 0.1782 Kg/hr. inyectado a una presión de 10" de agua. Y un flujo de aire de 2.4 Kg/hr.

Adicionalmente al quemador se colocará en las líneas de alimentación un proporcionador de flujos aire-gas.

Hoja de especificación de equipo

Para las bombas:

BM-101
BM-101 R
BM-104
BM-105

Aunque el servicio es diferente, la caracterización es la misma, por lo que se agrupan todas ellas en una sola hoja de datos; anotándose por separado el servicio de cada una de ellas.

BM-101 Bomba de distribución.

BM-101 R Bomba de relevo para BM-101.

Servicio: Iniciar con la distribución del agua de desecho sanitaria al proceso de tratamiento.

Unidad de succión: TA-101.

Unidad de descarga: TA-102.

Fluido manejado: Agua de desecho con 5 % de sólidos suspendidos.

Flujo requerido: 13.025 gpm. (2.958 lt/hr)

Cabeza de descarga: 29 Ft

NPSH Disponible: 52 Ft.

BM-104 Bomba de alimentación al clarificador.

Servicio: suministrar agua a la unidad de clarificación.

Unidad de succión: TA-105.

Unidad de descarga: TA-106.

Fluido manejado: Agua de desecho con 5 % de sólidos suspendidos.

Flujo requerido: 11.35 gpm. (2.578 lt/hr)

Cabeza de descarga: 27 Ft

NPSH Disponible: 37 Ft.

BM-106 Bomba de alimentación a filtros.

Servicio: Vaciar la unidad de clarificación y alimentar los filtros de arena para descargar al tanque de agua tratada.

Unidad de succión: TA-105.

Unidad de descarga: TA-109.

Fluido manejado: Agua de desecho con 2 % de sólidos suspendidos.

Flujo requerido: 11.0 gpm. (2.488 lt/hr)

Cabeza de descarga: 20 Ft

NPSH Disponible: 32 Ft.

Unidad: Bombas centrifugas.

BM-101	Bomba de distribución.
BM-101 R	Bomba de relevo para BM-101.
BM-104	Bomba de alimentación al clarificador.
BM-106	Bomba de alimentación a filtros.

Bomba centrifuga horizontal marca Crane Deming.

Capacidad: 15 gpm max.

Diámetro de succión: 2"

Diámetro de descarga: 1.5"

Diámetro máx. impulsor: 7"

Cabeza máx.: 25 Ft.

Potencia del motor: 1/2

Velocidad de rotación (rpm): 1450

Eficiencia: 75 %.

Materiales: impulsor de hierro forjado

internos de bronce

flecha de acero al carbón

Hoja de especificación de equipo

Para las bombas:

BM-102
BM-103

BM-108
BM-109

Aunque el servicio es diferente, la caracterización y el tipo de bomba (de diafragma) es la misma, por lo que se agrupan todas ellas en una sola hoja de datos, anotándose por separado el servicio de cada una de ellas.

BM-102 Bomba de evacuación de sedimento.
Servicio: Alimentación de fangos al decantador secundario.
Unidad de succión: TA-102.
Unidad de descarga: TA-105.

Fluido manejado: Agua de desecho con 30 % de sólidos suspendidos.
Flujo requerido: 0.06 gpm. (16.95 Kg/hr).
Cabeza de descarga: 31 Ft.
NPSH Disponible: 40 Ft.

BM-103 Bomba de recirculación de fangos.
Servicio: Retirar fangos sedimentados en el decantador secundario para su recirculación.
Unidad de succión: TA-105.
Unidad de descarga: MM-101.

Fluido manejado: Fangos concentrados con 80 % de sólidos suspendidos.
Flujo requerido: 0.5 gpm. (124.5 Kg/hr).
Cabeza de descarga: 25 Ft.
NPSH Disponible: 37 Ft.

BM-108 Bomba de distribución de fangos.
Servicio: Alimentación de fangos a los digestores.
Unidad de succión: TA-103.
Unidad de descarga: DG-101.

Fluido manejado: Suspensión de fangos homogenizados.
Flujo requerido: 2.6 gpm. (768 Kg/hr).
Cabeza de descarga: 60 Ft.
NPSH Disponible: 32 Ft.

BM-109 Bomba de fangos digeridos.
Servicio: Alimentación de fangos digeridos para espesamiento.
Unidad de succión: DG-102.
Unidad de descarga: TA-108.

Fluido manejado: Suspensión de fangos homogenizados.
Flujo requerido: 2.6 gpm. (768 Kg/hr).
Cabeza de descarga: 60 Ft.
NPSH Disponible: 32 Ft.

Unidad: Bombas de diafragma para manejo de fangos.

BM-102	Bomba de evacuación de sedimento.
BM-103	Bomba de recirculación de fangos.
BM-108	Bomba de distribución de fangos.
BM-109	Bomba de fangos digeridos.

Bomba de diafragma de neopreno accionada por aire marca Wilden.

Material de construcción:

Carcasa: Acero al carbono normal.

Diafragma: Neopreno.

Diámetro de succión: 1/2" NPT Diámetro de descarga: 1/2" NPT

TDH máx.: 200 Ft.

Gasto Máximo manejado: Q máx.: 15 gpm.

Eficiencia: 75 %.

Flujo de aire alimentado: 6.0 scfm.

Presión de aire alimentado: 60.0 psig.

peso muerto 4 Kg.

Diámetro máximo de sólidos: 1/16"

Dimensiones: Altura: 21.6 cm. Longitud: 19.0 cm. Ancho: 16.5 cm.

Tag: BM-105.

Unidad: Bomba de dosificación de coagulante.
Tratamiento de agua sanitaria.

Servicio: dosificar continuamente la solución de floculante a la unidad de clarificación.

Descripción de la unidad: la bomba a utilizarse será del tipo recíprocante. El material de construcción será acero inoxidable para las partes húmedas y al carbón para el resto de las partes.

Unidad de succión: TA-107

Unidad de descarga: TA-106

Fluido manejado: Solución floculante 5.394 gpm.

Cabeza a la descarga: 26.87 Ft. (11.63 PSI).

Las características de la bomba son:

Capacidad: 5.4 gpm calibrada.

Diámetro de succión: 3/4"

Diámetro de descarga: 1/2"

Número de etapas: 1

Número de cilindros por etapa: 1

Cabeza máx.: 100 psi.

Potencia del motor: 3/4 H.P.

Eficiencia: 75 %.

Materiales: cilindros de acero inoxidable.
anillos de acero inoxidable.
pistones de aluminio.

Ingeniería de Detalle

6.2] Presentación de la ingeniería para el proceso de tratamiento del efluente químico.

Información Contendida:

- [6.2.1] Relación de equipo.
 - [6.2.2] Diagrama de proceso.
 - [6.2.3] Balance de materia.
 - [6.2.4] Diagrama de tubería e instrumentos.
 - [6.2.5] Plano de localización de equipo.
 - [6.2.6] Hojas de especificación de equipo.
-

6.2.1] RELACION DE EQUIPO PARA EL PROCESO DE TRATAMIENTO DEL EFLUENTE QUIMICO

TA-301	TANQUE DE ACUMULACION
TA-302	TANQUE ACUMULADOR DE ACIDO
TA-303	TANQUE ACUMULADOR DE ALCALIS
TA-304	TANQUE SEDIMENTADOR
TA-305	TANQUE DE FLOCULANTE
TN-301	REACTOR DE OXIDACION TOTAL
FT-301	FILTRO DE ARENA
FT-302	FILTRO CATIONICO (Unidades A, B)
FT-303	FILTRO ANIONICO (Unidades A, B)
BM-301	BOMBA DE ALIMENTACION A REACTOR
BM-302	BOMBA DE DESCARGA DEL REACTOR
BM-303	BOMBA DE ALIMENTACION A FILTROS

(6.2.2) DIAGRAMA DE PROCESO PARA EL
TRATAMIENTO DEL EFLUENTE QUIMICO

DIAGRAMA No.
DDP-TEQ-1/1

TA-301:
Tanque de acumulacion

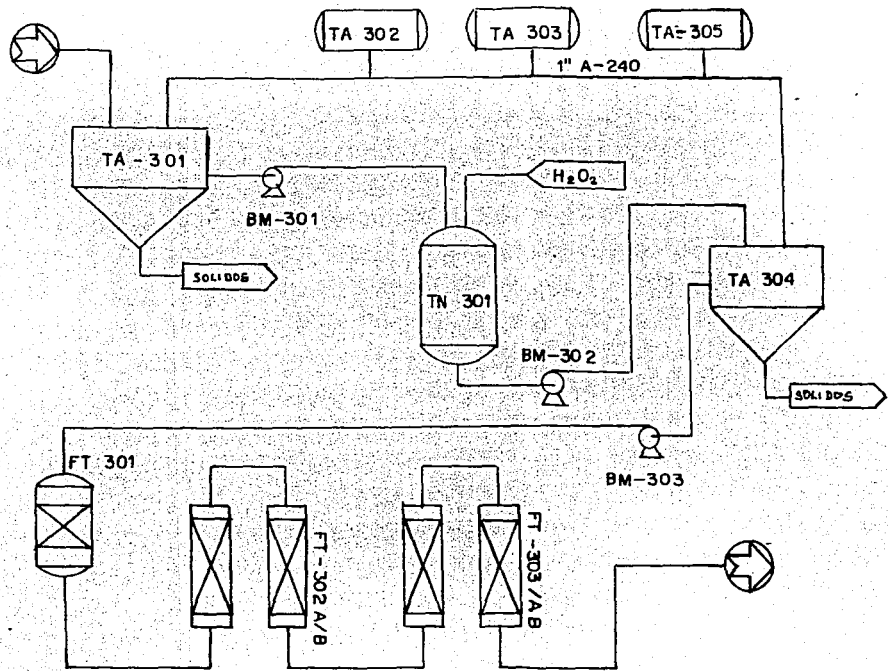
TA-302:
Tanque de Acido

TA-303:
Tanque de Sosa

TA-304
Sedimentador

TA-305
Tanque de floculante

TN-301
Reactor de oxidacion



BM-301:
Bomba de Carga

BM-302:
Bomba de Reactor

BM-303:
Bomba a Filtros

FT-301:
Filtro de Arena

FT-302:
Filtro Cationico

FT-303
Filtro Anionico

DIAGRAMA DE PROSESO TRATAMIENTO DE EFLUENTE QUIMICO				
ESC.	ACOT.	FECHA	PROF.	DIBUJO TECNICO
	ALUMNO			GRUPO
	DIAGRAMA No. DDP-TEQ			300
				LISTA
				CALIFICACION

Ingeniería de Detalle

6.2.3] Balances de materia para el proceso de tratamiento del efluente químico

TRATAMIENTO DE AGUA EFLUENTE DE LABORATORIOS. BALANCE DE MATERIA

CORRIENTE No.	FLUJO lt/hr
A	1 098
B	22 710
C	22 710
D	22 710
E	22 710
F	22 710

El proceso de tratamiento para el dren químico efluente de la Facultad será intermitente, por lo que tanto en el balance de materia elaborado, como el dimensionamiento del equipo se considera éste régimen de proceso. El flujo aquí tabulado corresponde a la circulación de fluido en el momento de bombeo.

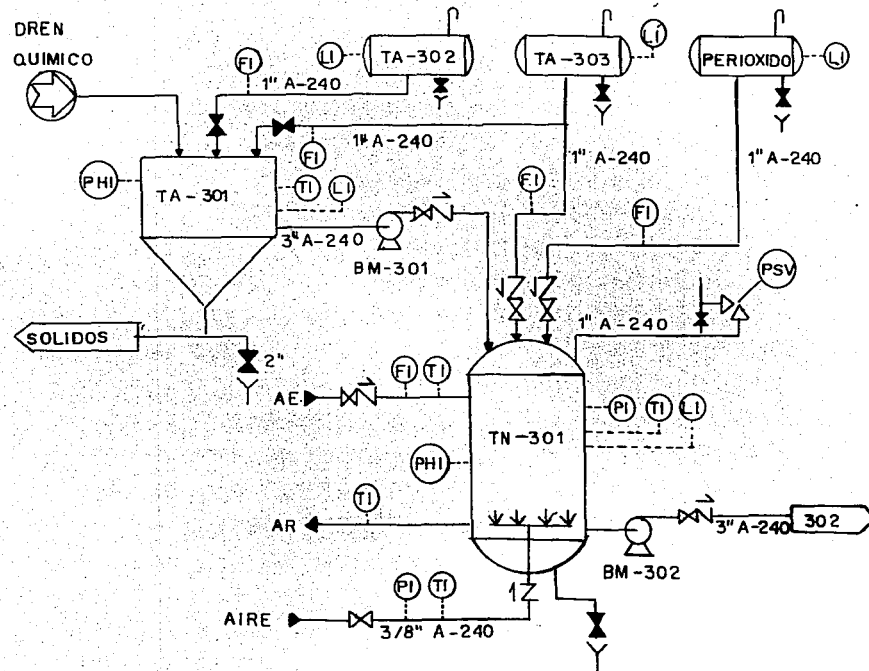
6.2.4] DIAGRAMAS DE TUBERIA E INSTRUMENTOS PARA EL
PROCESO DE TRATAMIENTO DEL DREN QUIMICO.

DIAGRAMAS No.
DTI-TEQ-1/2
DTI-TEQ-2/2

TA-301
Tanque acumulador
Concreto 60m³

TA-302
Tanque de acido
Acero inoxidable

TA-303
Tanque de sosa
Acero inoxidable



TN-301
Reactor de oxidacion
Acero inoxidable 6m³

BM-301
Bomba de carga
100 GPM 2 HP

BM-302
Bomba de reactor
100 GPM 2.5 HP

DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTR. TRAT. DE EFLUENTE QUIMICO

ESC.	ACOT.	FECHA	PROF.	DIBUJO TECNICO	
	ALUMNO			GRUPO	NO. LISTA
	DIAGRAMA No DTI-TEQ-1/2			301	CALIFICACION

TA-304:
Sedimentador
Acero inox. 6m³

TA-305:
T. floculante
Acero al carbon 1 m³

BM-303:
Bomba e filtros
100 GPM

FT-301:
Filtro de arena

FT-302:
Filtro cationico

FT-303:
Filtro anionico

LRR:
Linea de regeneracion

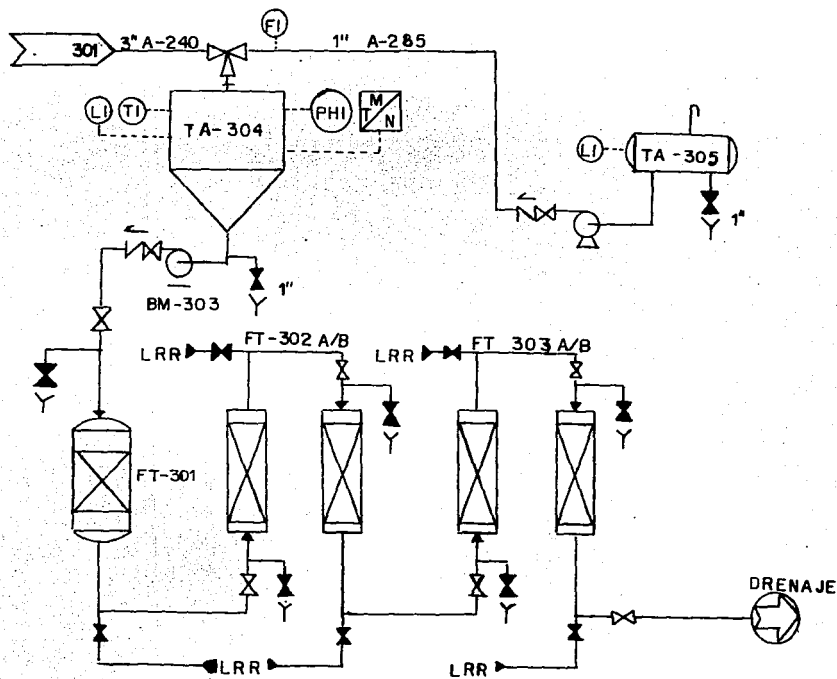
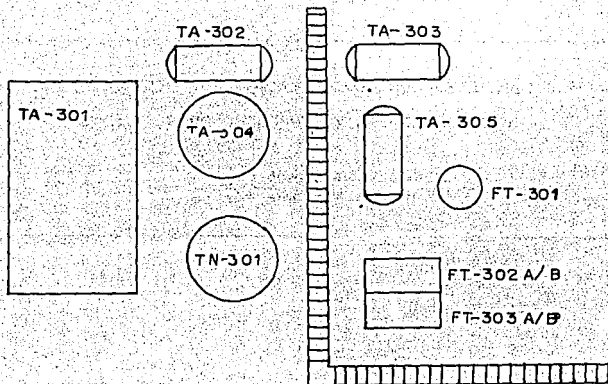
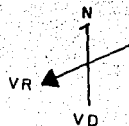


DIAGRAMA DE TUBERIA E INST. PARA EL TRATAMIENTO DE EFLUENTE QUIM.


ESC.	ACOT.	FECHA	PROF.	DIBUJO TECNICO	
	ALUNNO			GRUPO	NO. LISTA
	DIAGRAMA No. DT1 TEQ - 2/2			302	CALIFICACION

6.2.5) PLANO DE LOCALIZACION DE EQUIPO PARA EL
PROCESO DE TRATAMIENTO DEL DREN QUIMICO.

DIAGRAMA No.
PLE-TEQ-1/1



PLANO DE LOCALIZACION DE EQUIPO
TRATAMIENTO DE EFLUENTE QUIMICO

Parte	Cantidad	Designación	Material	Observaciones
Fecha:		DIAGRAMA No. PLE-TEQ-1 / 1		Proy.
Referencia:				Dib.
Acot.:				Rev.
 Esc.:				No.

LEYENDA PARA EL PLANO DE LOCALIZACION DE EQUIPO
TRATAMIENTO DEL DREN QUIMICO PLE-TEQ

TAG.	EQUIPO:
TA-301	TANQUE DE ACUMULACION
TA-302	TANQUE ACUMULADOR DE ACIDO
TA-303	TANQUE ACUMULADOR DE ALCALIS
TA-304	TANQUE SEDIMENTADOR
TA-305	TANQUE DE FLOCULANTE
TN-301	REACTOR DE OXIDACION TOTAL
FT-301	FILTRO DE ARENA
FT-302	FILTRO CATIONICO (Unidades A, B, y C)
FT-303	FILTRO ANIONICO (Unidades A, B, y C)
BM-301	BOMBA DE ALIMENTACION A REACTOR
BM-302	BOMBA DE DESCARGA DEL REACTOR
BM-303	BOMBA DE ALIMENTACION A FILTROS

Ingeniería de Detalle

6.2.6) HOJAS DE ESPECIFICACION DE EQUIPO PARA EL PROCESO DE TRATAMIENTO DEL DREN QUIMICO.

Hoja 1 de 1.

Tag: TA-301
Unidad: Tanque acumulador de efluente químico.
Tratamiento de efluente químico.

Función: este recipiente tendrá funciones de recepción de agua proveniente del dren químico (agua residual de laboratorios).

Descripción de la unidad: En virtud de su capacidad, este recipiente será rectangular de fondo plano con una pendiente a lo largo del mismo de 1 en 100.

Flujo de alimentación (Kg/hr.): 1.153

Capacidad de almacenamiento (m³): 60

Presión hidrostática normal (lb/in²): 7.96

Presión de operación / de diseño (lb/in²): 12.4 / 27.2

Temperatura de operación (°C): 18 a 25

Dimensiones.

Volumen (m³): 60

Espesores.

Ancho (m): 2.5

Paredes (cm.): 12

Longitud (m): 4.5

Tapas (cm.): 15

Profundidad (m): 5.33

Material de construcción:

Por las características propias del fluido, se usará como material de construcción concreto armado de cemento tipo portland y varilla corrugada de 3/8". El espesor de las paredes será de 12 cm, mientras que el piso y las tapas serán de 15 cm. de espesor.

Para los recipientes:

TA-302
TA-303
TA-305

Aunque el servicio es diferente, las dimensiones así como los materiales son los mismos por lo que se agrupan todos ellos en una sola hoja de datos, anotándose por separado el servicio de cada una de ellos.

TA-302 Tanque acumulador de ácido.

Servicio: Almacenar ácido clorhídrico para la dosificación al reactor de oxidación total.

TA-303 Tanque acumulador de alcalis.

Servicio: Almacenar solución de hidróxido de sodio al 80 % para la dosificación al reactor de oxidación total.

TA-305 Tanque acumulador de ácido.

Servicio: Almacenar floculante líquido polimérico para la dosificación al tanque de precipitación TA-304.

Descripción de la unidad: Será un recipiente cilíndrico horizontal de acero inoxidable ASME SA-240 grado 304. La presión de operación será la atmosférica (12.38 lb/in²) Y la temperatura promedio de operación será de 20 °C. (293.15 °K)

Capacidad de almacenamiento (m³): 1.0

Presión de operación / de diseño (lb/in²): 12.4 / 14.65

Temperatura de operación (°C): 20

Dimensiones.

Volumen (m³): 1.0

Espesores.

Diámetro (m): 0.8

Cuerpo (in.): 1/8

Longitud (m): 2.0

Tapas (in.): 1/8

Tipo de tapas: Planas

Código de construcción: ASME

Material de construcción: Acero inoxidable ASME SA-240 Grado 304.

Recubrimiento: Ninguno.

Peso muerto aprox. (Ton.): 0.16

Peso en operación (Ton.) 1.4 max.

Tag: TA-304
 Unidad: Sedimentador.
 Tratamiento de dren químico.

Función:

En este tanque sedimentador se efectuarán operaciones de precipitación, coagulación, sedimentación y acondicionamiento de PH. Tendrá un sistema de agitación provocada por inyección de aire. La precipitación se efectuará con la dosificación de hidróxido de sodio a un PH alcalino entre 9 y 10. Teniendose que adicionar también un floculante polimerico para coagular los compuestos insolubles formados; ambas operaciones requerirán de inyección de aire, para facilitar la formación de hidróxidos metálicos insolubles así como crear turbulencia para la formación de coágulos. La sedimentación posterior se hará sin inyección de aire.

Descripción de la unidad:

será un recipiente cilíndrico, de fondo cónico con un ángulo de 60° con relación a la horizontal. El tiempo de residencia para efectuar la precipitación y floculación es de 15 minutos, mientras que el tiempo de retención para la sedimentación es de 10 minutos.

Flujo de alimentación (Kg/hr.): 22 710
 Volumen de la unidad (m3): 6.0
 Presión hidrostática normal (PSIA): 4.78
 Presión de operación (PSIA): 12.4
 Presión de diseño (PSIA): 23.37
 Temperatura de operación (°C): 18 a 25

Dimensiones.

Volumen (m3): 6.0	Espesores.
Diámetro (m): 1.6	Cuerpo (in.): 1/8"
Longitud (m): 3.2	Tapas (in.): 1/8"
Tipo de tapas:	
Superior: plana.	
Inferior: Cónica 45°	

Material de construcción: Se usará como material de construcción acero inoxidable ASME SA-240 grado 304.

Código de construcción: ASME.
 Peso muerto aprox. (Kg.): 582.9
 Peso en operación (Kg.) 6 882.9

Tag: TN-301
 Unidad: Reactor de oxidación total.
 Tratamiento de efluente químico.

Función: Disminuir mediante oxidación la demanda total de oxígeno (DBO + DQO) consecuencia de materia orgánica e inorgánica; usándose para tal efecto peróxido de hidrógeno; el cual además funcionará como bactericida a fin de eliminar la actividad de microorganismos presentes en solución.

La relación en peso de DTO removido a peróxido consumido es igual a 1/3 unidad y un tiempo de retención (ϕ) de 15 minutos.

Flujo de alimentación (Kg/hr.): 22 710

Flujo de peróxido dosificado (g/hr.):

Volumen de la unidad (m3): 6.0

Presión hidrostática normal (PSIA): 4.78

Presión de operación / de diseño (PSIA): 12.4 / 23.37

Temperatura de operación (°C): 18 a 25

Dimensiones.

Volumen (m3): 6.0

Espesores.

Diámetro (m): 1.6

Cuerpo (in.): 1/8"

Longitud (m): 3.2

Tapas (in.): 1/8"

Tipo de tapas:

Superior: Toriesférica

Inferior: Toriesférica

Material de construcción.

Se usará como material de construcción acero inoxidable ASME SA-240 grado 304. Para este material el esfuerzo a la tensión (S) es de 15 700 psi

Código de construcción: ASME

Recubrimiento: No llevará recubrimiento.

Peso muerto aprox. (Kg.): 582.9

Peso en operación (Kg.) 6 882.9

Tag: FT-301

Unidad: Filtro de arena.

Tratamiento de efluente químico.

Estos filtros tienen por objeto eliminar los flóculos remanentes de la operación de precipitación.

Flujo de alimentación: 23 845.5 Kg/hr.
22 710 lt/hr.

Condiciones del fluido:

Concentración Máxima de sólidos totales.

A la entrada: 800 mg/lt.

A la salida: 300 mg/lt.

Temperatura de alimentación: Ambiente (15-25 °C)

La caída de presión es de 15 a 20 psi. en condiciones de saturación del medio filtrante. la presión máxima de trabajo en la línea de entrada es de 100 psia. La temperatura máxima de operación es de hasta 60 °C.

Características del medio filtrante.

El medio filtrante del equipo cotizado, son cartuchos intercambiables en material plástico (Nylon), reutilizables, debiendo hacerse un retrolavado. La capacidad de retención del medio filtrante es de 5 micras.

Dimensiones y volumen de la unidad.

El Material de construcción de la unidad es acero inoxidable ASME SA-240 tipo 316. Las dimensiones del equipo son, diámetro de 65 cm. y una longitud de 100 cm. El peso muerto es de aproximadamente 150 Kg. incluyendo el soporte de la unidad.

TAG: FT-302

Unidad: Filtro cationico.
Tratamiento de efluente químico.

Función:

Estos filtros tienen por objeto eliminar cationes de metales pesados no permitidos por la norma como son cromo hexavalente y algunos otros que no reaccionan con el peróxido de hidrógeno. La mayor parte de los cationes contenidos en la corriente son sodio, siendo estos poco selectivos por la resina de intercambio.

Flujo de alimentación:

W = 23 845.5 Kg/hr.

Q = 22 710 lt/hr.

Resina cationica de intercambio tipo fuerte forma H+ y en su interior tiene platos redistribuidores para evitar canalizaciones.

Temperatura de alimentación: Ambiente (15-25 °C)

Condiciones del fluido.

Concentración Máxima de cationes.

A la entrada: (no se tienen datos)

A la salida: (no se tienen datos)

Temperatura de alimentación: Ambiente (15-25 °C)

La caída de presión es de 15 a 20 psi. en condiciones de saturación de la resina. la presión máxima de trabajo en la línea de entrada es de 100 psia. La temp. de operación es de hasta 25 °C.

Dimensiones y volumen de la unidad.

El Material de construcción de la unidad es acero inox. ASME SA-240, tipo 316. Las dimensiones del equipo son: diametro de 70 cm. y una longitud de 120 cm.

El peso muerto de la unidad es de aproximadamente 170 Kg. incluyendo el soporte de la unidad.

Hoja de especificación de equipo.

Hoja 1 de 1.

Tag: FT-303.
Unidad: Filtro Anionico.
Tratamiento de efluente quimico.

Función:

Estos filtros tienen por objeto eliminar aniones no permitidos por la norma como el cianuro y algunos otros que no reaccionan con el peróxido de hidrógeno. La mayor parte de los aniones contenidos en la corriente son cloruros, siendo estos poco selectivos por la resina de intercambio.

Resina de intercambio tipo anionica fuerte forma OH-

Condiciones del fluido.

Concentración Máxima de aniones.

A la entrada: (no se tienen datos)

A la salida: (no se tienen datos)

Temperatura de alimentación: Ambiente 25 °C

La caída de presión es de 15 a 20 psi. en condiciones de saturación de la resina. la presión máxima de trabajo en la línea de entrada es de 100 psia. La temperatura de operación es de hasta 25 °C.

Dimensiones y volumen de la unidad.

El Material de construcción de la unidad es acero inoxidable ASME SA-240 tipo 316.

Las dimensiones del equipo son. diametro de 70 cm. y una longitud de 120 cm.

El peso muerto de la unidad es de aproximadamente 170 Kg. incluyendo el soporte de la unidad.

Hoja de especificacion de equipo.

Hoja 1 de 1.

Unidad: Bombas centrifugas.
Tratamiento de efluente químico.

BM-301 Bomba de distribución.
Servicio: Alimentación de agua al reactor de oxidacion total.
Unidad de succión: TA-301
Unidad de descarga: TN-301
Flujo manejado: 100 gpm.
NPSH disponible (Ft): 44.565
Cabeza a la descarga (Ft): hd = 52.814

BM-302 Bomba de alimentación a tanque precipitador.
Servicio: Alimentación de agua al tanque de precipitación.
Unidad de succión: TN-301
Unidad de descarga: TA-304
Flujo manejado: 100 gpm.
NPSH disponible (Ft): 38.00
Cabeza a la descarga (Ft): hd = 42.131

Descripción de la unidad: Bomba centrifuga accionada por motor eléctrico marca Crane Deming.

Capacidad: 150 gpm max.

Diámetro de succión: 3"

Diámetro de descarga: 2"

Diámetro máx. impulsor: 13"

Cabeza máx.: 175 Ft.

Potencia del motor: 2.5

Velocidad de rotación (rpm): 1780

Eficiencia: 75 %.

Materiales: impulsor de hierro forjado

internos de bronce

flecha de acero al carbón

Tag: BM-303.
 Unidad: Bomba de alimentación a filtro.
 Tratamiento de efluente químico.

Descripción de la unidad: Bomba centrífuga normal.

Servicio: Alimentación de agua a filtro de arena.

Unidad de succión: TA-304

Unidad de descarga: Red de drenaje minicipal.

Material de construcción: Acero al carbono normal.

Flujo manejado

W = 23 845.5 Kg/hr.

Q = 22 710 lt/hr.

Q = 100 gpm.

Cabeza a la succión (Ft): $h_s = 9.843$

NPSH disponible (Ft): 38.00

Cabeza a la descarga (Ft): $h_d = 189.583$

Carga dinámica total (Ft): 179.74

BHP Calculado: 5.6

BHP seleccionado: 6.0

Velocidad de rotación (rpm): 3550

Diámetro de succión: 3"

Diámetro de descarga: 2.5"

Diámetro máx. impulsor: 13"

TDH máx.: 300 Ft.

Q máx.: 150 gpm.

Eficiencia: 75 %.

TA-201:
Tanque de agua cruda

TA-202:
Clarificador

TA-204:
Tanque de desinfección

TA-205:
Tanque de neutralización

TD-201:
Tanque de alumbre

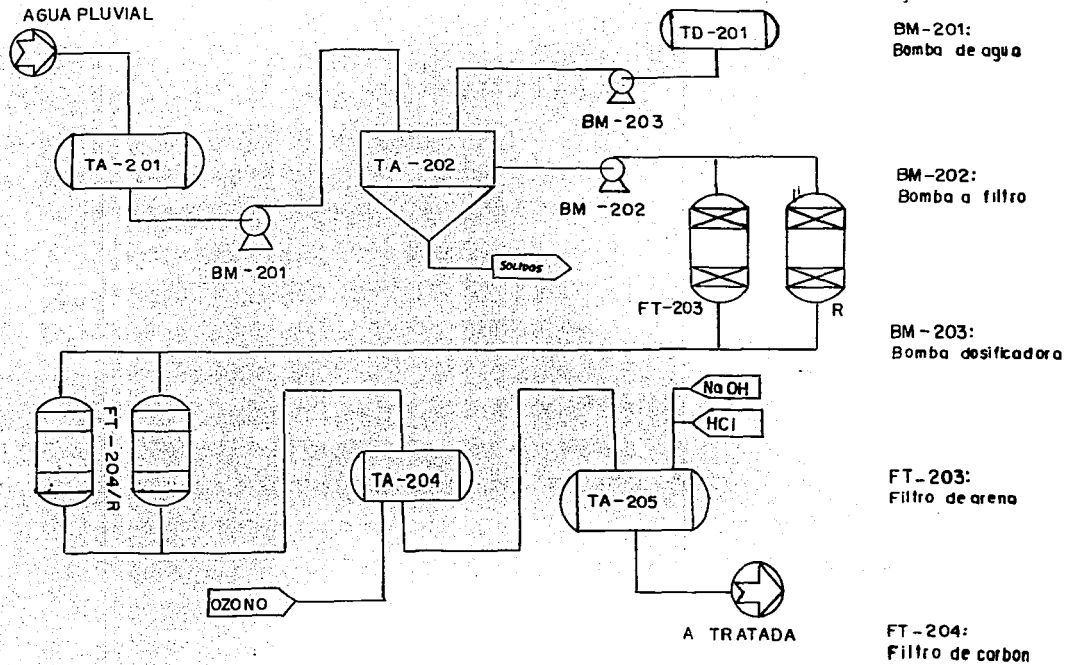


DIAGRAMA DE PROceso TRATAMIENTO DE AGUA PLUVIAL					
ESC.	ACOT.	FECHA	PROF.	DIBUJO TECNICO	
	ALUMNO			GRUPO	CALISTA
	DIAGRAMA No DDP-TAP-1/1				CALIFICACION

Ingeniería de Detalle

6.3] Presentación de la ingeniería para el proceso de tratamiento del efluente pluvial.

Información Contendida:

- (6.3.1) Relación de equipo.
 - (6.3.2) Diagrama de proceso.
 - (6.3.3) Balance de materia.
 - (6.3.4) Diagrama de tubería e instrumentos.
 - (6.3.5) Plano de localización de equipo.
 - (6.3.6) Hojas de especificación de equipo.
-

6.3.1] LISTA DE EQUIPO PARA EL PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUA PLUVIAL (TAG.):

TA-201	TANQUE DE ACUMULACION
TA-202	TANQUE FLOCULADOR
TA-204	TANQUE DE DESINFECCION
TA-205	TANQUE DE NEUTRALIZACION
TD-201	TANQUE DOSIFICADOR DE ALUMBRE
FT-203	FILTRO DE ARENA
FT-203 R	FILTRO DE RELEVO PARA FT-203
FT-204	FILTRO DE CARBON ACTIVADO
FT-204 R	FILTRO DE CARBON RELEVO PARA FT-204
BM-201	BOMBA DE AGUA CRUDA
BM-202	BOMBA A FILTRO
BM-203	BOMBA DOSIFICADORA

6.3.2] EL DIAGRAMA DE PROCESO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA PLUVIAL. SE MUESTRA EN LA SIGUIENTE PAGINA

DIAGRAMA No.
DDP-TAP-1/1

Ingeniería de Detalle

6.3.3] BALANCE DE MATERIA PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA PLUVIAL.

BALANCE DE MATERIA EN LINEAS DE INTERCONEXION TRATAMIENTO DE AGUA PLUVIAL.

CORRIENTE No.	FLUJO Kg/hr	LONGITUD Mt.	CAIDA DE P. PSI
1	5074.5	60	13.92
2	2.689		
3	4992.47	10	36.1
4	4992.47	10	36.1
5	L.D.S.		
6	4992.47	15.0	00.0
7	L.F.I.		
8	82.027		

Notas. L.F.I.: Línea de flujo intermitente.
L.D.S.: Línea de servicios.

El número de identificación de corriente o línea, es el mismo que el referenciado en los diagramas de proceso y de tubería e instrumentos. Las corrientes identificadas con literales, corresponden al diagrama de bloques.

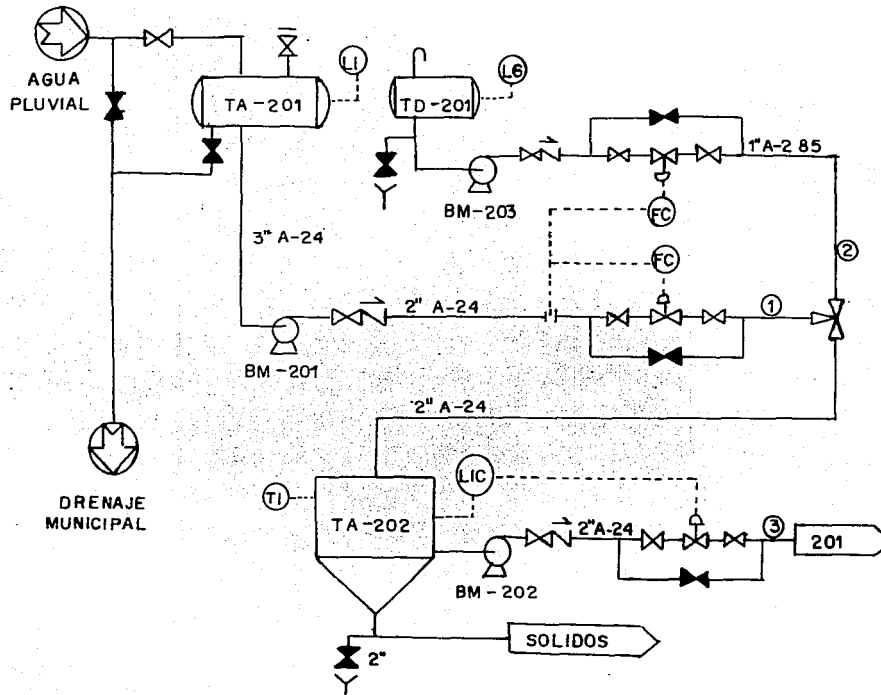
6.3.4] DIAGRAMAS DE TUBERIA E INSTRUMENTOS PARA EL
PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUA PLUVIAL.

DIAGRAMAS No.
DTI-TAP-1/2
DTI-TAP-2/2

TA-201:
T. de agua cruda
Concreto armado 6310 m³

TA-202:
CLARIFICADOR
Acero al carbon 1.1 m³

TD-201:
Tanque de alumbre
Acero inoxidable 2 m³



BM-201:
Bomba de agua
50 GPM 1HP

BM-202:
Bomba a filtro
50 GPM 1HP

CODIGO DE MATERIALES
A-2 85 Acero al carbon
A-2 4 PVC

DIA GRAMA DE TUBERIA E INSTRUM. TRAT. DE AGUA PLUVIAL

ESC.	ACOT.	FECHA	PROF.	DIBUJO TECNICO	
	ALUMNO			GRUPO	LISTA
	DIAGRAMA No DTI-TAP-1/2			200	CALIFICACION

FT - 203 / R:
Filtros de arena

FT - 204 / R:
Filtros de carbon

TA - 205:
Tanque de neutralizacion

TA - 204:
Tanque de desinfeccion

TA - 206:
Tanque de ozono

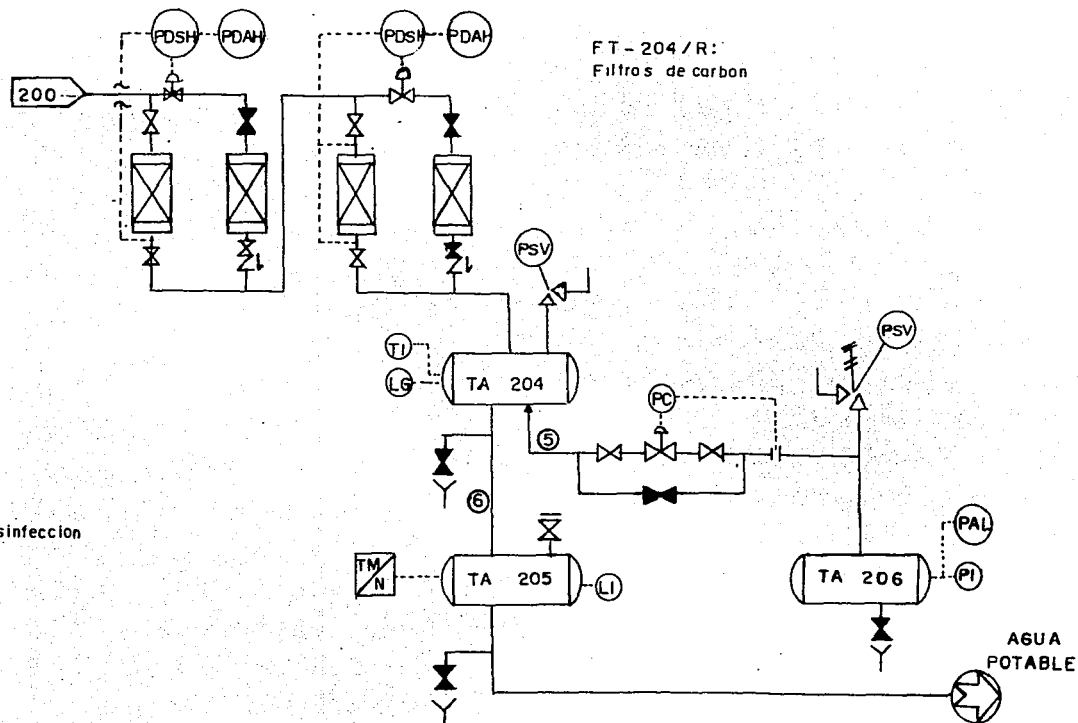
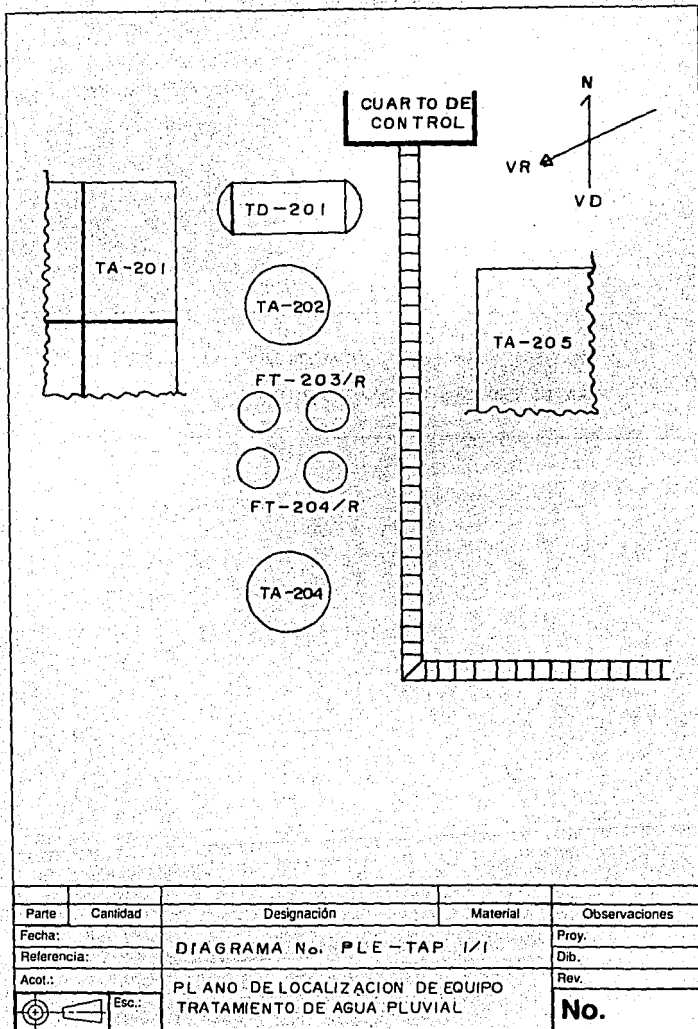


DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUM. TRAT. DE AGUA PLUVIAL

ESC.	ACOT.	FECHA	PROF.	DIBUJO TECNICO	
	ALUMNO			GRUPO	BOLETA
	DIAGRAMA No DTI-TAP - 2/2			201	CALIFICACION

[6.3.5] PLANO DE LOCALIZACION DE EQUIPO
PARA EL PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUA PLUVIAL.



LEYENDA PARA EL PLANO DE LOCALIZACION DE EQUIPO
DEL TRATAMIENTO DE AGUA PLUVIAL PLE-TAP

TAG.	EQUIPO:
TA-201	TANQUE DE ACUMULACION
TA-202	TANQUE FLOCULADOR
TA-204	TANQUE DE DESINFECCION
TA-205	TANQUE DE NEUTRALIZACION
TD-201	TANQUE DOSIFICADOR DE ALUMBRE
FT-203	FILTRO DE ARENA
FT-203 R	FILTRO DE ARENA
FT-204	FILTRO DE CARBON ACTIVADO
BM-201	BOMBA DE AGUA CRUDA
BM-202	BOMBA A FILTRO
BM-203	BOMBA DOSIFICADORA

6.3.6] HOJAS DE ESPECIFICACION DE EQUIPO PARA EL PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUA PLUVIAL.

Hoja 1 de 1.

Tag: TA-201
 Unidad: Tanque de recepción
 Tratamiento de agua pluvial

Función: Este recipiente tendrá funciones de recepción y acumulación de agua proveniente del dren pluvial, y separará materiales sólidos de alta densidad (arenas) a la entrada del mismo.

Descripción de la unidad: este recipiente será rectangular y el fondo, tendrá un desnivel de 5 en 100. Se usará como material de construcción concreto armado de cemento tipo portland y varilla corrugada de 1/2". Así mismo por la capacidad del tanque, éste se dividirá en cuatro unidades idénticas, divididas por paredes.

Volumen total de la unidad (V): 25 240 m³.
 Volumen de cada unidad: 6 310 m³.

Dimensiones.

Volumen (m³): 6 310

Espesores.

Ancho (m): 25.1

Paredes (cm): 15

Longitud (m): 50.2

Tapa (cm.): 15

Profundidad (m): 5.0

Piso (cm.): 15

Profundidad (desnivel): 7.51 m.

Material de construcción: Concreto armado de cemento tipo portland y varilla corrugada de 1/2".

Recubrimiento: tipo vinílico.

Hoja de especificación de equipo.

Hoja 1 de 1.

TAG: TA-202
Unidad: Clarificador.
Tratamiento de agua pluvial.

Función: Efectuar las operaciones de coagulación y sedimentación de los flóculos formados, disminuyendo la concentración de materia orgánica.

Flujo de alimentación (Kg/hr.): 5 074.5

Naturaleza de los sólidos a remover: en su mayor parte orgánicos.

Concentración de sólidos a la alimentación del equipo:
500 ppm. (0.5 g/lt.)

Concentración de sólidos a la salida del equipo:
100 ppm máximo.

[*] Velocidad ascensional (m/hr): 1.5

[*] Tiempo de residencia (mín): 12

[*] Presión de operación / de diseño (lb/in²): 14.7

Temperatura de operación (°C): 18 a 25

[*] Flóculante:

[*] PH de operación:

Dimensiones.

Volumen (m³): 1.015

Espesores

[*] Diámetro (m):

[*] Cuerpo (in.):

[*] Longitud (m):

[*] Tapas (in.):

[*] Tipo de tapas:

[*] Material de construcción:

[*] Recubrimiento:

[*] Peso Muerto (Ton.)

[*] Peso en operación (Ton.)

Nota [*]: Parámetros de diseño que deberán ser proporcionados por el fabricante para cumplir con los requerimientos del proceso.

Tag: TA-204
 Unidad: Tanque de desinfección.
 Tratamiento de agua pluvial

Función: Disminuir mediante oxidación la demanda total de oxígeno (DBO + DQO), consecuencia de materia orgánica e inorgánica remanente de etapas anteriores. así mismo el ozono inyectado funcionará como bactericida a fin de eliminar la actividad de microorganismos presentes aún en solución. La inyección de ozono será a una concentración de 30

Descripción de la unidad: Recipiente cilíndrico vertical con tapas toriesfericas.

Flujo de alimentación (Kg/hr.): 4.992

[DBO] de entrada: 124.8 g DBO/hr.

Concentración de DBO: 25 ppm.

Flujo de alimentación de ozono: 124.8 g/hr.

Debido a la cantidad tan pequeña de gas por inyectar, éste estará diluido al 10 % en volumen con nitrógeno.

Tiempo de residencia (min): 20

Presión de operación (lb/in²): 22.05

Presión de diseño (lb/in²): 29.63

Temperatura de operación (°C): 15 - 25

Dimensiones.

Volumen (m³): 2.0

Diámetro (m): 1.2

Longitud (m): 1.8

Espesores.

Cuerpo (in.): 3/16

Tapas (in.): 3/16

Tipo de tapas: Toriesfericas.

Código de construcción: ASME

Material de construcción:

Se usará como material de construcción acero inoxidable ASME SA-240 grado 304. El esfuerzo a la tensión (S) para este material es de 15 600 psi (hasta 200 °F).

Recubrimiento: Ninguno

Peso Muerto (Kg.): 386.4

Peso en operación (Ton.): 2.386

Tag: TA-205
Unidad: Tanque de neutralización.
Tratamiento de agua pluvial.

Función: Este recipiente tendrá funciones de recepción y acumulación de agua tratada del dren pluvial, y neutralización del mismo.

Descripción de la unidad: Recipiente rectangular de fondo plano dividido en dos secciones. Así mismo por las características propias del fluido, se usará como material de construcción concreto armado de cemento tipo portland y varilla corrugada de 3/8"

Volumen de la unidad (V): 120 m3.
Volumen parcial de cada depósito: 60 m3

Dimensiones.

Volumen (m3): 60	Espesores.
Ancho (m): 2.5	Paredes (cm): 12
Longitud (m): 4.5	Tapa (cm.): 15
Profundidad (m): 5.33	Piso (cm.): 15

Material de construcción: Concreto armado de cemento tipo portland y varilla corrugada de 3/8".

Recubrimiento: tipo vinílico.

Tag: TD-201
 Unidad: Tanque acumulador de floculante
 Tratamiento de agua pluvial

Funcion: almacenar floculante para dosificar a la unidad de clarificación TA-202.

Descripción de la unidad: Será un recipiente cilíndrico horizontal de acero inoxidable ASME SA-240 grado 304. La presión de operación será la atmosférica (12.38 lb/in²) Y la temperatura promedio de operación será de 20 °C. (293.15 °K).

Capacidad de almacenamiento (m3): 1.0

Presión de operación / de diseño (lb/in²): 12.4 / 14.65

Temperatura de operación (°C): 20

Dimensiones.

Volumen (m3): 1.0

Espesores.

Diámetro (m): 0.8

Cuerpo (in.): 1/8

Longitud (m): 2.0

Tapas (in.): 1/8

Tipo de tapas: Planas

Código de construcción: ASME

Material de construcción: Acero inoxidable ASME SA-240 Grado 304.

Recubrimiento: Ninguno.

Peso muerto aprox. (Ton.): 0.16

Peso en operación (Ton.) 1.28

TAG: FT-203 / FT-203 R
Unidad: Filtros de arena.
Tratamiento de agua pluvial.

Función: Eliminar los floculos arrastrados de la unidad de clarificación.

Flujo de alimentación: 5 074.5 Kg/hr.
5 074.5 lt/hr.

Condiciones del fluido.

Concentraci3n M3xima de s3lidos totales.
A la entrada: 300 mg/lt.
A la salida: 100 mg/lt.

Di3metro m3nimo de filtraci3n (micras): 3
Temperatura de operaci3n (°C): 15 - 25
PH: 6.5 - 7.5

Caida de presi3n:

La caida de presi3n es de 15 a 20 psi. en condiciones de saturaci3n del medio filtrante. la presi3n m3xima de trabajo en la l3nea de entrada es de 100 psia. La temperatura de operaci3n es de hasta 60 °C.

Caracter3sticas del medio filtrante:

El medio filtrante del equipo cotizado. son cartuchos intercambiables en material pl3stico (Nylon), reutilizables, debiendo hacerse un retrolavado. La capacidad de retenci3n del medio filtrante es de 15 micras.

Dimensiones y volumen de la unidad.

El Material de contrucci3n de la unidad es acero al carb3n A3E SA-285 C. recubierto con p3ietileno de baja densidad.
Las dimensiones del equipo son. diametro de 65 cm. y una longitud de 100 cm. incluyendo el soporte de la unidad.
El peso muerto de la unidad es de aproximadamente 150 Kg.

Tag: FT-204 & FT-204/R
Unidad: Filtros de carbón activado.
Tratamiento de agua pluvial

Estos filtros tienen por objeto eliminar color, olor y sabor que pudiera existir en el agua como consecuencia de materia orgánica presente en solución:

Flujo de alimentación: 5 074.5 lt/hr.

Condiciones del fluido.

Concentración Máxima de sólidos totales.

A la entrada: 100 mg/lt.

Temperatura de alimentación: Ambiente: (15-25 °C)

Material de empaque: Carbón activado pulverizado.

Material de construcción.

El material recomendado para este equipo es plástico (polopropileno), pudiendo ser de algún material no ferroso que resista la corrosión y las condiciones de operación.

Caida de presión:

La caída de presión es de 10 a 15 psi. en condiciones de saturación del medio filtrante, la presión máxima de trabajo en la línea de entrada es de 15 psia. La temperatura de operación es de hasta 60 °C.

Características del medio filtrante.

El medio filtrante del equipo cotizado, son cartuchos intercambiables en material plástico (Nylon), reutilizables, debiendo hacerse un retrolavado. La capacidad de retención del medio filtrante es de 5 micras.

Dimensiones y volumen de la unidad.

El Material de construcción de la unidad es acero al carbón AIME SA-285 C, recubierto con plietileno de baja densidad.

Las dimensiones del equipo son, diametro de 65 cm. y una longitud de 100 cm. incluyendo el soporte de la unidad.

El peso muerto de la unidad es de aproximadamente 150 Kg.

Tag: BM-201.
Unidad: Bomba de distribución.
Tratamiento de agua pluvial.

Descripción de la unidad: Bomba centrífuga normal.

Servicio: Alimentación de agua a tanque floculador.

Unidad de succión: TA-201

Unidad de descarga: TA-202

Material de construcción: Acero al carbón normal.

Flujo manejado.

W = 5 074.5 Kg/hr.

Q = 5 074.5 lt/hr.

Q = 22.34 gpm.

Cabeza a la succión (Ft): h_s = 16.405

NPSH disponible (Ft): 45.973

Cabeza a la descarga (Ft): h_d = 32

Carga dinámica total (Ft): 15.6

BHP calculado: 0.139

BHP seleccionado: 1.0

Velocidad de rotación (rpm): 1450

Diámetro de succión: 2"

Diámetro de descarga: 1.5"

Diámetro máx. impulsor: 10"

TDH máx.: 50 Ft.

Q máx.: 50 gpm.

Eficiencia: 65 %.

Tag: BM-202.
 Unidad: Bomba de distribución.
 Tratamiento de agua pluvial.

Descripción de la unidad: Bomba centrífuga normal.

Servicio: Alimentación de agua a filtros de arena y carbón activado.

Unidad de succión: TA-202

Unidad de descarga: TA-204

Material de construcción: Acero al carbón normal.

Flujo manejado:

W = 4 992.5 Kg/hr.

Q = 4 992.5 lt/hr.

Q = 21.98 gpm.

Cabeza a la succión (Ft): $h_s = 6.562$

NPSH disponible (Ft): 36.13

Cabeza a la descarga (Ft): $h_d = 83.5$

Carga dinámica total (Ft): 76.94

BHP calculado: 0.77

BHP seleccionado: 1.0

Velocidad de rotación (rpm): 1450

Diámetro de succión: 2"

Diámetro de descarga: 1.5"

Diámetro máx. impulsor: 10"

TDH máx.: 75 Ft.

Q máx.: 30 gpm.

Eficiencia: 75 %.

Tag: BM-203.
Unidad: Bomba de dosificación de coagulante.
Tratamiento de agua pluvial.

Bomba a utilizarse:

La bomba a utilizarse será del tipo recíprocante. El material de construcción será acero inoxidable para las partes húmedas y al carbón para el resto de las partes.

Fluido manejado: Solución de floculante.

Flujo: 1 470.4 g/hr.
1.225 lt/hr.
5.394 gpm.

Cabeza a la descarga (hd): 26.87 Ft. (11.63 PSI).

La bomba de dosificación utilizada será marca Milton Roy con las siguientes características.

Capacidad: 5.4 gpm calibrada.

Diámetro de succión: 3/4"

Diámetro de descarga: 1/2"

Número de etapas: 1

Número de cilindros por etapa: 1

Cabeza máx.: 100 psi.

Potencia del motor: 3/4 H.P.

Eficiencia: 75 %.

Materiales: cilindros de acero inoxidable.

anillos de acero inoxidable.

pistones de aluminio.

6.4] Servicios auxiliares requeridos por las plantas de tratamiento.

Información Contendida:

- [6.4.1] Relación de servicios requeridos.
 - [6.4.2] Relación de equipo.
 - [6.4.3] Diagramas de servicios auxiliares.
 - [6.4.4] Hojas de especificación de equipo.
-

[6.4.1] Relación de servicios auxiliares requeridos.
Relación de servicios auxiliares requeridos por los procesos de tratamiento de agua aplicables a la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán.

- 1) Energía eléctrica trifásica 220 V y monofásica 110 V.
- 2) Aire comprimido.
- 3) Agua para calentamiento.
- 4) Agua para enfriamiento.
- 5) Gas combustible.
- 6) Ozono.
- 7) Peróxido de hidrógeno.

Suministro de Servicios Auxiliares.

- 1) La acometida de energía eléctrica será suministrada por Comisión Federal de Electricidad teniendo disponible a 110 y 220 V. La Facultad cuenta ya con una subestación eléctrica.
- 2) El aire comprimido será generado por una unidad de compresión.
- 3) El agua para calentamiento, procederá de una unidad de calefacción automática provista de un quemador usándose como combustible gas natural generado en el proceso de degradación de fangos.
- 4) El agua para enfriamiento será pluvial previamente tratada, teniendo una torre de enfriamiento y un tanque de almacenamiento.
- 5) El gas combustible requerido será generado en el proceso de degradación de fangos.
- 6) El ozono se comprará a una compañía externa y se almacenará para su consumo gradual.
- 7) El peróxido de hidrógeno (agua oxigenada) se comprará a una compañía externa y se almacenará para su consumo gradual.

Ingeniería de detalle

Requerimientos de Servicios Auxiliares. Balance de Materia.

- 1) Energía eléctrica trifásica 220 V y monofásica 110 V.
Requerida por todos los motores eléctricos, alumbrado y señales eléctricas. (no se cuantifica la energía consumida).

2) Aire comprimido requerido por los equipos:

	Kg/hr.	SCFM
TA-104 Tanque de aeración	7.76	6.0
TA-304 Tanque sedimentador	7.50	5.76

Bombas de diafragma

BM-102	2 scfm	60 psig
BM-103	6 scfm	60 psig
BM-108	6 scfm	60 psig
BM-109	6 scfm	60 psig

Total 20 scfm.

Para TA-104:

El volumen ocupado por los 7.5 Kg de aire es de:

$$(1.293)(7.5) = 9.697 \text{ m}^3.$$

$$(9.697)(35.31)/(60) = 5.706 \text{ scfm.}$$

Por tanto el total de aire requerido es de:

$$11.706 + 20 = 31.706 \text{ scfm. a una presión de descarga mínima de 80 psig.}$$

- 3) Agua para calentamiento.
Requerida únicamente por el calentador de fangos y el digestor secundario en la generación de gas combustible:

CF-101 1002 lb/hr.

DG-102 309 lb/hr.

Total: 1 311 lb/hr = 595.19 Kg/hr.

- 4) Agua para enfriamiento 14 312 Lb/Hr.
requerido únicamente por el condensador de vapores CV-101.

- 5) Gas combustible.
requerido por el secador de fangos degradados y por el calentador de agua para calentamiento.
SR-101 0.1782 Kg/hr.
CW-401 menos de 1.5 Kg/hr.

El proceso genera 3.55 Kg/hr.

por lo que es autosuficiente el requerimiento de gas combustible.

Ingeniería de detalle

- 6) Ozono.
Requerido por los equipo de desinfección en tratamientos sanitario y pluvial.

TA-109 1.858 g de ozono por hora

TA-204 124.8 g de ozono por hora

- 7) Peróxido de hidrógeno
requerido unicamente por los equipo de desinfección en tratamiento de dren químico.

6.4.2] Relacion de claves de identificación de equipo de servicios auxiliares inherentes a las plantas de tratamiento de agua.

TA-401	TANQUE ACUMULADOR DE AGUA DE ENFRIAMIENTO
TA-402	TANQUE ACUMULADOR DE AGUA DE ENFRIAMIENTO RETORNO
TA-403	TANQUE ACUMULADOR DE AGUA DE REPOSICION.
TA-404	TANQUE ACUMULADOR DE AGUA CALIENTE RETORNO.
CC-401	COMPRESOR DE AIRE.
CW-401	CALENTADOR DE AGUA.
TE-401	TORRE DE ENFRIAMIENTO.
US-401	UNIDAD DE SUAVIZACION.
BM-401	BOMBA DE ALIMENTACION AGUA DE ENFRIAMIENTO.
BM-402	BOMBA DE ALIMENTACION A TORRE DE ENFRIAMIENTO.
BM-403	BOMBA DE CARGA AGUA DE REPOSICION.
BM-404	BOMBA DE AGUA CALIENTE.

6.4.3] DIAGRAMAS DE SERVICIOS AUXILIARES.

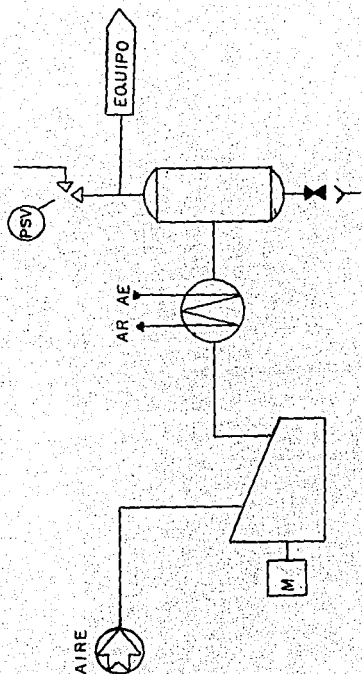
En los siguientes diagramas se muestra la generación de algunos de los servicios auxiliares requeridos.


Diagramas No.

DSA- 01 Diagrama para la generación de aire comprimido.

DSA- 02 Diagrama para el ciclo de agua de enfriamiento.

DSA- 03 Diagrama para el ciclo de agua de caliente.



Parte	Cantidad	Designación	Material	Observaciones
Fecha:		DIAGRAMA No DSA-01		Proy.
Referencia:				Dib.
Acol.:		DIAGRAMA DE SERVICIOS AUXILIARES GENERACION DE AIRE COMPRIMIDO		Rev.
 Esc.:				No.

TA-401:
Tanque de agua fría

TA-402:
Tanque de agua caliente

TA-403:
Ti de agua de reposición

TE-401:
Torre de enfriamiento

BM-401:
Bomba de distribución

BM-402:
Bomba de carga

BM-403:
Bomba de distribución

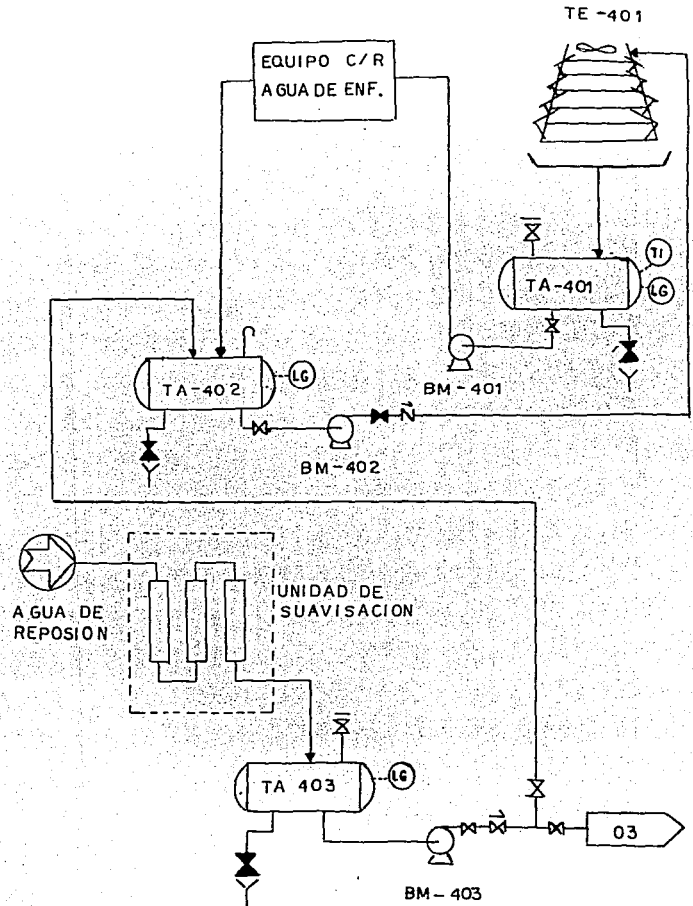


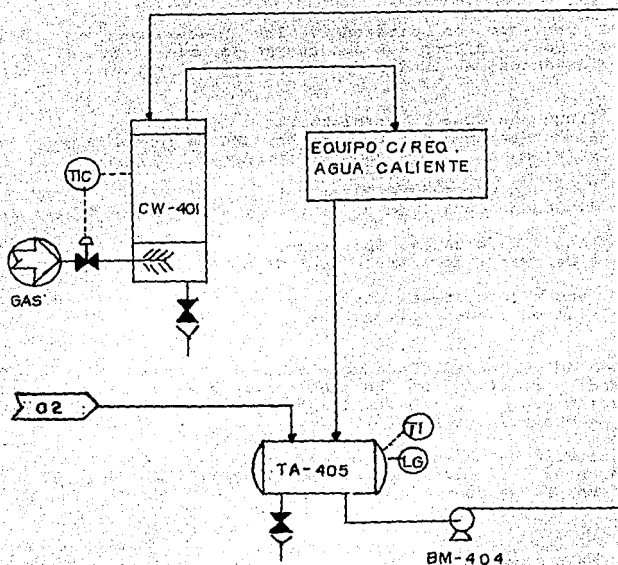
DIAGRAMA DE SERVICIOS AUXILIARES CICLO AGUA DE ENFRIAMIENTO

ESC.	ACOT.	FECHA	PROF.	DIBUJO TECNICO	
	ALUMNO			GRUPO	Nº LISTA
	DIAGRAMA No DSA-02			02	CALIFICACION

DIAGRAMA DE SERVICIOS AUXILIARES;
CICLO CALENTAMIENTO DE AGUA

BM-404

Bomba de servicio



CW-401
Calentador de agua

BM-404

TA-405
Tanque de Agua

Parte	Cantidad	Designación	Material	Observaciones
Fecha:		DIA GRAMA No. DSA-03		Proy.
Referencia:				Dib.
Acot.:				Rev.
Esc.:				No. 03

Ingeniería de detalle

6.4.4] Hojas de especificación de equipo para los servicios auxiliares de los procesos de tratamiento.

Hoja 1 de 1

Unidad: Recipientes de acero al carbón.
Servicios Auxiliares.

Para los recipientes:

TA-401
TA-402

TA-403
TA-405

Aunque el servicio es diferente, las dimensiones así como los materiales son los mismos por lo que se agrupan todos ellos en una sola hoja de datos, anotándose por separado el servicio de cada una de ellos.

TA-401 Tanque de agua de enfriamiento.

Servicio: Almacenar agua de fría proveniente de la torre de enfriamiento, para su distribución.

TA-402 Tanque a torre de enfriamiento.

Servicio: Almacenar agua fría de retorno y abastecerla a la torre

TA-403 Tanque de agua de reposición.

Servicio: Almacenar y distribuir agua de servicios.

TA-403 Tanque de agua caliente.

Servicio: Almacenar agua caliente de retorno.

Descripción de la unidad: Será un recipiente cilíndrico horizontal de tapas planas, construido en acero al carbón ASME SA-285-C. La presión de operación será la atmosférica (12.38 lb/in²); la temperatura promedio de operación será de 20 °C.

Capacidad de almacenamiento (m³): 1.0

Presión de operación / de diseño (lb/in²): 12.4 / 14.85

Temperatura de operación (°C): 20

Dimensiones.

Volumen (m³): 1.0

Diámetro (m): 0.8

Longitud (m): 2.0

Espesores.

Cuerpo (in.): 3/16"

Tapas (in.): 3/16"

Tipo de tapas: Planas.

Código de construcción: ASME

Peso muerto aprox. (Ton.): 0.16

Peso en operación (Ton.): 1.4 máx.

Hoja de especificación de equipo

Hoja 1 de 1.

Tag: CC-401
Unidad: Unidad de compresión de aire.
Servicios Auxiliares.

Función: Comprimir aire para su almacenamiento y posterior distribución. La demanda de aire es de 31.706 scfm. a una presión de descarga mínima de 80 psig.

1] Condiciones del aire a la entrada.

Flujo volumétrico (scfm) = 31.706
Flujo masico (W) = $(31.706)(60)(1.29)/(35.31) = 69.5$ Kg/hr.
Densidad del gas (δ) = 1.29 (Kg/m³)
Presión (P) = 13.46 psia.
Temperatura: = 20 °C. (promedio)
Humedad: 40 % (máxima)

2] Condiciones del aire a la descarga.

La presión de almacenamiento es de 100 psig. (6.8 atm.) Y la temperatura promedio de operación será de 25 °C. (298.15 °K).

Flujo gas (Wg) = 69.5 Kg/hr.
Flujo volumétrico (scfm) = 31.706
Flujo volumétrico (lt/hr) = 579.2
Presión (P) = 100 psig.
Temperatura: 25 °C.

Este equipo de compresión resulta ser sencillo por lo que una etapa de compresión será suficiente para los requerimientos, el compresor más adecuado en este caso será del tipo reciprocante con un sistema integrado para arranque por diferencia de presión y un tanque de balance de 500 lt de capacidad.

Hoja de especificación de equipo

Hoja 1 de 1.

Tag: CW-401
Unidad: Calentador de agua.
Servicios Auxiliares.

Función: Calentar agua para servicios en equipo de calentamiento.

Descripción de la unidad: Debido a la cantidad y condiciones requeridas, será un calentador comercialmente conocido como boyler, usando gas natural como combustible.

Flujo de agua a calentar: 1 311 lb/hr (595.19 Kg/hr).

Temperatura a la entrada: 15 a 18 °C.

Temperatura de salida: 92 °C.

Propiedades físicas del gas natural.

Poder calorífico (H) = 10 300 Kcal/Kg.

Aire requerido (H) = 13.5 Kg aire /Kg gas.

Carga térmica requerida: 45 234.44 Kcal/Hr.

Gas natural requerido: 4.391 Kg/Hr.

Aire requerido: 59.28 Kg.

Tag: TE-401
Unidad: Torre de enfriamiento
Servicios Auxiliares:

Función: Suministrar agua de enfriamiento para la condensación de vapores efluentes de los biodigestores.

Descripción de la unidad:

Será una torre de enfriamiento con ventilador para inducción forzada de aire, accionado por un motor eléctrico de 3.5 H.P.

Flujo de agua alimentada: 28.6 gpm

Condiciones a la entrada:

Flujo volumétrico (gpm) = 28.5934
Flujo masico (W) = 14 312 Lb/Hr.
Densidad (δ) = 62.4 (Lb/Ft³)
Presión de vapor (P) = 5.46 psia.
Temperatura: = 80 °C. (promedio)

Condiciones a la salida:

Flujo volumétrico (gpm) = 28.5934
Flujo masico (W) = 14 312 Lb/Hr.
Densidad (δ) = 62.4 (Lb/Ft³)
Presión de vapor (P) = 0.59 psia.
Temperatura: = 10 °C. (promedio)

La temperatura promedio en Cuautitlán es 25 °C.

La demanda de agua de enfriamiento es de 14 312 Lb/Hr. (28.5934 gpm).

la temperatura de bulbo húmedo promedio en sitio es de 10 °C

la temperatura de bulbo seco promedio en sitio es de 25 °C

la humedad relativa promedio es de 45 %

Hoja de especificación de equipo

Para las bombas:

BM-401
BM-402

BM-403
BM-404

Aunque el servicio es diferente, la caracterización es la misma, por lo que se agrupan todas ellas en una sola hoja de datos; anotándose por separado el servicio de cada una de ellas.

BM-401 Bomba para agua de enfriamiento.

Servicio: Alimentación de agua enfriamiento a condensador de vapor.

Unidad de succión: TA-401.

Unidad de descarga: CV-101.

Fluido manejado: Agua de servicios.

Flujo requerido: 28.6 gpm

Cabeza de descarga: 20 Ft

NPSH Disponible: 25 Ft.

BM-402 Bomba a torre de enfriamiento.

Servicio: suministrar agua a la torre de enfriamiento.

Unidad de succión: TA-402.

Unidad de descarga: TE-401.

Fluido manejado: Agua de servicios

Flujo requerido: 30 gpm

Cabeza de descarga: 45 Ft

NPSH Disponible: 25 Ft.

BM-403 Bomba para agua de reposición.

Servicio: suministrar agua blanda para reposición.

Unidad de succión: TA-403.

Unidad de descarga: TA-402 y TA-405

Fluido manejado: Agua de servicios

Flujo requerido: 50 gpm

Cabeza de descarga: 15 Ft

NPSH Disponible: 25 Ft.

BM-404 Bomba para agua caliente.

Servicio: suministrar agua a la unidad de calentamiento.

Unidad de succión: TA-404.

Unidad de descarga: CW-401.

Fluido manejado: Agua de servicios

Flujo requerido: 50 gpm

Cabeza de descarga: 15 Ft

NPSH Disponible: 25 Ft.

Hoja de especificación de equipo

Hoja 1 de 1.

Unidad: Bombas centrífugas horizontales.

- BM-401 Bomba para agua de enfriamiento.
- BM-402 Bomba a torre de enfriamiento.
- BM-403 Bomba para agua de reposición.
- BM-404 Bomba para agua caliente.

Descripción de la unidad: Bomba centrífuga horizontal accionada por motor eléctrico marca Crane Deming.

Capacidad: 50 gpm max.

Diámetro de succión: 2"

Diámetro de descarga: 1.5"

Diámetro máx. impulsor: 8"

Cabeza de descarga máx.: 75 Ft.

Potencia del motor: 1.5

Velocidad de rotación (rpm): 1750

Eficiencia: 75 %.

Materiales: impulsor de hierro forjado
internos de bronce
flecha de acero al carbón

C A P Í T U L O V I I

D I M E N S I O N A M I E N T O D E L I N E A S D E I N T E R C O N E X I O N

Dimensionamiento de tuberías

En este capítulo se presentan los cálculos correspondientes y aplicables al dimensionamiento de líneas de interconexión para los diferentes procesos de tratamiento de efluentes.

Una vez dimensionada la tubería de interconexión, haremos una tabulación de las corrientes que intervienen en el proceso con el número de identificación dado en los diagramas de proceso y diagrama de tubería e instrumentos.

7.1) DIMENSIONAMIENTO PARA LINEAS DE INTERCONEXION DEL PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUA SANITARIA.

En corrientes del proceso principal, el flujo máximo es de 3 292 lt/hr, mientras que el mínimo es de 2 489 lt/hr.

1) Material:

En virtud de la corrosividad del fluido, la tubería será de Cloruro de polivinilo (PVC) tipo hidráulica, y en virtud de las presiones manejadas utilizaremos en RD 26.

La presión máxima de trabajo de ésta tubería en este material es de 11.2 Kilogramos por centímetro cuadrado, hasta 25 °C.

2) Cálculo del diámetro para el flujo máximo:

2.1) Cálculo del flujo volumétrico.

Considerando que 1 Ft cúbico son 28.32 lt. y que 1 hr son 60 min.

$$Q = (3\ 292) / [(28.32)(60)]$$

$$Q = 1.9374 \text{ FCM (pies cúbicos por minuto).}$$

2.2) Cálculo del área de flujo:

Atendiendo criterios de velocidad recomendable, asumiremos una velocidad lineal de 4 FPS (pies por segundo), correspondiente a un régimen de flujo laminar.

$$U = (4 \text{ FPS})(60) = 240 \text{ Ft/min.}$$

$$A = (Q)(144)/(U) [=] \text{ in}^2$$

$$A = (1.9354)(144)/(240) = 1.162 \text{ in}^2$$

2.3) Diámetro calculado:

$$A = (1/4)(\pi)(D)^2$$

$$D = [(4)(A)/(\pi)]^{1/2}$$

$$D = [(4)(1.162)/(3.1416)]^{1/2}$$

$$D = 1.216''$$

Dimensionamiento de tuberías

3) Cálculo del diámetro para el flujo mínimo:

3.1) Cálculo del flujo volumétrico:

Considerando que 1 Ft cúbico son 28.32 lt. y que 1 hr son 60 min.

$$Q = (2\ 489) / [(28.32)(60)]$$

$$Q = 1.406 \text{ FCM (pies cúbicos por minuto)}$$

3.2) Cálculo del área de flujo:

Atendiendo criterios de velocidad recomendable, asumiremos una velocidad lineal de 4 FPS (pies por segundo) correspondiente a un régimen de flujo laminar.

$$U = (4 \text{ FPS})(60) = 240 \text{ Ft/min.}$$

$$A = (Q)(144)/(U) [=] \text{ in}^2$$

$$A = (1.406)(144)/(240) = 0.84 \text{ in}^2$$

3.3) Diámetro calculado:

$$A = (1/4)(\pi)(D)^2$$

$$D = [(4)(A)/(\pi)]^{1/2}$$

$$D = [(4)(0.84)/(3.1416)]^{1/2}$$

$$D = 1.034''$$

Haciendo la comparación entre los flujos máximo y mínimo, observamos que no son muy diferentes, de hecho caen en el mismo diámetro comercial, por lo que asumiremos un mismo diámetro para todas las líneas de interconexión que caigan en este rango.

El diámetro comercial de la tubería en el material propuesto, es de 1 1/2", cuyo diámetro exterior es el mismo y el espesor de pared para un RD-26 es de 5.4 mm, por lo que el diámetro interno es de 1.25" y tiene un área de flujo de 1.227 in².

Dimensionamiento de tuberías

DIMENSIONAMIENTO DE LINEAS DE INTERCONEXION
TRATAMIENTO DE AGUA SANITARIA
Y FANGOS.

CORRIENTE No.	FLUJO Kg/hr	LONGITUD Mt.	CAIDA DE P. PSI
1	3 390	L.F.I.	
2	593.30	L.F.I.	
3	2796.7	8.0	12.960
4	7.76	L.D.S.	
5	3 029.75	3.0	00.000
6/7	16.95	4.0	13.065
8	3 029.75	6.0	00.000
9	250.0	3.0	00.000
10	1.47	3.0	05.774
11	124.49	6.0	10.811
12	2 655.26	10.0	11.619
13	2 563.26	5.0	08.629
15	93.475	3.0	10.027
16	2 655.26	3.0	03.044
17	L.F.I.		
18	L.F.I.		
19	L.D.S.		
20	2 563.26	L.F.I.	
21	490.735	10.0	11.619
22	768.1	10.0	10.766
23	57.06	GAS.	
24/25	711.54	12.0	01.935
26	711.54	6.0	10.110
27	L.F.I.		
28	L.F.I.		
29	L.F.I.		
30	L.F.I.		
31	L.F.I.		
32	0.5	GAS.	

Notas. L.F.I.: Línea de flujo intermitente.
L.D.S.: Línea de servicios.

El número de identificación de corriente o línea, es el mismo que el referenciado en los diagramas de proceso y de tubería e instrumentos.

Dimensionamiento de tuberías

Consideraciones:

La longitud de las líneas de interconexión se estimaron en base al plano de localización general de equipo (PLE -TAS - 1/1)

el número de identificación de corriente dado en los diagramas de proceso y diagrama de tubería e instrumentos, es el mismo que aparece tabulado en la hoja anterior.

Las caídas de presión en las líneas de interconexión están calculadas como si se tratara de tubería de acero al carbón, sin embargo esto es válido, ya que la tubería de plástico ofrece menor resistencia al flujo que la tubería de acero. Esto influye ciertamente en la selección de potencia de las bombas, sin embargo creemos que esto no conduce a un error apreciable, ya que tanto el flujo como la cabeza son pequeñas.

Nota importante: Las caídas de presión tabuladas tienen en cuenta la caída de presión total por concepto de altura piesométrica, válvulas, accesorios, conexiones, etc.

Cálculos:

La caída de presión para la tubería propuesta es de 0.755 psi en 100 pies lineales de longitud. Haciendo la conversión de unidades nos da un valor de 0.0247 psi por metro de longitud lineal y 0.0573 Ft de longitud de fluido por metro de longitud lineal.

Todas las uniones a excepción de las que se unan directamente al equipo, serán por termofundido lo que ocasiona una caída de presión despreciable para fines prácticos.

La caída de presión ocasionada por los accesorios se calculará usando la constante adimensional de caída de presión, y usando la ecuación:

$$h = (K)(u^2) / ((2)(g))$$

donde:

K = constante reportada en tablas.

u = velocidad del fluido en Ft/seg.

g = Constante de gravedad (32.2) Ft/seg²

h = caída de presión expresada como columna de fluido. Ft

Las constantes K utilizadas para éste fin son las siguientes:

Codo de 90°	K = 0.21
Válvula Check	K = 65.0
Acoplamiento	K = 0.03
Tee	K = 0.5

Dimensionamiento de tuberías

Para conservar la homogeneidad dimensional, todas las caídas de presión serán manejadas en psi (libras por pulgada cuadrada). Para tal efecto, se hará la conversión de los valores numéricos de h; esto es:

$$dP = (h)(\delta)/(144)$$

Donde:

dP: caída de presión en psi.

h = caída de presión expresada como columna de fluido. Ft

δ = densidad expresada en lb/Ft³

144 = Factor de conversión de ft³ a in³.

Teniendo en mente lo anterior, presentamos los cálculos respectivos.

Línea 1: Línea de entrada al sistema, flujo intermitente en límite de batería.

Línea 2: Línea de flujo intermitente separación de fangos.

Línea 3:

Longitud: 8 m : dP = (8)(0.0573) = 0.4584 Ft.

Dif. Alt.: 4 m : dP = 4(3.281) = 13.124 Ft.

Acc: Valv. Check + 4 codos 90° + 6 acoplamientos.

h = [65 + 4(0.21) + 6(0.03)](16)/(64.4) = 16.402 Ft.

dP = (16.402 + 13.124 + 0.4584)(62.27)/(144) = 12.966 psi.

dP total = 12.966 psi.

Línea 4: Línea de servicios.

Línea 5: Línea de interconexión entre decantador primario y aerador, estas unidades están integradas en un solo equipo, la interconexión es a través del derramadero.

Línea 6 y 7: Estas líneas se calculan juntas debido a que la línea 6 (evacuación de fangos) es una derivación de la línea 7, que alimenta al decantador secundario.

Longitud: 12 m : dP = (12)(0.0573) = 0.6876 Ft.

Altura dif: 4 m : dP = 4(3.281) = 13.124 Ft.

Acc: Valv. Check + 4 codos 90° + 6 acoplamientos.

h = [65 + 4(0.21) + 6(0.03)](16)/(64.4) = 16.402 Ft.

dP = (30.2136)(62.27)/(144) = 13.065 psi

dP = 13.065 psi.

Dimensionamiento de tuberías

Lineas 8 y 9: Lineas de interconexión de la unidad de aeración a decantador secundario. la línea 9 es una derivación de la 8.

Longitud: 9 m \therefore $dP = (9)(0.0573) = 0.5157$ Ft.

Altura dif: -2 m \therefore $dP = -2(3.281) = -6.562$ Ft.

Acc: 1 tee + 6 codos 90° + 8 acoplamientos.

$$h = (0.5 + 6(0.21) + 8(0.03))(16)/(64.4) = 0.4968 \text{ Ft.}$$

$$dP = (-5.5495)(62.27)/(144) = -2.4 \text{ psi}$$

La caída de presión es negativa en éste caso, lo que significa que el flujo de un equipo a otro será por gravedad. éste resultado se tabulará como cero, ya que no intervendrá para la selección de equipo de bombeo.

Línea 10: Línea de operación correspondiente a la alimentación de coagulante al clarificador TA-106.

Longitud: 3 m \therefore $dP = (3)(0.0573) = 0.1719$ Ft.

Altura dif: -1 m \therefore $dP = (-1)(3.281) = -3.281$ Ft.

Acc: Valv. Check + 5 codos 90° + 6 acoplamientos.

$$h = (65 + 5(0.21) + 6(0.03))(16)/(64.4) = 16.455 \text{ Ft.}$$

$$dP = (13.3459)(62.27)/(144) = 5.7711 \text{ psi}$$

Línea 11: Línea de succión de fangos provenientes del decantador secundario y alimentados al homogenizador de fangos.

Longitud: 6 m \therefore $dP = (6)(0.0573) = 0.3438$ Ft.

Altura dif: 2.5 m \therefore $dP = 2.5(3.281) = 8.2025$ Ft.

Acc: Valv. Check + 5 codos 90° + 6 acoplamientos.

$$h = (65 + 5(0.21) + 6(0.03))(16)/(64.4) = 16.455 \text{ Ft.}$$

$$dP = (25.0)(62.27)/(144) = 10.8113 \text{ psi}$$

Línea 12: Línea de interconexión del decantador secundario al clarificador.

Longitud: 10 m \therefore $dP = (10)(0.0573) = 0.573$ Ft.

Altura dif: 3 m \therefore $dP = (3)(3.281) = 9.843$ Ft.

Acc: Valv. Check + 5 codos 90° + 6 acoplamientos.

$$h = (65 + 5(0.21) + 6(0.03))(16)/(64.4) = 16.455 \text{ Ft.}$$

$$dP = (26.871)(62.27)/(144) = 11.6198 \text{ psi}$$

Dimensionamiento de tuberías

Linea 13: Línea de alimentación a filtros de arena procedente de la unidad de clarificación.

Longitud: 5 m :: $dP = (5)(0.0573) = 0.2865 \text{ Ft.}$
Altura dif: 1 m :: $dP = (1)(3.281) = 3.281 \text{ Ft.}$
Acc: Valv. Check + 4 codos 90° + 4 acoplamientos.
 $h = [65 + 4(0.21) + 4(0.03)](16)/(64.4) = 16.3875 \text{ Ft.}$
 $dP = (19.955)(62.27)/(144) = 8.6291 \text{ psi}$

Linea 15: Línea de succión de fangos provenientes del clarificador y alimentados al homogenizador de fangos, mediante la bomba B-103

Longitud: 3 m :: $dP = (3)(0.0573) = 0.1719 \text{ Ft.}$
Altura dif: 4 m :: $dP = (2)(3.281) = 6.562 \text{ Ft.}$
Acc: Valv. Check + 5 codos 90° + 6 acoplamientos.
 $h = [65 + 5(0.21) + 6(0.03)](16)/(64.4) = 16.455 \text{ Ft.}$
 $dP = (23.1889)(62.27)/(144) = 10.0275 \text{ psi}$

Linea 16: Línea de interconexión entre el filtro de arena y la unidad de desinfección (TA-109)

Longitud: 3 m :: $dP = (3)(0.0573) = 0.1719 \text{ Ft.}$
Altura dif: 4 m :: $dP = (2)(3.281) = 6.562 \text{ Ft.}$
Acc: 5 codos 90° + 6 acoplamientos.
 $h = [5(0.21) + 6(0.03)](16)/(64.4) = 0.3056 \text{ Ft.}$
 $dP = (7.0395)(62.27)/(144) = 3.044 \text{ psi}$

Linea 17: Línea de operación intermitente, correspondiente a operaciones de retrolabado de los filtros de arena. Los residuos se canalizarán al homogenizador de fangos (MM-101)

Linea 18: Línea de operación intermitente, correspondiente a la alimentación de coagulante que se dosificará al clarificador.

Linea 19: Línea de operación intermitente, correspondiente a la alimentación de ozono para la desinfección del agua.

Linea 20: Línea de operación intermitente, correspondiente a la distribución del agua tratada en el plantel, esta línea proviene del tanque de acumulación de agua tratada.

Dimensionamiento de tuberías

Línea 21: Línea de interconexión de fangos provenientes del homogenizador de fangos al tanque de acumulación.

Longitud: 10 m : : $dP = (10)(0.0573) = 0.573 \text{ Ft.}$

Altura dif: 3 m : : $dP = (3)(3.281) = 9.843 \text{ Ft.}$

Acc: Valv. Check + 5 codos 90° + 6 acoplamientos.

$h = [65 + 5(0.21) + 6(0.03)](16)/(64.4) = 16.455 \text{ Ft.}$

$dP = (26.871)(62.27)/(144) = 11.6198 \text{ psi}$

Línea 22: Línea de interconexión de fangos provenientes del tanque de acumulación a la operación de precalentamiento y digestor primario. En el cálculo se toma en cuenta la caída de presión ocasionada por el calentador de fangos que es de 2.0 psi.

Longitud: 10 m : : $dP = (5)(0.0573) = 0.573 \text{ Ft.}$

Altura dif: 1 m : : $dP = (1)(3.281) = 3.281 \text{ Ft.}$

Acc: Valv. Check + 4 codos 90° + 6 acoplamientos.

$h = [65 + 4(0.21) + 8(0.03)](16)/(64.4) = 16.4117 \text{ Ft.}$

$dP = (20.2714)(62.27)/(144) = 8.7659 \text{ psi}$

Línea 23: Línea de interconexión de gas natural proveniente del digestor primario y digestor secundario. Esta línea atraviesa un equipo de condensación, la presión necesaria para el flujo del gas en esta línea es proporcionada por la presión de operación de los digestores.

Línea 24: Línea de interconexión de fangos proveniente del digestor primario y alimentación al digestor secundario.

Longitud: 12 m : : $dP = (12)(0.0573) = 0.6876 \text{ Ft.}$

Altura dif: 1 m : : $dP = (1)(3.281) = 3.281 \text{ Ft.}$

Acc: 8 codos 90° + 12 acoplamientos.

$h = [8(0.21) + 12(0.03)](16)/(64.4) = 0.5068 \text{ Ft.}$

$dP = (4.4754)(62.27)/(144) = 1.9353 \text{ psi}$

Línea 25: Línea de interconexión de fangos proveniente del digestor secundario y alimentación al tanque espesador de fangos.

Longitud: 6 m : : $dP = (3)(0.0573) = 0.3438 \text{ Ft.}$

Altura dif: 4 m : : $dP = (2)(3.281) = 6.562 \text{ Ft.}$

Acc: Valv. Check + 5 codos 90° + 6 acoplamientos.

$h = [65 + 5(0.21) + 6(0.03)](16)/(64.4) = 16.455 \text{ Ft.}$

$dP = (23.361)(62.27)/(144) = 10.11 \text{ psi}$

Dimensionamiento de tuberías

Línea 27: Línea de operación intermitente correspondiente a la alimentación de hidróxido de calcio que se dosificará a la unidad de espesamiento de fangos (TA-108).

Línea 28: Línea de operación intermitente correspondiente a la alimentación de hidróxido de calcio que se dosificará a la unidad de espesamiento de fangos (TA-108).

A partir de esta línea todas las demás serán de operación intermitente, a excepción de la 32 (línea de inyección de ozono a digestor primario).

El flujo en esta línea será por gravedad y tendrá 2.5 pulgadas de diámetro nominal, en el mismo material que se ha venido manejando.

Línea 29: Línea de operación intermitente correspondiente a la operación de centrifugado posterior al espesamiento de fangos.

Línea 30: Línea de operación intermitente correspondiente a la alimentación de fangos al secador rotatorio.

Línea 31: Línea de operación intermitente correspondiente a la salida de fangos digeridos, considerados como fertilizante.

7.2) DIMENSIONAMIENTO PARA LINEAS DE INTERCONEXION DEL PROCESO DE TRATAMIENTO DEL EFLUENTE QUIMICO.

La planta de tratamiento para el dren químico efluente de la Facultad operará por lotes, debido a lo cual para el dimensionamiento de las líneas de interconexión se asumirá el flujo máximo al momento de bombeo.

El flujo nominal es de 23 845.5 Kg/hr. (22 710 lt/min.)

1) Material:

En virtud de la corrosividad del fluido, la tubería será de Cloruro de polivinilo (PVC) tipo hidráulica y en virtud de las presiones manejadas utilizaremos en RD 26.

La presión máxima de trabajo de esta tubería en este material es de 11.2 Kilogramos por centímetro cuadrado.

2) Cálculo del diámetro para el flujo máximo:

2.1) Cálculo del flujo volumétrico.

Considerando que 1 Ft cúbico son 28.32 lt. y que 1 hr son 60 min.

$$Q = (22\ 710) / [(28.32)(60)]$$

$$Q = 13.518 \text{ FCM (pies cúbicos por minuto).}$$

$$Q = (22\ 710) / (227.12) = 100 \text{ gpm.}$$

2.2) Cálculo del área de flujo:

Atendiendo criterios de velocidad recomendable, asumiremos una velocidad lineal de 6 FPS (pies por segundo).

$$U = (6 \text{ FPS})(60) = 360 \text{ Ft/min.}$$

$$A = (Q)(144) / (U) [=] \text{ in}^2$$

$$A = (13.518)(144) / (360) = 5.41 \text{ in}^2$$

2.3) Diámetro calculado:

$$A = (1/4)(\pi)(D)^2$$

$$D = [(4)(A) / (\pi)]^{1/2}$$

$$D = [(4)(5.41) / (3.1416)]^{1/2}$$

$$D = 2.62''$$

2.4) Diámetro nominal de la tubería.

$$D = 3''$$

$$D \text{ interno} = 2.60''$$

$$\text{Espesor} = 1.0 \text{ cm.}$$

Dimensionamiento de tuberías

DIMENSIONAMIENTO DE LINEAS DE INTERCONEXION TRATAMIENTO DE AGUA PLUVIAL

CORRIENTE No.	FLUJO lt/hr	LONGITUD Mt.	CAIDA DE P. PSI
1	L.F.I.		
2	L.D.S.		
3	22 710	15	22.84
4	L.D.S.		
5	22 710	10	22.47
6	L.D.S.		
7	22 710	5	22.47
8	L.F.I.		
9	22 710	10	38.738
10	L.F.I.	10	38.738
11	L.F.I.		
12	L.F.I.		

Notas. L.F.I.: Línea de flujo intermitente.
L.D.S.: Línea de servicios.

El número de identificación de corriente o línea, es el mismo que el referenciado en los diagramas de proceso y de tubería e instrumentos.

Dimensionamiento de tuberías

Consideraciones:

La longitud de las líneas de interconexión se estimaron en base al plano de localización general de equipo (PLE -TEQ - 1/1)

el número de identificación de corriente dado en los diagramas de proceso y diagrama de tubería e instrumentos, es el mismo que aparece tabulado en la hoja anterior.

Las caídas de presión en las líneas de interconexión están calculadas como si se tratara de tubería de acero al carbón, sin embargo esto es válido, ya que la tubería de plástico ofrece menor resistencia al flujo que la tubería de acero. Esto influye ciertamente en la selección de potencia de las bombas, sin embargo creemos que esto no conduce a un error apreciable, ya que tanto el flujo como la cabeza son pequeñas.

Nota importante: Las caídas de presión tabuladas tienen en cuenta la caída de presión total por concepto de altura piésométrica, válvulas, accesorios, conexiones, etc.

Cálculos:

La caída de presión para la tubería propuesta es de 3.0 psi en 100 pies lineales de longitud. Haciendo la conversión de unidades nos da un valor de 0.071 psi por metro de longitud lineal y 0.168 Ft de longitud de fluido por metro de longitud lineal. Todas las uniones a excepción de las que se unan directamente al equipo, serán por termofundido lo que ocasiona una caída de presión despreciable para fines prácticos.

La caída de presión ocasionada por los accesorios se calculará usando la constante adimensional de caída de presión, y usando la ecuación:

$$h = (K)(u^2) / (2)(g)$$

donde:

K = constante reportada en tablas.

u = velocidad del fluido en Ft/seg.

g = Constante de gravedad (32.2) Ft/seg².

h = caída de presión expresada como columna de fluido. Ft

Las constantes K utilizadas para este fin son las siguientes:

Codo de 90°	K = 0.21
Válvula Check	K = 65.0
Acoplamiento	K = 0.03
Tee	K = 0.5

Dimensionamiento de tuberías

Para conservar la homogeneidad dimensional, todas las caídas de presión serán manejadas en psi (libras por pulgada cuadrada). para tal efecto, se hará la conversión de los valores numéricos de h; éstos es:

$$dP = (h) (\delta) / (144)$$

Donde:

dP: caída de presión en psi.

h = caída de presión expresada como columna de fluido. Ft

δ = densidad expresada en lb/Ft³

144 = Factor de conversión de ft² a in².

Teniendo en mente lo anterior, presentamos los cálculos respectivos.

Linea 1: Línea de alimentación al tanque de almacenamiento.
Línea de flujo intermitente.

Lineas 2 y 6: Líneas de alimentación de ácido y sosa para operaciones de acondicionamiento de PH.

La caída de presión será negativa en éste caso, lo que significa que el flujo de un equipo a otro será por gravedad, éste resultado se tabulará como cero, ya que no interviene para la selección de equipo de bombeo, éste resultado es debido a que los tanques de ácido estarán ubicados a un nivel superior.

Linea 3: Línea de alimentación al reactor de oxidación total.

Longitud: 15 m : $dP = (15)(0.168) = 2.52$ Ft.

Dif. Alt.: 4 m : $dP = 4(3.281) = 13.124$ Ft.

Acc: Valv. Check + 6 codos 90° + 8 acoplamientos.

$h = [65 + 6(0.21) + 8(0.03)](36)/(64.4) = 37.17$ Ft.

$dP = (52.814)(62.27)/(144) = 22.84$ psi.

dP total = 22.84 psi.

Linea 4: Línea de dosificación de peróxido de hidrógeno.

Dimensionamiento de tuberías

Línea 5: Línea de alimentación al tanque de precipitación

Longitud: 10 m :: $dP = (10)(0.168) = 1.68 \text{ Ft.}$
Dif. Alt.: 4 m :: $dP = 4(3.281) = 13.124 \text{ Ft.}$
Acc: Valv. Check + 6 codos 90° + 8 acoplamientos.
 $h = [65 + 6(0.21) + 8(0.03)](36)/(64.4) = 37.17 \text{ Ft.}$
 $dP = (51.974)(62.27)/(144) = 22.47 \text{ psi.}$
 $dP \text{ total} = 22.47 \text{ psi.}$

Línea 7: Línea de alimentación a filtro de arena.

Longitud: 5 m :: $dP = (5)(0.168) = 0.84 \text{ Ft.}$
Dif. Alt.: 1 m :: $dP = 1(3.281) = 3.281 \text{ Ft.}$
Acc: Valv. Check + 6 codos 90° + 8 acoplamientos.
 $h = [65 + 6(0.21) + 8(0.03)](36)/(64.4) = 37.17 \text{ Ft.}$
 $dP = (41.291)(62.27)/(144) = 17.85 \text{ psi.}$
 $dP \text{ total} = 17.85 \text{ psi.}$

Línea 8 y 11: Línea de evacuación de sedimento.

Línea 9 y 10: Línea de evacuación de agua tratada a la red de drenaje municipal.

La caída de presión total en las unidades de intercambio iónico es de 80 Ft.

Longitud: 10 m :: $dP = (10)(0.168) = 1.68 \text{ Ft.}$
Dif. Alt.: 2 m :: $dP = 2(3.281) = 6.562 \text{ Ft.}$
Acc: + 10 codos 90° + 10 acoplamientos.
 $h = [10(0.21) + 10(0.03)](36)/(64.4) = 1.341 \text{ Ft.}$
 $dP = (89.583)(62.27)/(144) = 38.738 \text{ psi.}$
 $dP \text{ total} = 38.738 \text{ psi.}$

7.3] DIMENSIONAMIENTO PARA LINEAS DE INTERCONEXION DEL PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUA PLUVIAL.

En corrientes del proceso principal, el flujo máximo es de 5074.5 Kg/hr. mientras que el mínimo es de 4992.5 Kg/hr.

1) Material:

En virtud de la corrosividad del fluido, la tubería será de Cloruro de polivinilo (PVC) tipo hidráulica, y en virtud de las presiones manejadas utilizaremos en RD 26. La presión máxima de trabajo de esta tubería en este material es de 11.2 Kilogramos por centímetro cuadrado.

2) Cálculo del diámetro para el flujo máximo:

2.1) Cálculo del flujo volumétrico.

Considerando que 1 Ft³ cúbico son 28.32 lt. y que 1 hr son 60 min.

$$Q = (5\ 074.5) / ((28.32)(60))$$

$$Q = 2.986 \text{ FCM (pies cúbicos por minuto).}$$

$$Q = (5\ 074.5) / (227.12) = 22.343 \text{ gpm.}$$

2.2) Cálculo del área de flujo:

Atendiendo criterios de velocidad recomendable, asumiremos una velocidad lineal de 4 FPS (pies por segundo), correspondiente a un régimen de flujo laminar.

$$U = (4 \text{ FPS})(60) = 240 \text{ Ft/min.}$$

$$A = (Q)(144) / (U) \text{ [-] in}^2$$

$$A = (2.986)(144) / (240) = 1.792 \text{ in}^2$$

2.3) Diámetro calculado:

$$A = (1/4)(\pi)(D)^2$$

$$D = [(4)(A) / (\pi)]^{1/2}$$

$$D = [(4)(1.792) / (3.1416)]^{1/2}$$

$$D = 1.51''$$

3) Cálculo del diámetro para el flujo mínimo:

3.1) Cálculo del flujo volumétrico.

Considerando que 1 Ft³ cúbico son 28.32 lt. y que 1 hr son 60 min.

$$Q = (4\ 992.5) / ((28.32)(60))$$

$$Q = 2.938 \text{ FCM (pies cúbicos por minuto).}$$

$$Q = (4\ 992.5) / (227.12) = 21.981 \text{ gpm.}$$

Dimensionamiento de tuberías

3.2) Cálculo del área de flujo:

Atendiendo criterios de velocidad recomendable, asumiremos una velocidad lineal de 4 FPS (pies por segundo), correspondiente a un régimen de flujo laminar.

$$U = (4 \text{ FPS})(60) = 240 \text{ Ft/min.}$$

$$A = (Q)(144)/(U) \text{ (in}^2\text{)}$$

$$A = (2.938)(144)/(240) = 1.763 \text{ in}^2$$

3.3) Diámetro calculado:

$$A = (1/4)(\pi)(D)^2$$

$$D = [(4)(A)/(\pi)]^{1/2}$$

$$D = [(4)(1.763)/(3.1416)]^{1/2}$$

$$D = 1.498''$$

Haciendo la comparación entre los flujos máximo y mínimo, observamos que no son muy diferentes, de hecho caen en el mismo diámetro comercial, por lo que asumiremos un mismo diámetro para todas las líneas de interconexión que estén en este rango.

El diámetro comercial de la tubería en el material propuesto, es de 2", cuyo diámetro exterior es el mismo y el espesor de pared para un RD-26 es de 5.4 mm, por lo que el diámetro interno es de 1.78" y tiene un área de flujo de 2.488 in².

DIMENSIONAMIENTO DE LINEAS DE INTERCONEXION TRATAMIENTO DE AGUA PLUVIAL

CORRIENTE No.	FLUJO Kg/hr	LONGITUD Mt.	CAIDA DE P. PSI
1	5074.5	60	13.92
2	2.689		
3	4992.47	10	36.1
4	4992.47	10	36.1
5	L.D.S.		
6	4992.47	15.0	00.0
7	L.F.I.		
8	82.027		

Notas. L.F.I.: Línea de flujo intermitente.

L.D.S.: Línea de servicios.

El número de identificación de corriente o línea, es el mismo que el referenciado en los diagramas de proceso y de tubería e instrumentos.

Dimensionamiento de tuberías

Consideraciones:

La longitud de las líneas de interconexión se estimaron en base al plano de localización general de equipo (PLE - TAP - 1/1)

el número de identificación de corriente dado en los diagramas de proceso y diagrama de tubería e instrumentos, es el mismo que aparece tabulado en la hoja anterior.

Las caídas de presión en las líneas de interconexión están calculadas como si se tratara de tubería de acero al carbón, sin embargo esto es válido, ya que la tubería de plástico ofrece menor resistencia al flujo que la tubería de acero. Esto influye ciertamente en la selección de potencia de las bombas, sin embargo creemos que esto no conduce a un error apreciable, ya que tanto el flujo como la cabeza son pequeñas.

Nota importante: Las caídas de presión tabuladas tienen en cuenta la caída de presión total por concepto de altura pieométrica, válvulas, accesorios, conexiones, etc.

Cálculos:

La caída de presión para la tubería propuesta es de 0.561 psi en 100 pies lineales de longitud. Haciendo la conversión de unidades nos da un valor de 0.018 psi por metro de longitud lineal y 0.0425 Ft de longitud de fluido por metro de longitud lineal. Todas las uniones a excepción de las que se unan directamente al equipo, serán por termofundido lo que ocasiona una caída de presión despreciable para fines prácticos.

La caída de presión ocasionada por los accesorios se calculará usando la constante adimensional de caída de presión, y usando la ecuación:

$$h = (K)(u^2)/[(2)(g)]$$

donde:

K = constante reportada en tablas.

u = velocidad del fluido en Ft/seg

g = Constante de gravedad (32.2) Ft/seg²

h = caída de presión expresada como columna de fluido, Ft

Las constantes K utilizadas para este fin son las siguientes:

Codo de 90°	K = 0.21
Válvula Check	K = 65.0
Acoplamiento	K = 0.03
Tee	K = 0.5

Dimensionamiento de tuberías

Para conservar la homogeneidad dimensional, todas las caídas de presión serán manejadas en psi (libras por pulgada cuadrada). para tal efecto, se hará la conversión de los valores numéricos de h; esto es:

$$dP = (h)(\delta)/(144)$$

Donde:

dP: caída de presión en psi.

h = caída de presión expresada como columna de fluido. Ft

δ = densidad expresada en lb/Ft³

144 = Factor de conversión de ft² a in².

Teniendo en mente lo anterior, presentamos los cálculos respectivos.

Línea 1: Línea de alimentación al clarificador.

Longitud: 60 m :: $dP = (60)(0.0425) = 2.55$ Ft.

Dif. Alt.: 4 m :: $dP = 4(3.281) = 13.124$ Ft.

Acc: Valv. Check + 6 codos 90° + 8 acoplamientos.

$$h = [65 + 6(0.21) + 8(0.03)](16)/(64.4) = 15.52$$
 Ft.

$$dP = (32.194)(62.27)/(144) = 13.92$$
 psi.

$$dP \text{ total} = 13.92 \text{ psi.}$$

Línea 2: Línea de dosificación de floculante.

Por el flujo manejado, el diámetro será de 3/4".

Línea 3 y 4: Línea de alimentación a filtros de arena y carbón activado. Las caídas de presión para los filtros de arena y de carbón activado son de 60 Ft. en conjunto.

Longitud: 10 m :: $dP = (10)(0.0425) = 0.425$ Ft.

Dif. Alt.: 2 m :: $dP = 2(3.281) = 6.562$ Ft.

Acc: Valv. Check + 6 codos 90° + 8 acoplamientos.

$$h = [65 + 6(0.21) + 8(0.03)](16)/(64.4) = 16.52$$
 Ft.

$$dP = (83.5)(62.27)/(144) = 36.1$$
 psi.

$$dP \text{ total} = 36.1 \text{ psi.}$$

Línea 5: Línea de inyección de ozono.

Dimensionamiento de tuberías

Línea 6: Línea de interconexión del tanque de desinfección al tanque de almacenamiento de agua tratada.

Longitud: 15 m. ∴ $dP = (15)(0.0425) = 0.6375 \text{ Ft.}$

Dif. Alt.: -1 m. ∴ $dP = -1(3.281) = -3.281 \text{ Ft.}$

Acc: 10 codos 90° + 10 acoplamientos.

$h = [10(0.21) + 10(0.03)](16)/(64.4) = 0.59 \text{ Ft.}$

$dP = (-2.05)(62.27)/(144) = -0.886 \text{ psi.}$

$dP \text{ total} = -0.886 \text{ psi.}$

La caída de presión es negativa en este caso, lo que significa que el flujo de un equipo a otro será por gravedad, este resultado se tabulará como cero, ya que no intervendrá para la selección de equipo de bombeo.

Línea 7: Línea de distribución de agua tratada, esta fuera del límite de batería.

Línea 8: Línea de succión de flóculos.

CAPITULO VIII
EVALUACION ECONOMICA

Evaluación Económica

En éste capítulo se presentan los costos del equipo involucrado en los procesos de tratamiento de los efluentes sanitario, químico, pluvial y servicios auxiliares.

Algunos de estos costos fueron obtenidos de la cotización directa con proveedores nacionales e información presentada en las hojas de especificación de equipo. Algunos otros se obtubieron mediante una estimación. Los cálculos y consideraciones efectuados para la evaluación de costos del equipo se presentan en el anexo A "Memorias de Cálculo".

La estimación del costo del proyecto completo tiene en cuenta los siguientes conceptos:

- [] Costo de obra civil y preparación del terreno.
- [] Costo de todo el equipo libre a bordo en sitio.
- [] Costo de cimentación para montaje de equipos.
- [] Costo de estructuración para montaje de equipo.
- [] Costo de montaje de equipos.
- [] Costo de instrumentación.
- [] Costo de montaje de instrumentos.
- [] Costo de tubería, válvulas y accesorios.
- [] Costo de montaje de tubería válvulas y accesorios.
- [] Costo de terminación de pisos materiales y m. de obra.
- [] Costo de soporteria para líneas fluidos y eléctricas.
- [] Costo de material eléctrico para conducción de señales eléctricas.
- [] Costo de material eléctrico para motores y alumbrado.
- [] Costo de obra eléctrica.
- [] Costo de supervisión en campo.
- [] Costo de H-H personal administrativo.
- [] Costo para trámites legales.

La evaluación económica aquí presentada contempla únicamente el costo del equipo principal de proceso.

{8.1} TABULACION DE COSTOS PARA EL EQUIPO PRINCIPAL DEL TRATAMIENTO DE AGUA SANITARIA.

TAG	EQUIPO:	COSTO Ns:
TA-101	UNIDAD DE DESBASTE	18,239.00
TA-102	DECANTADOR PRIMARIO Y AERADOR	14,470.00
TA-103	ACUMULADOR DE FANGOS	4,639.00
TA-104	TANQUE DE AERACION	7,600.00
TA-105	DECANTADOR SECUNDARIO	10,843.00
TA-106	TANQUE COAGULADOR-SEDIMENTADOR	18,600.00
TA-107	TANQUE DE FLOCULANTE	1,796.00
TA-108	TANQUE ESPESADOR DE FANGOS	6,681.00
TA-109	TANQUE DE OXIDACION	11,249.00
TA-111	TANQUE ACUMULADOR DE AGUA TRATADA	14,000.00
TA-118	TANQUE DE CONDENSADOS	5,864.00
TA-119	TANQUE ACUMULADOR DE GAS COMBUSTIBLE	23,650.00
MM-101	HOMOGENIZADOR DE FANGOS	41,670.00
DG-101	DIGESTOR PRIMARIO	40,666.00
DG-102	DIGESTOR SECUNDARIO	101,460.00
CA-101	COMPRESOR DE GAS	20,000.00
CG-101	CENTRIFUGA DE FANGOS	20,000.00
CF-101	CALENTADOR DE FANGOS	4,500.00
CV-101	CONDENSADOR DE VAPORES	18,000.00
FT-101	FILTRO DE ARENA	13,000.00
FT-101 R	FILTRO DE ARENA	13,000.00
SR-101	SECADOR DE FANGOS DIGERIDOS	30,000.00
BM-101	BOMBA DE DISTRIBUCION	900.00
BM-101 R	BOMBA DE RELEVO PARA BM-101	900.00
BM-102	BOMBA DE SEDIMENTO	1,600.00
BM-103	BOMBA DE RECIRCULACION	1,600.00
BM-104	BOMBA A CLARIFICADOR	900.00
BM-105	BOMBA DE DOSIFICACION DE FLOCULANTE	3,000.00
BM-106	BOMBA DE ALIMENTACION A FILTROS	900.00
BM-108	BOMBA DE DISTRIBUCION DE FANGOS	1,600.00
BM-109	BOMBA DE FANGOS DEGRADADOS	1,600.00
	TOTAL DE EQUIPO COTIZADO:	452,927.00

[8.2] TABULACION DE COSTOS PARA EL EQUIPO PRINCIPAL DEL TRATAMIENTO DEL DRENAJE QUIMICO

TAG	EQUIPO:	COSTO Ns:
TA-301	TANQUE DE ACUMULACION	13,944.00
TA-302	TANQUE ACUMULADOR DE ACIDO	4,411.00
TA-303	TANQUE ACUMULADOR DE ALCALIS	4,411.00
TA-304	TANQUE SEDIMENTADOR	20,977.00
TA-305	TANQUE DE FLOCULANTE	4,411.00
TN-301	REACTOR DE OXIDACION TOTAL	20,977.00
FT-301	FILTRO DE ARENA	13,000.00
FT-302	FILTRO CATIONICO (Unidades A, B, y C)	19,000.00
FT-303	FILTRO ANIONICO (Unidades A, B, y C)	19,000.00
BM-301	BOMBA DE ALIMENTACION A REACTOR	2,500.00
BM-302	BOMBA DE DESCARGA DEL REACTOR	2,500.00
BM-303	BOMBA DE ALIMENTACION A FILTROS	4,800.00
	TOTAL COTIZADO:	129,931.00

[8.3] TABULACION DE COSTOS PARA EL EQUIPO PRINCIPAL DEL TRATAMIENTO DE AGUA PLUVIAL

TAG.	EQUIPO:	COSTO Ns:
TA-201	TANQUE DE ACUMULACION	3,209,097.00
TA-202	TANQUE FLOCULADOR	30,000.00
TA-204	TANQUE DE DESINFECCION	10,626.00
TA-205	TANQUE DE NEUTRALIZACION	35,271.00
TD-201	TANQUE DOSIFICADOR DE ALUMBRE	1,198.00
FT-203	FILTRO DE ARENA	15,000.00
FT-203 R	FILTRO DE ARENA	15,000.00
FT-204	FILTRO DE CARBON ACTIVADO	15,000.00
BM-201	BOMBA DE AGUA CRUDA	1,500.00
BM-202	BOMBA A FILTRO	1,500.00
BM-203	BOMBA DOSIFICADORA	3,600.00
	TOTAL COTIZADO:	3,337,792.00

[8.4] TABULACION DE COSTOS PARA EL EQUIPO PRINCIPAL DE
SERVICIOS AUXILIARES

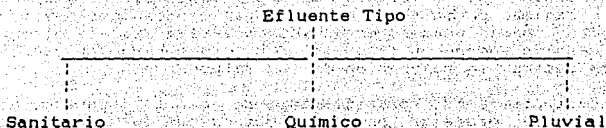
TAG.	EQUIPO:	COSTO N\$:
TA-401	TANQUE DE AGUA DE ENFRIAMIENTO.	1,796.00
TA-402	T. DE AGUA DE ENFRIAMIENTO RETORNO	1,796.00
TA-403	TANQUE DE AGUA DE REPOSICION.	1,796.00
TA-404	TANQUE DE AGUA CALIENTE RETORNO.	1,796.00
CC-401	COMPRESOR DE AIRE.	4,500.00
CW-401	CALENTADOR DE AGUA.	600.00
TE-401	TORRE DE ENFRIAMIENTO.	3,500.00
US-401	UNIDAD DE SUAVIZACION.	4,000.00
BM-401	BOMBA PARA AGUA DE ENFRIAMIENTO.	1,500.00
BM-402	BOMBA A TORRE DE ENFRIAMIENTO.	1,500.00
BM-403	BOMBA DE CARGA AGUA DE REPOSICION.	1,500.00
BM-404	BOMBA DE AGUA CALIENTE.	1,500.00
	TOTAL COTIZADO:	25,784.00

CAPITULO IX
FILOSOFIAS DE OPERACION

Filosofía de Operación

En este capítulo se presenta la filosofía de operación para los procesos de tratamiento propuestos; así como algunas operaciones especiales para los procesos.

De acuerdo a la clasificación de efluentes que hemos venido haciendo para la Facultad (Sanitaria, Químico y Pluvial); para cada una de las plantas de tratamiento propuestas, se tienen parámetros operacionales virtualmente diferentes.



FILOSOFÍAS DE OPERACION Y DESECHOS RESIDUALES.

9.1) Efluente sanitario.

(A) Operación de la planta.

El proceso de tratamiento para el agua efluente del dren sanitario es un método de depuración biológica con exceso de oxígeno (aerobio) en contacto con lodos activados. La planta está diseñada para operar a régimen permanente y de forma automática; esto es se deberá contar con controlador lógico programable (PLC) a efecto de tomar las acciones correctivas en el control del proceso.

El drenaje sanitario de la Facultad, no descarga agua continuamente; debido a que la planta está diseñada para operar a flujo continuo, es necesario descargarlo a un tanque acumulador para su posterior distribución. En él además se efectuará la operación de desbaste separándose del 70 al 90 % del contenido original de materia orgánica

En caso de presentarse un sobre flujo que rebase la capacidad de la planta, la fosa de captación cuenta con un sistema que permite evacuar el flujo excedente de forma automática.

Filosofía de Operación

El uso del agua tratada por éste método será para irrigación de áreas verdes, por lo que habrá un excedente mismo que se podrá donar al municipio correspondiente para el mismo fin.

Los parámetros más importantes a evaluar en la calidad final del agua son (1) la DBO, (2) el PH y (3) Control de microorganismos patógenos aunque eventualmente deberá realizarse un análisis completo de acuerdo a los parámetros que marca la norma técnica.

La planta de tratamiento de fangos, es complemento de la sanitaria y operará a régimen permanente solo hasta la formación de fangos digeridos (digestión secundaria), ya que para las etapas posteriores en las que por la pequeña cantidad de materia que se procesa no resulta conveniente la operación continua de estas, por lo que las etapas subsecuentes operarán en forma intermitente.

La instrumentación de la planta está planeada para la operación continua y régimen permanente de las operaciones por realizarse, aunque algunas operaciones no están automatizadas tal es el caso de la operación de regeneración en filtros, sin embargo se cuenta con alarmas para indicar la saturación de los filtros.

La planta de tratamiento, prácticamente no genera desechos, ya que estos también se procesan para la obtención de gas natural y fertilizante inorgánico.

La planta de tratamiento se ubicará en la parte posterior de la Facultad y esto es debido a que el dren sanitario fluye espontáneamente hasta este lugar, la distribución de equipo puede apreciarse en el plano de localización general de equipo PLE-TAS 1/1.

Debido a que la planta fue diseñada para una composición dada, que sabemos no se mantiene constante sino que existen cambios, la calidad de la misma puede variar dentro de los límites normales. Por lo anterior, es necesario efectuar análisis periódicos a las operaciones críticas del proceso (decantador secundario, clarificación y ozonización).

En la etapa de clarificación, donde se elimina materia orgánica coloidal, la instrumentación colocada permite regular la cantidad de floculante dosificado en función del flujo alimentado pero no de la concentración, generalmente este problema se presentará como consecuencia de problemas en la decantación secundaria por lo que las variables que controlan la clarificación (temperatura, PH, y concentración de sólidos), son detectadas y alarmadas en el tablero principal.

Para la operación de filtración la instrumentación propuesta permite hacer la derivación automática de flujo de la unidad filtrante en operación a la unidad filtrante de relevo usando como variable la caída de presión, la cual además alarma en tablero principal. A la saturación de cualquiera de los filtros, se harán maniobras de retrolabado.

Filosofía de Operación

Los desechos generados por la planta de tratamiento son esencialmente orgánicos, por lo que estos se envían al homogenizador de fangos para su procesamiento a sólidos inorgánicos (considerados como fertilizantes).

En un paro programado de la planta, debe tenerse especial cuidado con los digestores, ya que el proceso de formación de gas seguirá, por lo que de prolongarse esta situación deberá enviarse el excedente de gas a un quemador atmosférico.

La planta requiere para su operación como servicio auxiliar externo, energía eléctrica, por lo que se deberá contar con una planta de generación de emergencia, y una fuente de poder ininterrumpible para el PLC y sus periféricos.

[B] Arranque y paro de la planta:

En el arranque inicial de la planta deberá verificarse el suministro de servicios auxiliares. primero debe hacerse un barrido de las líneas con agua a presión, no sin antes haber probado el equipo de bombeo en vacío y a plena carga así como calibrar la instrumentación, para esto deberán dejarse derivaciones de líneas a atmósfera abierta antes de cada equipo, mismas que posteriormente se sellarán.

Algunos tanques intermedios, tienen la función de garantizar inventario de líquido, por lo que al no existir éste los equipos subsecuentes operarán en seco u operación anormal, por lo que a estos tanques deberá cargarse con agua limpia mediante una bomba portátil a un nivel intermedio para iniciar operación. En el equipo de intercambio de calor deberá alimentarse primero el fluido frío y posteriormente el caliente para evitar el choque térmico.

En el paro normal de la planta deberá cortarse el suministro de fluido al tanque principal de alimentación. La planta seguirá operando hasta agotar el remanente de dicho tanque, algunos equipos ya sea por el tiempo de residencia o por su volumen quedarán con fluido dentro, si el paro es por poco tiempo puede permanecer así, sin embargo de ser por un tiempo mayor a los 3 días, se recomienda drenar el líquido remanente para evitar malos olores.

9.2) Efluente químico.

[A] Operación de la planta.

El proceso de tratamiento para el agua efluente de los laboratorios de la Facultad es un método de oxidación destructiva con peróxido de hidrógeno y cloruro ferroso como catalizador. La planta está diseñada para operar a régimen intermitente (operación batch).

El dren químico de la Facultad no descarga agua a flujo continuo y puede considerarse como una mezcla reaccionante, por lo que no es conveniente almacenar grandes cantidades de esta agua.

La operación continua de esta planta de tratamiento resulta poco práctica debido al flujo manejado, esto nos llevaría a tener equipo muy pequeño con más horas de operación efectivas, sin embargo el costo de automatización la hace inconveniente para la Facultad.

Así pues la operación de la planta será manual y consistirá en cargar y descargar los tanques de reacción y precipitación conforme se efectúen las operaciones correspondientes.

La calidad de agua a la entrada del sistema no está controlada, por lo que se deberán efectuar análisis de calidad antes de iniciar con el tratamiento del efluente.

Los desechos generados por la planta de tratamiento son esencialmente sólidos inorgánicos, estos separarán y almacenarán ya secos en algún lugar adecuado.

En la planta de tratamiento para el efluente químico casi no existen operaciones especiales por tratarse de un proceso tipo batch, sobresale sin embargo la regeneración de las resinas aniónica y catiónica, las cuales siguen un procedimiento de regeneración que incluyen un rerolado a presión y a contraflujo, regeneración con ácido ó base fuerte según sea el caso, enjuague y puesta en marcha.

Los parámetros más importantes a evaluar en la calidad final del agua son (1) la DTO, (2) el PH y (3) Concentración de sustancias tóxicas, aunque eventualmente deberá realizarse un análisis completo de acuerdo a los parámetros que marca la Norma Oficial Mexicana NOM-CCA-031-ECOL/1993.

[B] Arranque y paro de la planta.

El arranque y paro de esta planta de tratamiento no representa mayor problema por ser intermitente, sin embargo antes del arranque se recomienda verificar el suministro de servicios auxiliares.

La fosa de captación del agua efluente de los laboratorios, deberá contar con boquillas difusoras de aire en el fondo, esto con el objeto de crear turbulencia durante la operación de neutralización.

El agua acumulada en el tanque de recepción puede ser alcalina ó ácida, por lo que antes de bombear el agua al reactor de oxidación, deberá neutralizarse.

Filosofía de Operación

9.3) Efluente pluvial.

[A] Operación de la planta.

En base a los cálculos efectuados, la cantidad de agua potencial colectada por la Facultad durante el verano es de 1'621.481 m³. Mientras que la Facultad utiliza 35 000 m³/año. Por lo que la planta de tratamiento para agua pluvial está diseñada para un año de consumo, esto es 40 000 m³/año.

Existirán ductos especiales para la recolección y flujo del agua pluvial, así mismo no se colectará agua pluvial de las primeras lluvias del verano; éstas efectuarán de forma natural un barrido de las líneas dejándolas en condiciones para su posterior operación.

La cantidad de agua colectada es grande en un tiempo de captación pequeño; por lo que se tendrá un tanque acumulador de aguas pluviales de gran tamaño, a partir del cual se distribuirá el agua en flujos que puedan procesarse de manera continua durante todo el año, esta estrategia permite tener equipo pequeño con más horas de operación efectiva. La planta está diseñada para obtener agua calidad potable.

Debido a la gran cantidad de agua cruda almacenada por periodos prolongados de tiempo, es necesario dosificar periódicamente a los tanques de almacenamiento agua oxigenada (peróxido de hidrógeno), para controlar el crecimiento poblacional de microorganismos.

La planta está diseñada para operar a régimen permanente y de forma automática; esto es se deberá contar con controlador lógico programable (PLC) a efecto de tomar las acciones correctivas en el control del proceso.

Para la operaciones de filtración de arena y carbón activado la instrumentación propuesta permite hacer la derivación automática de flujo de la unidad filtrante en operación a la unidad filtrante de relevo usando como variable la caída de presión, la cual además alarma en tablero principal. A la saturación de cualquiera de los filtros, se harán maniobras de retrolabado y regeneración para el caso del filtro de carbón.

La planta potabilizadora se ubicará en la parte más baja de la Facultad y esto es debido a que el dren pluvial fluirá espontáneamente hasta éste lugar, la distribución de equipo puede apreciarse en el plano de localización de equipo PLE-TAP 1/1.

[B] Arranque y paro de la planta:

En el arranque de la planta, el agua tratada deberá desecharse al drenaje municipal hasta alcanzarse una calidad adecuada y una operación estable.

Conclusiones

CAPITULO X CONCLUSIONES

Conclusiones

En virtud de los objetivos planteados inicialmente, se propusieron y desarrollaron métodos alternativos de tratamiento para el agua efluente de la Facultad, desarrollandose así mismo la ingeniería de detalle para las plantas propuestas.

Con el propósito final de reutilizar el agua usada en la Facultad, se efectuó también una evaluación económica del equipo principal para cada uno de los procesos y servicios auxiliares.

De acuerdo a los objetivos planteados inicialmente, y de los cálculos efectuados a lo largo de este trabajo llegamos a varias conclusiones, mismas que presentamos a continuación:

Para Agua Sanitaria.

El método propuesto cumple con los requerimiento de calidad fijados inicialmente; sin embargo el costo es grande debido principalmente al costo de tratamiento de fangos el cual resulta ser el 70.3 % del costo total.

El proceso fue pensado de esta manera debido a que se consideraba la producción de gas y de fertilizante como beneficio económico al proceso mismo.

Una alternativa para disminuir el costo sería degradar en el proceso de depuración toda la materia orgánica contenida en el efluente y no separarla como está contemplado en este trabajo.

El proceso del tratamiento se modifica en forma mínima, al introducir en el proceso como primer etapa un desmenuador de cardas, el cual cumpliría la función de fraccionar a un tamaño adecuado la materia orgánica para el procesamiento biológico; el resto de las operaciones no se alteran.

Sin embargo, haciendo un análisis un poco mas detallado.
Costo de equipo principal del tratamiento:

Total:	N\$ 452.927.00	(100 %)
Agua:	N\$ 132.597.00	(29.3 %)
Fangos:	N\$ 320.330.00	(70.7 %)

Pensando en las utilidades generadas por la producción de gas y de fertilizante resulta lo siguiente:

gas producido:	3.55 Kg/hr.	[N\$/kg= 0.75]
fertilizante:	497.4 Kg/Hr.	[N\$/kg= 0.15]
producto generado:	77.27 N\$/Hr.	

Conclusiones

Se requieren 4.146 horas de operación efectiva para recuperar el costo de inversión original, lo que representa 173 días; lo cual no es tan bajo, considerando que se cumple con la función básica.

En 365 días se producen N\$ 676.852.00

2) Otra alternativa sería pensar en la concentración de fangos de varias Facultades ó Escuelas de la Universidad teniendo solamente una planta tratadora de fangos en algún lugar no urbano.

Para Agua Pluvial.

1) El método propuesto cumple con los requerimientos de calidad potable fijados inicialmente, aunque el agua pluvial captada es de muy buena calidad el costo para el proceso de purificación se eleva debido a los tanques de almacenaje de agua cruda y de agua tratada, sin embargo creemos es rentable la purificación de la misma.

El tratamiento desarrollado es un método clásico de potabilización de aguas crudas, una alternativa que no se consideró fué el método de tratamiento por osmosis inversa, la secuencia de etapas para este proceso sería igual al propuesto, sin embargo la etapa de clarificación y filtro de arena se substituirían por el equipo de osmosis inversa.

2) La evaluación económica de la planta para este efluente muestra que la mayor parte de la inversión original (97.2%) corresponde a los depósitos de recepción y almacenaje de agua.

Costo de equipo principal del tratamiento:

Total:	N\$ 3.337.792.00	(100 %)
Civil:	N\$ 3.244.368.00	(97.2 %)
Equipo:	N\$ 93.424.00	(2.8 %)

El costo de los depósitos de recepción y almacenaje de agua, pueden reducirse, disminuyendo el espesor de las paredes de concreto, y disminuyendo el diámetro y cantidad de varillas a utilizarse en su construcción.

Considerando que la capacidad de la planta es de 40.000 m³/año, y el costo del agua potable es de N\$ 2.0/m³

En un año se producen N\$ 80.000.00

Por lo que se requiere de 41 años para recuperar el costo de inversión original.

Una alternativa sería disminuir la capacidad de la planta a 10.000 m³ por año y reutilizar el agua tratada del drenaje sanitario, exclusivamente para riego y excusados.

Conclusiones

Para el Efluente Químico.

1) El método propuesto de oxidación destructiva, es prácticamente inevitable ya que la separación en sus componentes de la mezcla multicomponente que conforma este efluente comprendería muchas operaciones unitarias diferentes.

2) La evaluación económica de la planta para este efluente muestra que la inversión original es baja en relación a los otros procesos considerados.

Costo de equipo principal del tratamiento:

Total: N\$ 129.931.00

CAPITULO XI
ANEXO A
MEMORIAS DE CALCULO

Memorias de Cálculo

En este capítulo, se presentan los cálculos efectuados para el dimensionamiento y diseño y estimación de costos del equipo de proceso de tratamiento propuestos para la Facultad.

La información presentada en este capítulo es en base a la ingeniería básica y los balances de materia y energía para cada proceso.

MEMORIA DE CALCULO

DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 1 DE 3

TAG: TA-101

UNIDAD: DE DESBASTE

TRATAMIENTO DE AGUA SANITARIA

ESTE RECIPIENTE TENDRÁ FUNCIONES DE RECEPCIÓN DE AGUA PROVENIENTE DEL DREN SANITARIO, Y SEPARARÁ EL 70 % DEL MATERIAL ORGANICO A LA ENTRADA DEL MISMO. EN VIRTUD DE SUS FUNCIONES, ESTE RECIPIENTE SERÁ RECTANGULAR Y EL FONDO, TENDRÁ UNA SECCIÓN TRANSVERSAL CÓNICA. ASÍ MISMO POR LAS CARACTERÍSTICAS PROPIAS DEL FLUIDO, SE USARÁ COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN CONCRETO ARMADO.

OPERARÁ CON UN NIVEL DIFERENCIAL ENTRE 3.3 Y 4.5 M PARA EVACUAR AUTOMATICAMENTE AL DRENAJE MUNICIPAL PARA EVITAR INUNDACIONES EN CASO DE UN SOBREFLUJO, QUE REBASE LA CAPACIDAD DEL EQUIPO; TENIENDOSE ALARMA POR BAJO NIVEL, PARA HACER PARO ORDENADO DEL PROCESO DE TRATAMIENTO.

1] VOLUMEN DE LA UNIDAD (V).

$$W = 2.796 \text{ KG/HR.}$$

SE DIMENSIONARÁ PARA UNA ACUMULACIÓN DE 24 HR. DE OPERACIÓN (Φ).

$$V = (W)(\Phi) / (\delta) \quad (\delta) = 1.05 \text{ KG./LT.}$$

$$V = (2.796)(24) / (1.05)$$

$$V = 65.149 \text{ LT.}$$

∴ CAPACIDAD DE DISEÑO SERÁ DE 65 M³.

2] CÁLCULO DE LA LONGITUD Y ANCHO DEL TANQUE.

LA LONGITUD (L), SERÁ DE 4.5 M. Y EL ANCHO (A), DE 2.5 M.

3] CALCULO DE LA PROFUNDIDAD.

3.1) VOLUMEN DE LA SECCIÓN CÓNICA

$$V = (1/4)(A)^2(L) \quad \& \quad L = (3.5)D$$

$$V = (1/4)(2.5)^2(4.5)$$

$$V = 7.03 \text{ M}^3.$$

3.2) VOLUMEN DE LA SECCIÓN RECTA

$$V = 65 - 7.03 = 57.97 \text{ M}^3.$$

$$V = (A)(L)(H) - (1/2)(A^2)(L)$$

∴ PROFUNDIDAD DE LA SECCIÓN RECTA.

$$H = [V + (1/2)(A^2)(L)] / [(A)(L)]$$

$$H = [65 + (1/2)(2.5^2)(4.5)] / [(2.5)(4.5)]$$

$$H = 7.03 \text{ M.}$$

4] PRESIÓN HIDROSTÁTICA. (CALCULADA COMO COLUMNA DE AGUA CORREGIDA POR DENSIDAD). 14.7 LB/IN² = 10.327 M. DE COLUMNA DE AGUA.

$$P = (7.03)(14.7/10.327)(1.05) \quad \therefore P = 10.5 \text{ PSI.}$$

∴ LA PRESIÓN DE DISEÑO ES DE:

$$P = (10.5 + 14.7)(1.2) = 30.24 \text{ PSIA.}$$

MEMORIA DE CÁLCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 2 DE 3
TAG: TA-101

5] MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN:

POR LAS CARACTERÍSTICAS PROPIAS DEL FLUIDO, SE USARÁ COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN CONCRETO ARMADO DE CEMENTO TIPO PORTALAND Y VARILLA CORRUGADA DE 5/8". EL ESPESOR DE LAS PAREDES SE ESTIMA EN 12 CM., MIENTRAS QUE EL PISO Y LAS TAPAS SE ESTIMAN EN 15 CM DE ESPESOR.

6] SUPERFICIE EN BASE A DIMENSIONES INTERNAS.

6.1) PAREDES: $S = (2) (H) (L) + (2) (H) (A)$
 $S = (2) (7.05) (4.5) + (2) (7.05) (2.5) = 98.42 \text{ M}^2$

6.2) TAPAS: $S = (2) (L) (A)$
 $S = (2) (4.5) (2.5) = 22.5 \text{ M}^2$

6.3) PISO: $S = (2) (L) (D)$
 $(2) (D) (\cos 45) = 2.5 \text{ M}$
 $D = (2.5) / [(2) (\cos 45)]$
 $D = 1.767 \text{ M}$
 $S = (2) (4.5) (1.767) = 15.905 \text{ M}^2$

6.4) SUPERFICIE TOTAL: $S = 98.42 + 22.5 + 15.9 = 136.82 \text{ M}^2$

7] CÁLCULO DEL VOLUMEN DE CONCRETO: $V = (S) (T)$ DONDE T ES EL ESPESOR

7.1) PAREDES: $V = (S) (T)$
 $V = (98.42) (0.12) \therefore V = 11.81 \text{ M}^3$

7.2) PISO Y TAPAS: $V = (S) (T)$
 $V = (22.5 + 15.9) (0.15) \therefore V = 5.76 \text{ M}^3$

7.3) VOLUMEN TOTAL: $V = 11.81 + 5.76 = 17.57 \text{ M}^3$

8] CÁLCULO DEL MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN:

EL RENDIMIENTO TEÓRICO DEL CEMENTO PARA LA PROPORCIÓN RECOMENDADA ES DE UN METRO CÚBICO POR TONELADA. MIENTRAS QUE SE ESTIMA UNA VARILLA (TRAMO COMERCIAL DE 12 M) POR METRO CUADRADO DE SUPERFICIE CONSTRUIDA.

8.1] CONCRETO REQUERIDO:

$CR = (V) (1)$
 $CR = (17.57) (1) = 17.57 \text{ TON.}$

EL CONCRETO COMO TAL ESTÁ FORMADO COMO SIGUE:

CONCRETO:	CEMENTO	GRAVA	ARENA
	1/5	1/5	1/5

8.1.1] CEMENTO REQUERIDO:

$CR = (V) (1/5)$
 $CR = (17.57) (1/5)$
 $CR = 5.86 \text{ TON.}$

MEMORIA DE CÁLCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 3 DE 3
TAG: TA-101

8.2] ARENA REQUERIDA: AR = 5.86 M³.

8.3] GRAVA REQUERIDA: GR = 5.86 M³.

8.4] VARILLA REQUERIDA:

VR = (°S) (1)
VR = (136.82) (1)
VR = 137 VARILLAS

TABLA DE COSTOS:

CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCION	\$UNITARIO	\$ TOTAL
5.9	TON.	CEMENTO	450	2 655
5.9	M ³ .	ARENA	60	354
5.9	M ³ .	GRAVA	60	354
137	PZA.	VARILLA	13	1 781
65	M ³ .	EXCAVACION	75	4 875
137	M ² .	OBRA	60	8 220
				18 239

NOTAS:

LA EXCAVACION INCLUYE EL RETIRO DE MATERIALES.
LA OBRA INCLUYE EL ARMADO DE VARILLA, ASI COMO ALGUNOS
MATERIALES TALES COMO CLAVOS, ALAMBRE, MADERA PARA CIMBRA, ETC.

EL COSTO TOTAL DE LA UNIDAD ES DE N\$ 18 239.

MEMORIA DE CÁLCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 1 DE 3

TAG: TA-102

UNIDAD: DECANTADOR PRIMARIO
TRATAMIENTO DE AGUA SANITARIA

EL DECANTADOR PRIMARIO, SERÁ UN RECIPIENTE CILINDRICO, DE FONDO CÓNICO CON UN ÁNGULO DE 60° CON RELACIÓN A LA HORIZONTAL. SE USARÁ COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN ACERO AL CARBÓN ASME SA-285 C. PARA ESTE EQUIPO EL FLUJO NETO DE ENTRADA ES DE 3 046.7 KG/HR. EL TIEMPO DE RETENCIÓN RECOMENDADO ES DE 1.3 HR Y UNA VELOCIDAD ASCENCIONAL DE 2.7 M/HR.

$$W = 3\,046.7 \text{ KG/HR.}$$

$$\Phi = 1.3 \text{ HR. (TIEMPO DE RETENCIÓN)}$$

$$Y = 2.7 \text{ M/HR. (VELOCIDAD ASCENCIONAL)}$$

1) FLUJO VOLUMETRICO (Q)

$$\text{FLUJO } W = 3\,046.7 \text{ KG/HR.}$$

$$Q = W/\rho$$

$$Q = 3\,046.7/1.03 = 2\,957.96 \text{ LT/HR. (2.957 M3/HR)}$$

2) CALCULO DEL VOLUMEN DE LA UNIDAD:

$$V = (Q)(\Phi)$$

$$V = 2.95796 (1.3) = 3.8455 \text{ M}^3$$

3) CALCULO DE LA ALTURA:

PARA CUMPLIR CON LA VELOCIDAD ASCENCIONAL (2.7 M/HR) SE REQUIERE UN AREA DE:

$$A = Q / Y$$

$$A = 2.95796 / 2.7 = 1.0955 \text{ M}^2$$

$$H = V / A$$

$$H = 3.8453/1.0955 = 3.51 \text{ M.}$$

4) CALCULO DEL DIAMETRO INTERIOR DEL DECANTADOR:

PARA UN RECIPIENTE CILINDRICO: $A = (1/4)\pi D^2 = 1.0955 \text{ M}^2$

$$D^2 = (4)(A)/(\pi)$$

$$D^2 = (4)(1.0955)/(3.1416)$$

$$D = 1.181 \text{ M.}$$

5) CALCULO DEL DIAMETRO EXTERIOR DEL DECANTADOR (DERRAMADERO):

COMO EL DERRAMADERO DE ESTE DECANTADOR SERVIRA COMO TANQUE DE AERACION, EL DIAMETRO EXTERNO SERA:

PARA UN RECIPIENTE CILINDRICO ANULAR $A = \pi (D^2 - D^2)/4$

$$D^2 = 4(A)/(\pi) + D^2$$

$$\text{DONDE } D = 1.18 \text{ M}$$

Y

$$A = 0.534 \text{ M}^2$$

∴ CALCULANDO EL DIAMETRO NOS DA UN VALOR DE 1.348 M.

MEMORIA DE CALCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 2 DE 5
TAG: TA-102

6) MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN

SE USARÁ COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN ACERO AL CARBÓN ASME SA-285 C. PARA ESTE MATERIAL EL ESFUERZO A LA TENSION (S) ES DE 13 700 PSI; ASÍ MISMO EN SU INTERIOR ESTARÁ RECUBIERTO CON RESINA POLIÉSTER REFORZADA CON FIBRA DE VIDRIO, LA CUAL SERVIRÁ COMO RECUBRIMIENTO CONTRA LA CORROSIÓN.

7) CALCULO DE LA PRESIÓN HIDROSTÁTICA P.

$$P = (SPGR)(H)(G) + POP.$$

$$P = (1.03)(351)(981)/(6.895 \text{ EXP } [4])$$

$$P = 5.14 \text{ PSI} + 14.7 = 19.84 \text{ PSIA.}$$

$$\text{PRESIÓN DE DISEÑO} = (1.2)(19.84) = 23.8 \text{ LB/IN}^2$$

8) CALCULO DE ESPESORES.

$$T = (P)(R)/[(S)(E) - (0.6)(P)] + T \quad \therefore T = 0.02$$

$$T = (23.8)(1.181)(39.3)/E(15.700)(0.8) - (0.6)(23.8)] + T$$

$$T = 0.10"$$

EL ESPESOR UTILIZADO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE ESTE RECIPIENTE SERÁ DE 3/16" PARA EL CUERPO Y TAPAS DEL RECIPIENTE.

9) CALCULO DE LA SUPERFICIE

9.1) SUPERFICIE DEL CUERPO.

$$S = (\pi)(D)(H) + (\pi)(D)(H)$$

$$S = (\pi)(1.348)(4.3) + (\pi)(1.181)(3.51)$$

$$S = 31.23 \text{ M}^2$$

9.2) SUPERFICIE DE LAS TAPAS.

PARA TAPAS CONICAS:

$$S = (1.5)(\pi)(D)$$

$$S = (1.5)(\pi)(1.348) = 6.35 \text{ M}^2$$

LA SUPERFICIE TOTAL ES.

$$S = 31.23 + 6.35 = 37.58 \text{ M}^2$$

10) PESO MUERTO DE LA UNIDAD.

$$W = (S)(W)$$

$$W = (37.58)(37.35) = 1.404 \text{ KG.}$$

MEMORIA DE CALCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 3 DE 3
TAG: TA-102

1.1) CALCULO DEL COSTO DE LA UNIDAD:

EL COSTO DE LA PLACA DE ACERO AL CARBÓN ES DE N\$ 1.45 POR KG.
EL COSTO DE LA MANO DE OBRA SE ESTIMA EN 5.0 VECES EL COSTO DEL
MATERIAL Y EL DEL RECUBRIMIENTO ES DE N\$ 60.00 POR M²

$$\therefore \text{COSTO PLACA} = (1404)(1.45) = \text{N\$ } 2\,035.80$$

$$\therefore \text{COSTO M. OBRA} = (2\,035.8)(5.0) = \text{N\$ } 10\,179.00$$

$$\therefore \text{COSTO RECUBRIMIENTO} = (37.58)(60) = \text{N\$ } 2\,254.80$$

EL COSTO DE LA UNIDAD ES DE: N\$ 14 469.60

EL COSTO DEL TANQUE TA-102 ES DE N\$ 14 470.00

MEMORIA DE CALCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 1 DE 2

TAG: TA-105
UNIDAD: ACUMULADOR DE FANGOS
TRATAMIENTO DE FANGOS PROV. DEL TRATAMIENTO DE AGUA SANITARIA

ESTE ACUMULADOR DE FANGOS SERA UN RECIPIENTE CILINDRICO VERTICAL DE TAPAS PLANAS CONSTRUIDO EN ACERO AL CARBON ASME SA-285 C. ASI MISMO EN SU INTERIOR LLEVARA UN RECUBRIMIENTO DE RESINA POLIESTER REFORZADA CON FIBRA DE VIDRIO.

1) VOLUMEN DE LA UNIDAD (V).

SE DIMENSIONARA PARA UNA ACUMULACION DE 5 HR. DE OPERACION.

$$V = 590.846 \times 5 = 2.954 \text{ LT.}$$

∴ CAPACIDAD DE DISEÑO SERA DE 3.0 M3.

2) CALCULO DEL DIAMETRO Y LONGITUD:

ATENDIENDO CRITERIOS ECONOMICOS USAREMOS UNA RELACION DE ESBELTEZ (L/D) DE 2

$$V = (1/4) (\pi) (D)^2 (L)$$

$$D^3 = (2) (V/\pi)$$

$$D^3 = (2) (5) / (3.1416)$$

$$L = (2) (D)$$

$$D = 1.24 \text{ M}$$

$$L = 2.48 \text{ M}$$

3) PRESION HIDROSTATICA. (CALCULADA COMO COLUMNA DE AGUA CORREGIDA POR DENSIDAD).

$$P = (2.48) (14.7/10.3327) (1.5) = 5.22 \text{ PSI.}$$

4) PRESION DE DISEÑO.

$$P = [1.2] [(5.22) + (14.7)] = 23.9 \text{ PSIA}$$

5) MATERIAL DE CONSTRUCCION.

SE USARA COMO MATERIAL DE CONSTRUCCION ACERO AL CARBON ASME SA-285 C. PARA ESTE MATERIAL EL ESFUERZO A LA TENSION (S) ES DE 15 700 PSI.

6) ESPESOR DE CUERPO Y TAPAS.

$$t = (P) (R) / [(S) (E) - (0.6) (P)] + t \quad \therefore t = 0.02$$

$$t = (23.9) (0.62) (39.37) / [(15.700) (0.8) - (0.6) (23.9)]$$

$$t = 0.075"$$

EL ESPESOR RECOMENDADO PARA EL RECIPIENTE ES DE 3/16" PARA EL CUERPO Y TAPAS ESTE MATERIAL TIENE UNA DENSIDAD DE 37.35 KG/M³

MEMORIA DE CALCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO.

HOJA 2 DE 2
TAG: TA-105

7] CALCULO DE LA SUPERFICIE.

$$S = (1/2)(\pi)(D^2) + (\pi)(D)(L)$$
$$S = (1/2)(\pi)(1.24)^2 + (\pi)(1.24)(2.48) = 12.07 \text{ M}^2$$

8] PESO MUERTO DE LA UNIDAD:

$$W = (S)(W)$$
$$W = (12.07)(37.35) = 450 \text{ KG.}$$

9] PESO EN OPERACION:

$$W = 450 + (5.000)(1.5)$$
$$W = 4.950 \text{ KG.}$$

11] CALCULO DEL COSTO DE LA UNIDAD:

EL COSTO DE LA PLACA DE ACERO AL CARBON ES DE N\$ 1.45 POR KG.
EL COSTO DE LA MANO DE OBRA SE ESTIMA EN 5.0 VECES EL COSTO DEL MATERIAL Y EL DEL RECUBRIMIENTO ES DE N\$ 60.00 POR M².

$$\therefore \text{COSTO PLACA} = (450)(1.45) = \text{N\$ } 652.50$$

$$\therefore \text{COSTO M. OBRA} = (652.5)(5.0) = \text{N\$ } 3.262.50$$

$$\therefore \text{COSTO RECUBRIMIENTO} = (12.07)(60) = \text{N\$ } 724.20$$

EL COSTO DE LA UNIDAD ES DE: N\$ 4.639.20

EL COSTO DEL TANQUE TA-105 ES DE N\$ 4.639.00

MEMORIA DE CALCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 1 DE 3

TAG: TA-104

UNIDAD: AERADOR

TRATAMIENTO DE AGUA SANITARIA

EL TANQUE DE AERACION ESTARA INTEGRADO AL DECANTADOR PRIMARIO.
PARA ESTE EQUIPO EL FLUJO NETO DE ENTRADA (W) ES DE 3 029.75 KG/HR.
EL TIEMPO DE RETENCION RECOMENDADO (Φ) ES DE 0.5 HR Y UNA VELOCIDAD ASCENCIONAL (Ψ) DE 8.8 M/HR. (VALORES SUFICIENTES PARA CUBRIR LA ABSORCION DE OXIGENO NECESARIO PARA CUBRIR LA DBO REQUERIDA MEDIANTE LA INYECCION DE AIRE).
EL MATERIAL RECOMENDADO PARA ESTE EQUIPO ES ACERO AL CARBON ASTM-SA-285 RECUBIERTO CON FRP (RESINA POLIESTER Y FIBRA DE VIDRIO).

$$\begin{aligned}\Phi &= 0.5 \text{ HR.} && \text{(TIEMPO DE RETENCION)} \\ \Psi &= 8.8 \text{ M/HR.} && \text{(VELOCIDAD ASCENCIONAL)}\end{aligned}$$

1) FLUJO VOLUMETRICO (Q).

$$\begin{aligned}W &= 3\,029.75 \text{ KG/HR.} \\ Q &= W/\delta \\ Q &= 3\,029.75 / 1.05 \\ Q &= 2\,885.476 \text{ LT/HR.} \quad (2.9415 \text{ M}^3/\text{HR})\end{aligned}$$

2) CALCULO DEL VOLUMEN DE LA UNIDAD:

$$\begin{aligned}V &= (Q)(\Phi) / (\delta) \\ V &= (2.9415)(0.5) / (1.05) \\ V &= 1.45 \text{ M}^3\end{aligned}$$

3) CALCULO DE LA ALTURA:

PARA CUMPLIR CON LA VELOCIDAD ASCENCIONAL (8.8 M/HR) SE REQUIERE UN AREA DE.

$$\begin{aligned}A &= Q / \Psi \\ A &= 2.9415 / 8.8 = 0.334 \text{ M}^2\end{aligned}$$

∴ LA ALTURA SERA DE

$$\begin{aligned}H &= V / A \\ H &= 1.43 / 0.334 = 4.5 \text{ M.}\end{aligned}$$

4) CALCULO DEL DIAMETRO DEL AERADOR:

PARA UN RECIPIENTE CILINDRICO ANULAR $A = \pi (D^2 - D^2) / 4$

$$D^2 = 4(A) / (\pi) + D^2$$

DONDE $D = 1.18 \text{ M}$ Y $A = 0.334 \text{ M}^2$.

∴ CALCULANDO EL DIAMETRO NOS DA UN VALOR DE 1.348 M.

MEMORIA DE CALCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 2 DE 5
TAG: TA-104

5) CALCULO DE LA PRESION HIDROSTATICA P.

$$P = (SPGR) (H) (G) + POP.$$
$$P = (1.03) (450) (981) / (6.895 \cdot \text{EXP} [4]) + POP.$$
$$P = 6.5 + 14.7 = 21.0 \text{ PSIA.}$$
$$\text{PRESION DE DISEÑO} = (1.2) (21.0) = 25.2 \text{ LB/IN}^2$$

6) CALCULO DEL FLUJO DE AIRE INYECTADO.

SE INYECTARA 7.76 KG DE AIRE POR HORA, PARA LO CUAL SE CONTARA CON TOBERAS DISPUESTAS EN FORMA TRES BOLILLOS, PARA CREAR TURBULENCIA. LA PRESION DE SALIDA DEL AIRE SERA 25 % MAYOR A LA HIDROSTATICA.

$$\text{PRESION DE AIRE} = (1.25) (21) = 26.25 \text{ LB/IN}^2$$

ASUMIREMOS UNA PRESION DE 27.0 LB/IN²

7) CALCULO DEL ESPESOR (CUERPO)

$$T = (P) (R) / [(S) (E) - (0.6) (P)] + T \quad \therefore T = 0.002$$
$$T = (25.2) (0.674) (39.3) / [(13.700) (0.8) - (0.6) (25.2)]$$
$$T = 0.061"$$

EL ESPESOR MINIMO RECOMENDADO PARA RECIPIENTES A PRESION DE ACERO AL CARBÓN ES DE 3/16" PARA EL CUERPO Y TAPAS DEL RECIPIENTE. EL PESO DE ÉSTE MATERIAL ES DE 37.35 KG./M². POR LO QUE 3/16" SERA EL ESPESOR DE LA PLACA PARA LA CONSTRUCCION DE ÉSTA UNIDAD.

8) CALCULO DE LA SUPERFICIE.

8.1) SUPERFICIE DEL CUERPO.

$$S = (\pi) (D) (H)$$
$$S = (\pi) (1.548) (4.3) = 18.21 \text{ M}^2$$

8.2) SUPERFICIE DE LAS TAPAS.

LA TAPA INFERIOR SERA CONICA CON UN ANGULO DE 60°.

$$S = (\pi) (R) (L)$$
$$S = (\pi) [(0.5) [1.548]]^2$$
$$S = 1.43 \text{ M}^2$$

$$\text{SUPERFICIE TOTAL } S = 18.21 + 1.43 = 19.64 \text{ M}^2$$

9) PESO DEL EQUIPO:

9.1) PESO MUERTO DE LA UNIDAD.

$$W = (S) (w)$$
$$W = (19.64) (37.55) = 733.55 \text{ KG.}$$

MEMORIA DE CALCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 5 DE 5
TAG: TA-104

11.] CALCULO DEL COSTO DE LA UNIDAD:

EL COSTO DE LA PLACA DE ACERO AL CARBON ES DE N\$ 1,45 POR KG.
EL COSTO DE LA MANO DE OBRA SE ESTIMA EN 5,0 VECES EL COSTO DEL MATERIAL Y EL DEL RECUBRIMIENTO ES DE N\$ 60,00 POR M²

$$∴ \text{COSTO PLACA} = (735,55)(1,45) = \text{N\$ } 1\ 063,65$$

$$∴ \text{COSTO M. OBRA} = (1\ 063,65)(5,0) = \text{N\$ } 5\ 318,25$$

$$∴ \text{COSTO RECUBRIMIENTO} = (19,64)(60) = \text{N\$ } 1\ 178,40$$

EL COSTO DE LA UNIDAD ES DE: N\$ 7 559,85

EL COSTO DEL TANQUE TA-104 ES DE N\$ 7 600,00

MEMORIA DE CALCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 1 DE 3

TAG: TA-105

UNIDAD: DECANTADOR SECUNDARIO (ESTABILIZACION)
TRATAMIENTO DE AGUA SANITARIA

EL DECANTADOR SECUNDARIO, SERA CILINDRICO, DE FONDO CONICO CON UN ANGULO DE 60° CON RELACION A LA HORIZONTAL. SE USARA COMO MATERIAL DE CONSTRUCCION ACERO AL CARBON ASME SA-285 C. ASI MISMO EN SU INTERIOR ESTARA RECUBIERTO CON RESINA POLIESTER REFORZADA CON FIBRA DE VIDRIO.

PARA ESTE EQUIPO EL FLUJO NETO DE ENTRADA ES DE 3 050 KG/HR.
EL TIEMPO DE RETENCION RECOMENDADO ES DE 1.5 HR Y UNA VELOCIDAD ASCENCIONAL DE 1.8 M/HR. EL DERRAMADERO SERA EXENTRICO, CIRCULAR CON LA MISMA AREA DE FLUJO.

$$W = 3 050 \text{ KG/HR.}$$

$$\Phi = 1.5 \text{ HR.}$$

$$\Psi = 1.8 \text{ M/HR.}$$

(TIEMPO DE RETENCION)

(VELOCIDAD ASCENCIONAL)

1) FLUJO VOLUMETRICO (Q).

$$\text{FLUJO } W = 3 050 \text{ KG/HR.}$$

$$Q = W/6$$

$$Q = 3 050 / 1.05 = 2 942 \text{ LT/HR.} \quad (2.942 \text{ M}^3/\text{HR})$$

2) CALCULO DEL VOLUMEN DE LA UNIDAD:

$$V = (Q) (\Phi)$$

$$V = (2.942) (1.5) = 4.413 \text{ M}^3$$

3) CALCULO DE LA ALTURA:

PARA CUMPLIR CON LA VELOCIDAD ASCENCIONAL (1.8 M/HR) SE REQUIERE UN AREA DE:

$$A = Q / \Psi$$

$$A = 2.942 / 1.8 = 1.6344 \text{ M}^2$$

$$H = V / A$$

$$H = 4.413 / 1.6344 = 2.70 \text{ M.}$$

4) CALCULO DEL DIAMETRO INTERIOR DEL DECANTADOR:

PARA UN RECIPIENTE CILINDRICO. $A = (1/4)\pi D^2 = 1.6344 \text{ M}^2$

$$D^2 = (4) (A) / (\pi)$$

$$D^2 = (4) (1.6344) / (3.1416)$$

$$D = 1.44 \text{ M.}$$

MEMORIA DE CALCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 2 DE 5
TAG: TA-105

5] CALCULO DEL DIAMETRO EXTERIOR DEL DECANTADOR (DERRAMADERO):

PARA UN RECIPIENTE CILINDRICO ANULAR $A = \pi (D^2 - d^2) / 4$

$$D^2 = 4(A) / (\pi) + d^2$$

DONDE $d = 1.44 \text{ M}$ Y $A = 1.6544 \text{ M}^2$.

\therefore CALCULANDO EL DIAMETRO NOS DA UN VALOR DE 4.154 M.

6] CALCULO DE LA ALTURA DEL DERRAMADERO:

PARA EL DERRAMADERO NO SE TIENE QUE CUMPLIR VELOCIDAD ASCENCIONAL ALGUNA, POR LO QUE LA LONGITUD SERA DE 1.5 M.

7] CALCULO DE LA PRESION HIDROSTATICA P.

$$P = (\text{SPGR})(H)(G) + \text{POP}$$

$$P = (1.03)(270)(981) / (6.895 \text{ EXP } [4])$$

$$P = 3.95 + 14.7 = 18.65 \text{ PSIA}$$

$$\text{PRESION DE DISEÑO} = (1.2)(18.65) = 22.38 \text{ LB/IN}^2$$

9] CALCULO DEL ESPESOR (CUERPO)

$$T = (P)(R) / [(S)(E) - (0.6)(P)] + T \quad \therefore T = 0.002$$

$$T = (22.38)(0.72)(39.3) / [(15700)(0.8) - (0.6)(22.38)] + T$$

$$T = 0.059"$$

PARA EL MATERIAL PROPUESTO EL ESFUERZO A LA TENSION (S) ES DE 15 700 PSI. EL ESPESOR RECOMENDADO PARA ESTE RECIPIENTE ES DE 3/16" PARA EL CUERPO Y TAPAS.

8] CALCULO DE LA SUPERFICIE.

8.1) SUPERFICIE DEL CUERPO.

$$S = (\pi)(D)(H) + (\pi)(D)(H)$$

$$S = (\pi)(1.44)(2.70) + (\pi)(4.154)(1.5)$$

$$S = 21.39 \text{ M}^2$$

8.2) SUPERFICIE DE LAS TAPAS.

PARA TAPAS CONICAS:

$$S = (1.5)(\pi)(D)$$

$$S = (1.5)(\pi)(1.44) = 6.78 \text{ M}^2$$

LA SUPERFICIE TOTAL ES.

$$S = 21.39 + 6.78 = 28.17 \text{ M}^2$$

9] PESO MUERTO DE LA UNIDAD.

$$W = (S)(w)$$

$$W = (28.17)(37.35) = 1052 \text{ KG.}$$

MEMORIA DE CALCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 3 DE 3
TAG: TA-105

10] PESO EN OPERACIÓN.

10.1) PESO DEL FLUIDO.

$$W = (V1 + V2) (6)$$

$$W = [(4.413) + (1.6344)(1.5)](1.03)$$

$$W = 7.070$$

∴ PESO TOTAL DEL EQUIPO (W) = 7.070 + 1.052 = 8.122 KG.

11] CALCULO DEL COSTO DE LA UNIDAD:

EL COSTO DE LA PLACA DE ACERO AL CARBÓN ES DE N\$ 1.45 POR KG.

EL COSTO DE LA MANO DE OBRA SE ESTIMA EN 5.0 VECES EL COSTO DEL MATERIAL Y EL DEL RECUBRIMIENTO ES DE N\$ 60.00 POR M²

$$∴ \text{COSTO PLACA} = (1052)(1.45) = \text{N\$ } 1.525.40$$

$$∴ \text{COSTO M. OBRA} = (1.525.40)(5.0) = \text{N\$ } 7.627.00$$

$$∴ \text{COSTO RECUBRIMIENTO} = (28.17)(60) = \text{N\$ } 1.690.20$$

EL COSTO DE LA UNIDAD ES DE: N\$ 10.842.60

EL COSTO DEL TANQUE TA-105 ES DE N\$ 10.845.00

MEMORIA DE CALCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 1 DE 2

TAG: TA-106
UNIDAD: CLARIFICADOR
TRATAMIENTO DE AGUA SANITARIA

EL CLARIFICADOR PARA AGUA SANITARIA SERA UN RECIPIENTE DE ACERO ALCARBÓN; ESTARA PROVISTO DE UN AGITADOR MECANICO DE VELOCIDAD VARIABLE, REALIZARA LAS OPERACIONES DE COAGULACION Y SEDIMENTACION.

COAGULANTE REQUERIDO:

(PARA FINES DE CALCULO SE ASUME COMO COAGULANTE ALUMBRE)
PARA CADA COAGULANTE EN ESPECIFICO, EXISTEN GRAFICAS Y/O CORRELACIONES QUE RELACIONAN LA CANTIDAD DE SUSTANCIA POR AÑADIR POR METRO CUBICO DE AGUA, CONOCIENDO LA CONCENTRACION DE SOLIDOS SUSPENDIDOS A LA TEMPERATURA DE TRABAJO. PARA EL TIPO DE SOLIDOS ORGANICOS CONTENIDOS EN EL EFLUENTE, UNA CONCENTRACION DE ORGANICOS DE 14 G/LT PPM, SE REQUIEREN 270 MG./LT. DE ALUMBRE (WA), MAS 150 MG/LT DE ALUMINATO DE SODIO (WL) Y 150 MG. DE SILICE (WS).

EL TIEMPO DE RETENCION PARA UNA FLOCULACION QUE REDUZCA LA CONCENTRACION DE SOLIDOS A 290 MG/LT ES DE 30 MIN. CON EL FLOCULANTE DE REFERENCIA.

FLUJO DE ENTRADA = 2 655.26 KG/HR.
CONC. = 1.4 % DE MATERIAL SUSPENDIDO (14 G/LT.)

W = 2 655.26 KG/HR.
Φ = 0.5 HR. (TIEMPO DE RETENCION)
V = 2.0 M/HR. (VELOCIDAD ASCENCIONAL ESTIMADA)

1) FLUJO VOLUMETRICO (Q).

FLUJO W = 2 655.26 KG/HR.
Q = W/ρ
Q = 2 655.26 /1.03 = 2 578 LT/HR. (2.578 M3/HR)

2) CALCULO DE SUSTANCIAS DOSIFICADAS.

2.1) ALUMBRE:

W = (Q) (WA) / (1 000)
W = (2 578) (270) / (1 000) = 697 g.

2.2) ALUMINATO DE SODIO:

W = (Q) (WL) / (1 000)
W = (2 578) (150) / (1 000)
W = 386.7 g.

2.3) SILICE:

W = (Q) (WS) / (1 000)
W = (2 578) (150) / (1 000)
W = 386.7 g.

MEMORIA DE CALCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 2 DE 2
TAG: TA-106

3) CALCULO DEL VOLUMEN DE LA UNIDAD:

$$V = (Q) (\Phi)$$
$$V = (2.578) (0.5) = 1.289 \text{ M}^3$$

4) CALCULO DE LA ALTURA:

PARA CUMPLIR CON LA VELOCIDAD ASCENCIONAL (0.5 M/HR) SE REQUIERE UN AREA DE:

$$A = Q / V$$
$$A = 2.578 / 2.0 = 1.289 \text{ M}^2$$

$$H = V / A$$
$$H = 1.289 / 1.289 = 1.0 \text{ M.}$$

CON LOS DATOS ANTERIORES SE COTIZO UN EQUIPO CLARIFICADOR CON LA EMPRESA DEGEMONT DE MEXICO CON LAS SIGUIENTES CARACTERISTICAS:

DIAMETRO = 2.5 M

LONGITUD = 1.25 M

MATERIAL DE CONSTRUCCION: ASME SA-515-70

AGITADOR DE PALETAS DE PLASTICO

MOTOR ELECTRICO DE 3 H.P.

TIEMPO DE RETENCION PROMEDIO DE 2.5 HR.

EL COSTO DE LA UNIDAD ES DE: N\$ 18 600,00

EL COSTO DE TA-106 ES DE N\$ 18 600,00

MEMORIA DE CALCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 1 DE 2

TAG: TA-107
UNIDAD: TANQUE ACUMULADOR DE ALUMBRE,
TRATAMIENTO DE AGUA SANITARIA.

ESTE TANQUE TENDRA COMO FUNCION, ALMACENAR ALUMBRE, ALUMINATO DE SODIO Y SILICE TODOS ELLOS MEZCLADOS EN SOLUCION Y LISTOS PARA SER DOSIFICADOS AL CLARIFICADOR TA-106. SERA UN RECIPIENTE CILINDRICO HORIZONTAL DE ACERO AL CARBON ASME SA-285 C. LAS TAPAS SERAN PLANAS. LA PRESION DE OPERACION SERA LA ATMOSFERICA (12.38 LB/IN²) Y LA TEMPERATURA PROMEDIO DE OPERACION SERA DE 20 °C. (293.15 °K).

1] VOLUMEN DE LA UNIDAD.
EL TANQUE SE DIMENSIONARA PARA UN VOLUMEN DE UN METRO CUBICO.

2] CALCULO DEL DIAMETRO Y LONGITUD:
USAREMOS UNA RELACION DE ESBELTEZ (L/D) DE 3.0

$$V = (1/4) (\pi) (D)^2 (L) \quad L = (2.5) (D)$$

$$V = (1/4) (\pi) (D)^2 [(2.5) (D)]$$

$$D^3 = (4/2.5) (V/\pi)$$

$$D^3 = (4) (1) / [(2.5) (3.1416)]$$

$$D = 0.80 \text{ M}$$

$$L = 2.00 \text{ M}$$

3] MATERIAL DE CONSTRUCCION.

SE USARA COMO MATERIAL DE CONSTRUCCION ACERO AL CARBON ASME SA-285 GRADO C. PARA ESTE MATERIAL EL ESFUERZO A LA TENSION (S) ES DE 13 700 PSI (HASTA 200 °F).

4] LA PRESION DE DISEÑO SERA DE:

$$P = (1.2) (12.38)$$

$$P = 14.85 \text{ PSIA}$$

5] CALCULO DEL ESPESOR (CUERPO)

$$T = (P) (R) / [(S) (E) - (0.6) (P)] + T \quad \therefore T = 0.01$$

$$T = (14.85) (0.4) (39.3) / [(13 700) (0.8) - (0.6) (14.85)]$$

$$T = 0.03''$$

EL ESPESOR RECOMENDADO PARA ESTE RECIPIENTE DE ACERO AL CARBON ES DE 3/16" PARA EL CUERPO Y TAPAS. EL PESO DE ESTE MATERIAL ES DE 37.35 KG./M².

MEMORIA DE CÁLCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 2 DE 2
TAG: TA-107

6) CÁLCULO DE LA SUPERFICIE.

6.1) SUPERFICIE DEL CUERPO.

$$S = (\pi) (D) (L)$$

$$S = (\pi) (0.8) (2.0) = 5.05 \text{ M}^2$$

6.2) SUPERFICIE DE LAS TAPAS.

$$S = (1/4) (\pi) (D^2)$$

$$S = (1/4) (\pi) (0.8)^2$$

$$S = 0.50 \text{ M}^2$$

$$\text{SUPERFICIE TOTAL } S = 5.05 + 0.5 = 5.55 \text{ M}^2$$

7) PESO DEL EQUIPO:

7.1) PESO MUERTO DE LA UNIDAD.

$$W = (S) (W)$$

$$W = (5.55) (37.35) = 206.5 \text{ KG.}$$

7.2) PESO DEL FLUIDO:

$$W_F = (1) (1.12)$$

$$W_F = 1.12 \text{ TON.}$$

∴ PESO DEL EQUIPO EN OPERACIÓN (W)

$$W = 1.120 + 206.5 = 1.326.5 \text{ KG.}$$

11) CÁLCULO DEL COSTO DE LA UNIDAD:

EL COSTO DE LA PLACA DE ACERO AL CARBÓN ES DE N\$ 1.45 POR KG.

EL COSTO DE LA MANO DE OBRA SE ESTIMA EN 5.0 VECES EL COSTO DEL MATERIAL.

$$\therefore \text{COSTO PLACA} = (206.5) (1.45) = \text{N\$ } 299.45$$

$$\therefore \text{COSTO M. OBRA} = (299.45) (5.0) = \text{N\$ } 899.30$$

EL COSTO DE LA UNIDAD ES DE: N\$ 1.795.80

EL COSTO DEL TANQUE TA-107 ES DE N\$ 1.795.00

MEMORIA DE CALCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 1 DE 2

TAG: TA-108
UNIDAD: TANQUE ESPESADOR DE FANGOS
TRATAMIENTO DE FANGOS PROVENIENTES DEL AGUA SANITARIA

LA FUNCIÓN DE ESTE TANQUE SERA ESPESAR LOS FANGOS DIGERIDOS, COAGULANDOLOS MEDIANTE LA ADICIÓN DE HIDROXIDO DE CALCIO; ACONDICIONANDOLOS PARA EL FILTRADO POR CENTRIFUGACIÓN. ESTE TANQUE, SERA CILINDRICO, DE FONDO CONICO CON UN ANGULO DE 60° CON RELACIÓN A LA HORIZONTAL, Y ESTARA PROVISTO DE UN AGITADOR MECANICO. EL MATERIAL A USAR PARA ESTE EQUIPO ES ACERO AL CARBON ASME-SA-285 RECUBIERTO CON FRP (RESINA POLIESTER Y FIBRA DE VIDRIO).

PARA ESTE EQUIPO EL FLUJO NETO DE ENTRADA ES DE 598.19 KG/HR.

1) FLUJO DE ENTRADA.

$$W = 598.19 \text{ KG/HR.}$$

2) HIDROXIDO DE CALCIO DOSIFICADO.

$$WC = 17.95 \text{ KG/HR.}$$

3) FLUJO TOTAL DE ENTRADA.

$$W = 616.14 \text{ KG/HR.}$$

FLUJO VOLUMETRICO (Q)

$$Q = W/\rho$$

$$Q = 616.14/1.3 = 473.95 \text{ LT/HR.}$$

$$(0.47395 \text{ M}^3/\text{HR})$$

4) CALCULO DEL VOLUMEN DE LA UNIDAD:

DEBIDO A QUE SE OPERARA DE FORMA INTERMITENTE, SE DEBERA ACUMULAR EL FLUJO DE ENTRADA DURANTE DIEZ HORAS

$$V = (Q)(\Phi)$$

$$V = (0.47395)(10.0) = 4.7395 \text{ M}^3$$

5) CALCULO DEL DIAMETRO Y LONGITUD:

ATENDIENDO CRITERIOS ECONÓMICOS USAREMOS UNA RELACION DE ESBELTEZ (L/D) DE 2.5

$$V = (1/4)(\pi)(D)^2(L)$$

$$L = (2.5)(D)$$

$$D^3 = (8/5)(V/\pi)$$

$$D^3 = (8)(4.7395)/[(5)(3.1416)]$$

$$D = 1.35 \text{ M}$$

$$L = 3.35 \text{ M}$$

6) CALCULO DE LA PRESIÓN HIDROSTATICA P.

$$P = (\text{SPGR})(H)(G) + P_{OP}$$

$$P = (1.03)(335)(981)/(6.895 \text{ Exp } [4])$$

$$P = 4.9 + 14.7 = 19.6 \text{ PSIA.}$$

$$\text{PRESIÓN DE DISEÑO} = (1.2)(19.6) = 23.52 \text{ LB/IN}^2$$

MEMORIA DE CALCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 2 DE 2
TAG: TA-108

7) CALCULO DEL ESPESOR (CUERPO Y TAPA)
PARA EL ACERO AL CARBÓN ASME SA-285 C EL ESFUERZO A LA TENSION (S) ES DE 13 700 PSI.

$$T = (P)(R) / [(S)(E) - (0.6)(P)J] + T \quad \therefore T = 0.002$$
$$T = (25.52)(0.675) / [(13.700)(0.8) - (0.6)(25.52)J] + T$$
$$T = 0.059$$

EL ESPESOR RECOMENDADO PARA ESTE RECIPIENTE ES DE 3/16" PARA EL CUERPO Y TAPAS. EL PESO DE ESTE MATERIAL ES DE 37.35 KG./M².

8) CALCULO DE LA SUPERFICIE.
8.1) SUPERFICIE DEL CUERPO.

$$S = (\pi)(D)(H)$$
$$S = (\pi)(1.35)(3.35) = 14.2 \text{ M}^2$$

8.2) SUPERFICIE DE LAS TAPAS.
PARA TAPAS CÓNICAS:

$$S = (1.5)(\pi)(D) = (1.5)(\pi)(1.35) = 6.36 \text{ M}^2$$

∴ LA SUPERFICIE TOTAL ES.

$$S = 14.2 + 6.36 = 20.56 \text{ M}^2$$

9) PESO MUERTO DE LA UNIDAD.

$$W = (S)(w)$$
$$W = (20.56)(37.35) = 768 \text{ KG.}$$

10) CALCULO DEL COSTO DE LA UNIDAD:

EL COSTO DE LA PLACA DE ACERO AL CARBÓN ES DE N\$ 1.45 POR KG.
EL COSTO DE LA MANO DE OBRA SE ESTIMA EN 5.0 VECES EL COSTO DEL MATERIAL.

$$\therefore \text{COSTO PLACA} = (768)(1.45) = \text{N\$ } 1\,113.60$$

$$\therefore \text{COSTO M. OBRA} = (1\,113.60)(5.0) = \text{N\$ } 5\,568.00$$

EL COSTO DE LA UNIDAD ES DE: N\$ 6 681.60

EL COSTO DEL TANQUE TA-108 ES DE N\$ 6 681.60

MEMORIA DE CALCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 1 DE 3

TAG: TA-109
UNIDAD: TANQUE DE OXIDACION.
TRATAMIENTO DE AGUA SANITARIA

LA FUNCION DE ESTE TANQUE SERA DISMINUIR MEDIANTE OXIDACION LA DEMANDA TOTAL DE OXIGENO (DBO Y DQO), CONSECUENCIA DE MATERIA ORGANICA E INORGANICA REMANENTE DE ETAPAS ANTERIORES, ASI MISMO EL OZONO INYECTADO FUNCIONARA COMO BACTERICIDA A FIN DE ELIMINAR LA ACTIVIDAD DE MICROORGANISMOS PRESENTES AUN EN SOLUCION.

LA RELACION EN PESO DE DQO REMOVIDO A OZONO CONSUMIDO ES IGUAL A LA UNIDAD, SE RECOMIENDA LA INYECCION DE OZONO A UNA CONCENTRACION DE 30 MG/LT. Y UN TIEMPO DE RETENCION (Φ) DE 20 MINUTOS.

FLUJO DE ENTRADA (W): 2 563.26 KG/HR.
[DBO] DE ENTRADA = 1.858 G DE DBO/HR.

SE REQUIERE UN FLUJO DE 1.858 G DE OZONO POR HORA. DEBIDO A LA CANTIDAD TAN PEQUEÑA DE GAS POR INYECTAR, ESTE ESTARA DILUIDO AL 10 % EN VOLUMEN CON NITROGENO O BIÓXIDO DE CARBONO.

1] CALCULO DEL VOLUMEN DE LA UNIDAD (V).

$$V = (W) (\Phi) / (G) \quad (G) = 1.03 \text{ KG./LT.}$$
$$V = (2 563.26) (0.333) / (1.03)$$
$$V = 829.53 \text{ LT.}$$

DEJAREMOS UN 20% DE ESPACIO LIBRE PARA LA RETENCION DE GASES.
∴ CAPACIDAD DE DISEÑO SERA DE 1.0 M³.

2] CALCULO DEL DIAMETRO Y LONGITUD:

ATENDIENDO CRITERIOS ECONÓMICOS USAREMOS UNA RELACION DE ESBELTEZ (L/D) DE 1.5

$$V = (1/4) (\pi) (D)^2 (L) \quad L = (1.5) (D)$$
$$V = (1/4) (\pi) (D)^2 [(1.5) (D)]$$
$$D^3 = (8/3) (V/\pi)$$
$$D^3 = (8) (1.0) / (3) (3.1416)$$
$$D = 0.95 \text{ M}$$
$$L = 1.42 \text{ M}$$

3] CALCULO DE LA PRESION HIDROSTATICA P.

LA PRESION DE OPERACION ES DE 22.05 PSI.

$$P = (SPGR) (H) (G) + POP.$$

$$P = (1.03) (142) (9811) / (6.895 \text{ Exp } [4]) + 22.05$$

$$P = 2.08 + 22.05 = 24.13 \text{ PSIA.}$$

$$\text{PRESION DE DISEÑO} = (1.2) (24.13) = 28.96 \text{ LB/IN}^2$$

MEMORIA DE CALCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 2 DE 3
TAG: TA-109

4] MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN:

SE USARÁ COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN ACERO INOXIDABLE ASME SA-240 GRADO 304, INCLUYENDO EL AGITADOR MECÁNICO. EL ESFUERZO A LA TENSIÓN (S) PARA ESTE MATERIAL ES DE 15 600 PSI (HASTA 200 °F).

5] CALCULO DEL ESPESOR (CUERPO)

$$T = (P)(R) / [(S)(E) - (0.6)(P)] + T \quad \therefore T = 0.01$$
$$T = (28.96)(0.475)(59.3) / [(15\ 600)(0.8) - (0.6)(28.96)]$$
$$T = 0.0553"$$

EL ESPESOR RECOMENDADO PARA ESTE RECIPIENTE ES DE 1/16" PARA EL CUERPO Y TAPAS; SIN EMBARGO TOMANDO EN CUENTA LOS ESFUERZOS DE TENSIÓN DEBIDO A LA AGITACION MECÁNICA, ASUMIREMOS UN ESPESOR DE 3/16". EL PESO DE ESTE MATERIAL ES DE 40.00 KG./M²

6] CALCULO DE LA SUPERFICIE.

6.1] SUPERFICIE DEL CUERPO.

$$S = (\pi)(D)(H)$$
$$S = (\pi)(0.95)(1.42)$$
$$S = 4.24 \text{ M}^2$$

6.2] SUPERFICIE DE LAS TAPAS.

EL RADIO INTERIOR DE TRANSICIÓN (ICR) SERA DE 1/2", LA LONGITUD DE CEJA RECTA (SF) ES DE 3 1/2" \therefore EL DIAMETRO PLANO (DP) PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS TAPAS ES:

$$DP = (1.0416)(D_o) + (2)[(SF) + (ICR)/5]$$
$$D_o = (0.95)(39.3) = 37.335"$$
$$DP = (1.0416)(37.335) + (2)[(3.5) + (0.5)/5]$$
$$DP = 46.22" \quad (1.176 \text{ M})$$

$$S = (1/4)(\pi)(DP)^2$$
$$S = (1/4)(\pi)(1.176)^2$$
$$S = 1.086 \text{ M}^2$$

$$\text{SUPERFICIE TOTAL } S = 4.24 + (1.176)(2) = 6.59 \text{ M}^2$$

7] PESO MUERTO DE LA UNIDAD.

$$W = (S)(w)$$
$$W = (6.59)(40.0) = 263.6 \text{ Kg.}$$

8] PESO EN OPERACIÓN.

8.1] PESO DEL FLUIDO.

$$W = (V)(\rho)$$
$$W = (829.53)(1.03)$$
$$W = 854.41 \text{ KG}$$

MEMORIA DE CALCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 3 DE 3
TAG: TA-109

PESO DEL EQUIPO EN OPERACIÓN

$$(\dot{W}) = 265.6 + 854.41 = 1.118 \text{ Kg.}$$

9) CALCULO DEL COSTO DE LA UNIDAD:

EL COSTO DE LA PLACA DE ACERO INOX. TIPO 304 ES N\$ 11.00/ KG.

EL COSTO DE LA MANO DE OBRA PARA LA FABRICACIÓN DE RECIPIENTES EN ACERO INOXIDABLE ES EL DOBLE QUE PARA ACERO AL CARBÓN. POR LO QUE SE ESTIMA EN 150 % EL COSTO DEL MATERIAL.

$$\therefore \text{COSTO PLACA} = (265.6)(11.00) = \text{N\$ } 2.899.60$$

$$\therefore \text{COSTO M. OBRA} = (2.899.6)(1.5) = \text{N\$ } 4.349.40$$

EL COSTO DEL AGITADOR MECÁNICO CON CHUMACERAS Y SELLOS MECANICOS ES DE N\$ 1500.00

EL COSTO DEL REDUCTOR DE VELOCIDAD ES DE N\$ 2.500.00

EL COSTO DE LA UNIDAD ES DE N\$ 11.249.00

EL COSTO DEL TANQUE TA-109 ES DE N\$ 11.249.00

MEMORIA DE CALCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 1 DE 3

TAG: TA-111

UNIDAD: TANQUE ACUMULADOR DE AGUA TRATADA.
TRATAMIENTO DE AGUA SANITARIA

ESTE TANQUE TENDRA FUNCIONES DE RECEPCION DE AGUA TRATADA DEL DREN SANITARIO. EN VIRTUD DE SU CAPACIDAD, ESTE TANQUE SERA RECTANGULAR DE FONDO PLANO. SE USARA COMO MATERIAL DE CONSTRUCCION CONCRETO ARMADO. OPERARA CON UN NIVEL DIFERENCIAL PARA EVACUAR AUTOMATICAMENTE AL DRENAJE MUNICIPAL A FIN DE EVITAR INUNDACIONES EN CASO DE UN SOBREFLUJO, QUE REBASE LA CAPACIDAD DEL TANQUE.

1] VOLUMEN DE LA UNIDAD (V).

$$W = 2\ 563.26\text{-KG/HR.}$$

SE DIMENSIONARA PARA UNA ACUMULACION DE 24 HR. DE OPERACION (Φ).

$$V = (W)(\Phi)/(6) \quad (6) = 1.05\text{ KG./LT.}$$

$$V = (2\ 563.26)(24)/(1.05)$$

$$V = 59\ 726\text{ LT.}$$

\therefore CAPACIDAD DE DISEÑO SERA DE 60 M³.

2] CALCULO DE LA LONGITUD Y ANCHO DEL TANQUE.

LA LONGITUD (L), SERA DE 4.5 M. Y EL ANCHO (A), DE 2.5 M.

3] CALCULO DE LA PROFUNDIDAD.

$$V = (A)(L)(H)$$

$$H = (V) / [(A)(L)]$$

$$H = [60] / [(2.5)(4.5)]$$

$$H = 5.33\text{ M.}$$

4] PRESIÓN HIDROSTÁTICA, (CALCULADA COMO COLUMNA DE AGUA CORREGIDA POR DENSIDAD). $14.7\text{ LB/IN}^2 = 10.5327\text{ M. DE COLUMNA DE AGUA.}$

$$P = (5.33)(14.7/10.5327)(1.05)$$

$$P = 7.96\text{ PSI.}$$

\therefore LA PRESIÓN DE DISEÑO ES DE:

$$P = (7.96 + 14.7)(1.2) = 27.2\text{ PSIA.}$$

5] MATERIAL DE CONSTRUCCION:

SE USARA COMO MATERIAL DE CONSTRUCCION CONCRETO ARMADO DE CEMENTO TIPO PORTALAND Y VARILLA CORRUGADA DE 3/8". EL ESPESOR DE LAS PAREDES SE ESTIMA EN 12 CM, MIENTRAS QUE EL PISO Y LAS TAPAS SERA DE 15 CM. DE ESPESOR.

MEMORIA DE CALCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 2 DE 5
TAG: TA-111

6] SUPERFICIE EN BASE A DIMENSIONES INTERNAS.

6.1) PAREDES: $S = (2) (H) (L) + (2) (H) (A)$
 $S = (2) (5.55) (4.5) + (2) (5.55) (2.5)$
 $S = 74.62 \text{ M}^2$

6.2) PISO Y TAPAS: $S = (2) (L) (A)$
 $S = (2) (4.5) (2.5)$
 $S = 22.5 \text{ M}^2$

6.3) SUPERFICIE TOTAL: $S = 74.62 + 22.5 = 97.12$

7] CALCULO DEL VOLUMEN DE CONCRETO: $V = (S) (T)$ DONDE T ES EL ESPESOR

7.1) PAREDES: $V = (S) [(2) (H) (L) + (2) (H) (A)] (T)$
 $V = [(2) (5.55) (4.5) + (2) (5.55) (2.5)] (0.12)$
 $V = 8.95 \text{ M}^3$

7.2) PISO Y TAPAS: $V = [(2) (L) (A)] (T)$
 $V = [(2) (4.5) (2.5)] (0.15)$
 $V = 3.38 \text{ M}^3$

7.3) VOLUMEN TOTAL: $V = 8.95 + 3.38 = 12.33 \text{ M}^3$

8] CALCULO DEL MATERIAL DE CONSTRUCCION:

EL RENDIMIENTO TEÓRICO DEL CEMENTO PARA LA PROPORCIÓN RECOMENDADA ES DE UN METRO CÚBICO POR TONELADA. MIENTRAS QUE SE ESTIMA UNA VARILLA (TRAMO COMERCIAL DE 12 M) POR METRO CUADRADO DE SUPERFICIE CONSTRUIDA.

8.1] CONCRETO REQUERIDO:

$$CR = (V) (1)$$
$$CR = (12.33) (1)$$
$$CR = 12.33 \text{ TON.}$$

EL CONCRETO COMO TAL ESTA FORMADO COMO SIGUE:

CONCRETO:	CEMENTO	GRAVA	ARENA
	1/5	1/5	1/5

8.1.1] CEMENTO REQUERIDO:

$$CR = (V) (1/5)$$
$$CR = (12.33) (1/5)$$
$$CR = 4.11 \text{ TON.}$$

MEMORIA DE CALCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 3 DE 3
TAG: TA-111

8.2] ARENA REQUERIDA: AR = 4.11 M³.

8.3] GRAVA REQUERIDA: GR = 4.11 M³.

8.4] VARILLA REQUERIDA:

VR = (S)(1)

VR = (97.12)(1)

VR = 97.12 VARILLAS

TABLA DE COSTOS:

CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCION	\$UNITARIO	\$ TOTAL
4.2	TON.	CEMENTO	450	1 890
4.2	M ³ .	ARENA	60	252
4.2	M ³ .	GRAVA	60	252
98	PZA.	VARILLA	15	1 274
60	M ³ .	EXCAVACION	75	4 500
97.12	M ² .	OBRA	60	5 827
				13 995

NOTAS:

LA EXCAVACION INCLUYE EL RETIRO DE MATERIALES.

LA OBRA INCLUYE EL ARMADO DE VARILLA, ASI COMO ALGUNOS MATERIALES
TALES COMO CLAVOS, ALAMBRE, MADERA PARA CIMBRA, ETC.

EL COSTO TOTAL DE LA UNIDAD ES DE NS 14 000

MEMORIA DE CALCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 1 DE 3

TAG: TA-118
UNIDAD: TANQUE ACUMULADOR DE CONDENSADOS
TRATAMIENTO DE FANGOS PROVENIENTES DEL TRATAMIENTO DE AGUA
SANITARIA

ESTE TANQUE TENDRA COMO FUNCION, SEPARAR EL GAS Y EL AGUA (PREVIAMENTE CONDENSADA) PROVENIENTES DE LOS DIGESTORES Y SERA UN RECIPIENTE CILINDRICO VERTICAL DE ACERO AL CARBON ASME SA-285 C. POR EL DOMO FLUIRA EL GAS LIBRE DE VAPOR DE AGUA Y EN EL FONDO SE DRENARA AGUA EN FASE LIQUIDA. LA PRESION DE OPERACION SERA DE 20 PSIA. Y LA TEMPERATURA PROMEDIO DE OPERACION SERA DE 20 °C.

1) FLUJOS DE ENTRADA.

FLUJO AGUA (WA) = 167.97 KG/HR.
FLUJO GAS (WG) = 4.054 KG/HR.
DENSIDAD DEL GAS (δ): (KG/M³)

$$\delta = (P)(M) / [(R)(T)]$$

DONDE P = PRESION (ATM.)

M = PESO MOLECULAR DEL GAS (KG/KG-MOL)

T = TEMPERATURA (°K)

R = CONSTANTE UNIVERSAL DEL EDO. GASEOSO (LT-ATM/[°K KG-MOL])

$$\delta = (1.36)(21.528) / [(82.054)(293.15)]$$

$$\delta = 0.00121 \text{ KG/LT.}$$

$$\delta = 1.2171 \text{ KG/M}^3.$$

LOS FLUJOS VOLUMETRICOS SON:

$$Q = W/\delta$$

$$Q_A = 167.97 / 1.0 = 167.97 \text{ LT/HR.}$$

$$Q_G = 4.054 / 1.2171 = 3.33 \text{ M}^3/\text{HR.}$$

2) CALCULO DEL VOLUMEN DE LA UNIDAD.

EL TANQUE SE DIMENSIONARA PARA UNA HORA DE ACUMULACION (Φ)

$$V = (Q_A + Q_G)(\Phi)$$

$$V = (0.16797 + 3.33)(1.0) = 3.5 \text{ M}^3.$$

3) CALCULO DEL DIAMETRO Y LONGITUD:

USAREMOS UNA RELACION DE ESBELTEZ (L/D) DE 3.0.

$$V = (1/4)(\pi)(D)^2(L)$$

$$V = (1/4)(\pi)(D)^2[(3)(D)]$$

$$L = (3)(D)$$

$$D = 1.140 \text{ M}$$

$$L = 3.423 \text{ M}$$

MEMORIA DE CALCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 2 DE 3
TAG: TA-118

4) MATERIAL DE CONSTRUCCION.

SE USARA COMO MATERIAL DE CONSTRUCCION ACERO AL CARBON ASME SA-285 C. PARA ESTE MATERIAL EL ESFUERZO A LA TENSION (S) ES DE 15700 PSI; ASI MISMO EN SU INTERIOR ESTARA RECUBIERTO CON RESINA POLIESTER REFORZADA CON FIBRA DE VIDRIO.

5) CALCULO DEL ESPESOR (CUERPO)

$$T = (P)(R)/[(S)(E) - (0.6)(P)] + T \quad \therefore T = 0.002$$
$$T = (20.0)(0.57)(39.3)/[(15700)(0.8) - (0.6)(20.0)]$$
$$T = 0.041"$$

PARA EL MATERIAL PROPUESTO EL ESFUERZO A LA TENSION (S) ES DE 15700 PSI. EL ESPESOR RECOMENDADO PARA ESTE RECIPIENTE ES DE 3/16" PARA EL CUERPO Y TAPAS. EL PESO DE ESTE MATERIAL ES DE 37.35 KG./M²

6) CALCULO DE LA SUPERFICIE:

6.1) SUPERFICIE DEL CUERPO.

$$S = (\pi)(D)(L)$$
$$S = (\pi)(1.14)(3.423) = 12.26 \text{ M}^2$$

6.2) SUPERFICIE DE LAS TAPAS.

EL RADIO INTERIOR DE TRANSICION (ICR) SERA DE 1/2", LA LONGITUD DE CEJA RECTA (SF) ES DE 3 1/2" ; EL DIAMETRO PLANO (DP) PARA LA CONSTRUCCION DE LAS TAPAS ES:

$$DP = (1.0416)(DO) + (2)[(SF) + (ICR)/3]$$
$$DO = (1.14)(39.3) = 44.8"$$
$$DP = (1.0416)(44.8) + (2)[(3.5) + (0.5)/3]$$
$$DP = 54.0" \quad (1.374 \text{ M})$$

$$S = (1/4)(\pi)(DP^2)$$
$$S = (1/4)(\pi)(1.374)^2$$
$$S = 1.483 \text{ M}^2$$

$$\text{SUPERFICIE TOTAL } S = 12.26 + (1.483)(2) = 15.226 \text{ M}^2$$

7) PESO DEL EQUIPO:

7.1) PESO MUERTO DE LA UNIDAD.

$$W = (S)(w)$$
$$W = (15.226)(37.35) = 569 \text{ KG.}$$

7.2) PESO DE LOS FLUIDOS.

$$W = (WA+WG)(\Phi)$$
$$W = (167.97 + 4.054)(1.0)$$
$$W = 172.02 \text{ KG.}$$

MEMORIA DE CALCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 3 DE 3
TAG: TA-118

- 11) CALCULO DEL COSTO DE LA UNIDAD:
EL COSTO DE LA PLACA DE ACERO AL CARBON ES DE N\$ 1.45 POR KG.
EL COSTO DE LA MANO DE OBRA SE ESTIMA EN 5.0 VECES EL COSTO DEL MATERIAL Y EL DEL RECUBRIMIENTO ES DE N\$ 60.00 POR M²

$$∴ \text{COSTO PLACA} = (569) (1.45) = \text{N\$ } 825.05$$

$$∴ \text{COSTO M. OBRA} = (825.05) (5.0) = \text{N\$ } 4\,125.25$$

$$∴ \text{COSTO RECUBRIMIENTO} = (15,226) (60) = \text{N\$ } 913,56$$

EL COSTO DE LA UNIDAD ES DE: N\$ 5 865.89

EL COSTO DEL TANQUE TA-118 ES DE N\$ 5 864.00

MEMORIA DE CALCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 1 DE 5

TAG: TA-119

UNIDAD: TANQUE ACUMULADOR DE GAS COMBUSTIBLE
TRATAMIENTO DE FANGOS DEL TRATAMIENTO DE AGUA SANITARIA

ESTE TANQUE TENDRA COMO FUNCION, ACUMULAR Y DISTRIBUIR EL GAS NATURAL FORMADO EN LOS DIGESTORES PRIMARIO Y SECUNDARIO Y SERA UN RECIPIENTE CILINDRICO HORIZONTAL DE ACERO INOXIDABLE ASME SA-240 GRADO 304. LA PRESION DE OPERACION SERA DE 200 PSIA. (13.6 ATM.) Y LA TEMPERATURA PROMEDIO DE OPERACION SERA DE 20 °C. (293.15 °K).

1) FLUJO DE ENTRADA.

$$\text{FLUJO GAS (WG)} = 4.054 \text{ KG/HR.}$$

$$\text{DENSIDAD DEL GAS } (\delta): (\text{KG/M}^3)$$

$$\delta = (P)(M) / [(R)(T)]$$

DONDE P = PRESION (ATM.)

M = PESO MOLECULAR DEL GAS (KG/KG-MOL)

T = TEMPERATURA (°K)

R = CONSTANTE UNIVERSAL DEL EDO. GASEOSO (LT-ATM/[°K KG-MOL])

$$\delta = (13.6)(21.528) / [(82.054)(293.15)]$$

$$\delta = 0.0121 \text{ KG/LT.}$$

$$\delta = 12.171 \text{ KG/M}^3.$$

EL FLUJO VOLUMETRICO PROVENIENTE DEL COMPRESOR ES:

$$Q = W/\delta$$

$$Q_G = 4.054 / 12.171 = 0.333 \text{ M}^3/\text{HR.}$$

2) VOLUMEN DE LA UNIDAD.

EL TANQUE SE DIMENSIONARA PARA UN VOLUMEN DE DOS METROS CUBICOS.

$$V = 2.0 \text{ M}^3.$$

3) CALCULO DEL DIAMETRO Y LONGITUD:

USAREMOS UNA RELACION DE ESBELTEZ (L/D) DE 3.0

$$V = (1/4)(\pi)(D)^2(L)$$

$$L = (3)(D)$$

$$V = (1/4)(\pi)(D)^2[(3)(D)]$$

$$D^3 = (4/3)(V/\pi)$$

$$D^3 = (4)(2) / [(3)(3.1416)]$$

$$D = 0.95 \text{ M}$$

$$L = 2.85 \text{ M}$$

MEMORIA DE CALCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 2 DE 3
TAG: TA-119

4) MATERIAL DE CONSTRUCCION.

SE USARA COMO MATERIAL DE CONSTRUCCION ACERO INOXIDABLE ASME SA-240 GRADO 304. PARA ESTE MATERIAL EL ESFUERZO A LA TENSION (S) ES DE 15 600 PSI (HASTA 200 °F).

5) LA PRESION DE DISEÑO SERA DE:

$$P = (1.2) (200)$$

$$P = 240 \text{ PSIA.}$$

6) CALCULO DEL ESPESOR (CUERPO)

$$T = (P) (R) / [(S) (E) - (0.6) (P)] + T \quad \therefore T = 0.01$$

$$T = (240) (0.475) (39.3) / [(15 600) (0.8) - (0.6) (240)]$$

$$T = 0.56"$$

EL ESPESOR COMERCIAL DE PLACA MAS CERCANO A ESTE VALOR ES 5/8" PARA EL CILINDRO; PARA TAPAS TORIESFERICAS, DEBIDO A SU GEOMETRIA RESULTA SER MENOR QUE EL ESPESOR DEL CUERPO, EN ESTE CASO LOS ESPESORES, SE CONSIDERAN LOS MISMOS PARA AMBOS.

EL PESO DE LA PLACA EN ESTE MATERIAL ES DE 80.00 KG./M²

7) CALCULO DE LA SUPERFICIE.

7.1) SUPERFICIE DEL CUERPO.

$$S = (\pi) (D) (L)$$

$$S = (\pi) (0.95) (2.85) = 8.5 \text{ M}^2$$

7.2) SUPERFICIE DE LAS TAPAS.

EL RADIO INTERIOR DE TRANSICION (ICR) SERA DE 1/2", LA LONGITUD DE CEJA RECTA (SF) ES DE 5 1/2" \therefore EL DIAMETRO PLANO (DP) PARA LA CONSTRUCCION DE LAS TAPAS ES:

$$DP = (1.0416) (Do) + (2) [(SF) + (ICR) / 5]$$

$$Do = (0.97) (39.3) = 38.121"$$

$$DP = (1.0416) (38.121) + (2) [(5.5) + (0.5) / 5]$$

$$DP = 47.0" \quad (1.197 \text{ M})$$

$$S = (1/4) (\pi) (DP)^2$$

$$S = (1/4) (\pi) (1.197)^2$$

$$S = 1.125 \text{ M}^2$$

$$\text{SUPERFICIE TOTAL } S = 8.5 + (1.125) (2) = 10.75 \text{ M}^2$$

MEMORIA DE CÁLCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 3 DE 3
TAG: TA-119

8] PESO DEL EQUIPO:

8.1) PESO MUERTO DE LA UNIDAD.

$$W = (10.75)(80)$$

$$W = (10.75)(80) = 860 \text{ Kg.}$$

9] CÁLCULO DEL COSTO DE LA UNIDAD:

EL COSTO DE LA PLACA DE ACERO INOX. TIPO 304 ES N\$ 11.00/ KG.

EL COSTO DE LA MANO DE OBRA PARA LA FABRICACION DE RECIPIENTES EN ACERO INOXIDABLE ES EL DOBLE QUE PARA ACERO AL CARBÓN, POR LO QUE SE ESTIMA EN 150 % EL COSTO DEL MATERIAL.

$$\therefore \text{COSTO PLACA} = (860)(11.00) = \text{N\$ } 9\,460.00$$

$$\therefore \text{COSTO M. OBRA} = (9\,460.00)(1.5) = \text{N\$ } 14\,190.00$$

EL COSTO DE LA UNIDAD ES DE N\$ 23\,650.00

EL COSTO DEL TANQUE TA-119 ES DE N\$ 23\,650.00

MEMORIA DE CALCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 1 DE 3

TAG: M1-101

UNIDAD: HOMOGENIZADOR DE FANGOS

TRATAMIENTO DE FANGOS PROVENIENTES DEL TRATAMIENTO DE AGUA
SANITARIA

EL ACUMULADOR DE FANGOS SERA UN RECIPIENTE HORIZONTAL CUADRANGULAR Y FONDO SEMICIRCULAR, EN EL CUAL LINGITUDINALMENTE TENDRA ASPAS DE FORMA HELICOIDAL Y TAPAS PLANAS CONSTRUIDO EN ACERO INOXIDABLE ASME SA-240 GRADO 304 L.

1) VOLUMEN DE LA UNIDAD (V).

SE DIMENSIONARA PARA UNA CAPACIDAD DE RECEPCION DE 5 HR.

$$V = (590.846) (5) / (1 000) = 3 \text{ M}^3.$$

2) CALCULO DE DIMENSIONES.

POR CONSIDERACIONES MECANICAS DE AGITACION SE USARA UNA RELACION DE ESBELTEZ DE 4, POR LO QUE ASUMIENDO UN DIAMETRO (PARA ASPA DEL AGITADOR), DE 0.85 M; LA LONGITUD SERA DE 3.4 M.

POR LO QUE EL ANCHO DEL RECIPIENTE SERA DE 0.9 M Y LA LONGITUD DE 3.5

3) VOLUMEN DE LA SECCION SEMICIRCULAR.

$$V = (1/8) (\pi) (D)^2 (L)$$

$$V = 1.1153 \text{ M}^3.$$

SE ESTIMA QUE EL 10 % DE ESTE VOLUMEN LO OCUPARA EL AGITADOR, POR TANTO EL VOLUMEN REAL PARA ESTA SECCION ES:

$$V = (1.1153) (0.90)$$

$$V = 1.00 \text{ M}^3$$

4) VOLUMEN DE LA SECCION RECTA.

$$V = 3.0 - 1.0 = 2.00 \text{ M}^3$$

5) CALCULO DE ALTURA DE LA SECCION RECTA.

ESTIMAMOS QUE EL 10 % DEL VOLUMEN LO OCUPARA EL AGITADOR, POR LO QUE EL VOLUMEN REAL PARA ESTA SECCION ES:

$$(2.00) (1.1) = 2.2 \text{ M}^3.$$

$$V = (L) (A) (H)$$

$$H = (V) / [(L) (A)]$$

$$H = (2.2) / [(3.5) (0.9)] = 0.698$$

SE ASUME UNA ALTURA DE 0.7 M.

MEMORIA DE CALCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 2 DE 5
TAG: MM-101

6] VOLUMEN DE LA UNIDAD SIN AGITADOR.

$$V = 1.1153 + 2.0 = 3.1153 \text{ M}^3.$$

7] MATERIAL DE CONSTRUCCION.

SE USARA COMO MATERIAL DE CONSTRUCCION ACERO INOXIDABLE ASME SA-240 GRADO 304. PARA ESTE MATERIAL EL ESFUERZO A LA TENSION (S) ES DE 15,700 PSI.

8] PRESION HIDROSTATICA. (CALCULADA COMO COLUMNA DE AGUA CORREGIDA POR DENSIDAD).

$$P = (1.3)(14.7/10.3527)(1.5)$$

$$P = (1.15)(14.7/10.3527)(1.3)$$

$$P = 2.454 \text{ PSIG.}$$

PRESION DE DISEÑO:

$$P = (2.454 + 14.7)(1.2) = 20.5848 \text{ PSIA.}$$

9] CALCULO DEL ESPESOR DE CUERPO Y TAPAS. (CALCULADO COMO RECIPIENTE CILINDRICO A PRESION).

$$T = (P)(R)/[(S)(E) - (0.6)(P)] + T \quad ; \quad T = 0.001$$

$$T = (20.58)(0.45)/[(15700)(0.9) - (0.6)(20.58)]$$

$$T = 0.0016"$$

TOMANDO EN CUENTA QUE LA UNIDAD NO ES UN RECIPIENTE CILINDRICO Y EXISTE UN ESFUERZO ADICIONAL A LA TENSION, ASOCIADO AL AGITADOR; USAREMOS UN ESPESOR DE 1/2" PARA EL CUERPO Y DE 1/2" PARA LAS TAPAS. EL PESO DE LA PLACA DE 1/2" EN ESTE MATERIAL ES DE 101.2 KG./M²

10] CALCULO DE LA SUPERFICIE.

$$SS = (1/4)(\pi)(D^2) + (1/2)(\pi)(D)(L) \quad [\text{SECC. SEMICIRCULAR}]$$

$$SR = (2)(A)(H) + (2)(L)(H) \quad [\text{SECC. RECTA}]$$

$$SS = (1/4)(3.1416)(0.81) + (1/2)(3.1416)(0.9)(3.5)$$

$$SS = 5.584 \text{ M}^2.$$

$$SR = (2)(0.9)(0.7) + (2)(3.5)(0.7)$$

$$SR = 6.16 \text{ M}^2$$

$$S = 5.584 + 6.16 = 11.74 \text{ M}^2$$

MEMORIA DE CALCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 3 DE 3
TAG: MM-101

11] PESO MUERTO DE LA UNIDAD.

$$W = (S)(w)$$

$$W = (11.74)(101.2) = 1188.08 \text{ KG.}$$

12] PESO EN OPERACION.

$$W = 1188.08 + (6.000)(1.5)$$

$$W = 10.188 \text{ KG.}$$

9] CALCULO DEL COSTO DE LA UNIDAD:

EL COSTO DE LA PLACA DE ACERO INOX. TIPO 304 ES N\$ 11.00/ KG.

EL COSTO DE LA MANO DE OBRA PARA LA FABRICACION DE RECIPIENTES EN ACERO INOXIDABLE ES EL DOBLE QUE PARA ACERO AL CARBÓN, POR LO QUE SE ESTIMA EN 150 % EL COSTO DEL MATERIAL.

$$\therefore \text{COSTO PLACA} = (1188)(11.00) = \text{N\$ } 13.068.00$$

$$\therefore \text{COSTO M. OBRA} = (13.068)(1.5) = \text{N\$ } 19.602.00$$

EL COSTO DEL AGITADOR CON SISTEMA DE TRANSMISION INCLUYENDO EL MOTOR ELECTRICO SE ESTIMA EN N\$ 9.000.00

EL COSTO DE LA UNIDAD ES DE N\$ 41.670.00

EL COSTO DEL TANQUE MM-101 ES DE N\$ 41.670.00

MEMORIA DE CALCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 1 DE 4

TAG: DG-101

UNIDAD: DIGESTOR PRIMARIO

TRATAMIENTO DE FANGOS PROVENIENTES DEL TRATAMIENTO DE AGUA
SANITARIA

EL DIGESTOR PRIMARIO, SERA UN RECIPIENTE CILINDRICO, DE TAPAS TORIESFERICAS CONSTRUIDO EN ACERO AL CARBÓN ASME SA-285 C RECUBIERTO EN SU INTERIOR DE RESINA POLIÉSTER REFORZADA CON FIBRA DE VIDRIO (FRP). LA PRESION DE OPERACION SERA DE 1.5 ATM. Y LA TEMPERATURA DE OPERACION DE 45 °C.

PARA ESTE EQUIPO EL FLUJO NETO DE ENTRADA ES DE 768.1 KG/HR.

EL TIEMPO DE RETENCION RECOMENDADO ES DE 3 DIAS (72 HR) Y UNA VELOCIDAD ASCENCIONAL DE 0.245 M/HR.

LA PRODUCCION DE GAS EN ESTA UNIDAD ES DE 1.05 M³/(KG-DE DBO) A TPS.

EN ESTE EQUIPO SE CONSUMIRA EL 30 % DE LA DBO DE ENTRADA:

DBO CONSUMIDO = (3.681)(0.3) = 1.1043 KG. DBO/HR.

GAS PRODUCIDO = (1.1043)(1.05) = 1.16 M³ / HR.

EL PESO MOLECULAR PROMEDIO DEL GAS FORMADO ES:

METANO	70 %
CO2	20 %
H2	5 %
N2	5 %
H2S	TRAZAS

$$M = 16.04 (0.7) + 44(0.2) + 2(0.05) + 28(0.05)$$

$$M = 21.528 \text{ KG/ KG-MOL}$$

$$M = 21.528 \text{ KG/ KG-MOL}$$

$$\Phi = 72 \text{ HR.} \quad (\text{TIEMPO DE RETENCION})$$

$$\gamma = 0.0245 \text{ M/HR.} \quad (\text{VELOCIDAD ASCENCIONAL})$$

1) FLUJO VOLUMETRICO (Q).

$$\text{FLUJO } W = 768.1 \text{ KG/HR.}$$

$$Q = W/\rho$$

$$Q = 768.1/1.5 = 590 \text{ LT/HR.} \quad (0.59 \text{ M}^3/\text{HR})$$

2) CALCULO DEL VOLUMEN DE LA UNIDAD:

$$V = (Q) (\Phi) / (\gamma)$$

$$V = (0.7681) (72) / (1.3)$$

$$V = 42.54 \text{ M}^3$$

MEMORIA DE CALCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 2 DE 4
TAG: DG-101

5) CALCULO DE LA ALTURA:

PARA CUMPLIR CON LA VELOCIDAD ASCENCIONAL (0.0245 M/HR) SE REQUIERE UN AREA DE,

$$A = Q / V$$

$$A = 0.59 / 0.0245 = 24.0 \text{ M}^2$$

∴ LA ALTURA SERA DE

$$H = V / A$$

$$H = 42.54 / 24.0 = 1.77 \text{ M.}$$

DAREMOS UN 50 % DE ESPACIO ADICIONAL RESERVADO PARA EL GAS PRODUCIDO.

$$∴ H = (1.77)(1.5) = 2.301 \text{ M.}$$

4) CALCULO DEL DIAMETRO DEL DIGESTOR:

PARA UN RECIPIENTE CILINDRICO. $A = (1/4)\pi D^2$

$$D^2 = (4)(A) / (\pi)$$

$$D^2 = (4)(24) / (3.1416)$$

$$D = 5.52 \text{ M.}$$

5) MATERIAL DE CONSTRUCCION.

SE USARA COMO MATERIAL DE CONSTRUCCION ACERO AL CARBON ASME SA-285 C. PARA ESTE MATERIAL EL ESFUERZO A LA TENSION (S) ES DE 13 700 PSI; ASI MISMO EN SU INTERIOR ESTARA RECUBIERTO CON RESINA POLIESTER REFORZADA CON FIBRA DE VIDRIO, LA CUAL ADEMAS DE SERVIR COMO RECUBRIMIENTO CONTRA LA CORROSION, SERVIRA TAMBIEN COMO AISLANTE TERMICO. POR OTRA PARTE ESTE EQUIPO DEBERA ESTAR FORRADO CON AISLANTE TERMICO, YA QUE ES IMPORTANTE MANTENER LA TEMPERATURA ENTRE 40 Y 45 °C.

6) CALCULO DE LA PRESION HIDROSTATICA P.

$$P = (\text{SPGR})(H)(G) + \text{POP.}$$

$$P = (1.3)(1.77)(981) / (6.895 \text{ EXP } [4]) + \text{POP.}$$

$$P = 3.27 \text{ PSI} + 22.05 = 25.32 \text{ PSIA.}$$

$$\text{PRESION DE DISEÑO} = (1.2)(25.32) = 30.38 \text{ LB/IN}^2$$

7) CALCULO DEL ESPESOR (CUERPO)

$$T = (P)(R) / [(S)(E) - (0.6)(P)] + T_1 \quad ∴ T = 0.002$$

$$T = (30.38)(2.76)(39.3) / [(13700)(0.8) - (0.6)(30.38)]$$

$$T = 0.308"$$

EL ESPESOR CALCULADO PARA TAPAS TORIQUESFERICAS, DEBIDO A SU GEOMETRIA RESULTA SER MENOR AL ESPESOR DEL CUERPO, EN ESTE CASO LOS ESPESORES, SE CONSIDERAN LOS MISMOS PARA AMBOS.

EL ESPESOR COMERCIAL MAS INMEDIATO PARA PLACA DE ACERO AL CARBON ES DE 5/16". EL PESO DE ESTE MATERIAL ES DE 62.24 KG./M²

MEMORIA DE CÁLCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 3 DE 4
TAG: DG-101

8) CÁLCULO DE LA SUPERFICIE.

8.1) SUPERFICIE DEL CUERPO.

$$S = (\pi) (D) (H)$$
$$S = (\pi) (5.52) (2.301) = 39.9 \text{ M}^2$$

8.2) SUPERFICIE DE LAS TAPAS.

EL RADIO INTERIOR DE TRANSICIÓN (ICR) ES DE 5/8", LA LONGITUD DE CEJA RECTA (SF) ES DE 3 1/2" ∴ EL DIAMETRO PLANO (DP) PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS TAPAS ES:

$$DP = (1.0416) (Do) + (2) [(SF) + (ICR) / 5]$$
$$Do = (5.52) (39.3) = 216.936"$$
$$DP = (1.0416) (216.936) + (2) [(3.5) + (0.625) / 5]$$
$$DP = 235.57" \quad (5.94 \text{ M})$$

$$S = (1/4) (\pi) (DP)^2$$
$$S = (1/4) (\pi) (5.94)^2 = 27.71 \text{ M}^2$$

$$\text{SUPERFICIE TOTAL } S = 27.71 + 39.9 = 67.61 \text{ M}^2$$

9) PESO DEL EQUIPO:

9.1) PESO MUERTO DE LA UNIDAD.

$$W = (\hat{S}) (w)$$
$$W = (67.61) (62.24) = 4\ 208 \text{ Kg.}$$

9.2) PESO DEL FLUIDO.

$$W = (V) (\rho)$$
$$W = (42\ 540) (1.3) = 51\ 048 \text{ Kg.}$$

∴ PESO TOTAL DEL EQUIPO (\hat{W})

$$\hat{W} = 4\ 208 + 51\ 048 = 52\ 256 \text{ Kg.}$$

10) CÁLCULO DEL CALOR PERDIDO DESDE LA UNIDAD.

SIN AISLANTE TÉRMICO.

LA CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DEL MATERIAL ES DE 26 BTU/(HR FT °F)

$$\hat{S} = (67.61) (10.76) = 727.48 \text{ FT}^2$$
$$T = (5/16) / (12) = 0.026 \text{ FT}$$
$$T = (45 - 18) (1.8) = 48 \text{ °F}$$
$$Q = (k) (\hat{S}/T) T$$
$$Q = (26) (727.48/0.026) (48) = 34\ 919\ 040 \text{ BTU/HR.}$$

CONSIDERANDO QUE LA PERDIDA DE CALOR SE REDUCIRA HASTA EN UN 85% CON LOS RECUBRIMIENTOS INTERIOR Y EXTERIOR, HABRA QUE CUBRIR EL CALOR PERDIDO MEDIANTE LA INSTALACION DE UN SERPENTIN COLOCADO EN EL INTERIOR DEL DIGESTOR.

$$\text{CALOR PERDIDO} = (34\ 919\ 040) (0.15) = 5\ 237\ 856 \text{ BTU/HR.}$$

MEMORIA DE CALCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 4 DE 4
TAG: DG-101

11] NOTAS ADICIONALES:

SE INYECTARÁ A ÉSTE DIGESTOR PRIMARIO 0.5 M³ DE GAS, PRODUCIDO EN EL DIGESTOR SECUNDARIO; ESTO CON EL OBJETO DE AGITAR LA MEZCLA Y EVITAR LA FORMACION DE NATAS EN LA PARTE SUPERIOR DEL EQUIPO.

12] CALCULO DEL COSTO DE LA UNIDAD:

EL COSTO DE LA PLACA DE ACERO AL CARBON ES DE N\$ 1.45 POR KG.
EL COSTO DE LA MANO DE OBRA SE ESTIMA EN 5.0 VECES EL COSTO DEL MATERIAL Y EL DEL RECUBRIMIENTO ES DE N\$ 60.00 POR M²

$$\therefore \text{COSTO PLACA} = (4208)(1.45) = \text{N\$ } 6\ 101.60$$

$$\therefore \text{COSTO M. OBRA} = (6\ 101)(5.0) = \text{N\$ } 30\ 508.00$$

$$\therefore \text{COSTO RECUBRIMIENTO} = (67.61)(60) = \text{N\$ } 4\ 056.60$$

EL COSTO DE LA UNIDAD ES DE: N\$ 40 666.20

EL COSTO DEL TANQUE DG-101 ES DE N\$ 40 666.00

MEMORIA DE CALCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 1 DE 4

TAG: DG-102

UNIDAD: DIGESTOR SECUNDARIO

TRATAMIENTO DE FANGOS PROVENIENTES DEL TRATAMIENTO DE AGUA
SANITARIA

EL DIGESTOR SECUNDARIO, SERA UN RECIPIENTE CILINDRICO ENCHAQUETADO, DE TAPAS TORIÉSFERICAS CONSTRUIDO EN ACERO AL CARBÓN ASME SA-285 C RECUBIERTO EN SU EXTERIOR DE RESINA POLIÉSTER REFORZADA CON FIBRA DE VIDRIO (FRP). LA PRESIÓN DE OPERACIÓN SERA DE 1.2 ATM. Y LA TEMPERATURA DE OPERACIÓN ENTRE 40 Y 45 °C.

PARA ESTE EQUIPO EL FLUJO NETO DE ENTRADA ES DE 712.3 KG/HR.

EL TIEMPO DE RETENCIÓN (Φ) RECOMENDADO ES DE 7 DIAS (168 HR) Y UNA VELOCIDAD ASCENCIONAL (Ψ) DE 0.0245 M/HR.

LA PRODUCCIÓN DE GAS ES DE 1.05 M³/(KG DE DBO) A TPS.

EN ESTE EQUIPO LA DBO ORIGINAL SE REDUCIRA AL 2 % :

DBO CONSUMIDO = (0.98 - 0.5) (3.681) = 2.5 KG. DBO/HR.

GAS PRODUCIDO = (1.05) (2.5) = 2.625 M³ / HR.

EL PESO MOLECULAR PROMEDIO DEL GAS FORMADO ES: 21.528 KG/KG-MOL:

$$\begin{aligned} \Phi &= 168 \text{ HR.} && \text{(TIEMPO DE RETENCIÓN)} \\ \Psi &= 0.0245 \text{ M/HR.} && \text{(VELOCIDAD ASCENCIONAL)} \end{aligned}$$

1) FLUJO VOLUMETRICO (Q).

FLUJO W = 712.3 KG/HR.

$$Q = W/6$$

$$Q = 712.3 / 1.3 = 548 \text{ LT/HR.} \quad (0.548 \text{ M}^3/\text{HR})$$

2) CALCULO DEL VOLUMEN DE LA UNIDAD:

$$V = (W)(\Phi) / (6)$$

$$V = (0.7123) (168) / (1.3)$$

$$V = 92.06 \text{ M}^3$$

3) CALCULO DE LA ALTURA:

PARA CUMPLIR CON LA VELOCIDAD ASCENCIONAL (0.0245 M/HR) SE REQUIERE UN ÁREA DE

$$A = Q / \Psi$$

$$A = 0.548 / 0.0245 = 22.37 \text{ M}^2$$

∴ LA ALTURA SERA DE

$$H = V / A$$

$$H = 92.06 / 22.37 = 4.115 \text{ M.}$$

DAREMOS UN 25 % DE ESPACIO ADICIONAL RESERVADO PARA EL GAS PRODUCIDO.

$$\therefore H = (4.115) (1.25) = 5.14 \text{ M.}$$

MEMORIA DE CALCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 2 DE 4
TAG: DG-102

4) CALCULO DEL DIAMETRO DEL DIGESTOR:

PARA UN RECIPIENTE CILINDRICO. $A = (1/4)(\pi)(D^2)$

$$D^2 = (4)(A) / (\pi)$$

$$D^2 = (4)(22.57) / (3.1416)$$

$$D = 5.33 \text{ M.}$$

5) MATERIAL DE CONSTRUCCION.

SE USARA COMO MATERIAL DE CONSTRUCCION ACERO AL CARBON ASME SA-285 C. PARA ESTE MATERIAL EL ESFUERZO A LA TENSION (S) ES DE 15 700 PSI; ASI MISMO EN SU EXTERIOR ESTARA RECUBIERTO CON RESINA POLIESTER REFORZADA CON FIBRA DE VIDRIO, LA CUAL ADEMAS DE SERVIR COMO RECUBRIMIENTO CONTRA LA CORROSION, SERVIRA TAMBIEN COMO AISLANTE TERMICO. POR OTRA PARTE ESTE EQUIPO DEBERA ESTAR FORRADO CON AISLANTE TERMICO, YA QUE ES IMPORTANTE MANTENER LA TEMPERATURA ENTRE 40 Y 45 °C.

6) CALCULO DE LA PRESION HIDROSTATICA P.

$$P = (SPGR)(H)(G) + POP.$$

$$P = (1.3)(514)(981) / (6,895 \text{ Exp [4]}) + POP.$$

$$P = 9.5 + (1.2)(14.7) = 27.14 \text{ PSIA.}$$

$$\text{PRESION DE DISEÑO} = (1.2)(27.14) = 32.57 \text{ Lb/IN}^2$$

7) CALCULO DEL ESPESOR (CUERPO).

$$T = (P)(R) / [(S)(E) - (0.6)(P)] + T \quad \therefore T = 0.002$$

$$T = (32.57)(2.665)(39.3) / [(15,600)(0.8) - (0.6)(32.57)]$$

$$T = 0.275"$$

EL ESPESOR COMERCIAL MAS INMEDIATO PARA PLACA DE ACERO AL CARBON ES DE 5/16". EL PESO DE LA PLACA EN ESTE MATERIAL ES DE 66.5 KG./M²

8) CALCULO DE LA SUPERFICIE.

8.1) SUPERFICIE DEL CUERPO.

$$S = (\pi)(D)(H)$$

$$S = (\pi)(5.33)(5.14) = 86.06 \text{ M}^2$$

8.2) SUPERFICIE DE LAS TAPAS.

EL RADIO INTERIOR DE TRANSICION (ICR) ES DE 5/8", LA LONGITUD DE CEJA RECTA (SF) ES DE 3 1/2" ∴ EL DIAMETRO PLANO (DP) PARA LA CONSTRUCCION DE LAS TAPAS ES:

$$DP = (1.0416)(Do) + (2)[(SF) + (ICR)/5]$$

$$Do = (5.33)(39.3) = 209.47"$$

$$DP = (1.0416)(209.47) + (2)[(3.5) + (0.625)/5]$$

$$DP = 225.6" \quad (5.73 \text{ M})$$

MEMORIA DE CALCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 3 DE 4
TAG: DG-102

... SUPERFICIE DE LAS TAPAS.

$$\begin{aligned} S &= (1/4) (\pi) (DP^2) \\ S &= (1/4) (\pi) (5.73)^2 \\ S &= 25.78 \text{ M}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{SUPERFICIE TOTAL } S &= 86.06 + 25.78 = 111.84 \text{ M}^2 \\ &= (111.84) (10.76) = 1205.4 \text{ FT}^2 \end{aligned}$$

9] CALCULO DEL ENVOLVENTE (CHAQUETA DE AGUA CALIENTE)

9.1] CARGA TÉRMICA REQUERIDA.

PARA LOS FANGOS:

$$\begin{aligned} T1 &= 100 \text{ } ^\circ\text{F} \\ T2 &= 115 \text{ } ^\circ\text{F} \end{aligned}$$

PARA AGUA CALIENTE:

$$\begin{aligned} T1 &= 199.4 \text{ } ^\circ\text{F} \\ T2 &= 140 \text{ } ^\circ\text{F} \end{aligned}$$

LA TEMPERATURA DE SALIDA PARA EL AGUA CALIENTE SE FIJA EN 140 °F PARA TENER UN ACERCAMIENTO DE 27 °F (15 °C), QUE ES EL VALOR RECOMENDADO PARA UNA BUENA TRANSFERENCIA DE CALOR.

$$\begin{aligned} W &= (712.3) / (0.454) = 1569 \text{ LB/HR.} \\ CP &= 0.9 \text{ BTU/(LB } ^\circ\text{F)} \\ Q &= (W) (CP) (T2 - T1) \\ Q &= (1569) (0.9) (115 - 100) = 18357 \text{ BTU/HR.} \end{aligned}$$

9.2] FLUJO DE AGUA CALIENTE REQUERIDA.

$$\begin{aligned} Q &= (W) (CP) (T1 - T2) \\ W &= Q / [CP (T1 - T2)] \\ W &= (18357) / [(0.9) (199.4 - 140)] = 309 \text{ LB/HR.} \end{aligned}$$

LA CIRCULACIÓN DE AGUA CALIENTE POR LA CHAQUETA, SERÁ FLUJO LAMINAR, POR LO QUE HABRÁ 10 CM. DE ESPACIAMIENTO ENTRE LA PARED DEL RECIPIENTE Y LA PARED DE LA CHAQUETA. LA CHAQUETA CUBRIRÁ SOLAMENTE LA PARTE RECTA DE LA UNIDAD HASTA EL NIVEL NORMAL DE OPERACIÓN QUE ES DE 4.11 M.

SE USARÁ COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN DE LA CHAQUETA, ACERO AL CARBÓN SA-285 C. DE 1/4" DE ESPESOR; LA PLACA EN ESTE MATERIAL TIENE UN PESO DE 49.78 KG/M².

9.3] CALCULO DE LA SUPERFICIE (S).

EL DIAMETRO DE LA ENVOLVENTE SERÁ DE 5.55 M.
LA ALTURA SERÁ DE 4.11 M.

$$\begin{aligned} S &= (\pi) (Do) (H) \\ S &= (3.1416) (5.55) (4.11) = 71.4 \text{ M}^2 \end{aligned}$$

MEMORIA DE CALCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 4 DE 4
TAG: DG-102

9.4) AREA DE FLUJO EN LA CHAQUETA:

$$AF = (1/4)(\pi)(DO^2 - DI^2)$$
$$AF = (1/4)(3.1416)(5.53^2 - 5.33^2)$$
$$AF = 1.7 \text{ M}^2$$

10) PESO DEL EQUIPO:

10.1) PESO MUERTO DE LA UNIDAD.

$$W = \text{PESO DIGESTOR} + \text{PESO ENVOLVENTE}$$
$$W = (S)(w) + (S)(w)$$
$$W = (111.84)(66.5) + (71.4)(49.79) = 10.992 \text{ KG.}$$

10.2) PESO DEL FLUIDO.

$$W = (V)(\delta)$$
$$W = (92.060)(1.3)$$
$$W = 119.678 \text{ KG. (PESO DE LOS FANGOS)}$$

$$W = (AF)(L)(\delta)$$
$$W = (1.7)(4.11)(1.0)$$
$$W = 6.987 \text{ KG (PESO AGUA DE CALENTAMIENTO)}$$

∴ PESO TOTAL DEL EQUIPO (W)

$$W = \text{PESO MUERTO} + \text{PESO FLUIDOS}$$
$$W = 10.992 + 119.678 + 6.987 = 137.657 \text{ Kg.}$$

12) CALCULO DEL COSTO DE LA UNIDAD:

EL COSTO DE LA PLACA DE ACERO AL CARBON ES DE N\$ 1.45 POR KG.
EL COSTO DE LA MANO DE OBRA SE ESTIMA EN 5.0 VECES EL COSTO DEL MATERIAL Y EL DEL RECUBRIMIENTO ES DE N\$ 60.00 POR M²

$$\therefore \text{COSTO PLACA} = (10.992)(1.45) = \text{N\$ } 15.938.40$$

$$\therefore \text{COSTO M. OBRA} = (15.938.40)(5.0) = \text{N\$ } 79.692.00$$

$$\therefore \text{COSTO RECUBRIMIENTO} = (97.18)(60) = \text{N\$ } 5.830.00$$

EL COSTO DE LA UNIDAD ES DE: N\$ 101.460.80

EL COSTO DEL TANQUE DG-102 ES DE N\$ 101.460.80

MEMORIA DE CÁLCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 1 DE 2

TAG: CA-101
UNIDAD: UNIDAD DE COMPRESIÓN DE GAS NATURAL.
TRATAMIENTO DE FANGOS DE AGUA SANITARIA

ESTA UNIDAD TENDRÁ COMO FUNCIÓN COMPRIMIR EL GAS NATURAL GENERADO EN LOS DIGESTORES PRIMARIO Y SECUNDARIO PARA SU ALMACENAMIENTO Y POSTERIOR DISTRIBUCIÓN. LA TEMPERATURA PROMEDIO DE OPERACIÓN SERÁ DE 20 °C. (293.15 °K).

1] ALGUNAS PROPIEDADES DEL GAS NATURAL SON:

TEMPERATURA CRÍTICA: -116 °F
PRESIÓN CRÍTICA: 662 PSIA
TEMPERATURA DE FUSIÓN: -296 °F
TEMPERATURA DE EBULLICIÓN: -258 °F
PESO MOLECULAR: 21.528 LB/LB-MOL.
CP/CV = 1.27

2] CONDICIONES DEL GAS NATURAL A LA ENTRADA.

FLUJO GAS (WG) = 8.93 LB/HR.
FLUJO VOLUMETRICO (QG) = 2.92 SCFM.
FLUJO VOLUMETRICO (QG) = 1.77 CFM. @ T, P.
DENSIDAD DEL AIRE (δ) = 0.126 (LB/FT³)
DENSIDAD DEL GAS (δ) = 0.084 (LB/FT³)
SG = 0.667
PRESIÓN (P) = 20.0 PSIA.
TEMPERATURA: = 20 °C. (PROMEDIO)
HUMEDAD: 3 % (MAXIMA)
VICOSIDAD (μ) = 0.011 CP.

3] CONDICIONES DEL GAS NATURAL A LA DESCARGA:

LA PRESIÓN DE ALMACENAMIENTO ES DE 200 PSIA. (13.6 ATM.) Y LA TEMPERATURA PROMEDIO DE OPERACIÓN SERÁ DE 25 °C. (298.15 °K).

FLUJO GAS (WG) = 8.93 LB/HR.
FLUJO VOLUMETRICO (QG) = 2.92 SCFM.
FLUJO VOLUMETRICO (QG) = 0.2075 CFM. @ T, P.
DENSIDAD DEL AIRE (δ) = 1.075 (LB/FT³)
DENSIDAD DEL GAS (δ): 0.7170 (LB/FT³)
PRESIÓN (P) = 200 PSIA.
TEMPERATURA: 25 °C.

MEMORIA DE CALCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 2 DE 2
TAG: CA-101

4) CALCULO DE LA UNIDAD REQUERIDA:

LA PRESION DIFERENCIAL CARGA/DESCARGA ES DE 180 PSIA.
DEBIDO AL BAJO FLUJO DE GAS QUE SE TIENE, EL COMPRESOR OPERARA EN
FORMA INTERMITENTE CON UNA PRESION DIFERENCIAL A LA SUCCION DE 15 A
25 PSIA.

TIPO DE COMPRESOR: SE USARA UN COMPRESOR RECIPROCANTE.

RELACION DE COMPRESION.

$$RC = 200 / 20 = 10$$

ETAPAS DE COMPRESION: 2

CALCULO DE LA POTENCIA DEL COMPRESOR.

SEA $\gamma = k / (k-1)$

$$BHP = (144/33000) (\gamma) (P_1) (V_1) [(P_2/P_1)^{\gamma} - 1] [(L)(F)(Z)]$$

DONDE:

P₁ = PRESION DE SUCCION (PSIA)

P₂ = PRESION DE DESCARGA (PSIA)

V₁ = VOLUMEN DE SUCCION (FT³/MIN)

L = CAIDAS DE PRESION A LA SUCCION

F = CAIDA DE PRESION OCACIONADA POR LA TRANSMISION DE POTENCIA
MOTOR - COMPRESOR.

Z = FACTOR DE COMPRESIBILIDAD A LA SUCCION.

HACIENDO LA SUBSTITUCION DE VALORES NUMERICOS EN LA FORMULA, LA
POTENCIA ES DE: 0.58 H.P.

5) EVALUACION DEL COSTO DE LA UNIDAD.

CON LOS DATOS PROPORCIONADOS EN LA HOJA DE ESPECIFICACION, SE COTIZO
UN COMPRESOR RECIPROCANTE DE 2.0 H.P. DE UN SOLO CILINDRO.
EL EQUIPO TIENE UN COSTO DE \$ 20.000.00

EL COSTO DEL COMPRESOR CA-101 ES DE \$ 20.000.00

MEMORIA DE CALCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO:

HOJA 1 DE 2

TAG: CG-101
UNIDAD: CENTRIFUGA DE FANGOS
TRATAMIENTO DE FANGOS PROVENIENTES DEL TRATAMIENTO DE AGUA
SANITARIA

LA FUNCIÓN DE ESTE EQUIPO SERÁ ELIMINAR AGUA MEDIANTE UNA FILTRACIÓN FORZADA, HASTA EL 10 % DE HUMEDAD. ESTA UNIDAD SERÁ UNA SECADORA CENTRIFUGA TIPO CANASTA CON UN ARREGLO VERTICAL, USANDO COMO MEDIO FILTRANTE LONA CONVENCIONAL PARA ESTE TIPO DE EQUIPO.

PARA LA CANTIDAD DE MATERIA A SECAR, ÉSTA UNIDAD SERÍA MUY PEQUEÑA Y DIFÍCIL DE CONSEGUIR EN EL MERCADO; POR LO QUE CONVIENE HACER LA OPERACIÓN INTERMITENTE. LA CENTRIFUGA DE REFERENCIA SE ADQUIRIRÁ COMO UNA UNIDAD COMPLETA, POR LO QUE NO SE HARÁ EL DISEÑO; SE PROPORCIONARÁ LA INFORMACIÓN NECESARIA PARA SU ADQUISICIÓN. SE CALCULARÁ AQUI LA UNIDAD MAS PROBABLE.

1) BALANCE DE MATERIALES.

FLUJO DE ENTRADA (W) = 616.14 FLUJO DE SALIDA (W) = 275.83
HUMEDAD (Y) = 58.5 % HUMEDAD (Y) = 10 %

PARA UNA CENTRIFUGA PAQUEÑA DEL TIPO PROPUESTO, POR CADA CORRIDA SE OBTIENE APROXIMADAMENTE 500 KG. DE PRODUCTO HUMEDO AL 10 % CON UN TIEMPO DE CENTRIFUGACIÓN DE 10 MINUTOS Y 10 MIN. PARA EL RETIRO DEL MATERIAL; POR LO QUE PUEDEN HACERSE TRES CORRIDAS POR HORA. ASÍ PUES LA CAPACIDAD DE PROCESAMIENTO (\dot{P}) SERÁ DE:

$$\dot{P} = (1/500) (616.14/275.83)$$
$$\dot{P} = 3.350.65 \text{ KG/HR}$$

ES DECIR EN UNA HORA DE OPERACIÓN PODRÁ SECARSE EL FLUJO ACUMULADO DURANTE 5.43 HR. SE PROPONE ENTONCES REALIZAR ESTA OPERACIÓN DE FILTRADO AL FINAL DE CADA TURNO NORMAL (8 HR.)
LAS DIMENSIONES PROBABLES DE LA CANASTA SON:

DIAMETRO EXTERIOR: 1.2 M
PROFUNDIDAD DE LA CANASTA: 0.8 M
ESPESOR PRODUCTO ACUMULADO: 0.4 M
VELOCIDAD DE ROTACIÓN: NO MENOR DE 1 800 RPM

MEMORIA DE CALCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 2 DE 2
TAG: CG-101

CON LOS DATOS PROPORCIONADOS EN LA HOJA DE ESPECIFICACION SE COTIZO UNA UNIDAD DE FILTRACION TIPO CANASTA MARCA FILVAC CON LAS SIGUIENTES CARACTERISTICAS:

CAPACIDAD DE PROCESAMIENTO: 3 350 KG/HR.

DIMENSIONES DE LA CANASTA:

DIAMETRO EXTERIOR: 1.2 M.

PROFUNDIDAD DE LA CANASTA: 0.8 M.

ESPEJOR DEL PRODUCTO EN LA PARED: 0.4 M.

VELOCIDAD DE ROTACION: 2 900 RPM.

EL COSTO DE LA UNIDAD ES DE: N\$ 20 000.00
LAB CUAUTITLAN IZCALLI

EL COSTO DEL TANQUE CG-101 ES DE N\$ 20 000.00

MEMORIA DE CÁLCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 1 DE 5

TAG: CF-101
UNIDAD: CALENTADOR DE FANGOS
TRATAMIENTO DE FANGOS DEL TRATAMIENTO DE AGUA SANITARIA

ESTA UNIDAD SERÁ UN CALENTADOR DE DOBLE TUBO, USANDO COMO FLUIDO DE CALENTAMIENTO AGUA CALIENTE A 93 °C, Y ESTARÁ CONSTRUIDA EN ACERO INOXIDABLE ASME SA-240 GRADO 304.

1] FLUJO POR CALENTAR: (768.1 KG/HR.)
∴ W = 1 692 LB/HR.

PROPIEDADES FÍSICAS PARA LOS FANGOS EVALUADAS A 30 °C (86 °F)

DENSIDAD (G) = 96.3 LB/FT³
VISCOSIDAD (μ) = 3.146 LB/(FT HR)
C. CALORÍFICA (CP) = 0.9 BTU/(LB °F)
CONDUCTIVIDAD TÉRMICA (K) = 0.335 BTU/(HR FT °F)

2] AGUA DE CALENTAMIENTO.

PROPIEDADES FÍSICAS PARA AGUA CALIENTE EVALUADAS A 80 °C (176 °F)

DENSIDAD (G) = 59.28 LB/FT³
VISCOSIDAD (μ) = 0.726 LB/(FT HR)
C. CALORÍFICA (CP) = 1.0 BTU/(LB °F)
CONDUCTIVIDAD TÉRMICA (K) = 0.402 BTU/(HR FT °F)

3] DISTRIBUCIÓN DE FLUIDOS.

YA QUE SE TRATA DE UN CAMBIADOR DE DOBLE TUBO, LOS FANGOS CIRCULARÁN POR EL TUBO MIENTRAS QUE EL AGUA CALIENTE LO HARÁ POR EL ANULO.

4] CARGA TÉRMICA REQUERIDA.

PARA LOS FANGOS:	PARA AGUA CALIENTE:
T1 = 59 °F	T1 = 199.4 °F
T2 = 104 °F	T2 = 131 °F

LA TEMPERATURA DE SALIDA PARA EL AGUA CALIENTE SE FIJA EN 131 °F PARA TENER UN ACERCAMIENTO DE 27 °F (15 °C), QUE ES EL VALOR RECOMENDADO PARA UNA BUENA TRANSFERENCIA DE CALOR.

$$Q = (W)(CP)(T2 - T1)$$
$$Q = (1 692)(0.9)(104 - 59) = 68 580 \text{ BTU/HR.}$$

MEMORIA DE CALCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 2 DE 5
TAG: CF-101

5] FLUJO DE AGUA CALIENTE REQUERIDO.

$$Q = (W)(CP)(T_1 - T_2)$$

$$W = Q/[CP(T_1 - T_2)]$$

$$W = (68.580)/[(1)(199.4 - 131)] = 1.002 \text{ LB/HR.}$$

6] CALCULO DEL AREA DE FLUJO EN EL TUBO.

PARA VISCOSIDADES MAYORES DE 1 CP. ES RECOMENDABLE UNA VELOCIDAD ENTRE 2 Y 4 FPS. USAREMOS LA DE 4 FT/SEG. (U).

$$W = (A)(U)(G)$$

$$A = W/[(U)(G)]$$

$$A = 1.692 / [(4)(3.600)(96.5)] = 0.00122 \text{ FT}^2 \\ = 0.175 \text{ IN}^2$$

EN TABLAS DE DATOS DE TUBERIA PARA CAMBIADORES DE CALOR, SE ENCONTRO QUE EL TUBO MAS APROXIMADO ES DE 3/4", 10 BWG CON UNA AREA DE FLUJO DE 0.182 IN². Y UN DIAMETRO INTERNO DE 0.482"

7] CALCULO DEL AREA DE FLUJO PARA EL ANULO.

$$A = W/[(U)(G)]$$

$$A = 1.002 / [(4)(3.600)(59.28)] = 0.0011 \text{ FT}^2 \\ = 0.169 \text{ IN}^2$$

$$\text{AREA DE FLUJO OBSTRUIDO} = (1/4)(\pi)(D^2) = (0.25)(\pi)(0.75)^2$$

$$\text{AREA DE FLUJO OBSTRUIDO} = 0.442 \text{ IN}^2$$

$$\text{AREA TOTAL} = 0.169 + 0.442 = 0.61 \text{ IN}^2$$

EN TABLAS DE DATOS DE TUBERIA PARA CAMBIADORES DE CALOR, SE ENCONTRO QUE EL TUBO MAS APROXIMADO ES DE 1" BWG 17 CON UNA AREA DE FLUJO DE 0.613 IN². Y UN Ø INTERNO DE 0.884"

CALCULO DEL AREA DE TRANSFERENCIA DE CALOR

8] CALCULO DEL MLDT.

$$T_1 = 131 - 59 = 72$$

$$T_2 = 199.4 - 104 = 95.4$$

$$\text{MLDT} = (T_1 - T_2)/[\ln(T_1 / T_2)]$$

$$\text{MLDT} = (72 - 95.4)/[\ln(72 / 95.4)] = 85.15 \text{ } ^\circ\text{F.}$$

MEMORIA DE CALCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 3 DE 5
TAG: CF-101

9) CALCULO DEL NÚMERO DE REYNOLDS PARA EL TUBO.

$$RE = (D)(U)(\rho)/(\mu)$$

$$RE = (0.482)(4)(3.600)(96.3)/[(12)(3.146)]$$

$$RE = 17.705 \quad \text{OK. FLUJO TURBULENTO.}$$

10) CALCULO DEL FACTOR DE TRANSFERENCIA JH.

A PARTIR DE UNA CORRELACION GRÁFICA DEL NO. DE REYNOLDS VS. FACTOR DE TRANSFERENCIA JH. (FIG. 24 KERN).

$$JH = 70$$

11) CALCULO DE COEFICIENTE DE TRANSFERENCIA TERMICA (HI).

$$HI = (JH)(K/D)(PR)^{1/3} \quad \therefore (PR)^{1/3} = \text{RAIZ CÚBICA DE PR.}$$

$$PR = (CP)(\mu)/(k) \quad \text{NÚMERO DE PRANDTL}$$

$$(PR)^{1/3} = [(0.9)(3.146)/(0.335)]^{1/3} = 2.037$$

$$HI = (70)(0.335/0.482)(12)(2.037)$$

$$HI = 1.189.25 \text{ BTU}/(\text{HR FT}^2 \text{ } ^\circ\text{F})$$

12) CALCULO DEL COEFICIENTE AJUSTADO (HIO).

$$HIO = (HI)(DI/DE)$$

$$HIO = (1.189.25)(0.482)/(0.75)$$

$$HIO = 764.27 \text{ BTU}/(\text{HR FT}^2 \text{ } ^\circ\text{F})$$

13) CALCULO DEL DIÁMETRO EQUIVALENTE PARA EL ANULO.

$$DE = D^2/(D1)$$

$$DE = (0.884^2 - 0.75^2)/(0.75) = 0.2919 \quad (0.0243 \text{ Ft}).$$

14) CALCULO DEL NÚMERO DE REYNOLDS PARA EL ANULO.

$$RE = (DE)(U)(\rho)/(\mu)$$

$$RE = (0.0243)(4)(3.600)(59.28)/(0.726)$$

$$RE = 28.572 \quad \text{OK. FLUJO TURBULENTO}$$

15) CALCULO DEL FACTOR DE TRANSFERENCIA JH.

A PARTIR DE UNA CORRELACION GRÁFICA DEL NO. DE REYNOLDS VS. FACTOR DE TRANSFERENCIA JH. (FIG. 24 KERN).

$$JH = 170$$

MEMORIA DE CALCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 4 DE 5
TAG: CF-101

16) CALCULO DE COEFICIENTE DE TRANSFERENCIA TERMICA (HO)

$$\begin{aligned}
 HO &= (JH) (k/D) (PR)^{.67} (1/3) \quad ; \quad (PR)^{.67} (1/3) = \text{RAIZ CUBICA DE PR.} \\
 PR &= (CP) (\omega) / (k) \quad \text{NUMERO DE PRANDTL.} \\
 (PR)^{.67} (1/3) &= [(1) (0.726) / (0.402)]^{.67} (1/3) = 1.217 \\
 HO &= (170) (0.402 / 0.0243) (1.217) \\
 HO &= 3\,422.82 \text{ BTU / (HR FT}^2 \text{ } ^\circ\text{F)}
 \end{aligned}$$

17) COEFICIENTE TOTAL DE TRANSFERENCIA DE CALOR [U].

$$\begin{aligned}
 UC &= (HIO) (HO) / (HIO + HO) \\
 UC &= (764.27) (3424) / (764.27 + 3424) = 624.8 \text{ BTU / (HR FT}^2 \text{ } ^\circ\text{F)} \\
 1/U &= 1/UC + RD \quad \quad \quad RD = \text{FACTOR DE INCRUASTACION.} \\
 & \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad RD = 0.001
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 1/U &= 1/624.8 + 0.001 \\
 U &= 384.54 \text{ BTU / (HR FT}^2 \text{ } ^\circ\text{F)}
 \end{aligned}$$

18) LONGITUD DE LA UNIDAD.

$$\begin{aligned}
 Q &= (U) (A) (MLDT) \quad ; \quad A = Q / [(U) (MLDT)] \\
 A &= 68\,580 / [(384.54) (83.15)] \\
 A &= 2.1448 \text{ FT}^2
 \end{aligned}$$

LA SUPERFICIE DE TRANSFERENCIA TERMICA CORRESPONDE A LA PARED DEL TUBO INTERIOR (TUBO DE 3/4" BWG 10 CON UNA AREA DE FLUJO DE 0.613 IN² , UN Ø INTERNO DE 0.482" Y UNA SUPERFICIE DE 0.1963 FT²/FT.

$$\begin{aligned}
 \therefore L &= 2.1448 / 0.1963 \\
 L &= 10.93 \text{ FT.}
 \end{aligned}$$

19) CAIDA DE PRESION PARA EL TUBO.

$$\begin{aligned}
 P &= F (L/D) (U^2 / (2 G)) (6/144) \\
 F &= 0.316 (RE)^{-.25} \\
 F &= 0.316 (17\,705)^{-.25} = 0.027
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P &= 0.027 (10.93) (12) / (0.482) (16/64.4) (96.3/144) \\
 P &= 1.186 \text{ LB/IN}^2
 \end{aligned}$$

MEMORIA DE CALCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 5 DE 5
TAG: CF-101

20] CAIDA DE PRESION PARA EL ANULO.

$$P = F (L/D) (U^2 / (2 G)) (6/144)$$

$$F = 0.316(RE)^{-0.25}$$

$$F = 0.316(28\ 572)^{-0.25} = 0.024$$

$$P = 0.024 (10.95) / (0.0245) (16/64.4) (59.28/144)$$

$$P = 1.1 \text{ LB/IN}^2$$

21] NOTA: GENERALMENTE SE RECOMIENDA TENER EN AMBOS FLUJOS UNAP ENTRE 5 Y 10 PSI, EN NUESTRO CASO LAS P PUEDEN AUMENTARSE, AUMENTANDO LA VELOCIDAD DE FLUJO Y DISMINUYENDO EL AREA DE TRANSFERENCIA, LO QUE NOS DARIA UN EQUIPO MAS PEQUEÑO; SIN EMBARGO LO DEJAREMOS ASI, DEBIDO A QUE AL DISMINUIR EL TAMANO DEL EQUIPO, EL CAMBIO DE TEMPERATURA ES MAS RAPIDO, LO QUE PODRIA INHIBIR EL DESARROLLO DE LOS MICROORGANISMOS PRODUCTORES DE METANO. LOS PESOS MUERTOS Y EN OPERACION NO SON SIGNIFICATIVOS POR LO QUE NO SE REQUERIRA SOPORTERIA PARA FIJAR LA UNIDAD.

ESTA UNIDAD SE COTIZO CON UNA COMPANIA LLAMADA ECOLOGIA, S.A. DE C.V. OFRECIENDO EL PRECIO DE N\$ 4 500.00 L.A.B CUAUTITLAN IZCALLI.

EL COSTO DE LA UNIDAD CF-101 ES DE N\$ 4 500.00

MEMORIA DE CALCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 1 DE 5

TAG: CV-101

UNIDAD: CONDENSADOR DE VAPORES.

TRATAMIENTO DE FANGOS PROVENIENTES DEL AGUA SANITARIA

ESTA UNIDAD TIENE COMO FUNCION CONDENSAR EL VAPOR DE AGUA GENERADO EN LOS DIGESTORES PRIMARIO Y SECUNDARIO SERA UN CONDENSADOR DE TUBOS Y CORAZA (1-1), USANDO COMO FLUIDO DE ENFRIAMIENTO, AGUA FRIA A 10 °C. Y ESTARA CONSTRUIDO EN ACERO INOXIDABLE ASME SA-240 GRADO 304.

1] FLUIDO POR CONDENSAR: VAPOR DE AGUA.

FLUJO (W) = 375.41 LB/HR.

2] PROPIEDADES FISICAS PARA LOS FLUIDOS

PROPIEDADES FISICAS PARA EL VAPOR DE AGUA EVALUADAS A 45 °C (113 °F)

DENSIDAD (ρ) = 0.1872 LB/FT³ 0.30 KG/M³

VISCOSIDAD (μ) = 0.01 CP

C. CALORIFICA (CP) = 0.449 BTU/(LB °F)

CONDUCTIVIDAD TERMICA (K) = 0.335 BTU/(HR FT °F)

CALOR LATENTE DE CONDENSACION (λ) = 1029.5 BTU/LB

PROPIEDADES FISICAS PARA AGUA DE ENFRIAMIENTO EVALUADAS A 10 °C (-12.2 °F)

DENSIDAD (ρ) = 62.4 LB/FT³

VISCOSIDAD (μ) = 0.726 LB/(FT HR)

C. CALORIFICA (CP) = 1.0 BTU/(LB °F)

CONDUCTIVIDAD TERMICA (K) = 0.402 BTU/(HR FT °F)

3] DISTRIBUCION DE FLUIDOS.

EL VAPOR A CONDENSARSE CIRCULARA POR LA CORAZA, MIENTRAS QUE EL MEDIO DE ENFRIAMIENTO CIRCULARA POR LOS TUBOS.

4] CARGA TERMICA REQUERIDA.

PARA EL VAPOR:

T1 = 113 °F

T2 = 113 °F

PARA AGUA DE ENFRIAMIENTO:

T1 = 50 °F

T2 = 77 °F

LA TEMPERATURA DE SALIDA PARA EL AGUA DE ENFRIAMIENTO SE FIJA EN 77 °F (FLUIDO SUBENFRIADO) PARA TENER UN ACERCAMIENTO DE 36 °F, QUE ES UN VALOR ACEPTABLE PARA UNA BUENA TRANSFERENCIA DE CALOR.

$Q = (W)(\lambda) = (375.55)(1029.5) = 386\,422 \text{ BTU/HR.}$

MEMORIA DE CALCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 2 DE 3
TAG: CV-101

5) CALCULO DEL FLUJO DE AGUA REQUERIDO:

$$Q = (w) (CP) (T_2 - T_1) = 386,422 \text{ BTU/HR.}$$
$$w = 386,422 / [(1) (77-50)] = 14,512 \text{ LB/HR.} \quad (28,5934 \text{ GPM}).$$

6) CALCULO DEL AREA DE FLUJO EN LOS TUBOS (AGUA DE ENFRIAMIENTO).
PARA VISCOSIDADES CERCANAS A 1 CP, ES RECOMENDABLE UNA VELOCIDAD ENTRE 4 Y 6 FPS. USAREMOS LA DE 5 FT/SEG. (U). EL FLUJO DE AGUA SE REPARTIRA EN 20 TUBOS DE 1/2" 14 BWG.
PARA CADA TUBO EL FLUJO ES:

$$W = 715.6 \text{ LB/HR} \quad (1.4296 \text{ GPM}).$$

EN TABLAS DE DATOS DE TUBERIA PARA CAMBIADORES DE CALOR, SE ENCONTRO QUE EL TUBO DE 1/2", 14 BWG CON UNA AREA DE FLUJO DE 0.0625 IN², UN DIAMETRO INTERNO DE 0.534" & SUPERFICIE DE TRANSFERENCIA DE 0.1309 FT²/FT.

7) CALCULO DEL AREA DE FLUJO PARA LA CORAZA.
7.1) CALCULO DEL AREA OCUPADA POR EL HAZ TUBOS.

$$A = (1/4) (\pi) (D^2) = (0.25) (\pi) (0.5)^2 = 0.1963 \text{ IN}^2$$
$$A = (20) (0.1963) = 3.9269 \text{ IN}^2$$

EN TABLAS DE DATOS DE TUBERIA PARA CAMBIADORES DE CALOR, SE ENCONTRO QUE EL TUBO MAS APROXIMADO ES DE 2 1/2" Ø CED-40 CON UNA AREA DE FLUJO DE 4.788 IN². Y UN Ø INTERNO DE 2.469"

$$\text{AREA DE FLUJO EN CORAZA} = 4.778 - 3.9269 = 0.8611 \text{ IN}^2$$

CALCULO DEL AREA DE TRANSFERENCIA DE CALOR

8) CALCULO DEL MLDT.

$$T_1 = 113 - 50 = 63$$
$$T_2 = 113 - 77 = 36$$

$$\text{MLDT} = (T_1 - T_2) / [\ln(T_1 / T_2)]$$
$$\text{MLDT} = (63 - 36) / [\ln(63 / 36)] = 48.247 \text{ } ^\circ\text{F.}$$

9) CALCULO DEL NUMERO DE REYNOLDS PARA LOS TUBOS.

$$\text{RE} = (D) (U) (\rho) / (\mu)$$
$$\text{RE} = (0.534) (6) (5,600) (62.4) / [(12) (1)]$$
$$\text{RE} = 450,178 \quad \text{OK. FLUJO TURBULENTO.}$$

MEMORIA DE CALCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 3 DE 3
TAG: CV-101

10] CALCULO DEL DIAMETRO EQUIVALENTE PARA LA CORAZA.

$$\begin{aligned} DE^2 &= (4) (A) / (\pi) \\ DE^2 &= [(4) (0.8611) / (3.1416)] \\ DE &= 1.047 \text{ IN.} \end{aligned}$$

11] CALCULO DEL NUMERO DE REYNOLDS PARA LA CORAZA.

$$\begin{aligned} RE &= (DE) (U) (\rho) / (\mu) \\ RE &= (1.047) (6) (3.600) (62.4) / (1.0) \\ RE &= 14118828 \quad \text{OK. FLUJO TURBULEN} \end{aligned}$$

12] COEFICIENTE TOTAL DE TRANSFERENCIA DE CALOR [U].

EL COEFICIENTE DE TRANSFERENCIA LIMPIO (UC) SE ENCUENTRA TABULADO, Y SU VALOR ES 275 BTU / (HR FT² °F)

$$\begin{aligned} 1/U &= 1/UC + R_D & R_D &= \text{FACTOR DE INCRUSTACION.} \\ & & R_D &= 0.001 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 1/U &= 1/275 + 0.001 \\ U &= 215.686 \text{ BTU / (HR FT}^2 \text{ °F)} \end{aligned}$$

13] LONGITUD DE LA UNIDAD.

$$\begin{aligned} Q &= (U) (A) (MLDT) & A &= Q / [(U) (MLDT)] \\ A &= 386,422 / [(215.68) (48.24)] \\ A &= 37.14 \text{ FT}^2 \end{aligned}$$

LA SUPERFICIE DE TRANSFERENCIA TERMICA CORRESPONDE A LA PARED DEL TUBO INTERIOR (TUBO DE 1/2" BWG 14 CON UN Ø INTERNO DE 0.334" Y UNA SUPERFICIE DE 0.1509 FT²/FT.

$$\begin{aligned} \therefore L &= 37.14 / (0.1509 * 20) \\ L &= 14.18 \text{ FT.} \end{aligned}$$

ESTA UNIDAD SE COTIZO CON UNA COMPANIA LLAMADA ECOLOGIA, S.A. DE C.V. OFRECIENDO EL PRECIO DE N\$ 18 000.00 L.A.B. CUAUTITLAN IZCALLI.

EL COSTO DE LA UNIDAD CV-101 ES DE N\$ 18 000.00

MEMORIA DE CALCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 1 DE 2

TAG: FT-101
FT-101/R

UNIDAD: FILTROS DE ARENA.
TRATAMIENTO DE AGUA SANITARIA

ESTOS FILTROS TIENEN POR OBJETO ELIMINAR LOS FLOCULOS REMANENTES DE LA OPERACION DE CLARIFICACION.

1) FLUJO DE ALIMENTACION:

$W = 2.563.26 \text{ KG/HR.}$
 $Q = W/6$
 $Q = (2.563.26)/(1.03)$
 $Q = 2.488.6 \text{ LT/HR.}$

2) CONDICIONES DEL FLUIDO.

CONCENTRACION MAXIMA DE SOLIDOS TOTALES.
A LA ENTRADA: 350 MG/LT.
A LA SALIDA: 290 MG/LT.
TEMPERATURA DE ALIMENTACION: AMBIENTE (15-25 °C)

3) CAIDA DE PRESION:

SE PERMITIRA UNA CAIDA DE PRESION MAXIMA DE 10 PSI.

4) DIMENSIONES Y VOLUMEN DE LA UNIDAD.

SERAN PROPUESTAS POR EL DISTRIBUIDOR O FABRICANTE, EN BASE AL TIEMPO DE OPERACION EFECTIVO ANTES DE LA SATURACION.

5) MATERIAL DE EMPAQUE.

PUEDA SER ARENA DE SILICE O GRANITO, PUDIENDO USARSE CUALQUIER OTRO MATERIAL QUE SUPERE LAS CARACTERISTICAS DEL MATERIAL PROPUESTO.

6) MATERIAL DE CONSTRUCCION.

EL MATERIAL RECOMENDADO PARA ESTE EQUIPO ES PLASTICO (POLOPROPILENO), PUDIENDO SER DE ALGUN MATERIAL NO FERROSO QUE RESISTA LA CORROSION Y LAS CONDICIONES DE OPERACION.

7) ESPECIFICACIONES:

ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCION DEL EQUIPO TALES COMO ESPESORES, PESO MUERTO, TIPO DE EMPAQUE, ETC. DEBERAN SER PROPORCIONADOS POR EL DISTRIBUIDOR O FABRICANTE DEL EQUIPO.

MEMORIA DE CALCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 2 DE 2

TAG: FT-101..
FT-101/R

CON LOS DATOS PROPORCIONADOS EN LA HOJA DE ESPECIFICACION DE EQUIPO SE COTIZO UNA UNIDAD DE FILTRACION MARCA FILVAC CON LAS SIGUIENTES CARACTERISTICAS.

- 1] FLUJO DE ALIMENTACION: $Q = 2\ 600$ LT/HR.
- 2] CAIDA DE PRESION:
LA CAIDA DE PRESION ES DE 15 A 20 PSI. EN CONDICIONES DE SATURACION DEL MEDIO FILTRANTE, LA PRESION MAXIMA DE TRABAJO EN LA LINEA DE ENTRADA ES DE 100 PSIA. LA TEMPERATURA DE OPERACION ES DE HASTA 60 °C.
- 3] CARACTERISTICAS DEL MEDIO FILTRANTE.
EL MEDIO FILTRANTE DEL EQUIPO COTIZADO, SON CARTUCHOS INTERCAMBIABLES EN MATERIAL PLASTICO (NYLON), REUTILIZABLES, DEBIENDO HACERSE UN RETROLAVADO.
LA CAPACIDAD DE RETENCION DEL MEDIO FILTRANTE ES DE 5 MICRAS.
- 4] DIMENSIONES Y VOLUMEN DE LA UNIDAD.
EL MATERIAL DE CONTRUCCION DE LA UNIDAD ES ACERO AL CARBON AME SA-285 C, RECUBIERTO CON PLIETILENO DE BAJA DENSIDAD.
LAS DIMENSIONES DEL EQUIPO SON, DIAMETRO DE 65 CM. Y UNA LONGITUD DE 100 CM. INCLUYENDO EL SOPORTE DA LA UNIDAD.
EL PESO MUERTO DE LA UNIDAD ES DE APROXIMADAMENTE 150 KG.
- 5] LA UNIDAD COMPLETA TIENE UN COSTO DE N\$ 15 000.00
LIBRE A BORDO LA FACULTAD EN CUAUTITLAN, IZCALLI, EDO. DE MEXICO.

EL COSTO DE LA UNIDAD FT-101 ES N\$ 15 000.00

MEMORIA DE CALCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 2 DE 2

TAG: FT-101
FT-101/R

- 1) FLUJO DE ALIMENTACION: $Q = 2\ 600$ LT/HR.
- 2) CAIDA DE PRESION:
LA CAIDA DE PRESION ES DE 15 A 20 PSI. EN CONDICIONES DE SATURACION DEL MEDIO FILTRANTE, LA PRESION MAXIMA DE TRABAJO EN LA LINEA DE ENTRADA ES DE 100 PSIA. LA TEMPERATURA DE OPERACION ES DE HASTA 60 °C.
- 3) CARACTERISTICAS DEL MEDIO FILTRANTE.
EL MEDIO FILTRANTE DEL EQUIPO COTIZADO, SON CARTUCHOS INTERCAMBIABLES EN MATERIAL PLASTICO (NYLON), REUTILIZABLES, DEBIENDO HACERSE UN RETROLAVADO.
LA CAPACIDAD DE RETENCION DEL MEDIO FILTRANTE ES DE 5 MICRAS.
- 4) DIMENSIONES Y VOLUMEN DE LA UNIDAD.
EL MATERIAL DE CONTRUCCION DE LA UNIDAD ES ACERO AL CARBON AHE SA-285 C, RECUBIERTO CON PLIETILENO DE BAJA DENSIDAD.
LAS DIMENSIONES DEL EQUIPO SON, DIAMETRO DE 65 CM. Y UNA LONGITUD DE 100 CM, INCLUYENDO EL SOPORTE DA LA UNIDAD.
EL PESO MUERTO DE LA UNIDAD ES DE APROXIMADAMENTE 150 KG.
- 5) LA UNIDAD COMPLETA TIENE UN COSTO DE N\$. 15 000.00
LIBRE A BORDO LA FACULTAD EN CUAUTILAN IZCALLI, EDO. DE MEXICO.

EL COSTO DE LA UNIDAD FT-101 ES N\$. 15 000.00

MEMORIA DE CALCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 1 DE 2

TAG: SR-101
UNIDAD: SECADOR DE FANGOS DIGERIDOS.
TRATAMIENTO DE FANGOS DEL TRATAMIENTO DE AGUA SANITARIA

LOS FANGOS DIGERIDOS ESTAN CONSTITUIDOS PRINCIPALMENTE POR MATERIA INORGANICA Y MATERIA CELULAR INERTE. PARA EL SECADO DE ESTOS, SE UTILIZA UN SECADOR ROTATORIO, PROVISTO DE UN QUEMADOR USANDO COMO COMBUSTIBLE GAS NATURAL PRODUCIDO EN LOS DIGESTORES

1) CONDICIONES DE ENTRADA Y SALIDA DE FANGOS.

WE = 275.83 KG/HR.
YE = 0.1 (FRACC. PESO DE HUMEDAD)
WS = 253.51 KG/HR.
YE = 0.02
AGUA EVAPORADA (E): 22.52 KG/HR.

2) PROPIEDADES DEL GAS NATURAL.

PODER CALORIFICO (μ) = 10 500 KCAL/KG.
AIRE REQUERIDO (ϕ) = 13.5 KG AIRE /KG GAS.

PARA EL AGUA, LA ENTALPIA DE EVAPORACION A LA PRESION DE 0.9 KG/CM² ES DE 0.5414 KCAL/KG. [CALOR LATENTE DE VAPORIZACION (ϕ)]. EL AGUA POR EVAPORAR INGRESA AL SECADOR A UNA TEMPERATURA ENTRE 15 Y 18 °C.

3) CALOR REQUERIDO PARA EL SECADO.

Q = (E) (CP) (TE - TS) + (E) (ϕ)
Q = (22.52) (1.0) (96-15) + (22.52) (0.5414)
Q = 1 836.3 KCAL/HR.

4) CALCULO DE COMBUSTIBLE (CO).

CO = (Q) / (μ)
CO = (1 836.3) / (10 500)
CO = 0.1782 KG/HR.

5) CALCULO DEL TUNEL DE SECADO:

EL DIAMETRO DEL TUNEL DE SECADO (ROTATORIO) SERA DE 40 CM. POR LO QUE EL PERIMETRO DE ESTE ES DE 125.66 CM.

ASUMIENDO UNA VELOCIDAD DE AVANCE (V) DE 2.5 M/MIN. TIEMPO DE RESIDENCIA DE 2 MINUTOS, LA LONGITUD DEL TUNEL ES DE 2.5 METROS.

6) CALCULO DEL QUEMADOR:

EL QUEMADOR DEBERA ESTAR DIMENSIONADO PARA UN FLUJO DE GAS DE 0.1782 KG/HR. INYECTADO A UNA PRESION DE 10" DE AGUA. Y UN FLUJO DE AIRE DE 2.4 KG/HR.

DESCRIPCION DE LA UNIDAD: SECADOR DE TUNEL ROTATORIO PROVISTO DE QUEMADOR PARA GAS NATURAL.

MATERIAL DE CONSTRUCCION: ACERO AL CARBON.

MEMORIA DE CALCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 2 DE 2
TAG: SR-101

CON LOS DATOS PROPORCIONADOS EN LA HOJA DE ESPECIFICACION DE DATOS, SE COTIZÓ UNA UNA UNIDAD CON LAS SIGUIENTES CARACTERISTICAS.

1] CONDICIONES DE ENTRADA Y SALIDA DE FANGOS.

WE = 275.85 KG/HR.
YE = 0.1 (FRACC. PESO DE HUMEDAD)

WS = 255.31 KG/HR.
YE = 0.02

AGUA EVAPORADA (E): 22.52 KG/HR.
Q = 1 836.3 KCAL/HR.

TUNEL DE SECADO:

DIÁMETRO: 45 CM.
LONGITUD: 2.5 M
V. DE ROTACIÓN: 25 RPM
V. LINEAL DE AVANCE: 2.5 M/MIN.

UNA UNIDAD SIN CODIGO DE CONSTRUCCION CON UN SISTEMA DE TRANSMISION DE POTENCIA CADENA-CATARINA, QUE INCLUYE EL MOTOR DE 2 HP ASI COMO EL QUEMADOR MARCA SELMEC O SIMILAR FORRADO EL TUNEL DE SECADO CON MATERIAL REFRACTARIO DE CAOLIN, ARMADO EN UN TALLER DE PAILERIA. EL COSTO ES DE 30 000 NUEVOS PESOS L.A.B. CUAUTITLAN IZCALLI.

EL COSTO DEL SECADOR SR-101 ES N\$ 30 000

MEMORIA DE CÁLCULO

DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

PROCEDIMIENTO GENERAL PARA EL DIMENSIONAMIENTO DEL EQUIPO DE BOMBEO.
TRATAMIENTO DE EFLUENTE SANITARIO.

PARA LA SELECCIÓN Y CÁLCULO DE LAS BOMBAS, QUE INTERVIENEN EN EL
PROCESO DE TRATAMIENTO, SE SEGUIRÁ EL SIGUIENTE PROCEDIMIENTO.

1] EN FUNCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL FLUIDO, SELECCIONAREMOS
PRIMERAMENTE EL TIPO DE BOMBA A UTILIZARSE.

2] EN BASE AL BALANCE DE MATERIA EFECTUADO Y DATOS CONTENIDOS EN LA
TABLA DE DIMENSIONAMIENTO DE TUBERIAS (CAP. VII),
SE CALCULA EL FLUJO EN DIFERENTES UNIDADES, CON EL PROPOSITO DE
APLICAR LAS ECUACIONES DE DIMENSIONAMIENTO CON HOMOGENIDAD
DIMENSIONAL.

3] EN BASE A DATOS CONTENIDOS EN LA TABLA DE DIMENSIONAMIENTO DE
TUBERIAS (CAP. VII), SE CALCULA LA CABEZA A LA SUCCIÓN (HS) EN PIES
DE COLUMNA DE LIQUIDO.

$$HS = S - HSL$$

DONDE:

S ES LA CABEZA ESTÁTICA DE SUCCIÓN (PRESIÓN HIDROSTÁTICA) [=] FT.
HSL ES LA CAIDA DE PRESIÓN DEBIDA A ACCESORIOS TUBERÍA, ETC.

4] CÁLCULO DEL NPSH (CABEZA NETA DE SUCCIÓN POSITIVA) DISPONIBLE:

$$(NPSH) = HS + (PA - P_0) (2.31 / SPGR.)$$

DONDE:

PA: ES LA PRESIÓN ABSOLUTA SOBRE LA SUPERFICIE DEL LIQUIDO A LA
SUCCIÓN [=] PSIA

P₀: PRESIÓN DE VAPOR DEL LIQUIDO A LA TEMPERATURA DE BOMBEO [=] PSIA

SPGR.: GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL LIQUIDO [=] G/CM³

(NPSH) [=] FT.

HS [=] FT.

MEMORIA DE CÁLCULO

5] EN BASE A DATOS CONTENIDOS EN LA TABLA DE DIMENSIONAMIENTO DE TUBERIAS (CAP. VII), SE CALCULA LA CABEZA A LA DESCARGA (HD), EN PIES DE COLUMNA DE LIQUIDO.

6] CÁLCULO DE LA CARGA DINÁMICA TOTAL (TDH) [=] FT.
CONOCIDA TAMBIÉN COMO CABEZA DIFERENCIAL.

$$(TDH) = HD - HS$$

7] CÁLCULO DE LA POTENCIA AL FRENO DE LA BOMBA (BHP)
(BHP): BREAK HORSE POWER.

$$(BHP) = (Q) (TDH) (SpGr.) / [(3960) (N)]$$

DONDE: Q [=] GALONES POR MINUTO GPM.
N [=] EFICIENCIA DE LA BOMBA.

8] UNA FORMA ALTERNATIVA DE SELECCIÓN DE BOMBAS CENTRIFUGAS ES UTILIZANDO GRÁFICAS DE SELECCIÓN DE BOMBAS PROPORCIONADA POR EL FABRICANTE, EN ESTE CASO UTILIZAREMOS LAS PROPORCIONADAS POR CRANE DEMMING DE MEXICO.

ESTAS GRÁFICAS PROPORCIONAN LA VELOCIDAD DE ROTACIÓN, DIÁMETROS DE SUCCIÓN Y DE DESCARGA, ASÍ COMO DIÁMETRO MÁXIMO DEL IMPULSOR, POTENCIA DEL MOTOR Y EFICIENCIA DE LA BOMBA.

9] UNA FORMA ALTERNATIVA DE SELECCIÓN DE BOMBAS EN EL CASO DE BOMBAS DE DIAFRAGMA ES UTILIZANDO GRÁFICAS DE SELECCIÓN DE BOMBAS PROPORCIONADA POR EL FABRICANTE, EN ESTE CASO UTILIZAREMOS LAS PROPORCIONADAS POR BOMBAS WILDEN.

ESTAS GRÁFICAS PROPORCIONAN LOS DIÁMETROS DE SUCCIÓN Y DE DESCARGA, ASÍ COMO DEMANDA DE AIRE O VAPOR.

MEMORIA DE CALCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 1 DE 2

TAG: BM-101.
UNIDAD: BOMBA DE DISTRIBUCION.
TRATAMIENTO DE AGUA SANITARIA

1] SELECCION DEL TIPO DE BOMBA A UTILIZARSE.
EN BASE A LA CANTIDAD DE SOLIDOS SUSPENDIDOS Y SOLIDOS ABRASIVOS, LA BOMBA A UTILIZARSE SERA DEL TIPO CENTRIFUGA.
EL MATERIAL DE CONSTRUCCION SERA ACERO AL CARBON NORMAL.

2] FLUJO MANEJADO.
AGUA DE DESECHO SIN SOLIDOS ABRASIVOS.
5.5 % DE SOLIDOS SUSPENDIDOS.

$$W = 3\ 046.7\ \text{KG/HR.}$$
$$Q = 3\ 046.7 / 1.03 = 2\ 957.96\ \text{LT/HR.}$$
$$Q = 2\ 957.96 / 227.1 = 13.025\ \text{GPM.}$$

5] CALCULO DE LA CABEZA A LA SUCCION (HS). EN PIES DE COLUMNA DE LIQUIDO.
CON EL OBJETO DE TENER UN NPSH ADECUADO PARA NO INSTALAR UNA BOMBA AUTOCEBANTE, EL TANQUE TA-101 DE SUCCION, TENDRA UNA CABIDAD PARALELA A LA PARED LATERAL A LA MISMA PROFUNDIDAD, DONDE SE INSTALARA ESTA BOMBA.

$$S = HS = 23.065\ \text{FT.}$$

4] CALCULO DEL NPSH (CABEZA NETA DE SUCCION POSITIVA) DISPONIBLE:

$$PA = 13.26\ \text{PSI} \qquad HS = 23.065\ \text{FT}$$
$$PO = 0.46\ \text{PSI (A 25 } ^\circ\text{C)} \qquad SPGR = 1.03\ \text{G/ML.}$$

$$(\text{NPSH}) = HS + (PA - PO) (2.31/SPGR.)$$
$$(\text{NPSH}) = 23.065 + (13.26 - 0.46) (2.31/1.03)$$
$$(\text{NPSH}) = 51.77\ \text{FT.}$$

5] CALCULO DE LA CABEZA A LA DESCARGA (HD). EN PIES DE COLUMNA DE LIQUIDO. EN BASE A DATOS CONTENIDOS EN LA TABLA DE DIMENSIONAMIENTO DE TUBERIAS (CAP. VII).

$$HD = 29\ \text{FT.}$$

6] CALCULO DE LA CARGA DINAMICA TOTAL (TDH) [=] FT.
CONOCIDA TAMBIEN COMO CABEZA DIFERENCIAL.

$$(\text{TDH}) = HD - HS$$
$$(\text{TDH}) = 29 - 23.065$$
$$(\text{TDH}) = 5.935\ \text{FT.}$$

MEMORIA DE CÁLCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 2 DE 2
TAG: BM-101

7) CÁLCULO DE LA POTENCIA AL FRENO DE LA BOMBA (BHP)
(BHP): BREAK HORSE POWER.

$$\begin{aligned}(\text{BHP}) &= (Q)(\text{TDH})(\text{SPGR}) / [(3960)(\eta)] \\(\text{BHP}) &= (15.025)(5.935)(1.03) / [(3960)(0.85)] \\(\text{BHP}) &= 0.0236 \text{ HP}\end{aligned}$$

COMERCIALMENTE LA BOMBA MAS PROXIMA ES DE 1/2 HP.

8) LA SELECCIÓN DE LA BOMBA CENTRIFUGA, A PARTIR DE GRÁFICAS DE SELECCIÓN DE BOMBAS PROPORCIONADA POR EL FABRICANTE, CRANE DEMING DE MEXICO, ES LA SIGUIENTE:

DIAMETRO DE SUCCIÓN: 2"
DIAMETRO DE DESCARGA: 1.5"
DIAMETRO MAX. IMPULSOR: 7"
CABEZA DE DESCARGA MÁX.: 25 FT.
GASTO MAX.: 15 GPM.
POTENCIA DEL MOTOR: 1/2 H.P.
EFICIENCIA: 75 %
MATERIALES: IMPULSOR DE HIERRO FORJADO
INTERNOS DE BRONCE
FLECHA DE ACERO AL CARBÓN

ESTA BOMBA COTIZADA L.A.B. CAUTITLÁN IZCALLI ES DE N\$ 900.00

EL COSTO DE LA BOMBA BM-101 ES DE N\$ 900.00

MEMORIA DE CALCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 1 DE 2

TAG: BM-102.
UNIDAD: BOMBA DE EVACUACIÓN DE SEDIMENTO.
TRATAMIENTO DE AGUA SANITARIA

1) SELECCIÓN DEL TIPO DE BOMBA A UTILIZARSE.

EN BASE A LA CANTIDAD DE SÓLIDOS SUSPENDIDOS Y SÓLIDOS ABRASIVOS, LA BOMBA A UTILIZARSE SERÁ DE DIAFRAGMA.
EL MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN SERÁ DE NEOPRENO PARA LA MEMBRANA Y ACERO AL CARBÓN O BRONCE PARA LA CARCASA.

2) FLUJO MANEJADO.

AGUA DE DESECHO SIN SÓLIDOS ABRASIVOS.
30 % DE SÓLIDOS SUSPENDIDOS.

$$W = 16.95 \text{ KG/HR.}$$

$$Q = 16.95 / 1.3 = 13.04 \text{ LT/HR.}$$

$$Q = 13.04 / 227.1 = 0.0574 \text{ GPM.}$$

3) CALCULO DE LA CABEZA A LA SUCCIÓN (HS). EN PIES DE COLUMNA DE LIQUIDO.

PARA FINES PRACTICOS CONSIDERAREMOS QUE LA CABEZA ESTÁTICA DE PRESIÓN ES IGUAL A LA CABEZA DE SUCCIÓN Y QUE LA CAIDA DE PRESIÓN POR ACCESORIOS Y TUBERÍA ES DESPRECIABLE.

$$S = 3.51 \text{ M}$$

$$S = (3.51)(3.281) = 11.516 \text{ FT.}$$

$$S = HS = 11.516 \text{ FT.}$$

4) CALCULO DEL NPSH (CABEZA DE SUCCION NETA POSITIVA) DISPONIBLE:

$$PA = 13.26 \text{ PSI}$$

$$P^0 = 0.46 \text{ PSI (A } 25 \text{ }^\circ\text{C)}$$

$$HS = 11.516 \text{ FT}$$

$$SPGR = 1.03 \text{ G/ML.}$$

$$(\text{NPSH}) = HS + (PA - P^0) (2.31 / \text{SPGR.})$$

$$(\text{NPSH}) = 11.516 + (13.26 - 0.46) (2.31 / 1.03)$$

$$(\text{NPSH}) = 40.222 \text{ FT.}$$

5) CALCULO DE LA CABEZA A LA DESCARGA (HD). EN PIES DE COLUMNA DE LIQUIDO. EN BASE A DATOS CONTENIDOS EN LA TABLA DE DIMENSIONAMIENTO DE TUBERIAS (CAP. VII).

$$HD = 30.213 \text{ FT.}$$

MEMORIA DE CALCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 2 DE 2
TAG: BM-102

6] CALCULO DE LA CARGA DINAMICA TOTAL (TDH) [=], FT.

$$(TDH) = HD - HS$$

$$(TDH) = 30.213 - 11.516$$

$$(TDH) = 18.697 \text{ FT.}$$

7] CALCULO DE LA POTENCIA AL FRENO DE LA BOMBA (BHP).

(BHP): BREAK HORSE POWER.

PARA LAS BOMBAS DE DIAFRAGMA LA POTENCIA ESTA DADA POR LE PRESION Y EL FLUJO DE AIRE SUMINISTRADO A LA BOMBA, POR LO QUE UTILIZAREMOS GRAFICAS PROPORCIONADAS POR EL PROVEEDOR.

8] SELECCIÓN DE LA BOMBA DE DIAFRAGMA UTILIZANDO GRAFICAS DE SELECCIÓN DE BOMBAS PROPORCIONADA POR BOMBAS WILDEN.

BOMBA CON CAPACIDAD DE 15 GPM MAX.

DIAMETRO MAXIMO DE SÓLIDOS: 1/16"

CABEZA MAXIMA DE 200 FT.

EL FLUJO DE AIRE ALIMENTADO ES DE 2.0 SCFM.

LA PRESION DE AIRE ALIMENTADO ES DE 60.0 PSIG.

LOS DIAMETROS DE SUCCIÓN Y DE DESCARGA SON DE 1/2" NPT.

EL DIAFRAGMA ES DE TEFLÓN.

EFICIENCIA: 75 %

PESO MUERTO 4 KG.

DIMENSIONES:

ALTURA: 21.6 CM.

LONGITUD: 19.0 CM.

ANCHO: 16.5 CM.

ESTA BOMBA COTIZADA L.A.B. CAUTITLÁN IZCALLI ES DE N\$ 1.600.00

EL COSTO DE LA BOMBA BM-102 ES DE N\$ 1.600.00

MEMORIA DE CALCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 1 DE 2

TAG: BM-105.
UNIDAD: BOMBA DE EVACUACION DE FANGOS
TRATAMIENTO DE AGUA SANITARIA

1] SELECCION DEL TIPO DE BOMBA A UTILIZARSE.
EN BASE A LA CANTIDAD DE SOLIDOS SUSPENDIDOS Y SOLIDOS ABRASIVOS, LA BOMBA A UTILIZARSE SERA DE DIAFRAGMA. EL MATERIAL DE CONSTRUCCION SERA DE NEOPRENO PARA LA MEMBRANA Y ACERO AL CARBON O BRONCE PARA LA CARCASA.

2] FLUJO MANEJADO.
AGUA DE DESECHO SIN SOLIDOS ABRASIVOS.
50 % DE SOLIDOS SUSPENDIDOS.

$$W = 124.487 \text{ KG/HR.}$$
$$Q = 124.487 / 1.5 = 95.76 \text{ LT/HR.}$$
$$Q = 95.76 / 227.1 = 0.422 \text{ GPM.}$$

3] CALCULO DE LA CABEZA A LA SUCCION (HS). EN PIES DE COLUMNA DE LIQUIDO.
PARA FINES PRACTICOS CONSIDERAREMOS QUE LA CABEZA ESTATICA DE PRESION ES IGUAL A LA CABEZA DE SUCCION Y QUE LA CAIDA DE PRESION POR ACCESORIOS Y TUBERIA ES DESPRECIABLE.

$$S = 2.7 \text{ M}$$
$$S = (2.70)(3.281) = 8.86 \text{ FT.}$$
$$S = HS = 8.86 \text{ FT.}$$

4] CALCULO DEL NPSH (CABEZA DE SUCCION NETA POSITIVA) DISPONIBLE:

$$PA = 13.26 \text{ PSI}$$
$$PO = 0.46 \text{ PSI} \quad (\text{A } 25 \text{ }^\circ\text{C})$$
$$HS = 8.86 \text{ FT}$$
$$SPGR = 1.03 \text{ G/ML}$$

$$(\text{NPSH}) = HS + (PA - PO)(2.31/SPGR)$$
$$(\text{NPSH}) = 8.86 + (13.26 - 0.46)(2.31/1.03)$$
$$(\text{NPSH}) = 37.56 \text{ FT.}$$

5] CALCULO DE LA CABEZA A LA DESCARGA (HD). EN PIES DE COLUMNA DE LIQUIDO. EN BASE A DATOS CONTENIDOS EN LA TABLA DE DIMENSIONAMIENTO DE TUBERIAS (CAP. VII).

$$HD = 25.0 \text{ FT.}$$

MEMORIA DE CALCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 2 DE 2
TAG: BM-103

6] CALCULO DE LA CARGA DINAMICA TOTAL (TDH) [=] FT.

(TDH) = HD - HS
(TDH) = 25.0 - 8.86
(TDH) = 16.14 FT.

7] CALCULO DE LA POTENCIA AL FRENO DE LA BOMBA (BHP).
PARA LAS BOMBAS DE DIAFRAGMA LA POTENCIA ESTA DADA POR LA PRESION Y
EL FLUJO DE AIRE SUMINISTRADO A LA BOMBA, POR LO QUE UTILIZAREMOS
GRAFICAS PROPORCIONADAS POR EL PROVEEDOR.

8] SELECCION DE LA BOMBA DE DIAFRAGMA UTILIZANDO GRAFICAS DE
SELECCION DE BOMBAS PROPORCIONADA POR BOMBAS WILDEN.

CAPACIDAD DE 15 GPM MAX.
CABEZA MAXIMA DE 200 FT.
DIAMETRO MAXIMO DE SOLIDOS: 1/16"
EL FLUJO DE AIRE ALIMENTADO ES DE 6.0 SCFM.
LA PRESION DE AIRE ALIMENTADO ES DE 60.0 PSIG.
LOS DIAMETROS DE SUCCION Y DE DESCARGA SON DE 1/2" NPT.
EL DIAFRAGMA ES DE TEFLON.
PESO MUERTO 4 KG.
EFICIENCIA: 70 %
DIMENSIONES:
ALTURA: 21.6 CM.
LONGITUD: 19.0 CM.
ANCHO: 16.5 CM.

ESTA BOMBA COTIZADA L.A.B. CAUTITLÁN IZCALLI ES DE N\$ 1 600.00

EL COSTO DE LA BOMBA BM-103 ES DE N\$ 1 600.00

TAG: BM-104.
 UNIDAD: BOMBA DE ALIMENTACION A CLARIFICADOR.
 TRATAMIENTO DE AGUA SANITARIA

1) SELECCION DEL TIPO DE BOMBA A UTILIZARSE.
 EN BASE A LA CANTIDAD DE SOLIDOS SUSPENDIDOS Y SOLIDOS ABRASIVOS, LA BOMBA A UTILIZARSE SERA DEL TIPO CENTRIFUGA.
 EL MATERIAL DE CONSTRUCCION SERA ACERO AL CARBON NORMAL.

2) FLUJO MANEJADO.
 AGUA DE DESECHO SIN SOLIDOS ABRASIVOS.

$$W = 2\ 655.26\ \text{KG/HR.}$$

$$Q = 2\ 655.26 / 1.05 = 2\ 578\ \text{LT/HR.}$$

$$Q = 2\ 578 / 227.1 = 11.352\ \text{GPM.}$$

3) CALCULO DE LA CABEZA A LA SUCCION (HS) EN PIES DE COLUMNA DE LIQUIDO.
 PARA FINES PRACTICOS, CONSIDERAREMOS QUE LA CABEZA ESTATICA DE PRESION ES IGUAL A LA CABEZA DE SUCCION Y QUE LA CAIDA DE PRESION POR ACCESORIOS Y TUBERIA ES DESPRECIABLE.

$$S = 2.7\ \text{M}$$

$$S = (2.70)(3.281) = 8.86\ \text{FT.}$$

$$S = HS = 8.86\ \text{FT.}$$

4) CALCULO DEL NPSH (CABEZA DE SUCCION NETA POSITIVA) DISPONIBLE:

$$PA = 13.26\ \text{PSI}$$

$$PO = 0.46\ \text{PSI} \quad (\text{A } 25\ \text{°C})$$

$$HS = 8.86\ \text{FT}$$

$$SPGR = 1.05\ \text{G/ML.}$$

$$(\text{NPSH}) = HS + (PA - PO)(2.31/SPGR.)$$

$$(\text{NPSH}) = 8.86 + (13.26 - 0.46)(2.31/1.05) = 37.56\ \text{FT.}$$

5) CALCULO DE LA CABEZA A LA DESCARGA (HD) EN PIES DE COLUMNA DE LIQUIDO. EN BASE A DATOS CONTENIDOS EN LA TABLA DE DIMENSIONAMIENTO DE TUBERIAS (CAP. VII).

$$HD = 26.87\ \text{FT.}$$

6) CALCULO DE LA CARGA DINAMICA TOTAL (TDH) [=] FT.
 CONOCIDA TAMBIEN COMO CABEZA DIFERENCIAL.

$$(\text{TDH}) = HD - HS$$

$$(\text{TDH}) = 26.87 - 8.86$$

$$(\text{TDH}) = 18.01\ \text{FT.}$$

MEMORIA DE CALCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 2 DE 2
TAG: BM-104

7] CALCULO DE LA POTENCIA AL FRENO DE LA BOMBA (BHP)
(BHP) : BREAK HORSE POWER.

$$(BHP) = (Q) (TDH) (SPGR) / [(3960) (N)]$$

$$(BHP) = (11.352) (18.01) (1.03) / [(3960) (0.85)]$$

$$(BHP) = 0.062 \text{ HP.}$$

8] LA SELECCIÓN DE LA BOMBA CENTRIFUGA UTILIZANDO GRÁFICAS DE SELECCIÓN DE BOMBAS PROPORCIONADA POR EL FABRICANTE, CRANE DEMING DE MEXICO. ES LA SIGUIENTE:

CAPACIDAD: 15 GPM MAX.

DIÁMETRO DE SUCCIÓN: 2"

DIÁMETRO DE DESCARGA: 1.5"

DIÁMETRO MAX. IMPULSOR: 7"

CABEZA MAX.: 25 FT.

POTENCIA DEL MOTOR: 1/2

EFICIENCIA: 75 %.

MATERIALES: IMPULSOR DE HIERRO FORJADO

INTERNOS DE BRONCE

FLECHA DE ACERO AL CARBÓN

ESTA BOMBA COTIZADA L.A.B. CAUTITLÁN IZCALLI ES DE N\$ 900.00

EL COSTO DE LA BOMBA BM-104 ES DE N\$ 900.00

MEMORIA DE CALCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 1 DE 1

TAG: BM-105.
UNIDAD: BOMBA DE DOSIFICACIÓN DE COAGULANTE.
TRATAMIENTO DE AGUA SANITARIA.

1) SELECCIÓN DEL TIPO DE BOMBA A UTILIZARSE.
EN BASE A LA PRECISIÓN DE FLUJO REQUERIDA, LA BOMBA A UTILIZARSE SERÁ DEL TIPO RECÍPROCANTE. EL MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN SERÁ ACERO INOXIDABLE PARA LAS PARTES HUMEDAS Y AL CARBÓN PARA EL RESTO DE LAS PARTES.

2) FLUIDO MANEJADO: SOLUCIÓN FLOCULANTE.

$$W = 1.470.4 \text{ G/HR.}$$
$$Q = 1.4704 / 1.2 = 1.225 \text{ LT/HR.}$$
$$Q = 1.225 / 227.1 = 5.394 \text{ GPM.}$$

3) CALCULO DE LA CABEZA A LA DESCARGA (HD).
EN BASE A DATOS CONTENIDOS EN LA TABLA DE DIMENSIONAMIENTO DE TUBERIAS (CAP. VII). HD = 26.87 Ft. (11.63 PSI).

4) LA SELECCIÓN DE LA BOMBA UTILIZANDO GRÁFICAS DE SELECCIÓN DE BOMBAS PROPORCIONADA POR EL FABRICANTE, MILTON ROY ES LA SIGUIENTE:

CAPACIDAD: 5.4 GPM CALIBRADA.
DIÁMETRO DE SUCCIÓN: 3/4"
DIÁMETRO DE DESCARGA: 1/2"
NÚMERO DE ETAPAS: 1
NÚMERO DE CILINDROS POR ETAPA: 1
CABEZA MÁX.: 100 PSI.
POTENCIA DEL MOTOR: 3/4 H.P.
EFICIENCIA: 75 %
MATERIALES: CILINDROS DE ACERO INOXIDABLE.
ANILLOS DE ACERO INOXIDABLE.
PISTONES DE ALUMINO.

ESTA BOMBA COTIZADA L.A.B. CAUTITLÁN IZCALLI ES DE N\$ 3000.00

EL COSTO DE LA BOMBA BM-105 ES DE N\$ 3000.00

MEMORIA DE CALCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 1 DE 2

TAG: BM-106.
UNIDAD: BOMBA DE ALIMENTACIÓN A FILTROS.
TRATAMIENTO DE AGUA SANITARIA

1] SELECCIÓN DEL TIPO DE BOMBA A UTILIZARSE.
EN BASE A LA CANTIDAD DE SÓLIDOS SUSPENDIDOS Y SÓLIDOS ABRASIVOS, LA BOMBA A UTILIZARSE SERÁ DEL TIPO CENTRIFUGA.
EL MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN SERÁ ACERO AL CARBÓN NORMAL.

2] FLUJO MANEJADO.

$$W = 2\,563.26 \text{ KG/HR.}$$
$$Q = 2\,563.26 / 1.03 = 2\,488.6 \text{ LT/HR.}$$
$$G = 2\,488.6 / 227.1 = 10.958 \text{ GPM.}$$

3] CALCULO DE LA CABEZA A LA SUCCIÓN (HS). EN PIES DE COLUMNA DE LÍQUIDO.

PARA FINES PRÁCTICOS, CONSIDERAREMOS QUE LA CABEZA ESTÁTICA DE PRESIÓN ES IGUAL A LA CABEZA DE SUCCIÓN Y QUE LA CAÍDA DE PRESIÓN POR ACCESORIOS Y TUBERÍA ES DESPRECIABLE.

$$S = 1.0 \text{ M}$$
$$S = (1.0)(3.281) = 3.281 \text{ Ft.}$$
$$S = HS = 3.281 \text{ Ft.}$$

4] CALCULO DEL NPSH (CABEZA DE SUCCIÓN NETA POSITIVA) DISPONIBLE:

$$PA = 15.26 \text{ PSI}$$
$$P_0 = 0.46 \text{ PSI (A } 25^\circ\text{C)}$$
$$HS = 8.86 \text{ FT}$$
$$SPGR = 1.03 \text{ G/ML}$$

$$(\text{NPSH}) = HS + (PA - P_0)(2.31/\text{SPGR})$$
$$(\text{NPSH}) = 8.86 + (15.26 - 0.46)(2.31/1.03)$$
$$(\text{NPSH}) = 31.981 \text{ FT.}$$

MEMORIA DE CALCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 2 DE 2
TAG: BM-106

5] CALCULO DE LA CABEZA A LA DESCARGA (HD) EN PIES DE COLUMNA DE LIQUIDO. EN BASE A DATOS CONTENIDOS EN LA TABLA DE DIMENSIONAMIENTO DE TUBERIAS (CAP. VII).

(LINEA 13 Y 16) + 20 PSI DE CAIDA DE PRESION EN FILTROS DE ARENA.

$$(20)(2.31)/(1.03) = 44.854 \text{ FT.}$$
$$\text{HD} = 26.9945 + 44.854 = 71.848 \text{ FT.}$$

6] CALCULO DE LA CARGA DINAMICA TOTAL (TDH) [=] FT.
CONOCIDA TAMBIEN COMO CABEZA DIFERENCIAL.

$$\text{(TDH)} = \text{HD} - \text{HS}$$
$$\text{(TDH)} = 71.848 - 3.281$$
$$\text{(TDH)} = 68.567 \text{ FT.}$$

7] LA SELECCIÓN DE LA BOMBA CENTRIFUGA, A PARTIR DE GRAFICAS DE SELECCIÓN DE BOMBAS PROPORCIONADA POR EL FABRICANTE, CRANE DEMING DE MEXICO. ES LA SIGUIENTE:

DIAMETRO DE SUCCION: 2"
DIAMETRO DE DESCARGA: 1.5"
DIAMETRO MAX. IMPULSOR: 7"
CABEZA DE DESCARGA MAX.: 25 FT.
GASTO MAX.: 15 GPM.
POTENCIA DEL MOTOR: 1/2 H.P.
EFICIENCIA: 75 %
MATERIALES: IMPULSOR DE HIERRO FORJADO
INTERNOS DE BRONCE
FLECHA DE ACERO AL CARBON

ESTA BOMBA COTIZADA L.A.B. CAUTITLAN IZCALLI ES DE NS 900.00

EL COSTO DE LA BOMBA BM-106 ES DE NS 900.00

MEMORIA DE CÁLCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 1 DE 1

TAG: BM-108.
UNIDAD: BOMBA DE DISTRIBUCION DE FANGOS
TRATAMIENTO DE AGUA SANITARIA

1) SELECCIÓN DEL TIPO DE BOMBA A UTILIZARSE.

EN BASE A LA CANTIDAD DE SÓLIDOS SUSPENDIDOS Y SÓLIDOS ABRASIVOS, LA BOMBA A UTILIZARSE SERÁ DE DIAFRAGMA. EL MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN SERÁ DE NEOPRENO PARA LA MEMBRANA Y ACERO AL CARBÓN O BRONCE PARA LA CARCASA.

2) FLUIDO MANEJADO. FANGOS.

$W = 768.1 \text{ KG/HR.}$

$Q = 768.1 / 1.5 = 590.85 \text{ LT/HR.}$

$Q = 590.85 / 227.1 = 2.61 \text{ GPM.}$

4) CÁLCULO DE LA CABEZA A LA DESCARGA (HD), EN PIES DE COLUMNA DE LÍQUIDO. EN BASE A DATOS CONTENIDOS EN LA TABLA DE DIMENSIONAMIENTO DE TUBERÍAS (CAP. VII).

$HD = 20.27 \text{ FT.}$

5) SELECCIÓN DE LA BOMBA DE DIAFRAGMA UTILIZANDO GRÁFICAS DE SELECCIÓN DE BOMBAS PROPORCIONADA POR BOMBAS WILDEN.

BOMBA CON CAPACIDAD DE 15 GPM MAX.

DIÁMETRO MÁXIMO DE SÓLIDOS: 1/16"

CABEZA MÁXIMA DE 200 FT.

EL FLUJO DE AIRE ALIMENTADO ES DE 2.0 SCFM.

LA PRESIÓN DE AIRE ALIMENTADO ES DE 60.0 PSIG.

LOS DIÁMETROS DE SUCCIÓN Y DE DESCARGA SON DE 1/2" NPT.

EL DIAFRAGMA ES DE TEFLÓN.

EFICIENCIA: 75 %

PESO MUERTO 4 KG.

DIMENSIONES:

ALTURA: 21.6 CM.

LONGITUD: 19.0 CM.

ANCHO: 16.5 CM.

ESTA BOMBA COTIZADA L.A.B. CAUTITLÁN IZCALLI ES DE N\$ 1 600.00

EL COSTO DE LA BOMBA BM-108 ES DE N\$ 1 600.00

MEMORIA DE CALCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 1 DE 1

TAG: BM-109.
UNIDAD: BOMBA DE FANGOS DIGERIDOS.
TRATAMIENTO DE AGUA SANITARIA

1] SELECCIÓN DEL TIPO DE BOMBA A UTILIZARSE.
EN BASE A LA CANTIDAD DE SOLIDOS SUSPENDIDOS Y SOLIDOS ABRASIVOS, LA BOMBA A UTILIZARSE SERA DE DIAFRAGMA.
EL MATERIAL DE CONSTRUCCION SERA DE NEOPRENO PARA LA MEMBRANA Y ACERO AL CARBÓN O BRONCE PARA LA CARCASA.

2] DADAS LAS CONDICIONES DE OPERACION DE ESTA UNIDAD, SON MUY SIMILARES A LAS DESCRITAS PARA LA BOMBA BM-108, POR LO QUE SERA UNA UNIDAD IDENTICA.

3] SELECCIÓN DE LA BOMBA DE DIAFRAGMA UTILIZANDO GRAFICAS DE SELECCION DE BOMBAS PROPORCIONADA POR BOMBAS WILDEN.

CAPACIDAD DE 15 GPM MAX.
CABEZA MAXIMA DE 200 FT.
DIAMETRO MAXIMO DE SOLIDOS: 1/16"
EL FLUJO DE AIRE ALIMENTADO ES DE 6.0 SCFM.
LA PRESION DE AIRE ALIMENTADO ES DE 60.0 PSIG.
LOS DIAMETROS DE SUCCION Y DE DESCARGA SON DE 1/2" NPT.
EL DIAFRAGMA ES DE TEFLON.
PESO MUERTO 4 KG.
EFICIENCIA: 70 %
DIMENSIONES:
ALTURA: 21.6 CM.
LONGITUD: 19.0 CM.
ANCHO: 16.5 CM.

ESTA BOMBA COTIZADA L.A.B. CAUTITLAN IZCALLI ES DE N\$ 1 600.00

EL COSTO DE LA BOMBA BM-109 ES DE N\$ 1 600.00

MEMORIA DE CALCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 1 DE 5

TAG: TA-301

UNIDAD: TANQUE ACUMULADOR DEL EFLUENTE QUÍMICO.
TRATAMIENTO DE EFLUENTE QUÍMICO.

ESTE RECIPIENTE TENDRÁ FUNCIONES DE RECEPCIÓN DE AGUA PROVENIENTE DEL DREN QUÍMICO (AGUA RESIDUAL DE LABORATORIOS). EN VIRTUD DE SU CAPACIDAD, ESTE RECIPIENTE SERÁ RECTANGULAR DE FONDO, PLANO CON UNA PENDIENTE A LO LARGO DEL MISMO DE 1 EN 100. ASÍ MISMO POR LAS CARACTERÍSTICAS PROPIAS DEL FLUIDO, SE USARÁ COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN CONCRETO ARMADO.

OPERARÁ CON UN NIVEL DIFERENCIAL PARA EVACUAR AUTOMÁTICAMENTE AL DRENAJE MUNICIPAL A FIN DE EVITAR INUNDACIONES EN CASO DE UN SOBREFLUJO, QUE REBASE LA CAPACIDAD DEL TANQUE.

1] FLUJO DE ALIMENTACION:

$$Q = 26.35 \text{ M}^3/\text{DIA.}$$

$$Q = 1.098 \text{ M}^3/\text{HR.}$$

$$W = (Q) (6)$$

$$W = (1.098)(1.05)(1.000)$$

$$W = 1.155 \text{ KG/HR.}$$

2] VOLUMEN DE LA UNIDAD (V).

LA UNIDAD SE DIMENSIONARÁ PARA DOS DIAS DE OPERACIÓN.

$$V = (26.35) (2) = 52.7 \text{ M}^3$$

DAREMOS UN 10 % DE SOBREDIMENSIONAMIENTO, PARA MANTENER UN NIVEL, QUE PERMITA LAS MANIOBRAS DE ACONDICIONAMIENTO DE PH ANTES DE PROCESARSE ÉSTA AGUA RESIDUAL, ESTO ES DOSIFICAR SOLUCIÓN ACIDA Ó ALCALINA. POR LO QUE EL VOLUMEN DE DISEÑO SERÁ DE 60 M³.

$$V = 60 \text{ M}^3$$

3] CÁLCULO DE LA LONGITUD Y ANCHO DEL TANQUE.

LA LONGITUD (L), SERÁ DE 4.5 M. Y EL ANCHO (A), DE 2.5 M.

4] CÁLCULO DE LA PROFUNDIDAD.

$$V = (A) (L) (H)$$

$$H = (V) / [(A) (L)]$$

$$H = [60] / [(2.5) (4.5)]$$

$$H = 5.35 \text{ M.}$$

MEMORIA DE CALCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 2 DE 3
TAG: TA-301

5] PRESIÓN HIDRÓSTATICA: (CALCULADA COMO COLUMNA DE AGUA CORREGIDA POR DENSIDAD). $14.7 \text{ LB/IN}^2 = 10.3327 \text{ M. DE COLUMNA DE AGUA.}$

$$P = (5.33) (14.7/10.3327) (1.05)$$
$$P = 7.96 \text{ PSI.}$$

∴ LA PRESIÓN DE DISEÑO ES DE:
 $P = (7.96 + 14.7) (1.2) = 27.2 \text{ PSIA.}$

6] MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN:
POR LAS CARACTERÍSTICAS PROPIAS DEL FLUIDO, SE USARÁ COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN CONCRETO ARMADO DE CEMENTO TIPO PORTALAND Y VARILLA CORRUGADA DE 3/8". EL ESPESOR DE LAS PAREDES SE ESTIMA EN 12 CM, MIENTRAS QUE EL PISO Y LAS TAPAS SERÁ DE 15 CM. DE ESPESOR.

7] SUPERFICIE EN BASE A DIMENSIONES INTERNAS.

7.1) PAREDES: $S = (2) (H) (L) + (2) (H) (A)$
 $S = (2) (5.33) (4.5) + (2) (5.33) (2.5)$
 $S = 74.62 \text{ M}^2$

7.2) PISO Y TAPAS: $S = (2) (L) (A)$
 $S = (2) (4.5) (2.5)$
 $S = 22.5 \text{ M}^2$

7.3) SUPERFICIE TOTAL: $S = 74.62 + 22.5 = 97.12$

8] CÁLCULO DEL VOLUMEN DE CONCRETO: $V = (S) (T)$ DONDE T ES EL ESPESOR

8.1) PAREDES: $V = (S) [(2) (H) (L) + (2) (H) (A)] (T)$
 $V = [(2) (5.33) (4.5) + (2) (5.33) (2.5)] (0.12)$
 $V = 8.95 \text{ M}^3$

8.2) PISO Y TAPAS: $V = [(2) (L) (A)] (T)$
 $V = [(2) (4.5) (2.5)] (0.15) = 3.38 \text{ M}^3$

8.3) VOLUMEN TOTAL: $V = 8.95 + 3.38 = 12.33 \text{ M}^3$

9] CÁLCULO DEL MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN:
EL RENDIMIENTO TEORICO DEL CEMENTO PARA LA PROPORCIÓN RECOMENDADA ES DE UN METRO CUBICO POR TONELADA. MIENTRAS QUE SE ESTIMA UNA VARILLA (TRAMO COMERCIAL DE 12 M) POR METRO CUADRADO DE SUPERFICIE CONSTRUIDA.

9.1] CONCRETO REQUERIDO:
 $CR = (V) (1)$
 $CR = (12.33) (1) = 12.33 \text{ TON.}$

MEMORIA DE CÁLCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 1 DE 2

PARA LOS RECIPIENTES: TA-302
TA-303
TA-305

AUNQUE EL SERVICIO ES DIFERENTE, LAS DIMENSIONES ASI COMO LOS MATERIALES SON LOS MISMOS POR LO QUE SE AGRUPAN TODOS ELLOS EN UNA SOLO PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO; ANOTÁNDOSE POR SEPARADO EL SERVICIO DE CADA UNO DE ELLOS.

TA-302 TANQUE ACUMULADOR DE ACIDO.
SERVICIO: ALMACENAR ACIDO CLORHIDRICO PARA LA DOSIFICACIÓN AL REACTOR DE OXIDACIÓN TOTAL.

TA-303 TANQUE ACUMULADOR DE ALCALIS.
SERVICIO: ALMACENAR SOLUCIÓN DE HIDROXIDO DE SODIO AL 80 % PARA LA DOSIFICACIÓN AL REACTOR DE OXIDACIÓN TOTAL.

TA-305 TANQUE ACUMULADOR DE ACIDO.
SERVICIO: ALMACENAR FLOCULANTE LIQUIDO POLIMERICO PARA LA DOSIFICACIÓN AL TANQUE DE PRECIPITACIÓN TA-304.

1) VOLUMEN DE LA UNIDAD.

EL TANQUE SE DIMENSIONARÁ PARA UN VOLUMEN DE UN METRO CÚBICO.

$$V = 1.0 \text{ M}^3.$$

2) CÁLCULO DEL DIAMETRO Y LONGITUD:

USAREMOS UNA RELACIÓN DE ESBELTEZ (L/D) DE 3.0

$$V = (1/4) (\pi) (D)^2 (L) \quad L = (2.5) (D)$$

$$V = (1/4) (\pi) (D)^2 [(2.5) (D)]$$

$$D^3 = (4/2.5) (V/\pi)$$

$$D^3 = (4) (1) / [(2.5) (3.1416)]$$

$$D = 0.80 \text{ M}$$

$$L = 2.00 \text{ M}$$

3) MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN.

SE USARÁ COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN ACERO INOXIDABLE ASME SA-240 GRADO 304. PARA ESTE MATERIAL EL ESFUERZO A LA TENSIÓN (S) ES DE 15 600 PSI (HASTA 200 °F).

4) LA PRESIÓN DE DISEÑO SERÁ DE:

$$P = (1.2) (12.38)$$

$$P = 14.85 \text{ PSIA.}$$

5) CÁLCULO DEL ESPESOR (CUERPO)

$$T = (P) (R) / [(S) (E) - (0.6) (P)] + T \quad ; T = 0.01$$

$$T = (14.85) (0.4) (59.3) / [(15 600) (0.8) - (0.6) (14.85)]$$

$$T = 0.12"$$

MEMORIA DE CALCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 2 DE 2
TAG: TA-302

EL ESPESOR COMERCIAL DE PLACA MAS CERCANO A ESTE VALOR ES 1/8" PARA EL CILINDRO; PARA LAS TAPAS EN ESTE CASO SE CONSIDERAN LOS MISMOS ESPESORES. EL PESO DE LA PLACA EN ESTE MATERIAL ES DE 29.00 KG./M²

6] CALCULO DE LA SUPERFICIE.

6.1) SUPERFICIE DEL CUERPO.

$$S = (\pi) (D) (L)$$

$$S = (\pi) (0.8) (2.0) = 5.05 \text{ M}^2$$

6.2) SUPERFICIE DE LAS TAPAS.

$$S = (1/4) (\pi) (D^2)$$

$$S = (1/4) (\pi) (0.8)^2 = 0.50 \text{ M}^2$$

$$\text{SUPERFICIE TOTAL } ^\wedge S = 5.05 + 0.5 = 5.53 \text{ M}^2$$

7] PESO DEL EQUIPO:

7.1) PESO MUERTO DE LA UNIDAD.

$$W = (^\wedge S) (w)$$

$$W = (5.53) (29) = 160.37 \text{ Kg.}$$

9] CALCULO DEL COSTO DE LA UNIDAD:

EL COSTO DE LA PLACA DE ACERO INOX. TIPO 304 ES N\$ 11.00/ KG.

EL COSTO DE LA MANO DE OBRA PARA LA FABRICACION DE RECIPIENTES EN ACERO INOXIDABLE ES EL DOBLE QUE PARA ACERO AL CARBÓN, POR LO QUE SE ESTIMA EN 150. % EL COSTO DEL MATERIAL.

$$\therefore \text{COSTO PLACA} = (160.4) (11.00) = \text{N\$ } 1.764.40$$

$$\therefore \text{COSTO M. OBRA} = (1.764.4) (1.5) = \text{N\$ } 2.646.60$$

EL COSTO DE LA UNIDAD ES DE N\$ 4.411.00

EL COSTO UNITARIO DEL TANQUE ES DE N\$ 4.411.00

MEMORIA DE CÁLCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 1 DE 2

TAG: TA-304
UNIDAD: SEDIMENTADOR.
TRATAMIENTO DE DREN QUÍMICO.

EN ESTE TANQUE SEDIMENTADOR SE EFECTUARÁN LAS OPERACIONES DE PRECIPITACIÓN COAGULACIÓN Y SEDIMENTACIÓN, TENDRÁ UN SISTEMA DE AGITACIÓN PROVOCADA POR INYECCIÓN DE AIRE.

LA PRECIPITACIÓN SE EFECTUARÁ CON LA DOSIFICACIÓN DE HIDRÓXIDO DE SODIO A UN PH ALCALINO ENTRE 9 Y 10. TENIÉNDOSE QUE ADICIONAR TAMBIÉN UN FLOCULANTE POLIMÉRICO PARA COAGULAR LOS COMPUESTOS INSOLUBLES FORMADOS; AMBAS OPERACIONES REQUERIRÁN DE INYECCIÓN DE AIRE, PARA FACILITAR LA FORMACIÓN DE HIDRÓXIDOS METÁLICOS INSOLUBLES ASÍ COMO CREAR TURBULENCIA PARA LA FORMACIÓN DE COÁGULOS. LA SEDIMENTACIÓN POSTERIOR SE HARÁ SIN INYECCIÓN DE AIRE.

LA UNIDAD SERÁ UN RECIPIENTE CILÍNDRICO, DE FONDO CÓNICO CON UN ÁNGULO DE 45° CON RELACIÓN A LA HORIZONTAL.

ESTE EQUIPO OPERARÁ DE MANERA INTERMITENTE.

EL TIEMPO DE RESIDENCIA PARA EFECTUAR LA PRECIPITACIÓN Y FLOCULACIÓN ES DE 15 MINUTOS, MIENTRAS QUE EL TIEMPO DE RETENCIÓN PARA LA SEDIMENTACIÓN SERÁ DE 10 MINUTOS.

SE USARÁ COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN ACERO INOXIDABLE ASME SA-240 GRADO 304

1) CÁLCULO DEL VOLUMEN DE LA UNIDAD:

EL VOLUMEN DEL EQUIPO SERÁ EL MISMO QUE EL CALCULADO PARA EL REACTOR DE OXIDACIÓN TOTAL (TN-301).

CAPACIDAD DE DISEÑO SERÁ DE 6.0 M3.
CON UNA RELACIÓN DE ESBELTEZ (L/D) DE 2.0

2) CÁLCULO DEL DIÁMETRO Y LONGITUD.

$$V = (1/4)(\pi)(D)^2(L) \quad \& \quad L = (2.0)D$$
$$V = (1/4)(\pi)(D)^2[D(2.0)]$$

$$D^3 = (2)(V)/(\pi)$$
$$D^3 = (2)(6)/(\pi) \quad D = 1.563 \text{ M}; \quad L = 3.126 \text{ M}$$

3) PARA EL DISEÑO REAL CONSIDERAREMOS:

$$D = 1.6 \text{ M.}$$
$$L = 3.2 \text{ M.}$$

4) PRESIÓN HIDROSTÁTICA. (CALCULADA COMO COLUMNA DE AGUA CORREGIDA POR DENSIDAD).

$$P = (3.2)(14.7/10.5327)(1.05) \quad \therefore P = 4.78 \text{ PSI.}$$

5) PRESIÓN DE DISEÑO.

$$P = (4.78 + 14.7)(1.2) = 23.37 \text{ PSIA.}$$

MEMORIA DE CALCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 2 DE 2
TAG: TA-304

6) MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN.

SE USARÁ COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN ACERO INOXIDABLE ASME SA-240 GRADO 304. PARA ESTE MATERIAL EL ESFUERZO A LA TENSIÓN (S) ES DE 15 700 PSI.

7) ESPESOR DE CUERPO Y TAPAS.

$$T = (P)(R)/[(S)(E) - (0.6)(P)] + T \quad \therefore T = 0.002$$
$$T = (25.37)(0.8)(39.5)/[(15700)(0.8) - (0.6)(25.37)]$$
$$T = 0.058 + 0.02 = 0.078$$

EL ESPESOR RECOMENDADO PARA ESTE RECIPIENTE DE ACERO INOXIDABLE ES DE 3/16" PARA EL CUERPO Y TAPAS DEL RECIPIENTE. EL PESO DE ESTE MATERIAL ES DE 37.95 KG/M².

6) CALCULO DE LA SUPERFICIE.

$$S = (1/2)(\pi)(D)^2 + (\pi)(D)(L)$$
$$S = (1/2)(\pi)(1.6)^2 + (\pi)(1.6)(3.2)$$
$$S = 20.1 \text{ M}^2$$

7) PESO MUERTO DE LA UNIDAD.

$$W = (S)(w)$$
$$W = (20.1)(37.95) = 762.79 \text{ KG.}$$

8) PESO EN OPERACIÓN.

$$W = 762.79 + (6\ 000)(1.05)$$
$$W = 7\ 062.79 \text{ KG.}$$

9) CALCULO DEL COSTO DE LA UNIDAD:

EL COSTO DE LA PLACA DE ACERO INOX. TIPO 304 ES N\$ 11.00/ KG.
EL COSTO DE LA MANO DE OBRA PARA LA FABRICACIÓN DE RECIPIENTES EN ACERO INOXIDABLE ES EL DOBLE QUE PARA ACERO AL CARBÓN, POR LO QUE SE ESTIMA EN 150 % EL COSTO DEL MATERIAL.

$$\therefore \text{COSTO PLACA} = (762.8)(11.00) = \text{N\$ } 8\ 390.80$$

$$\therefore \text{COSTO M. OBRA} = (8\ 390.80)(1.5) = \text{N\$ } 12\ 586.20$$

EL COSTO DE LA UNIDAD ES DE N\$ 20 977.00

EL COSTO DEL TANQUE TA-304 ES DE N\$ 20 977.00

MEMORIA DE CÁLCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 1 DE 2.

TAG: TN-501
UNIDAD: REACTOR DE OXIDACIÓN TOTAL.
TRATAMIENTO DE EFLUENTE QUÍMICO.

LA FUNCIÓN DE ESTE TANQUE SERÁ DISMINUIR MEDIANTE OXIDACIÓN LA DEMANDA TOTAL DE OXÍGENO (DBO + DCO), CONSECUENCIA DE MATERIA ORGÁNICA E INORGÁNICA; USÁNDOSE PARA TAL EFECTO PERÓXIDO DE HIDRÓGENO; EL CUAL ADEMÁS FUNCIONARÁ COMO BACTERICIDA A FIN DE ELIMINAR LA ACTIVIDAD DE MICROORGANISMOS PRESENTES EN SOLUCIÓN. LA RELACIÓN EN PESO DE DTO REMOVIDO A PERÓXIDO CONSUMIDO ES IGUAL A 1/3 UNIDAD Y UN TIEMPO DE RETENCIÓN (Φ) DE 15 MINUTOS.

FLUJO DE ENTRADA (W): 22 710 LT/HR.

- 1] VOLUMEN DE LA UNIDAD (V).
EL VOLUMEN CALCULADO ES DE 5.27 M³.
CAPACIDAD DE DISEÑO SERÁ DE 6.0 M³.
CON UNA RELACIÓN DE ESBELTEZ (L/D) DE 2.0

2] CÁLCULO DEL DIÁMETRO Y LONGITUD.

$$\begin{aligned} V &= (1/4)(\pi)(D)^2(L) & \& & L &= (2.0)D \\ V &= (1/4)(\pi)(D)^2[D(2.0)] \\ D^3 &= (2)(V)/(\pi) \\ D^3 &= (2)(6)/(\pi) \\ D &= 1.563 \text{ M} \\ L &= 3.126 \text{ M} \end{aligned}$$

3] PARA EL DISEÑO REAL CONSIDERAREMOS:

$$\begin{aligned} D &= 1.6 \text{ M} \\ L &= 3.2 \text{ M} \end{aligned}$$

4] PRESIÓN HIDROSTÁTICA (CALCULADA COMO COLUMNA DE AGUA CORREGIDA POR DENSIDAD).

$$\begin{aligned} P &= (3.2)(14.7/10.3327)(1.05) \\ P &= 4.78 \text{ PSI} \end{aligned}$$

5] PRESIÓN DE DISEÑO.

$$P = (4.78 + 14.7)(1.2) = 25.57 \text{ PSIA.}$$

MEMORIA DE CÁLCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 2 DE 2
TAG: TN-301

6) MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN.

SE USARA COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN ACERO INOXIDABLE ASME SA-240 GRADO 304. PARA ESTE MATERIAL EL ESFUERZO A LA TENSION (S) ES DE 15 700 PSI.

7) ESPESOR DE CUERPO Y TAPAS.

$$T = (P)(R)/[(S)(E) - (0.6)(P)] + T \quad \therefore T = 0.002$$
$$T = (23.37)(0.8)(39.3)/[(15700)(0.8) - (0.6)(23.37)]$$
$$T = 0.058 + 0.02 = 0.078$$

EL ESPESOR RECOMENDADO PARA ESTE RECIPIENTE DE ACERO INOXIDABLE ES DE 3/16" PARA EL CUERPO Y TAPAS DEL RECIPIENTE. EL PESO DE ESTE MATERIAL ES DE 57.95 KG/M².

6) CÁLCULO DE LA SUPERFICIE.

$$S = (1/2)(\pi)(D^2) + (\pi)(D)(L)$$
$$S = (1/2)(\pi)(1.6)^2 + (\pi)(1.6)(5.2) = 20.1 \text{ M}^2$$

7) PESO MUERTO DE LA UNIDAD.

$$W = (S)(w)$$
$$W = (20.1)(57.95) = 762.8 \text{ KG.}$$

8) PESO EN OPERACIÓN.

$$W = 762.8 + (6\ 000)(1.05) = 7\ 062.8 \text{ KG.}$$

9) CÁLCULO DEL COSTO DE LA UNIDAD.

EL COSTO DE LA PLACA DE ACERO INOX. TIPO 304 ES N\$ 11.00/ KG.
EL COSTO DE LA MANO DE OBRA PARA LA FABRICACIÓN DE RECIPIENTES EN ACERO INOXIDABLE ES EL DOBLE QUE PARA ACERO AL CARBÓN, POR LO QUE SE ESTIMA EN 150 % EL COSTO DEL MATERIAL.

$$\therefore \text{COSTO PLACA} = (762.8)(11.00) = \text{N\$ } 8\ 390.80$$

$$\therefore \text{COSTO M. OBRA} = (8\ 390.80)(1.5) = \text{N\$ } 12\ 586.20$$

EL COSTO DE LA UNIDAD ES DE N\$ 20 977.00

EL COSTO DEL TANQUE TN-301 ES DE N\$ 20 977.00

MEMORIA DE CÁLCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 1 DE 1

TAG: FT-301
UNIDAD: FILTRO DE ARENA,
TRATAMIENTO DE EFLUENTE QUÍMICO.

ESTOS FILTROS TIENEN POR OBJETO ELIMINAR LOS FLOCULOS REMANENTES DE LA OPERACIÓN DE PRECIPITACIÓN.

1) FLUJO DE ALIMENTACIÓN:

W = 25 845.5 KG/HR.
W = 22 710 LT/HR.

2) CONDICIONES DEL FLUIDO.

CONCENTRACIÓN MÁXIMA DE SÓLIDOS TOTALES.

A LA ENTRADA: 800 MG/LT.

A LA SALIDA: 300 MG/LT.

TEMPERATURA DE ALIMENTACIÓN: AMBIENTE (15-25 °C)

CON LOS DATOS PROPORCIONADOS EN LA HOJA DE ESPECIFICACIÓN DE EQUIPO SE COTIZÓ UNA UNIDAD DE FILTRACIÓN MARCA FILVAC CON LAS SIGUIENTES CARACTERÍSTICAS:

FLUJO DE ALIMENTACIÓN:

W = 25 845.5 KG/HR.
Q = 22 710 LT/HR.

1) LA CAIDA DE PRESIÓN ES DE 15 A 20 PSI, EN CONDICIONES DE SATURACIÓN DEL MEDIO FILTRANTE, LA PRESIÓN MÁXIMA DE TRABAJO EN LA LÍNEA DE ENTRADA ES DE 100 PSIA. LA TEMPERATURA MÁXIMA DE OPERACIÓN ES DE HASTA 60 °C.

2) CARACTERÍSTICAS DEL MEDIO FILTRANTE.

EL MEDIO FILTRANTE DEL EQUIPO COTIZADO, SON CARTUCHOS INTERCAMBIABLES EN MATERIAL PLÁSTICO (NYLON), REUTILIZABLES, DEBIENDO HACERSE UN RETROLAVADO. LA CAPACIDAD DE RETENCIÓN DEL MEDIO FILTRANTE ES DE 5 MICRAS.

3) DIMENSIONES Y VOLUMEN DE LA UNIDAD.

EL MATERIAL DE CONTRUCCIÓN DE LA UNIDAD ES ACERO INOXIDABLE ASME SA-240 TIPO 316. LAS DIMENSIONES DEL EQUIPO SON, DIÁMETRO DE 65 CM. Y UNA LONGITUD DE 100 CM. EL PESO MUERTO ES DE APROXIMADAMENTE 150 KG, INCLUYENDO EL SOPORTE DE LA UNIDAD.

4) LA UNIDAD COMPLETA TIENE UN COSTO DE N\$ 13 000.00

LIBRE A BORDO LA FACULTAD EN CUAUTITLÁN IZCALLI, EDO. DE MEXICO.

EL COSTO DE LA UNIDAD FT-301 ES N\$ 13 000.00

MEMORIA DE CALCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 1 DE 2

TAG: FT-502.
UNIDAD: FILTRO CATIONICO.
TRATAMIENTO: DEL EFLUENTE QUIMICO.

ESTOS FILTROS TIENEN POR OBJETO ELIMINAR CATIONES DE METALES PESADOS NO PERMITIDOS POR LA NORMA COMO SON CROMO HEXAVALENTE Y ALGUNOS OTROS QUE NO REACCIONAN CON EL PEROXIDO DE HIDROGENO. LA MAYOR PARTE DE LOS CATIONES CONTENIDOS EN LA CORRIENTE SON SODIO, SIENDO ESTOS POCO SELECTIVOS POR LA RESINA DE INTERCAMBIO.

- 1] FLUJO DE ALIMENTACIÓN:
W = 23 845.5 KG/HR.
W = 22 710 LT/HR.
- 2] RESINA CATIONICA DE INTERCAMBIO, TIPO FUERTE FORMA H+
- 3] CONDICIONES DEL FLUIDO:
CONCENTRACIÓN MÁXIMA DE CATIONES.
A LA ENTRADA: (NO SE TIENEN DATOS)
A LA SALIDA: (NO SE TIENEN DATOS)
TEMPERATURA DE ALIMENTACIÓN: AMBIENTE (15-25 °C)
- 4] CAIDA DE PRESIÓN:
SE PERMITIRÁ UNA CAIDA DE PRESIÓN MÁXIMA DE 20 PSI.

CON LOS DATOS PROPORCIONADOS EN LA HOJA DE ESPECIFICACION DE EQUIPO SE COTIZO UNA UNIDAD CON LAS SIGUIENTES CARACTERISTICAS.

- 1] FLUJO DE ALIMENTACIÓN:
W = 23 845.5 KG/HR.
Q = 22 710 LT/HR.
RESINA CATIONICA DE INTERCAMBIO TIPO FUERTE FORMA H+
- 2] LA CAIDA DE PRESIÓN ES DE 15 A 20 PSI. EN CONDICIONES DE SATURACIÓN DE LA RESINA, LA PRESIÓN MÁXIMA DE TRABAJO EN LA LINEA DE ENTRADA ES DE 100 PSIA. LA TEMP. DE OPERACIÓN ES DE HASTA 25 °C.
- 3] CARACTERISTICAS DE LA UNIDAD.
LA UNIDAD COTIZADA ESTÁ EMPACADA CON RESINA CATIONICA TIPO H+ Y EN SU INTERIOR TIENE PLATOS REDISTRIBUIDORES PARA EVITAR CANALIZACIONES.

MEMORIA DE CÁLCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 2 DE 2
TAG: FT-502

4) DIMENSIONES Y VOLUMEN DE LA UNIDAD.

EL MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD ES ACERO INOX. ASME SA-240, TIPO 316. LAS DIMENSIONES DEL EQUIPO SON, DIAMETRO DE 70 CM. Y UNA LONGITUD DE 120 CM.

EL PESO MUERTO DE LA UNIDAD ES DE APROXIMADAMENTE 170 KG. INCLUYENDO EL SOPORTE DA LA UNIDAD.

5) LA UNIDAD COMPLETA TIENE UN COSTO DE N\$ 19 000.00

LIBRE A BORDO LA FACULTAD EN CUAUTITLÁN IZCALLI, EDO. DE MEXICO.

EL COSTO DE LA UNIDAD ES DE N\$ 19 000.00

MEMORIA DE CALCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 1 DE 2

TAG: FT-303.

UNIDAD: FILTRO ANIONICO.
TRATAMIENTO DE EFLUENTE QUIMICO.

ESTOS FILTROS TIENEN POR OBJETO ELIMINAR ANIONES NO PERMITIDOS POR LA NORMA COMO EL CIANURO Y ALGUNOS OTROS QUE NO REACCIONAN CON EL PEROXIDO DE HIDROGENO. LA MAYOR PARTE DE LOS ANIONES CONTENIDOS EN LA CORRIENTE SON CLORUROS, SIENDO ESTOS POCO SELECTIVOS POR LA RESINA DE INTERCAMBIO.

1) FLUJO DE ALIMENTACION:

W = 23 845.5 KG/HR.

Q = 22 710 LT/HR.

2) RESINA DE INTERCAMBIO TIPO ANIONICA FUERTE FORMA OH-

3) CONDICIONES DEL FLUIDO.

CONCENTRACION MAXIMA DE ANIONES.

A LA ENTRADA: (NO SE TIENEN DATOS)

A LA SALIDA: (NO SE TIENEN DATOS)

TEMPERATURA DE ALIMENTACION: AMBIENTE (15-25 °C)

4) CAIDA DE PRESION:

SE PERMITIRA UNA CAIDA DE PRESION MAXIMA DE 20 PSI.

CON LOS DATOS PROPORCIONADOS EN LA HOJA DE ESPECIFICACION DE EQUIPO SE COTIZO UNA UNIDAD CON LAS SIGUIENTES CARACTERISTICAS.

1) FLUJO DE ALIMENTACION:

W = 23 845.5 KG/HR.

Q = 22 710 LT/HR.

RESINA ANIONICA DE INTERCAMBIO TIPO FUERTE FORMA OH-

2) LA CAIDA DE PRESION ES DE 15 A 20 PSI. EN CONDICIONES DE SATURACION DE LA RESINA, LA PRESION MAXIMA DE TRABAJO EN LA LINEA DE ENTRADA ES DE 100 PSIA. LA TEMPERATURA DE OPERACION ES DE HASTA 25 °C.

MEMORIA DE CÁLCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 2 DE 2
TAG: FT-303

3] CARACTERÍSTICAS DE LA UNIDAD.
LA UNIDAD COTIZADA ESTÁ EMPACADA CON RESINA ANIONICA TIPO OH- Y EN SU INTERIOR TIENE PLATOS REDISTRIBUIDORES PARA EVITAR CANALIZACIONES.

4] DIMENSIONES Y VOLUMEN DE LA UNIDAD.
EL MATERIAL DE CONTRUCCION DE LA UNIDAD ES ACERO INOXIDABLE ASME SA-240 TIPO 316.

LAS DIMENSIONES DEL EQUIPO SON, DIAMETRO DE 70 CM. Y UNA LONGITUD DE 120 CM.
EL PESO MUERTO DE LA UNIDAD ES DE APROXIMADAMENTE 170 KG. INCLUYENDO EL SOPORTE DA LA UNIDAD.

5] LA UNIDAD COMPLETA TIENE UN COSTO DE N\$ 19 000.00
LIBRE A BORDO LA FACULTAD EN CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEXICO.

EL COSTO DE LA UNIDAD ES DE N\$ 19 000.00

MEMORIA DE CÁLCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 1 DE 2

TAG: BM-301.
UNIDAD: BOMBA DE ALIMENTACIÓN AL REACTOR.
TRATAMIENTO DE EFLUENTE QUÍMICO.

1) SELECCIÓN DEL TIPO DE BOMBA A UTILIZARSE.
LA BOMBA A UTILIZARSE SERÁ DEL TIPO CENTRÍFUGA.
EL MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN SERÁ ACERO AL CARBÓN NORMAL.

2) FLUJO MANEJADO.

$$W = 23\,845.5 \text{ KG/HR.}$$
$$Q = 23\,845.5 / 1.05 = 22\,710 \text{ LT/HR.}$$
$$Q = 22\,710 / 227.1 = 100 \text{ GPM.}$$

CON EL OBJETO DE TENER UN NPSH ADECUADO, EL TANQUE TA-301 DE SUCCIÓN, TENDRÁ UNA CABIDAD PARALELA A LA PARED LATERAL A LA MISMA PROFUNDIDAD, DONDE SE INSTALARÁ ESTA BOMBA. PARA FINES PRÁCTICOS EN ESTE CASO CONSIDERAREMOS QUE LA CABEZA ESTÁTICA DE PRESIÓN ES IGUAL A LA CABEZA DE SUCCIÓN Y QUE LA CAIDA DE PRESIÓN POR ACCESORIOS Y TUBERÍA ES DESPRECIABLE.

$$S = 5.0 \text{ M}$$
$$S = (5.0)(3.281) = 16.405 \text{ FT.}$$
$$S = HS = 16.405 \text{ FT. [CABEZA DE SUCCIÓN]}$$

4) CÁLCULO DEL NPSH DISPONIBLE:

$$PA = 13.26 \text{ PSI} \qquad HS = 16.405 \text{ FT.}$$
$$P_0 = 0.46 \text{ PSI (A } 25^\circ\text{C)} \qquad SPGR = 1.05 \text{ G/ML.}$$

$$(\text{NPSH}) = HS + (PA - P_0)(2.31/SPGR.)$$
$$(\text{NPSH}) = 16.405 + (13.26 - 0.46)(2.31/1.05)$$
$$(\text{NPSH}) = 44.565 \text{ FT.}$$

5) CÁLCULO DE LA CABEZA A LA DESCARGA (HD) EN PIES DE COLUMNA DE LÍQUIDO. EN BASE A DATOS CONTENIDOS EN LA TABLA DE DIMENSIONAMIENTO DE TUBERÍAS (CAP. VII).

$$HD = 52.814 \text{ FT.}$$

6) CÁLCULO DE LA CARGA DINÁMICA TOTAL (TDH) [=] FT.

$$(\text{TDH}) = HD - HS$$
$$(\text{TDH}) = 52.814 - 16.405$$
$$(\text{TDH}) = 36.409 \text{ FT.}$$

MEMORIA DE CALCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 2 DE 2
TAG: BM-301

7] CALCULO DE LA POTENCIA AL FRENO DE LA BOMBA (BHP)
(BHP): BREAK HORSE POWER:

$$(BHP) = (Q) (TDH) (SPGR.) / [(3960) (N)]$$

$$(BHP) = (100) (36.409) (1.05) / [(3960) (0.55)]$$

$$(BHP) = 1.75 \text{ HP.}$$

8] LA SELECCIÓN DE LA BOMBA CENTRÍFUGA, A PARTIR DE GRÁFICAS DE SELECCIÓN DE BOMBAS PROPORCIONADA POR EL FABRICANTE, CRANE DEMING DE MEXICO, ES LA SIGUIENTE:

1780 RPM

DIÁMETRO DE SUCCIÓN: 4"

DIÁMETRO DE DESCARGA: 3"

DIÁMETRO MÁX. IMPULSOR: 13"

CABEZA DE DESCARGA MÁX.: 175 FT.

GASTO MÁX.: 150 GPM.

POTENCIA DEL MOTOR: 3 H.P.

VELOCIDAD: 1750 RPM.

EFICIENCIA: 75 %.

MATERIALES: IMPULSOR DE HIERRO FORJADO

INTERNOS DE BRONCE

FLECHA DE ACERO AL CARBÓN

ESTA BOMBA COTIZADA L.A.B. CAUITLÁN IZCALLI ES DE N\$ 2 500.00

EL COSTO DE LA BOMBA BM-301 ES DE N\$ 2 500.00

MEMORIA DE CALCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 1 DE 2

TAG: BM-302.
UNIDAD: BOMBA DE DESCARGA DEL REACTOR.
TRATAMIENTO DE EFLUENTE QUÍMICO.

1] SELECCIÓN DEL TIPO DE BOMBA A UTILIZARSE.
LA BOMBA A UTILIZARSE SERÁ DEL TIPO CENTRIFUGA.
EL MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN SERÁ ACERO AL CARBÓN NORMAL.

2] FLUJO MANEJADO.

$$W = 23\,845.5 \text{ KG/HR.}$$
$$Q = 23\,845.5 / 1.05 = 22\,710 \text{ LT/HR.}$$
$$Q = 22\,710 / 227.1 = 100 \text{ GPM.}$$

PARA FINES PRACTICOS EN ESTE CASO CONSIDERAREMOS QUE LA CABEZA ESTÁTICA DE PRESIÓN ES IGUAL A LA CABEZA DE SUCCION Y QUE LA CAIDA DE PRESIÓN POR ACCESORIOS Y TUBERIA ES DESPRECIABLE.

$$S = 3.0 \text{ M}$$
$$S = (3.0)(3.281) = 9.845 \text{ FT.}$$
$$S = HS = 9.845 \text{ FT.}$$

4] CALCULO DEL NPSH DISPONIBLE:

$$PA = 13.26 \text{ PSI} \qquad HS = 9.845 \text{ FT.}$$
$$PO = 0.46 \text{ PSI (A } 25 \text{ °C)} \qquad SPGR = 1.05 \text{ G/ML.}$$

$$(\text{NPSH}) = HS + (PA - PO)(2.31/SPGR.)$$
$$(\text{NPSH}) = 9.845 + (13.26 - 0.46)(2.31/1.05)$$
$$(\text{NPSH}) = 38.00 \text{ FT.}$$

5] CALCULO DE LA CABEZA A LA DESCARGA (HD), EN PIES DE COLUMNA DE LIQUIDO. EN BASE A DATOS CONTENIDOS EN LA TABLA DE DIMENSIONAMIENTO DE TUBERIAS (CAP. VII).

$$HD = 51.974 \text{ FT.}$$

6] CALCULO DE LA CARGA DINÁMICA TOTAL (TDH) [=] FT.

$$(\text{TDH}) = HD - HS$$
$$(\text{TDH}) = 51.974 - 9.845$$
$$(\text{TDH}) = 42.151 \text{ FT.}$$

MEMORIA DE CÁLCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 2 DE 2
TAG: BM-302

7] CÁLCULO DE LA POTENCIA AL FRENO DE LA BOMBA (BHP)
(BHP): BREAK HORSE POWER.

$$\begin{aligned}(\text{BHP}) &= (Q) (\text{TDH}) (\text{SPGR.}) / (C) (3960) (N)] \\(\text{BHP}) &= (100) (42.13) (1.05) / (C) (3960) (0.55)] \\(\text{BHP}) &= 2.031 \text{ HP.}\end{aligned}$$

8] LA SELECCION DE LA BOMBA CENTRIFUGA, A PARTIR DE GRÁFICAS DE SELECCION DE BOMBAS PROPORCIONADA POR EL FABRICANTE, CRANE DEMING DE MEXICO, ES LA SIGUIENTE:

DIAMETRO DE SUCCION: 4"
DIAMETRO DE DESCARGA: 3"
DIAMETRO MÁX. IMPULSOR: 13"
CABEZA DE DESCARGA MÁX.: 175 FT.
GASTO MÁX.: 150 GPM.
POTENCIA DEL MOTOR: 3 H.P.
VELOCIDAD: 1750 RPM.
EFICIENCIA: 75 %
MATERIALES: IMPULSOR DE HIERRO FORJADO
INTERNOS DE BRONCE
FLECHA DE ACERO AL CARBÓN

ESTA BOMBA COTIZADA L.A.B. CAUTITLAN IZCALLI ES DE N\$ 2 500.00

EL COSTO DE LA BOMBA BM-302 ES DE N\$ 2 500.00

TAG: BM-305.
 UNIDAD: BOMBA DE ALIMENTACION A FILTROS.
 TRATAMIENTO DE EFLUENTE QUIMICO.

1] SELECCION DEL TIPO DE BOMBA A UTILIZARSE.
 LA BOMBA A UTILIZARSE SERA DEL TIPO CENTRIFUGA.
 EL MATERIAL DE CONSTRUCCION SERA ACERO AL CARBON NORMAL.

2] FLUJO MANEJADO.

$$W = 23\ 845.5 \text{ KG/HR.}$$

$$Q = 23\ 845.5 / 1.05 = 22\ 710 \text{ LT/HR.}$$

$$Q = 22\ 710 / 227.1 = 100 \text{ GPM.}$$

PARA FINES PRACTICOS EN ESTE CASO CONSIDERAREMOS QUE LA CABEZA ESTÁTICA DE PRESION ES IGUAL A LA CABEZA DE SUCCION Y QUE LA CAIDA DE PRESION POR ACCESORIOS Y TUBERIA ES DESPRECIABLE.

$$S = 3.0 \text{ M}$$

$$S = (3.0)(3.281) = 9.843 \text{ FT.}$$

$$S = HS = 9.843 \text{ FT.}$$

4] CALCULO DEL NPSH DISPONIBLE:

$$PA = 13.26 \text{ PSI} \qquad HS = 9.843 \text{ FT.}$$

$$PO = 0.46 \text{ PSI (A } 25 \text{ }^\circ\text{C)} \qquad SPGR = 1.05 \text{ G/ML.}$$

$$(NPSH) = HS + (PA - PO)(2.31/SPGR.)$$

$$(NPSH) = 9.843 + (13.26 - 0.46)(2.31/1.05)$$

$$(NPSH) = 38.00 \text{ FT.}$$

5] CALCULO DE LA CABEZA A LA DESCARGA (HD), EN PIES DE COLUMNA DE LIQUIDO. EN BASE A DATOS CONTENIDOS EN LA TABLA DE DIMENSIONAMIENTO DE TUBERIAS (CAP. VII).
 LA CAIDA DE PRESION TOTAL PARA EL FILTRO DE ARENA Y LOS EQUIPOS DE INTERCAMBIO IONICO SON DE 100 FT.

$$HD = 89.583 + 100 = 189.583 \text{ FT.}$$

6] CALCULO DE LA CARGA DINAMICA TOTAL (TDH) [=] FT.

$$(TDH) = HD - HS$$

$$(TDH) = 189.583 - 9.843$$

$$(TDH) = 179.74 \text{ FT.}$$

MEMORIA DE CALCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 2 DE 2
TAG: BM-303

7] CALCULO DE LA POTENCIA AL FRENO DE LA BOMBA (BHP)
(BHP): BREAK HORSE POWER

$$(BHP) = (Q)(TDH)(SPGR.) / [(3960)(\eta)]$$
$$(BHP) = (100)(179.74)(1.05) / [(3960)(0.85)]$$
$$(BHP) = 5.6 \text{ HP.}$$

8] LA SELECCIÓN DE LA BOMBA CENTRÍFUGA UTILIZANDO GRÁFICAS DE SELECCIÓN DE BOMBAS PROPORCIONADA POR EL FABRICANTE, EN ESTE CASO UTILIZAREMOS LAS PROPORCIONADAS POR CRANE DEMING DE MEXICO. ES LA SIGUIENTE:

DIÁMETRO DE SUCCIÓN: 4"
DIÁMETRO DE DESCARGA: 3"
DIÁMETRO MÁX. IMPULSOR: 16"
CABEZA DE DESCARGA MÁX.: 300 FT.
GASTO MÁX.: 200 GPM.
POTENCIA DEL MOTOR: 6 H.P.
VELOCIDAD: 1750 RPM.
EFICIENCIA: 75 %.
MATERIALES: IMPULSOR DE HIERRO FORJADO
INTERNOS DE BRONCE
FLECHA DE ACERO AL CARBÓN

ESTA BOMBA COTIZADA L.A.B. CAUTITLAN IZCALLI ES DE N\$ 4 800.00

EL COSTO DE LA BOMBA BM-303 ES DE N\$ 4 800.00

MEMORIA DE CÁLCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 1 DE 5

TAG: TA-201
UNIDAD: TANQUE DE RECEPCIÓN.
TRATAMIENTO DE AGUA PLUVIAL

ESTE RECIPIENTE TENDRÁ FUNCIONES DE RECEPCIÓN Y ACUMULACIÓN DE AGUA PROVENIENTE DEL DREN PLUVIAL, Y SEPARARÁ MATERIALES SÓLIDOS DE ALTA DENSIDAD (ARENAS) A LA ENTRADA DEL MISMO. EN VIRTUD DE SUS FUNCIONES, ESTE RECIPIENTE SERÁ RECTANGULAR Y EL FONDO, TENDRÁ UN DESNIVEL DE 5 EN 100. ASÍ MISMO POR LAS CARACTERÍSTICAS PROPIAS DEL FLUIDO, SE USARÁ COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN CONCRETO ARMADO.

1] VOLUMEN DE LA UNIDAD (V).

SE DIMENSIONARÁ PARA UNA ACUMULACIÓN CAPAZ DE PROCESARSE DURANTE DIEZ MESES DE OPERACIÓN.

$$V = 25\ 240\ \text{M}^3.$$

∴ CAPACIDAD DE DISEÑO SERÁ DE 25 240 M³.

2] CÁLCULO DE LA LONGITUD Y ANCHO DEL TANQUE.

SE DIVIDIRÁ EN CUATRO UNIDADES IDENTICAS, DIVIDIDAS POR PAREDES. LA PROFUNDIDAD (H) SE FIJA EN 5 M. Y LA RELACIÓN LARGO EN ANCHO L/A SE FIJARÁ EN DOS.

$$V = (25\ 240) / (4) = 6\ 310\ \text{M}^3$$

$$V = (L) (A) (H)$$

$$L/A = 2.0$$

$$V = [(2) (A)] (A) (H)$$

$$6\ 310 = [(2) (A)] (A) (5)$$

$$A^2 = (6\ 310) / (10)$$

3] DIMENSIONES PARA CADA DEPÓSITO.

$$A = 25.1\ \text{M}$$

$$L = 50.2\ \text{M}$$

$$H = 5.00\ \text{M (PRIMER EXTREMO)}$$

$$H_0 = 7.51\ \text{M (EXTREMO A DESNIVEL)}$$

4] PRESIÓN HIDROSTÁTICA. (CALCULADA COMO COLUMNA DE AGUA CORREGIDA POR DENSIDAD). $14.7\ \text{LB/IN}^2 = 10.3527\ \text{M. DE COLUMNA DE AGUA.}$

$$P = (7.51) (14.7 / 10.3527) (1.05)$$

$$P = 11.22\ \text{PSI.}$$

∴ LA PRESIÓN DE DISEÑO ES DE:

$$P = (11.22 + 14.7) (1.2) = 31.1\ \text{PSIA.}$$

MEMORIA DE CÁLCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 2 DE 5
TAG: TA-201

5] MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN:

POR LAS CARACTERÍSTICAS PROPIAS DEL FLUIDO, SE USARÁ COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN CONCRETO ARMADO DE CEMENTO TIPO PORTALAND Y VARILLA CORRUGADA DE 1/2". EL ESPESOR DEL PISO, PAREDES Y TAPAS, SE ESTIMAN EN 15 CM. Y SE RECUBRIRÁN CON ALGÚN IMPERMEABILIZANTE DE TIPO VINÍLICO.

6] SUPERFICIE EN BASE A DIMENSIONES INTERNAS.

6.1) PAREDES EXTERNAS:

$$S = (4) (H) (L) + (4) (L)^2 (0.05) / (2) + (2) (H) (A) + (2) (Hd) (A)$$

$$S = (4) (5) (50.2) + (4) (2 520.04) (0.05) / (2) + (2) (5) (25.1) + (2) (7.51) (25.1)$$

$$S = 1 884 \text{ M}^2$$

6.2) PAREDES INTERNAS (COMUNES A TODOS LOS TANQUES).

$$S_i = (2) (H) (L) + (2) (L)^2 (0.05) / (2) + (2) (Hd) (A)$$

$$S_i = (2) (5) (50.2) + (2) (2 520.04) (0.05) / (2) + (2) (7.51) (25.1)$$

$$S_i = 1 005 \text{ M}^2$$

6.3) PISO Y TAPAS: $S = [(2) (L) (A)] [4]$

$$S = [(2) (50.2) (25.1)] [4]$$

$$S = 10 080 \text{ M}^2$$

6.4) SUPERFICIE TOTAL:

$$S = 1 884 + 1 005 + 10 080$$

$$S = 12 969 \text{ M}^2$$

7] CÁLCULO DEL VOLUMEN DE CONCRETO: $V = (S) (t)$ DONDE T ES EL ESPESOR

7.1) PAREDES, PISO Y TAPAS:

$$V = (S) (t)$$

$$V = (12 969) (0.15)$$

$$V = 1 945.35 \text{ M}^3$$

MEMORIA DE CALCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 3 DE 5
TAG: TA-201

8] CALCULO DEL MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN:
EL RENDIMIENTO TEÓRICO DEL CEMENTO PARA LA PROPORCIÓN RECOMENDADA ES DE UN METRO CUBICO POR TONELADA. MIENTRAS QUE SE ESTIMA UNA VARILLA (TRAMO COMERCIAL DE 12 M) POR METRO CUADRADO DE SUPERFICIE CONSTRUIDA:

8.1] CONCRETO REQUERIDO:

$$\begin{aligned} CR &= (V)(1) \\ CR &= (1\ 945.55)(1) \\ CR &= 1945.55 \text{ TON.} \end{aligned}$$

EL CONCRETO COMO TAL ESTÁ FORMADO COMO SIGUE:

CONCRETO:	CEMENTO 1/3	GRAVA 1/3	ARENA 1/3
-----------	----------------	--------------	--------------

8.2] CEMENTO REQUERIDO:

$$\begin{aligned} CR &= (V)(1/3) \\ CR &= (1945)(1/3) \\ CR &= 648.33 \text{ TON.} \end{aligned}$$

8.3] ARENA REQUERIDA: AR = 648.33 M3.

8.4] GRAVA REQUERIDA: GR = 648.33 M3.

8.5] VARILLA REQUERIDA:

$$\begin{aligned} VR &= (S)(1) \\ VR &= (12\ 969)(1) = 12\ 969 \text{ VARILLAS} \end{aligned}$$

TABLA DE COSTOS:

CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	\$UNITARIO	\$ TOTAL
648	TON.	CEMENTO	450	291 600.00
648	M3.	ARENA	60	38 880.00
648	M3.	GRAVA	60	38 880.00
12 969	PZA.	VARILLA	15	168 597.00
25 240	M3.	EXCAVACIÓN	75	1 893 000.00
12 969	M ² .	OBRA	60	778 140.00

N\$ 3 209 097.00

NOTAS: LA EXCAVACIÓN INCLUYE EL RETIRO DE MATERIALES. LA OBRA INCLUYE EL ARMADO DE VARILLA, ASI COMO ALGUNOS MATERIALES TALES COMO CLAVOS, ALAMBRE, MADERA PARA CIMBRA, ETC.

EL COSTO DE LA UNIDAD TA-201 ES N\$ 3 209 097

MEMORIA DE CALCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 1 DE 2

TAG: TA-202

UNIDAD: CLARIFICADOR

TRATAMIENTO DE AGUA PLUVIAL.

FLUJO DE ENTRADA = 5 074.5 KG/HR.

CONC. = 0.05 % DE MATERIAL SUSPENDIDO (0.5 G/LT.)

CONC. = 500 PPM. (ENTRADA)

CONC. = 100 PPM. (REQUERIDO)

1) COAGULANTE REQUERIDO:

(PARA FINES DE CALCULO SE ASUME COMO COAGULANTE ALUMBRE)

PARA CADA COAGULANTE EN ESPECIFICO, EXISTEN GRAFICAS Y/O CORRELACIONES QUE RELACIONAN LA CANTIDAD DE SUSTANCIA POR AÑADIR POR METRO CUBICO DE AGUA, CONOCIENDO LA CONCENTRACION DE SÓLIDOS SUSPENDIDOS A LA TEMPERATURA DE TRABAJO.

PARA EL TIPO DE SÓLIDOS CONTENIDOS EN ESTA CORRIENTE, UNA CONCENTRACION DE SÓLIDOS TOTALES DE 500 PPM, SE REQUIEREN 250 MG./LT. DE ALUMBRE (WA), MÁS 140 MG/LT DE ALUMINATO DE SODIO (WL) Y 140 MG. DE SILICE (WS).

EL TIEMPO DE RETENCION PARA UNA FLOCULACION QUE REDUZCA LA CONCENTRACION DE SÓLIDOS A 100 PPM ES DE 12 MIN. CON EL FLOCULANTE DE REFERENCIA.

$$W = 5\ 074.5\ \text{KG/HR.}$$

$$\phi = 0.2\ \text{HR.}$$

$$Y = 1.5\ \text{M/HR.}$$

(TIEMPO DE RETENCION)

(VELOCIDAD ASCENCIONAL ESTIMADA)

1) FLUJO VOLUMETRICO (Q).

$$\text{FLUJO } W = 5\ 074.5\ \text{KG/HR.}$$

$$Q = W/6$$

$$Q = 5\ 074.5 / 1.0 = 5\ 074.5\ \text{LT/HR.} \quad (5.0745\ \text{M}^3/\text{HR})$$

2) CALCULO DE SUSTANCIAS DOSIFICADAS

2.1) ALUMBRE:

$$w = (Q)(WA)/(1\ 000)$$

$$w = (5\ 074.5)(250)/(1\ 000) = 1\ 269\ \text{G.}$$

2.2) ALUMINATO DE SODIO:

$$w = (Q)(WL)/(1\ 000)$$

$$w = (5\ 074.5)(140)/(1\ 000) = 710.45\ \text{G.}$$

2.3) SILICE:

$$w = (Q)(WS)/(1\ 000)$$

$$w = (5\ 074.5)(140)/(1\ 000) = 710.45\ \text{G.}$$

MEMORIA DE CALCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 2 DE 2
TAG: TA-202

3) CALCULO DEL VOLUMEN DE LA UNIDAD:

$$V = (Q) (\Phi)$$
$$V = (5.074.5) (0.2) = 1.015 \text{ M}^3$$

4) CALCULO DE LA ALTURA:

PARA CUMPLIR CON LA VELOCIDAD ASCENCIONAL (0.2 M/HR) SE REQUIERE UN AREA DE:

$$A = Q / v$$
$$A = 2.578 / 2.0 = 1.289 \text{ M}^2$$

$$H = V / A$$
$$H = 1.289 / 1.289 = 1.0 \text{ M.}$$

CON LOS DATOS ANTERIORES SE COTIZO UN EQUIPO CLARIFICADOR CON LA EMPRESA DEGREMONT DE MEXICO CON LAS SIGUIENTES CARACTERISTICAS:

DIAMETRO = 4.5 M
LONGITUD = 1.5 M
AGITADOR DE PALETAS DE PLASTICO
MOTOR ELECTRICO DE 6 H.P.
TIEMPO DE RETENCIÓN PROMEDIO DE 0.5 HR.

EL COSTO DE LA UNIDAD ES DE: N\$ 30 000.00

EL COSTO DE TA-202 ES DE N\$ 30 000.00

MEMORIA DE CALCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 1 DE 3

TAG: TA-204
UNIDAD: TANQUE DE DESINFECCION.
TRATAMIENTO DE AGUA PLUVIAL

LA FUNCION DE ESTE TANQUE SERA DISMINUIR MEDIANTE OXIDACION LA DEMANDA TOTAL DE OXIGENO (DBO + DDO), CONSECUENCIA DE MATERIA ORGANICA E INORGANICA REMANENTE DE ETAPAS ANTERIORES, ASI MISMO EL OZONO INYECTADO FUNCIONARA COMO BACTERICIDA A FIN DE ELIMINAR LA ACTIVIDAD DE MICROORGANISMOS PRESENTES AUN EN SOLUCION. LA RELACION EN PESO DE DDO REMOVIDO A OZONO CONSUMIDO ES IGUAL A LA UNIDAD, SE RECOMIENDA LA INYECCION DE OZONO A UNA CONCENTRACION DE 30 MG/LT. Y UN TIEMPO DE RETENCION (Φ) DE 20 MINUTOS. LA CONCENTRACION DE DBO SE ESTIMA COMO MAXIMO 25 PPM.

CALCULO DE DBO DE ENTRADA.

$$\text{FLUJO DE ENTRADA (W): } 4992.2 \text{ KG/HR. } 563.26 \\ \text{[DBO]E} = (4992)(25)/(1000) = 124.8 \text{ G DBO/HR.}$$

SE REQUIERE UN FLUJO DE 124.8 G DE OZONO POR HORA. DEBIDO A LA CANTIDAD TAN PEQUENA DE GAS POR INYECTAR, ESTE ESTARA DILUIDO AL 10 % EN VOLUMEN CON NITROGENO.

1) CALCULO DEL VOLUMEN DE LA UNIDAD (V).

$$V = (W)(\Phi)/(S) \quad (S) = 1.0 \text{ KG./LT.} \\ V = (4992)(0.333)/(1.0) = 1664 \text{ LT.}$$

DEJAREMOS UN 20 % DE ESPACIO LIBRE PARA LA RETENCION DE GASES.
∴ CAPACIDAD DE DISEÑO SERA DE 2.0 M³.

2) CALCULO DEL DIAMETRO Y LONGITUD:

ATENDIENDO CRITERIOS ECONOMICOS USAREMOS UNA RELACION DE ESBELTEZ (L/D) DE 1.5

$$V = (1/4)(\pi)(D)^2(L) \quad L = (1.5)(D) \\ D^3 = (8/3)(V/\pi) \\ D^3 = (8)(2.0)/(3)(3.1416) \\ D = 1.2 \text{ M} \\ L = 1.8 \text{ M}$$

3) CALCULO DE LA PRESION HIDROSTATICA P.

$$P = (SPGR)(H)(G) + POP. \\ P = (1.03)(180)(98)/(6.895 \text{ Exp } [4]) + 22.05 \\ P = 2.64 + 22.05 = 24.69 \text{ PSIA.} \\ \text{PRESION DE DISEÑO} = (1.2)(24.69) = 29.63 \text{ LB/IN}^2$$

MEMORIA DE CALCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 2 DE 3
TAG: TA-204

4) MATERIAL DE CONSTRUCCION:

SE USARA COMO MATERIAL DE CONSTRUCCION ACERO INOXIDABLE ASME SA-240 GRADO 304, EN TODAS SUS PARTES INCLUYENDO EL AGITADOR MECANICO. EL ESFUERZO A LA TENSION (S) PARA ESTE MATERIAL ES DE 15 600 PSI (HASTA 200 °F).

5) CALCULO DEL ESPESOR (CUERPO)

$$T = (P)(R)/[(S)(E) - (0.6)(P)] + T \quad \therefore T = 0.01$$
$$T = (29.63)(0.6)(39.5)/[(15600)(0.8) - (0.6)(29.63)]$$
$$T = 0.066"$$

EL ESPESOR RECOMENDADO PARA ESTE RECIPIENTE DE ACERO INOXIDABLE ES DE 5/16" PARA EL CUERPO Y TAPAS; TOMANDO EN CUENTA LOS ESFUERZOS DE TENSION DEBIDO A LA AGITACION MECANICA. EL PESO DE ESTE MATERIAL ES DE 40.0 KG /M²

6) CALCULO DE LA SUPERFICIE.

6.1) SUPERFICIE DEL CUERPO.

$$S = (\pi)(D)(H)$$
$$S = (\pi)(1.2)(1.8)$$
$$S = 6.785 \text{ M}^2$$

6.2) SUPERFICIE DE LAS TAPAS.

EL RADIO INTERIOR DE TRANSICION (ICR) SERA DE 1/2"; LA LONGITUD DE CEJA RECTA (SF) ES DE 5 1/2" \therefore EL DIAMETRO PLANO (DP) PARA LA CONSTRUCCION DE LAS TAPAS ES:

$$DP = (1.0416)(D_o) + (2)[(SF) + (ICR)]/3$$
$$D_o = (1.2)(39.5) = 47.16"$$
$$DP = (1.0416)(47.16) + (2)[(3.5) + (0.5)]/3$$
$$DP = 56.45" \quad (1.436 \text{ M})$$

$$S = (1/4)(\pi)(DP)^2$$
$$S = (1/4)(\pi)(1.436)^2$$
$$S = 1.62 \text{ M}^2$$

$$\text{SUPERFICIE TOTAL } S = 6.785 + (1.436)(2) = 9.66 \text{ M}^2$$

7) PESO MUERTO DE LA UNIDAD.

$$W = (S)(w)$$
$$W = (9.66)(40.0) = 386.4 \text{ Kg.}$$

MEMORIA DE CÁLCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 3 DE 3
TAG: TA-204

8) PESO EN OPERACION.

8.1) PESO DEL FLUIDO.

$$W = (V) (6)$$

$$W = (2.000) (1.0)$$

$$W = 2.000 \text{ KG}$$

9) PESO TOTAL DEL EQUIPO ($^{\circ}W$) = $386.4 + 2.000 = 2.386.4 \text{ KG}$.

10) CÁLCULO DEL COSTO DE LA UNIDAD:

EL COSTO DE LA PLACA DE ACERO INOX. TIPO 304 ES N\$ 11.00/ KG.

EL COSTO DE LA MANO DE OBRA PARA LA FABRICACIÓN DE RECIPIENTES EN ACERO INOXIDABLE ES EL DOBLE QUE PARA ACERO AL CARBÓN, POR LO QUE SE ESTIMA EN 150 % EL COSTO DEL MATERIAL.

$$\therefore \text{COSTO PLACA} = (386.4) (11.00) = \text{N\$ } 4.250.40$$

$$\therefore \text{COSTO M. OBRA} = (4.250.4) (1.5) = \text{N\$ } 6.375.60$$

EL COSTO DE LA UNIDAD ES DE N\$ 10.626.00

EL COSTO DEL TANQUE TA-204 ES DE N\$ 10.626.00

MEMORIA DE CALCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 1 DE 3.

TAG: TA-205

UNIDAD: TANQUE DE NEUTRALIZACION

TRATAMIENTO DE AGUA PLUVIAL

ESTE RECIPIENTE TENDRA FUNCIONES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA TRATADA DEL DREN PLUVIAL.

EN VIRTUD DE SU CAPACIDAD, ESTE RECIPIENTE SERA RECTANGULAR DE FONDO PLANO. ASI MISMO POR LAS CARACTERISTICAS PROPIAS DEL FLUIDO, SE USARA COMO MATERIAL DE CONSTRUCCION CONCRETO ARMADO.

OPERARA CON UN NIVEL DIFERENCIAL PARA EVACUAR AUTOMATICAMENTE AL DRENAJE MUNICIPAL A FIN DE EVITAR INUNDACIONES EN CASO DE UN SOBREFLUJO, QUE REBASE LA CAPACIDAD DEL TANQUE.

1) CALCULO DEL VOLUMEN DE LA UNIDAD (V).

FLUJO DE ENTRADA:
 $W = 4.992 \text{ KG/HR.}$

SE DIMENSIONARA PARA UNA ACUMULACION DE 24 HR. DE OPERACION (Φ).

$$V = (W) (\Phi) / (\delta) \quad (\delta) = 1.0 \text{ KG./LT.}$$
$$V = (4.992) (24) / (1.0)$$
$$V = 119.808 \text{ LT.}$$

∴ CAPACIDAD DE DISEÑO SERA DE 120 M³.

2) CALCULO DE LA LONGITUD Y ANCHO DEL TANQUE.

EN VIRTUD DE LA CAPACIDAD DE DISEÑO PARA ESTE TANQUE, CONVIENE DISEÑARLO SECCIONADO, POR LO QUE CADA SECCION SERA DE 60 M³.

PARA CADA SECCION:

LA LONGITUD (L), SERA DE 4.5 M. Y EL ANCHO (A), DE 2.5 M.

POR LO QUE LAS DIMENSIONES TOTALES, SERAN:

$$L = 4.5 \text{ M.}$$
$$A = 5.0 \text{ M.}$$

3) CALCULO DE LA PROFUNDIDAD.

$$V = (A) (L) (H)$$
$$H = (V) / [(A) (L)]$$
$$H = [60] / [(2.5) (4.5)]$$
$$H = 5.33 \text{ M.}$$

MEMORIA DE CALCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 2 DE 3
TAG: TA-205

4) PRESIÓN HIDROSTÁTICA. (CALCULADA COMO COLUMNA DE AGUA CORREGIDA POR DENSIDAD): $14.7 \text{ LB/IN}^2 = 10.3527 \text{ M. DE COLUMNA DE AGUA.}$

$$P = (5.35)(14.7/10.3527)(1.05)$$

$$P = 7.96 \text{ PSI.}$$

LA PRESIÓN DE DISEÑO ES DE:

$$P = (7.96 + 14.7)(1.2) = 27.2 \text{ PSIA.}$$

5) MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN:

POR LAS CARACTERÍSTICAS PROPIAS DEL FLUIDO, SE USARÁ COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN CONCRETO ARMADO DE CEMENTO TIPO PORTALAND Y VARILLA CORRUGADA DE 3/8". EL ESPESOR DE LAS PAREDES SE ESTIMA EN 12 CM, MIENTRAS QUE EL PISO Y LAS TAPAS SERÁ DE 15 CM. DE ESPESOR.

6) SUPERFICIE EN BASE A DIMENSIONES INTERNAS.

6.1) PAREDES: $S = (3)(H)(L) + (4)(H)(A)$
 $S = (3)(5.35)(4.5) + (4)(5.35)(5.0)$
 $S = 178.555 \text{ M}^2$

6.2) PISO Y TAPAS: $S = (4)(L)(A)$
 $S = (4)(4.5)(5.0)$
 $S = 90.0 \text{ M}^2$

6.3) SUPERFICIE TOTAL: $S = 178.555 + 90.0 = 268.555 \text{ M}^2$

7) CÁLCULO DEL VOLUMEN DE CONCRETO: $V = (S)(T)$ DONDE T ES EL ESPESOR

7.1) PAREDES: $V = (S)(T)$
 $V = (178.555)(0.12) = 21.426 \text{ M}^3$

7.2) PISO Y TAPAS: $V = (S)(T)$
 $V = (90.0)(0.15) = 13.5 \text{ M}^3$

7.3) VOLUMEN TOTAL: $V = 21.426 + 13.5 = 34.926 \text{ M}^3$

8) CÁLCULO DEL MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN:

EL RENDIMIENTO TEÓRICO DEL CEMENTO PARA LA PROPORCIÓN RECOMENDADA ES DE UN METRO CUBICO POR TONELADA. MIENTRAS QUE SE ESTIMA UNA VARILLA (TRAMO COMERCIAL DE 12 M) POR METRO CUADRADO DE SUPERFICIE CONSTRUIDA.

MEMORIA DE CALCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 3 DE 3
TAG: TA-205

8.1) CONCRETO REQUERIDO:

CR = (V) (1)
CR = (34.926) (1)
CR = 34.926 TON.

EL CONCRETO COMO TAL ESTA FORMADO COMO SIGUE:

CONCRETO:	CEMENTO 1/3	GRAVA 1/3	ARENA 1/3
-----------	----------------	--------------	--------------

8.2) CEMENTO REQUERIDO:

CR = (V) (1/3)
CR = (34.926) (1/3)
CR = 11.64 TON.

8.3) ARENA REQUERIDA: AR = 11.64 M³.

8.4) GRAVA REQUERIDA: GR = 11.64 M³.

8.5) VARILLA REQUERIDA:

VR = (S) (1)
VR = (268.55) (1)
VR = 269 VARILLAS

TABLA DE COSTOS:

CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCION	\$UNITARIO	\$ TOTAL
11.64	TON.	CEMENTO	450	5 238.00
11.64	M ³ .	ARENA	60	698.00
11.64	M ³ .	GRAVA	60	698.00
269	PZA.	VARILLA	13	3 497.00
120	M ³ .	EXCAVACION	75	9 000.00
269	M ² .	OBRA	60	16 140.00
				N\$ 55 271.00

NOTAS: LA EXCAVACION INCLUYE EL RETIRO DE MATERIALES. LA OBRA INCLUYE EL ARMADO DE VARILLA, ASI COMO ALGUNOS MATERIALES TALES COMO CLAVOS, ALAMBRE, MADERA PARA CIMBRA, ETC.

EL COSTO DE LA UNIDAD TA-205 ES N\$ 55 271.00

MEMORIA DE CALCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 1 DE 2

TAG: TD-201
UNIDAD: TANQUE ACUMULADOR DE ALUMBRE.
TRATAMIENTO DE AGUA PLUVIAL.

ESTE TANQUE TENDRA COMO FUNCION, ALMACENAR ALUMBRE, ALUMINATO DE SODIO Y SILICE TODOS ELLOS MEZCLADOS EN SOLUCION Y LISTOS PARA SER DOSIFICADOS AL CLARIFICADOR TA-202. LA PRESION DE OPERACION SERA LA ATMOSFERICA (12.38 LB/IN²) Y LA TEMPERATURA PROMEDIO DE OPERACION SERA DE 20 °C. (293.15 °K). SERA UN RECIPIENTE CILINDRICO HORIZONTAL DE TAPAS SERAN PLANAS, CONSTRUIDO EN ACERO AL CARBON ASME SA-285 C.

1] VOLUMEN DE LA UNIDAD.
EL TANQUE SE DIMENSIONARA PARA UN VOLUMEN DE UN METRO CUBICO.

$$V = 1.0 \text{ M}^3.$$

2] CALCULO DEL DIAMETRO Y LONGITUD.
USAREMOS UNA RELACION DE ESBELTEZ (L/D) DE 3.0

$$\begin{aligned} V &= (1/4)(\pi) (D)^2 (L) & L &= (2.5) (D) \\ V &= (1/4)(\pi) (D)^2 [(2.5) (D)] \\ D^3 &= (4/2.5) (V/\pi) \\ D^3 &= (4) (1) / [(2.5) (3.1416)] \\ D &= 0.80 \text{ M} \\ L &= 2.00 \text{ M} \end{aligned}$$

3] MATERIAL DE CONSTRUCCION.
SE USARA COMO MATERIAL DE CONSTRUCCION ACERO AL CARBON ASME SA-285 GRADO C. PARA ESTE MATERIAL EL ESFUERZO A LA TENSION (S) ES DE 13 700 PSI (HASTA 200 °F).

4] LA PRESION DE DISEÑO SERA DE:

$$\begin{aligned} P &= (1.2) (12.38) \\ P &= 14.85 \text{ PSIA.} \end{aligned}$$

5] CALCULO DEL ESPESOR (CUERPO)

$$\begin{aligned} T &= (P) (R) / [(S) (E) - (0.6) (P)] + T & \therefore T &= 0.01 \\ T &= (14.85) (0.4) (39.3) / [(13.700) (0.8) - (0.6) (14.85)] \\ T &= 0.03" \end{aligned}$$

EL ESPESOR RECOMENDADO PARA ESTE RECIPIENTE ES 3/16" PARA EL CUERPO Y TAPAS DEL RECIPIENTE. EL PESO DE ESTE MATERIAL ES DE 37.55-KG./M²

MEMORIA DE CALCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 2 DE 2
TAG: TD-201

6) CALCULO DE LA SUPERFICIE.

6.1) SUPERFICIE DEL CUERPO.

$$S = (\pi) (D) (L)$$
$$S = (\pi) (0.8) (2.0) = 5.03 \text{ M}^2$$

6.2) SUPERFICIE DE LAS TAPAS.

$$S = (1/4) (\pi) (D^2)$$
$$S = (1/4) (\pi) (0.8)^2$$
$$S = 0.50 \text{ M}^2$$

$$\text{SUPERFICIE TOTAL } S = 5.03 + 0.5 = 5.53 \text{ M}^2$$

7) PESO DEL EQUIPO:

7.1) PESO MUERTO DE LA UNIDAD.

$$W = (S) (w)$$
$$W = (5.53) (37.55) = 206.5 \text{ KG.}$$

7.2) PESO DEL FLUIDO:

$$W_F = (1) (1.12) = 1.12 \text{ TON.}$$

∴ PESO TOTAL DEL EQUIPO (W)

$$W = 1.120 + 206.5 = 1.326.5 \text{ KG.}$$

8) CALCULO DEL COSTO DE LA UNIDAD:

EL COSTO DE LA PLACA DE ACERO AL CARBÓN ES DE N\$ 1.45 POR KG.
EL COSTO DE LA MANO DE OBRA SE ESTIMA EN 5.0 VECES EL COSTO DEL MATERIAL.

$$∴ \text{ COSTO PLACA} = (206.5) (1.45) = \text{N\$ } 299.43$$

$$∴ \text{ COSTO M. OBRA} = (299.43) (5.0) = \text{N\$ } 898.50$$

EL COSTO DE LA UNIDAD ES DE: N\$ 1.197.73

EL COSTO DEL TANQUE TD-201 ES DE N\$ 1.198.00

MEMORIA DE CÁLCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 1 DE 2

TAG: FT-203 & FT-203/R
UNIDAD: FILTROS DE ARENA,
TRATAMIENTO DE AGUA PLUVIAL

ESTOS FILTROS TIENEN POR OBJETO ELIMINAR LOS FLOCULOS REMANENTES DE LA OPERACIÓN DE CLARIFICACIÓN.

1) FLUJO DE ALIMENTACIÓN:

W = 5 074.5 KG/HR.
Q = 5 074.5 LT/HR. (22.34 GPM).

2) CONDICIONES DEL FLUIDO.

CONCENTRACIÓN MÁXIMA DE SÓLIDOS TOTALES.
A LA ENTRADA: 300 MG/LT.
A LA SALIDA: 100 MG/LT.
TEMPERATURA DE ALIMENTACIÓN: AMBIENTE (15-25 °C)

3) CAIDA DE PRESIÓN:

SE PERMITIRÁ UNA CAIDA DE PRESIÓN MÁXIMA DE 10 PSI.

4) DIMENSIONES Y VOLUMEN DE LA UNIDAD.

SERÁN PROPUESTAS POR EL DISTRIBUIDOR O FABRICANTE, EN BASE AL TIEMPO DE OPERACIÓN EFECTIVO ANTES DE LA SATURACIÓN.

5) MATERIAL DE EMPAQUE.

PUEDEN SER ARENA DE SILICE O GRANITO, PUDIENDO USARSE CUALQUIER OTRO MATERIAL QUE SUPERE LAS CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL PROPUESTO.

6) MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN.

EL MATERIAL RECOMENDADO PARA ESTE EQUIPO ES PLÁSTICO (POLOPROPILENO), PUDIENDO SER DE ALGÚN MATERIAL NO FERROSO QUE RESISTA LA CORROSIÓN Y LAS CONDICIONES DE OPERACIÓN.

7) ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN.

ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO TALES COMO ESPESORES, PESO MUERTO, TIPO DE EMPAQUE, ETC. DEBERÁN SER PROPORCIONADOS POR EL DISTRIBUIDOR O FABRICANTE DEL EQUIPO.

CON LOS DATOS PROPORCIONADOS EN LA HOJA DE ESPECIFICACIÓN DE EQUIPO SE COTIZÓ UNA UNIDAD DE FILTRACIÓN MARCA FILVAC CON LAS SIGUIENTES CARACTERÍSTICAS.

MEMORIA DE CÁLCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 2 DE 2
TAG: FT-203
FT-203/R

- 1) FLUJO DE ALIMENTACIÓN: $Q = 5\ 600\ \text{LT/HR}$.
- 2) CAIDA DE PRESIÓN:
LA CAIDA DE PRESIÓN ES DE 10 A 15 PSI. EN CONDICIONES DE SATURACIÓN DEL MEDIO FILTRANTE, LA PRESIÓN MÁXIMA DE TRABAJO EN LA LÍNEA DE ENTRADA ES DE 15 PSIA. LA TEMPERATURA DE OPERACIÓN ES DE HASTA 60 °C.
- 3) CARACTERÍSTICAS DEL MEDIO FILTRANTE.
EL MEDIO FILTRANTE DEL EQUIPO COTIZADO, SON CARTUCHOS INTERCAMBIABLES EN MATERIAL PLÁSTICO (NYLON), REUTILIZABLES, DEBIENDO HACERSE UN RETROLAVADO. LA CAPACIDAD DE RETENCIÓN DEL MEDIO FILTRANTE ES DE 5 MICRAS.
- 4) DIMENSIONES Y VOLUMEN DE LA UNIDAD.
EL MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD ES ACERO AL CARBÓN AME SA-285 C, RECUBIERTO CON PLIETILENO DE BAJA DENSIDAD. LAS DIMENSIONES DEL EQUIPO SON, DIÁMETRO DE 65 CM. Y UNA LONGITUD DE 100 CM. INCLUYENDO EL SOPORTE DE LA UNIDAD.
EL PESO MUERTO DE LA UNIDAD ES DE APROXIMADAMENTE 150 KG.
- 5) LA UNIDAD COMPLETA TIENE UN COSTO DE N\$ 15 000.00
LIBRE A BORDO LA FACULTAD EN CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEXICO.

EL COSTO DE LA UNIDAD FT-203 ES N\$. 15 000.00

MEMORIA DE CÁLCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 1 DE 2

TAG: FT-204 & FT-204/R
UNIDAD: FILTROS DE CARBÓN ACTIVADO.
TRATAMIENTO DE AGUA PLUVIAL

ESTOS FILTROS TIENEN POR OBJETO ELIMINAR COLOR, OLOR Y SABOR QUE PUDIERA EXISTIR EN EL AGUA COMO CONSECUENCIA DE MATERIA ORGÁNICA PRESENTE EN SOLUCIÓN.

1) FLUJO DE ALIMENTACIÓN:

$$W = 5\,074.5 \text{ KG/HR.}$$
$$Q = W/6$$
$$Q = (5\,074.5)/(1.0)$$
$$Q = 5\,074.5 \text{ LT/HR.}$$

2) CONDICIONES DEL FLUIDO.

CONCENTRACIÓN MÁXIMA DE SÓLIDOS TOTALES.
A LA ENTRADA: 100 MG/LT.
TEMPERATURA DE ALIMENTACIÓN: AMBIENTE (15-25 °C)

3) CAIDA DE PRESIÓN:

SE PERMITIRÁ UNA CAIDA DE PRESIÓN MÁXIMA DE 10 PSI.

4) DIMENSIONES Y VOLUMEN DE LA UNIDAD.

SERÁN PROPUESTAS POR EL DISTRIBUIDOR O FABRICANTE, EN BASE AL TIEMPO DE OPERACIÓN EFECTIVO ANTES DE LA SATURACIÓN.

5) MATERIAL DE EMPAQUE: CARBÓN ACTIVADO PULVERIZADO.

6) MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN.

EL MATERIAL RECOMENDADO PARA ESTE EQUIPO ES PLÁSTICO (POLOPROPILENO), PUDIENDO SER DE ALGÚN MATERIAL NO FERROSO QUE RESISTA LA CORROSIÓN Y LAS CONDICIONES DE OPERACIÓN.

7) ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN.

ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO TALES COMO ESPESORES, PESO MUERTO, TIPO DE EMPAQUE, ETC. DEBERÁN SER PROPORCIONADOS POR EL DISTRIBUIDOR O FABRICANTE DEL EQUIPO.

CON LOS DATOS PROPORCIONADOS EN LA HOJA DE ESPECIFICACIÓN DE EQUIPO SE COTIZÓ UNA UNIDAD DE FILTRACIÓN MARCA FILVAC CON LAS SIGUIENTES CARACTERÍSTICAS.

MEMORIA DE CÁLCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 2 DE 2
TAG: FT-204...
FT-204/R

- 1] FLUJO DE ALIMENTACIÓN: $Q = 5'600$ LT/HR.
- 2] CAIDA DE PRESION:
LA CAIDA DE PRESION ES DE 10 A 15 PSI. EN CONDICIONES DE SATURACIÓN DEL MEDIO FILTRANTE, LA PRESION MÁXIMA DE TRABAJO EN LA LINEA DE ENTRADA ES DE 15 PSIA. LA TEMPERATURA DE OPERACIÓN ES DE HASTA 60 °C.
- 3] CARACTERISTICAS DEL MEDIO FILTRANTE.
EL MEDIO FILTRANTE DEL EQUIPO COTIZADO, SON CARTUCHOS INTERCAMBIABLES EN MATERIAL PLÁSTICO (NYLON), REUTILIZABLES, DEBIENDO HACERSE UN RETROLAVADO. LA CAPACIDAD DE RETENCIÓN DEL MEDIO FILTRANTE ES DE 5 MICRAS.
- 4] DIMENSIONES Y VOLUMEN DE LA UNIDAD.
EL MATERIAL DE CONTRUCCION DE LA UNIDAD ES ACERO AL CARBÓN AME SA-285 C, RECUBIERTO CON PLIETILENO DE BAJA DENSIDAD. LAS DIMENSIONES DEL EQUIPO SON, DIÁMETRO DE 65 CM. Y UNA LONGITUD DE 100 CM. INCLUYENDO EL SOPORTE DA LA UNIDAD, EL PESO MUERTO DE LA UNIDAD ES DE APROXIMADAMENTE 150 KG.
- 5] LA UNIDAD COMPLETA TIENE UN COSTO DE N\$ 15 000.00.
LIBRE A BORDO LA FACULTAD EN CUAUTITLÁN IZCALLI, EDO. DE MEXICO.

EL COSTO DE LA UNIDAD FT-204 ES N\$ 15 000.00

MEMORIA DE CALCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 1 DE 2

TAG: BM-201.
UNIDAD: BOMBA DE DISTRIBUCION,
TRATAMIENTO DE AGUA PLUVIAL.

1] SELECCION DEL TIPO DE BOMBA A UTILIZARSE.
LA BOMBA A UTILIZARSE SERA DEL TIPO CENTRIFUGA.
EL MATERIAL DE CONSTRUCCION SERA ACERO AL CARBON NORMAL.

2] FLUJO MANEJADO.
AGUA DE DESECHO SIN SOLIDOS ABRASIVOS.
5.5 % DE SOLIDOS SUSPENDIDOS.

$$W = 5\,074.5 \text{ KG/HR.}$$

$$Q = 5\,074.5 / 1.0 = 5\,074.5 \text{ LT/HR.}$$

$$Q = 5\,074.5 / 227.1 = 22.34 \text{ GPM.}$$

3] CALCULO DE LA CABEZA A LA SUCCION (HS).
EN PIES DE COLUMNA DE LIQUIDO.
CON EL OBJETO DE TENER UN NPSH ADECUADO PARA NO INSTALAR UNA BOMBA
AUTOCEBANTE, EL TANQUE TA-201 DE SUCCION, TENDRA UNA CABIDAD
PARALELA A LA PARED LATERAL A LA MISMA PROFUNDIDAD, DONDE SE
INSTALARA ESTA BOMBA.

PARA FINES PRACTICOS EN ESTE CASO CONSIDERAREMOS QUE LA CABEZA
ESTATICA DE PRESION ES IGUAL A LA CABEZA DE SUCCION Y QUE LA CAIDA
DE PRESION POR ACCESORIOS Y TUBERIA ES DESPRECIABLE.

$$S = 5.0 \text{ M}$$

$$S = (5.0)(3.281) = 16.405 \text{ Ft.}$$

$$S = HS = 16.405 \text{ Ft.}$$

4] CALCULO DEL NPSH (CABEZA NETA DE SUCCION POSITIVA) DISPONIBLE:

$$PA = 13.26 \text{ PSI}$$

$$P^o = 0.46 \text{ PSI (A } 25 \text{ }^\circ\text{C)}$$

$$HS = 16.405 \text{ Ft}$$

$$SPGR = 1.0 \text{ G/ML.}$$

$$(\text{NPSH}) = HS + (PA - P^o) (2.31/\text{SPGR.})$$

$$(\text{NPSH}) = 16.405 + (13.26 - 0.46) (2.31/1.0)$$

$$(\text{NPSH}) = 45.973 \text{ Ft.}$$

5] CALCULO DE LA CABEZA A LA DESCARGA (HD) EN PIES DE COLUMNA DE
LIQUIDO. EN BASE A DATOS CONTENIDOS EN LA TABLA DE
DIMENSIONAMIENTO DE TUBERIAS (CAP. VIII)

$$\text{HD} = 32 \text{ Ft.}$$

MEMORIA DE CALCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 2 DE 2
TAG: BM-201

- 6] CALCULO DE LA CARGA DINAMICA TOTAL (TDH) [=] FT.
CONOCIDA TAMBIEN COMO CABEZA DIFERENCIAL.

$$\begin{aligned}(\text{TDH}) &= \text{HD} - \text{HS} \\(\text{TDH}) &= 32 - 16.405 \\(\text{TDH}) &= 15.6 \text{ FT.}\end{aligned}$$

- 7] CALCULO DE LA POTENCIA AL FRENO DE LA BOMBA (BHP)
(BHP): BREAK HORSE POWER.

$$\begin{aligned}(\text{BHP}) &= (Q)(\text{TDH})(\text{SPGR.}) / [(3960)(\text{N})] \\(\text{BHP}) &= (22.34)(15.6)(1.03) / [(3960)(0.65)] \\(\text{BHP}) &= 0.139 \text{ HP.}\end{aligned}$$

COMERCIALMENTE LA BOMBA MAS PROXIMA ES DE 1/2 HP.

- 8] LA SELECCION DE LA BOMBA CENTRIFUGA UTILIZANDO GRAFICAS DE SELECCION DE BOMBAS PROPORCIONADA POR EL FABRICANTE, EN ESTE CASO UTILIZAREMOS LAS PROPORCIONADAS POR CRANE DEMING DE MEXICO. ES LA SIGUIENTE:

DIAMETRO DE SUCCION: 2"
DIAMETRO DE DESCARGA: 1.5"
DIAMETRO MAX. IMPULSOR: 10"
CABEZA DE DESCARGA MAX.: 50 FT.
GASTO MAX.: 50 GPM.
POTENCIA DEL MOTOR: 1.5 H.P.
EFICIENCIA: 65 %
MATERIALES: IMPULSOR DE HIERRO FORJADO
INTERNOS DE BRONCE
FLECHA DE ACERO AL CARBON

ESTA BOMBA COTIZADA L.A.B. CAUTITLAN IZCALLI ES DE N\$ 1 500.00

EL COSTO DE LA BOMBA BM-201 ES DE N\$ 1 500.00

MEMORIA DE CALCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 1 DE 2

TAG: BM-202.
UNIDAD: BOMBA DE DISTRIBUCION
TRATAMIENTO DE AGUA PLUVIAL.

1) SELECCION DEL TIPO DE BOMBA A UTILIZARSE.
LA BOMBA A UTILIZARSE SERA DEL TIPO CENTRIFUGA.
EL MATERIAL DE CONSTRUCCION SERA ACERO AL CARBON NORMAL.

2) FLUJO MANEJADO.

$$W = 4\ 992.5 \text{ KG/HR.}$$
$$Q = 4\ 992.5 / 1.0 = 4\ 992.5 \text{ LT/HR.}$$
$$Q = 4\ 992.5 / 227.1 = 21.98 \text{ GPM.}$$

3) CALCULO DE LA CABEZA A LA SUCCION (HS). EN PIES DE COLUMNA DE LIQUIDO.

PARA FINES PRACTICOS CONSIDERAREMOS QUE LA CABEZA ESTATICA DE PRESION ES IGUAL A LA CABEZA DE SUCCION Y QUE LA CAIDA DE PRESION POR ACCESORIOS Y TUBERIA ES DESPRECIABLE.

$$S = 2.0 \text{ M}$$
$$S = (2.0)(3.281) = 6.562 \text{ FT.}$$
$$S = HS = 6.562 \text{ FT.}$$

4) CALCULO DEL NPSH (CABEZA NETA DE SUCCION POSITIVA) DISPONIBLE:

$$PA = 13.26 \text{ PSI} \qquad HS = 6.562 \text{ FT}$$
$$P^0 = 0.46 \text{ PSI (A } 25 \text{ }^\circ\text{C)} \qquad SPGR = 1.0 \text{ G/ML.}$$

$$(NPSH) = HS + (PA - P^0)(2.31/SPGR.)$$
$$(NPSH) = 6.562 + (13.26 - 0.46)(2.31/1.0) = 36.13 \text{ FT.}$$

5) CALCULO DE LA CABEZA A LA DESCARGA (HD). EN PIES DE COLUMNA DE LIQUIDO. EN BASE A DATOS CONTENIDOS EN LA TABLA DE DIMENSIONAMIENTO DE TUBERIAS (CAP. VII).

$$HD = 83.5$$

6) CALCULO DE LA CARGA DINAMICA TOTAL (TDH) [=] FT.

$$(TDH) = HD - HS$$
$$(TDH) = 83.5 - 6.56$$
$$(TDH) = 76.94 \text{ FT.}$$

MEMORIA DE CALCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 2 DE 2
TAG: BM-202

7] CALCULO DE LA POTENCIA AL FRENO DE LA BOMBA (BHP)
(BHP): BREAK HORSE POWER.

$$\begin{aligned}(\text{BHP}) &= (Q) (\text{TDH}) (\text{SPGR.}) / [(3960) (N)] \\(\text{BHP}) &= (22) (75.94) (1.00) / [(3960) (0.55)] \\(\text{BHP}) &= 0.777 \text{ HP.}\end{aligned}$$

8] LA SELECCIÓN DE LA BOMBA CENTRIFUGA UTILIZANDO GRÁFICAS DE SELECCIÓN DE BOMBAS PROPORCIONADA POR EL FABRICANTE, EN ÉSTE CASO UTILIZAREMOS LAS PROPORCIONADAS POR CRANE DEMING DE MEXICO, ES LA SIGUIENTE:

DIÁMETRO DE SUCCIÓN: 2"
DIÁMETRO DE DESCARGA: 1.5"
DIÁMETRO MÁX. IMPULSOR: 10"
CABEZA DE DESCARGA MÁX.: 50 FT.
GASTO MÁX.: 50 GPM.
POTENCIA DEL MOTOR: 1.5 H.P.
EFICIENCIA: 65 %.
MATERIALES: IMPULSOR DE HIERRO FORJADO
INTERNOS DE BRONCE
FLECHA DE ACERO AL CARBÓN

ESTA BOMBA COTIZADA L.A.B. CAUTITLÁN IZCALLI ES DE N\$ 1 500.00

EL COSTO DE LA BOMBA BM-202 ES DE N\$ 1 500.00

MEMORIA DE CÁLCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 1 DE 1

TAG: BM-205.

UNIDAD: BOMBA DE DOSIFICACIÓN DE COAGULANTE.
TRATAMIENTO DE AGUA PLUVIAL.

- 1) SELECCIÓN DEL TIPO DE BOMBA A UTILIZARSE.
EN BASE A LA PRECISIÓN DE FLUJO REQUERIDA, LA BOMBA A UTILIZARSE SERÁ DEL TIPO RECIPROCANTE. EL MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN SERÁ ACERO INOXIDABLE PARA LAS PARTES HUMEDAS Y AL CARBÓN PARA EL RESTO DE LAS PARTES.
- 2) FLUIDO MANEJADO: SOLUCIÓN DE FLOCULANTE.
 $W = 1\,470.4 \text{ G/HR.}$
 $Q = 1.4704 / 1.2 = 1.225 \text{ LT/HR.}$
 $Q = 1.225 / 227.1 = 5.394 \text{ GPM.}$
- 3) CÁLCULO DE LA CABEZA A LA DESCARGA (HD).
EN BASE A DATOS CONTENIDOS EN LA TABLA DE DIMENSIONAMIENTO DE TUBERIAS (CAP. VII). $HD = 26.87 \text{ Ft. (11.63 PSI)}$.
- 4) LA SELECCIÓN DE LA BOMBA UTILIZANDO GRÁFICAS DE SELECCIÓN DE BOMBAS PROPORCIONADA POR EL FABRICANTE, MILTON ROY ES LA SIGUIENTE:

CAPACIDAD: 5.4 GPM CALIBRADA.
DIÁMETRO DE SUCCIÓN: 3/4"
DIÁMETRO DE DESCARGA: 1/2"
NÚMERO DE ETAPAS: 1
NÚMERO DE CILÍNDROS POR ETAPA: 1
CABEZA MÁX.: 100 PSI.
POTENCIA DEL MOTOR: 3/4 H.P.
EFICIENCIA: 75 %.
MATERIALES: CILÍNDROS DE ACERO INOXIDABLE.
ANILLOS DE ACERO INOXIDABLE.
PISTONES DE ALUMINO.

ESTA BOMBA COTIZADA L.A.B. CAUTITLÁN IZCALLI ES DE N\$ 3000.00

EL COSTO DE LA BOMBA BM-205 ES DE N\$ 3000.00

MEMORIA DE CÁLCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 1 DE 3

UNIDAD: RECIPIENTES DE ACERO AL CARBÓN.
SERVICIOS AUXILIARES.

TA-401
TA-402

TA-403
TA-405

PARA ESTOS RECIPIENTES:

AUNQUE EL SERVICIO ES DIFERENTE, LAS DIMENSIONES ASÍ COMO LOS MATERIALES SON LOS MISMOS POR LO QUE SE AGRUPAN TODOS ELLOS EN UN SOLO PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO; ANOTÁNDOSE POR SEPARADO EL SERVICIO DE CADA UNA DE ELLOS.

TAG: TA-401

UNIDAD: TANQUE ACUMULADOR DE AGUA DE ENFRIAMIENTO.
SERVICIOS AUXILIARES.

ESTE TANQUE TENDRÁ COMO FUNCIÓN, ALMACENAR AGUA FRÍA PROVENIENTE DE LA TORRE DE ENFRIAMIENTO TE-401 PARA SER DISTRIBUIDA AL EQUIPO CON REQUERIMIENTO DE AGUA DE ENFRIAMIENTO. SERÁ UN RECIPIENTE CILÍNDRICO HORIZONTAL DE ACERO AL CARBÓN ASME SA-285 C. LAS TAPAS SERÁN PLANAS. LA PRESIÓN DE OPERACIÓN SERÁ LA ATMOSFÉRICA.

TAG: TA-402

UNIDAD: TANQUE ACUMULADOR DE AGUA CALIENTE.
SERVICIOS AUXILIARES.

ESTE TANQUE TENDRÁ COMO FUNCIÓN, ALMACENAR AGUA CALIENTE PROVENIENTE DE EQUIPOS CON REQUERIMIENTO DE AGUA DE ENFRIAMIENTO PARA SER ALIMENTADA A LA TORRE DE ENFRIAMIENTO TE-401.

TAG: TA-403

UNIDAD: TANQUE DE AGUA DE REPOSICIÓN.
SERVICIOS AUXILIARES.

ESTE TANQUE TENDRÁ COMO FUNCIÓN, ALMACENAR AGUA PROVENIENTE DE LA UNIDAD DE ABLANDAMIENTO PARA SER DISTRIBUIDA COMO AGUA DE REPOSICIÓN AL SISTEMA DE AGUA DE ENFRIAMIENTO Y CALENTADOR.

TAG: TA-405

UNIDAD: TANQUE ACUMULADOR DE AGUA CALIENTE.
SERVICIOS AUXILIARES.

ESTE TANQUE TENDRÁ COMO FUNCIÓN, ALMACENAR AGUA CALIENTE EFLUENTE DE EQUIPOS CON REQUERIMIENTO DE AGUA DE CALENTAMIENTO.

MEMORIA DE CALCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 2 DE 3

TA-401
TA-402

TA-403
TA-405

1.] VOLUMEN DE LA UNIDAD.

EL TANQUE SE DIMENSIONARA PARA UN VOLUMEN DE UN METRO CÚBICO.

$$V = 1.0 \text{ M}^3.$$

2.] CALCULO DEL DIAMETRO Y LONGITUD:

USAREMOS UNA RELACION DE ESBELTEZ (L/D) DE 2.5

$$V = (1/4) (\pi) (D)^2 (L)$$

$$L = (2.5) (D)$$

$$V = (1/4) (\pi) (D)^2 [(2.5) (D)]$$

$$D^3 = (4/2.5) (V/\pi)$$

$$D^3 = (4) (1) / [(2.5) (3.1416)]$$

$$D = 0.80 \text{ M}$$

$$L = 2.00 \text{ M}$$

3.] MATERIAL DE CONSTRUCCION.

SE USARA COMO MATERIAL DE CONSTRUCCION ACERO AL CARBON ASME SA-285 GRADO C. PARA ESTE MATERIAL EL ESFUERZO A LA TENSION (S) ES DE 13 700 PSI (HASTA 200 °F).

4.] LA PRESION DE DISEÑO SERA DE:

$$P = (1.2) (12.38)$$

$$P = 14.85 \text{ PSIA}$$

5.] CALCULO DEL ESPESOR (CUERPO)

$$T = (P) (R) / [(S) (E) - (0.6) (P)] + \tau \quad \therefore \tau = 0.01$$

$$T = (14.85) (0.4) (39.3) / [(13 700) (0.8) - (0.6) (14.85)]$$

$$T = 0.03"$$

EL ESPESOR RECOMENDADO PARA ESTE RECIPIENTE DE ACERO AL CARBON ES DE 3/16" PARA EL CUERPO Y TAPAS. EL PESO DEL MATERIAL ES DE 37.35 KG./M².

6.] CALCULO DE LA SUPERFICIE.

6.1) SUPERFICIE DEL CUERPO.

$$S = (\pi) (D) (L)$$

$$S = (\pi) (0.8) (2.0) = 5.03 \text{ M}^2$$

MEMORIA DE CALCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 3 DE 3

TA-401
TA-402

TA-403
TA-405

6.2) SUPERFICIE DE LAS TAPAS.

$$S = (1/4) (\pi) (D^2)$$
$$S = (1/4) (\pi) (0.8)^2$$
$$S = 0.50 \text{ M}^2$$

$$\text{SUPERFICIE TOTAL } S = 5.03 + 0.5 = 5.53 \text{ M}^2$$

7) PESO DEL EQUIPO:

7.1) PESO MUERTO DE LA UNIDAD.

$$W = (S) (w)$$
$$W = (5.53) (37.35) = 206.5 \text{ KG.}$$

7.2) PESO DEL FLUIDO:

$$WF = (1) (1.12)$$
$$WF = 1.12 \text{ TON.}$$

PESO TOTAL DEL EQUIPO (W)

$$W = 1.120 + 206.5 = 1.326.5 \text{ KG.}$$

8) CALCULO DEL COSTO DE LA UNIDAD:

EL COSTO DE LA PLACA DE ACERO AL CARBÓN ES DE N\$ 1.45 POR KG.
EL COSTO DE LA MANO DE OBRA SE ESTIMA EN 5.0 VECES EL COSTO DEL MATERIAL Y EL DEL RECUBRIMIENTO ES DE N\$ 60.00 POR M²

$$\therefore \text{COSTO PLACA} = (206.5) (1.45) = \text{N\$ } 299.43$$

$$\therefore \text{COSTO M. OBRA} = (299.43) (5.0) = \text{N\$ } 898.3$$

EL COSTO DE LA UNIDAD ES DE: N\$ 1.795.8

EL COSTO UNITARIO ES DE N\$ 1.796.00

MEMORIA DE CALCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 1 DE 2

TAG: CC-401
UNIDAD: UNIDAD DE COMPRESIÓN DE AIRE.
SERVICIOS AUXILIARES.

ESTA UNIDAD TENDRA COMO FUNCIÓN COMPRIMIR AIRE PARA SU ALMACENAMIENTO Y POSTERIOR DISTRIBUCIÓN. LA TEMPERATURA PROMEDIO DE OPERACIÓN SERA DE 20 °C. (293.15 °K).
EL AIRE SUMINISTRADO POR LA UNIDAD SERA AIRE HUMEDO, EXCENTO DE ACEITE, POR LO QUE NO SE REQUERIRA POSTENFRIADOR.

LA DEMANDA DE AIRE ES DE 31.706 SCFM. A UNA PRESIÓN DE DESCARGA MINIMA DE 80 PSIG. SE PROPONE UNA PRESIÓN DE DESCARGA DE 100 PSIG PARA ESTAR DENTRO DE LOS COMPRESORES EXISTENTES EN EL MERCADO.

1) CONDICIONES DEL AIRE A LA ENTRADA.

FLUJO VOLUMÉTRICO (SCFM) = 31.706
FLUJO MASICO (W) = (31.706) (60) (1.29) / (35.31) = 69.5 KG/HR.
DENSIDAD DEL GAS (G) = 1.29 (KG/M3)
PRESIÓN (P) = 13.46 PSIA.
TEMPERATURA: = 20 °C. (PROMEDIO)
HUMEDAD: 40 % (MAXIMA)

2) CONDICIONES DEL AIRE A LA DESCARGA.

LA PRESION DE ALMACENAMIENTO ES DE 100 PSIG. (6.8 ATM.) Y LA TEMPERATURA PROMEDIO DE OPERACIÓN SERA DE 25 °C. (298.15 °K).

FLUJO GAS (WG) = 69.5 KG/HR.
FLUJO VOLUMÉTRICO (SCFM) = 31.706
FLUJO VOLUMÉTRICO (LT/HR) = (69.5) / (0.12) = 579.2
PRESIÓN (P) = 100 PSIG. (6.8 ATM.)
TEMPERATURA: 25 °C.

3) CÁLCULO DEL FLUJO VOLUMÉTRICO DE AIRE A LA DESCARGA.

DENSIDAD.
 $\delta = (P) (M) / [(R) (T)]$
DONDE P = PRESIÓN (ATM.)
M = PESO MOLÉCULAR DEL GAS (KG/KG-MOL)
T = TEMPERATURA (°K)
R = CONSTANTE UNIVERSAL DEL EDO. GASEOSO (LT-ATM/[°K KG-MOL])

$\delta = (100) (29.0) / [(82.054) (293.15)]$
 $\delta = 0.12 \text{ KG/LT.}$
FLUJO VOLUMÉTRICO (LT/HR) = (69.5) / (0.12) = 579.2

ESTE EQUIPO DE COMPRESIÓN RESULTA SER SENCILLO POR LO QUE UNA ETAPA DE COMPRESIÓN SERA SUFICIENTE PARA LOS REQUERIMIENTOS, EL COMPRESOR MÁS ADECUADO EN ESTE CASO SERA DEL TIPO RECIPROCANTE CON UN SISTEMA INTEGRADO PARO ARRANQUE POR DIFERENCIA DE PRESIÓN Y UN TANQUE DE BALANCE DE 500 LT DE CAPACIDAD.

MEMORIA DE CALCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 2 DE 2
TAG: CC-401

CON LA HOJA DE DATOS PROPORCIONADA SE COTIZO UN COMPRESOR RECIPROCANTE SIN MARCA CON UNA ETAPA DE COMPRESION Y SISTEMA AUTOMATICO PARO-ARRANQUE. LA PRESION MÁXIMA PROPORCIONADA POR ESTE EQUIPO ES DE 150 PSIA Y UNA CAPACIDAD DE 100 SCFM.

CON LA UNIDAD SE PROPORCIONA UN TANQUE DE ACUMULACIÓN DE AIRE COMPRIMIDO DE 500 LT.

EL COSTO DE LA UNIDAD LIBRE A BORDO LA FACULTAD ES DE N\$ 4 500.00

EL COSTO DE LA UNIDAD CC-401 ES DE N\$ 4 500.00

MEMORIA DE CALCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 1 DE 2

TAG: CW-401
UNIDAD: CALENTADOR DE AGUA.
SERVICIOS AUXILIARES.

ESTA UNIDAD TENDRA COMO FUNCION, EL CALENTAMIENTO DE AGUA PARA SERVICIOS EN EQUIPO DE CALENTAMIENTO. DEBIDO A LA CANTIDAD Y CONDICIONES REQUERIDAS, SERA UN CALENTADOR COMERCIALMENTE CONOCIDO COMO BOYLER, USANDO GAS NATURAL COMO COMBUSTIBLE.

1) FLUJO DE AGUA A CALENTAR.

$$W = 1.311 \text{ LB/HR} = 595.19 \text{ KG/HR.}$$

TEMPERATURA A LA ENTRADA: 15 °C.

TEMPERATURA DE SALIDA: 92 °C.

2) PROPIEDADES FISICAS DEL AGUA EVALUADAS A 15 °C (59 °F).

$$\text{DENSIDAD } (\rho) = 59.28 \text{ LB/FT}^3$$

$$\text{VISCOSIDAD } (\mu) = 0.726 \text{ LB/(FT HR)}$$

$$\text{C. CALORIFICA (CP)} = 1.0 \text{ KCAL/(KG °C)}$$

$$\text{CONDUCTIVIDAD TERMICA (K)} = 0.402 \text{ BTU/(HR FT °F)}$$

3) PROPIEDADES FISICAS DEL GAS NATURAL.

$$\text{PODER CALORIFICO } (\Delta) = 10.300 \text{ KCAL/KG.}$$

$$\text{AIRE REQUERIDO } (\beta) = 13.5 \text{ KG AIRE /KG GAS.}$$

4) CALCULO DE LA CARGA TERMICA REQUERIDA.

$$Q = (W) (CP) (DT)$$

$$Q = (595.19) (1.0) (91-15)$$

$$Q = 45.234.44 \text{ KCAL/HR.}$$

5) GAS NATURAL REQUERIDO.

$$WG = (Q) / (\Delta)$$

$$WG = (45.234.44) / (10.300) = 4.391 \text{ KG/HR.}$$

6) AIRE REQUERIDO.

$$WA = (WG) (\beta)$$

$$WA = (4.391) (13.5) = 59.28 \text{ KG.}$$

MEMORIA DE CALCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 2 DE 2
TAG: CW-401

CON LOS DATOS PROPORCIONADOS EN LA HOJA DE ESPECIFICACION DE DATOS, SE COTIZO UN BOYLER MARCA CALOREX CON CAPACIDAD DE 600 KG/HR; EQUIPADO CON SISTEMA PARO-ARRANQUE AUTOMATICO POR TEMPERATURA Y QUEMADOR DE GAS.

LA UNIDAD COMPLETA TIENE UN COSTO DE N\$ 600.00
LIBRE A BORDO LA FACULTAD EN CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEXICO.

EL COSTO DE LA UNIDAD CW-401 ES N\$ 600.00

MEMORIA DE CÁLCULO
DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

HOJA 1 DE 1

TAG: TE-401
UNIDAD: TORRE DE ENFRIAMIENTO
SERVICIOS AUXILIARES.

ESTA UNIDAD TENDRÁ COMO FUNCIÓN SUMINISTRAR AGUA DE ENFRIAMIENTO PARA LA CONDENSACION DE VAPORES EFLUENTES DE LOS BIODIGESTORES.

LA TEMPERATURA PROMEDIO EN CUAUTITLÁN ES 25°C.
LA DEMANDA DE AGUA DE ENFRIAMIENTO ES DE 14 312 LB/HR. (28.5934 GPM).
LA TEMPERATURA DE BULBO HUMEDO PROMEDIO EN SITIO ES DE 10 °C
LA TEMPERATURA DE BULBO SECO PROMEDIO EN SITIO ES DE 25 °C
LA HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO ES DE 45 %

1) CONDICIONES A LA ENTRADA.
FLUJO VOLUMETRICO (GPM) = 28.5934
FLUJO MASICO (W) = 14 312 LB/HR.
DENSIDAD (δ) = 62.4 (LB/FT³)
PRESIÓN DE VAPOR (P) = 5.46 PSIA.
TEMPERATURA: = 80 °C. (PROMEDIO)

2) CONDICIONES A LA SALIDA.
FLUJO VOLUMÉTRICO (GPM) = 28.5934
FLUJO MASICO (W) = 14 312 LB/HR.
DENSIDAD (δ) = 62.4 (LB/FT³)
PRESIÓN DE VAPOR (P) = 0.59 PSIA.
TEMPERATURA: = 10 °C. (PROMEDIO)

CON LOS DATOS PROPORCIONADOS SE COTIZO UNA UNIDAD DE ENFRIAMIENTO CON LAS SIGUIENTES CARACTERÍSTICAS:

- 1) FLUJO DE ALIMENTACIÓN: 28.6 GPM
- 2) VENTILADOR PARA INDUCCIÓN FORZADA DE AIRE, CON MOTOR ELÉCTRICO DE 3.5 H.P.
- 4) LA UNIDAD COMPLETA TIENE UN COSTO DE N\$ 3 500.00
LIBRE A BORDO LA FACULTAD EN CUAUTITLÁN IZCALLI, EDO. DE MEXICO.

EL COSTO DE LA UNIDAD TE-401 ES N\$ 3 500.00

UNIDAD: BOMBAS CENTRIFUGAS HORIZONTALES.
SERVICIOS AUXILIARES.

BM-401 BM-405
BM-402 BM-404

PARA ESTAS BOMBAS:

AUNQUE EL SERVICIO ES DIFERENTE, LA ESPECIFICACION ES LA MISMA, POR LO QUE SE AGRUPAN TODAS ELLAS EN UN SOLO PROCEDIMIENTO DE CALCULO; ANOTANDOSE POR SEPARADO EL SERVICIO DE CADA UNA DE ELLAS.

BM-401 BOMBA PARA AGUA DE ENFRIAMIENTO.

SERVICIO: ALIMENTACION DE AGUA ENFRIAMIENTO A CONDENSADOR DE VAPOR.
UNIDAD DE SUCCION: TA-401.
UNIDAD DE DESCARGA: CV-101.
FLUIDO MANEJADO: AGUA DE SERVICIOS
FLUJO REQUERIDO: 28.6 GPM
CABEZA DE DESCARGA: 20 FT
NPSH DISPONIBLE: 25 FT.

BM-402 BOMBA A TORRE DE ENFRIAMIENTO.

SERVICIO: SUMINISTRAR AGUA A LA TORRE DE ENFRIAMIENTO.
UNIDAD DE SUCCION: TA-402.
UNIDAD DE DESCARGA: TE-401.
FLUIDO MANEJADO: AGUA DE SERVICIOS
FLUJO REQUERIDO: 30 GPM
CABEZA DE DESCARGA: 45 FT
NPSH DISPONIBLE: 25 FT.

BM-403 BOMBA PARA AGUA DE REPOSICION.

SERVICIO: SUMINISTRAR AGUA BLANDA PARA REPOSICION.
UNIDAD DE SUCCION: TA-403.
UNIDAD DE DESCARGA: TA-402 Y TA-405
FLUIDO MANEJADO: AGUA DE SERVICIOS
FLUJO REQUERIDO: 50 GPM
CABEZA DE DESCARGA: 15 FT
NPSH DISPONIBLE: 25 FT.

BM-404 BOMBA PARA AGUA CALIENTE.

SERVICIO: SUMINISTRAR AGUA A LA UNIDAD DE CALENTAMIENTO.
UNIDAD DE SUCCION: TA-404.
UNIDAD DE DESCARGA: CW-401.
FLUIDO MANEJADO: AGUA DE SERVICIOS
FLUJO REQUERIDO: 50 GPM
CABEZA DE DESCARGA: 15 FT
NPSH DISPONIBLE: 25 FT.

BM-401 BOMBA PARA AGUA DE ENFRIAMIENTO.
 BM-402 BOMBA A TORRE DE ENFRIAMIENTO.
 BM-403 BOMBA PARA AGUA DE REPOSICIÓN.
 BM-404 BOMBA PARA AGUA CALIENTE.

1] FLUJO MANEJADO: AGUA DE SERVICIOS.

2] SELECCIÓN DEL TIPO DE BOMBA A UTILIZARSE.
 EN BASE A LA CANTIDAD DE SÓLIDOS SUSPENDIDOS Y SÓLIDOS ABRASIVOS, LA BOMBA A UTILIZARSE SERÁ DEL TIPO CENTRÍFUGA. EL MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN SERÁ ACERO AL CARBÓN NORMAL.

3] CALCULO DEL NPSH (CABEZA NETA DE SUCCIÓN POSITIVA) DISPONIBLE:

$(NPSH) = H_S + (P_A - P^0) (2.31/SPGR.) [=] FT.$

DONDE:

P_A : ES LA PRESIÓN ABSOLUTA SOBRE LA SUPERFICIE DEL LIQUIDO A LA SUCCIÓN [=] PSIA.

P^0 : PRESIÓN DE VAPOR DEL LIQUIDO [=] PSIA

$SPGR.$: GRAVEDAD ESPECIFICA DEL LIQUIDO [=] G/CM³

4] LA SELECCIÓN DE LA BOMBA CENTRÍFUGA, A PARTIR DE GRÁFICAS DE SELECCIÓN DE BOMBAS PROPORCIONADA POR EL FABRICANTE, CRANE DEMING DE MEXICO, ES LA SIGUIENTE:

1780 RPM

DIÁMETRO DE SUCCIÓN: 2"

DIÁMETRO DE DESCARGA: 1.5"

DIÁMETRO MÁX. IMPULSOR: 8"

CABEZA DE DESCARGA MÁX.: 75 FT.

GASTO MÁX.: 50 GPM.

POTENCIA DEL MOTOR: 1.5 H.P.

VELOCIDAD: 1750 RPM.

EFICIENCIA: 75 %.

MATERIALES: IMPULSOR DE HIERRO FORJADO.

INTERNOS DE BRONCE

FLECHA DE ACERO AL CARBÓN

ESTA BOMBA COTIZADA L.A.B. CAUTITLÁN IZCALLI ES DE N\$ 1 500.00

EL COSTO UNITARIO DE LA BOMBA ES N\$ 1 500.00

Bibliografía

XII) BIBLIOGRAFIA

- 1) Biodigestores
José Castellanos L.
Tesis UNAM 1980 México.
- 2) Water and wastewater Technology
Mark J. Hammer
John Wiley & Sons.
2th. Ed. 1986 USA.
- 3) Manual de aguas para usos industriales
Sheppard T. Powell
Ed. Ciencia y Técnica. S.A.
2th
- 4) Principles of Industrial Water Treatment
Drew Chemical Corp.
Boonton, New Jersey 07005
- 5) Water-1976: Physical, Chemical
Wastewater Treatment.
AICHE Series
- 6) Depuración biológica de las aguas
José H. Ferrero
Editorial ALHAMBRA
2da. Edición 1974
Barcelona, España.
- 7) Introducción a la ingeniería de proyectos.
Miguel Angel Corzo.
Editorial LIMUSA.
2da. Ed. 1982. México.

Bibliografía

- 8) New Concepts in water purification.
Gordon L. Culp & Russell L. Culp.
Edited by Van Nostrand Reinhold Company.
New York. USA. 1974.
- 9) Industrial Water Pollution Control
W. Wesley Eckenfelder, Jr.
Editorial McGRAW-HILL
2Th. Edition 1989
U.S.A
- 10) Ingeniería de proyectos
Victor G. Hajek
Editorial URMO
Ira. Ed. en español 1978
Bilbao, España.
- 11) Diseño Simplificado de Concreto Reforzado.
Harry Parker
Editorial LIMUSA
Ira. Edición en español 1971
México, D.F.
- 12) Industrial Wastes Their Disposal and Treatment.
American Chemicals Series.
Edited by Willem Rudolfs
2th. Edition 1954
New York. USA.
- 13) Industrial Water Pollution Control
W. Wesley Eckenfelder, Jr.
Edited by Mc. Graw Hill Series
USA. 1989.
- 14) Información técnica proporcionada por:
Electoquímica Mexicana, S.A de C.V.
Salamanca 102-10. 06700.Mexico-D.F.

Bibliografía

- 15) Química orgánica
Andrew Streitwieser, Jr. & Clayton H. Heathcock.
Editorial interamericana, S.A. de C.V.
Traducción de la primera edición en inglés
México, 1979.

- 16) Manual Práctico de Osmosis Inversa.
Publicación de U.O.P. Fluid Systems
Traducción de la decima edición en inglés.
Editado por Allied Signal Technologies.
Barcelona España, 1990.

- 17) Agenda del ingeniero químico.
Editorial Agenda del abogado
Mexico, D.F. 1992

- 18) Manual Del Agua.
Su naturaleza, tratamiento y aplicaciones.
Nalco Chemical Company.
Frank N. Kemmer.
Ed. McGRAW HILL.
México, D.F. 1993