

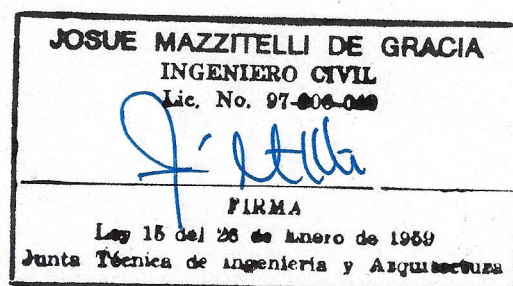


WATER & ENERGY
SOLUTIONS

JUEGO DE MEMORIAS PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PUERTAS DE GALICIA

Cgto. Pacora, distrito de Panamá. Sobre la carretera a Utivé.

- Memoria de proceso
- Memoria estructural
- Memoria eléctrica



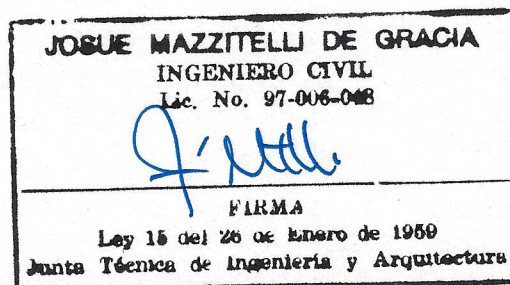
20 de noviembre de 2020



Vía España, corregimiento de Pueblo Nuevo. No.#46. Ciudad Panamá. Tel.: (507) 2039632; Cel.: (507) 68389683
info@wecanbetter.com - www.wecanbetter.com



WATER & ENERGY
SOLUTIONS



MEMORIA DE PROCESO

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

PUERTAS DE GALICIA

Fecha: 20 sept. 2020
info@wecanbetter.com
www.wecanbetter.com

I. MEMORIA DESCRIPTIVA

1. Datos del proyecto

Proyecto: PUERTAS DE GALICIA

Promotor: SUCASA

Ubicación: Cgto. Pacora, distrito Panamá. Sobre la carretera a Utivé

Tipo de planta: Aireación extendida (Ludzack-Ettinger) en tanque octogonal

Número de viviendas: 1080 + Area comercial

Habitantes por vivienda: 5

Población: 5400

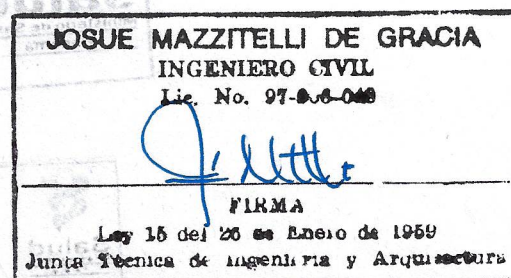
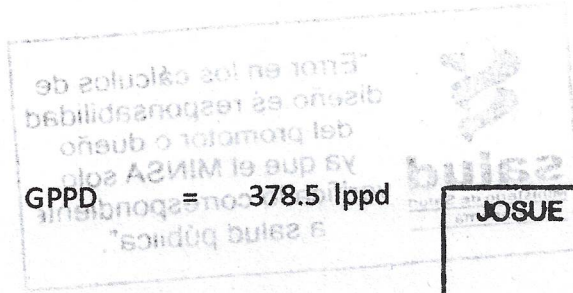
Dotación de agua potable: 100

Factor AR/AP: 0.8

Caudal doméstico: 432,000 GPD = 1635 m³/d

Caudal comercial: 23,000 GPD = 87 m³/d

Caudal total: 455,000 GPD = 1722 m³/d



2. Parámetros y eficiencia de tratamiento

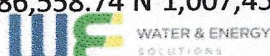
Parámetro	Und.	Entrada*	Salida**	Eficiencia ⁺
DBO	mg/l	240	< 35	85 %
DQO	mg/l	500	< 100	80 %
SST	mg/l	220	< 35	84 %
SSe	mg/l	10	< 1	90 %
Nt	mg/l	50	< 10	80 %
G&A	mg/l	80	< 20	75 %
pH	-	6.5-8.5	5.5-9	-
Turbidez	NTU	300	< 30	90 %
C.T.	NMP/100 ml	1x10 ⁸	< 1000	99.99 %

* Parámetros aguas residuales domésticas Metcalf & Eddy

** Cumplimiento total de normativa COPANIT 35-2000

+Eficiencia mínima esperada del sistema

Coordenadas de descarga: E 686,558.74 N 1,007,452.86

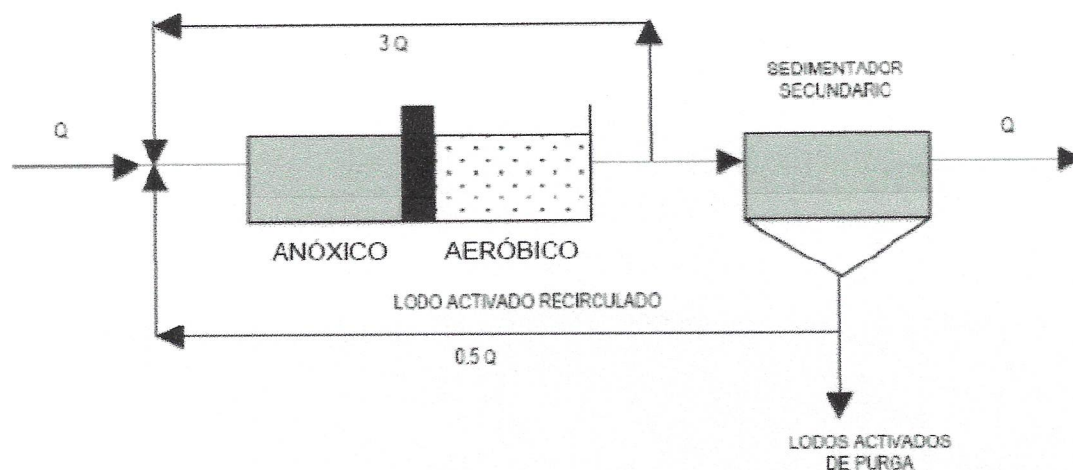


Vía España, corregimiento de Pueblo Nuevo, No. #46, Ciudad Panamá. Tel.: (507) 2039632; Cel.: (507) 68389683

info@wecanbetter.com - www.wecanbetter.com

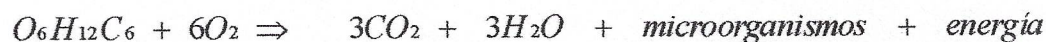
3. Sistema de tratamiento

Una de las modificaciones de diseño más comunes para mejorar la remoción de nitrógeno en un tratamiento de lodos activados es el proceso Ludzack-Ettinger. En este proceso un tanque anóxico, situado previo al tanque de aireación, recibe un flujo recirculado. La lógica de este proceso se basa en el hecho de que en el tanque de aireación las bacterias autotróficas (nitrificadoras) convierten el nitrógeno amoniacal (NH_4^+) a nitrógeno en forma de nitritos (NO_2) y luego a nitratos (NO_3). En el tanque anóxico las bacterias heterotróficas consumen el oxígeno de los nitratos, liberando el nitrógeno en forma gaseosa a la atmósfera. Esta recuperación de oxígeno implica ahorro en consumo energético al tiempo que limita el desarrollo de bacterias filamentosas.



El tanque de aireación se diseña bajo principios de aireación extendida, lo que implica un mayor volumen de tanque de aireación respecto al proceso convencional de lodos activados. Así se logra un proceso más robusto frente a caudales pico e incrementos súbitos de carga orgánica. También se consigue una simplificación en la operación al hacer innecesaria la implementación de unidades de clarificación primaria y digestión de lodos.

La ecuación básica que describe el proceso es la siguiente:



Los subproductos de la reacción no contienen azufre y, por tanto, el sistema no genera olores ofensivos.



Vía España, corregimiento de Pueblo Nuevo, No. #46, Ciudad Panamá. Tel.: (507) 2039632; Cel.: (507) 68389688
info@wecanbetter.com - www.wecanbetter.com



4. Operaciones unitarias

Las operaciones unitarias del sistema de tratamiento se encuentran integradas adecuadamente en una unidad compacta diseñada para optimizar el espacio disponible y garantizar que no se presenten corto circuitos en el flujo hidráulico. La oxigenación se realiza por medio de unidades retráctiles con difusores de burbuja fina de alta eficiencia. La forma octogonal permite ahorros sustanciales de obra civil al lograr, gracias a su geometría, una drástica reducción de los esfuerzos en la estructura.

• Rejilla

Permite la separación de objetos de tamaño mayor a 3 cm que pudieran generar obstrucciones en los equipos del sistema.

• Tanque anóxico

En esta unidad converge el agua residual cruda con recirculación proveniente del sedimentador. La alta concentración de microorganismos permite una rápida asimilación de materia orgánica contaminante, al tiempo que favorece el desarrollo de aquellas colonias con mejor sedimentabilidad. En el tanque de anóxico no existe aireación directa, el oxígeno es obtenido por las bacterias de la descomposición de los nitratos lo que implica remoción de nitrógeno de las aguas residuales.

• Tanque de aireación

Difusores de burbuja fina de alta eficiencia instalados en el fondo del tanque transfieren el oxígeno que constituye la base del proceso. Esto permite el desarrollo de una comunidad de microorganismos aeróbicos que degradan eficazmente la materia orgánica sin desprender malos olores.

• Sedimentador

En este tanque se separa el agua tratada de la biomasa activa (lodo). El líquido clarificado circula por la superficie mientras que el lodo del fondo se recircula para continuar en el proceso. Para mantener un balance adecuado en el sistema, una fracción del lodo debe ser periódicamente evacuada para su posterior secado.

• Cloración

El agua tratada y clarificada proveniente del sedimentador es conducida a un tanque de cloración en donde las bacterias patógenas son destruidas obteniendo finalmente una calidad de agua que cumple con los parámetros de descarga establecidos en la legislación vigente.

• Almacenamiento y espesamiento de lodos

En el tanque de almacenamiento se recibe el exceso de biomasa proveniente del sedimentador. El aire que se inyecta permite que el lodo termine de estabilizarse y, gradualmente, es enviado a los lechos de secado para su deshidratación.



Vía España, corregimiento de Pueblo Nuevo. No. #46. Ciudad Panamá. Tel.: (507) 2039632; Cel.: (507) 68829699. No. 97-006-000
info@wecanbetter.com - www.wecanbetter.com



• Lechos de secado

La deshidratación del lodo permite reducir drásticamente su volumen, facilitando y abaratando su manejo. Esta operación se realiza por medio de lechos de secado. Los lodos secos no presentan olor ofensivo y tienen el potencial de ser utilizados como mejoradores de suelo o abono orgánico.

II. MEMORIA DE CALCULO:

Procedimiento American Society of Civil Engineers (ASCE) y Manual of Practice (MOP) de Water Environmental Federation (WEF).

Parámetros de diseño	Und	Valor
θ_c (Edad de Lodo)	días	16
Y (Coeficiente de producción específico)	g/g	0.4
Y_n (Coeficiente de producción específico bact. nitrificantes)	g/g	0.12
K_d (Coeficiente de consumo endógeno)	d^{-1}	0.15
K_{dn} (Coeficiente de consumo endógeno bact. nitrificantes)	d^{-1}	0.06
Xs (Concentración de microorganismos en el licor mezclado)	mg/l	4,600
Xr (Concentración recirculación)	mg/l	6,000
So (Concentración de sustrato)	mg/l	384
S (Concentración teórica del sustrato en el efluente)	mg/l	32
F_d (Fracción celular remanente)	g/g	0.15
SSV (Sólidos suspendidos volátiles)*	mg/l	188.6
SSV _{nb} (Sólidos suspendidos volátiles no biodegradables)*	mg/l	62.857
SST _i (Sólidos suspendidos inertes)**	mg/l	31.4

*Se estima 85.7% de sólidos suspendidos como volátiles como sólidos suspendidos volátiles (VSS) y 33.3% de VSS son no biodegradables (nbVSS)

**SST_i = SST - SSV

1. Producción total de sólidos suspendidos:

a) Producción de biomasa heterotrófica:

$$P_{x,ssvhet} = \frac{QY(S_o - S)}{1 + (k_d)\theta_c}$$

$P_{x,ssvhet} = 67.44 \text{ kg/día}$

b) Restos de tejido celular:

$$P_{x,ssvdebris} = \frac{(f_d)(k_d)QY(S_o - S)\theta_c}{1 + (k_d)\theta_c}$$

$P_{x,ssvdebris} = 24.28 \text{ kg/día}$

c) Biomasa de bacterias nitrificantes:

NOx = TKN - 0.12 $P_{x,bio}/Q$

NOx = 45.302 mg/l

$$P_{x,ssvNitro} = \frac{QY_n(NO_x)}{1 + (k_{dn})\theta_c}$$

$P_{x,ssvNitro} = 4.78 \text{ kg/día}$



Vía España, corregimiento de Pueblo Nuevo. No. #46. Ciudad Panamá. Tel.: (507) 2039632; Cel.: (507) 69999693

info@wecanbetter.com - www.wecanbetter.com

JOSUE MAZZITELLI DE GRACIA
INGENIERO CIVIL

Lic. No. 97-006-048

FIRMA

Ley 16 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

d) Sólidos suspendidos no biodegradables:

$$P_{x,SSV\text{no bio}} = Q(SSV_{nb})$$

$$P_{x,SSV\text{no bio}} = 108.3 \text{ kg/día}$$

e) Sólidos suspendidos totales producidos:

$$P_{x,SST} = \frac{P_{x,SSVhet}}{0.85} + \frac{P_{x,SSVdebris}}{0.85} + \frac{P_{x,SSVnitro}}{0.85} + P_{x\text{no bio}} + \frac{(SST_i)Q}{1000}$$

$$P_{x,sst} = \frac{67.44}{0.85} + \frac{24.28}{0.85} + \frac{4.78}{0.85} + 108.3 + 54.1$$

$$P_{x,sst} = 275.91 \text{ kg/día}$$

2. Volumen tanque anóxico

Tasa global de denitrificación

Para determinar el tiempo de residencia hidraulico para lograr una denitrificacion adecuada se debe estimar primeramente la tasa global de denitrificación a la temperatura específica del proyecto:

$$R_{DNT} = R_{DNT20^{\circ}C} \times 1.09^{(T-20)} (1-OD)$$

Donde:

R_{DNT} (Tasa global de denitrificación)

$R_{DNT20^{\circ}C}$ (Tasa de denitrificación específica):

0.1 kg NO₃-N/kg SSVLM d

T (Temperatura del agua residual):

27 °C

OD (Oxígeno disuelto en el tanque anóxico):

0.15 mg/l

$$R_{DNT} = 0.1 \times 1.09^{(27-20)} (1-0.15)$$

$$R_{DNT} = 0.16 \text{ d}^{-1}$$

El tiempo de retención es:

$$\theta_a = (N_o - N) / R_{dnt} X_r$$

$$NO_x = TKN - 0.12 P_{x,bio}/Q$$

$$NO_x \text{ (Nitrato afluente): } 45.30 \text{ mg/l}$$

$$N \text{ (Nitrato efluente): } 5 \text{ mg/l}$$

$$X_r \text{ (Concentración recirculación): } 6,000 \text{ mg/l}$$

$$\theta_a = 0.042 \text{ días}$$

$$\theta_a = 1.01 \text{ horas}$$



Vía España, corregimiento de Pueblo Nuevo. No. #46. Ciudad Panamá. Tel.: (507) 2039632; Cel.: (507) 68389683

info@wecanbetter.com - www.wecanbetter.com

$$Q_{\text{total}} = Q + Q_r$$

$$Q = 1722 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$Q_r = 861 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$Q_{\text{total}} = 2584 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$\text{Volumen de tanque anóxico} = (Q_{\text{total}})\theta_a$$

$$\text{Volumen de tanque anóxico} = 2584 \text{ m}^3/\text{d} \times 0.042 \text{ d}$$

$$\text{Volumen de tanque anóxico: } 108.5 \text{ m}^3$$

3. Volumen tanque aireación

a) Masa de sólidos suspendidos en el licor mezclado:

$$P_{x,\text{sst}} = 275.91 \text{ kg/día}$$

$$\theta_c = 16 \text{ días}$$

$$\text{SSLM} = (P_{x,\text{sst}}) \theta_c$$

$$\text{SSLM} = 4415 \text{ kg}$$

b) Concentración de microorganismos en el licor mezclado:

$$X_c = 4,600 \text{ mg/l}$$

$$X_s = 4.6 \text{ kg/m}^3$$

c) Volumen de reactor aerobio:

$$V = \frac{\text{SSLM}}{X_s}$$

$$V = \frac{4415 \text{ kg}}{4.6 \text{ kg/m}^3}$$

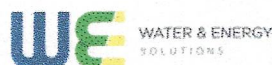
$$\text{Volumen tanque de aireación: } 960 \text{ m}^3$$

4. Area sedimentador secundario

$$C_s \text{ (Carga hidráulica sedimentador)} = 20 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{-d}$$

$$\text{Area} = Q/C_s$$

$$\text{Area sedimentador} = 86.12 \text{ m}^2$$



Vía España, corregimiento de Pueblo Nuevo. No.#46. Ciudad Panamá. Tel.: (507) 2039632; Cel.: (507) 68389683

info@wecanbetter.com - www.wecanbetter.com

5. Volumen tanque de lodos

Parámetro	Und	Valor
%C (Concentración de lodo)	%	4
Días de almacenamiento	días	7

El sistema genera 276 kg de sólidos al día (inciso 1e: $P_{x,ss}$). Sin embargo, esta masa de sólidos sólo representa un 4% del volumen del lodo adenzado. El 96% restante es agua.

a) Volumen de lodo producido diariamente:

$$\text{Volumen de lodo}^* = \frac{P_{x,ss}}{\%C}$$

*Se asume densidad del sólido de 1.1 kg/l

$$\text{Volumen de lodo} = 6.27 \text{ m}^3/\text{d}$$

b) Volumen de tanque de lodos:

Volumen tanque lodos = volumen diario x días de almacenamiento

$$\text{Volumen tanque lodos} = 6.27 \text{ m}^3/\text{d} \times 7 \text{ días}$$

Volumen tanque de lodos: 43.9 m³

6. Volumen tanque de cloración

Tiempo de reacción = 15 min

Caudal promedio = 1722 m³/d = 1.20 m³/min

Volumen = Caudal x tiempo de reacción

Volumen tanque cloración: 17.9 m³

Dosificación de hipoclorito de calcio	
Concentración en agua residual	2 mg/l
Caudal de agua residual	1722 m ³ /d
Pureza comercial	65 %
Concentración de dilución	1 %
Presentación	Polvo
Cantidad diaria de hipoclorito	5.30 kg/día
Flujo de solución	368.0 ml/min 529.96 lt/d
Barriles de 200 lt a la semana	18.5

JOSUE MAZZITELLI DE GRACIA
INGENIERO CIVIL
Lic. No. 97-008-048

[Firma manuscrita]

FIRMA

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



Vía España, corregimiento de Pueblo Nuevo. No.#46. Ciudad Panamá. Tel.: (507) 2039632; Cel.: (507) 68389683
info@wecanbetter.com - www.wecanbetter.com

7. Caudal de aire requerido

a) AOTR (Actual oxygen transfer rate)

La tasa actual de transferencia de oxígeno (AOTR) está definida por la demanda carbonosa más la demanda nitrogenosa menos la demanda de oxígeno purgado en lodos:

$$AOTR = Q(S_o - S) + 4.33Q(NO_x) - 1.42P_{x,bio}$$

$$\begin{aligned} Q &= 1722 \text{ m}^3/\text{d} \\ S_o &= 384 \text{ mg/l} \\ S &= 32 \text{ mg/l} \\ NO_x &= 45.30 \text{ mg/l} \end{aligned}$$

$$P_{x,bio} = P_{x,SSVhet} + P_{x,SSVdebris} + P_{x,SSVnitro}$$

$$P_{x,bio} = 67.44 + 24.28 + 4.78$$

$$P_{x,bio} = 96.49 \text{ kg/d}$$

$$AOTR = 807.1 \text{ kg/d}$$

b) SOTR (Standard oxygen transfer rate)

$$SOTR = AOTR \left(\frac{C_{s20}}{\alpha F (\beta C_{s,T,H} - C_L)} \right) (\theta^{20-T})$$

$$AOTR = 807.1 \text{ kg/d} = 33.6 \text{ kg/h}$$

$$\text{Altitud} = 60 \text{ msnm}$$

$$\text{Profundidad líquida} = 4.3 \text{ m}$$

$$\text{Temperatura (T)} = 28 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$C_{s20} \text{ (Concentración de saturación a } 20^\circ\text{C)} = 9.08 \text{ mg O}_2/\text{l}$$

$$C_{s,T,H} \text{ (Concentración de saturación campo)} = 8.93 \text{ mg O}_2/\text{l}$$

$$\alpha \text{ (Factor de corrección para la transferencia de oxígeno)} = 0.5$$

$$\beta \text{ (Factor de corrección por salinidad y tensión superficial)} = 0.95$$

$$\theta = 1.024$$

$$F \text{ (Factor de obstrucción difusores)} = 0.9$$

$$C_L \text{ (Concentración oxígeno tanque)} = 2 \text{ mg/l}$$

$$SOTR = 2077.5 \text{ kg/d}$$

c) Caudal de aire para proceso biológico

$$\text{Caudal de aire} = \frac{(SOTR \text{ kg/h})}{[(E)(60 \text{ min/h})(0.27 \text{ kg O}_2/\text{m}^3 \text{ air})]}$$

$$\text{Eficiencia transferencia de oxígeno difusores por metro columna líquida} = 7 \%$$

$$E = \text{Profundidad líquida efectiva} \times \text{Eficiencia difusores} = 28.7 \%$$

$$\text{Caudal de aire proceso} = 18.6 \text{ m}^3/\text{min} = 657 \text{ SCFM}$$



Vía España, corregimiento de Pueblo Nuevo. No. #46. Ciudad Panamá. Tel.: (507) 2039632; Cel.: (507) 68389683

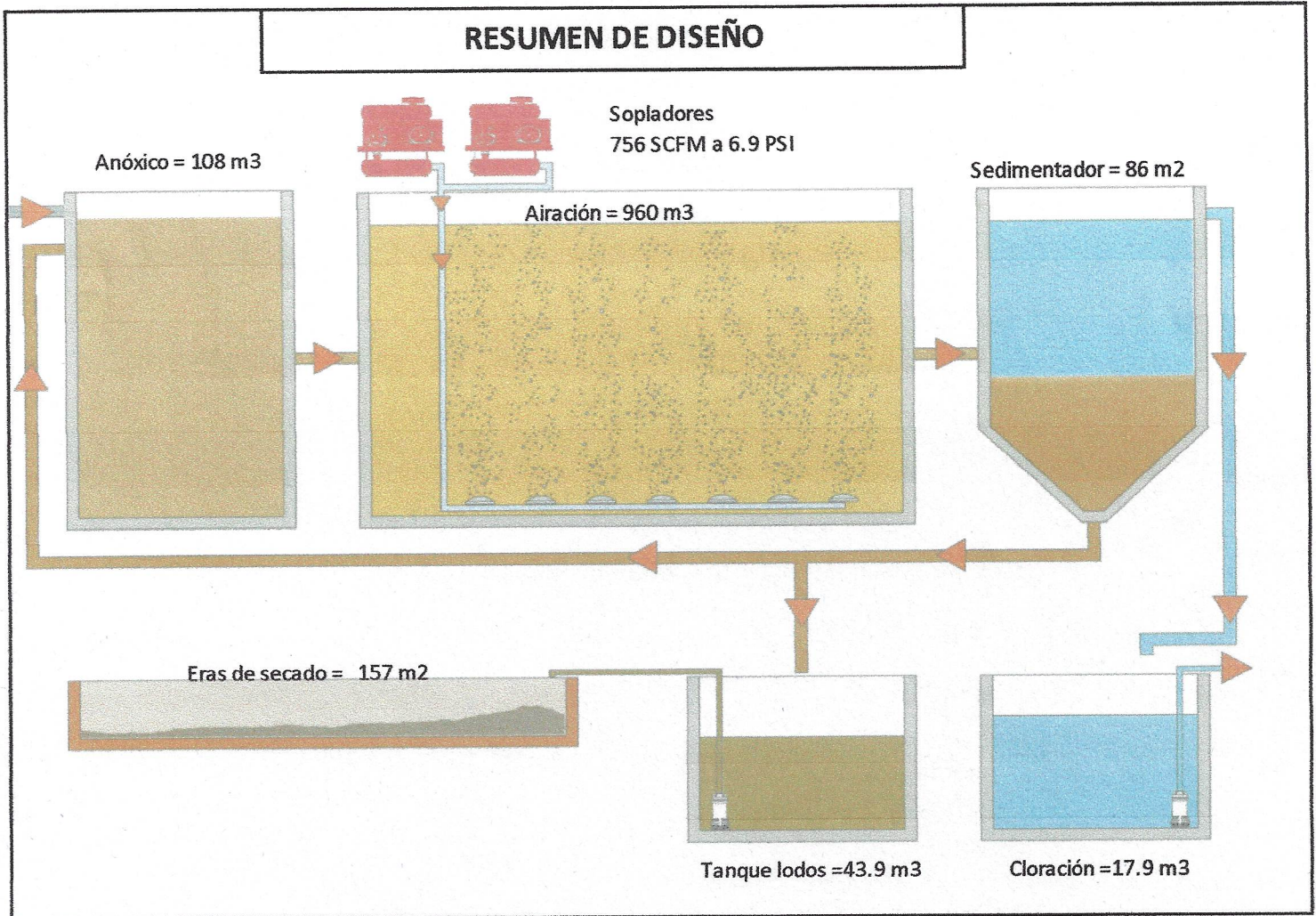
info@wecanbetter.com - www.wecanbetter.com

d) Caudal de aire para proceso biológico

Tanque aeróbico	657.5 SCFM
Tanque de lodos	33.0 SCFM
Airlift y Skimmers	65.75 SCFM
Total de aire requerido	756.2 SCFM
Presión de trabajo	186 in H ₂ O
	6.9 PSI

JOSUE MAZZITELLI DE GRACIA
INGENIERO CIVIL
Lic. No. 97-006-048
[Firma]
FIRMA
Ley 15 del 28 de Enero de 1959
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

RESUMEN DE DISEÑO



III. BIBLIOGRAFIA

- "WASTEWATER ENGINEERING, TREATMENT AND REUSE" Metcalf & Eddy. 4th Edition, USA, 2003.
- "WASTEWATER TREATMENT PLANTS: PLANNING, DESIGN AND OPERATION" Qasim, Syed. EU, 1999.
- "WEF, MANUAL OF PRACTICE 8 4th EDITION" Water Environmental Federation (WEF). USA, 1998.



Vía España, corregimiento de Pueblo Nuevo. No.#46. Ciudad Panamá. Tel.: (507) 2039632; Cel.: (507) 68389683
info@wecanbetter.com - www.wecanbetter.com



WATER & ENERGY
SOLUTIONS



MEMORIA ESTRUCTURAL

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

PUERTAS DE GALICIA

Fecha: 20 octubre 2020
info@wecanbetter.com
www.wecanbetter.com

I. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA

1. Datos del proyecto

Proyecto: PUERTAS DE GALICIA

Promotor: SUCASA

Ubicación: Cgto. Pacora, distrito Panamá. Sobre la carretera a Utivé

Número de viviendas: 1080

Habitantes por vivienda: 5

Población: 5400

Dotación de agua potable: 100

GPPD = 379 lppd

Factor AR/AP: 0.8

Caudal residual doméstico: 432,000

GPD = 1635 m³/d

Caudal comercial: 23,000

GPD = 87 m³/d

Caudal total: 455,000

GPD = 1,722 m³/d

Profundidad líquida: 4.3

m

Nivel de suelo en muros: 3.8

m

JOSUE MAZZITELLI DE GRACIA

INGENIERO CIVIL

Lic. No. 97-008-048

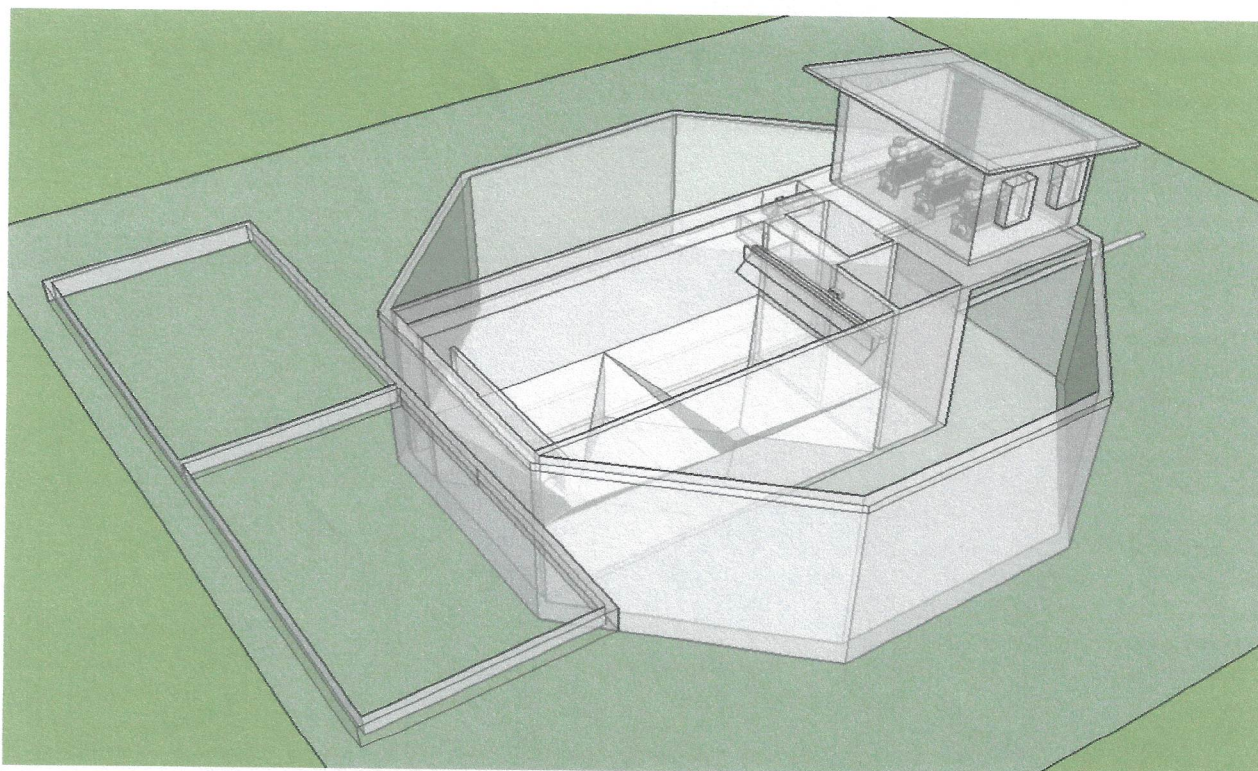
[Firma]

FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1959

Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

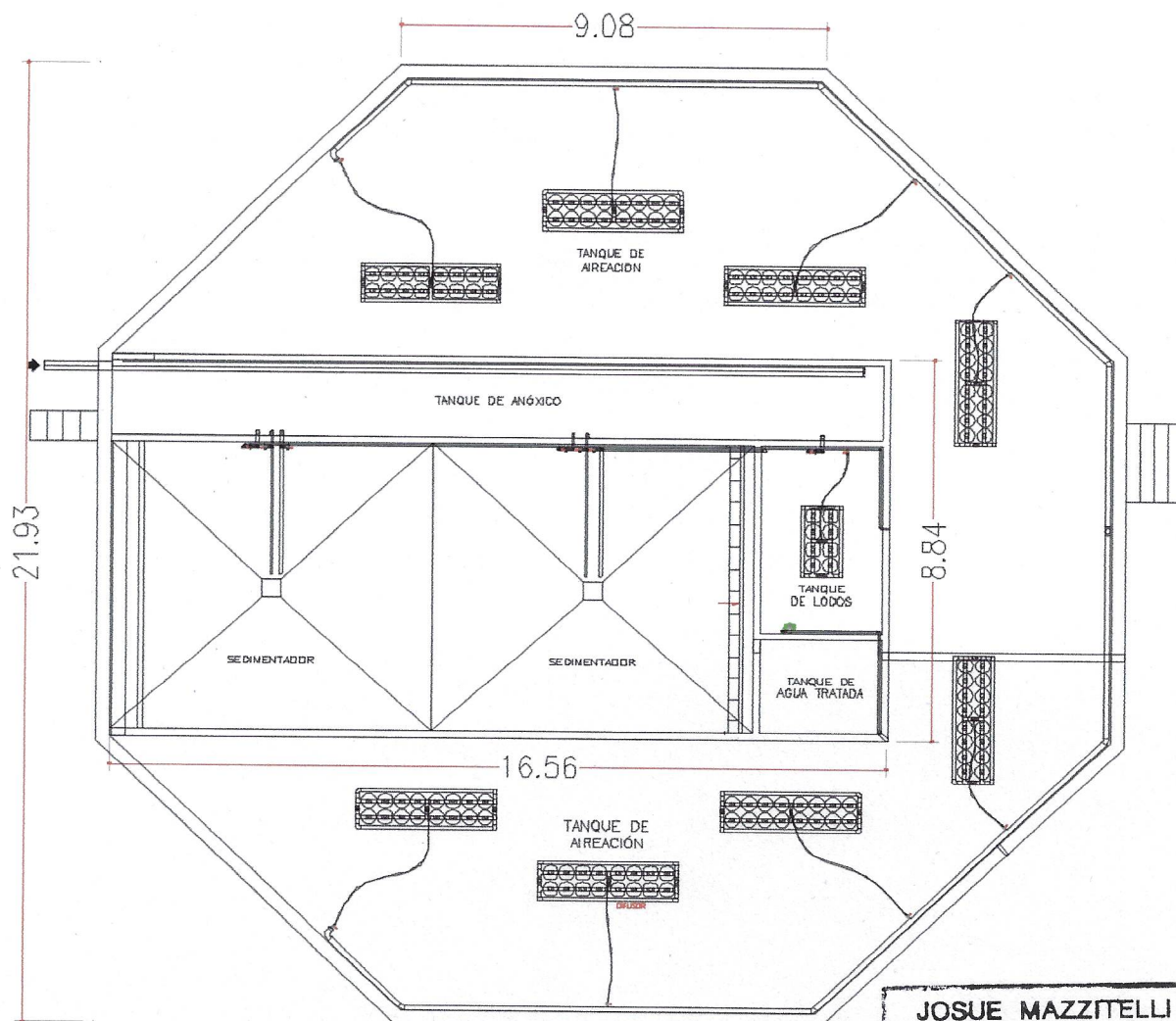
2. Vista tridimensional ilustrativa de PTAR



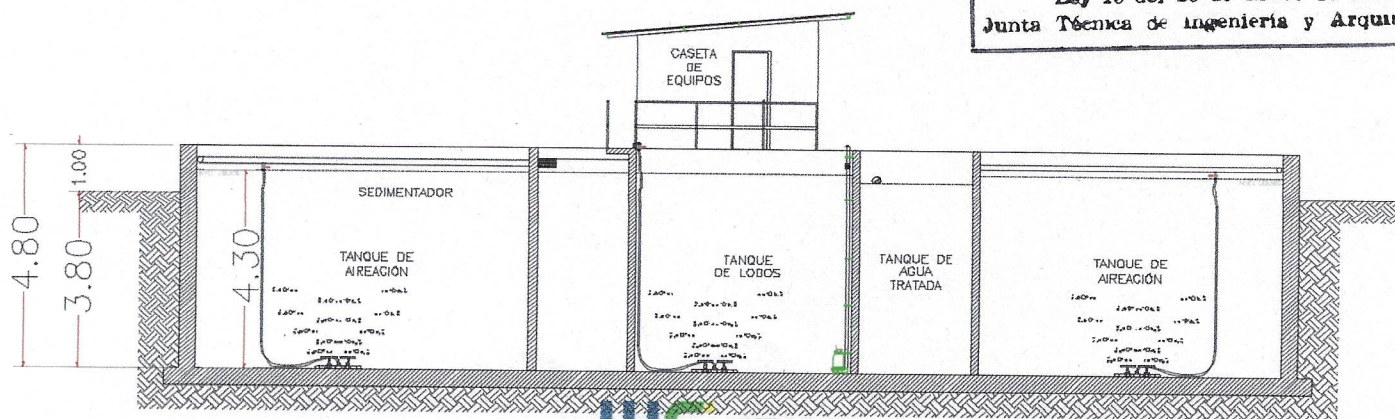
Vía España, corregimiento de Pueblo Nuevo. No.#46. Ciudad Panamá. Tel.: (507) 2039632; Cel.: (507) 68389683

info@wecanbetter.com - www.wecanbetter.com

3. Vista en planta PTAR PUERTAS DE GALICIA



4. Vista en elevación PTAR PUERTAS DE GALICIA



JOSUE MAZZITELLI DE GRACIA
INGENIERO CIVIL
Lic. No. 97-006-048

[Handwritten Signature]
FIRMA

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

WE WATER & ENERGY
SOLUTIONS

Vía España, corregimiento de Pueblo Nuevo. No.40. Ciudad Panamá. Tel.: (507) 2039632; Cel.: (507) 68389683

info@wecanbetter.com - www.wecanbetter.com

II. MATERIALES

a) ACERO:

Todo el acero de refuerzo longitudinal será corrugado del tipo **ASTM A- 60**

Con esfuerzo de fluencia (f_y) = $4,218 \text{ kg/cm}^2 = 60,000 \text{ psi}$, y deberá cumplir con las normas ACI-318-95 correspondientes.

b) CONCRETO:

Se usará concreto cuya resistencia a los 28 días sea $4,500 \text{ psi} = 316 \text{ kg/cm}^2$ y deberá cumplir con las normas ASTM C 595 (1P) o ASTM C1157 (MS). Máxima relación agua/cemento 0.45, máximo revenimiento 15 cm, contenido de aire $5\% \pm 1\%$, máximo tamaño de agregado 1". No usar aditivos con cloruro de calcio. Los agregados deberán ajustarse a las especificaciones ASTM correspondientes listadas en el código ACI-318-95.

c) SUELO:

Tipo de suelo: Capa de material selecto de 40 cm de espesor en contacto con tanque.

Resistencia a la compresión: $0.96 \text{ kg/cm}^2 = 9.6 \text{ ton/m}^2$

Densidad (γ_s): $1,750 \text{ kg/m}^3$

Angulo de fricción interna (ϕ): 30°

Empuje activo estático: $E_{ae} = \gamma_s \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} = 583 \text{ kg/m}^3$

Profundidad nivel freático: Por debajo de nivel de desplante de PTAR

JOSUE MAZZITELLI DE GRACIA

INGENIERO CIVIL

Lic. No. 97-006-048

[Firma manuscrita]

FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1959

Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

PROF. m	DESCRIPCIÓN DEL SUELO	SÍMBOLO	MUESTRA No.	PRUEBA ESTÁNDAR DE PENETRACIÓN						OBSERVACIONES
	SUCS ☐			GOLPES /30 cm	N	P	q_s	Rec	(%)	
0.00	VISUAL ☐			10 20 30 40 50		cm	kg/cm ²	%	%	
0.10	CAPA VEGETAL									
1.00	ARCILLA LIMOSA DE COLOR CAFÉ CLARO Y GRISÁCEO, DE CONSISTENCIA SUAVE, PLASTICIDAD MEDIANA Y HUMEDAD ALTA				1 2 2	15 15 15	0.42	71	33.4	
1.90										
2.00					3 4 5	15 15 15	0.96	84	27.4	
2.50										
3.00	LIMO ARCILLOSO DE COLOR CAFÉ CLARO Y GRISÁCEO, DE CONSISTENCIA FIRME, PLASTICIDAD MEDIANA Y HUMEDAD MEDIANA				3 5 5	15 15 15	1.06	89	27.2	
4.00					3 5 5	15 15 15	1.06	91	26.9	
4.50										

Vía España, corregimiento de Pueblo Nuevo, No. 46 Ciudad Panamá. Tel.: (507) 2039632, Cel.: (507) 66369663

info@wecanbetter.com - www.wecanbetter.com

MINISTERIO DE SALUD
SUBDIRECCIÓN GENERAL DE SALUD AMBIENTAL

[Firma manuscrita]
30/12/2020

SECCIÓN DE OBRAS Y DESARROLLO

VºBº

III. MÉTODO DE DISEÑO

Método Alternativo de Diseño

El Método Alternativo de Diseño utiliza cargas no factoradas y “esfuerzos de trabajo” y obedece a los lineamientos establecidos en el Apéndice A del Reglamento ACI 318-95. Para los elementos diseñados mediante este método, los factores de carga y los factores de reducción se consideran con un valor igual a la unidad (Artículo A.2).

a) Esfuerzos permisibles en el acero de refuerzo:

Esfuerzo de fluencia f_y (kg/cm ²)	Esfuerzo máximo bajo carga de servicio f_s (kg/cm ²)	Elementos a flexión, exposición sanitaria normal Z máxima (kg/cm)
2,800	1400	20,555
4,200	1,890	20,555

* La exposición sanitaria normal se define como la exposición a la retención hermética (estanca) de líquidos con pH > 5 o exposición a soluciones sulfatadas de menos de 1,500 ppm. Las exposiciones sanitarias severas son aquellas condiciones en que se rebasan los límites que definen la exposición sanitaria normal

** Los valores de Z mencionados se definen en el Reglamento ACI 318. La deducción de las fórmulas de control de agrietamiento están contenidas en los Comentarios al Reglamento ACI 318R.

b) Separación máxima de acero de refuerzo:

$$s = \frac{0.5 \left(\frac{Z}{f_s} \right)^3}{d_c^2}$$

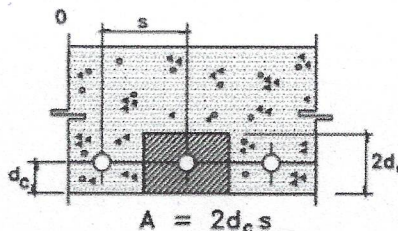
s = la separación de las varillas, en cm

Z = el ancho límite superficial promedio

$A = 2d_c s$

f_s = esfuerzo en el acero en condiciones de servicio, en kg/cm²

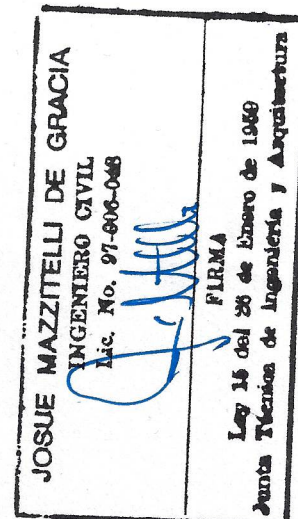
d_c = recubrimiento del concreto medido desde la fibra extrema de tensión, al centro de la varilla más próxima a ella, en cm.



c) Esfuerzos permisibles en concreto:

Descripción	Valor recomendado*
Relación de módulos de elasticidad	$n = \frac{E_s}{E_c} = \frac{2 \times 10^6}{15,000 \sqrt{f_c'}}$
<i>Flexión</i>	
Esfuerzo en la fibra externa en compresión, f_c	$0.45 f_c'$
<i>Cortante</i>	
Losas y cimentaciones (cortante periférico)	$0.5 \sqrt{f_c'}$

*De la tabla 2.6.7(a) de ACI 350R-89



Vía España, corregimiento de Pueblo Nuevo, No. #46. Ciudad Panamá. Tel.: (507) 2039632; Cel.: (507) 68389683

info@wecanbetter.com - www.wecanbetter.com

d) Cargas aplicadas:

Carga Muerta: peso propio de la estructura, considerando un peso específico para el concreto de $2,400 \text{ kg/m}^3$.
Presión hidrostática: el peso del agua sobre la losa de fondo y la presión horizontal del agua sobre los muros. Peso volumétrico del agua residual considerado: $1,010 \text{ kg/m}^3$ y 4.3 m de columna líquida
Carga viva: se considera una carga viva peatonal de 400 kg/m^2 en las pasarelas, esto en base al Reglamento estructural de la República de Panamá-2004-REP 04
Carga de suelo: Presión granular a partir del empuje activo estático ($= 583 \text{ kg/m}^3$) con 3.8 m de columna de suelo

e) Casos de carga analizados:

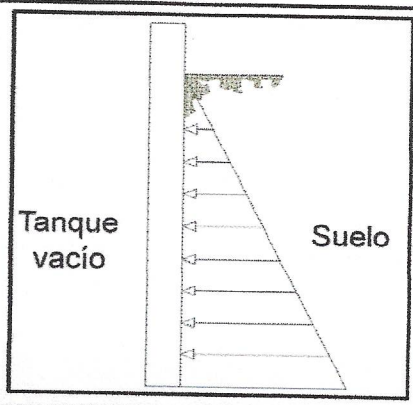
1) Tanque vacío

Una vez construido, un tanque enterrado podría permanecer algunas semanas vacío mientras se realizan las instalaciones internas, soportando carga exterior de suelo sin contar con la compensación de esfuerzos que ejerce el agua.

Para este caso se aplican al modelo:

Carga muerta + Carga viva + Carga de suelo

*No se realiza factorización de cargas en el método Alternativo de Diseño, Apéndice A, ACI 318-95



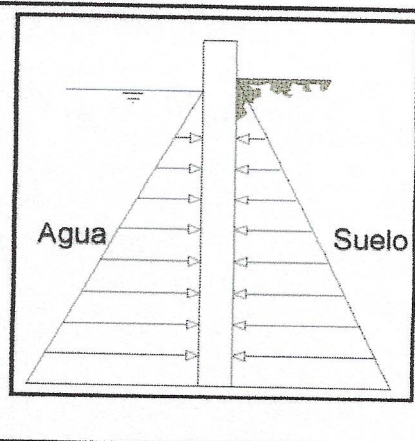
2) Tanque lleno (Condición de operación normal)

Durante prácticamente toda su vida útil la planta de tratamiento permanecerá llena de agua. Esto implicará una compensación entre el empuje de suelo (externo) y la carga hidrostática (interna).

Para este caso se aplican al modelo:

Carga muerta + Presión hidrostática + Carga viva + Carga de suelo

*No se realiza factorización de cargas en el método Alternativo de Diseño, Apéndice A, ACI 318-95



f) Modelación para cálculo de esfuerzos en la estructura:

Se utilizó modelado tridimensional en SAP2000 Non Linear (Estructural Analysis Program) y confirmación de resultados utilizando las tablas de coeficientes para diseño de reservorios de concreto de Portland Cement Association.

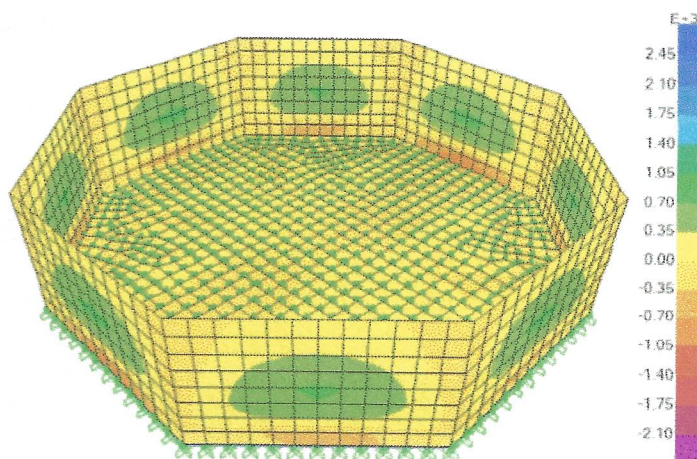
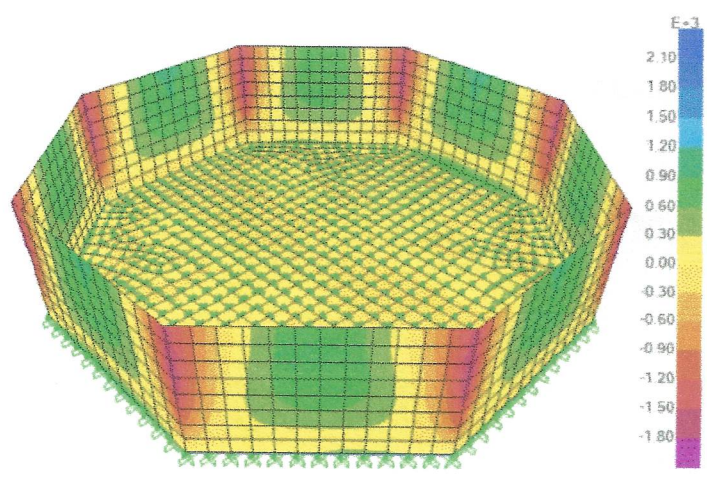


Vía España, corregimiento de Pueblo Nuevo. No. #46. Ciudad Panamá. Tel.: (507) 2039632; Cel.: (507) 68389583
info@wecanbetter.com - www.wecanbetter.com

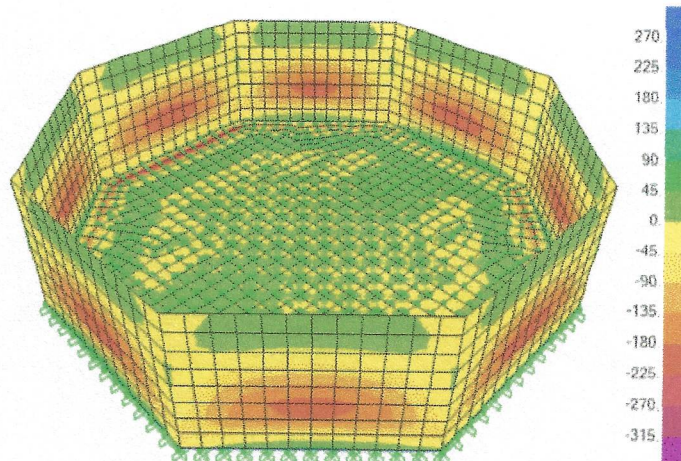
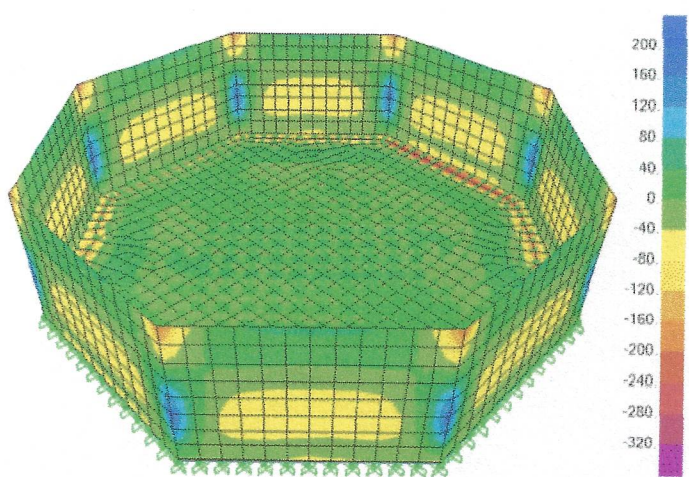


III. CÁLCULO DE ESFUERZOS

CASO 1: Tanque vacío



CASO 2: Tanque lleno



MOMENTOS EN MUROS EXTERNOS (kg-m)

Caso de carga	Momento máximo vertical (Base de muro)	Momento máximo horizontal (Extremo muro)	Momento máximo vertical (Centro muro)	Momento máximo horizontal (Centro muro)
Caso 1	-4,186	-3,149	537	1,075
Caso 2	822	524	-242	-483



Vía España, corregimiento de Pueblo Nuevo. No. #46. Ciudad Panamá. Tel.: (507) 2039632; Cel.: (507) 68389083

info@wecanbetter.com - www.wecanbetter.com

JOSUE MAZZITELLI DE GRACIA
INGENIERO CIVIL
Lic. No. 97-006-048

[Signature]
FIRMA

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

III. CÁLCULO DE ACERO DE REFUERZO*

*A partir de método alternativo de diseño para reducción de agrietamiento en estructuras que contienen líquidos ACI 318-95 y ACI 350

REFUERZO VERTICAL POR FLEXIÓN BASE DEL MURO (Tensión cara externa del muro)

Sección	
Espesor (t) =	30 cm
Recubrimiento (dc) =	5 cm

Materiales	
$f_y =$	4,218 kg/cm ² (Grado 60)
$f'_c =$	316 kg/cm ² (4.5 ksi)

Momento actuante*
4186 kg-m

*Caso de carga 1

Armado de parrilla #	4	a	20	cm de separación
Bastones #	4	a	20	cm de separación

Diámetro de varilla propuesta (ϕ) = 1.27 cm

Separación entre varillas = 20 cm

Recubrimiento (dc) = 5 cm

Peralte efectivo (d) = $t - dc - 1/2\phi =$ 24.37 cm

$A = 2dcS =$ 200 cm²

Módulo de elasticidad acero (E_s) = 2,000,000 kg/cm²

Diámetro de bastones (ϕ) = 1.27 cm

Separación entre bastones = 20 cm

Módulo elasticidad concreto (E_c) = $E_c = 15,000\sqrt{f'_c} =$ 266646 kg/cm²

Relación módulo elasticidad (n) = $E_s/E_c =$ 7.501

Área de acero por metro lineal = 12.7 cm²/m

Área de concreto por metro lineal = 2436.5 cm²/m

Relación área acero/concreto (ρ) = 0.0052

Relación mínima acero/concreto (ρ_{min}) = 0.0034

$$k = \sqrt{2\rho n + (\rho n)^2} - \rho n = 0.243$$

$$j = 1 - \frac{k}{3} = 0.92$$



$f_s = \frac{M}{A_s j d}$	Esfuerzo en acero (kg/cm ²)	Esfuerzo máximo permisible f_s (kg/cm ²)	¡Ok!
	1476	1890	
$Z = f_s \sqrt[3]{d_c A}$	Z en sección modelada	Z máxima a flexión (kg/cm)	¡Ok!
	14,758	20,555	
$f_c = \frac{2M}{k j (d)^2}$	Esfuerzo en concreto (kg/cm ²)	Esfuerzo máximo permisible f_c (kg/cm ²)	¡Ok!
	63.2	142.2	
$s = \frac{0.5 \left(\frac{Z}{f_s} \right)^3}{d_c}$	Separación varillas (cm)	Separación máxima permisible (cm)	¡Ok!
	10	48.1	



Vía España, corregimiento de Pueblo Nuevo, No. #46, Ciudad Panamá. Tel.: (507) 2039632; Cel.: (507) 68389683

info@wecanbetter.com - www.wecanbetter.com

REFUERZO HORIZONTAL POR FLEXIÓN EXTREMO DEL MURO (Tensión cara externa del muro)

Sección	
Espesor (t)=	25 cm
Recubrimiento (dc)=	5 cm

Materiales	
$f_y =$	4,218 kg/cm ² (Grado 60)
$f_c' =$	316 kg/cm ² (4.5 ksi)

Momento actuante*	
3,149	kg-m

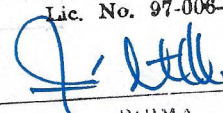
*Caso de carga 1

Armado de parrilla #	4	a	20	cm de separación
Bastones #	4	a	20	cm de separación

Diámetro de varilla propuesta (ϕ) = 1.27 cm
 Separación parrilla = 20 cm
 Recubrimiento (dc) = 5 cm
 Peralte efectivo (d) = $t - dc - 1/2\phi = 19.37$ cm
 $A = 2dcS = 200$ cm²
 Módulo de elasticidad acero (E_s) = 2,000,000 kg/cm²
 Módulo elasticidad concreto (E_c) = $E_c = 15,000\sqrt{f_c'} = 266646$ kg/cm²
 Relación módulo elasticidad (n) = $E_s/E_c = 7.501$
 Área de acero por metro lineal = 12.7 cm²/m
 Área de concreto por metro lineal = 1937 cm²/m
 Relación área acero/concreto (ρ) = 0.0065
 Relación mínima acero/concreto (ρ_{min}) = 0.0034

$$k = \sqrt{2pn + (pn)^2} - pn = 0.27$$

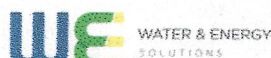
$$j = 1 - \frac{k}{3} = 0.91$$

JOSUE MAZZITELLI DE GRACIA
 INGENIERO CIVIL
 Lic. No. 97-006-048

 FIRMA
 Ley 16 del 26 de Enero de 1959
 Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

$f_s = \frac{M}{A_s j d}$	Esfuerzo en acero (kg/cm ²)	Esfuerzo máximo permisible f_s (kg/cm ²)	¡Ok!
	1410	1890	
$Z = f_s^3 \sqrt{d_c A}$	Z en sección modelada	Z máxima a flexión (kg/cm)	¡Ok!
	14,096	20,555	
$f_c = \frac{2M}{k j (d)^2}$	Esfuerzo en concreto (kg/cm ²)	Esfuerzo máximo permisible f_c (kg/cm ²)	¡Ok!
	68.8	142.2	
$s = \frac{0.5 \left(\frac{Z}{f_s} \right)^3}{d_c^2}$	Separación varillas (cm)	Separación máxima permisible (cm)	¡Ok!
	10	48.9	

MINISTERIO DE SALUD
 SUBDIRECCIÓN GENERAL DE SALUD AMBIENTAL
 30/12/2017

 VºBº
 SECCIÓN DE OBRAS Y DESARROLLO



Vía España, corregimiento de Pueblo Nuevo. No. #46. Ciudad Panamá. Tel.: (507) 2039632; Cel.: (507) 68389683

info@wecanbetter.com - www.wecanbetter.com

REFUERZO VERTICAL POR FLEXIÓN CENTRO DEL MURO (Tensión cara interna del muro)

Sección	
Espesor (t) =	25 cm
Recubrimiento (dc) =	5 cm

Materiales	
$f_y =$	4,218 kg/cm ² (Grado 60)
$f'_c =$	316 kg/cm ² (4.5 ksi)

Momento actuante*	
537	kg-m

*Caso de carga 1

Armado de parrilla #	4	a	20	cm de separación
----------------------	---	---	----	------------------

Diámetro de varilla propuesta (ϕ) = 1.27 cm
 Separación parrilla = 20 cm
 Recubrimiento (dc) = 5 cm
 Peralte efectivo (d) = $t - dc - 1/2\phi = 19.37$ cm
 $A = 2dcS = 200$ cm²
 Módulo de elasticidad acero (E_s) = 2,000,000 kg/cm²
 Módulo elasticidad concreto (E_c) = $E_c = 15,000\sqrt{f'_c} = 266646$ kg/cm²
 Relación módulo elasticidad (n) = $E_s/E_c = 7.501$
 Área de acero por metro lineal = 6.3 cm²/m
 Área de concreto por metro lineal = 1937 cm²/m
 Relación área acero/concreto (ρ) = 0.0033
 Relación mínima acero/concreto (ρ_{min}) = 0.0034

$$k = \sqrt{2\rho n + (\rho n)^2} - \rho n = 0.198$$

$$j = 1 - \frac{k}{3} = 0.93$$



$f_s = \frac{M}{A_s j d}$	Esfuerzo en acero (kg/cm ²)	Esfuerzo máximo permisible f_s (kg/cm ²)	¡Ok!
	469	1890	
$Z = f_s^3 \sqrt{d_c A}$	Z en sección modelada	Z máxima a flexión (kg/cm)	¡Ok!
	4,688	20,555	
$f_c = \frac{2M}{kj(d)^2}$	Esfuerzo en concreto (kg/cm ²)	Esfuerzo máximo permisible f_c (kg/cm ²)	¡Ok!
	15.5	142.2	
$s = \frac{0.5 \left(\frac{Z}{f_s} \right)^3}{d_c^2}$	Separación varillas (cm)	Separación máxima permisible (cm)	¡Ok!
	20	70.5	



Vía España, corregimiento de Pueblo Nuevo. No. #46. Ciudad Panamá. Tel.: (507) 2039632; Cel.: (507) 68389683
info@wecanbetter.com - www.wecanbetter.com

REFUERZO HORIZONTAL POR FLEXIÓN CENTRO DEL MURO (Tensión cara interna del muro)

Sección	
Espesor (t) =	25 cm
Recubrimiento (dc) =	5 cm

Materiales	
$f_y =$	4,218 kg/cm ² (Grado 60)
$f'_c =$	316 kg/cm ² (4.5 ksi)

Momento actuante*	
1075	kg-m

*Caso de carga 1

Armado de parrilla #	4	a	20	cm de separación
----------------------	---	---	----	------------------

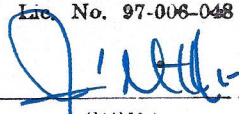
Diámetro de varilla propuesta (ϕ) = 1.27 cm
 Separación entre varillas = 20 cm
 Recubrimiento (dc) = 5 cm
 Peralte efectivo (d) = t - dc - 1/2 ϕ = 19.37 cm
 $A = 2dcS = 200 \text{ cm}^2$
 Módulo de elasticidad acero (E_s) = 2,000,000 kg/cm²

Módulo elasticidad concreto (E_c) = $E_c = 15,000\sqrt{f'_c} = 266646 \text{ kg/cm}^2$

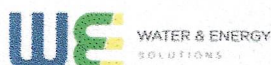
Relación módulo elasticidad (n) = $E_s/E_c = 7.501$
 Área de acero por metro lineal = 6.3 cm²/m
 Área de concreto por metro lineal = 1936.5 cm²/m
 Relación área acero/concreto (ρ) = 0.0033
 Relación mínima acero/concreto (ρ_{min}) = 0.0034

$$k = \sqrt{2\rho n + (\rho n)^2} - \rho n = 0.1983$$

$$j = 1 - \frac{k}{3} = 0.93$$

JOSUE MAZZITELLI DE GRACIA
 INGENIERO CIVIL
 Lic. No. 97-008-048

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

$f_s = \frac{M}{A_s j d}$	Esfuerzo en acero (kg/cm ²)	Esfuerzo máximo permisible f_s (kg/cm ²)	¡Ok!
	938	1890	
$Z = f_s^3 \sqrt{d_c A}$	Z en sección modelada	Z máxima a flexión (kg/cm)	¡Ok!
	9,385	20,555	
$f_c = \frac{2M}{kj(d)^2}$	Esfuerzo en concreto (kg/cm ²)	Esfuerzo máximo permisible f_c (kg/cm ²)	¡Ok!
	31.0	142.2	
$s = \frac{0.5 \left(\frac{Z}{f_s} \right)^3}{d_c^2}$	Separación varillas (cm)	Separación máxima permisible (cm)	¡Ok!
	20	56.0	



Vía España, corregimiento de Pueblo Nuevo. No. #40. Ciudad Panamá. Tel.: (507) 2039632; Cel.: (507) 66389663
info@wecanbetter.com - www.wecanbetter.com

PASARELA EN VOLADIZO

Sección	
Espesor (t) =	10 cm
Recubrimiento (dc) =	5 cm

Materiales	
$f_y =$	4,218 kg/cm ² (Grado 60)
$f'_c =$	316 kg/cm ² (4.5 ksi)

Momento actuante*	
144	kg-m

*Carga viva 400 kg/m²

Armado de parrilla #	4	a	20	cm de separación
----------------------	----------	---	-----------	------------------

Diámetro de varilla propuesta (ϕ) = 1.27 cm
 Separación entre varillas = 20 cm
 Recubrimiento (dc) = 5 cm
 Peralte efectivo (d) = t - dc - 1/2 ϕ = 4.37 cm
 $A = 2dcS = 200 \text{ cm}^2$

Módulo de elasticidad acero (E_s) = 2,000,000 kg/cm²

Módulo elasticidad concreto (E_c) = $E_c = 15,000\sqrt{f'_c} = 266646 \text{ kg/cm}^2$

Relación módulo elasticidad (n) = $E_s/E_c = 7.501$

Área de acero por metro lineal = 6.3 cm²/m

Área de concreto por metro lineal = 436.5 cm²/m

Relación área acero/concreto (ρ) = 0.0145

Relación mínima acero/concreto (ρ_{min}) = 0.0034

$k = \sqrt{2\rho n + (\rho n)^2} - \rho n = 0.37$

$j = 1 - \frac{k}{3} = 0.88$



$f_s = \frac{M}{A_s j d}$	Esfuerzo en acero (kg/cm ²)	Esfuerzo máximo permisible f_s (kg/cm ²)	¡Ok!
	594	1890	
$Z = f_s^3 \sqrt{d_c A}$	Z en sección modelada	Z máxima a flexión (kg/cm)	¡Ok!
	5,942	20,555	
$f_c = \frac{2M}{k j (d)^2}$	Esfuerzo en concreto (kg/cm ²)	Esfuerzo máximo permisible f_c (kg/cm ²)	¡Ok!
	46.6	142.2	
$s = \frac{0.5 \left(\frac{Z}{f_s} \right)^3}{d_c^2}$	Separación varillas (cm)	Separación máxima permisible (cm)	¡Ok!
	20	65.2	

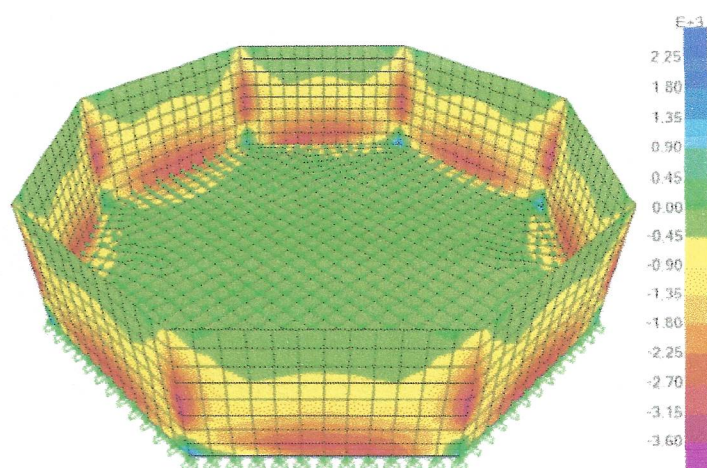
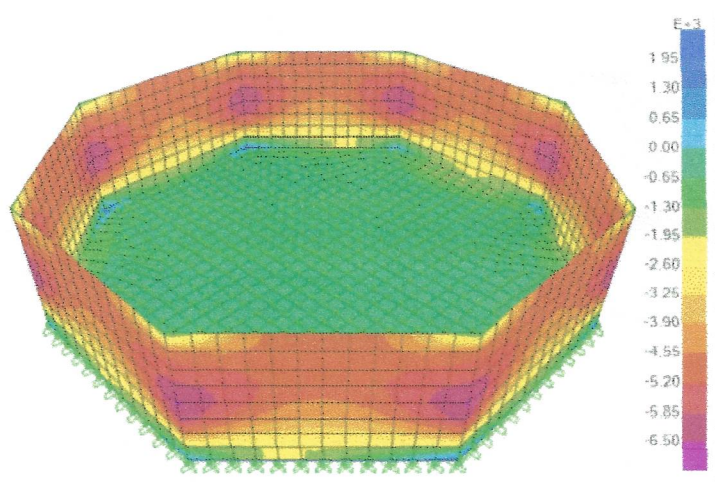


Vía España, corregimiento de Pueblo Nuevo. No. #46. Ciudad Panamá. Tel.: (507) 2039632; Cel.: (507) 68389683

info@wecanbetter.com - www.wecanbetter.com

REVISIÓN POR CORTANTE

1) Diagramas de cortante



$V_a = 0.5 \sqrt{f'_c} b d$	Resistencia al cortante (kg)	Cortante máximo en estructura (kg)
	26,681	7,880

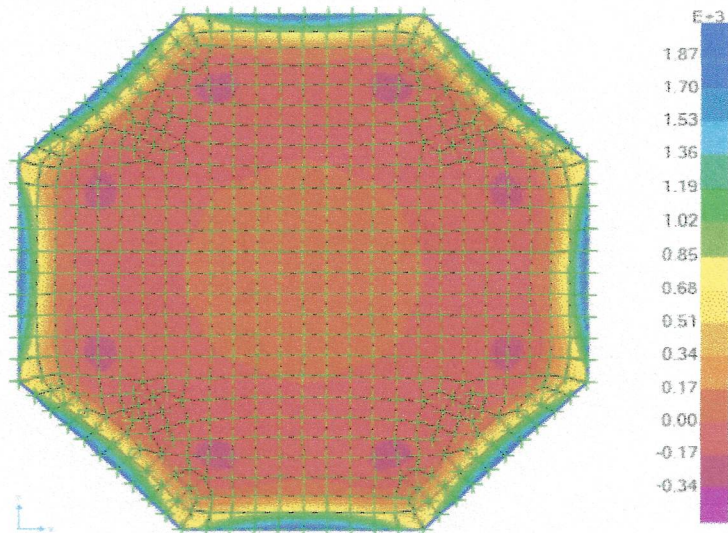
¡Ok!

LOSA DE FONDO

La losa se apoya sobre un suelo con capacidad de soporte $q_u = 9.6 \text{ ton/m}^2$. La planta, a tanque lleno, transfiere al suelo una carga de 5.6 ton/m^2 . Dado que el suelo soporta ampliamente la carga, la losa representa únicamente una barrera impermeable y cimentación de los muros.

El máximo momento que experimenta la losa es el transferido por los muros perimetrales.

Momentos máximos en losa (kg-m)	
Caso 1	Caso 2
4186	822



JOSUE MAZZITELLI DE GRACIA
INGENIERO CIVIL
Lic. No. 97-006-048

[Signature]
FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1950
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

WE WATER & ENERGY
SOLUTIONS

Vía España, corregimiento de Pueblo Nuevo. No. #46. Ciudad Panamá. Tel.: (507) 2039632; Cel.: (507) 68389683

info@wecanbetter.com - www.wecanbetter.com

REFUERZO PERIMETRAL LOSA DE FONDO

Sección	
Espesor (t)=	35 cm
Recubrimiento (dc)=	7.5 cm

Materiales	
$f_y =$	4,218 kg/cm ² (Grado 60)
$f'_c =$	316 kg/cm ² (4.5 ksi)

Momento actuante*	
4186	kg-m

*Caso de carga 1

Armado de parrilla #	4	a	20	cm de separación
Bastones #	4	a	20	cm de separación

Diámetro de varilla propuesta (ϕ) = 1.27 cm

Diámetro de bastones (ϕ) = 1.27 cm

Separación entre varillas = 20 cm

Separación entre bastones = 20 cm

Recubrimiento (dc) = 7.5 cm

Peralte efectivo (d) = t - dc - 1/2 ϕ = 26.87 cm

A = 2dcS = 300 cm²

Módulo de elasticidad acero (E_s) = 2,000,000 kg/cm²

Módulo elasticidad concreto (E_c) = $E_c = 15,000\sqrt{f'_c}$ = 266646 kg/cm²

Relación módulo elasticidad (n) = $E_s/E_c =$ 7.50059

Área de acero por metro lineal = 12.7 cm²/m

Área de concreto por metro lineal = 2687 cm²/m

Relación área acero/concreto (ρ) = 0.0047

Relación mínima acero/concreto (ρ_{min}) = 0.0034

$$k = \sqrt{2pn + (pn)^2} - pn = 0.233$$

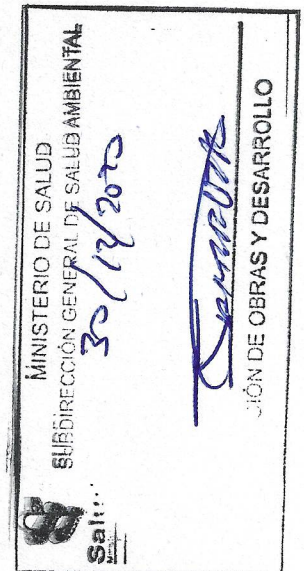
$$j = 1 - \frac{k}{3} = 0.92$$



$f_s = \frac{M}{A_s j d}$	Esfuerzo en acero (kg/cm ²)	Esfuerzo máximo permisible f_s (kg/cm ²)	
	1334	1890	¡OK!
$Z = f_s \sqrt[3]{d_c A}$	Z en sección modelada	Z máxima a flexión (kg/cm)	
	17,475	20,555	¡OK!
$f_c = \frac{2M}{k j (d)^2}$	Esfuerzo en concreto (kg/cm ²)	Esfuerzo máximo permisible f_c (kg/cm ²)	
	54.0	142.2	¡OK!
$s = \frac{0.5 \left(\frac{Z}{f_s} \right)^3}{d_c}$	Separación varillas (cm)	Separación máxima permisible (cm)	
	10	22.1	¡OK!

BIBLIOGRAFÍA

American Concrete Institute. Concrete Environmental Engineering Structures, ACI Committee 350
 Portland Cement Association. Rectangular Concrete Tanks, revised fifth edition, Javeed A. Munshi.
 "WEF, MANUAL OF PRÁCTICA 8 4th EDITION" Water Environmental Federation (WEF).



Vía España, corregimiento de Pueblo Nuevo. No.46. Ciudad Panamá. Tel.: (507) 2039632; Cel.: (507) 68389683
info@wecanbetter.com - www.wecanbetter.com

CASETA

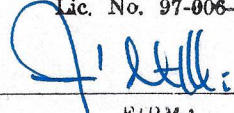
La clasificación sísmica usando el REP-2014, nos remite al uso del ASCE-10 o más actual.

Para un sistema de baja ductilidad como lo es el muro ordinario reforzado el coeficiente sísmico utilizado es 0.33.

Building Location				
S_s	$= 1.000g$	$S_1 = 0.400g$		Clause 11.4.1
Soil Profile Description	Very Dense soil			TABLE 20.3-1
Site Class	C			TABLE 20.3-1
Site coefficients F_a, F_v :	$F_a = 1.000$			TABLE 11.4-1
	$F_v = 1.400$			TABLE 11.4-2
Design Spectral Acceleration Parameters:				
Eq. (11.4-1)	$S_{MS} = F_a S_s$	$= 1.0000g$	$S_{DS} = \frac{2}{3} S_{MS} = 0.6667g$	Eq. (11.4-3)
Eq. (11.4-2)	$S_{M1} = F_v S_1$	$= 0.5600g$	$S_{D1} = \frac{2}{3} S_{M1} = 0.3733g$	Eq. (11.4-4)
Structure Type	All other structural systems (0.02)			TABLE 12.8-2
	$C_t = 0.0488$	$\alpha = 0.75$		TABLE 12.8-2
h_n (Total height above Structure base)	$= 3.40$	m		

Para un sistema de concreto reforzada de ductilidad Ordinaria. $R = 2$.

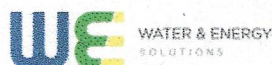
$T_a = C_t h_n^x$	$= 0.122$	sec. Eq. (12.8-7)
T_L = long-period transition period	$= 2.00$	sec.
R Response modification coefficient	$= 2.00$	TABLE 12.2-1
Building Occupancy Category	II	Table 1-1
I (Importance Factor)	1.00	TABLE 11.5-1

JOSUE MAZZITELLI DE GRACIA INGENIERO CIVIL Lic. No. 97-006-048

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

Calculation of Equivalent Lateral Force according Clause 12.8:

a- Calculation of Seismic Response Coefficient C_s according 12.8.1.1:

$$C_s = \frac{S_{DS}}{\left(\frac{R}{I}\right)} = 0.3333 \quad \text{Eq. (12.8-2)}$$



Vía España, corregimiento de Pueblo Nuevo. No.#46. Ciudad Panamá. Tel.: (507) 2039632; Cel.: (507) 68389683
info@wecanbetter.com - www.wecanbetter.com

Diseño de Elementos de techo:

Cargas empleadas:

Carga muerta (kgf/m²)

**no incluye peso propio de vigas y perlínes pues están modeladas en el programa.*

Cubierta de techo	6
Cielo falso	8
Lámparas y accesorios	6
Total=	20 kgf/m²

Carga viva

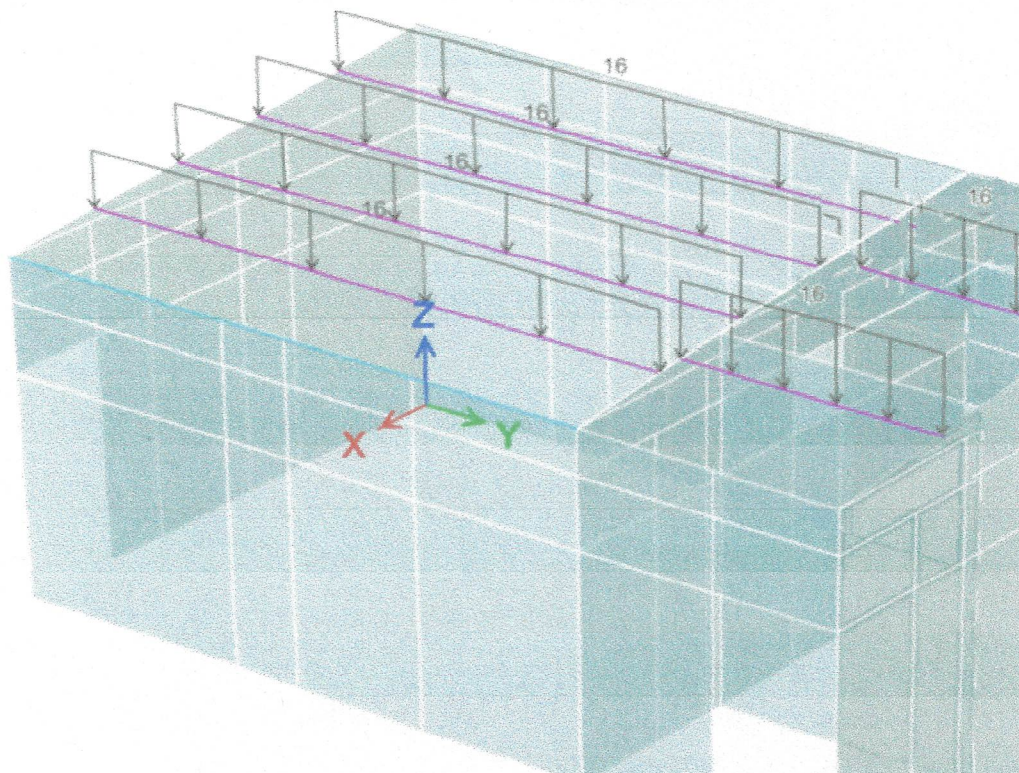
Carga para techo liviano= 10kgf/m² en el techo.

Carga puntual de 100 kgf para elementos secundarios.

Carga viva incidental o reducida

Carga para techo liviano= 10kgf/m² en el techo.

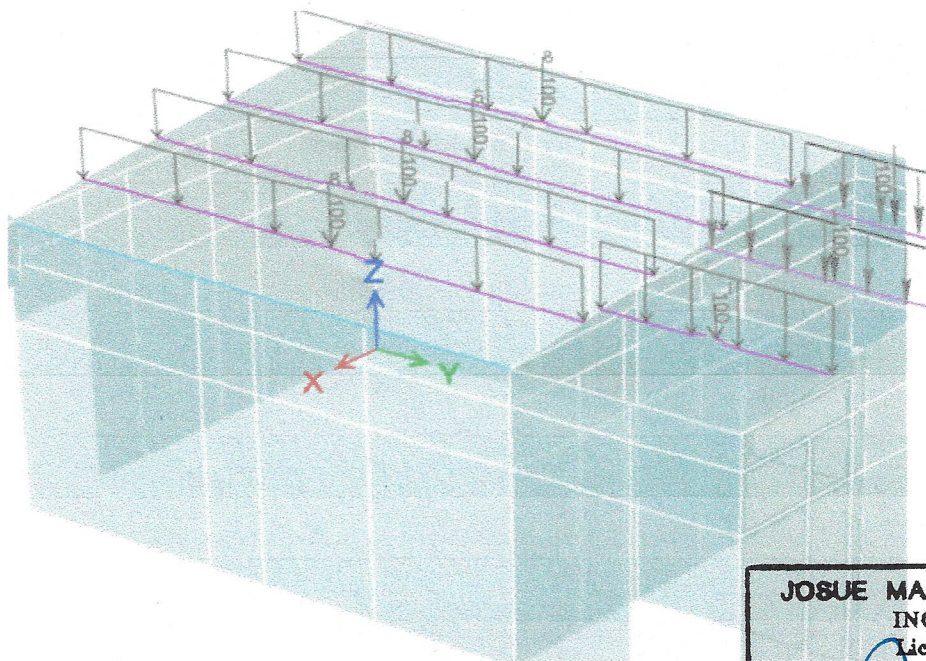
Carga muerta tributada en los elementos de techo. Kg/m



Vía España, corregimiento de Pueblo Nuevo. No.#46. Ciudad Panamá. Tel.: (507) 2039632; Cel.: (507) 68389683

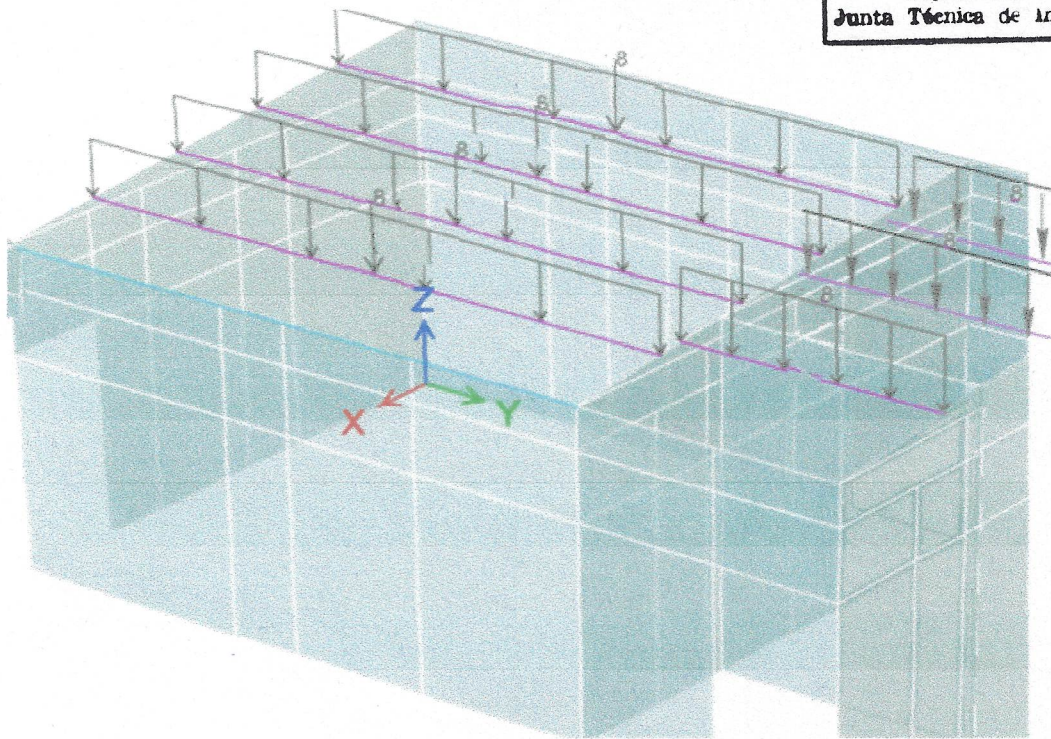
info@wecanbetter.com - www.wecanbetter.com

Carga viva tributada a los elementos de techo. Kgf;m



JOSUE MAZZITELLI DE GRACIA
INGENIERO CIVIL
Lic. No. 97-008-048
[Firma]
FIRMA
Ley 16 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

Carga viva reducida (incidental) tributada a los elementos de techo. Kgf;m



Vía España, corregimiento de Pueblo Nuevo. No.#46. Ciudad Panamá. Tel.: (507) 2039632; Cel.: (507) 68389683
info@wecanbetter.com - www.wecanbetter.com

Análisis de perlín de techo 1.5"x3"x3/32" @ 0.80 metros.

PERLÍN DE TECHO

Level	Element	Unique Name	Location (m)	Combo	Element Type	Section	Classification
Story1	B20	106	2.25	1.2CM+1.6CV	Ordinary Moment Frame	P 1.5 x3 x3/32 4.36	Non-Compact

LLRF and Demand/Capacity Ratio

L (m)	LLRF	Stress Ratio Limit
4.50000	1	1

Demand/Capacity (D/C) Ratio Eqn.(H1-1b)

D/C Ratio =	$(P_u / 2P_c) + (M_{u33} / M_{c33}) + (M_{u22} / M_{c22})$
0.985 =	0.001 + 0.983 + 0.001

Axial Force and Capacities

P _u Force (kgf)	φP _{nc} Capacity (kgf)	φP _m Capacity (kgf)
6.47	2593.89	8008.39

Moments and Capacities

	M _u Moment (kgf-m)	φM _n (kgf-m)	φM _n No LTB (kgf-m)	φM _n Cb=1 (kgf-m)
Major Bending	178.39	181.39	194.38	170.31
Minor Bending	0.04	54.33		

Shear Design

	V _u Force (kgf)	φV _n Capacity (kgf)	Stress Ratio
Major Shear	79.92	2480.02	0.032
Minor Shear	2.361E-03	2480.02	0

El perlín de 1.5"x3"x3/32" es satisfactorio para soportar las cargas impuestas.



Vía España, corregimiento de Pueblo Nuevo, No.#46, Ciudad Panamá. Tel.: (507) 2039632; Cel.: (507) 66369663
info@wecanbetter.com - www.wecanbetter.com

Diagrama de momentos M-1,1 para el diseño de los muros.

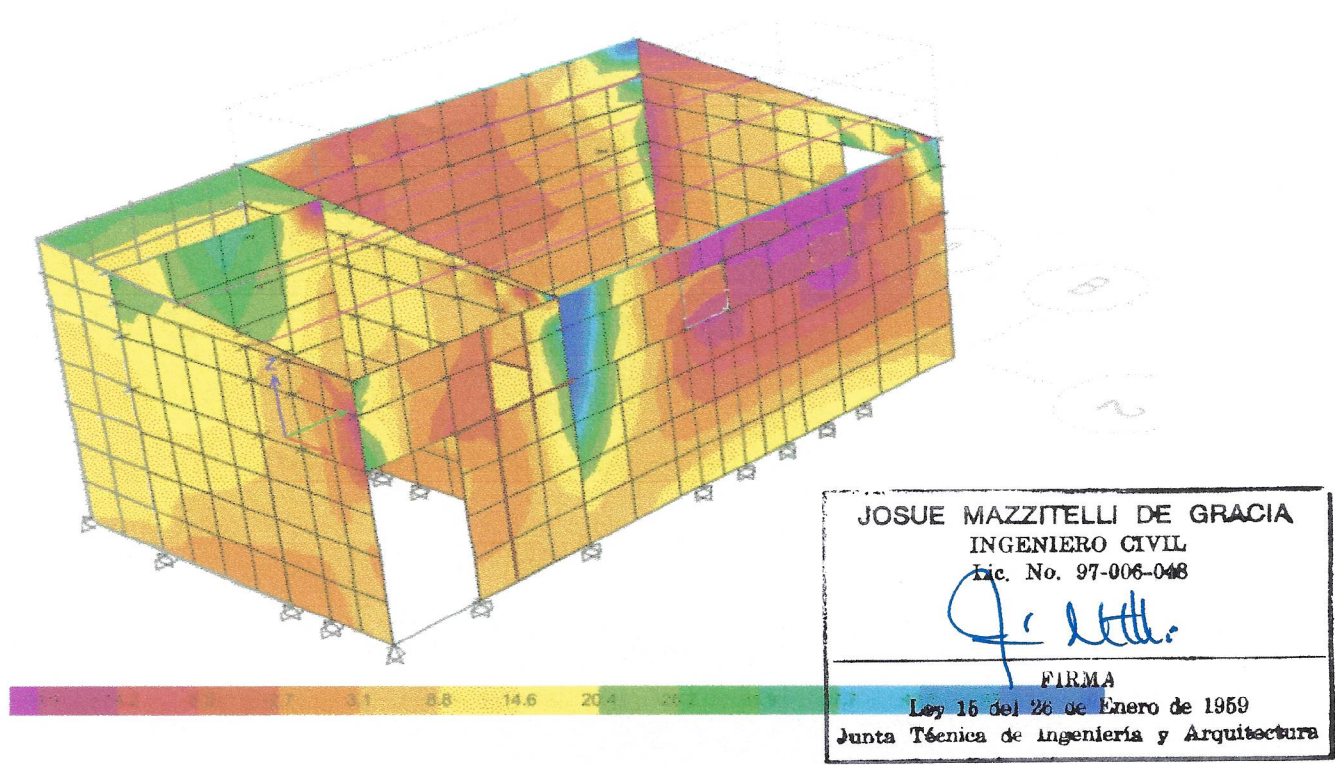
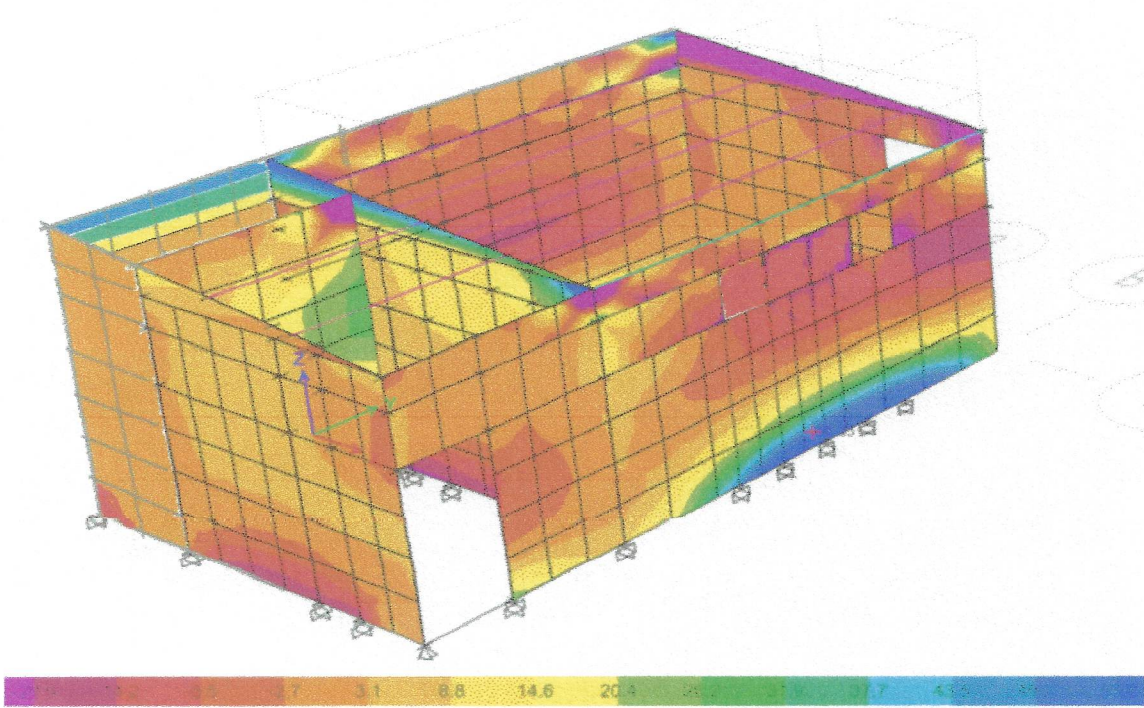


Diagrama de momentos M-2,2 para el diseño de los muros.



Como se observa de los gráficos de momentos, los momentos de diseño no sobrepasan los 65 kgf-m tanto para el caso del acero vertical como el horizontal.

Teniendo como datos:

Espesor de pared: $t=10$ cm

Momento máximo actuante $M_u= 65$ kgf-m

El área de acero calculada será:

$A_s= M_u / (0.9 \cdot 0.9 \cdot 4200 \cdot t / 2)$

Área de acero requerido $= 0.40$ cm²/m

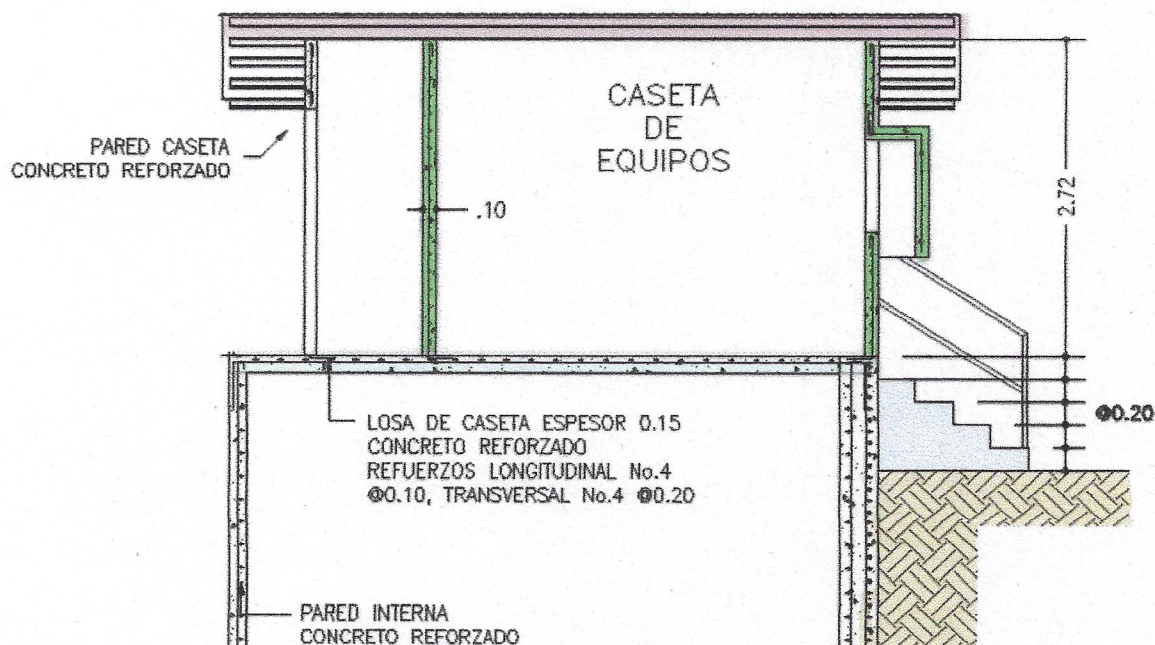
Teniendo en cuenta que el área de acero mínimo es

$A_{s\text{mínima}} = 0.0020(100)(t)$

$A_{s\text{mín}} = 2$ cm²/m (rige acero mínimo)

El acero mínimo se satisface empleando malla electro-soldada 6"x6" calibre 4.5/4.5 que proporciona 2.83 cm²/m.

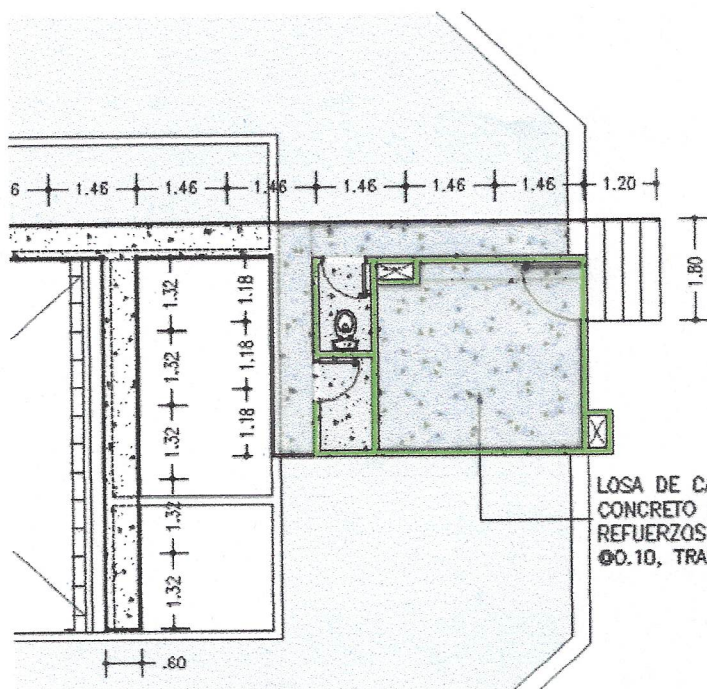
DISEÑO LOSA DE CASETA



Vía España, corregimiento de Pueblo Nuevo. No.#46. Ciudad Panamá. Tel.: (507) 2039632; Cel.: (507) 68389683

info@wecanbetter.com - www.wecanbetter.com

Revisión de losa de piso:



JOSUE MAZZITELLI DE GRACIA
INGENIERO CIVIL
Lic. No. 97-006-048
[Signature]
FIRMA
Ley 16 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

LOSA DE CASITA ESPESOR 0.15
CONCRETO REFORZADO
REFUERZOS LONGITUDINAL No.4
Ø0.10, TRANSVERSAL No.4 Ø0.20

Definición Material empleado en el sistema de fundaciones

General Data

Material Name	Conc_4.5 ksi
Material Type	Concrete
Material Display Color	Change...
Material Notes	Modify/Show Notes...

Material Weight

Weight per Unit Volume	8.6806E-05	kip/in3
------------------------	------------	---------

Isotropic Property Data

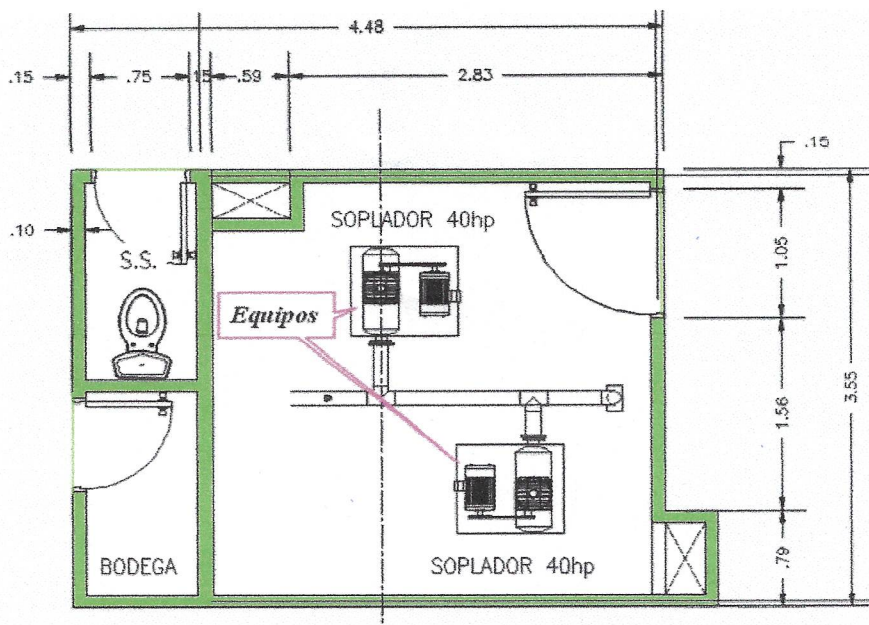
Modulus of Elasticity, E	3817.753	kip/in2
Poisson's Ratio, U	0.2	
Coefficient of Thermal Expansion, A	5.5E-06	1/F
Shear Modulus, G	1590.73	kip/in2

Other Properties for Concrete Materials

Specified Concrete Compressive Strength, f'c	4.5	kip/in2
--	-----	---------



Vía España, corregimiento de Pueblo Nuevo. No.#46. Ciudad Panamá. Tel.: (507) 2039632; Cel.: (507) 68389683
info@wecanbetter.com - www.wecanbetter.com



JOSUE MAZZITELLI DE GRACIA
 INGENIERO CIVIL
 Lic. No. 97-006-046

[Signature]

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

La carga empleada para cada uno de los 2 equipos sobre la losa (incluyendo sus accesorios) es de 400 kgf. La carga total será entonces 800 kgf. La carga tributada en toda el área de la losa será conservadoramente 140 kgf/m².

Definición de losa

Slab Property Data

General Data

Property Name: SLAB1

Slab Material: Conc_4.5 ksi

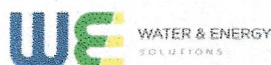
Display Color: [Blue Box] Change...

Property Notes: Modify/Show...

Analysis Property Data

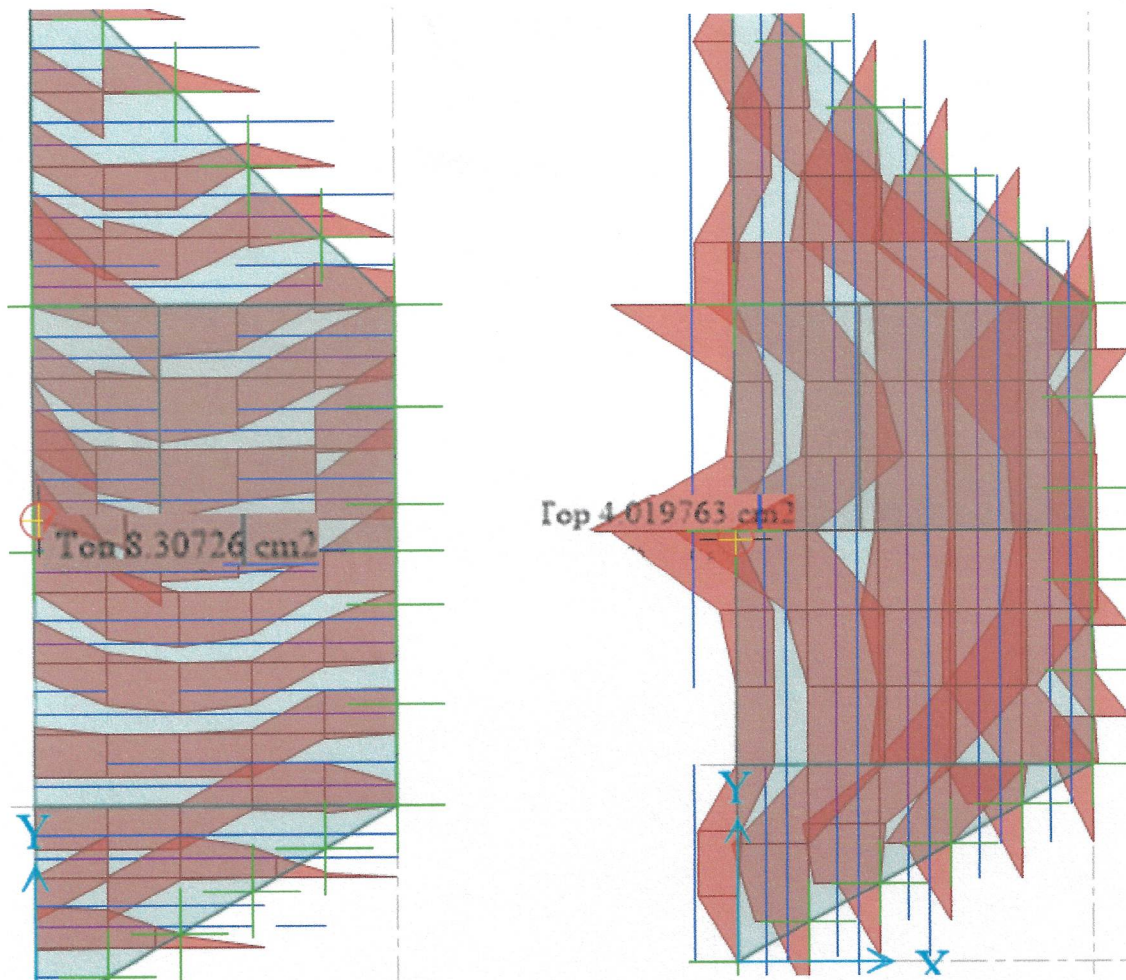
Type: Slab

Thickness: 0.15 m



Vía España, corregimiento de Pueblo Nuevo, No.#46. Ciudad Panamá. Tel.: (507) 2039632; Cel.: (507) 68389683
info@wecanbetter.com - www.wecanbetter.com

Acero requerido en la losa, lado corto / Acero requerido, cm² en la losa, lado largo.



El sistema de losa requiere 8.31 cm² para una franja de 1m (ancho unitario) en la dirección paralela al eje corte, este acero se satisface empleando barras #4 @ 10 cm.

El sistema de losa requiere 4.02 cm² para una franja de 1m (ancho unitario) en la dirección paralela al eje corte, este acero se satisface empleando barras #4 @ 20 cm.



Via España, corregimiento de Pueblo Nuevo. No.#40. Ciudad Panamá. Tel.: (507) 2039032, Cel.: (507) 00309000
info@wecanbetter.com - www.wecanbetter.com





WATER & ENERGY
SOLUTIONS

MEMORIA ELÉCTRICA
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
Puertas de Galicia

Fecha: 24 Nov 2020
info@wecanbetter.com
www.wecanbetter.com

DISEÑO DE CENTRO DE CONTROL DE MOTORES (CCM) PARA PLANTA DE TRATAMIENTO

Datos del proyecto

Proyecto: Puertas de Galicia
Promotor: SUCASA
Ubicación: Cgto. Pacora, distrito Panamá. Sobre la carretera a Utivé
Tipo de planta: Aireación extendida (Ludzack-Ettinger) en tanque octogonal
Caudal: 455,000 GPD

El CCM controla y protege los siguientes equipos:

2 sopladores	30 HP	Trifásicos (uno en operación y otro de respaldo)	I(A)=	80
4 bombas sumergibles	1 HP	Monofásicas 120 V	I(A)=	16
1 Mezclador	1 HP	Trifásico	I(A)=	4.2
2 bombas sumergibles	5 HP	Trifásicas	I(A)=	15.2
1 Tablero de cargas		120/240 v 1 fase	I(A)=	8

El diseño también incluye tablero de alimentación desde el CCM para luces y tomacorriente de uso general

Resumen de cargas

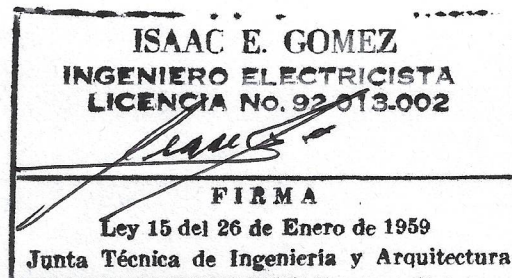
V= 240 /120 V

Panel C PANEL CCM. CONTROLA TODAS LAS CARGAS

Resumen de Carga:

CCM

Carga Total Instalada	91.88 KVA
Demanda Máxima	57 KVA
Corriente de línea	137.12 Amp
Corriente de Neutral	50 %
Cond. De Alimentación	4 1/C 4/0 THWN AL+ 1/C 2 Cu; DESDE EL IP EN PAREDILLA
PVC	3" D
INTERRUPTOR PRINCIPAL	175 Amp/3P



Cálculo de alimentador del CCM

Resumen de Carga:

BLOWER 1 Y 2	30 HP	TRIFASICO
VOLTAJE	240 V	
Corriente de Línea	80 Amp	TABLA 430.250 NEC 2008
Corriente de Neutral	0% Amp	
Cond. De Alimentación	3 1/C 2 THWN+1/C 8 Cu	
	1 X 1 1/4 "D	RMC



Vía España, corregimiento de Pueblo Nuevo. No. #46. Ciudad Panamá. Tel.: (507) 2039632; Cel.: (507) 68389663
info@wecanbetter.com - www.wecanbetter.com

AMPACIDAD MINIMA DE LOS CONDUCTORES DE ALIMENTACIÓN DE LOS BLOWER

$I_{min}=1.25 \times I_m$ 100 A conductor escogido 3 1/C 2 THWN Cu+ 1/C 8 Cu

PROTECCIÓN DE SOBRECARGA:

$I_{oL}=1.15 \times I_m$ 92 A

Protección de Sobrecorriente= **100** HACR Protección de Sobrecorriente: BK 100/3

AMPACIDAD MINIMA DE LOS CONDUCTORES DE ALIMENTACIÓN DE LAS BOMBAS DE ESTACION DE BOMBEO

$I_{min}=1.25 \times I_m$ 15 A conductor escogido 3 1/C 10 THWN Cu+ 1/C 12 Cu

PROTECCIÓN DE SOBRECARGA:

$I_{oL}=1.15 \times I_m$ 17 A

Protección de Sobrecorriente= **19** HACR Protección de Sobrecorriente: BK 30/3

BOMBA DE LODOS

VOLTAJE 120 V

Corriente de Línea 16 Amp TABLA 430.248 NEC 2008

Corriente de Neutral 0% Amp

Cond. De Alimentación 3 1/C 10

RMC 1X3/4" D

AMPACIDAD MINIMA DE LOS CONDUCTORES DE ALIMENTACIÓN DE BOMBAS

$I_{min}=1.25 \times I_m$ $\geq$ 20 A conductor escogido 3 1/c 10 THWN

PROTECCIÓN DE SOBRECARGA:

$I_{oL}=1.15 \times I_m$ 18 A

ALIMENTADOR DEL CCM

$I_{feder}=1.25 \times (I_{blower}) + \Sigma I_{(bomba)}$

151.4

Conductor escogido = 3 1/c 4/0 THWN AL+ 1/c 2 Cu;
3" D



Vía España, corregimiento de Pueblo Nuevo. No.#46. Ciudad Panamá. Tel.: (507) 2039632; Cel.: (507) 68389683

info@wecanbetter.com - www.wecanbetter.com

CÁLCULOS

Ciclo de la caída de Tensión:

Acometida Subterránea al CCM:

Acometida al CCM

L = 200 ft

Zalim(ohm/1000ft) = 0.1007 ,+j 0.0283 4/0 AL

ZTalim (ohm)= 0.0201 ,+j 0.0057

IL (Amp) = 137.12 Amp

DV % $I \times ZT \times \text{SQR } 3 \times 100 / VLL = 2.0702 \%$

ALIMENTADOR BOMBAS DE ESTACIÓN DE BOMBEO

Ramal de alimentación de las bombas

L = 120 ft

Zalim(ohm/1000ft) = 0.7873 ,+j 0.0394

ZTalim (ohm)= 0.0945 ,+j 0.0047

IL (Amp) = 15 Amp

DV % $I \times ZT \times \text{SQR } 3 \times 100 / VLL = 1.0377 \%$

Ramal del Pa TA

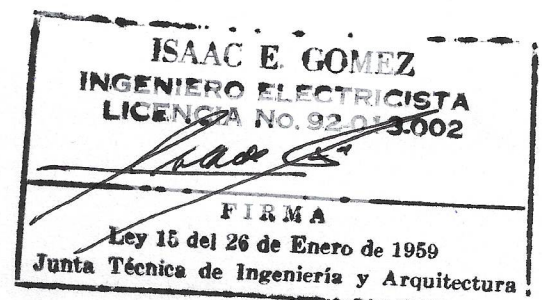
L = 20 ft

Zalim(ohm/1000ft) = 0.3114 ,+j 0.0377

ZTalim (ohm)= 0.0062 ,+j 0.0008

IL (Amp) = 8 Amp

DV % $I \times ZT \times \text{SQR } 3 \times 100 / VLL = 0.0362 \%$



Vía España, corregimiento de Pueblo Nuevo. No.#46. Ciudad Panamá. Tel.: (507) 2039632; Cel.: (507) 68389683

info@wecanbetter.com - www.wecanbetter.com

Calculo de la Capacida Interruptiva

Impedancia del Transformador:

$$Z_{tr}(P.U.) = 0, +j \quad 0.05 \text{ p.u.}$$

$$Z_{tr}(ohm) = Z(pu) * V_b^2 / S_b \quad 0.0023, +j \quad 0.0031$$

Impedancia de la acometida:

$$Z_{Tacom} (ohm) = 0.0201, +j \quad 0.0057$$

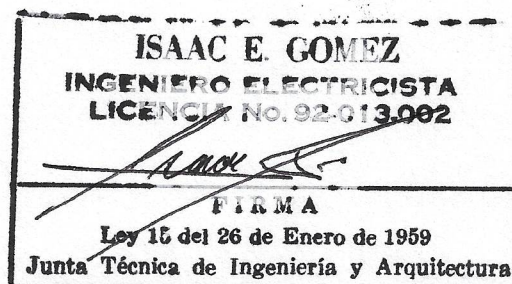
Impedancia Total

$$Z_{total}(ohm) = Z_{tr} + Z_{Tacom} \quad 0.0224, +j \quad 0.0088$$

$$I_{cc} = V_{cc} / Z_{tr} \quad 4,984 \quad K\text{Amp}$$

Capacidad Interruptiva: EN BARRAS DEL IP

Capacidad interruptiva del IP y de los Tableros $\geq$ que 6 KAMP



Vía España, corregimiento de Pueblo Nuevo, No.#46. Ciudad Panamá. Tel.: (507) 2039632; Cel.: (507) 68389683

info@wecanbetter.com - www.wecanbetter.com