



**TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE AGUAS RESIDUALES
MEDIANTE LODOS ACTIVADOS EN MODALIDAD DE
AEREACIÓN EXTENDIDA**

**PROYECTO
LOMAS DE MASTRANTO 2**

MEMORIA TECNICA DE CALCULOS

CAPACIDAD: 100,000 GPD.

UBICACIÓN:

**PROVINCIA: PANAMÁ OESTE
DISTRITO: LA CHORRERA
CORREGIMIENTO: BARRIO COLON**



TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE AGUAS RESIDUALES MEDIANTE LODOS ACTIVADOS EN MODALIDAD DE AEREACIÓN EXTENDIDA

PROYECTO
LOMAS DE MASTRANTO 2

DESCRIPCION OPERATIVA



TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE AGUAS RESIDUALES MEDIANTE
LODOS ACTIVADOS EN MODALIDAD DE AEREACIÓN EXTENDIDA

PROYECTO
LOMAS DE MASTRANTO 2

- 1- PLANTA DE TRATAMIENTO AERÓBICA CON CAPACIDAD DE 100,000 GPD, EN DOS MODULOS DE 50,000 GDP C/U.

POBLACION A SERVIR: CANT. DE VIVIENDAS 250 U.V.

LA PLANTA FUE DISEÑADA PARA QUE EL AGUA TRATADA FINAL CUMPLA CON LAS CARACTERÍSTICAS REQUERIDAS EN LA NORMA DGNTI COPANIT 35-2000 PARA DESCARGA DE EFLUENTES A CUERPO RECEPTOR Y LOS LODOS PRODUCTO DEL TRATAMIENTO CUMPLIRÁN CON LA NORMA DGNTI COPANIT 47-2000.

- 2- SE PROYECTA EN RETIRO MINIMO DESDE LA RESIDENCIA MAS CERCANA.

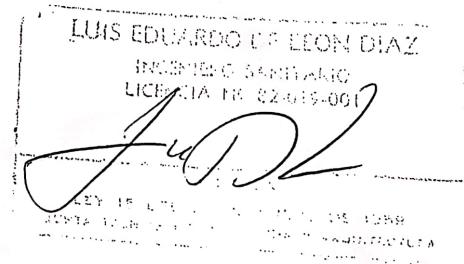
- 3- PUNTO DE DESCARGA: RIO CAIMITO.

- 4- DISPOSICIÓN DE LODOS SECOS: LOS LODOS SECOS SE UTILIZARAN COMO ABONO DE LA JARDINERIA Y AREA COMUN DEL PROYECTO.

5- PLAN DE CONTINGENCIA:

A- EN CASO DE REQUERIR REPARACIONES, CADA EQUIPO SE PUEDE RETIRAR DEL SISTEMA SIN DETENER LOS DEMÁS Y SIN LA NECESIDAD DE VACIAR LOS TANQUES PARA ESTA OPERACIÓN.

- 6- SE SEMBRARAN ARBOLES DE ESPECIES NATIVAS EN EL PERIMETRO DE LA PLANTA.



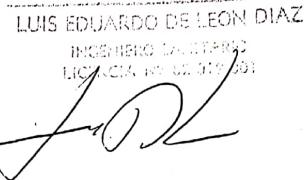


**TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE AGUAS RESIDUALES
MEDIANTE LODOS ACTIVADOS EN MODALIDAD DE
AEREACIÓN EXTENDIDA**

**PROYECTO
LOMAS DE MASTRANTO 2**

MEMORIA DE CÁLCULOS

MARCO TEORICO



Introducción

El tratamiento de aguas residuales es una réplica del proceso natural de descomposición por medio del uso de procesos físicos y biológicos. Por lo general, el tratamiento de las aguas residuales domésticas incluye dos niveles de tratamiento: el primario y el secundario. También incluye la disposición de las aguas residuales tratadas y los derivados de lodos. El objetivo del tratamiento primario es sacar la materia sólida de las aguas residuales. El tratamiento secundario elimina los contaminantes restantes utilizando un proceso biológico.

El proceso de lodos activos, un proceso de tratamiento secundario, utiliza microorganismos para desintegrar la materia orgánica en las aguas residuales. Esto elimina los contaminantes adicionales de las aguas residuales.

Los lodos activados son un proceso de tratamiento por el cual el agua residual y el lodo biológico (microorganismos) son mezclados y aereados en un tanque denominado aereador, los flóculos biológicos formados en este proceso se sedimentan en un tanque de sedimentación, lugar del cual son recirculados nuevamente al tanque aereador o de aereación.

En el proceso de lodos activados los microorganismos son completamente mezclados con la materia orgánica en el agua residual de manera que ésta les sirve de alimento para su producción. Es importante indicar que la mezcla o agitación se efectúa por medios mecánicos (aereadores superficiales, sopladores, etc) los cuales tienen doble función: 1) producir mezcla completa y 2) agregar oxígeno, al medio para que el proceso se desarrolle.

Los elementos básicos de las instalaciones del proceso de lodos activados.

- Tanque de aereación: Estructura donde el influente y los microorganismos (incluyendo biomasa de los lodos activados) son mezclados. Se produce reacción biológica.
- Tanque sedimentador: El influente mezclado procedente del tanque aereador es sedimentado separando los sólidos suspendidos (lodos activados), obteniéndose un efluente tratado clarificado.
- Equipo de aereación: Inyección de oxígeno para activar las bacterias heterotróficas.
- Sistema de retorno de lodos: El propósito de este sistema es el de mantener una alta concentración de microorganismos en el tanque de aereación. Una gran parte de sólidos biológicos sedimentables en el tanque sedimentador son retornados al tanque de aereación.
- Exceso de lodos y su disposición: El exceso de lodos, debido al crecimiento bacteriano en el tanque de aereación, son eliminados, tratados y dispuestos.

LUIS EDUARDO LEÓN DÍAZ
INGENIERO EN HACIENDA
LICENCIADO EN AGRICULTURA

JED

Operaciones Básicas

1. Pretratamiento/ Ajuste de Aguas Residuales

El primer paso en el tratamiento de aguas residuales consiste en un acondicionamiento antes de proceder hacia el proceso de lodos activados, esto es debido a que ciertos elementos inhiben el proceso biológico. Este acondicionamiento se hace mediante la eliminación de los sólidos grandes a través del uso de rejillas. Después de pasar por las rejillas entra al tanque de aereación para su tratamiento. Los sólidos retenidos se desechan en bolsas hacia rellenos sanitarios.

2. Remoción de DBO en Tanque de aereación

Ya dentro del proceso de lodos activados, la biomasa de lodos y la aereación proveen los dos medios a través de los cuales la materia coloidal y disuelta del influente puede ser tratada.

Las aguas residuales crudas mezcladas con el lodo activado retornado desde los tanques sedimentadores son aereadas hasta obtener cerca de 2 mg/lit de oxígeno disuelto. En este proceso una parte de la materia orgánica contenida en el influente es mineralizada y gasificada; y la otra parte, es asimilada como nuevas bacterias.

A través de las bacterias presentes en las partículas la biomasa de lodos, el oxígeno y la mezcla provista por el sistema de aereación, ocurren dos procesos biológicos:

a. El primero es la síntesis de la materia coloidal y disuelta.

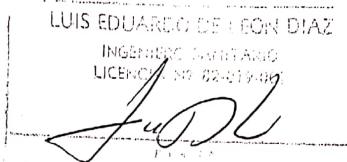
Aquí los organismos activos, con la ayuda de oxígeno, absorben, digieren y crean sólidos suspendidos. Luego de un adecuado tiempo de retención en los tanques de aereación, estos sólidos se sedimentan en los tanques sedimentadores y luego son devueltos a los tanques de aereación.

El sobreflujo del vertedero de los sedimentadores estará relativamente libre de materia coloidal y disuelta. Una proporción de los sólidos sedimentables deberá ser periódicamente retirada del sistema. Esto ayudará a prevenir la formación de una concentración de partículas de lodos activados mayor a lo requerido en el tanque de aereación (licor mezclado) al formarse nuevos sólidos a partir de los presentes en las aguas servidas.

b. El segundo proceso es llamado oxidación.

La oxidación, al igual como ocurre en otras formas biológicas de vida, es simplemente la quema del alimento (partículas de las aguas servidas y fecales) y la creación resultante de energía, CO₂ y agua.

En la planta de tratamiento se tienen dos tanques de aereación que son oxigenados mediante el uso de difusores de aire instalados en el fondo. El aire es suministrado por sopladores volumétricos, este equipo también se encarga de proporcionar la mezcla requerida por el proceso biológico de este tanque.



3. Separación sólido líquido en el Tanque de Sedimentación

Los lodos activados son lodos sedimentados de las aguas residuales crudas previamente agitados en la presencia de abundante oxígeno atmosférico. Los lodos activados son diferentes de otros lodos tanto en apariencia como en características físicas y composición biológica. Un lodo activado de buena calidad tiene un particular olor a tierra húmeda y mohosa cuando está en circulación en el tanque de aereación.

El lodo es un flóculo de un color café claro que precipita y sedimenta rápidamente en el líquido de origen dejando un sobrenadante claro sin olor ni color y brillante.

Los lodos activados deben ser separados del licor mezclado proveniente del tanque de aereación. Este proceso se realiza en el tanque de sedimentación, concentrándolos por gravedad. La finalidad de este proceso es:

- a. Conseguir un efluente clarificado con un mínimo de sólidos suspendidos
- b. Asegurar el lodo de retorno.

Con la finalidad de mantener la concentración de los lodos activados en el licor mezclado en un determinado valor, una parte de los lodos son eliminados del sistema al tanque digestor de lodo.

Un aspecto relacionado con la separación de lodos es el concerniente a los flóculos biológicos de los lodos activados, estos están compuestos de bacterias heterotróficas y son el elemento principal para la purificación, tienen dos importantes características en el proceso:

- a. Eficiente remoción de materia orgánica.
- b. Eficiente separación de sólidos.

En la planta de tratamiento se cuenta que con dos tanques sedimentadores y el retorno de lodos se hace mediante bombas sumergibles para aguas negras que permiten regresar los lodos hacia los tanques de aereación o hacia el digestor de lodo cuando es necesario reducir la concentración de microorganismos en los tanques de aereación.

4. Desactivación de sólidos en el Tanque Digestor y disposición hacia Lechos de Secado

La digestión aeróbica se basa en el principio de que los microorganismos metabolizarán su masa celular ante la ausencia de materia cruda nueva entrando a la mezcla. Este componente del proceso reduce los sólidos volátiles de la mezcla reduciendo el total de sólidos que se envía a los lechos de secado. El proceso de digestión también elimina olores, aceites, grasas y reduce la población de microorganismos patógenos del lodo.

La digestión de lodos se realiza continuamente por medio de la alimentación intermitente de lodo activado desde el sedimentador de la planta y la remoción en lotes de lodo y nata del mismo. El tanque digestor es aereado para el desarrollo del proceso de digestión mediante la provisión de

LUIS EDUARDO LEÓN DÍAZ
INGENIERO SANITARIO
LICENCIADO EN BACHILLERATO

oxígeno y la mezcla. Esta aereación debe ser detenida periódicamente para sedimentar los lodos y retirar la nata en la parte superior. En la medida que se va retirando la nata del digestor aumentan la concentración de lodos. Una vez alcanzada una concentración de sólidos suspendidos en el digestor superior al 2%, la separación de la nata de la mezcla del digestor se hace más y más difícil por lo que el mismo es retirado hacia lechos de secado para su posterior disposición.

Los lechos de secado son filtros que reciben los lodos digeridos y separan mayor cantidad de líquido de los mismos y manteniendo los sólidos en la parte superior los cuales se secan para su remoción y disposición final. Los líquidos filtrados son llevados a la entrada de agua cruda de la planta para su ingreso al sistema nuevamente.

En la planta de tratamiento se cuenta con un tanque digestor de lodos que descarga hacia dos lechos de secado. La aereación del digestor se realiza con los mismos sopladores principales y difusores de burbuja instalados en el fondo del tanque, la descarga de lodos digeridos hacia los lechos de secado se realiza por medio de una bomba sumergible para aguas residuales.

5. Desinfección

El impacto de las aguas servidas en las fuentes de agua superficial y subterránea ha puesto en relevancia diversas problemáticas de salud y seguridad. Los organismos potencialmente problemáticos en el agua residual doméstica incluyen a las bacterias entéricas, los virus y los quistes de protozoarios.

Como respuesta a estas preocupaciones, la desinfección se ha convertido en uno de los mecanismos principales para la desactivación o destrucción de los organismos patógenos. Para que la desinfección sea efectiva, el agua residual debe ser tratada adecuadamente. El cloro es el desinfectante más usado para el tratamiento del agua residual doméstica porque destruye los organismos a ser inactivados mediante la oxidación del material celular.

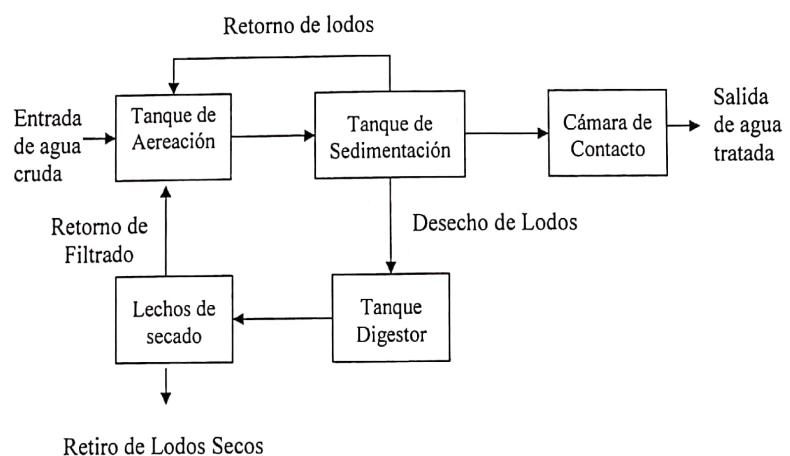
En el tratamiento de aguas servidas, las normas sobre coliformes fecales no se cumplirán sin una operación de desinfección adecuada. El líquido efluente del sedimentador de lodos debe ser conducido a un sistema de desinfección que permita descargar agua tratada adecuadamente. Es claro que el sistema de tratamiento biológico se diseña sólo para el abatimiento bioquímico de DBO₅ ya que los sólidos suspendidos se controlan en el sedimentador y los Coliformes fecales en una unidad de desinfección.

La dosis mínima debe ser aproximadamente de 7 mg Cl₂/l, para abatir el número de coliformes fecales en el orden de magnitud adecuado por la norma sin que adicionalmente se alteren las propiedades fisicoquímicas. El tiempo de retención en la cámara de contacto con la dosis óptima es de 30 minutos.

En la planta de tratamiento se cuenta con un sistema de dosificación de gas cloro. El efluente mezclado con cloro pasa por una cámara de contacto que cuenta con separaciones alternadas que

hacen circular el agua y permitir la acción desinfectante del cloro. Una vez recorrido el tanque de contacto el efluente ya desinfectado es enviado al sitio de descarga final.

Esquema de procesos realizados en la planta



La Planta de Tratamiento es aeróbica con capacidad de 100,000 GPD, diseñada bajo los siguientes parámetros:

Agua Cruda	Agua Tratada
DBO5 : 300 mg/l	DBO5: 35 mg/l
TSS: 250 mg/l	TSS: 35 mg/l
TKN: 40 mg/l	TKN: 5 mg/l

LUIS EDUARDO DE LEÓN DÍAZ
INSTITUTO SANITARIO



**TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE AGUAS RESIDUALES
MEDIANTE LODOS ACTIVADOS EN MODALIDAD DE
AEREACIÓN EXTENDIDA**

**PROYECTO
LOMAS DE MASTRANTO 2**

CALCULOS SANITARIOS

TRATAMIENTO

CÁLCULOS HIDRÁULICOS Y SANITARIOS
SISTEMA DE TRATAMIENTO DE LODOS ACTIVADOS DE AERACIÓN EXTENDIDA
PROYECTO: URBANIZACIÓN LOMAS DE MASTRANTO II

OBJETIVOS:

LOS CÁLCULOS DESARROLLADOS ASUMEN QUE EL AGUA CRUDA A TRATAR TIENE LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS AguAS RESIDUALES DOMÉSTICAS TÍPICAS DE NUESTRO MEDIO. LA PLANTA SE DISEÑARÁ PARA QUE EL AGUA TRATADA FINAL CUMPLA CON LAS CARACTERÍSTICAS REQUERIDAS EN LA NORMA DGNTI COPANIT 35-2000 PARA DESCARGA DE EFLUENTES A CUERPO RECEPTOR Y LOS LODOS PRODUCTO DEL TRATAMIENTO CUMPLIRÁN CON LA NORMA DGNTI COPANIT 47-2000.

PLAN DE CONTINGENCIA:

A. EL DISEÑO DE ESTA PLANTA PERMITE EN FLUJO POR GRAVEDAD DEL AGUA ATRAVÉS DE TODOS LOS TANQUES; POR LO TANTO, DURANTE LOS PERÍODOS DE FALTA DE ENERGÍA ELÉCTRICA, LA PLANTA DE TRATAMIENTO SE COMPORTARÁ COMO UN GRAN TANQUE SEDIMENTADOR CON UN TIEMPO DE RETENCIÓN HIDRÁULICA DE APROXIMADAMENTE 24 HORAS, POR LO CUAL, LA CALIDAD DEL EFLUENTE NO SE AFECTARÁ DURANTE ESTE PERÍODO. LA DESINFECCIÓN DEL EFLUENTE TAMPOCO SERÁ AFECTADA, YA QUE LA MISMA NO DEPENDE DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA PARA SU FUNCIONAMIENTO.
 B. EN CASO DE REQUERIR REPARACIONES, CADA EQUIPO SE PUEDE RETIRAR DEL SISTEMA SIN DETENER LOS DEMÁS Y SIN LA NECESIDAD DE VACIAR LOS TANQUES PARA ESTA OPERACIÓN.

CARGAS:

CANTIDAD DE VIVIENDAS:

HABITANTES POR VIVIENDA:

RETORNO DE AGUAS RESIDUALES POR HABITANTE:

CAUDAL POR VIVIENDAS:

250	U.V.
5	HABITANTES
80	GPPD
100000	GPD

AREA COMERCIAL

NO. DE LOCALES

DOTACIÓN DE AGUA POTABLE POR LOCAL:

TASA DE RETORNO:

CAUDAL TOTAL DE PARVULARIO:

M2	LOCALES
GPD	%
%	GPD

CAUDAL POR TRATAR (Q-PROMEDIO):

100,000 GPD 69 GPM 0.15 PIE3/SEG

DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO ENTRADA:

240 MG/LT 200.16 LBS/DIA

SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES ENTRADA:

220 MG/LT 183.48 LBS/DIA

NITRÓGENO AMONIACAL ENTRADA:

15 MG/LT 12.51 LBS/DIA

NITRÓGENO KJENDAL ENTRADA:

30 MG/LT 25.02 LBS/DIA

REQUERIMIENTOS:

DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO SALIDA:

30 MG/LT

SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES SALIDA:

30 MG/LT

NITRÓGENO AMONIACAL SALIDA:

MG/LT

NITRÓGENO KJENDAL SALIDA:

5 MG/LT

TANQUE DE AERACIÓN

TIEMPO DE RETENCIÓN HIDRÁULICA =

20 HORAS = 0.833 DIA

CAPACIDAD TOTAL DE TANQUES DE AERACIÓN

= 100,000 X 0.83
= 83,333 GALONES

CANTIDAD DE MODULOS DE TRATAMIENTO:

2 MODULOS

CAPACIDAD - TANQUE DE AERACIÓN/MODULO:

41,667 GALONES

DIMENSIONES RECOMENDADAS PARA TANQUE DE AERACIÓN:

ANCHO (A):	13.95	PIES	4.25 METROS
PROFUNDIDAD (P):	13.29	PIES	4.05 METROS
LONGITUD (L):	30.19	PIES	9.20 METROS
AREA SUP.:	421	P/CUAD	39.12 M/CUADRADOS
VOLUMEN :	5,597	P/CUBICO	41,866 GALONES
			158.46 M/CUBICOS

LUIS EDUARDO DE LEÓN DIA
 INGENIERO SANITARIO
 LICENCIA N° 82-079-001
 JUNTA TECNICA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
 15 DEL 22 DE ENERO DE 1958

TANQUE DE SEDIMENTACIÓN

VELOCIDAD DE SOBREFLUXO CONSIDERADA A LA ENTRADA DEL TANQUE DE SEDIMENTACIÓN =

300 GAL/P2/DIA

AREA SUPERFICIAL TOTAL REQUERIDA:

= 50,000 / 300 GAL/P2/DIA
= 167 PIÉS CUADRADOS

LONGITUD MÍNIMA DE SEDIMENTADORES

= 167 / 13.95 = 12 PIÉS = 3.64 METROS

PRODUCCIÓN DE LODOS

TIEMPO DE RETENCIÓN HIDRÁULICA

= 0.83 DIAS (A NIV. MIN.)

MLSS

= 3,000 MG/L (A NIV. MIN)

F/M

= 0.09 LBS DBO/LBS MLSS-DIA

TIEMPO DE RETENCIÓN DE LODOS

= 14.5 DIAS

PRODUCCIÓN DE LODOS

= 139 LBS /DIA

REQUERIMIENTO ACTUAL DE OXÍGENO

REQUERIMIENTO DE OXÍGENO (DBO) = 1.25 LB/LB x 8.69 200.16 LB DE O2/HR x 0.83 DIA / 24 HR

REQUERIMIENTO DE OXIGENO (N-KJENDAL) = 4.6 LB/LB x 25.02 LB/DIA x 0.83 DIA / 24 HR

ADR TOTAL = 4.00 LB DE O2MR
 SOR = 12.68 LB DE O2MR
 SOTE = $\frac{12.68}{38.44} \times 10.33$ LB DE O2MR
 SOTE = $\frac{2\% \times 12.68}{25.58 \%}$ pies de profundidad del difusor
SCFM REQUERIDOS =

$$\frac{\text{DEMANDA} \times 0.0175 \times \text{efic. De transferencia del difusor x sumergencia}}{(SOR/50) \times (0.0175 \times SOTE/100)}$$

 = $\frac{0.0175 \times 10.33}{(0.0175 \times 38.44/100)} = \frac{0.16}{0.0044}$
 = 37.05 SCFM
 CANTIDAD DE DIFUSORES (MÍNIMA) = 143.10 / 3 = 48 DIFUSORES (3 SCFM POR DIFUSOR)
 FLUJO DE RETORNO DE LODOS (FRL) = $[C_l / (C_s - C_l)] \times Q \text{ PROMEDIO} \times F_s$
 DONDE:
 $C_l = \frac{MLSS}{3000} \text{ (MG/L)}$
 $C_s = \frac{\text{CONCENTRACIÓN PROMEDIO DEL FRL}}{6000} \text{ (MG/L)}$
 $Q \text{ PROMEDIO POR MÓDULO} = \frac{\text{FLUJO PROMEDIO DE ENTRADA POR MÓDULO}}{35 \text{ GPM}}$
 FACTOR DE SEGURIDAD (F_s) = 1.5
 FLUJO DE RETORNO DE LODOS (FRL) = 52 GPM
DIGESTOR DE LODOS
 VOLUMEN DE SOLIDOS AL DIGESTOR = 139.12 LBS/DIA = 63.24 KGO/DIA
 % DE SOLIDOS VOLATILES = 70%
 % DE REDUCCION DE SOLIDOS = 40%
 % SOLIDOS EN EL DIGESTOR = 2%
 DIAS DE RETENCION EN EL DIGESTOR = 15 DIAS
 RATA DE OXIGENO = 2.0 LBS DE O2/LB DE SOLIDOS VOLATILES REDUCIDO
 DEMANDA DE OXIGENO = $77.91 \text{ LBS DE O2/DIA} = 3.25 \text{ LBS DE O2/HR}$
 SOR = $\frac{3.25}{9.34} \times 10.33$ LB DE O2MR
 SOTE = $\frac{2\% \times 12.68}{25.58 \%}$ pies de profundidad del difusor
SCFM REQUERIDOS =

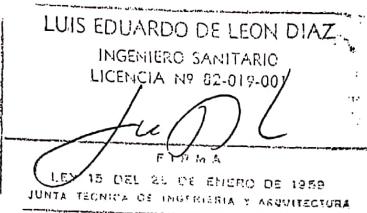
$$\frac{\text{DEMANDA} \times 0.0175 \times \text{efic. De transferencia del difusor x sumergencia}}{(SOR/50) \times (0.0175 \times SOTE/100)}$$

 = $\frac{0.0175 \times 3.25}{(0.0175 \times 38.44/100)} = \frac{0.16}{0.0044}$
 = 37.05 SCFM
 CANTIDAD DE DIFUSORES (MÍNIMA) = 37.05 / 3 = 12 DIFUSORES (3 SCFM POR DIFUSOR)
 FLUJO DE LODOS DIGESTOR = $\frac{\text{VOLUMEN DE LODOS}}{\% \text{ DE SOLIDOS EN EL DIGESTOR X 0.34}} = \frac{139.12}{0.17} = 834 \text{ GPD}$
 VOLUMEN DEL DIGESTOR = 834 GPD X 15 DIAS = 12,511 GAL
 AREA DEL DIGESTOR = $\frac{47.34}{4.05} = 11.59 \text{ MTS CUADRADOS}$
DATOS DEL SOPLADEOR DE AIRE
 VOLUMEN DE AIRE TOTAL = (AEREAC) (DIGEST) (COL. ESPUMA)
 = $143.10 + 37.05 + 12.51 = 192.76 \text{ SCFM}$
 PRESION DE DESCARGA = PROFUNDIDAD + PÉRDIDA EN LA LINEA
 = $13.29 + 1.33 = 14.62 \text{ PIES} = 6.33 \text{ PSI}$
LECHOS DE SECADO

LUIS EDUARDO DE LEON DIAZ
 INGENIERO SANITARIO
 LICENCIA N° 82-01-9001

 10 Y 15 OCT 2000 ENERO DE 1995
 JUNTA TECNICA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

MASA DE SÓLIDOS EN LODO DIGERIDO =	63.24 KG/DIA x	0.3 =	18.97 KG/DIA
DENSIDAD DEL LODO =	1.04 KG/LT		
% SÓLIDOS EN LODO DIGERIDO =	10%		
VOLUMEN DIARIO DE LODOS DIGERIDOS =	182.42 LTS/DIA		
TIEMPO DE SECADO PROYECTADO =	18 DIAS		
VOLUMEN DE LODOS ENVÍADOS A LOS LECHOS =	3.28 METROS CUBICOS		
PROFUNDIDAD DE APLICACIÓN AL LECHO =	0.3 MTS		
AREA REQUERIDA PARA LECHOS =	10.95 MTS CUADRADOS		



**CÁLCULOS DE MODELO DE TRATAMIENTO
SISTEMA DE TRATAMIENTO DE LODOS ACTIVADOS DE AEREACIÓN EXTENDIDA
PROYECTO: PTAR URBANIZACIÓN LOMAS DE MASTRANTO II**

Los siguientes cálculos se basan en el modelo de lodos activados aplicado basándose en los siguientes criterios de diseño:

Flujo=	Flujo influente diario promedio		
	0.1000 MGD	=	379 m ³ /día
Volumen	= Volumen total de todas las celdas de aereación		
	= 0.0833 MGD	=	315 m ³
T	= Temperatura de diseño en los tanques		
	= 30 °C		
BOD ₅	= BOD ₅ de diseño en el Influyente		
	= 240 mg/l		
TSS	= Sólidos suspendidos totales de diseño del Influyente		
	= 220 mg/l		
TKN	= Nitrógeno Kjeldahl total de diseño del Influyente		
	= 30 mg/l		
MLSS	= Sólidos Suspensos de Licor Mezclado de diseño		
	= 3,000 mg/l		
Horas de Aereación=	Tiempo de aereación por día		
	= 24 hr/día		
WS Conc=	= Concentración de Lodo de Desecho		
	= 7,500 mg/l (asumida)		
Parametros del Sistema			
HRT	= Volumen/Flujo		
	= 0.8 días		

Tiempo de retención de Sólidos, SRT

El tiempo de retención de sólidos, o edad del lodo, es calculado asumiendo un valor inicial para el SRT, y entonces calculando la masa total asociada, M_t. Se hacen iteraciones hasta que la masa total calculada por el programa sea igual al MLSS de diseño. De esta manera:

$$\text{SRT} = 14.5 \text{ días}$$

Rata Alimento a Masa, F/M

$$\begin{aligned} \text{F/M} &= \text{BOD}_5 \text{ alimentación (lbs/día) / MLSS Total, lbs} \\ &= 0.09 \text{ 1/día} \end{aligned}$$

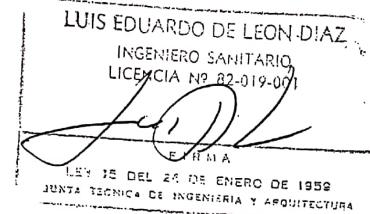
Coeficientes cinéticos (Como una función de la temperatura de diseño)

Coeficiente de Remoción de BOD, K_m

$$\begin{aligned} K_m &= 90 \times e^{(0.000315 \times 1)} \\ &= 720.01 \end{aligned}$$

Coeficiente de Síntesis de Lodo, K_s

$$\begin{aligned} K_s &= 62.5 \times e^{(0.000315 \times 1)} \\ &= 500.00 \text{ 1/día} \end{aligned}$$



Coeficiente de metabolismo endógeno

$$\begin{aligned} K_e &= 0.12 \times e^{(0.009315 \times 1)} \\ &= 0.96 \text{ 1/día} \end{aligned}$$

Cálculos de la masa del sistema

Masa Activa, M_a

$$\begin{aligned} M_a &= \frac{K_s \times F}{(1/SRT) + K_e} \\ &= 194 \text{ mg/l} \end{aligned}$$

Masa endógena, M_e

$$\begin{aligned} M_e &= 0.24 \times K_e \times M_a \times SRT \\ &= 651 \text{ mg/l} \end{aligned}$$

Masa Orgánica Inerte, M_i

$$\begin{aligned} M_i &= TSS \times (VSS \text{ Total} \times VSS \text{ Inerte}) \times SRT/HRT \\ &= 1229 \text{ mg/l} \end{aligned}$$

VSS Total y VSS Inerte obtenida de los datos anteriores

Masa Inorgánica Inerte, M_{ii}

$$\begin{aligned} M_{ii} &= TSS \times (1 - VSS \text{ Total}) \times SRT/HRT + (M_a + M_e)/10 \\ &= 853 \text{ mg/l} \end{aligned}$$

Sólidos Volátiles, MLVSS

$$\begin{aligned} MLVSS &= M_a + M_e + M_i \\ &= 2074 \text{ mg/l} \end{aligned}$$

Concentración MLSS

Sólidos Suspensos Totales en el Licor Mezclado, MLSS

$$\begin{aligned} MLSS &= MLVSS + M_{ii} \\ &= 2927 \text{ mg/l} \end{aligned}$$

BOD del Efluente

BOD₅ Soluble del Efluente, F

$$\begin{aligned} F &= BOD_5 \text{ del influente, mg/l} / (Km \times HRT) + 1 \\ &= 0.40 \text{ mg/l} \end{aligned}$$

TSS del Efluente

$$\begin{aligned} TSS \text{ Eff} &= TSS \text{ esperado del efluente desde un clarificador propiamente diseñado} \\ &< 20 \text{ mg/l} \end{aligned}$$

Desecho de Lodo

Rata de desecho de lodo, WS

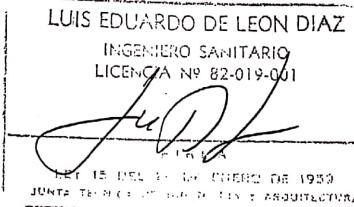
$$\begin{aligned} WS &= (MLSS, lbs - TSS \text{ Efluente, lbs}) / SRT \\ &= 139 \text{ lb WS/día} \end{aligned}$$

Flujo de Lodos, Q_{ws} (Asume 7600 mg/l de TSS desde el clarificador)

$$\begin{aligned} Q_{ws} &= WS / (\text{Sludge concentration} \times 8.34) \\ &= 2,224 \text{ gal/día} & = & 1.54 \text{ GPM} \end{aligned}$$

Requerimientos de Nitrificación

Carga Influyente TKN



INFLUENT

TKN Influyente = 25 lb/día

Nitrógeno utilizado como nutriente
Basado en 5% del BOD₅ influente:

$$\begin{aligned} \text{Nutriente-N} &= 0.05 \times \text{Flujo, MGD} \times \text{Influyente BOD}_5, \text{mg/l} \times 8.34 \\ &= 10 \text{ lb/día} \end{aligned}$$

Nitrógeno Orgánico Refractorio
Asumiendo 1-2 mg/l de nitrógeno orgánico en el efluente:

$$\begin{aligned} \text{Refractario-N} &= 1.5 \text{ mg/l} \times \text{Flujo, MGD} \times 8.34 \\ &= 1 \text{ lb/día} \end{aligned}$$

Requerimiento de Nitrificación

$$\begin{aligned} \text{Req. de Nitrificación} &= \text{TKN Influyente} - \text{Nutriente-N} - \text{Refractario-N} \\ &= 14 \text{ lb/día} \end{aligned}$$

Capacidad de Nitrificación

$$\begin{aligned} \text{Cap. Nitrificación} &= \text{lbs NH3-N Nitificado} / (\text{Horas de aereación} \times \text{lbs MLVSS}) \\ &\quad \times 24 \text{ hrs/día} \times \text{lbs MLVSS} \end{aligned}$$

A 30°C:

$$\text{Cap. Nitrif.} = 0.063110102$$

A 10°C:

$$\text{Cap. Nitrif.} =$$

Requerimiento Actual de oxígeno

El modelo McKinney calcula el requerimiento total actual de oxígeno como la suma del oxígeno requerido para la síntesis del BOD₅ influente, oxígeno requerido para la respiración endógena, y la requerida para la nitrificación

Demanda de Síntesis O₂, AOR_s

$$\begin{aligned} \text{AOR}_s &= 0.5 \times (\text{Fi}-\text{F}) \times \text{Flujo, MGD} \times 8.34 \\ &= 100 \text{ lb/día} \end{aligned}$$

Demanda Endógena O₂, AOR_e

$$\begin{aligned} \text{AOR}_e &= 1.415 \times \text{Ma} \times (0.76 \times \text{Ke}) \times \text{Volume} \times 8.34 \\ &= 139 \text{ lb/día} \end{aligned}$$

Demanda de Nitrificación O₂, AOR_n

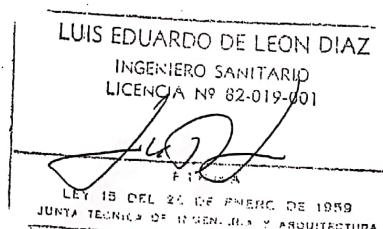
$$\begin{aligned} \text{AOR}_n &= 4.57 \times (\text{requerimiento de nitrificación}) \\ &= 63 \text{ lb/día} \end{aligned}$$

Requerimiento total de oxígeno, AOR_t

$$\begin{aligned} \text{AOR}_t &= \text{AOR}_s + \text{AOR}_e + \text{AOR}_n \\ &= 302 \text{ lb/día} = 12.58 \text{ lbs de O}_2/\text{hr} \end{aligned}$$

Rata de Toma de oxígeno, OUR

$$\begin{aligned} \text{OUR (mg/l/hr)} &= \text{AOR}_t / (\text{Volumen, MG} \times \text{Horas de Aereación} \times 8.34) \\ &= 18 \text{ mg/l/hr} \end{aligned}$$





**MEDIANTE LODOS ACTIVADOS EN MODALIDAD DE
AEREACIÓN EXTENDIDA**

**PROYECTO
LOMAS DE MASTRANTO 2**

CALCULOS ESTRUCTURALES

Materiales:

Concreto: 4000 psi

Acero: Grado 60

Cargas:

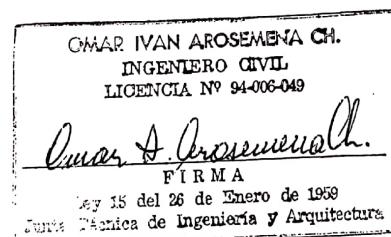
Presión de Agua: 1,000 Kg/m³

Presión del suelo: 1,600 Kg/m³

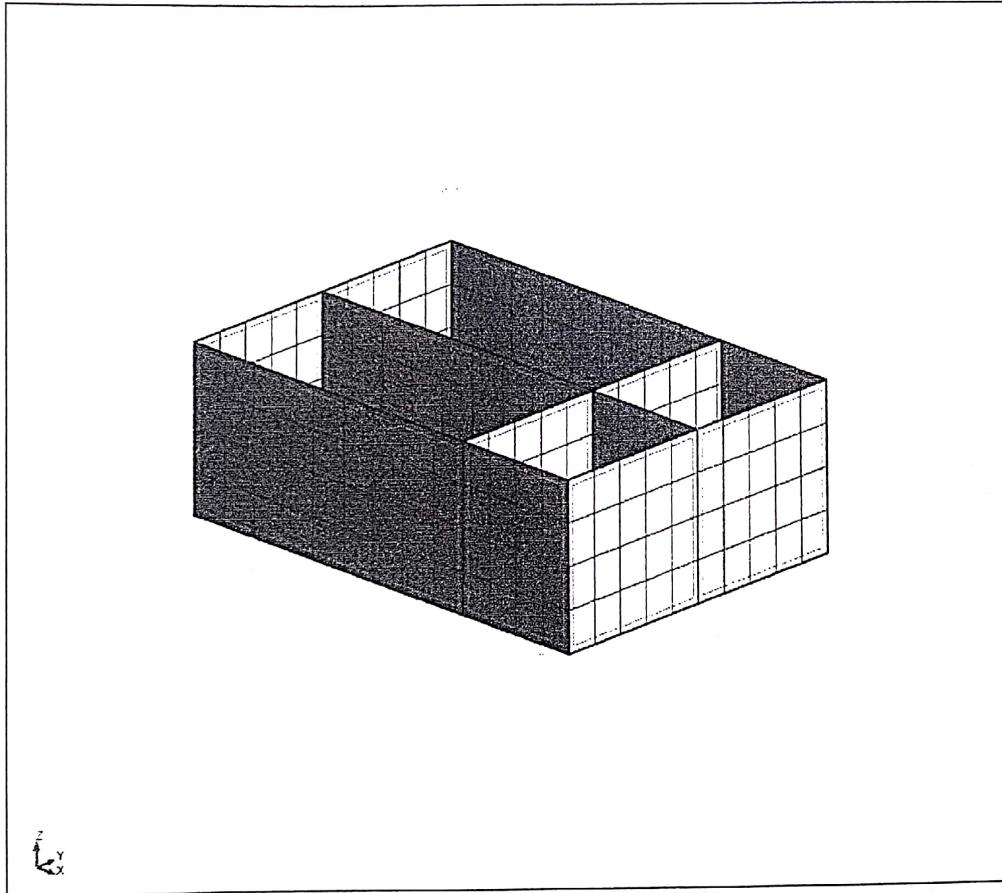
Recubrimientos Mínimos del Acero:

Muros y losa: 4 cm

Losa de piso: 7.5 cm (lado en contacto con el suelo)



Structure View



OMAR IVAN AROSEMENA CH.
INGENIERO CIVIL
LICENCIA N° 94-006-049

Omar I. Arosemena Ch.
FIRMA
Ley 15 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

OMAR IVAN AROSEMENA CH.
INGENIERO CIVIL
LICENCIA N° 94-008-049

Omar I. Arosemena Ch.

FIRMA
May 15 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

Data - Bars

Bar	Node 1	Node 2	Section	Material	Length (m)	Gamma (Deg)	Type
-----	--------	--------	---------	----------	------------	-------------	------

Data - Panels

Panel	Thickness	Material	Meshing type	Reinforcement type
1	TH25	CONCR_4	Coons	
2	TH20	CONCR_4	Coons	RC floor
3	TH25	CONCR_4	Coons	RC floor
4	TH20	CONCR_4	Coons	RC floor
8	TH20	CONCR_4	Coons	RC floor
9	TH20	CONCR_4	Coons	RC shell
10	TH20	CONCR_4	Coons	RC shell
11	TH20	CONCR_4	Coons	RC shell
12	TH20	CONCR_4	Coons	RC shell
13	TH20	CONCR_4	Coons	RC shell
14	TH20	CONCR_4	Coons	RC shell
15	TH20	CONCR_4	Coons	RC shell
18	TH20	CONCR_4	Coons	RC shell
19	TH20	CONCR_4	Coons	RC shell
21	TH20	CONCR_4	Coons	RC shell
22	TH20	CONCR_4	Coons	RC shell
				RC shell

Data - Sections

Section name	Bar list	AX (cm ²)	AY (cm ²)	AZ (cm ²)	IX (cm ⁴)	IY (cm ⁴)	IZ (cm ⁴)
--------------	----------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------

Date : 04/08/13

Page : 4

Oscar Ivan Arosemena Ch.
INGENIERO CIVIL
LICENCIA N° 94-003-049

Oscar I. Arosemena Ch.

FIRMA

Acto 18 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

Data - Supports

Support name	List of nodes	List of edges	List of objects	Support conditions
Pinned	1to9 14to69 78to99 112to159 171to189		1to4	UX UY UZ

Loads - Cases

Case	Label	Case name	Nature	Analysis type
1	DL1	DL1	dead	Static - Linear
2	LL1	Water1	live	Static - Linear
3	LL1	Water2	live	Static - Linear
4	LL1	Soil	live	Static - Linear
5		COMB1	permanente	Linear Combination
6		COMB2		Linear Combination
7		COMB3		Linear Combination

Loads - Values

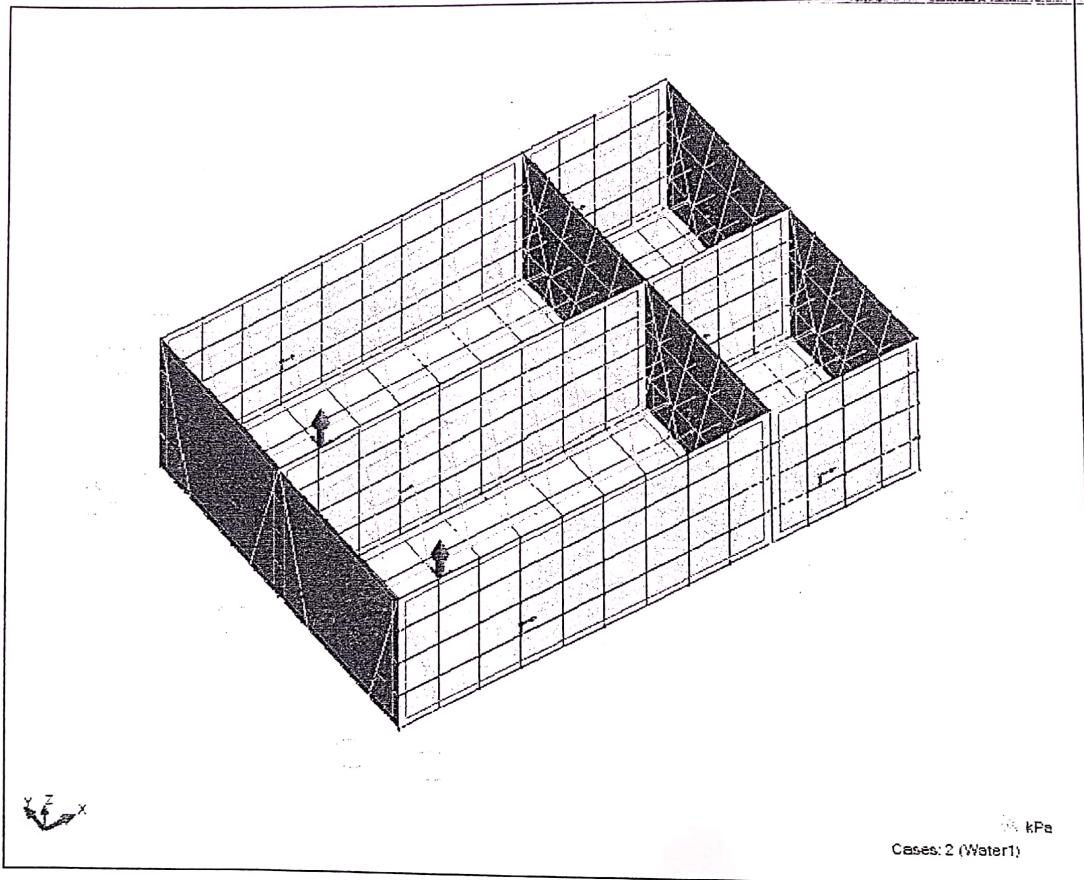
Case	Load type	List	Load values
1	self-weight	1to4 8to15 18 19 21 22	PZ Negative Factor=1.00
2	(FE) hydrostatic pressure	8 9 14 15 18 19 21 22	GAMMA=-1000.00(kG/m³) H=4.05(m) NDIR=-Z
2	(FE) hydrostatic pressure	10to13 18 19 21 22	GAMMA=1000.00(kG/m³) H=4.05(m) NDIR=-Z
3	(FE) hydrostatic pressure	13 19 21 22	GAMMA=1000.00(kG/m³) H=4.05(m) NDIR=-Z
3	(FE) hydrostatic pressure	9 14 15 19	GAMMA=-1000.00(kG/m³) H=4.05(m) NDIR=-Z
4	(FE) hydrostatic pressure	10to13	GAMMA=-1600.00(kG/m³) H=1.85(m) NDIR=-Z
4	(FE) hydrostatic pressure	8 9 14 15	GAMMA=1600.00(kG/m³) H=1.85(m) NDIR=-Z

C.DR. IVAN ARCEMENA CH.
INGENIERO CIVIL
LICENCIA N° 94-006-049

Ivan A. Arcemena Ch.
FIRMA

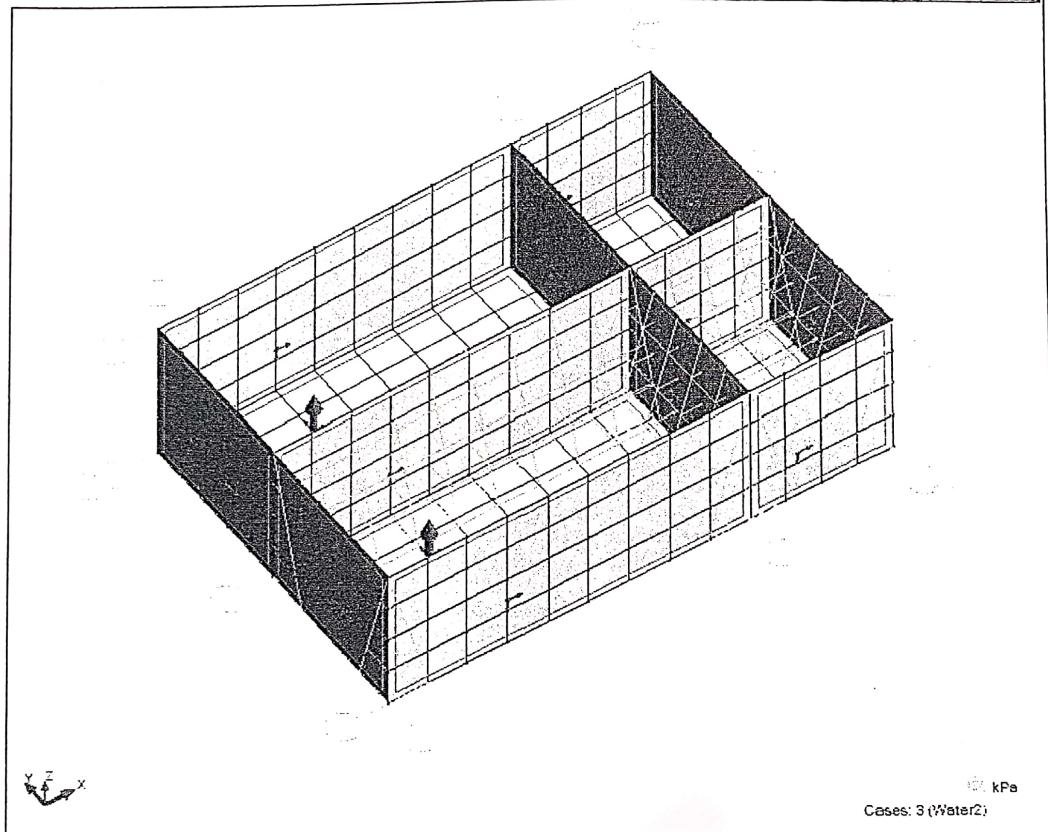
Acta del 28 de Enero de 1959
Técnica de Ingeniería y Arquitectura

View - Cases: 2 (Water1)



View - Cases: 3 (Water2)

OMAR IVAN AROSEMENA CH.
INGENIERO CIVIL
LICENCIA N° 94-006-049
Omar I. Arosemena Ch.
FIRMA
Ley 15 del 28 de Enero de 1959
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura



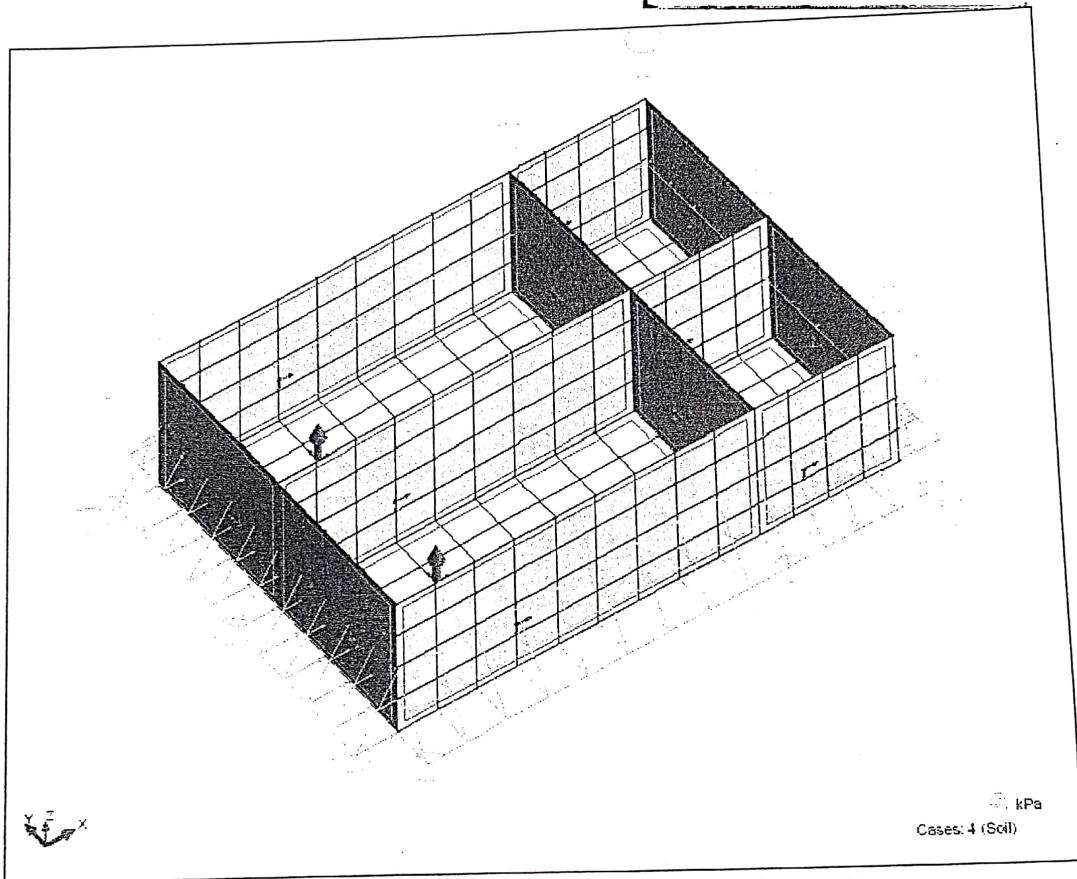
OMAR IVAN ARROYO MORA
INGENIERO CIVIL
LICENCIA N° 94-006-049

Omar I. Arroyo Mora

FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1958
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura.

View - Cases: 4 (Soil)



Date : 04/08/13

Page : 8

OMAR IVAN AROGEMENA CM.
INGENIERO CIVIL
LICENCIA N° 94-008-049

Omar I. Aragemena Ch.

FIRMA

Ley 15 del 20 de Enero de 1959
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura.

Manual Combinations

Combinations	Name	Analysis type	Combination type
5 (C)	COMB1	Linear Combination	ULS
6 (C)	COMB2	Linear Combination	ULS
7 (C)	COMB3	Linear Combination	ULS
Combinations	Case nature	Definition	
5 (C)	permanente	$1*1.20+(2+4)*1.60$	
6 (C)		$1*1.20+(3+4)*1.60$	
7 (C)		$4*1.60+1*1.20$	

Reactions ULS: global extremes

	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kNm)	MY (kNm)	MZ (kNm)
MAX	48.35	83.53	130.43	0.00	0.00	0.00
Node	14	30	30	3	3	21
Case	5 (C)	6 (C)	6 (C)	6 (C)	5 (C)	6 (C)
MIN	-44.89	-126.78	-129.37	-0.00	-0.00	-0.00
Node	80	17	53	9	1	14
Case	5 (C)	6 (C)	6 (C)	5 (C)	5 (C)	6 (C)

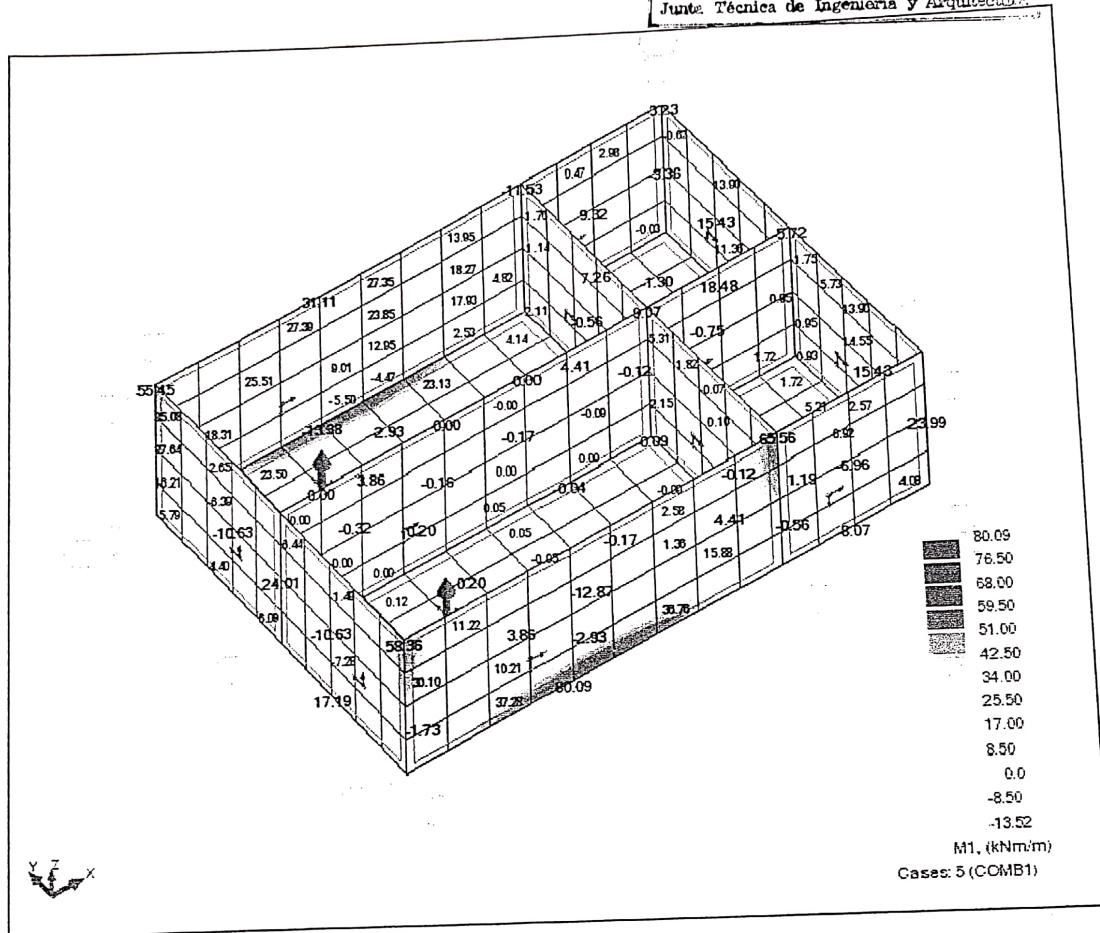
Displacements SLS: global extremes

	UX (cm)	UY (cm)	UZ (cm)	RX (Rad)	RY (Rad)	RZ (Rad)
MAX	0.1	1.0	0.0	0.003	0.001	0.003
Node	306	467	359	530	304	514
Case	3	2	2	3	3	3
MIN	-0.1	-1.0	-0.0	-0.003	-0.000	-0.003
Node	355	517	192	480	244	520
Case	3	3	2	2	2	3

View - M1 (kNm/m) Cases: 5 (COMB1)

OMAR IVAN ARROYUELLA CH.
INGENIERO CIVIL
LICENCIA N° 94-006-040

Omar I. Arroyuelo Ch.
FIRMA
Ley 15 del 26 de Enero de 1968
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura



Date : 04/08/13

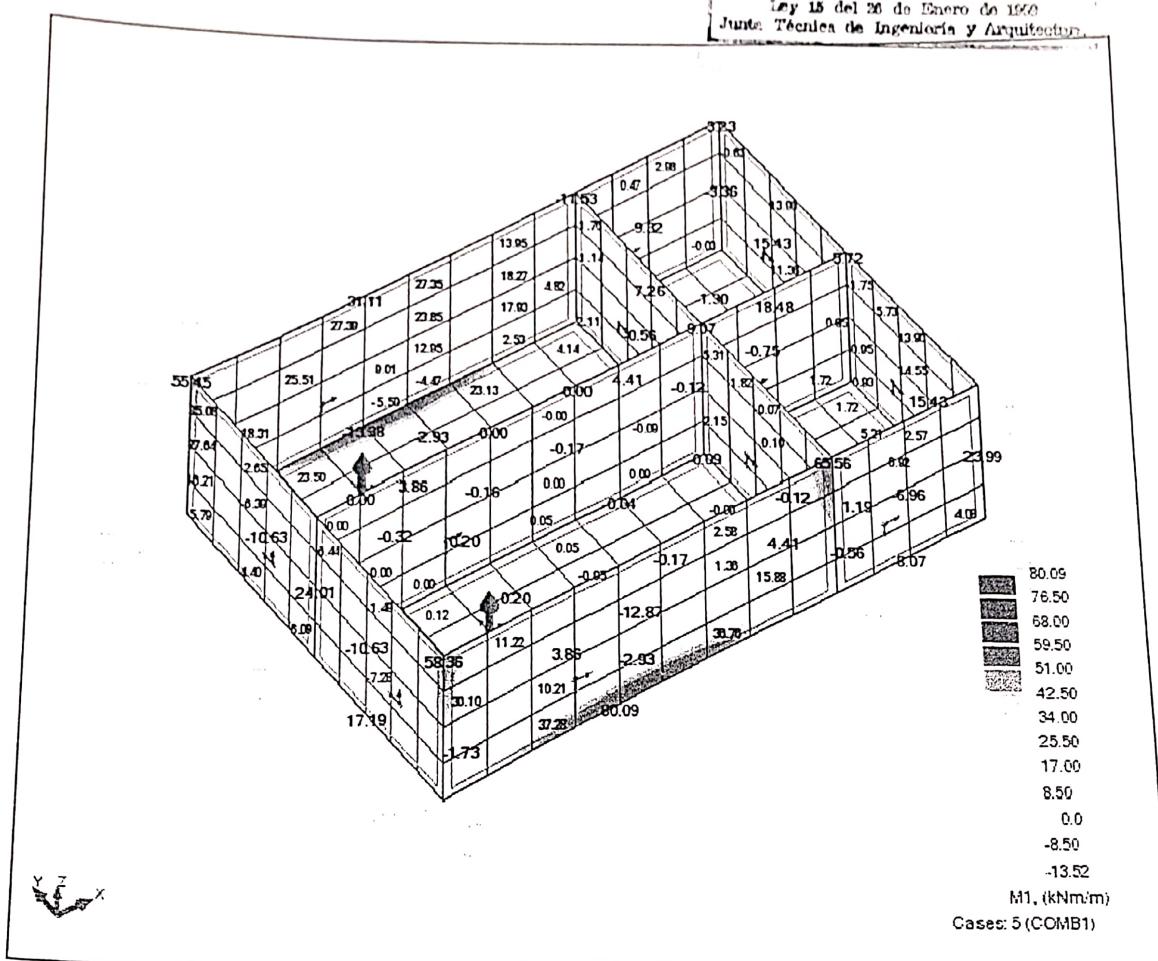
Page : 10

OMAR IVAN ARCONEMIA CH.
INGENIERO CIVIL
LICENCIA N° 04-006-040

Omar I. Arconemia Ch.
FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1960
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura.

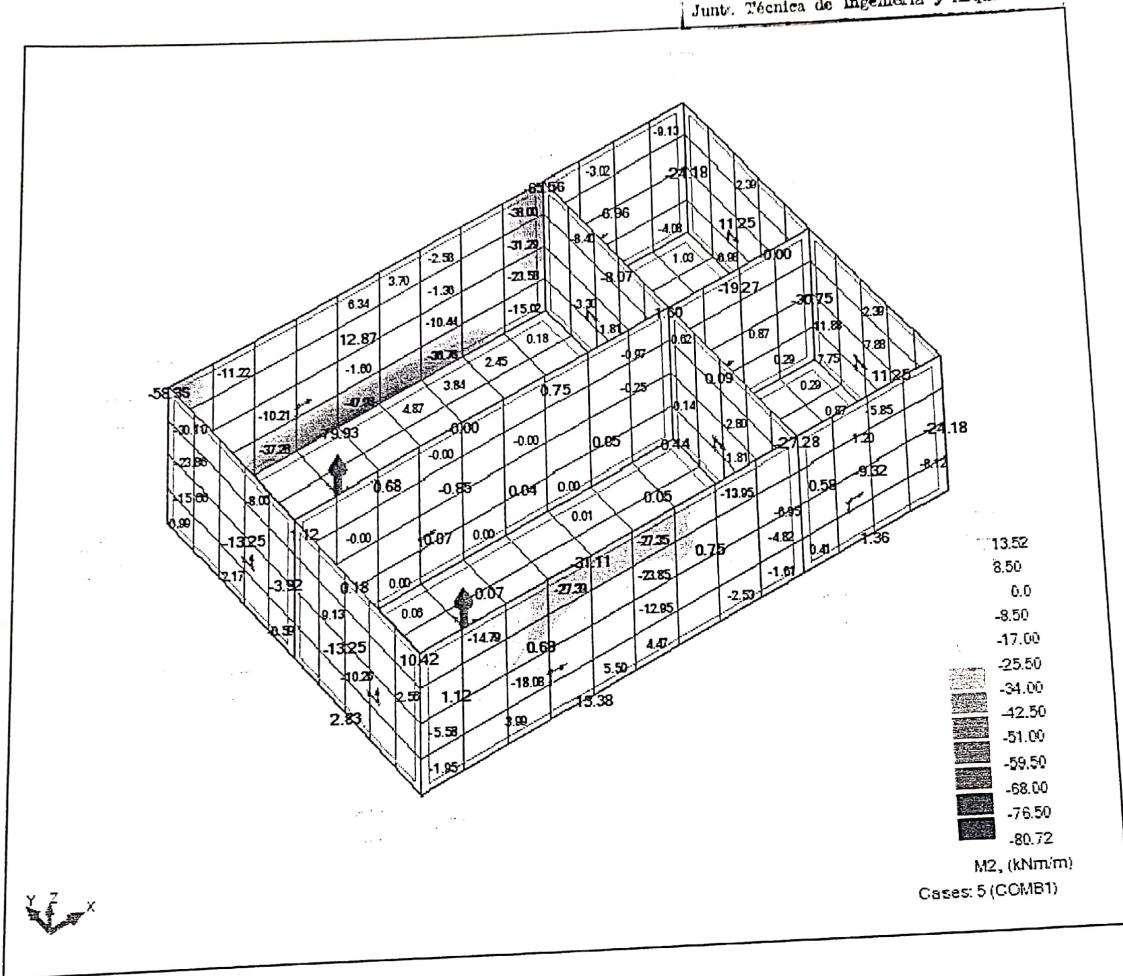
View - M1 (kNm/m) Cases: 5 (COMB1)



Oscar Ivan Arosemena Ch.
INGENIERO CIVIL
LICENCIA N° 94-008-040

Oscar I. Arosemena Ch.
FIRMA
Ley 15 del 26 de Enero de 1950
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

View - M2 (kNm/m) Cases: 5 (COMB1)



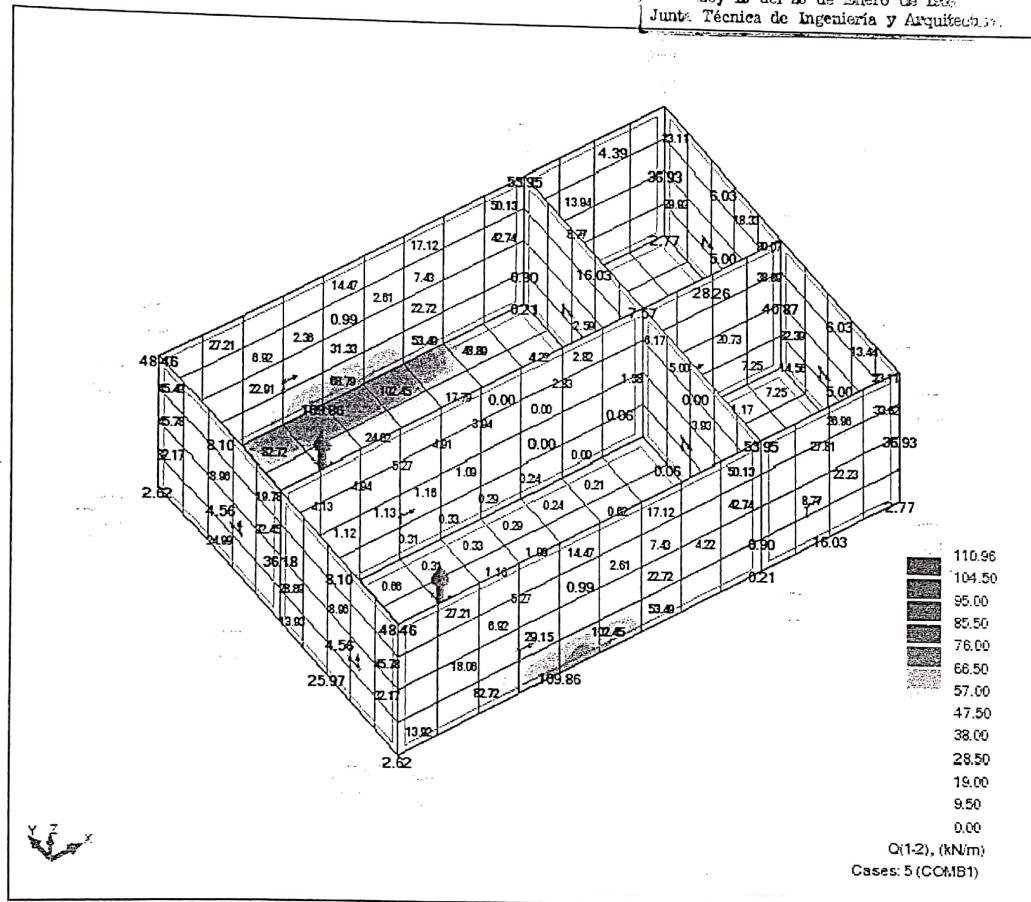
OAR IVAN AROSEMENA CH.
INGENIERO CIVIL
LICENCIA N° 94-003-040

Ivan A. Arosemena Ch.

FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1960
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

View - Q(1-2) (kN/m) Cases: 5 (COMB1)



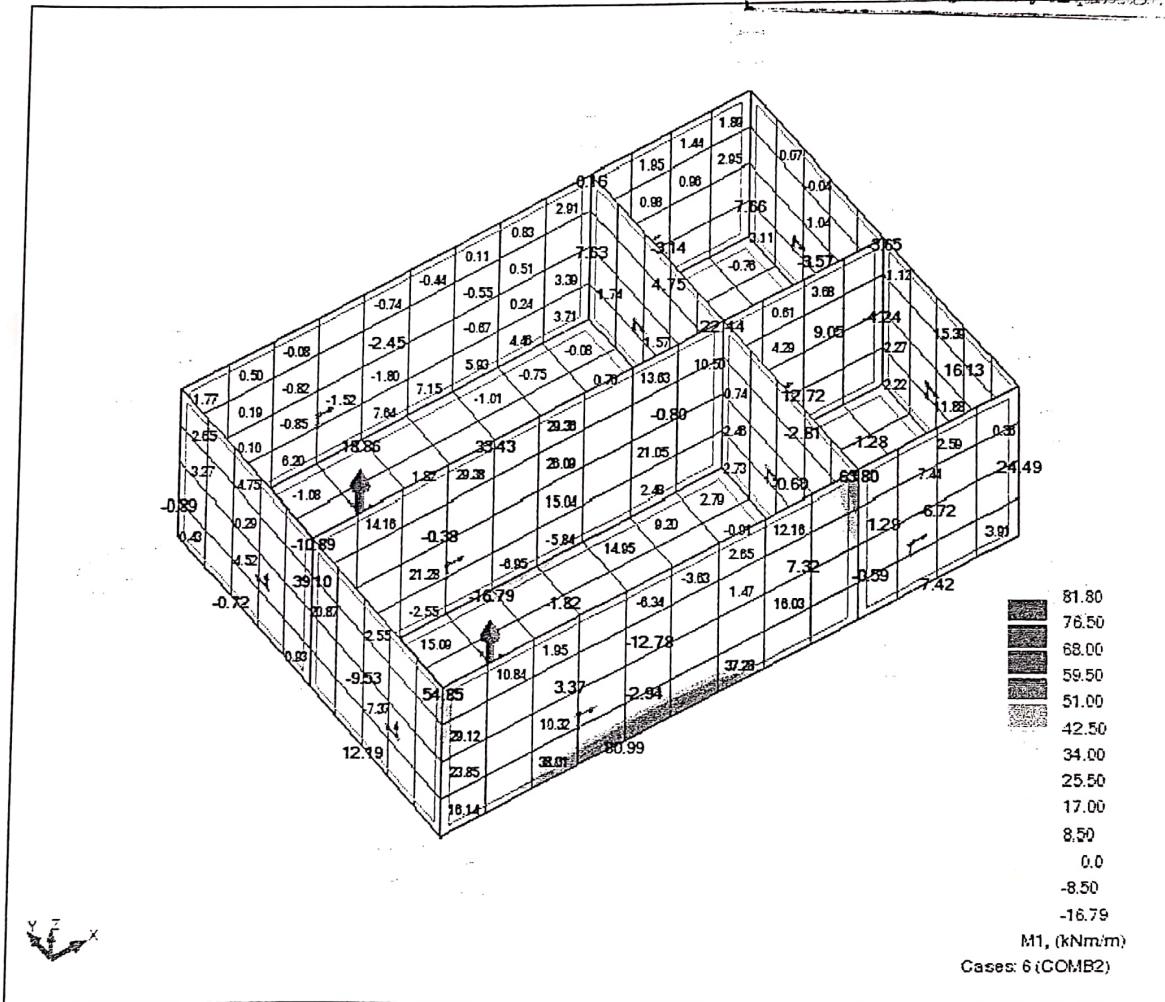
CARLOS IVAN AROZEMENA CH.
INGENIERO CIVIL
LICENCIA N° 94-006-049

Carlos I. Arozemenal.

FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1959
Junt. Técnica de Ingeniería y Arquitectura

View - M1 (kNm/m) Cases: 6 (COMB2)

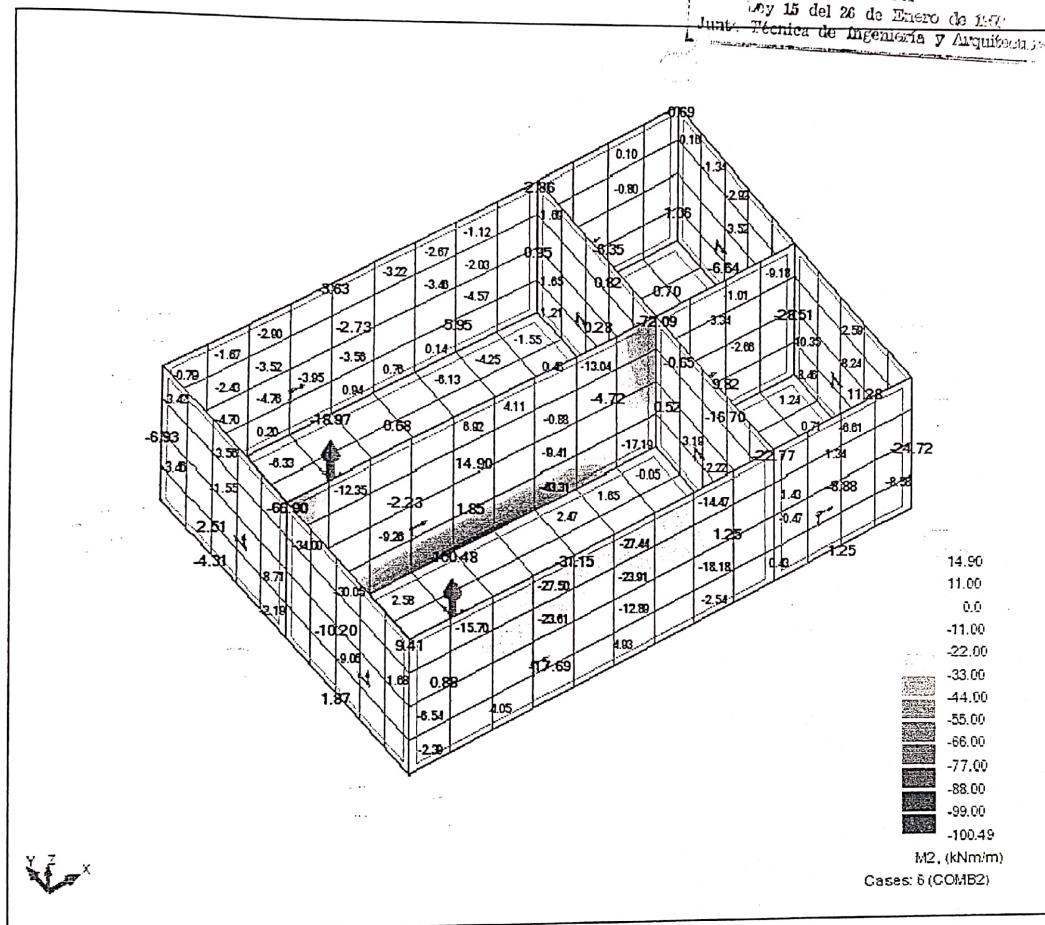


OMAR IVAN AROGEMINA CH.
INGENIERO CIVIL
LICENCIADA N° 94-06-009

Omar I. Arogeemina Ch.
FIRMA

Jue 15 del 26 de Enero de 1974
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

View - M2 (kNm/m) Cases: 6 (COMB2)



Date : 04/08/13

Page : 14

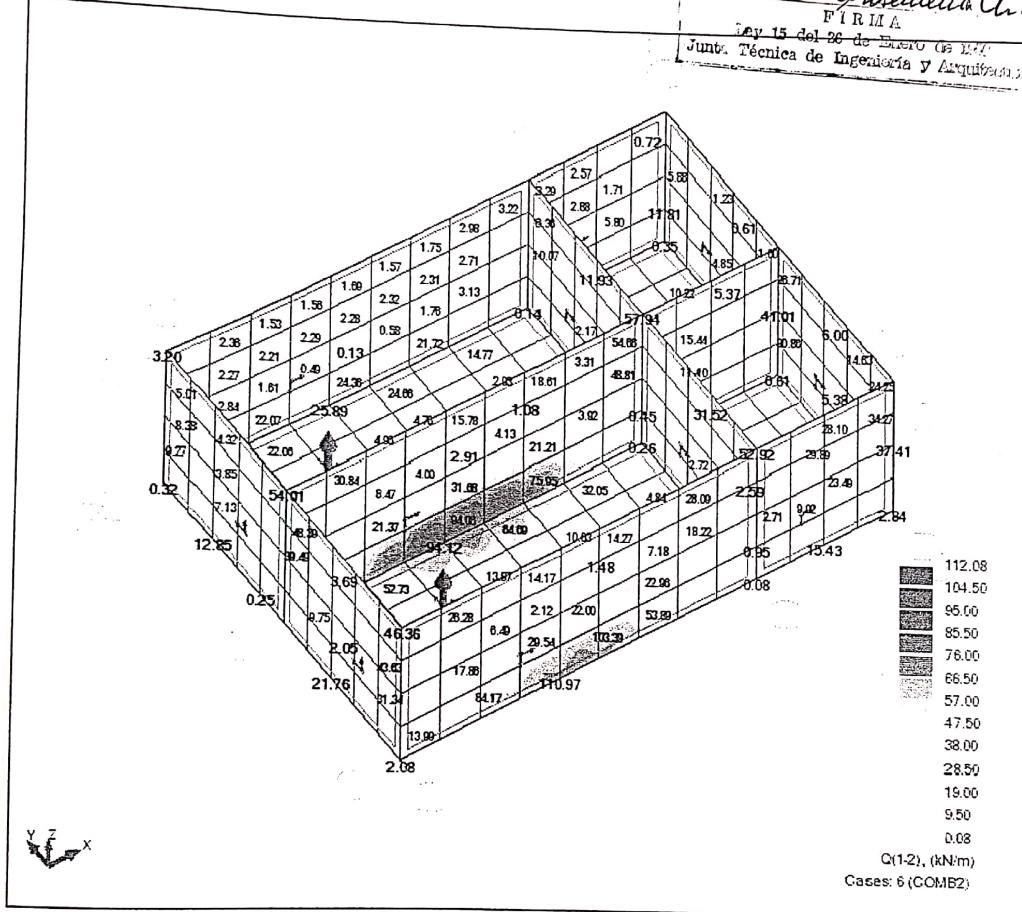
OMAR IVAN ARROYOMILIA CH.
INGENIERO CIVIL
LICENCIADA, N° 8196-00

Omar I. Arroyomilua Ch.

FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1977
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

View - Q(1-2) (kN/m) Cases: 6 (COMB2)

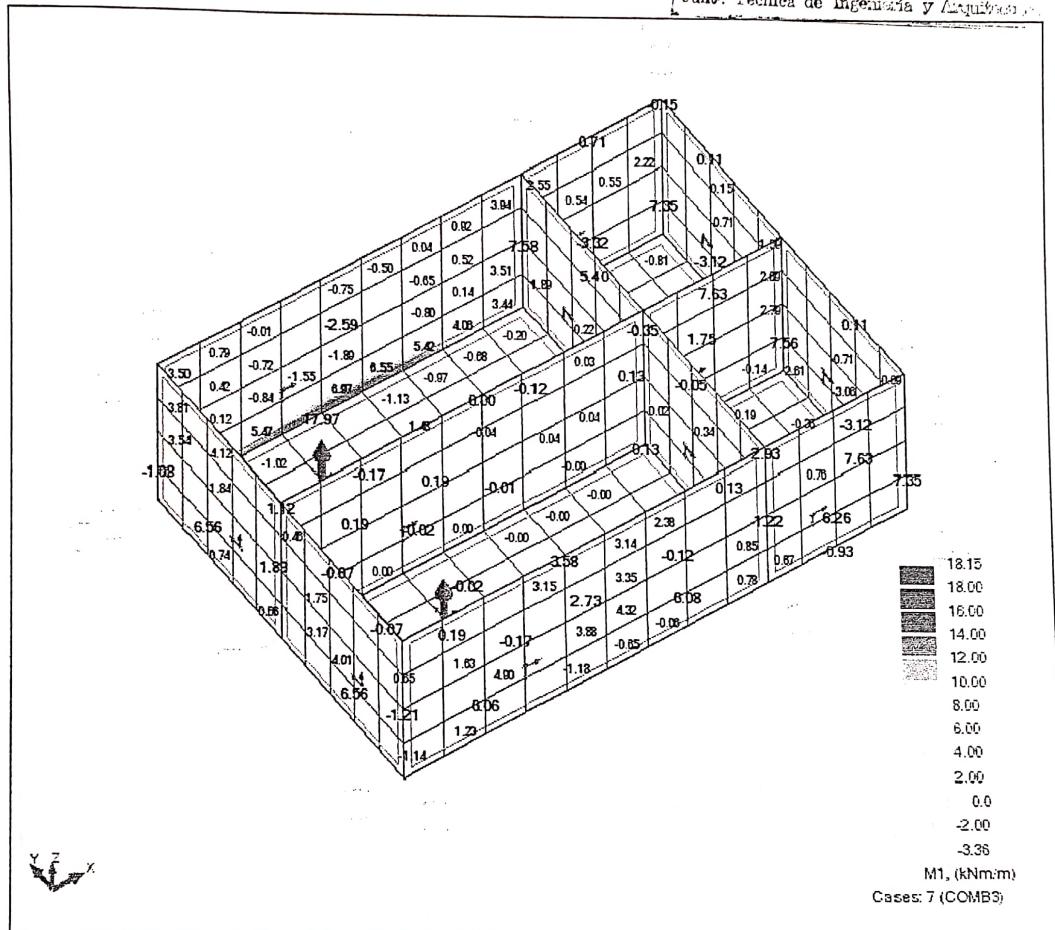


OMAR IVAN ARCEGUELA CI.
INGENIERO CIVIL
LICENCIA N° 84-00-040

Omar I. Arceguela Ch.
FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1993
Junt. Técnica de Ingeniería y Arquitectura

View - M1 (kNm/m) Cases: 7 (COMB3)

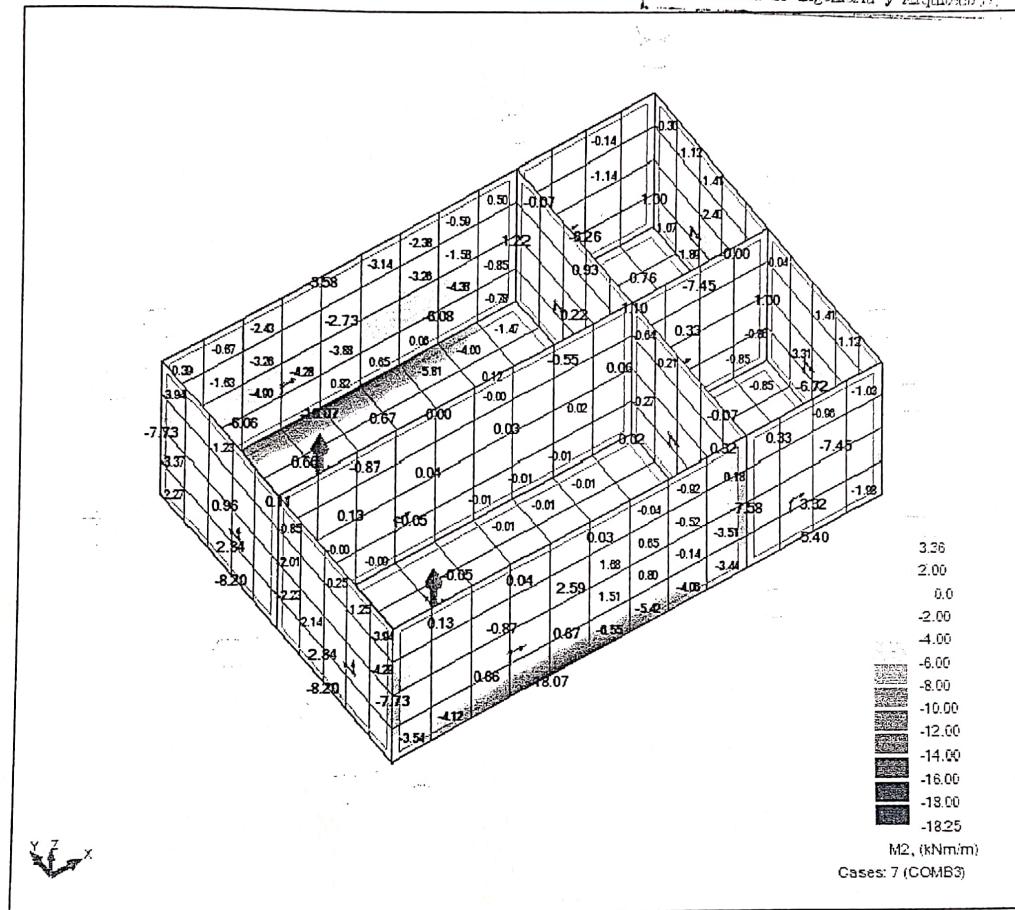


OMAR IVAN ARECHAEVA GL.
INGENIERO CIVIL
LICENCIA N° 8106200

Omar I. Arechaeva Gl.

FIRMA
Ley 15 del 26 de Enero de 2007
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

View - M2 (kNm/m) Cases: 7 (COMB3)

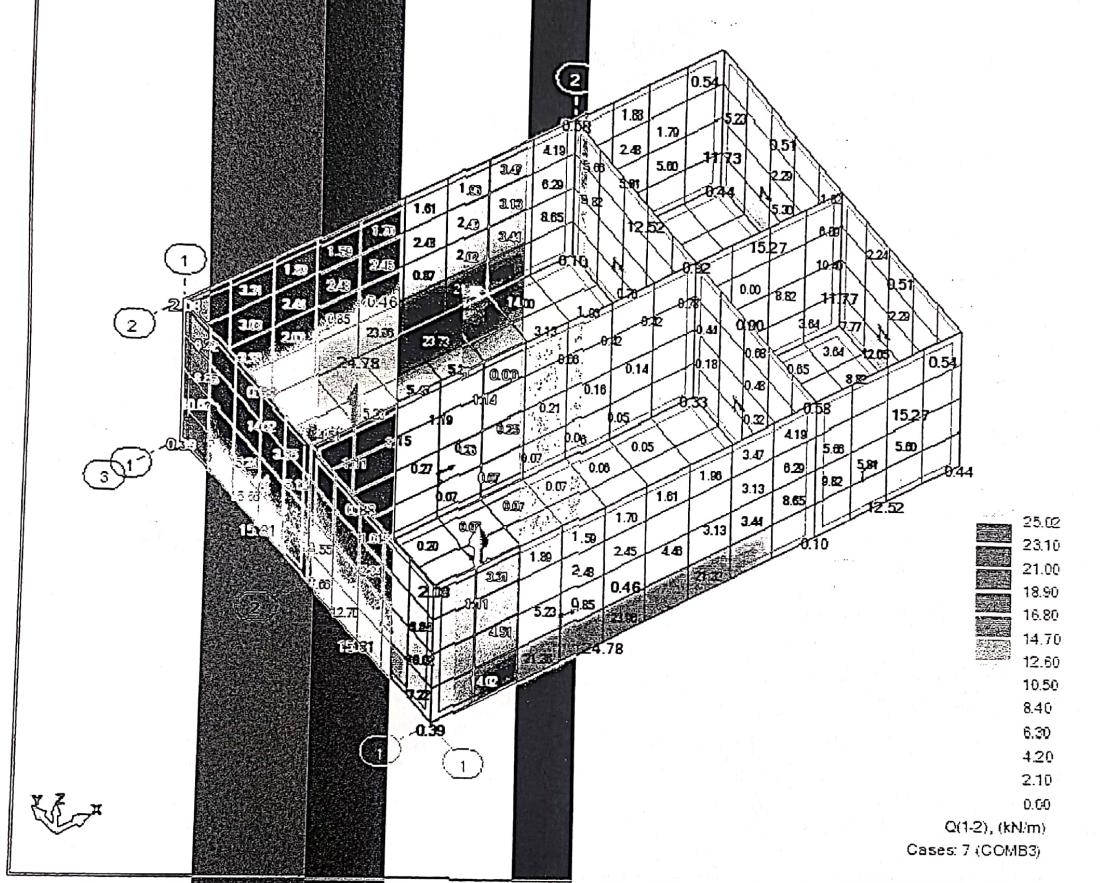


View - Q(1-2) (kN/m) Cases: 7 (COMB3)

OMAR IVAN AROSEMENA CH.
INGENIERO CIVIL
LICENCIA N° 94-006-049

Omar I. Arosemena Ch.
FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura



View - [-]Ax Main (cm²/m) 2

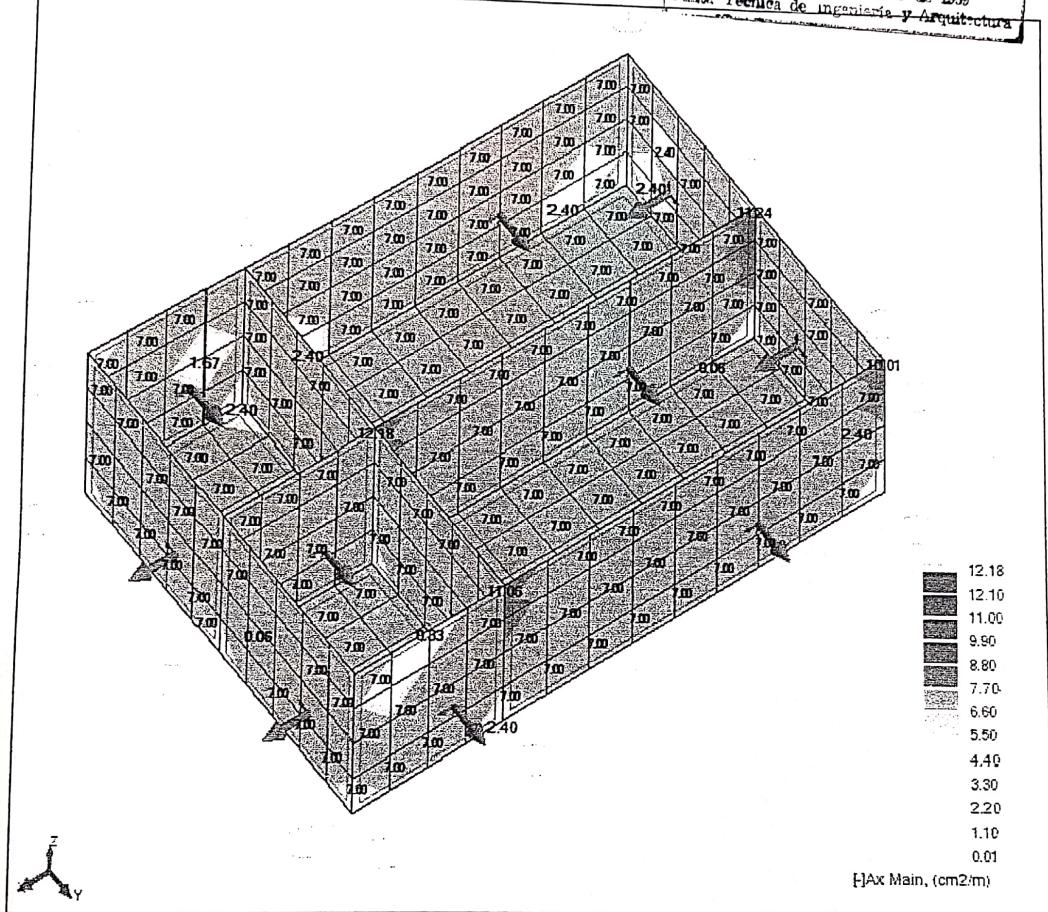
OMAR IVAN AROSEMENA CH.
INGENIERO CIVIL
LICENCIA N° 04-003-049

Omar I. Arosemena Ch.

FIRMA

lly 15 del 26 de Enero de 1969

Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

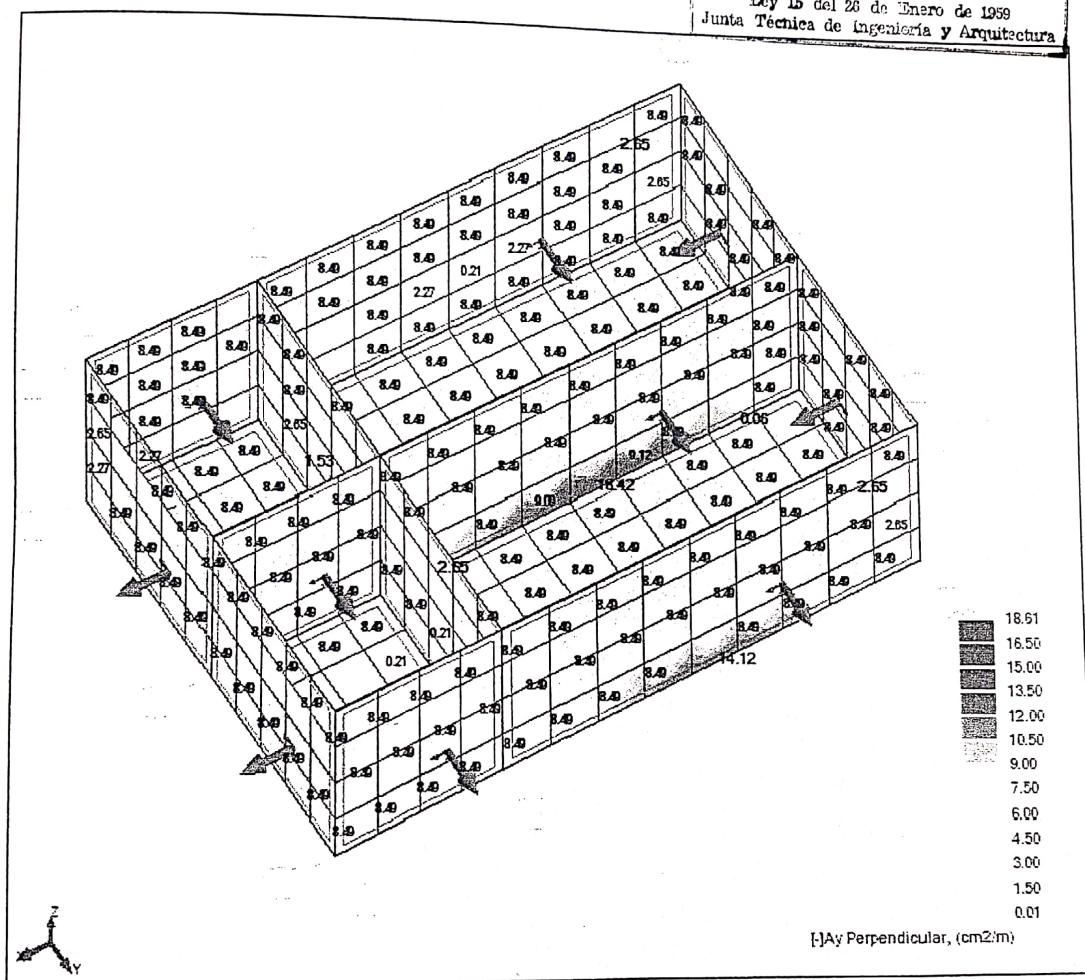


OMAR IVAN AROSEMENA CH.
INGENIERO CIVIL
LICENCIA N° 94-006-049

Omar I. Arosemena Ch.
FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

View - [-]Ay Perpendicular (cm²/m)



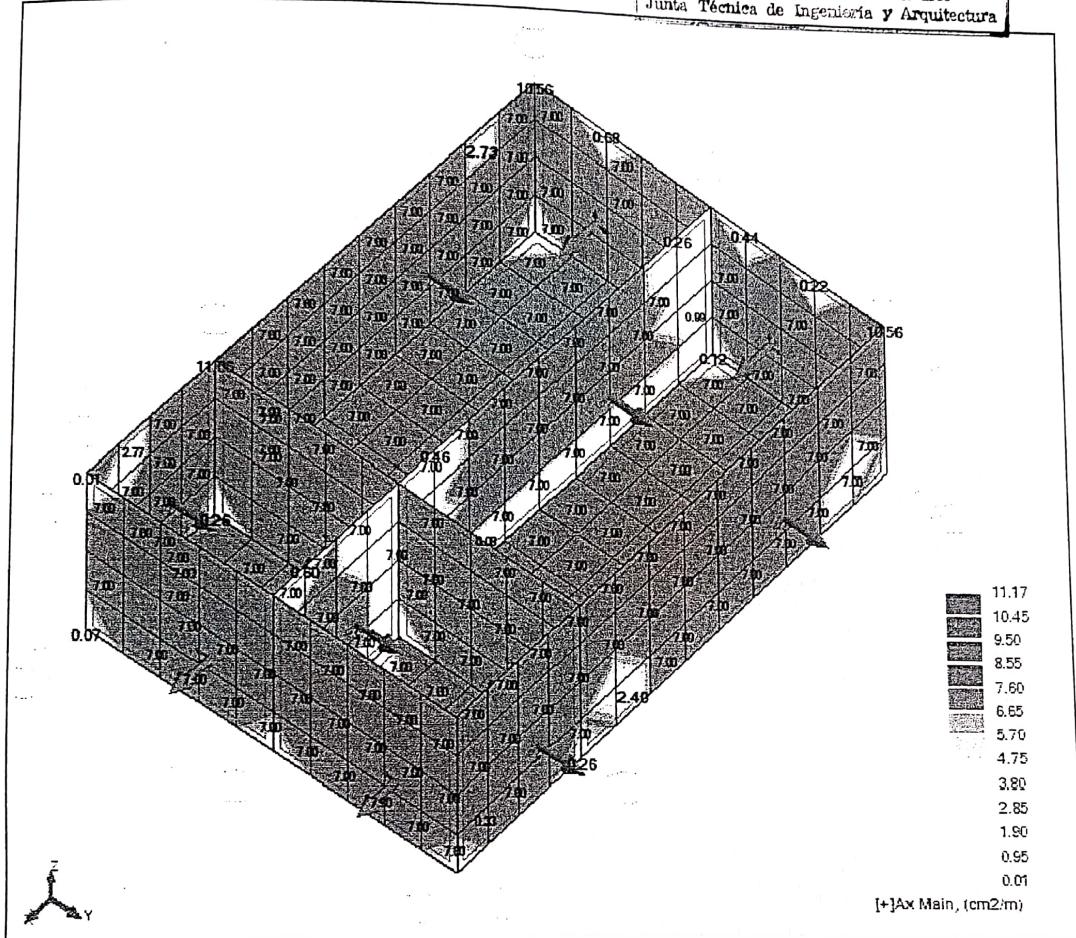
OMAR IVAN AROSEMENA CH.
INGENIERO CIVIL
LICENCIA N° 94-003-049

Omar I. Arosemena Ch.

FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

View - [+]Ax Main (cm²/m)



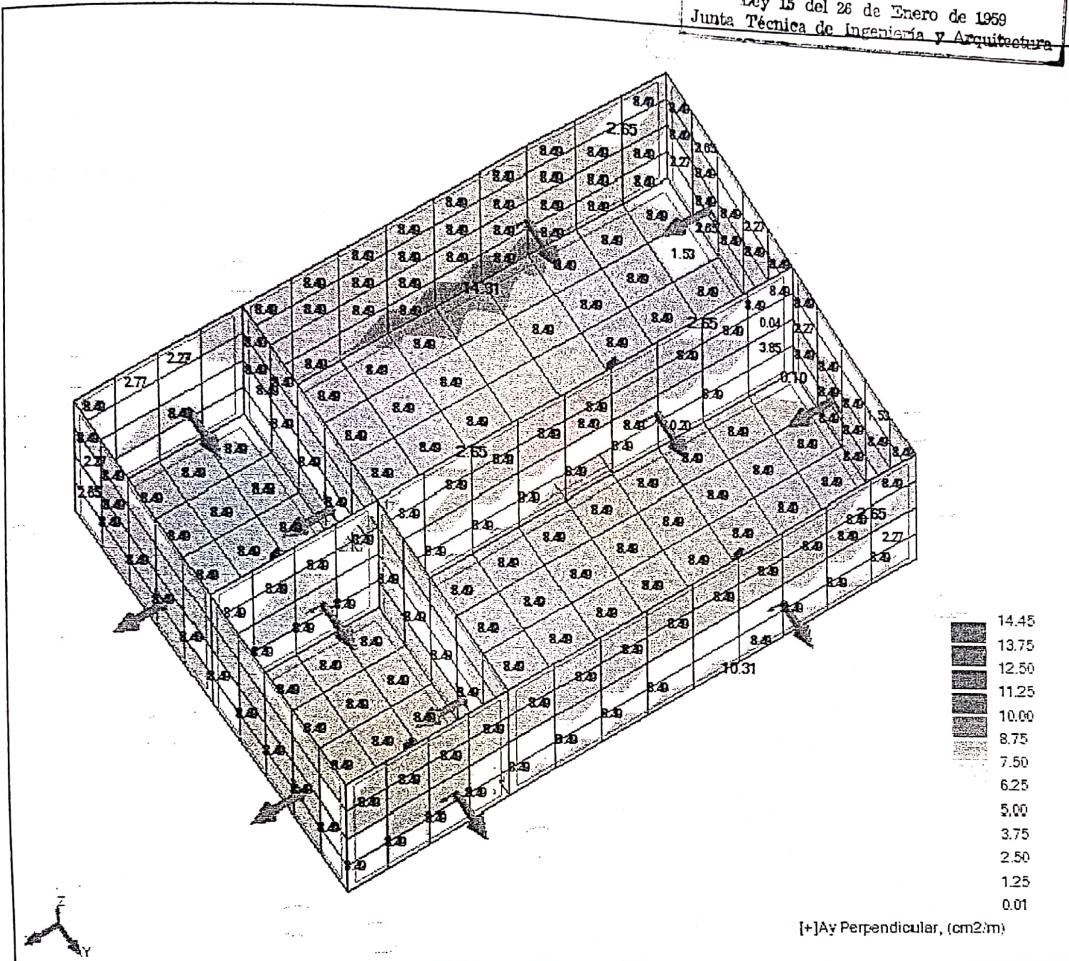
OMAR IVAN AROSEMENA CH.
INGENIERO CIVIL
LICENCIA N° 94-003-049

Omar I. Arosemena Ch.

FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

View - [+]Ay Perpendicular (cm²/m)



Resistencia al Cortante de Muros y Losa:

$$\phi Vc = \phi * 0.53 * \sqrt{f'c} * b * d$$

Para t=0.15m (muro)

$$\phi Vc = 0.75 * 0.53 * \sqrt{280} * 100 * 10 = 6,651.44 kg/m$$

Date : 04/08/13

Page : 22

Para $t=0.20m$ (muro)

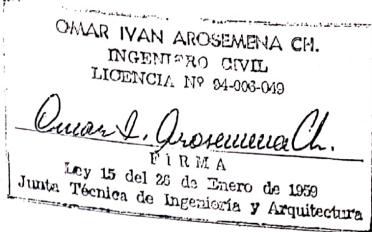
$$\phi V_c = 0.75 * 0.53 * \sqrt{280} * 100 * 15 = 9,977.17 kg/m$$

Para $t=0.20m$ (losa de piso)

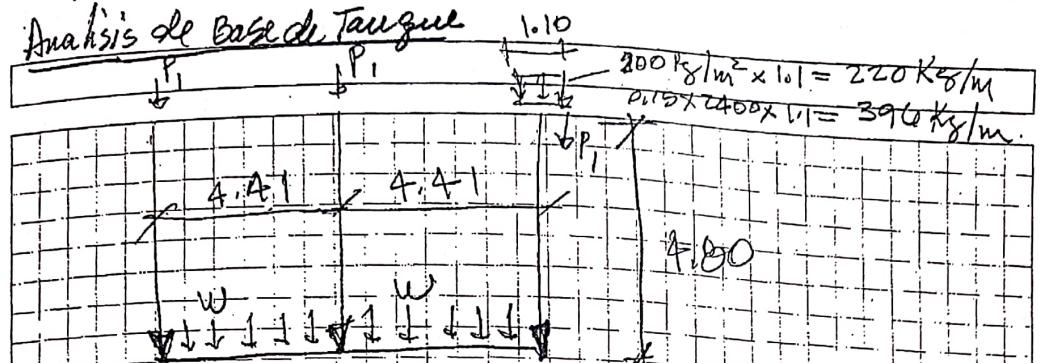
$$\phi V_c = 0.75 * 0.53 * \sqrt{280} * 100 * 12.5 = 8,314.31 kg/m$$

Para $t=0.30m$ (losa de piso)

$$\phi V_c = 0.75 * 0.53 * \sqrt{280} * 100 * 22.5 = 14,965.75 kg/m$$



Análisis de Base de Taqueo



$$W = 1000 \text{ kg/m}^3 \times 4.05 + 0.10 \times 2400 = 4050 + 240 = 4290 \text{ kg/m}^2$$

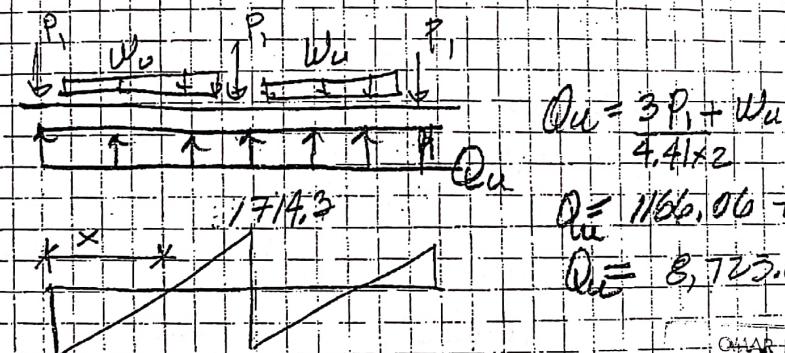
$$\text{Peso de Muro} = 2.63 \times 0.16 \times 2400 = 1785.6 \text{ kg/m}$$

$$\text{Peso en Pisos} = 220 + 396 = 616 \text{ kg/m}$$

$$P_1 = 220 \times 1.7 + 1.4(396 + 1785.6) = 3428.24 \text{ kg/m}$$

$$W_u = 4050 \times 1.7 + 480 \times 1.4 = 7557 \text{ kg/m}^2$$

Datos:



$$Q_u = 3P_1 + W_u$$

$$4.41 \times 2$$

$$Q_u = 1160.06 + 7557$$

$$Q_u = 8725.06 \text{ kg/m}^2$$

$$W_u = 3428$$

$$1714.3$$

$$X = \frac{4.41 \times (3428)}{(3428 + 1714.3)} = 2.94$$

$$M_u = \frac{1}{2} \times 2.94 \times 3428 = 5039.16 \text{ kg-m}$$

$$\phi M_{u0} = 0.9 (A_s f_y d - 0.59 A_s f_y) d = 0.15$$

OMAR IVAN ARCEAGENA CH.
INGENIERO CIVIL
LICENCIA N° 94-006-019

FIRMA
JUNTA TÉCNICA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

15 del 22 de Diciembre de 1989

Verificación de Cortante

Espero de Base = 0,20 m

$$\begin{aligned}\phi V_c &= 0,75 \left(0,53 \sqrt{f'_c} b d \right) \\ &= 0,75 \left[0,53 \sqrt{280} (100)(12,5) \right]\end{aligned}$$

$$\phi V_c = 8,314 \text{ Kg/m} > V_u \quad \underline{\text{OK}}$$

OMAR IVAN AROSEMENA CH.
INGENIERO CIVIL
LICENCIA N° 94-002-010

F.I.R.M.A

Ley 15 del 26 de Enero de 1969
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

Diseño @ Flexión

$$M_u \approx 5,040 \frac{\text{Kg-m}}{\text{m}}$$

$$\begin{aligned}\phi M_n &= \phi \left[A_s f_y d - 0,59 \frac{A_s^2 f_y z}{b f'_c} \right] \\ &= 0,9 \left[A_s (4200)(12,5) - 0,59 \frac{A_s^2 (4200)^2}{100 \times 280} \right]\end{aligned}$$

$$\phi M_u = 47,250 A_s - 334,53 A_s^2$$

$$\phi M_u = M_u = 504000 = 47,250 A_s - 334,53 A_s^2$$

$$A_s = 11,62 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Utilizando barras #40 @ 0,20

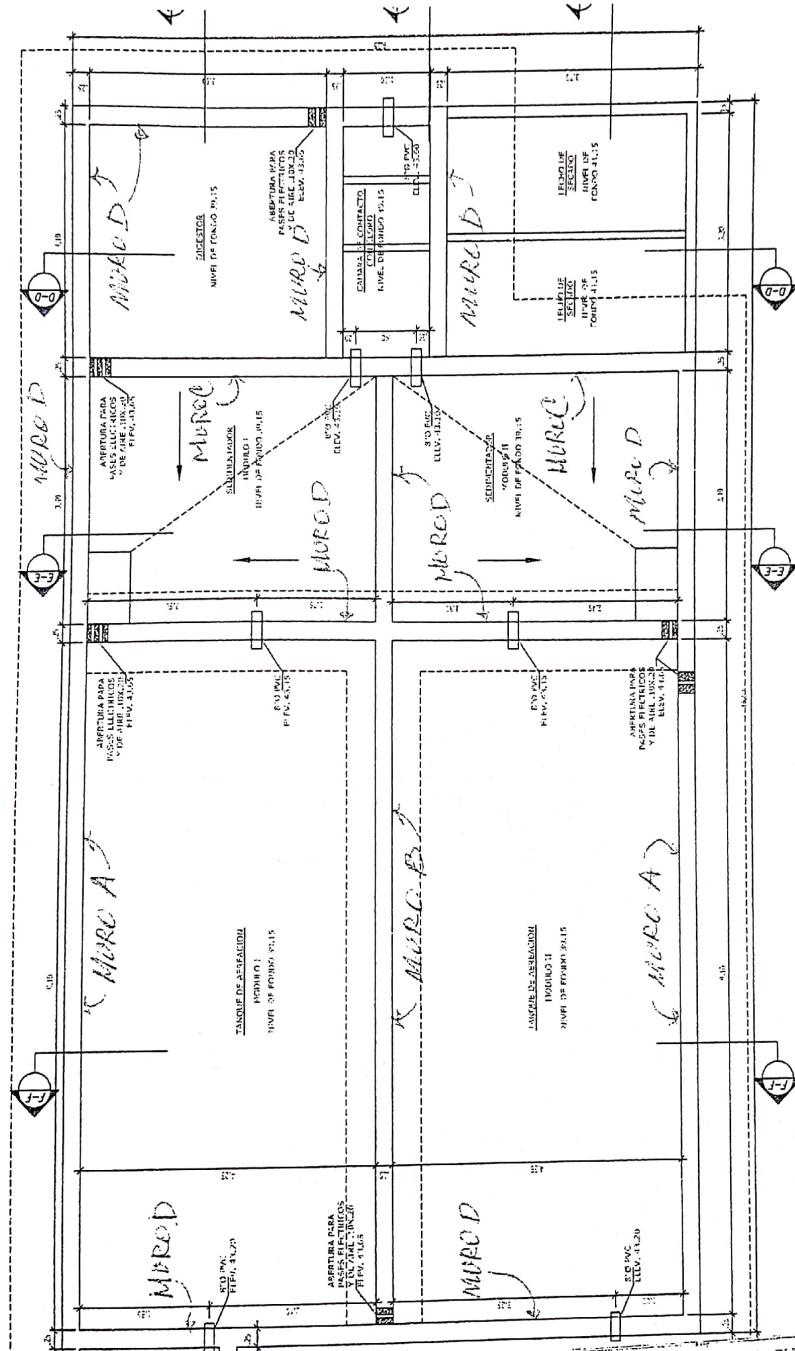
$$A_s = \frac{z_1 s_1}{0,22} = \frac{14,85}{0,22} = 14,25 \text{ cm}^2/\text{m} > A_s \quad \underline{\text{OK}}$$

Verificación de Acero Mínimo

$$A_s \text{ min} = \frac{14}{f_y} \times b \times t = \frac{14}{4200} \times 100 \times 20 = 6,66 \text{ cm}^2/\text{m}$$

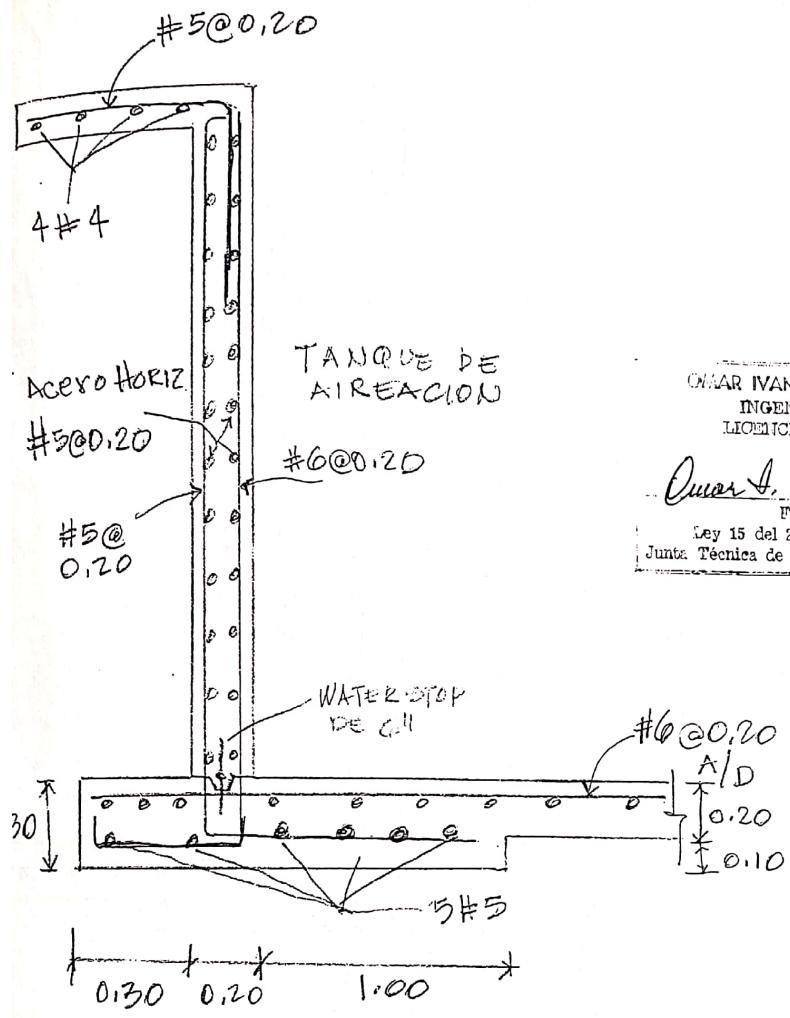
$$A_s > A_s \text{ min} \quad \underline{\text{OK}}$$

Diseño



OMAR IVAN AROSEMENA CH.
INGENIERO CIVIL
LICENCIA N° 94-006-049

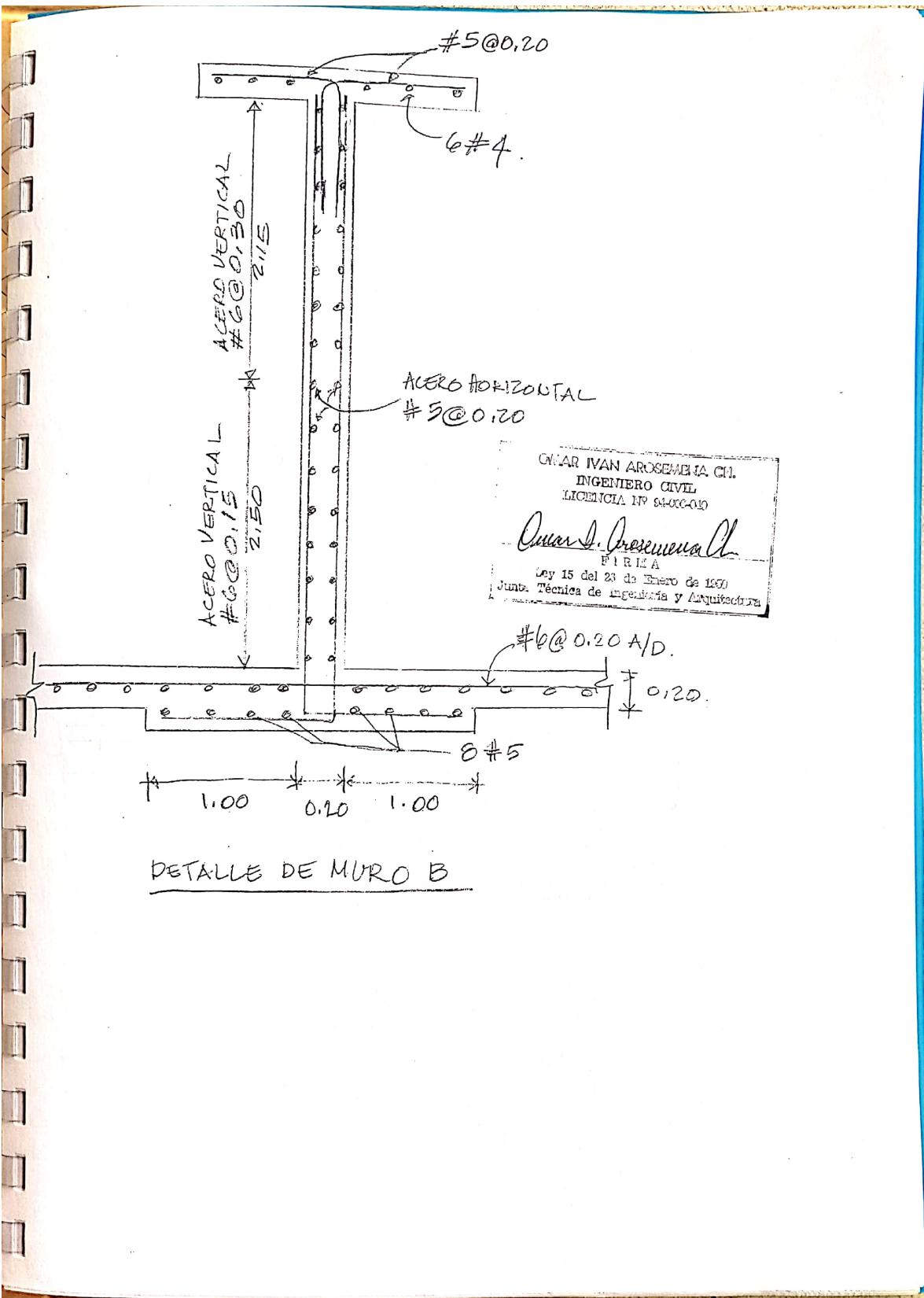
LICENCIAS N° 1
Daward. Arenevich
FIRMA
Ley 15 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura



OSCAR IVAN AROZEMENA CH.
INGENIERO CIVIL
LICENCIA N° 91-000-00

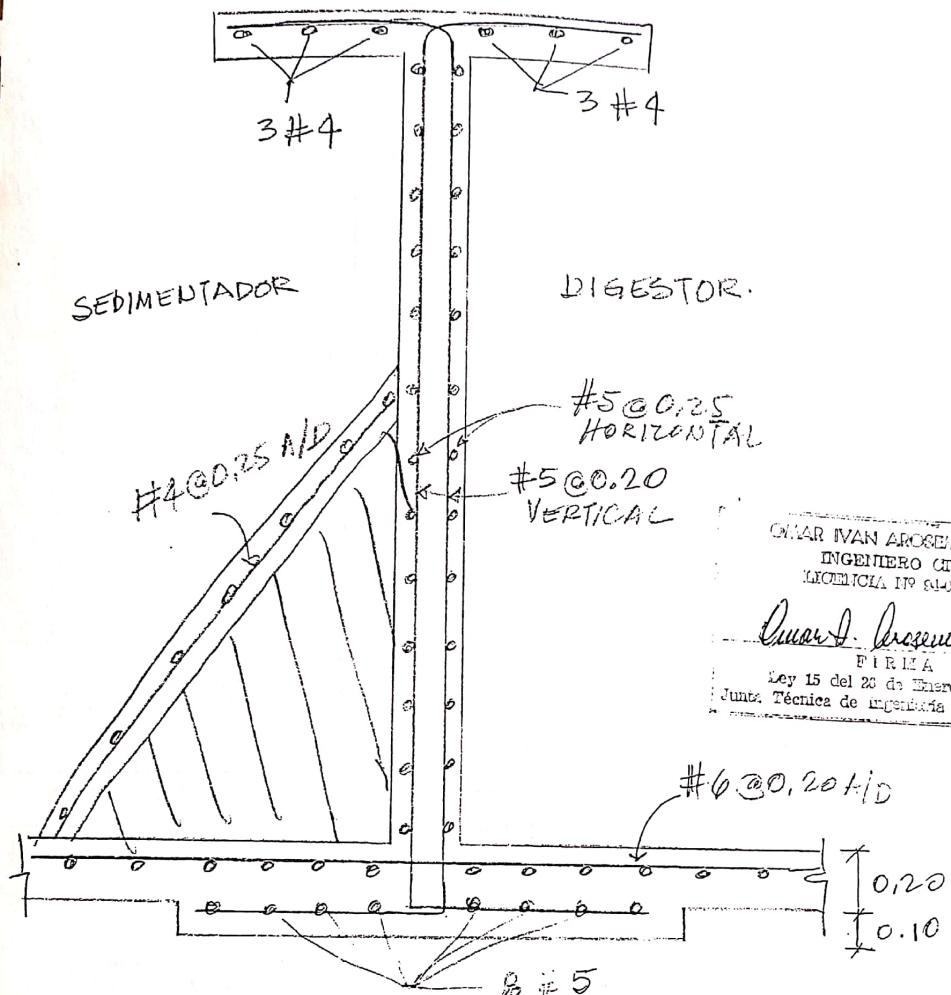
Oscar I. Arosemena Ch.
FIRMA
Ley 15 del 23 de Enero de 1950
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

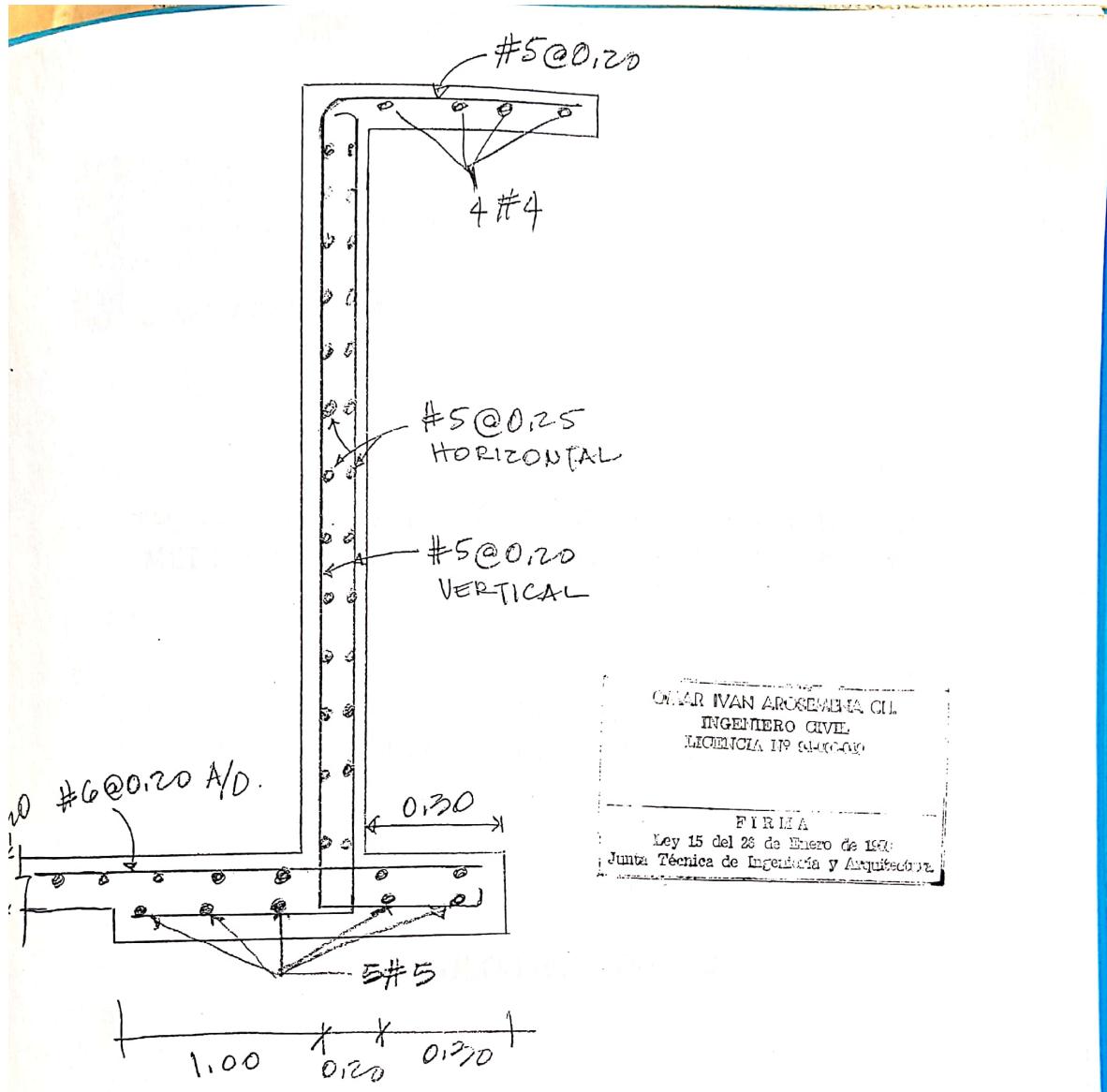
DETALLE DE MURO F.



SEDIMENTADOR

DIGESTOR.





DETALLE DE MURO D



PROYECTOS GENERALES, S.A.

**TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE AGUAS RESIDUALES
MEDIANTE LODOS ACTIVADOS EN MODALIDAD DE
AEREACIÓN EXTENDIDA**

**PROYECTO
LOMAS DE MASTRANTO 2**

CALCULOS ELECTRICOS

MEMORIA DE CÁLCULO

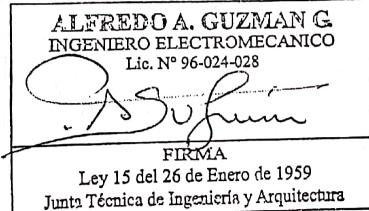
Proyecto :	PTAR - URBANIZACIÓN LOMAS DE MASTRANTO
Ubicación:	CHORRERA, PROVINCIA DE PANAMA OESTE
Diseñador:	Ing. Alfredo Guzmán
Fecha:	DICIEMBRE 2014
Cálculos Eléctricos:	

Cálculos Eléctricos:

Los cálculos eléctricos consideran el diseño de las instalaciones para 2 sopladores de aire de 10 HP, 3 PH, 208 V, 2 bombas de retorno de 1 HP, 3 PH, 208V, 1 bomba de lodos de 1 HP, 3 PH, 208V, electricidad general y alumbrado.

Cargas trifásicas:

Fórmulas Utilizadas: Pot. Consumida = Volt x Corriente x $\sqrt{3}$ x factor de potencia
Potencia por fase = Potencia Consumida / 3



Cargas monofásicas:

Descripción	Fases	Voltaje (Voltios)	Corriente (Amperios)	Potencia (Vatios)	Fase A (Vatios)	Fase B (Vatios)	Fase C (Vatios)
Tablero "A"	2	208	11.18	2,325	1,220	1,105	0
Círculo de Control	1	120	8.33	1,000		1,000	0
		sub.-Total:	19.51	3,325	1,220	2,105	0

TOTALES POR FASE:

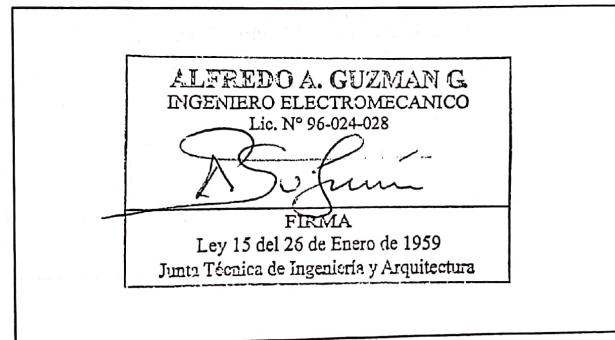
FASE A	FASE B	FASE C
8,886.60	9,771.6	7,666.6

CARGA TOTAL : **26,324.8** Vatios

Alimentadores y Protecciones de Ramales de Motores:

Descripción	Corriente Nominal (Amperios)	Capacidad Mínima Alimentador	Calibre de Conductor		Capacidad Max. del Interruptor del Ramal	Interruptor del Ramal a Utilizar
Soplador de aire # 1	30.8	38.5	8		61.6	60 A - 3P
Soplador de aire # 2	30.8	38.5	8		61.6	60 A - 3P
Bomba de retorno # 1	4.5	5.625	12		9.0	15 A - 3P
Bomba de retorno # 2	4.5	5.625	12		9.0	15 A - 3P
Bomba de lodos	4.5	5.625	12		9.0	15 A - 3P

Fórmulas Utilizadas: Capacidad Mínima del Alimentador = Corriente Nominal * 1.25 (NEC 430-22)



Protección y Alimentadores Principales:

Ramal de motor de mayor capacidad

Descripción	Corriente Nominal	Corriente Nominal x 1.25	Capacidad del Interruptor del Ramal (Amps)
Soplador de aire # 1	30.8	38.5	60

Ramales de otros motores y cargas

Descripción	Corriente Nominal
Soplador de aire # 2	24.2
Bomba de retorno # 1	4.5
Bomba de retorno # 2	4.5
Bomba de lodos	4.5
Cargas monofásicas	19.51
Total:	57.21

Capacidad Interruptor Principal: (NEC 430-62)

$$60 + 57.21 = 117.21 \text{ Amperios}$$

Se utilizará un interruptor principal de 125 Amperios - 3 polos - 208 voltios - 60 Hz.

Capacidad Mínima de alimentadores Principales: (NEC 430-24)

$$38.5 + 57.21 = 95.71 \text{ Amperios}$$

De acuerdo a las regulaciones a la compañía de suministro eléctrico del área se exige el uso de Cuadraplex # 1/0 en tubería de 2" para un interruptor principal de esta capacidad.

En resumen, las características del servicio eléctrico solicitado para esta instalación son:

Carga Total Instalada:	26,324.8 Vatios
Interruptor Principal:	125 Amperios - 3 polos - 208 voltios - 60 Hz- Tipo Industrial
Servicio Solicitado:	Trifásico, corriente alterna, 208 Y/120 volt, 60 Hz, 4 alambres, estrella aterrizada
Acometida:	Aérea, Cuadraplex # 1/0 en tubería de 2" Ø.



PI-1-1-2

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

— — — — —

—



TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE AGUAS RESIDUALES MEDIANTE LODOS ACTIVADOS EN MODALIDAD DE AEREACIÓN EXTENDIDA

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

PROYECTO

LOMAS DE MASTRANTO 2

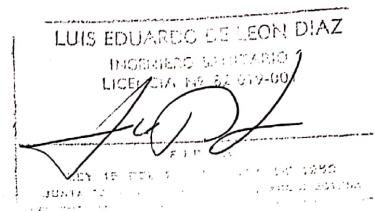
Este manual de operación y mantenimiento es una guía para el correcto funcionamiento del sistema de tratamiento de aguas residuales mediante lodos activados en modalidad de aereación extendida, ubicado en la planta de tratamiento de aguas residuales Lomas de Mastранто 2.

Este sistema es un componente fundamental en el proceso de tratamiento integral de las aguas residuales generadas por la actividad humana en la zona.

Este manual provee información detallada sobre la operación y mantenimiento diario del sistema, así como procedimientos para su funcionamiento óptimo y seguro.

Es importante que los operadores y mantenimiento sigan las instrucciones y procedimientos establecidos en este manual para garantizar el correcto funcionamiento del sistema y cumplir con los estándares ambientales establecidos.

MARCO TEORICO



Introducción

El tratamiento de aguas residuales es una réplica del proceso natural de descomposición por medio del uso de procesos físicos y biológicos. Por lo general, el tratamiento de las aguas residuales domésticas incluye dos niveles de tratamiento: el primario y el secundario. También incluye la disposición de las aguas residuales tratadas y los derivados de lodos. El objetivo del tratamiento primario es sacar la materia sólida de las aguas residuales. El tratamiento secundario elimina los contaminantes restantes utilizando un proceso biológico.

El proceso de lodos activos, un proceso de tratamiento secundario, utiliza microorganismos para desintegrar la materia orgánica en las aguas residuales. Esto elimina los contaminantes adicionales de las aguas residuales.

Los lodos activados son un proceso de tratamiento por el cual el agua residual y el lodo biológico (microorganismos) son mezclados y aereados en un tanque denominado aereador, los flóculos biológicos formados en este proceso se sedimentan en un tanque de sedimentación, lugar del cual son recirculados nuevamente al tanque aereador o de aereación.

En el proceso de lodos activados los microorganismos son completamente mezclados con la materia orgánica en el agua residual de manera que ésta les sirve de alimento para su producción. Es importante indicar que la mezcla o agitación se efectúa por medios mecánicos (aereadores superficiales, sopladores, etc) los cuales tienen doble función: 1) producir mezcla completa y 2) agregar oxígeno, al medio para que el proceso se desarrolle.

Los elementos básicos de las instalaciones del proceso de lodos activados.

- Tanque de aereación: Estructura donde el influente y los microorganismos (incluyendo biomasa de los lodos activados) son mezclados. Se produce reacción biológica.
- Tanque sedimentador: El influente mezclado procedente del tanque aereador es sedimentado separando los sólidos suspendidos (lodos activados), obteniéndose un efluente tratado clarificado.
- Equipo de aereación: Inyección de oxígeno para activar las bacterias heterotróficas.
- Sistema de retorno de lodos: El propósito de este sistema es el de mantener una alta concentración de microorganismos en el tanque de aereación. Una gran parte de sólidos biológicos sedimentables en el tanque sedimentador son retornados al tanque de aereación.
- Exceso de lodos y su disposición: El exceso de lodos, debido al crecimiento bacteriano en el tanque de aereación, son eliminados, tratados y dispuestos.

Operaciones Básicas

1. Pretratamiento/ Ajuste de Aguas Residuales

El primer paso en el tratamiento de aguas residuales consiste en un acondicionamiento antes de proceder hacia el proceso de lodos activados, esto es debido a que ciertos elementos inhiben el proceso biológico. Este acondicionamiento se hace mediante la eliminación de los sólidos grandes a través del uso de rejillas. Después de pasar por las rejillas entra al tanque de aereación para su tratamiento. Los sólidos retenidos se desechan en bolsas hacia rellenos sanitarios.

2. Remoción de DBO en Tanque de aereación

Ya dentro del proceso de lodos activados, la biomasa de lodos y la aereación proveen los dos medios a través de los cuales la materia coloidal y disuelta del influente puede ser tratada.

Las aguas residuales crudas mezcladas con el lodo activado retornado desde los tanques sedimentadores son aereadas hasta obtener cerca de 2 mg/lt de oxígeno disuelto. En este proceso una parte de la materia orgánica contenida en el influente es mineralizada y gasificada; y la otra parte, es asimilada como nuevas bacterias.

A través de las bacterias presentes en las partículas la biomasa de lodos, el oxígeno y la mezcla provista por el sistema de aereación, ocurren dos procesos biológicos:

a. El primero es la síntesis de la materia coloidal y disuelta.

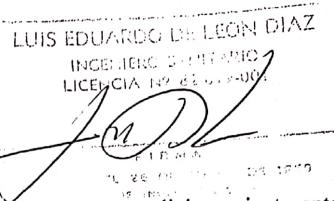
Aquí los organismos activos, con la ayuda de oxígeno, absorben, digieren y crean sólidos suspendidos. Luego de un adecuado tiempo de retención en los tanques de aereación, estos sólidos se sedimentan en los tanques sedimentadores y luego son devueltos a los tanques de aereación.

El sobreflujo del vertedero de los sedimentadores estará relativamente libre de materia coloidal y disuelta. Una proporción de los sólidos sedimentables deberá ser periódicamente retirada del sistema. Esto ayudará a prevenir la formación de una concentración de partículas de lodos activados mayor a lo requerido en el tanque de aereación (licor mezclado) al formarse nuevos sólidos a partir de los presentes en las aguas servidas.

b. El segundo proceso es llamado oxidación.

La oxidación, al igual como ocurre en otras formas biológicas de vida, es simplemente la quema del alimento (partículas de las aguas servidas y fecales) y la creación resultante de energía, CO₂ y agua.

En la planta de tratamiento se tiene dos tanques de aereación que son oxigenados mediante el uso de difusores de aire instalados en el fondo. El aire es suministrado por dos sopladores volumétricos, este equipo también se encarga de proporcionar la mezcla requerida por el proceso biológico de los tanques.



3. Separación sólido líquido en el Tanque de Sedimentación

Los lodos activados son lodos sedimentados de las aguas residuales crudas previamente agitados en la presencia de abundante oxígeno atmosférico. Los lodos activados son diferentes de otros lodos tanto en apariencia como en características físicas y composición biológica. Un lodo activado de buena calidad tiene un particular olor a tierra húmeda y mohosa cuando está en circulación en el tanque de aereación.

El lodo es un flóculo de un color café claro que precipita y sedimenta rápidamente en el líquido de origen dejando un sobrenadante claro sin olor ni color y brillante.

Los lodos activados deben ser separados del licor mezclado proveniente del tanque de aereación. Este proceso se realiza en el tanque de sedimentación, concentrándolos por gravedad. La finalidad de este proceso es:

- Conseguir un efluente clarificado con un mínimo de sólidos suspendidos
- Asegurar el lodo de retorno.

Con la finalidad de mantener la concentración de los lodos activados en el licor mezclado en un determinado valor, una parte de los lodos son eliminados del sistema al tanque digestor de lodo.

Un aspecto relacionado con la separación de lodos es el concerniente a los flóculos biológicos de los lodos activados, estos están compuestos de bacterias heterotróficas y son el elemento principal para la purificación, tienen dos importantes características en el proceso:

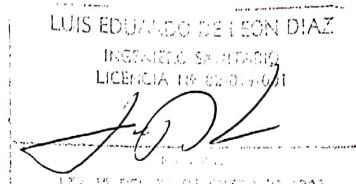
- Eficiente remoción de materia orgánica.
- Eficiente separación de sólidos.

En la planta de tratamiento se cuenta que con dos tanques sedimentadores y el retorno de lodos se hace mediante bombas sumergibles para aguas negras que permiten regresar los lodos hacia los tanques de aereación o hacia el digestor de lodo cuando es necesario reducir la concentración de microorganismos en el tanque de aereación.

4. Desactivación de sólidos en el Tanque Digestor y disposición hacia Lechos de Secado

La digestión aeróbica se basa en el principio de que los microorganismos metabolizarán su masa celular ante la ausencia de materia cruda nueva entrando a la mezcla. Este componente del proceso reduce los sólidos volátiles de la mezcla reduciendo el total de sólidos que se envía a los lechos de secado. El proceso de digestión también elimina olores, aceites, grasas y reduce la población de microorganismos patógenos del lodo.

La digestión de lodos se realiza continuamente por medio de la alimentación intermitente de lodo activado desde el sedimentador de la planta y la remoción en lotes de lodo y nata del mismo. El tanque digestor es aereado para el desarrollo del proceso de digestión mediante la provisión de oxígeno y la mezcla. Esta aereación debe ser detenida periódicamente para sedimentar los lodos y retirar la nata en la parte superior. En la medida que se va retirando la nata del digestor



aumentan la concentración de lodos. Una vez alcanzada una concentración de sólidos suspendidos en el digestor superior al 2%, la separación de la nata de la mezcla del digestor se hace más y más difícil por lo que el mismo es retirado hacia lechos de secado para su posterior disposición.

Los lechos de secado son filtros que reciben los lodos digeridos y separan mayor cantidad de líquido de los mismos y manteniendo los sólidos en la parte superior los cuales se secan para su remoción y disposición final. Los líquidos filtrados son llevados a la entrada de agua cruda de la planta para su ingreso al sistema nuevamente.

En la planta de tratamiento se cuenta con un tanque digestor de lodos que descarga hacia dos lechos de secado. La aereación del digestor se realiza con los mismos sopladores principales y difusores de burbuja instalados en el fondo del tanque, la descarga de lodos digeridos hacia los lechos de secado se realiza por medio de una bomba sumergible para aguas residuales.

5. Desinfección

El impacto de las aguas servidas en las fuentes de agua superficial y subterránea ha puesto en relevancia diversas problemáticas de salud y seguridad. Los organismos potencialmente problemáticos en el agua residual doméstica incluyen a las bacterias entéricas, los virus y los quistes de protozoarios.

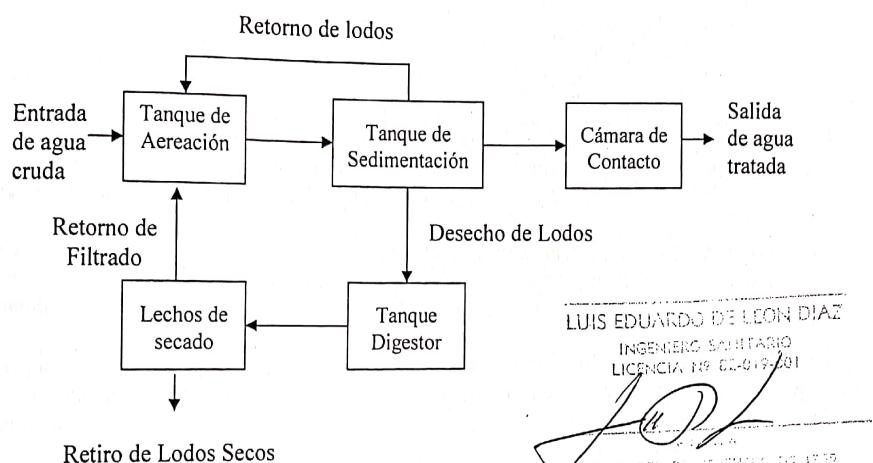
Como respuesta a estas preocupaciones, la desinfección se ha convertido en uno de los mecanismos principales para la desactivación o destrucción de los organismos patógenos. Para que la desinfección sea efectiva, el agua residual debe ser tratada adecuadamente. El cloro es el desinfectante más usado para el tratamiento del agua residual doméstica porque destruye los organismos a ser inactivados mediante la oxidación del material celular.

En el tratamiento de aguas servidas, las normas sobre coliformes fecales no se cumplirán sin una operación de desinfección adecuada. El líquido efluente del sedimentador de lodos debe ser conducido a un sistema de desinfección que permita descargar agua tratada adecuadamente. Es claro que el sistema de tratamiento biológico se diseña sólo para el abatimiento bioquímico de DBO₅ ya que los sólidos suspendidos se controlan en el sedimentador y los Coliformes fecales en una unidad de desinfección.

La dosis mínima debe ser aproximadamente de 7 mg Cl₂/l, para abatir el número de coliformes fecales en el orden de magnitud adecuado por la norma sin que adicionalmente se alteren las propiedades fisicoquímicas. El tiempo de retención en la cámara de contacto con la dosis óptima es de 30 minutos.

En la planta de tratamiento se cuenta con un sistema de dosificación de gas cloro. El efluente mezclado con cloro pasa por una cámara de contacto que cuenta con separaciones alternadas que hacen circular el agua y permitir la acción desinfectante del cloro. Una vez recorrido el tanque de contacto el efluente ya desinfectado es enviado al sitio de descarga final.

Esquema de procesos realizados en la planta



Características del Proyecto:

1. La Planta de Tratamiento es aeróbica con capacidad de 100,000 GPD, diseñada bajo los siguientes parámetros:

Agua Cruda	Agua Tratada
DBO5 : 300 mg/l	DBO5: 35 mg/l
TSS: 250 mg/l	TSS: 35 mg/l
TKN: 40 mg/l	TKN: 5 mg/l

El efluente de la Planta de Tratamiento cumplirá con los parámetros de la norma DGNTI COPANIT 35-2000 para descarga a cuerpo receptor y los lodos con la norma DGNTI COPANIT 47-2000.

- 2- Disposición de lodos secos: disposición de lodos secos: los lodos secos se utilizaran como abono de la jardinería y área común del proyecto.

3- Plan de contingencia:

- a. El diseño de esta planta permite el flujo por gravedad del agua a través de todos los tanques; por lo tanto, durante los períodos de falta de energía eléctrica, la planta se comportará como un gran tanque sedimentador con tiempo de retención hidráulica de mayor a 24 horas; por lo cual, la calidad del efluente no se afectará durante este período. La desinfección del efluente tampoco será afectada, ya que la misma no depende de la energía eléctrica para su funcionamiento.
- b. En caso de requerir reparaciones, cada equipo se puede retirar del sistema sin detener los demás y sin la necesidad de vaciar los tanques para esta operación.

PUESTA EN MARCHA

Advertencia

Las aguas negras y los desechos acarrean bacterias, hongos, parásitos y virus que pueden causar infecciones intestinales, pulmonares y de otro tipo. Si las costumbres laborales y el equipo de protección personal no le impiden absorber esos agentes, se puede enfermar.

Durante cualquier parte del tratamiento, el transporte o la aplicación de los desechos de aguas negras, el trabajador puede verse expuesto a materiales que ocasionan enfermedades, pero los buenos hábitos de trabajo pueden ayudar a darle protección.

Para trabajar cerca de las aguas negras o los desechos, los controles de ingeniería y los hábitos laborales son las mejores formas de proteger a los trabajadores en contra del riesgo de contraer una enfermedad.

El trabajador debe hacer lo siguiente:

- ❖ Lavarse bien las manos con agua y jabón antes de comer o fumar y después del trabajo.
- ❖ No se toque la nariz, boca, ojos u oídos con las manos a menos que estén recién lavadas. La mayoría de las veces se contrae las enfermedades cuando tiene gérmenes en las manos y se toca la boca o la nariz o los ojos.
- ❖ Mantenga las uñas bien recortadas; use un cepillo para limpiarse bien debajo de las uñas.
- ❖ Use guantes impermeables cuando valla a limpiar bombas o mallas y cuando vaya a manipular residuos, lodo o arena.
- ❖ Use guantes todo el tiempo cuando tenga las manos agrietadas o quemadas o tenga alguna irritación o herida.
- ❖ Bañarse y quitarse la ropa de trabajo antes de irse para su casa.
- ❖ No deje la ropa de trabajo junto con la otra ropa.
- ❖ Informe de inmediato cualquier lesión o enfermedad.
- ❖ Si se enferma, asegurase de decirle al medico que usted trabaja en plantas de tratamiento aguas servidas.
- ❖ Debe tener al día las vacunas contra el tétano, hepatitis A y la difteria debe tenerlas al día.

Apoyo durante el inicio

El personal de PROGESA realizará, junto al operador designado por el cliente, todas las pruebas físicas y mecánicas de funcionamiento y operación del equipamiento electromecánico instalado. Igualmente, explicará al operador el funcionamiento de las válvulas, retorno de lodos, colector de espumas, bombas, equipos de aereación, paneles de control y sistema de desinfección.

Generalidades

La puesta en marcha de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales consiste en balancear adecuadamente las capacidades variables de la planta tales como mezcla, aereación, tiempo de funcionamiento y carga orgánica de la instalación que ella sirve.

Puesto que no hay dos plantas con cargas iguales, es imposible que al momento de la puesta en marcha, la planta pueda estar lista a prestar el mejor servicio de acuerdo con su capacidad. De esta manera lo primero que se realiza es afinar la planta. El afinamiento (balanceamiento) de una planta se llama puesta en marcha. Esta debe ser exitosamente completada antes que realice el trabajo para la cual fue diseñada.

Un programa consciente de puesta en marcha permitirá que la planta logre rápidamente el máximo de eficiencia en su operación, pero si este programa se detiene o no se realiza adecuadamente, la planta no trabajará eficientemente.

Llenado inicial

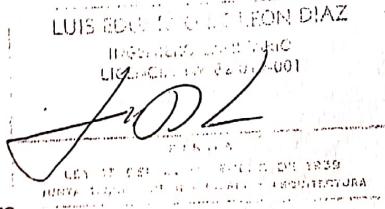
El llenado inicial puede hacerse usando agua residual, agua limpia ó licor mezclado de alguna otra planta en operación. Si es posible, se recomienda usar una combinación de agua residual y licor mezclado.

Antes de iniciar el llenado, todas las válvulas y compuertas deben estar abiertas para asegurar que los compartimentos de la planta se llenen al mismo tiempo y prevenir fatigas en la estructura y deformación de los muros.

En plantas nuevas, es recomendable llenar con agua limpia cubriendo los difusores hasta 1/3 parte de la altura del tanque. Luego se sigue el llenado con licor mixto hasta 2/3 partes de la altura del tanque, finalizando el llenado con agua residual. El aire debe proveerse a los difusores una vez que estos han sido cubiertos de agua y seguir operándolos hasta finalizar el llenado.

Terminando el llenado de la planta, se requiere hacer algunos ajustes, conforme el agua empieza a derramar al sedimentador, se debe observar un flujo uniforme. Si no hay un flujo uniforme, ajuste el vertedor hasta obtener un gasto uniforme, ya que se pueden presentar fallas de operación en el sedimentador, como es un "corto circuito" cuando no hay una distribución homogénea, como flotación de lodo, incrementando la carga orgánica y pérdida de lodo en el efluente.

Es importante mantener el control sobre el vertedor del sedimentador ya que un mal control produce incremento en la DBO del efluente, incremento de sólidos y baja calidad del agua tratada.



Retorno de lodos

El retorno de los lodos es importante en la operación de la planta. En las plantas que operan bajo aereación extendida, se recomienda retornar el 100 % de dichos lodos, mediante bombas. En la práctica normal, el retorno de lodos se basa en el flujo de entrada y las bombas de retorno operan a un gasto constante.

Como ejemplo, una planta con una capacidad de 2,000 GPD, tendrá un gasto de retorno de lodos de 1.4 GPM. Esto resulta de dividir la capacidad de la planta entre 1440 para obtener los GPM de retorno.

Luego de haber obtenido el crecimiento de lodos, se debe muestrear la cantidad de lodo sedimentado en un cono Imhoff, durante 30 minutos, cubriendo de 1/2 a 3/4 partes del volumen del cono. Si menos de 1/2 parte es lodo, se debe reducir el retorno de lodos. Si más de 3/4 partes es lodo, se debe incrementar. Cuando el retorno de lodos no es suficientemente alto, entonces el color es negro y con olor desagradable.

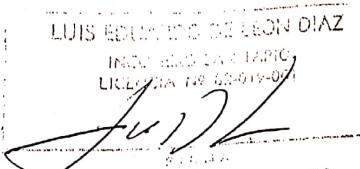
Suministro de aire

El suministro de aire en el tanque de tratamiento es realizado a través de difusores de burbujas fina instalados en el fondo del tanque y sopladores volumétricos que enviarán el aire de la superficie hasta los difusores. Para regular la cantidad de aire suministrado al sistema es necesario variar el tiempo de operación del aereador hasta obtener un valor de oxígeno disuelto (O.D.) en el agua cercano a los 2 mg/l. Si el oxígeno disuelto es menor a 1 mg/l, la planta puede generar condiciones anóxicas dentro del tanque de aereación y producir malos olores; en este caso, se deberá aumentar el tiempo de operación del aereador. Si se obtienen valores de O.D. mayores a 2 mg/l, estaremos desperdiando energía por el funcionamiento de los aereadores; por lo cual, debemos disminuir el tiempo de operación del aereador.

Otro ajuste importante es el suministro de aire a los difusores en el digestor de lodos. Regulando las válvulas de control de aire puede regularse el mezclado en este tanque.

Visualmente determine si el flujo de aire es parejo en todos los difusores, si no, entonces regule las válvulas de control. La turbulencia creada debe producir un buen mezclado en el tanque. Si esto no ocurre, entonces verifique la descarga del soplador y la línea de aire para asegurarse que el soplador entregue la cantidad correcta de aire. Si no hay un buen mezclado, esto provoca asentamiento de lodo, resultando condiciones sépticas y malos olores.

Después de 30 minutos, verificar la concentración de oxígeno disuelto en el tanque, de acuerdo al procedimiento descrito en la sección de pruebas de éste manual. Si la cantidad de oxígeno disuelto es inadecuada, verifique que la línea de aire no se encuentre atascada ó que no tenga fugas y que las válvulas de control estén bien abiertas.

LUIS EDUARDO DE LEÓN DÍAZ
INGENIERO EN INGENIERÍA
UNIVERSIDAD NACIONAL

FEBRERO 1998
ESTE DOCUMENTO FUE PREPARADO POR LA DIRECCIÓN TECNICA
DE LA PLANTA TRATADORA DE AGUAS RESIDUALES LOMAS DE MASTRANTO 2

9

MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
P.T.A.R. LOMAS DE MASTRANTO 2

Otros

Luego de haber realizado los pasos anteriores, la planta está lista para una operación normal. Si no se ha usado lodo de otra planta para el arranque inicial, entonces hay que inducir el crecimiento de lodos. A continuación se explica éste procedimiento.

Si se han verificado los puntos anteriores y el funcionamiento parece inadecuado, entonces es posible que existan condiciones sépticas ó una carga orgánica mayor a la calculada esté entrando al sistema. En este caso, se requiere mayor cantidad de aire. Para solucionar esto, instale un segundo soplador ó reemplace las poleas y el tamaño del motor del soplador actual por otro de mayor caballaje.

Como cualquier proceso biológico de tratamiento, las plantas de lodos activados se basan en procesos biológicos que se llevan a cabo en forma natural. Para empezar, los organismos que degradan el material orgánico no están presentes en todos los tipos de aguas residuales y normalmente no están en suficiente cantidad para consumir rápidamente este material.

En una planta de tratamiento, las condiciones son tales que las bacterias comúnmente presentes en el agua residual crecerán en cantidades suficientes para consumir los compuestos orgánicos presentes.

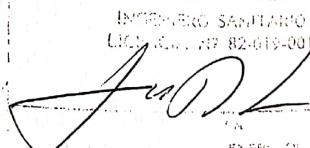
Cuando se pretende arrancar una planta sin una "siembra" de lodos, el proceso de formación de bacterias toma varias semanas e incluso meses hasta obtener un desarrollo adecuado de lodo. Otro factor que afecta el desarrollo de las bacterias es que, al arranque de una planta nueva no se cuente con el flujo suficiente de agua residual para el cual fue diseñada la planta. Durante el periodo de arranque, puede ocurrir formación de espuma. Esto se puede controlar usando dispersantes químicos de espuma.

El desarrollo del lodo debe continuar hasta lograr el máximo tratamiento requerido. La disposición del excedente de lodos debe comenzar hasta tener una completa estabilización de la planta.

Normalmente, el período de puesta en marcha de una planta dura aproximadamente entre 8 a 12 semanas. Durante este tiempo, en el cual el lodo activado se desarrolla, el operador deberá balancear la tasa de retorno de lodos y los ciclos de funcionamiento para cumplir con las cargas tanto hidráulica como orgánica que ingresen a la planta.

LUIS EDUARDO DE LEON DIAZ

INTERIOR SANTUARIO
LIC. CL. N° 82-019-001



EMERGENCIA
ESTADO DE MEXICO

VERIFICACION Y PRUEBAS

Verificación de funcionamiento

Las plantas pueden ser operadas y mantenidas eficiente y adecuadamente, si se realiza un monitoreo de al menos los siguientes parámetros:

- Sedimentación,
- pH,
- Oxígeno disuelto y
- Cloro residual
- Examen con microscopio

Es importante que el operador de la planta observe ciertos indicadores que le permitan apreciar si la planta está operando adecuadamente. Los procedimientos descritos más adelante no requieren de análisis de laboratorio ni de sofisticados equipos o actividades.

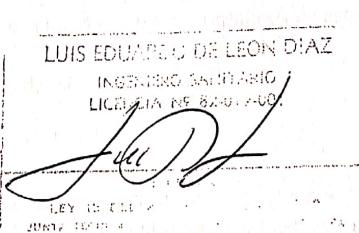
Sin embargo, debe recordarse que, diversos análisis de laboratorio son requeridos para comprobar el valor exacto de determinados parámetros. Mediante fáciles acciones el operador debe ir formando una bitácora del comportamiento de algunos parámetros básicos, lo que le permitirá comprobar el funcionamiento y obtener un efluente claro, cristalino y debidamente tratado.

Equipamiento Requerido

El equipamiento requerido para verificar estos parámetros es el siguiente:

El equipamiento requerido para verificar estos parámetros es el siguiente:

- Dos (2) jarros plásticos transparentes de 1 litro, boca ancha, graduados cada 100 cc
- Un cono Imhoff
- Un microscopio
- Medidor de oxígeno disuelto
- Medidor de Ph
- Medidor de cloro residual
- Dos (2) guantes de goma hasta los codos
- Una varilla con una red fina tipo canasto



Pruebas de funcionamiento

1. Prueba de sedimentabilidad:

Objetivo: Esta prueba es conducida diariamente para ayudar al operador en la rutina de control del proceso e identificar problemas específicos, para lo cual se usa una jarra de 1 litro graduada cada 100 ml.

Procedimiento: Llene el recipiente con licor mixto (líquido del tanque de aereación), hasta la marca superior de la escala. Déjelo asentar por 60 minutos. A los 5, 30 y 60 minutos anote lo siguiente: lectura de la escala a donde llega el lodo sedimentado, densidad del lodo (grueso o ligero), claridad del sobrenadante (claro o turbio).

Interpretación:

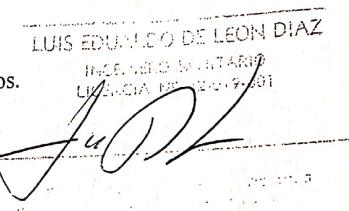
Planta bien operada:

• Licor mixto:

- El lodo estará denso y sedimentará en al menos una hora.
- La lectura del lodo deberá ser de un 50 al 70 % a los 5 minutos, 35 al 50 % a los 30 minutos y del 30 al 40 % a los 60 minutos. Los valores antes indicados son típicos y pueden variar en otros plantas.

• Efluente del tanque clarificador:

- Debe estar claro y libre de sólidos.
- Un ligero asentamiento en la probeta o vaso de precipitados.
- Sólidos suspendidos ligeros en el sobrenadante.



Planta regular o mal operada:

• Licor mixto:

- Sobrenadante turbio en el clarificador, lodo oscuro y olor (la planta no tiene suficiente aire).
- Color rojizo en el tanque de aereación (exceso de oxígeno o sobre aereación).
- Los sólidos en la probeta o vaso de precipitados flotan a los 60 minutos de asentamiento (sobre aereación).
- Asentamiento después de 5 minutos arriba del 80 % o abajo del 40 %.

• Efluente del clarificador:

- Sobrenadante turbio del clarificador (el lodo se ha vuelto séptico debido a que permanece mucho tiempo en el clarificador. La línea de retomo de lodos pudiera estar tapada).

Esta prueba también puede usarse para determinar la calidad del lodo e indicar las acciones que se requieren para mejorar la operación de la planta.

Una curva adecuada debe mostrar una sedimentación de lodo del 70% a los 10 minutos de operación, 50% a los 20 minutos, 35% a los 30 minutos, 25% a los 40 minutos, 20% a los 50 minutos.

Una curva con una sedimentabilidad más lenta y que no llega al 20% se considera una curva de lodo joven, esto se puede deber a demasiada remoción de lodo del sistema, rápida remoción de lodo del sistema ó alta carga orgánica.

Una curva con una sedimentabilidad más rápida y que supera el 30% se considera una curva de lodo viejo y se puede deber a baja carga orgánica, incremento en el retorno de lodos del clarificador, periodos de aereación demasiado largo, retención de lodos por largos períodos.

2. Prueba de pH:

Objetivo: Esta prueba diaria se usa para determinar el grado de acidez ó de alcalinidad del agua, tanto del influente como del licor mezclado.

Interpretación: Un pH neutral es de 7. Abajo de éste valor existe una condición ácida y arriba de éste, hay una condición alcalina. La condición más favorable para un sistema biológico es del rango de 6.5 a 7.5 pero en el tanque de aereación puede existir un rango de 5 a 8. Cambios extremos en el ph del agua cruda indican que alguna industria puede estar descargando sus desechos. Si el ph cambia fuera de lo normal, puede corregirse adicionando ciertos productos químicos.

Pueden ocurrir cambios en el pH no relacionados con algún desecho industrial. Un pH bajo después de la clarificación indican que el lodo está retenido mucho tiempo en el clarificador. Un pH bajo luego de la desinfección indican una dosis alta de cloro lo que resulta en la formación de ácido clorhídrico. Una prueba de cloro residual debe realizarse para descartar cualquier sospecha referente a una sobredosis de cloro.

3. Prueba de cloro residual:

Objetivo: Esta prueba diaria se usa para determinar si la dotación está operando al nivel requerido para matar las bacterias antes de que el agua sea descargada de la planta.

Interpretación: El cloro residual será comúnmente de 0.5 a 1.0 mg/Lt pero en algunas ocasiones puede llegar hasta 2 mg/Lt.

Equipo requerido: Colorímetro comparador de cloro, reactivo en pastillas, tubo de 10 ml.

Procedimiento:

- a. Llene el tubo de 10 ml con agua que sale de la planta.
- b. Coloque en el tubo una tableta DPD #1R.
- c. Tape el tubo y mezcle hasta que se disuelva la tableta.
- d. Inserte el tubo en el colorímetro y compare su color hasta que coincidan.
- e. Determine la cantidad de cloro residual libre en el muestra.

LUIS EDUARDO DE LUON DIAZ
INGENIERO SANITARIO
LICENCIA N° 021-19-001

JED
S E R M A

LEY 18 DEL 23 DE ENERO DE 1959

4. Prueba de Oxígeno Disuelto:

Objetivo: Verificar el nivel de oxígeno disuelto en el tanque de aereación. Es importante mantener los niveles adecuados de oxígeno disuelto en el tanque de aereación para que el proceso de lodos activados trabaje bien.

Procedimiento:

(Alto rango: 1 gota = 1 mg/Lt de oxígeno disuelto)

a. Llene el vaso de la botella de oxígeno disuelto con el agua que a ser probada, permitiendo que el agua fluya en la botella por 2 o 3 minutos, asegurándose que no haya burbujas de aire en la botella.

b. Ponga el contenido de una tableta del agente No. 1 y una tableta del agente No. 2 que se suministra con el kit. Tape cuidadosamente la botella de tal forma que no haya burbujas de aire.

b.1 Cierre la botella y agítela vigorosamente para mezclarla.

b.2 Se va a formar un precipitado. Si hay oxígeno presente el precipitado se torna de un color café anaranjado.

c. Permita que el precipitado se asiente hasta la mitad. Agite de nuevo hasta que la mitad superior de la muestra este clara.

d. Quite el tapón y adicione una tableta del reactivo No. 3. Vuelva a apretar y agite para mezclar. El precipitado se disolverá y se tomará de un color amarillo si hay oxígeno presente. Esta es la muestra preparada.

e. Llene el tubo medidor de plástico con esta muestra preparada y vacíelo en la botella de mezcla.

f. De vueltas con la mano para agitar la muestra, añada gota a gota el titrante PAO, contando cada gota hasta que la muestra cambie de amarillo a claro. Cada gota es igual a 1 mg/Lt de oxígeno disuelto.

(Bajo rango: 1 gota = 0.02 mg/Lt de oxígeno disuelto).

Si el resultado del paso 6 es muy bajo (digamos menor a 3 mg/Lt se recomienda probar con una muestra más grande para obtener una prueba más sensible. Esto puede hacerse directamente en la botella de muestra de oxígeno disuelto como sigue:

a. Usando la muestra preparada como se indicó en el paso d arriba mencionado, ponga los contenidos de la botella de oxígeno disuelto hasta que el nivel llegue a la marca en las botellas.

b. Mientras da vueltas con la mano la botella de oxígeno disuelto para mezclar la muestra,

adicone gota a gota con el PAO contando cada gota hasta que la muestra cambie de amarillo a incoloro. Cada gota equivale a 0.02 mg/lt de oxígeno disuelto.

Notas

- A. Es un poco dificil detener la botella sin que se vaya a trepar una burbuja de aire. Para evitar este problema incline la botella de OD un poquito e inserte el tapón con un movimiento rápido, lo cual fuerza a que las burbujas salgan. Si quedan burbujas atrapadas en los pasos 2 y 4, deseche la muestra y empiece de nuevo esta prueba.
- B. Una pequeña cantidad de tabletas puede permanecer pegado en el fondo de la botella de OD pero esto no afecta la prueba.
- C. No permita que el titrante PAO se exponga al sol ya que puede descomponerse.
- D. Si el OD se va a determinar en la línea de drenaje entonces necesita acondicionarse con una solución de ácido sulfámico en sulfato de cobre.
- E. Las muestras que contienen una concentración alta de cloro no permiten que se asiente el precipitado, sin embargo, no se observa interferencia si se permite que la muestra esté en contacto con el precipitado 4 o 5 minutos.
- F. Una prueba más sensible se puede realizar usando una solución indicadora Starch mientras se trata la muestra con el titrante PAO. Para usar efectivamente la muestra goteárla hasta que el color empiece a cambiar de amarillo café a amarillo ligero. Adicione 2 gotas de la solución indicadora Starch. Continúe el goteo, la muestra indica la concentración exacta de oxígeno disuelto en la botella.

5. Examen con Microscopio:

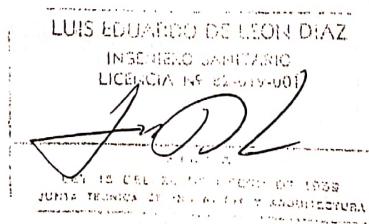
Objetivo: Verificar el tipo de bacterias presentes en el licor mezclado del tanque de aereación. Al examinar una gota del lodo activado o licor mixto con un microscopio, fijelo a un aumento de 100x para que el operador pueda rápidamente determinar la condición del floc (licor mixto).

Característica del floc

Normal: La masa del flóculo es de pequeña a mediana densidad y las bacterias no están dispersas.

Condiciones tóxicas: La masa del flóculo es de pequeña a mediana densidad con bacterias dispersas. Esto también indica un incremento en la carga orgánica.

Una baja concentración de oxígeno o bajo PH se indica que microorganismos filamentosos están presentes. Estos son delgados como tipo rosca.

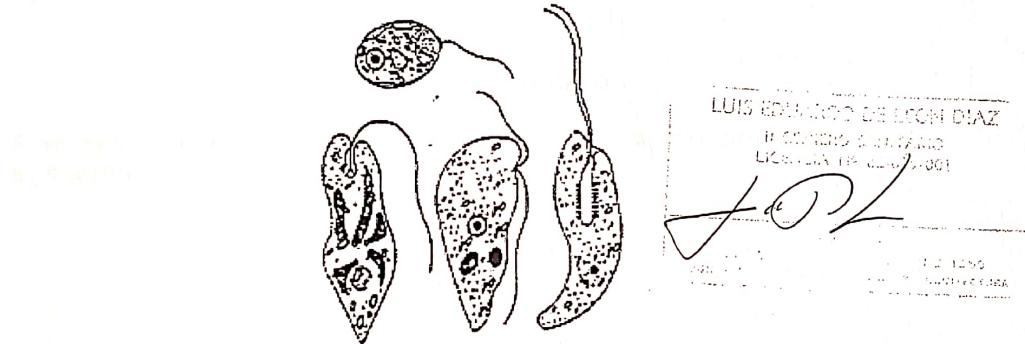


Tipo de bacterias presentes en el licor mezclado.

Ya que las bacterias que están presentes en un sistema de lodos activados indican las condiciones de operación del sistema, es necesario que la persona que realiza el examen al microscopio tenga la habilidad de reconocer los cinco mayores tipos de microorganismos. Fije el microscopio a un aumento de 200x cuando realice esta prueba.

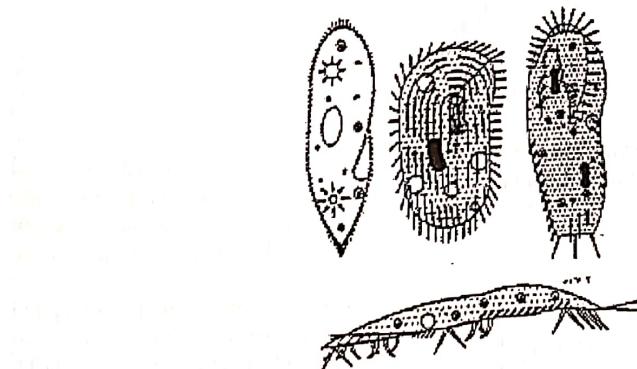
Una evaluación de las condiciones de operación, basada en la presencia de este tipo de bacterias no debe estar basada en el número absoluto de ciertos tipos encontrados sino que en la forma que predominan. La siguiente guía puede usarse para evaluar el rendimiento de la planta:

Si hay protozooarios flagelados predominantes, entonces el contenido es relativamente alto en orgánicos no estabilizados.



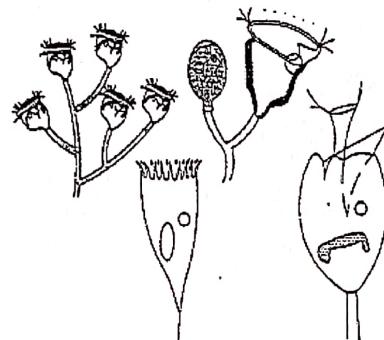
Vista general de Protozoarios Flagelados

Si hay protozooarios ciliados nadadores Libres predominantes, existe un nivel orgánico moderadamente bajo, de 50-100 mg/lt de DBO.



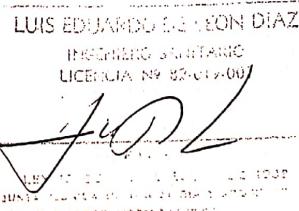
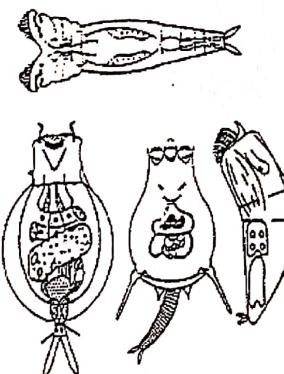
Vista general de Protozoarios Ciliados Nadadores Libres

Si hay protozoarios ciliados predominantes, existe un nivel orgánico inestabilizado, de 10- 20 mg/lt de DBO.



Vista de los Protozoarios Ciliados

Si hay rotíferos predominantes, existe una condición orgánica muy baja, inestabilizada, de 2-5 mg/lt de DBO.



Vista de los Rotíferos

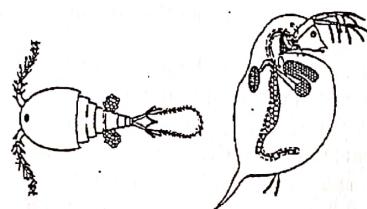
Los protozoarios pueden ser usados para indicar que existen niveles de cargas orgánicas ya que son muy sensativos a materiales tóxicos y por lo tanto morirán antes de afectar a la bacteria. Una rutina de observación de los protozoarios indica un problema muy serio pero que si se detecta a tiempo previene que la bacteria muera.

Los protozoarios y otros animales son estrictamente aeróbicos por lo tanto indican que hay suficiente oxígeno presente. Si existe una condición anaerobia, los animales microscópicos pueden existir por algunas horas pero una condición anaerobia prolongada será fatal. Una baja condición de PH también será fatal en un periodo corto de tiempo para estos animales.

microscópicos.

En el examen con el microscopio se pueden observar otro tipo de microorganismos que no son convenientes para el desarrollo del proceso biológico. Algunos de ellos son:

Crustaceas:



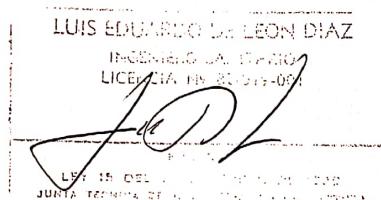
Tardigradas:



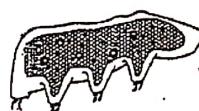
Filamentosas:



Nemátodos:



Tardigradas:



MANTENIMIENTO

El equipamiento de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales requiere un cierto grado de mantenimiento así como cualquier equipamiento eléctrico o mecánico. Las plantas han sido diseñadas para un rendimiento óptimo con apenas un mínimo de mantenimiento como el que aquí se presenta; no es difícil de realizar, pero sí es absolutamente necesaria para asegurar una operación eficiente de la planta y una larga vida al equipamiento.

Recuerde sin embargo que, lo más importante de la planta de tratamiento es el operador. Este manual o cualquier otro documento no tienen ningún valor, si el operador de la planta no tiene interés en operar la planta adecuadamente. Mantenga sus manos y todos los objetos alejados del equipamiento hasta que se haya desconectado el control principal del circuito. Verifique los manuales especiales de todos los equipos instalados en la planta para cualquier información adicional. Una copia de estos manuales puede ser encontrada al final de este manual.

Cuadro de Rutinas de mantenimiento preventivo a ser realizadas por el operador

Actividad/Rutina	DIARIO	SEMANAL	MENSUAL
Rejillas de separación de Sólidos			
Limpieza de rejillas de retención	X		
Tanques de Aereación			
Verificación funcionamiento aereadores	X		
Limpiar, ajustar y tensar cables de aereadores		X	
Tanques de Sedimentación			
Verificación de retorno de lodos	X		
Remoción de materia flotante	X		
Verificación y limpieza vertedero			
Limpieza y raspado de tanques	X		
Sopladores			
Limpieza general	X		
Verificación de nivel de aceite	X		
Verificación de ruido o vibración	X		
Engrasar Balineras		X	
Limpiar filtro de aire soplador		X	
Inspección válvulas alivio presión			X
Verificación de Fugas			X
Verificación de Aceite y Cambio			X
Bombas Sumergibles			X
Verificación de condición y limpieza			
Dosificador de gas cloro		X	
Verificación la dosis de cloro aplicada			
Panel de Control		X	
Verificación panel control			

Difusores de Aire

El tanque digestor de lodos de la Planta esta equipado con difusores sellados de aire de burbuja gruesa, están diseñados con un dispositivo que protege la abertura del difusor y la tubería de aire, del contacto con las aguas servidas, aún durante los períodos en que la planta no esté funcionando. El dispositivo consiste en una membrana de goma instalada justo en la salida de aire del difusor la cual se abre solo para permitir el paso del aire y se cierra automáticamente en el caso que los sopladores estén sin funcionar. Los difusores de aire no se deben obstruir y normalmente no requieren limpieza.

Clorador

Para la eliminación de los elementos patógenos (virus, bacterias, etc.) se utiliza un sistema de desinfección por medio de gas cloro. Este sistema se componen de regulador de vacío para montaje de cilindro de 150 libras; el cual tiene incorporado n rotámetro con su válvula de aguja para regular las dosis que se aplicarán y un eyector donde se efectúa la mezcla del gas con el agua proveniente del sistema de acueducto del lugar. Se deberán hacer análisis a la aguas para verificar que la dosificación de cloro este dentro de las normas. El agua saliendo de la cámara de contacto debe ser clara y sin olor excepto por un ligero olor a cloro. El cloro residual debe estar entre 0.5 a 1.0 mg/l y debe tener presente oxígeno disuelto, el pH debe ser similar a aquel existente en el tanque.

Tableros Eléctricos

Todos los equipos y controles eléctricos son precableados. Los interruptores y controles van montados e integrados en un solo gabinete. Los circuitos de los sistemas de aereación están implementados con un relé programable en el cual se ajustan los tiempos de funcionamiento de los sopladores y su alternación. El relé programable controla a su vez las bombas de influente y retorno de lodos los cuales son controlados por ajustes del tiempo para las últimas y por boyas de control de nivel para las primeras.

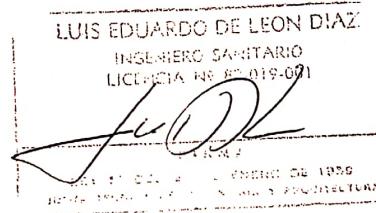


TABLA DE CONTENIDO

PROYECTO	1
MARCO TEORICO	2
Introducción	2
Operaciones Básicas.....	3
Esquema de procesos realizados en la planta.....	6
PUESTA EN MARCHA.....	7
Advertencia	7
Apoyo durante el inicio.....	7
Generalidades	8
Llenado inicial	8
Retorno de lodos	9
Suministro de aire	9
Otros	10
VERIFICACION Y PRUEBAS.....	11
Verificación de funcionamiento	11
Equipamiento Requerido	11
Pruebas de funcionamiento.....	19
MANTENIMIENTO.....	20
EQUIPO DISPONIBLE	20
Bombas sumergibles para aguas negras.	20
Soplador Lobular	21
Difusores de Aire	21
Clorador.....	21
Tableros Eléctricos	21

LUIS EDUARDO DU LEON DIAZ

INGENIERO ELECTRICO
LICENCIA N° 82-619-001

