



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar

"Diseño conceptual de la planta de tratamiento de aguas residuales de una
empacadora de camarones".

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO ACUICULTOR



BIBLIOTECA
FAC. ING.
MARITIMA

Presentada por:

Arévalo Lara Wilson

Moncayo Molina Walter

Pereira Cáceres Ketty

Rodríguez Contreras Iván

Guayaquil - Ecuador

1999



BIBLIOTECA
FAC. ING.
MARIITIMA

Agradecimiento

La culminación de la presente Tesis no hubiera sido posible sin la ayuda recibida de nuestros maestros de la Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar, principalmente de nuestro Director Ing. David Matamoros, quien con su orientación, nos ayudó a culminar con éxito nuestra labor estudiantil.

De igual manera expresamos nuestra gratitud y reconocimiento a M.Sc. Jerry Landívar Coordinador de la carrera, al Departamento de Saneamiento Ambiental del MIDUVI y a todas aquellas personas que directa e indirectamente estuvieron prestos a colaborar con nosotros en el desarrollo de la presente tesis.

Finalmente y no por ello menos importante agradecemos a Dios por habernos iluminado durante nuestra carrera universitaria.



Dedicatoria

BIBLIOTECA
FAC. ING.
MARITIMA

*“Cuando haya pescado el último pez,
envenenado el último río, y talado el último árbol, el
hombre se dará cuenta que no puede comerse su
dinero.”*

*“No podemos esperar,..... y no podemos
equivocarnos”*

Esta tesis la dedicamos a nuestros padres por su
esfuerzo constante y la ayuda incondicional recibida
en los momentos mas difíciles de toda nuestra vida..



Ing. Jorge Faytong D.
Presidente del Tribunal

BIBLIOTECA
FAC. ING.
MARITIMA

Ing. David Matamoros
Director de Tesis

M.Sc. Jerry Landívar Z.
Miembro Principal



RESUMEN

La actividad humana actual, ha deteriorado los elementos donde ella se sustenta y desarrolla, como son suelo, agua y atmósfera; si bien el progreso, la industrialización, la producción de alimentos y el confort son necesarios, no menos cierto es, que exista un compromiso nuestro por conservar el medio para bien propio y de nuestros descendientes.

BIBLIOTECA
FAC. ING.
MARITIMA

La DIGMER y el MIDUVI en el reglamento de Prevención y Control de la contaminación del recurso agua, exigen a las industrias que sus efluentes deben cumplir rangos permisibles de parámetros físico-químicos y microbiológicos previo a ser evacuados a los cuerpos hídricos receptores, lo que hace necesario la reducción de contaminantes por medio de plantas de tratamiento especialmente diseñadas basadas en estudios preliminares de factibilidad técnica. Nosotros hemos diseñado una planta de tratamiento acorde a la caracterización de los efluentes de una empacadora típica, con la debida selección de las siguientes unidades de proceso: Desgrasado, Desarenado, Desgrasado, Coagulación, Floculación, Sedimentación Primaria, Aireación, Sedimentación Secundaria, Digestor de lodos, y lecho de Secado, distribuidas secuencialmente en la misma forma, todas ellas excepto la etapa de coagulación han sido diseñadas conceptualmente.

La etapa de coagulación fue desarrollada a manera experimental mediante la utilización de pruebas de jarra "Jar-Test" en la que observamos la concentración optima de Sulfato de Aluminio necesaria para reducir DBO₅, Coliformes, y Sólidos Totales, evitando la elevación descontrolada de sulfatos presentes en el agua de las empacadoras. La concentración optima fue entre los 110 y 155 ppm de Sulfato de Aluminio, siendo necesario posteriormente el uso de Hidróxido de Calcio (7-9 ppm) para evitar que el agua sea eliminada en un pH menor a 6. Un sobre uso del sulfato demostró ser negativo para la disminución de los parámetros objetivos.

Los procesos unitarios y su ensamblaje probaron ser altamente eficientes para alcanzar los objetivos esperados, sin embargo los costos pueden disminuir si el efluente de la planta de tratamiento es utilizado con fines de riego o vertido en el canal de aguas servidas, en donde las normas son menos exigentes.

El costo de la planta modelo (100.000,00 USD \$), resultó ser el 2% del costo total de la empacadora.

INDICE

	Pag
Resumen.....	vi
Introducción.....	1
CAPITULO I.- Generalidades: Funcionamiento de las empacadoras de camarón.....	
1.1 Ubicación geográfica.....	6
1.2 Descripción del procesamiento del camarón en las empacadoras.....	6
1.3 Antecedentes del tratamiento de aguas residuales en empacadoras.....	9
1.4 Determinación y cálculo de los contaminantes en una empacadora típica.....	10
1.5 Criterios de la calidad de agua y la descarga según la ley ecuatoriana y las normas internacionales.....	11
CAPITULO. II - Elementos del diseño conceptual de procesos.....	
2.1 Diagrama de flujo de los procesos.....	13
2.2 Criterios de diseño de los procesos.....	13
2.3 Predimensionamiento de las unidades de proceso.....	17
2.4 Cálculo de la unidades de bombeo.....	29
2.5 Vida útil de las instalaciones.....	32
CAPÍTULO III.- Resultados y Evaluación.....	
3.1 Descripción y análisis del ensayo de precipitación química.....	33
3.2 Evaluación de la eficiencia de la Planta de tratamiento.....	38
CONCLUSIONES.....	
	39
RECOMENDACIONES.....	
	41
ANEXOS	
Anexo # 1 Diagrama de flujo de los procesos unitarios de tratamiento	43
Anexo # 2 Diseño de los procesos unitarios de tratamiento.....	44
Anexo # 3 Resultados del ensayo de precipitación química	45
Anexo # 4 Límites para descargas de efluentes industriales a sistemas de alcantarillado.....	46
Anexo # 5 Presupuesto Global de la planta de tratamiento de aguas residuales de una empacadora de camarón	47
Anexo # 6 Gastos operativos anuales.....	47
BIBLIOGRAFIA.....	
	49



BIBLIOTECA
FAC. ING.
MARITIMA



BIBLIOTECA
FAC. ING.
MARITIMA

INTRODUCCIÓN

El desarrollo sostenible ha pasado a constituir un objetivo explícito, importante y urgente de nuestra “Aldea global” con la siguiente necesidad de cambio significativo en las pautas de desarrollo, producción, consumo y comportamiento. Así como resulta claramente expresiva la conclusión final de la introducción de los programas sobre política y actuación en materia de medio ambiente y desarrollo sostenido.

Es por esto, que actualmente las empresas buscan ajustarse a un desarrollo sustentable para ganar imagen utilizando las reglamentaciones nacionales e internacionales con el fin de alcanzar mayor aceptación mundial de sus productos. Una de esas reglamentaciones es la evacuación de los desechos utilizados en la elaboración de los productos.

La DIGMER y el IEOS (ahora MIDUVI) en el reglamento de Prevención y Control de la contaminación del recurso agua, exige a las industrias que sus efluentes deben cumplir rangos permisibles de parámetros físico-químicos y microbiológicos previo a ser evacuados a los cuerpos hídricos receptores, lo que hace necesario la reducción de contaminantes por medio de plantas de tratamiento especialmente diseñadas basadas en estudios preliminares de factibilidad técnica.

2

Los desechos de las empacadoras de camarón según su debida caracterización no pueden ser evacuados sin un tratamiento previo de las aguas residuales. Para dicho tratamiento existen varios sistemas, todos los cuales han mostrado un cierto grado de eficiencia en la remoción de contaminantes bajo el nivel de conocimientos actuales. Lejos de poder probar el grado de eficiencia, la factibilidad económica y consideraciones constructivas reales, nuestro sistema a diseñarse es conceptual y esta basado en los conocimientos teóricos obtenidos del seminario y nuestros años de estudio en la Universidad.

Los principales contaminantes que pretendemos reducir a rangos permisibles son las concentraciones de metabisulfito de sodio, Sólidos Suspendidos, la Demanda Biológica de Oxígeno, coliformes totales, entre otros. El primero, debido a que actualmente el mayor porcentaje de las exportaciones esta dirigido a los mercados europeos, representado por camarón con cabeza, cuyo proceso requiere la utilización de aditivos químicos para su conservación, dichos aditivos son difíciles de descomponer bajo condiciones naturales, dado que el ecosistema biológico natural se encuentra saturado de contaminantes. Los otros son necesarios reducir dado su elevado rango de concentración en los efluentes de las empacadoras comparado con los rangos normales permisibles para aguas de uso de navegación, como es el caso de las riberas del río Guayas donde se encuentran ubicadas la mayoría de las empacadoras en estudio.



BIBLIOTECA
FAC. ING.
MARIITIMA

3

El diseño del tratamiento de aguas residuales presenta diversas etapas u operaciones unitarias, las mismas que han sido seleccionadas de acuerdo a nuestros objetivos. Para nuestro caso dichas etapas corresponden a Desbaste, Desarenado, Desgrasado, Coagulación, Floculación, Sedimentación Primaria, Aireación, Sedimentación secundaria, Espesador de lodos y Lecho de secado, distribuidas secuencialmente en la misma forma. Todas ellas, excepto la etapa de Coagulación y Floculación han sido diseñadas conceptualmente.

Los objetivos del presente trabajo son diseñar conceptualmente una planta de tratamiento de aguas residuales aplicado a una empacadora de camarones de acuerdo a las condiciones logísticas, económicas y a la caracterización de las aguas residuales; para reducir directa e indirectamente la concentración de metabisulfito de sodio de acuerdo a normas internacionales, y determinar la concentración de sulfato de aluminio necesaria para reducir los parámetros contaminantes ya anotados.

CAPITULO I.- GENERALIDADES.-

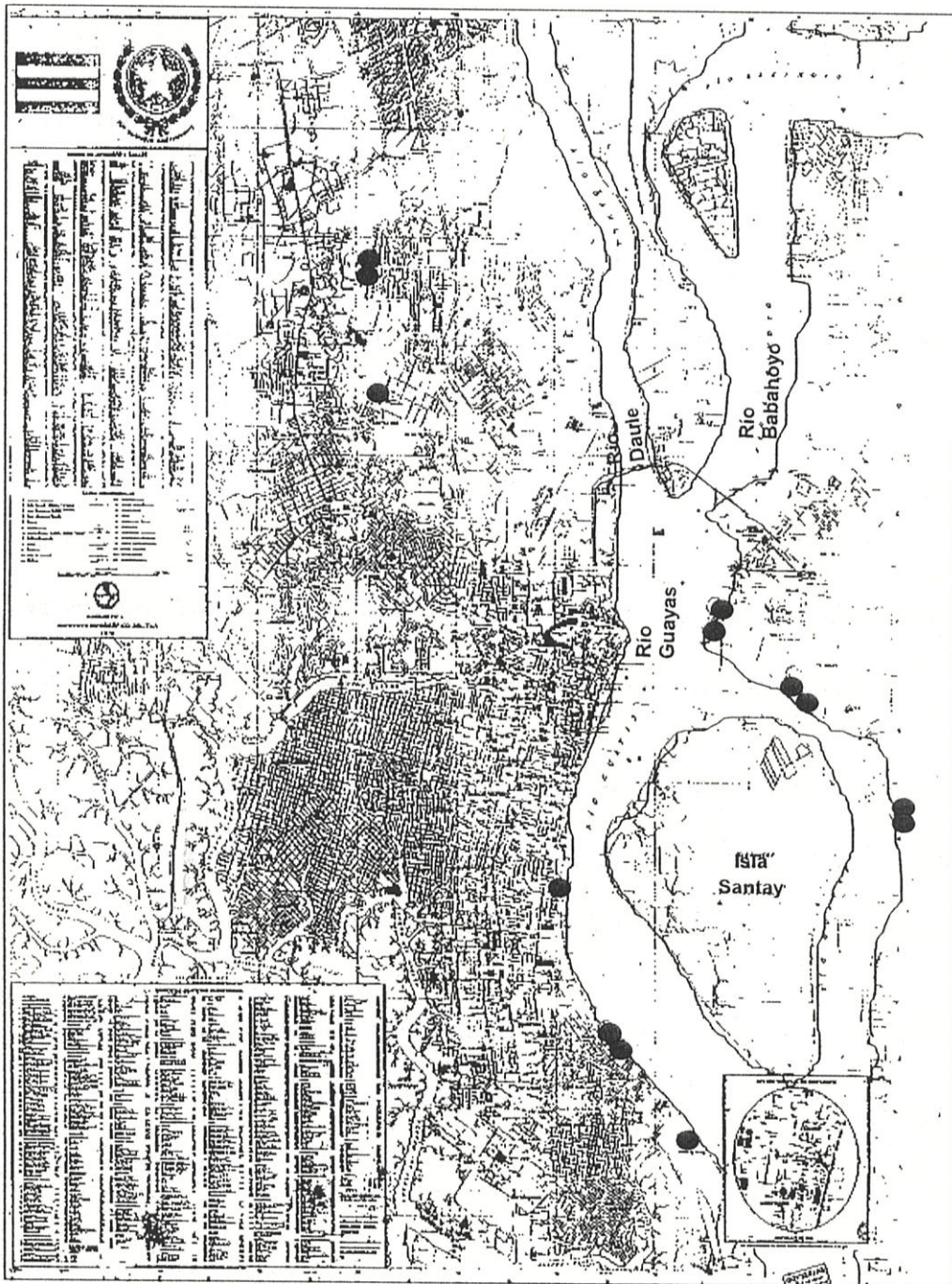
FUNCIONAMIENTO DE LAS EMPACADORAS DE CAMARON

1.1 UBICACIÓN GEOGRAFICA.

Las exportadoras de camarón legalmente constituídas en el Ecuador son en número de 60, de las cuales cerca de 43 (72%) se encuentran en la provincia del Guayas y las otras 17 (28%) están ubicadas en el resto del país. (Cámara Nacional Acuacultura, 1998). Pero, realmente existen aproximadamente más de 100 según datos de la Revista de acuacultura del Ecuador del Año 1997 (Figura 1).

1.2 DESCRIPCION DEL PROCESAMIENTO DEL CAMARON CON CABEZA EN LAS EMPACADORAS.

Tolva del área de recepción del camarón. - Estos tanque tienen una capacidad de aproximadamente 1.5 m³ de agua y deben tener suficiente hielo para mantener una temperatura de 5- 10 ° C.



BIBLIOTECA
FAC. ING.
MARITIMA

Figura 1.- Ubicación de las principales empacadoras en Guayaquil

En este tanque se adiciona:

1. Cloro hasta tener una concentración de 100 ppm.
2. Solución de metabisulfito de sodio al 5 % cuando el producto llega a la planta con una concentración menor de 50 ppm.

Una vez que el camarón haya sido colocado en la tolva de recepción se acciona la bomba para enviar el agua con tal fuerza que se homogenice con los químicos. A los diez minutos de accionar la bomba se controla la concentración inicial de metabisulfito para mantenerla.

Tratamiento con metabisulfito.- Para las clasificaciones de 10 - 20 hasta 40 - 60 se aplicará un refuerzo de metabisulfito de la manera siguiente (Figura 2):

1. Al salir de la banda de la clasificación el camarón será recogido en gaveta caladas.
2. Poner estas gavetas unos 10 minutos en una solución con 3% de metabisulfito.
3. Después poner el camarón a mano en la cajeta de 2 kilos según la clasificación.

Los tiempos de inmersión dependen de la clasificación (tamaño) que se esté tratando, pues un producto de tamaño pequeño necesita menor tiempo de inmersión, no así el de mayor tamaño.



Figura 2.- Tratamiento del camarón con metabisulfito

1.3 ANTECEDENTES DE TRATAMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES EN EMPACADORAS EN EL ECUADOR.

No existe, a la fecha, algún tipo de planta de tratamiento de aguas residuales en empacadoras según registros del IEOS (Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias; ahora MIDUVI), organismo que se encarga de la prevención y control de la contaminación del agua de consumo humano e industrial; así mismo de fijar el grado de tratamiento que deben tener los residuos líquidos a descargarse en un cuerpo receptor.



BIBLIOTECA
FAC. ING.
MARITIMA

1.4 DETERMINACION Y CALCULO DE LOS CONTAMINANTES EN UNA EMPACADORA TIPICA

El camarón produce un 40% a 60% de desechos durante la elaboración manual y hasta un 60 y 70% cuando la elaboración se realiza con maquinarias, acorde con el grado de elaboración y la especie de camarón.

Es necesario considerar el agua resultante del lavado y sangre; ambos están consituídos por proteínas, lípidos, sales minerales, expuestas a descomposición por acción de los microorganismos. Adicionalmente en el proceso de camarón con cabeza se debe adicionar metabisulfito de sodio lo que constituye un nuevo contaminante.

A continuación se detallan los principales contaminantes de una empacadora típica por cada Kilogramo de camarón procesado, conociendo que por cada kilogramo se utiliza 35.2 lts H₂O, de los cuales sólo 25 lts. corresponden al agua residual evacuada al efluente (Tabla 1).

Parámetros	Residual / Kg de camarón procesado.	Rango Permisible
Metabisulfito de Sodio	230 g	0,15 - 0,25 g
DBO	15 g	≤ 3 g
DQO	22.5 g	≤ 4,5 g
Coliformes Totales	> 2,7 x10 ⁶ NMP	250 - 375 NMP
Sólidos Suspendidos	20,5 g	≤ 4,1 g
Sólidos Disueltos	86,1 g	25 - 37,5 g
Sólidos Totales	106,6 g	6,25 - 50 g

Tabla # 1.-Principales contaminantes de una empacadora por cada kilogramo de camarón procesado. Fuente: Normas del Reg. Of. No. 204 y Normas de la Digmer.

1.5 CRITERIOS DE LA CALIDAD DE AGUA Y LA DESCARGA SEGÚN LA LEY ECUATORIANA

Según el registro oficial número 204, capítulo 2 de las normas de descarga, Artículo 43 (Junio 1989) y las normas de la “Dirección General de la Marina Mercante” (DIGMER) “Toda descarga a un cuerpo de agua deberá cumplir, por lo menos con los siguientes requisitos” (Tabla #2).

PARAMETROS	UNIDAD	MAXIMO PERMISIBLE
Potencial de hidrógeno	PH	6 - 9
Temperatura	°C	< 35
Grasas y aceites	mg/l	ausencia
Sólidos Suspendidos industriales	mg/l	Remoción > 80% en carga
Sólidos Disueltos	mg/l	1000 a 1500
Sólidos Totales	mg/l	2000 a 2500
DBO para desechos domésticos e industriales	mg/l	Remoción > 80 % en carga
Sulfitos	mg/l	6 a 10

Tabla # 2.- Normas de descarga. Fuente: Registro Oficial 204, DIGMER.

CAPITULO II.- ELEMENTOS DEL DISEÑO CONCEPTUAL DE PROCESOS

2.1 DIAGRAMA DE FLUJO DE LOS PROCESOS

La forma en que se estableció el ensamblaje de los diferentes procesos unitarios se presentan en el anexo 1.

2.2 CRITERIOS DE DISEÑO DE LOS PROCESOS.

Para realizar el diseño conceptual de la planta de tratamiento, hemos considerado lo siguiente:

□ Para diseñar se considero conceptualmente algunos de estos cálculos de información previa:

- | | |
|-------------------|--|
| A.- Industrial: | Variaciones estacionales
Curvas de caudales horarias |
| B.- Topográficas: | De la zona de la planta
Cota de llegada al colector. |
| C.- Geotécnicos: | Disposición, y composición estratigráfica del terreno hasta una profundidad de 4 m.
Profundidad de la capa freática en época de lluvias
Capacidad portante del terreno |

El agua residual a tratar fue caracterizada de tipo industrial una vez que se obtuvieron los resultados de los principales parámetros y se los comparó con los rangos ya establecidos que caracterizan los diferentes tipos de aguas residuales. A continuación se detalla la caracterización de los afluentes y efluentes del agua residual de la empacadora en estudio (Tabla # 3 y 4).

<u>AFLUENTE</u>			
TIPO DE ANALISIS	RANGOS	Agua / Planta	Hielo/ Silo
RECuento DE AEROBIOS	30 UFC/g	1.0 E + 1	2.0E + 1
HONGOS Y LEVADURAS	AUSENCIA UFC/g	Menor a 10	Menor a 10
COLIFORMES TOTALES	AUSENCIA MPN/100ml	Menor a 30	Menor a 30
COLIFORMES FECALES	AUSENCIA MPN/100ml	Menor a 30	Menor a 30
E. COLI Confirmativa	AUSENCIA MPN/100ml	Menor a 30	Menor a 30
SALMONELLA Confirmativa	AUSENCIA /25ml		
PSEUDOMONAS AERUGINOSA Presuntiva	AUSENCIA MPN/100ml		
VIBRIO CHOLERAEE O1 Confirmativo	AUSENCIA /30ml	AUSENCIA	AUSENCIA
VIBRIO ALGINOLYTICUS Presuntivo	AUSENCIA MPN/100ml	Menor a 30	Menor a 30
VIBRIO PARAHAEMOLYTICUS Presuntivo	AUSENCIA MPN/100ml	Menor a 30	Menor a 30
STAPHILOCOCCUS AUREUS	AUSENCIA UFC/ml		
*Rangos específicos para agua potable según normas INEN			
OBSERVACIONES: 1.0E+1 Equivale a 10 UFC/ Unidad			

Tabla # 3.- Caracterización de los afluentes de una empacadora típica

<u>EFLUENTES</u>			
PARAMETRO	UNIDAD	CONCENTRACION	RANGO PERMISIBLE DE DESCARGA
		N	
TEMPERATURA	°C	26,00	+/-3 ° temperatura ambiental
POTENCIAL DE HIDROGENO	Ph	3,94	6 a 9
SALINIDAD	g/l	3,00	
COLOR	U. Cl. Pt	35,00	20 a 50
ALCALINIDAD (como CaCO ₃)	mg/l	39,60	
DUREZA (Como CaCO ₃)	mg/l.	100,10	120
METABISULFITO DE SODIO *	mg/l	9.200,00	6 a 10
OXIGENO DISUELTO	mg/l	0	4 a 6
DEMANDA BIOQUIMICA OXIGENO *	mg/l	600,00	Remoción > 80% en carga
DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO	mg/l	900,00	Remoción > 80% en carga
SOLIDOS TOTALES SUSPENDIDOS *	mg/l	802,00	Remoción > 80% en carga
SOLIDOS TOTALES DISUELTOS	mg/l	3.444,00	1000 a 1500
SOLIDOS TOTALES *	mg/l	4.246,00	2000 a 250
SULFATOS *	mg/l	11,32	400 a 600
SULFUROS	mg/l	6.45x10 ⁻⁴	0.002 a 0.01
COLIFORMES TOTALES *	NMP/100ml	Mayor a 11100	1000 a 1500
COLIFORMES FECALES	NMP/100ml	4.600,00	200 a 400

Tabla # 4.- Caracterización de los efluentes. * Parámetros a remover con los procesos unitarios empleados. Fuente: Laboratorio de la empacadora

- Los Procesos físicos o primarios utilizados para el diseño conceptual son Desbaste, Desarenado, Desgrasado y Sedimentación Primaria y Secundaria. Los Procesos químicos utilizados son: Floculación, Coagulación, Cloración y Neutralización. Los Procesos Biológicos o Secundarios son aireación, espesador de lodos y lechos de secado.

- Las dimensiones de los procesos unitarios de la planta de tratamiento fueron diseñados acorde al pronóstico de producción de la empacadora, además de considerarse la vida útil de la planta, que para nuestro estudio fué de 10 años.

- Se observó los siguientes parámetros que deben considerarse cuando se realiza el vertido a ríos:
 - Cota del nivel de crecida máxima anual del río
 - Evolución de caudales estacionales
 - Informe sobre la clasificación del río en la zona donde se va a efectuar el vertido y su uso aguas abajo.

- Durante la fase de caracterización se tomaron aforos de caudales durante 5 días en los que se incluyeron los días de aguaje; se realizaron individualmente mediciones de caudales generados en el área de evacuación de la empacadora. En un día de máxima producción se tomaron 4 alicuotas proporcionales durante 8 horas. Luego fueron mezclados para obtener una mezcla compuesta y someterla al análisis de laboratorio para su correspondiente análisis y caracterización.

- Seleccionar los procesos unitarios de tratamiento y concatenarlos, para reducir a niveles aceptables el sulfito, DBO, solidos totales, dureza, alcalinidad, en los efluentes de la empacadora.

- Se realizaron estudios de tratabilidad los cuales incluyen caudales de consumo, aforo de caudales determinando el flujo máximo calculado en $m^3/hora$, pruebas de tratabilidad que consisten en Jar Test (pruebas de Jarra), con lo cual determinaremos la dosificación de sulfato de aluminio utilizado como coagulante, los tiempos de residencia (Sedimentación) y la velocidad de agitación.

- Para el diseño de las diferentes estructuras del sistema de tratamiento de las aguas residuales utilizaremos los caudales medios, actuales y futuros, así como sus variaciones, para determinar el caudal máximo diario que nos permita obtener las características hidráulicas de los diferentes accesorios del sistema de tratamiento.

- Para el diseño de nuestra planta de tratamiento utilizaremos aireación y tratamiento biológico de los lodos dado que la relación de DBO_5/DQO es mayor a 0.4.

- La Salinidad del agua residual de las empacadoras de camarón en estudio es de 3 ppt, lo que indica que está dentro del rango de las aguas residuales que pueden ser tratadas.

- Utilizamos las velocidades óptimas teóricas a la entrada a cada uno de los procesos unitarios, considerando la pérdida de carga por altura, ensanchamiento, o cualquier estructura que cause una disminución en el flujo.

□ Para el cálculo de la altura dinámica total de cada proceso, se asumió que:

$$HDT = HDS + HDD$$

HDS = 0 (porque son bombas sumergidas y hemos considerado que la altura de su ubicación es el eje de referencia).

La altura del piso al eje de cada una de las bombas es de 10 cm.

$$HDD = HG + HDV + HDF$$

Donde:

HG = corresponde a la altura geométrica calculada en el plano piezométrico

HDV = Corresponde a la altura por velocidad y es igual a 0 porque los diámetros de la tubería son iguales.

HDF = Corresponde a valores típicos de la pérdida de carga por fricción en las diferentes unidades de tratamiento. Tabla 5 -14 Vol.1 Melfalf & Eddy, (1985).

2.3 PREDIMENSIONAMIENTO DE LAS UNIDADES

Aforo de caudales.-

Para determinar los caudales de agua que eran manejados en la fabrica con los que se diseñó las unidades del procesos, se siguieron los siguientes pasos:

- 1) 5 días, una medición cada hora, 5 mediciones promedio por día en aguaje grande, en el canal de drenaje de dimensiones de 0.3 x 0.2 m. (figura # 3)
- 2) Elección del máximo caudal.
- 3) Material: pelotas de ping-pong y cronómetro.



Figura # 3.- Canal del efluente de una empacadora.

Los resultados obtenidos fueron los siguientes (Tabla # 5):

AFORO DE CAUDALES			
DIA	EFLUENTE CON METABISULFIT O DE SODIO	EFLUENTE DE PROCESOS DE EMPAQUE, COCIDO Y DOMESTICAS (MEZCLA)	TOTAL
	m ³ /h	m ³ /h	m ³ /h
MARZO-23-98	14,45	19	33,48
MARZO-24-98	21,97	26,73	48,7
MARZO-25-98	24,51	29,13	53,64
MARZO-26-98	26,96	30,41	57,37
MARZO-27-98	33,43	18,57	52

El flujo máximo calculado es de 57.37 m³/hr
 El flujo máximo proyectado para nuestro trabajo es 74.58 m³/h

Tabla # 5.- Aforo de caudales. Fuente: Empacadora.

$$Q = V \times A$$

$$Q = \text{Caudal (m}^3 \text{/s)}$$

$$V = \text{Velocidad (m/s)}$$

$$A = \text{Area (m}^2\text{)}$$



BIBLIOTECA
FAC. ING.
MARITIMA

Caudal mínimo

$$A = 0.03 \text{ m}^2$$

$$V = 5/16 = 0.31 \text{ m/s}$$

$$Q = 0.31 \text{ m/s} * 0.03 \text{ m}^2 = 0.0093 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q1 = 33.48 \text{ m}^3/\text{h}$$

Caudal máximo

$$A = 0.03$$

$$V = 5/9.41 = 0.5312$$

$$Q2 = 57.37 \text{ m}^3/\text{h} (0,015936 \text{ m}^3/\text{s})$$

2.3.1.- DESBASTE.- Las dimensiones utilizadas en el diseño del área de desbaste fueron tomadas en base de las necesidades requeridas, utilizando como referencia el libro de Ingeniería de aguas residuales de Metcal & Eddy (tabla # 6). Un modelo del mismo se puede apreciar en la figura # 4.



Figura # 4. Desbaste.

BARRAS	Valor asumido de Referencia
Anchura (mm)	10
Profundidad (mm)	40
Espacios entre barras (mm)	10
Pendiente en relacion vertical °	40°
Velocidad entre rejas limpias m/s	0.48

Tabla # 6.- Dimensiones de las rejas de barra. Fuente: Ing. De aguas residuales de Metcall & Eddy.

Debe garantizarse 500 cm² de área libre por cada 1000 m³/ día de agua residual

- Co = Cateto Opuesto (Longitud Vertical)
- Ca = Cateto Adyacente (Longitud Horizontal)
- H = Hipotenusa (Longitud de la reja)
- Tg = Tangente (Angulo de la reja con la longitud horizontal)

$$0.15/\text{Sen } 40^\circ = H = 0.15/0.643 = 0.233$$

$$\text{Sen } 40^\circ = \text{Co}/H \quad \text{Co} = \text{Sen } 40^\circ * H = 0.9$$

$$\text{Tg. } 40^\circ = \text{Co}/\text{Ca} \quad \text{Ca} = 0.9/\text{Tg } 40^\circ = 1.073$$

- V1 = Velocidad en drenaje
- V2 = Velocidad en aliviadores
- V3 = Velocidad en la reja

$$V1 * A1 = V2 * A2$$

$$V2 = 0.5312 * 0.03 / 0.045 = 0.354 \text{ m/s}$$

$$V2 = 0.354 \text{ m/s}$$

$$V2 * A2 = V3 * A3$$

$$V3 = 0.045 * 0.354 / 0.023 = 0.69 \text{ m/s}$$

$$V3 = 0.69 \text{ m/s}$$

Por lo tanto necesitaríamos 15 rejillas por cada uno de los canales (1 de proceso y 1 de reserva).

■ 1 reja de quince rejillas en proceso y otra reja de quince rejillas en reserva.

□ Celdas de desbaste : (cantidad = 2; abiertas)

Capacidad : 1.2 m^3

Longitud : 3.5 m

Ancho : 0.6 m

□ 1 Válvula de compuerta de 4", 2 neplones de 4"

□ Tubería de By Pass

Para hacer By-pass en condiciones emergentes colocamos una tubería de descarga de 4 pulgadas (de PVC de 3 metros de longitud), un neplón y un codo de 4", además existen dos válvulas en las compuertas # 1 y 2 correspondientemente.

2.3.2.- DESARENADOR:

El desarenador presenta las siguientes características (figura # 4).

Velocidad de sedimentación (m/s)	1.7
Diámetro de partículas a ser removida (mm)	0.2
Tiempo de retención (s)	120



Figura # 5.- Desarenador

□ Celda de Retención de Arena : Cantidad 2 (cerrada).-

Tiempo de retención : 2 min

Capacidad : 4.5 m³

$$Q = 57 \text{ m}^3/\text{h} \times 1.3 = 74.1 \text{ m}^3/\text{h} = 0.021 \text{ m}^3/\text{s}$$

Según referencia de la literatura (Metcalf and Eddy. 1995), nos establece lo siguiente:

	<u>Referencia Libro</u>	<u>Valor estimado</u>
Tiempo de retención, s	45 – 120	120
Velocidad horizontal, m/s	0,24 - 0,4	0.354
Velocidad de sedimentación, m/min	0,9 – 1,25	1,2

h (altura) = 1 m
 a (ancho) = 1 m
 l (longitud) = 4.5 m

□ Línea de descarga de lodos

2 Niplos PVC 4 "

1 Válvula de 4"

□ 1 Válvula de compuerta de 0.3 m x 0.3 m

□ 1 Bomba de traslado (arena)

(Características de la bomba: ver unidades de bombeo)



BIBLIOTECA
 FAC. ING.
 MARITIMA

2.3.3.- CELDA DE RETENCION DE GRASAS Y ACEITES (abierta)

Cantidad : 2

Capacidad : 40 m³

Dimensiones: 5 m x 4 m x 2 m

Tiempo de residencia: 5 minutos

Material: Concreto, paredes y fondo revestidos con azulejos

Forma: Paralelepípedo rectangular, fondo inclinado.

□ Línea de descarga de lodos

1 Niplo PVC 3"

1 Válvula de compuertas de 4"

□ Celda de Bombeo

Capacidad : 1 m³

Dimensiones : 1x1x1 m

Material concreto, paredes y fondo de cemento.

Forma : rectangular, fondo inclinado.

- Bomba de eliminación de lodos

(Ver unidades de bombeo)

2.3.4.- CELDA DE COAGULACION.

Agitación rápida . Celda abierta.

Cantidad : 2

Capacidad : 0.79 m³

Dimensiones: 0.5m (radio) x 1.00 m (altura)

Tiempo de residencia: 30 segundos

Material: Concreto, paredes y fondo revestidos de azulejos

Forma: Cilíndrica, fondo inclinado.

- Agitador (Vertical)

Cantidad : 2

Tipo: Hélice

Motor: 150-230 R.P.M

Situación: centro

Longitud del eje: 0.7 m

- Traslado del agua residual

Por rebose - Gravedad

- Línea de descarga de lodos

4 Neplos PVC 4"

2 Válvulas de compuerta 4"

2.3. 5.- CELDA DE FLOCULACION (Agitación lenta)

Capacidad: 30 m^3

H (altura) = 1 m

A (area) = 30 m^2

$$30 = \pi r^2$$

$$3.1 = r$$

D (diámetro) = 6.2 m.

Tiempo de residencia: 30 minutos

Material: Concreto, paredes y fondo revestidos de azulejos (paredes y pisos)

Forma: Cilíndrica de flujo turbulento.

Fondo: inclinado

□ Agitador

Tipo: paletas

Motor: 30 - 60 rpm

Situación: Centro

Longitud de paletas: 2 m

Longitud de eje: 0.7 m

Velocidad de las paletas = 0.5

$$V_p = 0.75 (0.6) = 0.45 \text{ m/s} \times 3 = 1.35$$

$$P = 1.8 (1 \times 0.2) (999.1) (1.35) / 2$$

$$P = 485 \text{ w}$$

Potencia = 1 Hp.

□ Línea de descarga de lodos

2 Nepsos PVC 4"

1 Válvula de compuerta 4"

2.3.6.- SEDIMENTADOR PRIMARIO.

Capacidad: 75 m³ Líquido

Capacidad tolva : 30 m³ lodos

Dimensiones: 15 m. x 5 m. x 1 m.

Tiempo de residencia: 40 min (0.66h).

Material: Concreto, paredes y fondo revestido de azulejos.

Forma: paralelepípedo rectangular.

Fondo: Inclinado.



BIBLIOTECA
FAC. ING.
MARITIMA

□ Celda de Bombeo

Cantidad: 2 m³

Dimensiones: 2 x 1 x 1 m

Material : Concreto.

□ Bomba de traslado hacia el tanque de aireación.

Ver unidades de bombeo.

□ Bomba de traslado a digestor

Ver unidades de bombeo.

□ Línea de descarga de lodos.

1 Neplo PVC 4"

1 Válvula de compuerta 4 "

2.3.7.- TANQUE DE AIREACIÓN.

Capacidad: 157,5 m³. (operativa: 151,2 m³)

Dimensiones: 14 m. x 4,5 m. x 3 m.

Tiempo de residencia: 120 min.

Material: Concreto, paredes y fondo revestidos de azulejos.

Forma: paralelepípedo rectangular, fondo inclinado en V.

- Sistema de aireación.

11643 pies³/ min (inyectable)= 5.49 m³/s

Blower 4 HP, 220 V

Tubería única en arbol PVC distribuidora de aire.

- Línea de descarga de lodos.

2 Neplos PVC 4"

1 Válvula de compuerta 4 "

2.3.8.- SEDIMENTADOR SECUNDARIO.

Capacidad: 54 m³. Líquido 10.5 m³ lodos

Dimensiones: 6 m. x 6 m. x 1.5m.

Tiempo de residencia: 40 min.

- Placas deflectoras:

Cantidad: 6

Dimensiones: 2.2 m. x 1.4 m. x (7 mm. de espesor).

Material: Plástico o acrílico.

Montaje: Inclinación de 60°, separadas unas de otras 0.68 m.

- Bomba de descarga al digestor de lodos.
- Línea de decarga hacia espesador de lodos.
- Canal para descarga de lodos.

31.0 m x 0.4 m x 0.4 m de alto

- Bomba de traslado a cuerpo receptor y recirculación a Tanque de aireación.

2.3.9.- ESPESADOR DE LODOS.

Capacidad: 40 m³.

Dimensiones: 5 m. x 4 m. x 2 m.

Tiempo de residencia: 120 min.

Pendiente: 5 %

□ Sistema de aireación.

11.643,8 pies³/min (inyectable).

Blower 4 HP, 220 V

Tubería única no en árbol PVC distribuidora de aire

□ Línea de descarga de lodos

2.3.10.- LECHO DE SECADO (Convencionales de arena).

Tipo: lecho de grava y arena.

Area total : 640 m² (para 15 días)

Dimensiones: 32 m. x 20 m. x 1 m.

Lecho individual: 40 m² (16 unidades)

Forma: Paralelepípedo rectangular.

Compartimientos: 16 de 10 m. x 4 m x 1 m.

□ Sistema de filtración.

Altura total del sistema: 0.48 m

0.15 m lecho de arena fina

0.075 m. lecho de arena gruesa.

0.075 m. lecho de grava fina.

0.075 m. lecho de grava media.

0.1 m. lecho de grava gruesa

10 tubos de presión PVC 4" (60 cm de tubo)



BIBLIOTECA
FAC. ING.
MARITIMA

- 10 válvulas de compuertas 4" dobles (irrigar)
- 1 válvula de compuerta 4" (drenar).

□ Bomba para recirculación del filtrado a la celda de aereación.

Ver unidades de bombeo

□ Techado.

La planta de tratamiento para la unidad de secado de los lodos, estará bajo una cubierta, la que debe ser removible para el aprovechamiento de la radiación solar.

2.4 CÁLCULO DE UNIDADES DE BOMBEO

Bomba # 1

Bomba de desarenado

Objetivo : Expulsor del residuo de agua arenosa

$$Q = 0,021 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

$$HDT = HDS + HDD$$

HDS = 0 m (la tubería del agua residual de succión esta sobre el eje de referencia) *

$$HDD = HG + HDV + HDF$$

$$HG = 1,2 \text{ m, } \varnothing = 3 \text{ pulg.}$$

HDV = 0 m (debido a que los diámetros de la tubería de succión y descarga son iguales) *

$$HDD = 1,2 \text{ m} + 0 \text{ m} + 0,9 \text{ m}$$

$$HDT = 1,2 \text{ m} + 0,9 \text{ m}$$

$$HDT = 2,1 \text{ m}$$

- Los valores de HDS, HDV son los mismos para todas las bombas especificadas en el presente documento.

Bomba # 2

Zona de Post Desgrasado

Objeto : Llevar el agua residual hacia la celda de neutralización.

$$Q = 0,021$$

$$HDT = HDD$$

$$HDT = 2,8 + 0,9 \text{ m}$$

$$HDT = 3,7 \text{ m}$$

Bomba # 3

Zona de Sedimentación primaria

Objetivo : Llevar los lodos al canal distribuidor y depositarlos finalmente por gravedad hacia el espesador de lodos.

$$HDT = 2,0 + 0,9 = 2,9$$

Bomba # 4

Celda de post sedimentación primaria

Objetivo: Elevar el agua residual hasta el tanque de aireacion desde la celda de post sedimentación primaria.

$$HDT = 3,4 + 0,9 = 4,3 \text{ m}$$

Bomba # 5

Celda de sedimentación secundaria.

Objetivo: Llevar el lodo hacia el distribuidor de lodos y distribuirlos finalmente hacia el espesador de lodos.

$$HDT = 2 + 0.9 = 2.9 \text{ m}$$

Bomba # 6

Celda de post sedimentación .

Objetivos: La recirculación hacia el tanque de aireación.

$$\text{HDT} = 4,0 + 0,9 = 4,9 \text{ m}$$

Bomba # 7

Celda del espesador de lodos.

Objetivo: Eliminar el agua clarificada (agua residual de la fase final del lecho de secado) hacia la alcantarilla.

$$\text{HDT} = 1 + 0,45 = 1,45 \text{ m}$$

2.5.- VIDA ÚTIL DE LAS INSTALACIONES

La planta de tratamiento ha sido diseñada considerando que crecerá en un 30% en el transcurso de 10 años, esto fue considerado para dimensionar al tamaño y la capacidad de tratamiento de la misma. Cada una de las instalaciones independientes tiene un tiempo de vida útil, que es el siguiente (tabla # 7):

Instalación	Vida útil, años
Redes de alcantarillado	20-40
Plantas de tratamiento	
Estructuras	20-40
Equipos	10-20
Conducciones hidráulicas	20-40
Estaciones de Bombeo	
Estructuras	20-40
Equipos de Bombeo	10-25

Tabla # 7.- Vida útil de la planta de tratamiento. Fuente: Ing. De Aguas Residuales de Metcall & Eddy.



BIBLIOTECA
FAC. ING.
MARITIMA

CAPITULO III.- RESULTADOS Y EVALUACION

3.1 DESCRIPCION Y ANALISIS DEL TRATAMIENTO DEL ENSAYO DE PRECIPITACION QUIMICA.-

Se realizó el ensayo de Precipitación química utilizando pruebas de jarra como instrumento y el sulfato de aluminio como sustancia floculante y coagulante. Las concentraciones empleadas según referencias de tratamiento de aguas con sulfato de aluminio en otras plantas de tratamiento eran en el rango entre 110 y 130 ppm (Ensayo 2). Durante el procedimiento observamos una notable diferencia en el tiempo de sedimentación, lo que hizo necesario la evaluación del tiempo versus resultados; para ello utilizamos tiempos de sedimentación de 10, 20 y 30 min. (Ensayo 1). Luego de la aplicación del Sulfato de Aluminio en las muestras resultaba una baja del pH, para lo cual utilizamos Hidróxido de Calcio, con la finalidad de llevar el pH a rangos permisibles de evacuación (Ensayo 3).

Ensayo 1

Objetivo: Determinación de la concentración de sulfato de aluminio comparada con tiempos de sedimentación diferentes (10, y 20, y 30 min.).

El tiempo de sedimentación necesario para que se clarifique la totalidad de la columna de agua fue de 20 min.

Ensayo 2

Objetivo.- Determinación de la concentración de sulfato de aluminio necesaria para tratar el agua residual en estudio.

La concentración óptima de sulfato de aluminio según los resultados obtenidos estuvo entre el rango de 110 y 115 ppm.

Parámetros determinados: Oxígeno disuelto, Sulfatos, Sólidos totales, Potencial de hidrogeno, DbO_5 , Dureza, Coliformes totales, Nitrito, Amonio (Anexo # 3)

- El parámetro de sulfato se incrementa inicialmente cuando adicionamos concentraciones de 110 y 115 ppm, hasta llegar a mantenerse constante en las concentraciones de 115 y 120 ppm, después de dicha concentración los iones sulfato se incrementan proporcionalmente al incrementar la concentración de sulfato de aluminio (figura 5-a).

- Nuestra concentración inicial de amonio fue disminuida al agregar 110 ppm de sulfato de aluminio, luego de la cual existe un repunte de amonio debido a la presencia de iones hidrogeniones de dicha sustancia (figura 5-b).

- El parámetro de nitrito disminuyó favorablemente llegando a estabilizarse a la concentración de 115 y 120 ppm de sulfato de aluminio, luego de lo cuál se incrementó (figura 5-c).

- A una concentración de 110 a 115 ppm de sulfato de aluminio la concentración de carbonato de calcio (dureza) disminuye para luego incrementarse al elevar el sulfato de aluminio (figura 5-d).

- El parámetro químico de pH disminuye a medida que aumentamos la concentración de Sulfato de Aluminio debido a que la cantidad de iones Hidrógeno que contiene dicha sustancia (figura 6-a).

- La concentración de sólidos totales disminuye al adicionar una concentración de 110 ppm de sulfato de aluminio llegando a estabilizarse a la concentración entre 115 y 125 ppm de sulfato de aluminio. Esto debido a que la sustancia del sulfato de aluminio tiene la propiedad de precipitar los sólidos suspendidos existente en el agua (figura 6-b). La misma tendencia de valores se presenta para las variables de Coliformes y DBO_5 (figura 6-c-d)



BIBLIOTECA
FAC. ING.
MARITIMA

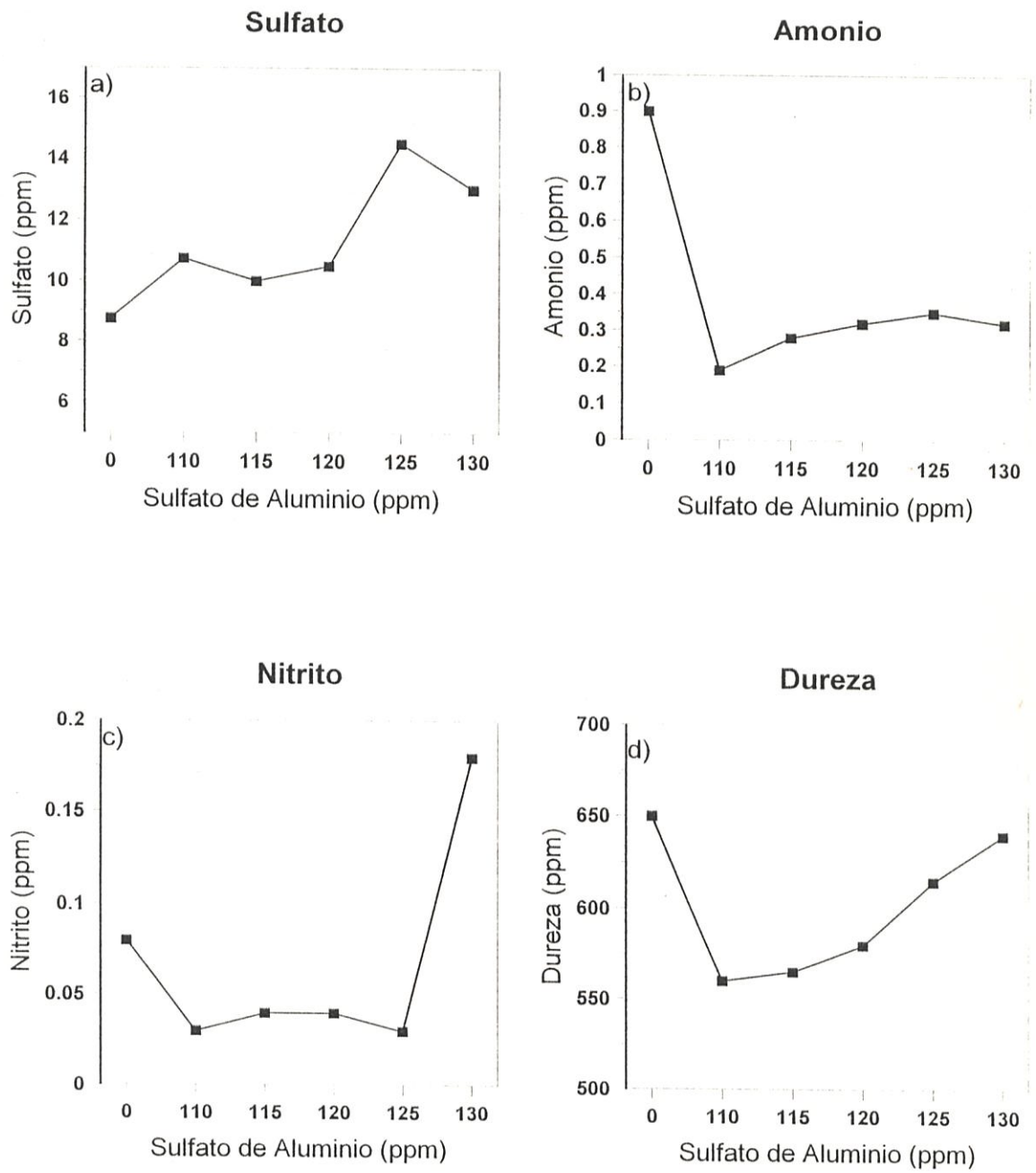


Figura # 5.- Datos de medición después de la reacción química en el efluente, para sulfato (a), amonio (b), nitrito (c) y Dureza (d).

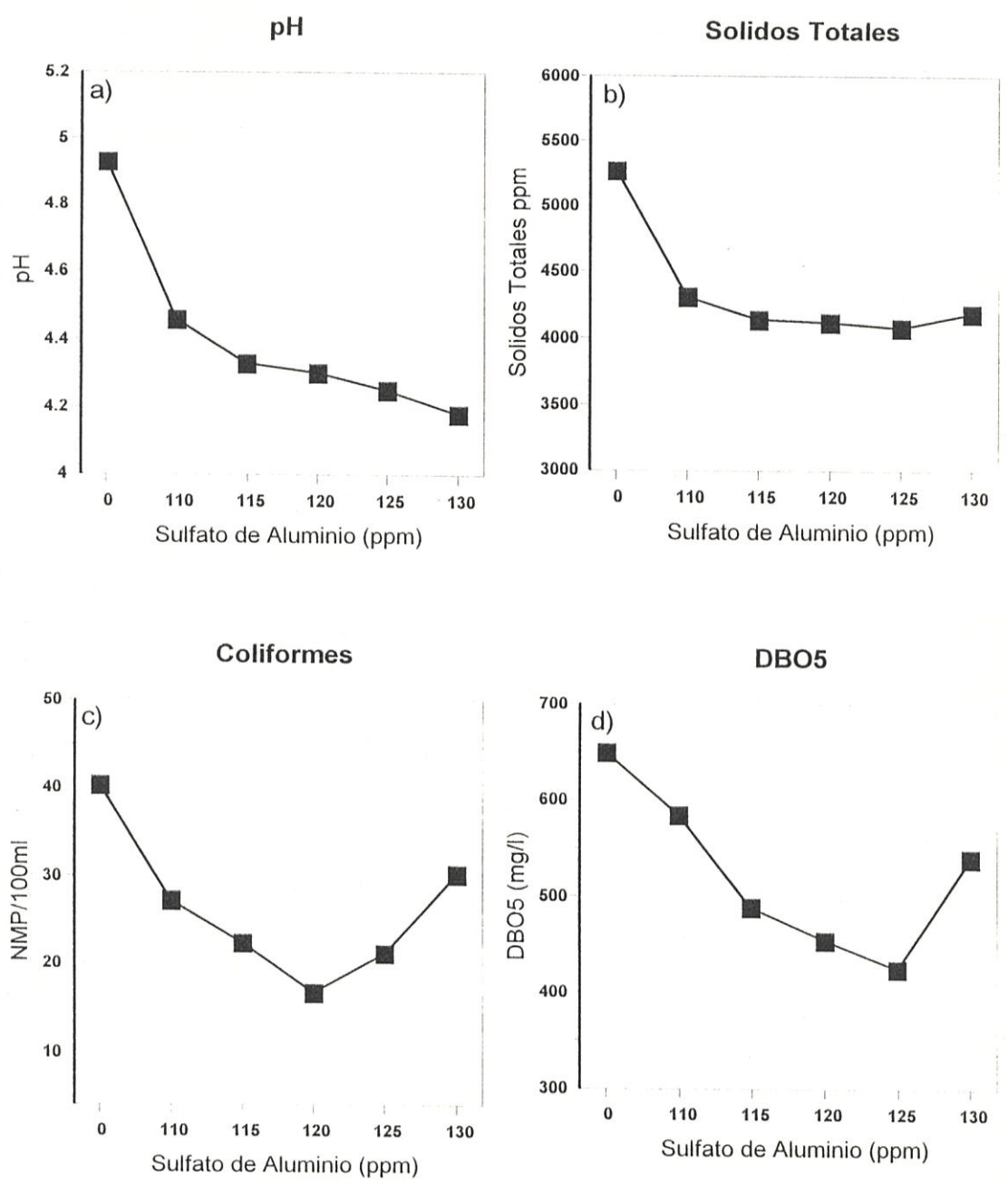


Figura # 6.- Datos de medición después de la reacción química en el efluente, para pH (a), ST (b), Coliformes (c) y DBO₅ (d).

Ensayo 3

Objetivo: Aplicación de Hidróxido de calcio en agua residual que contiene sulfato de aluminio (115 - 120 ppm) para llevar a un pH neutro.

La concentración de Hidróxido de calcio necesaria para llevar el agua residual tratada a un pH mayor a 6 fue de 7 - 9 ppm.

3.2.- EVALUACION DE LA EFICIENCIA DE LA PLANTA.-

La evaluación de los rendimientos de los procesos unitarios seleccionados fue determinada en base a datos teóricos obtenidos del Manual de Depuración Uralita y de los resultados obtenidos en el ensayo de las pruebas de jarra (tabla # 8).

Proceso Unitario	DBO ₅	Sólidos Totales	Colif. Totales	Sulfitos	Nitrito	Amonio
Desbaste	*	*	*	*	*	*
Desarenado y Desgrasado	*	*	*	*	*	*
Floculación y Coagulación	30-40	20- 30	35- 60	*	40-50	50-60
Sedimentación primaria	25-40	50-70	15 - 25	60 -70	25-40	50-70
Aireación	10- 15	*	*	*	10-15	10-15
Sedimentación secundaria	60-70	85-92	40 - 60	60-70	60-70	50-70
Sec. De Lodos	*	*	*	*	*	*

Tabla # 8.- Eficiencia de los procesos unitarios. * Parámetros no reducidos con el proceso unitario especificado. Fuente: Manual Uralita, Resultados del ensayo.



BIBLIOTECA
FAC. ING.
MARITIMA

CONCLUSIONES

- La selección de los procesos unitarios y su ensamblaje satisface los requerimientos para el proceso de depuración de aguas residuales de la empacadora seleccionada.

- Debido a la caracterización observada y luego del análisis realizado, la incorporación de Hidróxido de calcio no fue justificada para subir el pH previo al uso del Sulfato de Aluminio, ni tampoco como precipitante de sólidos. Sin embargo, la importancia de la utilización del Hidróxido de calcio fue introducida a otra área de la planta, denominada neutralización, situada previo a la evacuación del agua residual al cuerpo receptor, en el cual se buscó llevar el pH a un rango de 5 a 9, que es el máximo permisible según lo establece el Registro Oficial N° 201 del 5 de Junio de 1989, de las Normas de descarga a un cuerpo de agua.

- La concentración óptima de aplicación de Sulfato de aluminio que maximiza el tratamiento del agua residual de la empacadora fué de 115 a 120 ppm. Estos valores resultaron favorables para mejorar las condiciones de los parámetros tales como amonio, nitrito, dureza, bacterias y DBO₅.

- Un exceso de sulfato de aluminio (> 120 ppm) demostró un incremento en la concentración de descarga de ciertos parámetros, y muy poca diferencia en la remoción obtenida con concentraciones iguales a 120 mg/l.

- El costo referencial de una planta es aproximadamente de USD \$ 100.000 (anexo # 5), costo honeroso para empacadoras que no poseen planta de tratamiento, por lo tanto deberan buscar fuentes de financiamiento. Sin embargo, para empacadoras que recién son implementadas, dicho costo solo representa aproximadamente el 2 % de la inversión final de una empacadora.

RECOMENDACIONES

- Es recomendable realizar pruebas de jarra en diferentes épocas del año, con la finalidad de conocer las variaciones de la caracterización del efluente en la planta de tratamiento para optimizar su funcionalidad.

- La planta de tratamiento conceptual tiene la capacidad disponible para asimilar cargas adicionales, en cuanto volúmen y a contaminantes en un 30% adicional a la carga actual, lo que es recomendable para este tipo de sistemas.

- Para el diseño, de cada uno de los procesos de la planta, se tomaron en cuenta todas las consideraciones de obra civil y de arquitectura de acuerdo a las necesidades actuales y futuras del efluente de una empacadora de camarones con gran escala de producción en el Ecuador, sin embargo, por el hecho de ser conceptual se consideraron algunos datos teóricos que deberán ajustarse en el momento de puesta en marcha del proyecto. Por lo antes mencionado este trabajo podrá servir de base, tanto en la parte técnica como presupuestal, para algún estudio posterior.

- Existe la necesidad de controlar el uso del sulfato de aluminio puesto que tiene una influencia inversamente proporcional al pH.

- Una planta de tratamiento de éste tipo deberá contar con personal idóneo para garantizar su operación óptima a futuro.

- Una manera para disminuir los costos estimados de implementación de éste tipo de planta, es cambiando el tipo de descarga: Descargar directamente en un sistema de alcantarillado donde las normas de evacuación son más flexibles. Ver Reglamento de descarga a un alcantarillado (Anexo 4)

- Este proyecto nos lleva a reflexionar sobre la actitud que se debe tratar de llevar al empresario, como la que un mejoramiento ambiental, incide considerablemente en la relación costo beneficio. Además la globalización económica mundial hará que se asuman medidas alternas para reducir la contaminación.

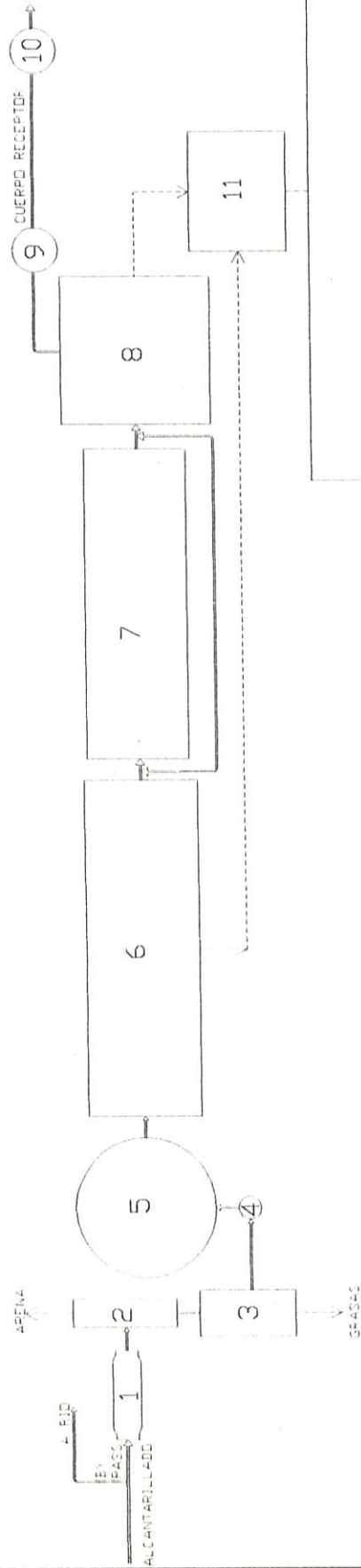
- La contaminación ambiental mundial, ha exigido a las instituciones gubernamentales y no gubernamentales a crear organismos de control para mejorar esta situación, y esto conlleva a no escatimar esfuerzo ni dinero. Creemos firmemente, que a pesar del costo del proyecto, en nuestro país se debería reglamentar su ejecución a todo nivel con miras a alcanzar el desarrollo sustentable de la actividad, planificando así nuestro futuro y el de nuestros hijos.

ANEXO # 1

DIAGRAMA DE FLUJO DE LOS PROCESOS UNITARIOS DE TRATAMIENTO

ESQUEMA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO

CIENOS ACTIVADOS, LODOS ACTIVADOS, FANGOS ACTIVADOS, FANGOS ACTIVADOS



- 1.- AREA DESBASTE
- 2.- DESARENADOR
- 3.- DESGRASADOR
- 4.- CELDA DE COAGULACION
- 5.- CELDA DE FLOCULACION
- 6.- SEDIMENTADOR PRIMARIO
- 7.- TANQUE DE AIREACION
- 8.- SEDIMENTADOR SECUNDARIO
- 9.- DESINFECCION
- 10.- NEUTRALIZACION
- 11.- ESPESOR DE LODOS
- 12.- SISTEMA DE SECADO LODOS

→ AGUA RESIDUAL
→ FANGO O SCLTOS

BIBLIOTECA
 FAC. ING.
 MARITIMA

12

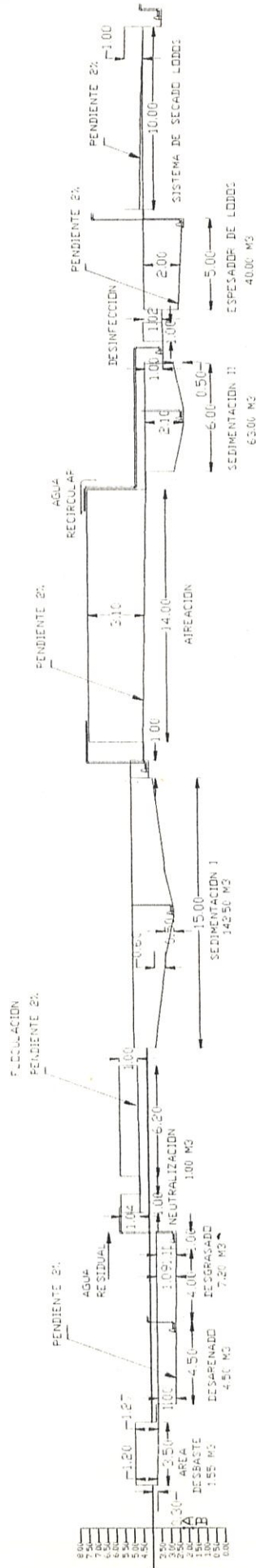


PLANTA DE TRATAMIENTO EMPACADORA DE CAMARONES	
CONTENIDO	ESQUEMA PLANTA DE TRATAMIENTO
ESCALA	

ANEXO # 2

DISEÑO DE LOS PROCESOS UNITARIOS DE TRATAMIENTO

EMPACADORA LINEA PIEZOMETRICA



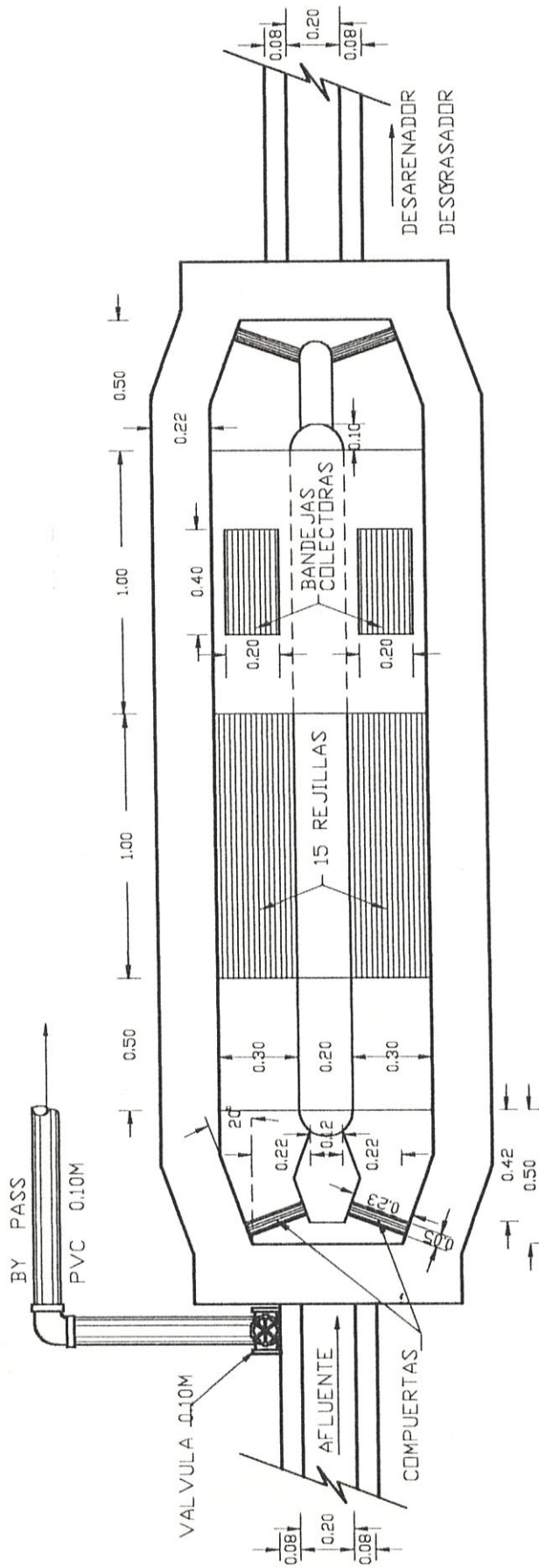
NOTA:

- A - NIVEL MAXIMO MAREA INVIERNO ES LA COTA = 2.30MT.
- B - NIVEL MAXIMO MAREA VERANO ES LA COTA = 1.80MT.
- C - NIVEL MINIMA MAREA ES LA COTA = -1.90MT.

PLANTA DE TRATAMIENTO
EMPACADORA DE CAMARONES

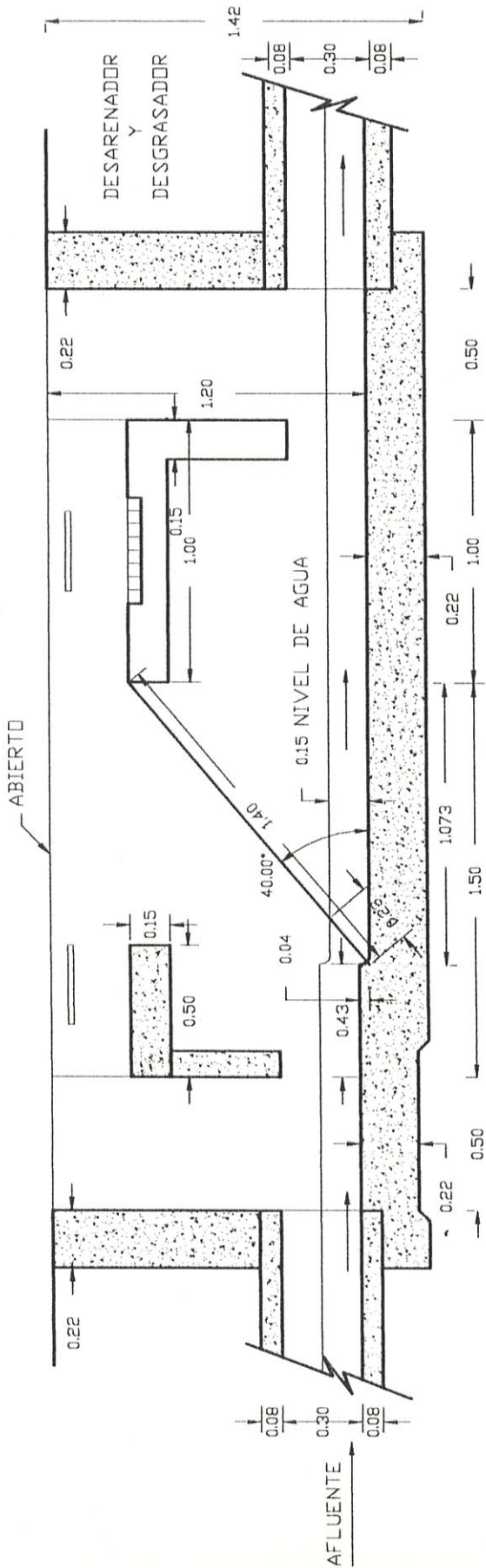
ESCALA

CONTENIDO
LINEA PIEZOMETRICA



AREA DESBASTE

PLANTA DE TRATAMIENTO EMPACADORA DE CAMARONES	
CONTENIDO	PLANTA
ESCALA	1:25

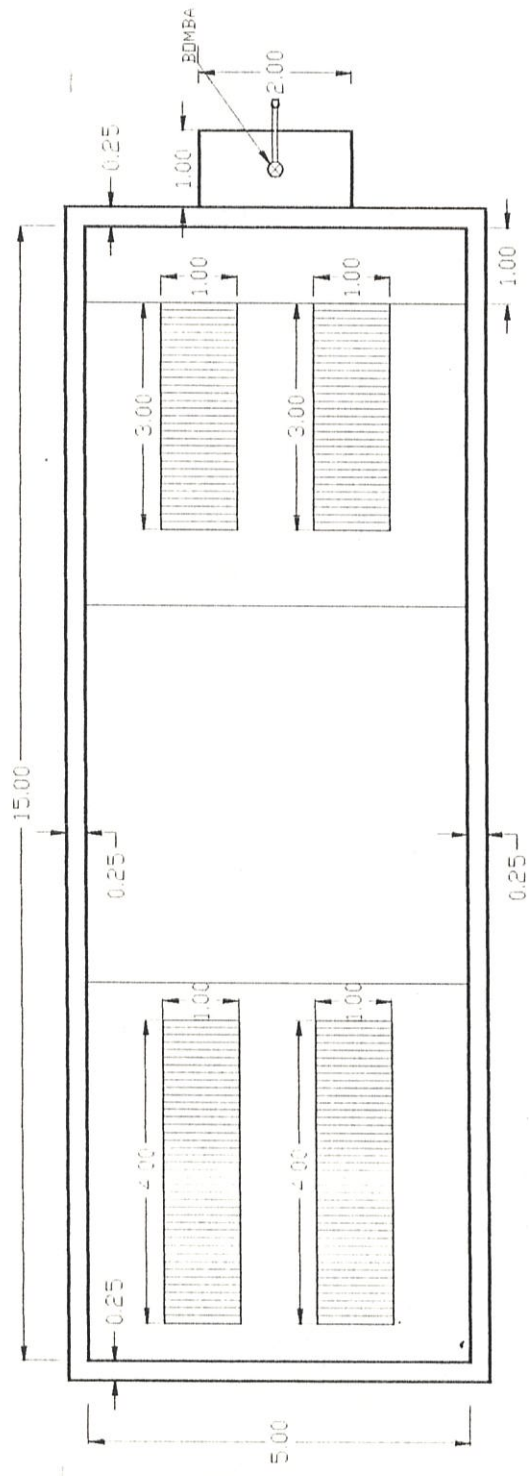


AREA DESBASTE



BIBLIOTECA
FAC. ING.
MARITIMA

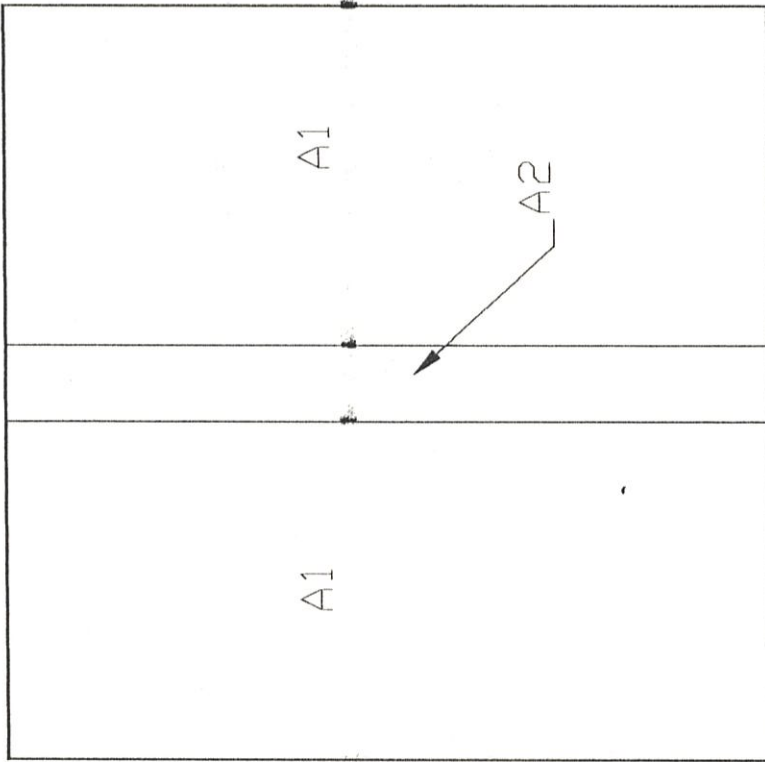
PLANTA DE TRATAMIENTO EMPACADORA DE CAMARONES	
CONTENIDO CORTE LONGITUDINAL	ESCALA 1:25



SEDIMENTADOR PRIMARIO

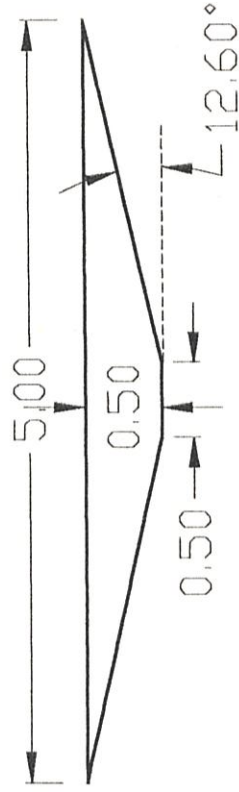
PLANTA DE TRATAMIENTO: EMPACADORA DE CAMARONES	
CONTENIDO	PLANTA
ESCALA	1:100

TOLVA



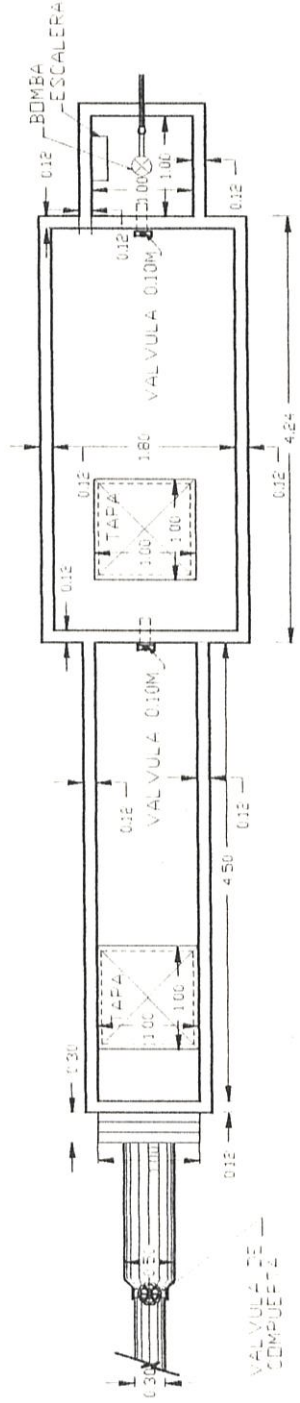
PLANTA

- A1 = 25 M2
- A2 = 2.5 M2
- $\alpha = 12.6^\circ$



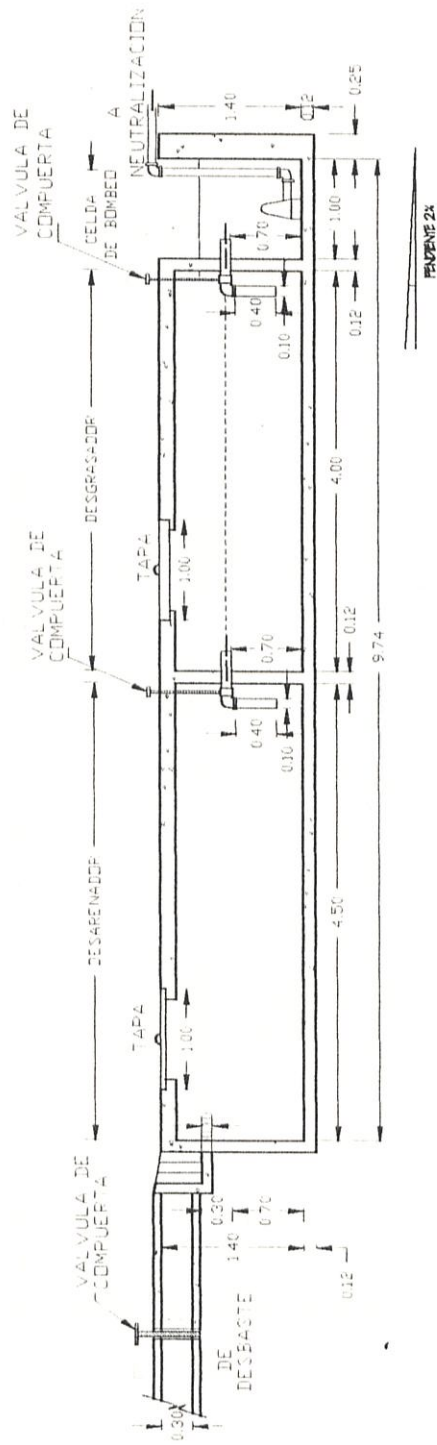
ELEVACION

PLANTA DE TRATAMIENTO EMPACADORA DE CAMARONES	
CONTENIDO PLANTA - ELEVACION	ESCALA 1:50



DESARENADOR Y DESGRASADOR

PLANTA DE TRATAMIENTO EMPACADORA DE CAMARONES	
CONTENIDO	PLANTA
ESCALA	1:75

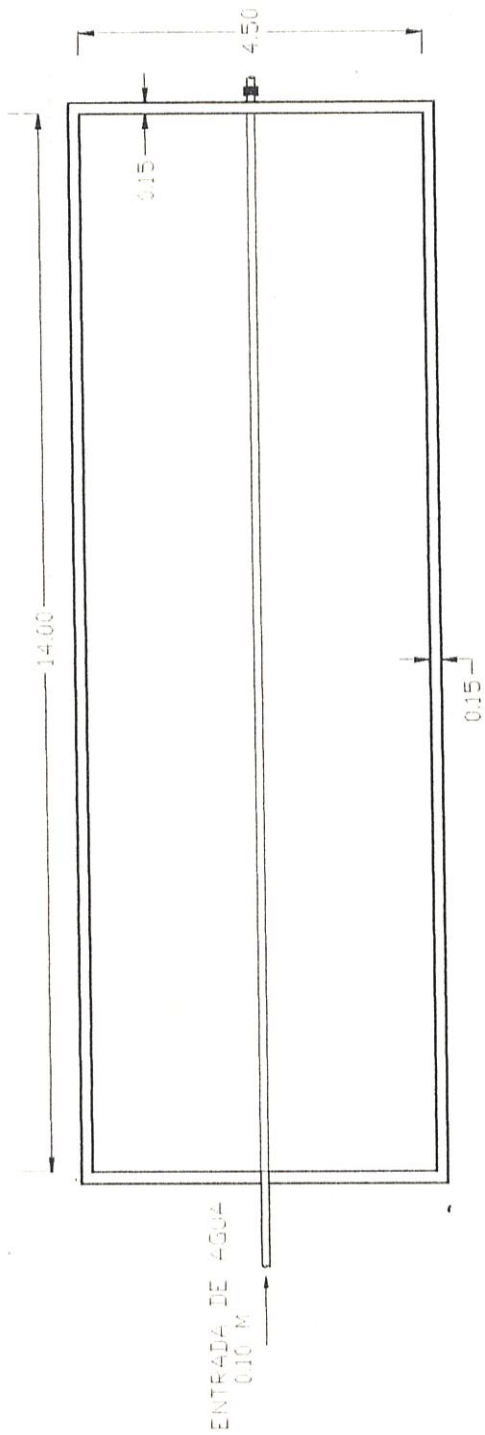


DESARENADOR Y DESGRASADOR



BIBLIOTECA
FAC. ING.
MARITIMA

PLANTA DE TRATAMIENTO EMPACADORA DE CAMARONES	
CONTENIDO	ESCALA
CORTE LONGITUDINAL	1:75



TANQUE DE AIREACION

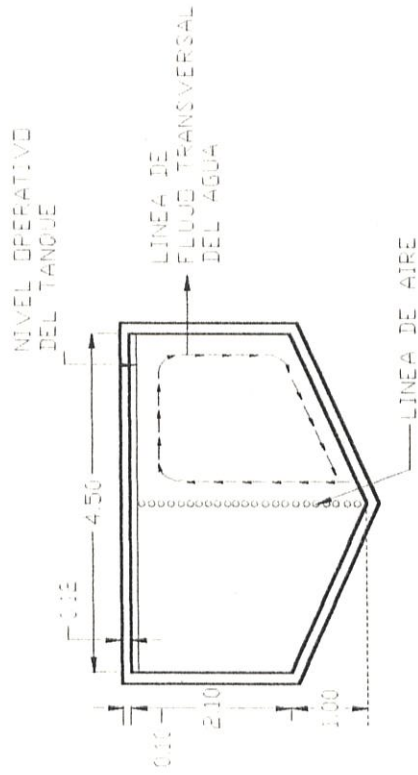
PLANTA DE TRATAMIENTO
EMPACADORA DE CAMARONES

CONTENIDO

PLANTA

ESCALA

1:100

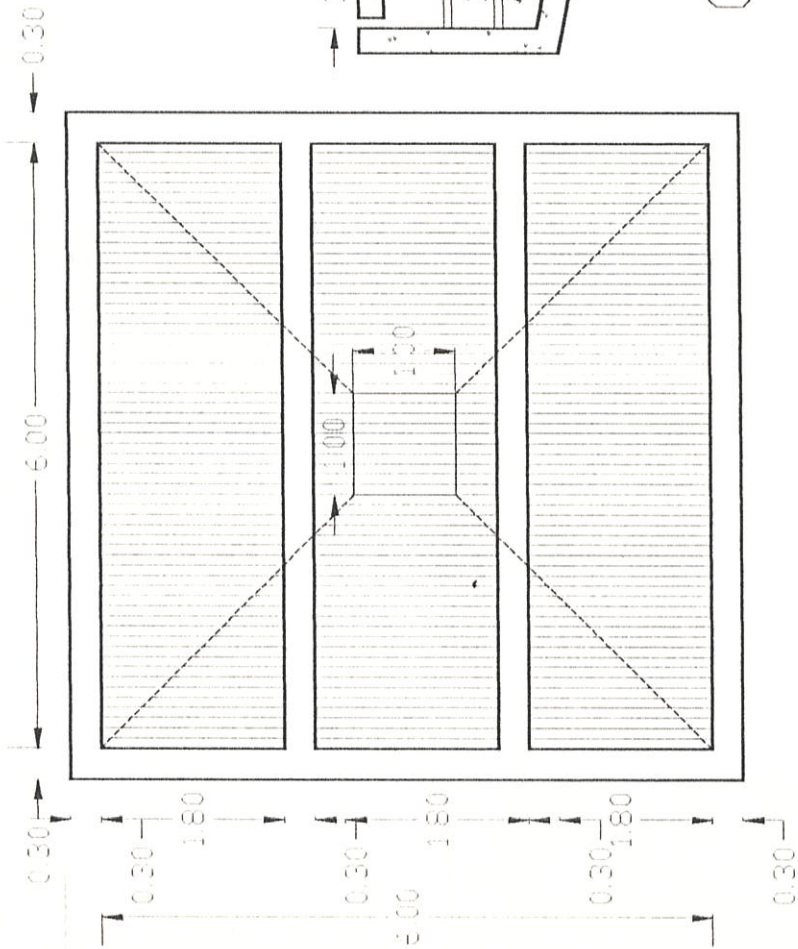


TANQUE DE AIREACION

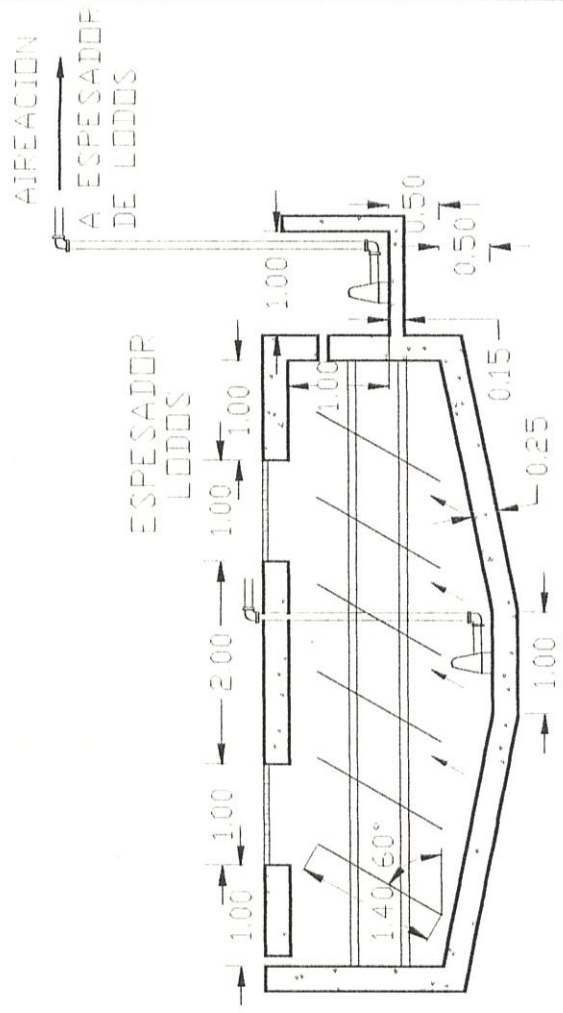
PLANTA DE TRATAMIENTO
EMPACADORA DE CAMARONES

CONTENIDO: CORTE TRANSVERSAL
ESCALA: 1:100

SEDIMENTADOR SECUNDARIO



PLANTA



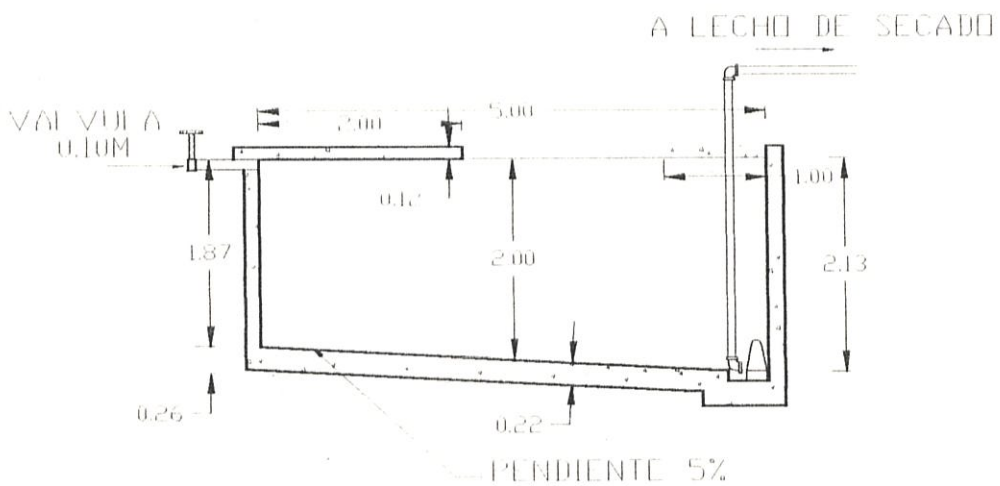
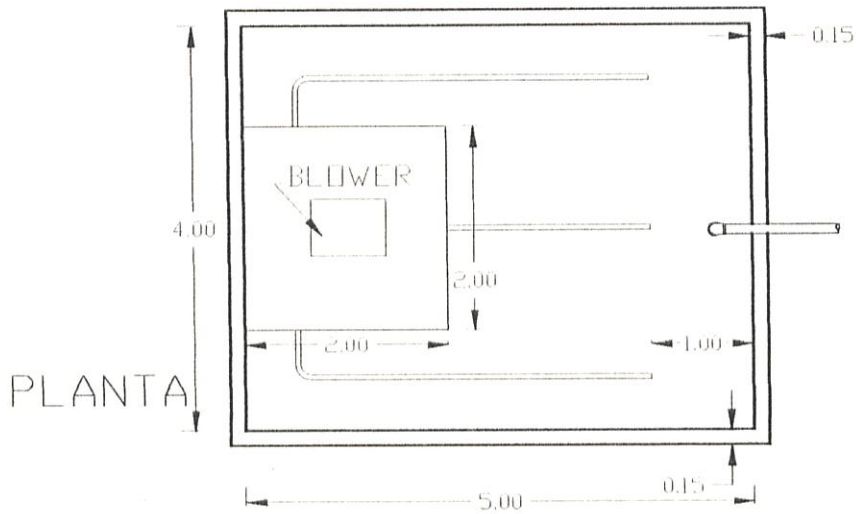
CORTE LONGITUDINAL

PLANTA DE TRATAMIENTO EMPACADORA DE CAMARONES	
CONTENIDO PLANTA CORTE LONGITUDINAL	ESCALA 1:75



BIBLIOTECA
FAC. ING.
MARITIMA

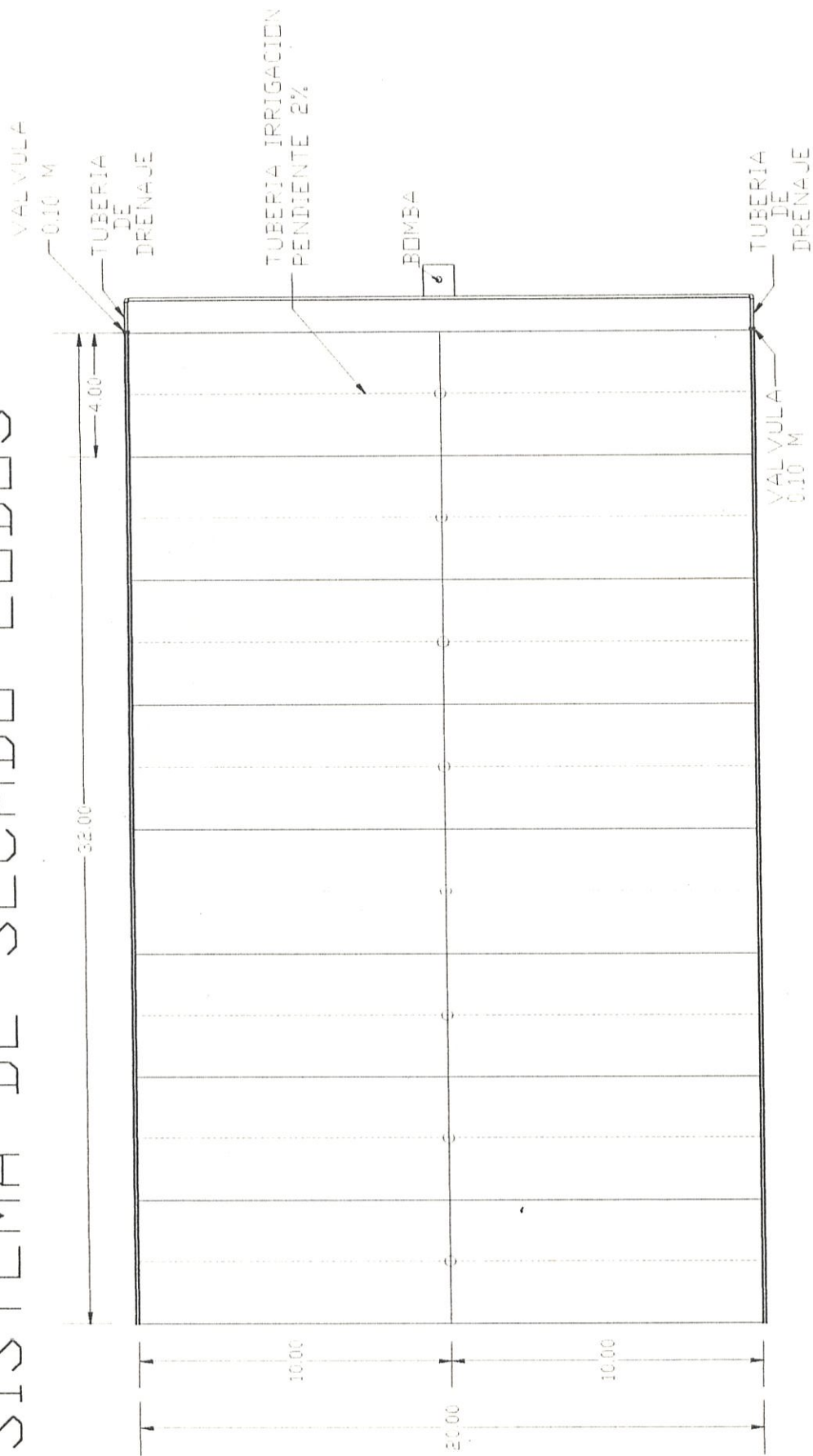
ESPEPADOR DE LODOS



CORTE LONGITUDINAL

PLANTA DE TRATAMIENTO EMPACADORA DE CAMARONES	
CONTENIDO PLANTA CORTE LONGITUDINAL	ESCALA 1:75

SISTEMA DE SECADO LODO



PLANTA DE TRATAMIENTO
EMPACADORA DE CAMARONES

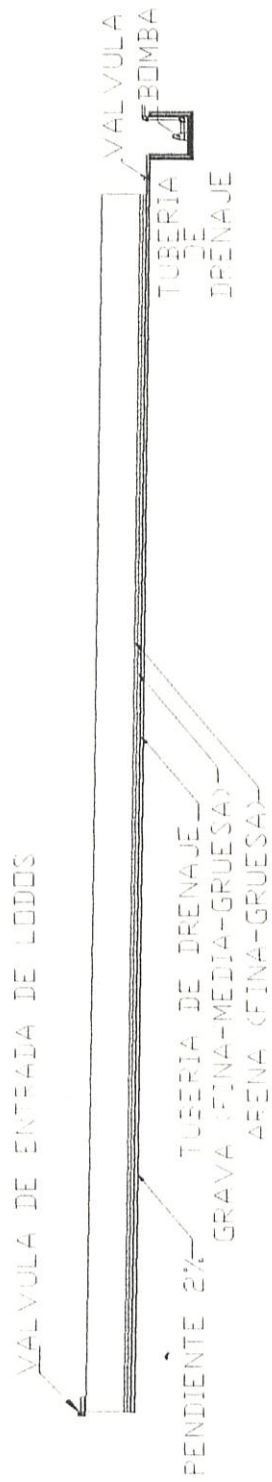
CONTENIDO

PLANTA

ESCALA

1:200

SISTEMA DE SECADO LODO



PLANTA DE TRATAMIENTO
EMPACADORA DE CAMARONES

CONTENIDO
CORTE TRANSVERSAL

ESCALA
1:200

ANEXO # 3

RESULTADOS DEL ENSAYO DE PRECIPITACIÓN QUÍMICA

Sulfato de Aluminio Mg/l	Promedio Amonio ppm	DS	Promedio Nitrito ppm	DS	Promedio Sulfato ppm	DS	Promedio Dureza ppm	DS	Promedio UFC/ml	DS	Promedio pH	DS	Promedio Sól.Tot (mg/l)	DS	Promedio Turb (FTU)	DS
0	0.90	0.18	0.08	0.01	8.75	0.35	650.00	42.43	40.20	3.11	4.93	0.18	5275.00	1025.30	2.00	0.00
110	0.19	0.01	0.03	0.00	10.75	0.35	560.00	0.00	27.25	1.77	4.46	0.03	4310.00	28.28	1.00	0.00
115	0.28	0.00	0.04	0.00	10.00	0.00	565.00	7.07	22.45	2.19	4.33	0.01	4135.00	7.07	1.00	0.00
120	0.32	0.01	0.04	0.00	10.50	0.71	580.00	0.00	16.78	0.88	4.30	0.01	4120.00	0.00	1.00	0.00
125	0.35	0.01	0.03	0.00	14.50	0.71	615.00	7.07	21.20	3.96	4.25	0.01	4075.00	7.07	1.00	0.00
130	0.32	0.00	0.18	0.02	13.00	4.24	640.00	0.00	30.30	1.84	4.18	0.04	4185.00	21.21	1.00	0.00

DS: Desviación estandar



BIBLIOTECA
FAC. ING.
MARITIMA

ANEXO # 4

LÍMITES PARA DESCARGAS DE EFLUENTES INDUSTRIALES A SISTEMAS DE ALCANTARILLADO

PARAMETRO	UNIDAD	LIMITE MAXIMO
pH		6 - 9
Sólidos Suspendidos	mg/l	10
Sólidos disueltos en hexano	mg/l	50
Demanda Bioquímica de oxígeno	DBO ₅	1000
Sulfatos	mg/l	500
Coliformes	UFC/100ml	

ANEXO 5

PRESUPUESTO GLOBAL USD \$

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL EN UNA EMPACADORA DE CAMARONES

	CANTIDAD	UNIDAD	MANO DE OBRA USD \$	EQUIPO USD \$	MATERIAL USD \$	SUBTOTAL COSTOS USD \$	TOTAL USD \$
Hormigon Armado 210 k/CM.2	185	M3	79.09	6.79	119.13	241.82	44.736,70
BOMBA 3" 2 HP.	9	U			981.82		8.836,38
CHECK 3"	1	U			50.91		50,91
VALVULA COMP.	1	U			75,00 16,70		75,00
TUBERIA PVC 4"	25	U					417,50
VALVULA (PV 4")	26	U			86,18		2240,68
NUDO PVC 4"	52	U			8,04 0,82		418,08
CODO PVC 4"	4	U					3,28
TUBERIA (PVC 3")	6	U			15,00 5,91		90,00
NUDO PVC 3"	14	U					82,74
CODO PVC 3"	22	U			0,64		14,08
"T" PVC 3"	7	U			0,78		5,46

ANEXO 6

GASTOS OPERATIVOS ANUALES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO

Los costos relacionados con la operación de una planta de tratamiento no deben exceder de los siguientes rangos comparándolos con el 100 % del costo total de operación de la misma.

Rubro	Rango (%)
Personal	55 - 35
Energía Eléctrica	10 - 35
Materiales	20 - 25
Mantenimiento	5 - 15



BIBLIOTECA
FAC. ING.
MARÍLIA

En el caso de la planta de tratamiento que diseñamos anteriormente, el costo total de operación correspondía a la cantidad de USD \$. 33.000. Dichos valores comparados con la tabla anterior corresponden a las siguientes cantidades:

Rubro	% Costo Total	Costo (USD. \$)
Personal	44	14520
<i>Ingeniero(1)</i>	20.8	6850
<i>Técnico (1)</i>	11.8	3900
<i>Operarios(2)</i>	11.4	3768
Energía Eléctrica	8	2640
Materiales	17	5610
Mantenimiento	31	10230
TOTAL		33000

BIBLIOGRAFIA

- **Allende Ignacio Dr.** 1998. Seminario de "Recolección y Tratamiento de Aguas Residuales". Colegio de Ingenieros Civiles del Guayas.
- **Anfarco C. Ltda.** 1997. Memorias técnicas del diseño de una planta de aguas residuales.
- **Armada del Ecuador.** 1993, Dirección General de la Marina Mercante y del Litoral.(DIGMER). Parámetros y niveles permisibles que las industrias deben cumplir, previo a la evacuación de sus desechos a cuerpos hídricos receptor.
- **C.N.A.** 1998. "Exportaciones de camarón 1997, año record".
- **C.N.A.** 1998. "Introducción de los conceptos de tecnología limpia y de sistemas de gestión de calidad y medio ambiente en la industria camaronera del Ecuador".
- **CAAM (Comisión Asesora Ambiental de la Presidencia de la República)** 1994. "Manual Legal sobre el Medio Ambiente en el Ecuador"
- **ECAPA-G Planta de Alcantarillado el Progreso.**1998 Entrevista personal Ing.Jorge Endo (Jefe Operativo) .
- **ECAPA-G. Planta de agua potable La Toma.** 1998. Referencia personal Dr. Felix Bobadilla , Ing. Andrés Moreno.
- **Frederick S. Merritt.** 1990 "Manual del Ingeniero Civil" Volumen III
- **Hernández A. Hernández I** 1996 Manual de Depuración Urbana Editorial

- **Matamoros David Ing.** 1998. Notas del Seminario Tratamiento de Aguas Residuales.
- **Metcalf and Eddy, Inc.** 1995. Ingeniería de Aguas Residuales: Tratamiento, Vertido y Reutilización. V: I, II y III, Mc Graw-Hill, España.
- **Norcall Chemical**, 1994. Manual del Agua.- Su naturaleza, tratamiento y aplicaciones. Pag 3.6 - 22.9.
- **Nordell Eskel**, 1965. Tratamiento de Agua para la industria y otros usos.
- **PNUMA**. 1990. Estado del medio marino (reporte # 115 del programa de mares regionales).
- **Registro oficial #204 (5/6/89)**
- **Solis Carlos, Fantelli Maria, Moreno Xavier**, 1992. "Avances en el diseño de las lagunas de estabilización". Tecnología del Agua, Artículo técnico # 99. Pag. 41-48.
- **Vaco William Sigcho**. Tratamiento y eliminación de desechos. Capítulo 38.
- **Yungán Jacqueline Ac.**, 1998. Comunicación personal sobre el proyecto de Tratamiento de Agua Residual.
- **Yungán Jacqueline Ac. y Jerry Landivar M.Sc.** 1996. Seminario de Importancia de la Detección del Residual de Metabisulfito en camarón para exportación.