

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERIA CIVIL



Evaluación estructural del reservorio existente de Cochaongo en la
provincia de Yungay Ancash

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil

Autor
García Sandoval Eric Severino

Asesor
Urrutia Vargas Segundo

Chimbote – Perú
2020

Palabra clave:

TEMA	Evaluación estructural
ESPECIALIDAD	Hidráulica

Keyword:

TOPIC	Structural evaluation
ESPECIALTY	Hydraulics

Línea de investigación:

Líneas de investigación
Área
Sub Área
Disciplina

Hidráulica
2.Ingenieria y Tecnología
2.1 Ingeniería civil
Ingeniería civil

**EVALUACION ESTRUCTURAL DEL RESERVORIO EXISTENTE
DE COCHAONGO EN LA PROVINCIA DE YUNGAY ANCASH**

RESUMEN

Esta investigación consiste en que su objetivo es realizar una evaluación estructural del reservorio existente de Cochaongo adecuando a la normativa ACI 350 y poder verificar en qué situación se encuentra ante un movimiento sísmico. Para la evaluación estructural del reservorio se hizo un ensayo de esclerometria en la estructura, se realizó la evaluación correspondiente por medio de unos cálculos matemáticos que se encuentran en la normativa aci350 para depósitos que contengan líquido y con la ayuda del software SAP 2000. Se dará la sugerencia correspondiente de acuerdo a los requerimientos mencionados a la normativa ACI 350 en forma descriptiva analizando el estado real en que se encuentra el reservorio existente. Por lo tanto es una investigación descriptiva-cualitativa, poder evaluar la estructura ante un sismo y llegar a observar todas las patologías existentes ya que se encuentra en riesgo al no contar con una protección de vital importancia como el cerco perimétrico, ya que se encuentra expuesta a la intemperie. Es por ello que se quiere tener de conocimiento su condición actual y poder prevenir daños a la salud e impactos negativos como movimientos sísmicos, el cual pueda ser afectado ante un riesgo natural o un riesgo causado por el hombre. Luego de obtener resultados de la evaluación estructural se puede verificar que el $f'c$ calculado actualmente es de 356 kg/cm². Con respecto a su desplazamiento máximo de la superficie de agua es de 1.17, su esfuerzo máximo de 4.47 y esfuerzo mínimo de 1.20, ya que están dentro con lo informado en la norma. El cual se verifica que la cuantía, espaciamiento, recubrimiento y espesor de muro no cumplen con los parámetros establecidos en la normativa ACI350.

ABSTRACT

This research consists in that its objective is to carry out a structural evaluation of the existing reservoir of Cochaongo, adapting it to the ACI 350 regulations and to be able to verify in what situation it is faced with an earthquake. For the structural evaluation of the reservoir, a sclerometry test was carried out on the structure, the corresponding evaluation was carried out by means of mathematical calculations found in the aci 350 standard for tanks containing liquid and with the help of the SAP2000 software. The corresponding suggestion will be given according to the requirements mentioned in the aci 350 regulation in a descriptive way, analyzing the real state of the existing reservoir. Therefore, it is a descriptive-qualitative investigation, to be able to evaluate the structure in the event of an earthquake and to observe all the existing pathologies since it is at risk by not having a protection of vital importance such as the perimeter fence, since it is exposed out in the open. That is why we want to know their current condition and be able to prevent damage to health and negative impacts such as seismic movements, which can be affected by a natural risk or a risk caused by man. After obtaining results of the structural evaluation, it can be verified that the currently calculated $f'c$ is 356 kg/cm². With respect to its maximum displacement of the water surface is 1.17, its maximum effort of 4.47 and minimum effort of 1.20, since they are within the information provided in the standard. Which is verified that the amount, spacing, covering and wall thickness do not comply with the parameters established in the ACI350 regulation.

INDICE GENERAL

Palabra clave – Línea de investigación	i
Título	ii
Resumen	iii
Abstract	iv
Índice	v
Introducción	1
Metodología	47
Resultados	50
Análisis y discusión	91
Conclusiones	93
Recomendaciones	94
Agradecimientos	95
Referencias bibliográficas	96
Anexos y apéndice	97

INDICE DE ANEXOS

- A1. Documento de solicitud para permiso de investigación de tesis.
- A2. Recepción de documento-Cargo
- A3. Autorización para realizar trabajo de investigación
- A4. Estudio de suelos
- A5. Panel fotográfico en reservorio
- A6. Panel fotográfico en laboratorio
- A7. Panel fotográfico realizando ensayo de esclerometría
- A8. Resultados-Ensayo de resistencia de concreto con esclerómetro
- A9. Levantamiento de información de las Patologías existentes
- A10. Ubicación: fisuras - grietas
- A11. Plano de ubicación

INDICE DE FIGURAS

F1. Condición de carga.

F2. Configuraciones típicas de tanques.

F3. Types of ground-supported, liquid containing structures classified on the basis of their Wall-to-footing connection details.

F4. Membrana de corte transferida a la base de estanques circulares.

F5. Distribución de presión hidrodinámica en las paredes del estanque.

F6. Distribución de fuerzas verticales: estanques rectangulares.

F7. Distribución de presiones hidrostáticas e hidrodinámicas y fuerzas de inercia en un muro de una estructura rectangular contenedora de líquido.

F8. Distribución de fuerzas verticales: estanques circulares.

F9. Espectro de respuesta de diseño.

INTRODUCCION

En los antecedentes encontrados en esta investigación tenemos los más relevantes a nivel local el de **Pinedo (2018), “Determinación y Evaluación de las patologías del concreto armado del reservorio apoyado R1, del distrito de coishco, provincia de santa, departamento de Áncash, enero 2018”**, tiene como objetivo determinar y evaluar los tipos de patologías y obtener el nivel de severidad en la que se encuentra la estructura, el cual presenta un problema y riesgo al no tener conocimiento del estado del reservorio ya que el agua es de vital importancia, la metodología fue descriptiva de nivel cualitativo, y los resultados obtenidos son por grieta (0.13%), erosión (0.50%), disgregación (2.07%), eflorescencia (7.20%) y corrosión (7.76%), por tanto de toda el área de la estructura el 17.65% es afectada por patologías. Así mismo, **Cerna (2016), “Diagnostico de las patologías en edificaciones de albañilería confinada según zonas de vulnerabilidad del distrito de Chimbote, provincia del santa y departamento de Áncash, diciembre-2015”**, tiene como objetivo determinar las patologías existentes en albañilería confinada al ser una zona con alto grado de vulnerabilidad, el cual presenta un problema actualmente ante su mal estado y mala construcción, la metodología fue descriptiva, y los porcentajes de afectación de las patologías encontradas son eflorescencia 14.20%, grietas 2.28%, corrosión 7.65%, humedad 5.58%, del cual se obtuvo el grado de severidad media de las patologías. Por otro lado, **Acosta (2015), “Determinación y evaluación de las patologías de los muros de albañilería, columnas y vigas de concreto armado del cerco perimétrico de la institución educativa Eleazar Guzmán Barrón N°88013, distrito de Chimbote, provincia del santa, departamento de Áncash-enero 2015”**, su objetivo consiste en conocer el estado de deterioro del cerco perimétrico, el cual se quiere conocer el estado en que se encuentra ya que es un riesgo para los alumnos de la institución, la metodología fue evaluativo visual, y su resultado fue muestra en buen estado 97.63% y muestra en mal estado 2.37% y que las fallas encontradas fueron del tipo funcional que no afectan al cerco perimétrico.

En los antecedentes encontrados en esta investigación tenemos los más relevantes a nivel nacional el de **Campos (2018), “Evaluación estructural de reservorio apoyado de C° A° de sección circular (20m3) sector 1 del C.P. Cabracancha- Chota”**, su objetivo consiste en hacer una evaluación a la estructura realizando un estudio de suelo y evaluación del comportamiento estructural, el cual presenta un problema de deterioro, la metodología fue evaluativo y su resultado fue que al obtener los resultados de la evaluación estructural, se verifica que el $f'c$ calculada es inferior al $f'c$ de diseño del plano estructural del expediente técnico, y con respecto al comportamiento estructural del reservorio apoyado se verifica que el desplazamiento máximo en una esquina y el cortante basal cumplen con los parámetros de la Norma E.030. Así mismo, **Arias, Castañeda (2019), “Evaluación estructural del reservorio R-15 de la ciudad de Tacna para determinar su vulnerabilidad sísmica”**, su objetivo es determinar la vulnerabilidad sísmica, así poder conocer su realidad problemática ante un movimiento sísmico que pueda ser afectado la ciudad, la metodología fue evaluativa, y su resultado que se verifico que el acero colocado en el muro del reservorio fue el correcto pero que el espaciamiento propuesto y el ejecutado varían enormemente, lo que involucra un incremento considerable en el presupuesto del proyecto. Al analizarlo dinámicamente se calculó las distorsiones en el sismo reducido como en el sismo elástico dando un resultado de $1.96 \cdot 10^{-4}$ que comparándolo con el artículo 32 de la Norma Técnica Peruana E.030 cumplen al ser menores que 0.007. Por otro lado, **Díaz, Meniz (2019), “Evaluación estructural de reservorios apoyados de concreto armado en Lima Metropolitana considerando la norma ACI 350-06 y las normativas peruanas”** su objetivo es hacer una evaluación estructural de cinco reservorios circulares con el fin de evidenciar si estas estructuras continúan conservando un diseño sísmico adecuado en base a los requerimientos sísmicos en la norma aci 350 y E.030, el cual presenta un problema de riesgo ante su estado actual, la metodología fue evaluativa, y su resultado fue que los reservorios no mantienen un diseño estructural adecuado en cuanto a las sollicitaciones sísmicas actuales, estas deficiencias se plasman en déficit de refuerzo horizontal por corte en muros, cuantía mínima vertical por corte en muros, refuerzo en la base del muro por momento tangencial,

armadura requerida en la viga collarín, y refuerzo en el extremo de la cúpula por tracción radial; por lo que ante un sismo severo se encuentran expuestas a presentar fallas estructurales.

En los antecedentes encontrados en esta investigación tenemos los más relevantes a nivel internacional el de **Parra (2016)**, “**Estudio patológico Tanque de almacenamiento de agua potable**”, su objetivo es un estudio patológico del tanque de almacenamiento de agua potable siguiendo los parámetros establecidos en NSR10 y RAS2000 y garantizar un 100% de agua potable para la utilización, ya que presenta un deterioro actual, su metodología es descriptiva, el cual su resultado de la resistencia promedio obtenida de 15.5 Mpa y 16.94 Mpa del concreto utilizado en la construcción del tanque, por ello no cumple con la resistencia mínima exigida en la NSR.10, el cual establece una resistencia mínima de 28 Mpa. Así mismo, **Chicaiza (2018)**, “**Evaluación del nivel de riesgo, amenazas y vulnerabilidades del barrio 23 de julio del Cantón Cayambe en el periodo julio-diciembre del 2017**”, el cual su objetivo es crear destrezas, capacidades y medidas orientadas a la prevención y reducción del riesgo existente, el cual presenta un problema y riesgo ante el barrio 23 de julio del cantón, su metodología es de tipo descriptivo, por tanto obtuvo como resultado que el nivel de riesgo es medio para todas la amenazas posibles, probables e inminentes identificadas debido a la vulnerabilidad media-alta, concluyendo de esta manera una construcción para el fortalecimiento de la resiliencia en la sociedad. Por otro lado, **Housner (1963)**, “**The seismological society of américa denominada the dynamic behavior of wáter tanks**”, manifiesta la importancia del comportamiento de los reservorios de agua potable durante un terremoto y en base al terremoto sucedido en Chile en 1960, donde muchos reservorios elevados sufrieron graves daños, sostiene que se debe tener en cuenta la interacción del líquido con la estructura (reservorio elevado) y la estructura con relación al suelo. Cuando el líquido está completamente lleno de agua se considera en general una sola masa en la simplificación del modelado, pero cuando el líquido está parcialmente lleno, la superficie del agua ante el movimiento sísmico producirá oscilaciones del agua y esto esencialmente

hace que se considere dos masas en la simplificación del modelado. Un tanque o depósito de agua en el suelo tendrá su contenido excitado por un terremoto y la amplitud del chapoteo es indicativa de la intensidad del movimiento del suelo.

El Presente Proyecto De Investigación Se Justifica

Económica. La necesidad e importancia de poder conocer en que situación se encuentra el reservorio de cochaongo ante un sismo, ya que al no contar una buena condición de su estructura pueda afectar en lo económico para la población de Yungay, ya que el agua potable es de vital importancia para el ser humano, es por ello que se recomienda tomar la respectiva prevención ante un desastre que pueda ser más costoso, realizando un estudio de su estado real para su mantenimiento y reforzamiento.

Social. Esta investigación se justifica por la importancia que los pobladores de Yungay van a ser beneficiados por su seguridad ante algún desastre y pueda ocasionar la escasez de agua potable, ya que es de vital importancia para el distrito de Yungay como también para los proyectistas y puedan analizar futuras estructuras similares al evaluado en este estudio, así poder cumplir de manera objetiva con la filosofía de la ingeniería sismorresistente. El reservorio de cochaongo cumple un papel muy importante porque abastece a gran parte de la población yungaina.

Ambiental. Es importante la investigación por su mayor potencial agrícola y turístico, debido a su extensión geográfica, que puede ser afectada ante algún desastre por un sismo.

Técnica. Desde el punto de vista técnico, se realiza la investigación por la importancia de poder conocer si su construcción del reservorio cuenta con el cumplimiento de las normas técnicas peruanas y ACI350, para así no ser perjudicada el pueblo de Yungay.

Científica. Para la evaluación estructural del comportamiento sísmico con ayuda del sap2000 y la normativa ACI 350 nos permite realizar un correcto análisis dinámico de la estructura y poder conocer si la estructura está en condición de soportar un movimiento sísmico.

Por lo tanto se quiere realizar la evaluación estructural correspondiente de acuerdo a la norma ACI350 y poder conocer el grado de riesgo, y así poder reducir la vulnerabilidad ante algún desastre que pueda ser desfavorable en lo económico y en la salud.

Para el desarrollo de la presente investigación se planteó el siguiente problema, que al verificar y analizar la estructura del reservorio de cochaongo, se puede apreciar que presenta diferentes tipos de amenazas y riesgos que pueda afectar a la estructura del reservorio de cochaongo, ya que es de vital importancia el buen estado del mismo. Como se puede verificar que la provincia de Yungay se presentan distintos movimientos sísmicos provocados por aluvión que se presentó en el terremoto de los 70, movimientos por desprendimientos del nevado huascarán, flujos de detritos ocasionados por la fuerte lluvia que se presenta en la ciudad de Yungay, el cual la estructura se muestra afectado con diferentes tipos de patologías, ya que por su edad de construcción puede sufrir una gran amenaza, es por ello que también se pudo observar que no cuenta con una seguridad obligatoria como el cerco perimétrico, ya que se pueden presentar diferentes tipos de riesgos naturales o riesgos causados por el hombre que puedan afectar a la salud pública.

¿Cuál es el resultado de la evaluación estructural del reservorio existente de cochaongo con los requisitos de la norma ACI 350-06 y ACI 350.3-06?

Nuevo Yungay, es una ciudad fundada en junio de 1970, cuenta con una población urbana de unos 10,000 habitantes, ubicada a una altitud media de 2,458 m.s.n.m. La ciudad se refundó 1 km al norte de las ruinas de Santo Domingo de Yungay, fundada el 4 de agosto de 1540, ciudad colonial que fue sepultada por un alud a consecuencia del trágico terremoto de Ancash de 1970.

Clima.

Su clima es templado, con días de mucho calor y otros días de mucho frío. Sus principales actividades económicas son la agricultura y la ganadería, destacada en la producción de papa, maíz, cebada, alfalfa y frutales, así como también en la crianza de ganado vacuno, caprino, ovino y porcino.

Pluviosidad.

Los meses de lluvia corresponden a los meses de octubre a marzo (primavera y verano) con un promedio de precipitación de 650mm, conforme va aumentando la altitud, la precipitación se incrementa llegando a sobrepasar los 890 mm y se presentan desde septiembre a abril. Las lluvias son estacionales y su humedad es variable, de 60% a 70%.

Tabla N°1: Parámetros Climáticos promedio.

Parámetros climáticos promedio de Yungay													
Mes	Ene	Fe	Ma	Ab	Ma	Jun	Jul	Ago	Se	Oc	No	Dic	Anu
Temp.max. media(°C)	23.1	22.7	23	22.9	22.6	23.5	23.7	23.7	23.9	23.4	23.5	23.6	23.3
Temp.med ia(°C)	16.5	16.5	16.5	16	15.1	14.8	14.6	14.6	15.4	15.8	16.1	16.3	15.7
Temp.min. media(°C)	9.9	10.3	10	9.2	7.7	6.1	5.5	5.5	6.9	8.2	8.8	9.1	8.1

Fuente: Elaboración propia

Accesibilidad.

La accesibilidad para poder llegar al reservorio de cochaongo, se encuentra a unos 5 minutos de campo santo trocha. Se toma la ciudad de Huaraz como referencia por ser la capital del departamento de Áncash. El cual geográficamente está ubicada en el departamento de Áncash, provincia de Yungay, Distrito de Yungay y tiene la siguiente coordenada geográfica y altitud en m.s.n.m.

Tabla N°2: Accesibilidad.

Desde	Hasta	Tipo de vía	Horas
Lima	Yungay	Asfaltada	10.00
Huaraz	Yungay	Asfaltada	1.30
Chimbote	Yungay	Asfaltada	7.00
	Total		18.30

Fuente: Elaboración propia

Ubicación de reservorio de Cochaongo.

La zona de estudio se encuentra ubicada al norte de la ciudad de Huaraz, el cual el reservorio de cochaongo de la ciudad de Yungay limita.

Norte. Carretera de cochaongo

Sur. Carretera Cochaongo

Este. Terreno de cultivo

Oeste. Terreno de cultivo

Tabla N°3: Ubicación Geográfica-Coordenadas

Nombre	Latitud Sur	NE
Prov. Yungay	0200020	8987308

Fuente: Elaboración propia

Reservorio.

Son estructuras hidráulicas que sirven para el almacenamiento del elemento líquido sustancial, se construye cuando el sistema de redes de agua no satisface el caudal requerido por la población y se utiliza para mantener en equilibrio los cambios de volumen y de continuidad en las redes que abastecen una localidad (Vertiz, 2018).

Tipos de Reservorio.

Reservorios elevados. Los reservorios elevados son construidas sobre una estructura elevada por encima del nivel de terreno natural y/o soportado por columnas, pilotes, muros en zonas de topografía plana. Generalmente su forma es cilíndrica, esférica (López, 2007, pp. 16-17).

Reservorios enterrados o subterráneos. Tienen forma rectangular, son construidos por debajo de la superficie del suelo, que son denominados cisternas, en casi la totalidad de casos es un almacenamiento primario el cual deriva a otra estructura de regulación (López, 2007, pp. 16-17).

Reservorios Apoyados. Son estructuras de almacenamiento, tienen forma rectangular y circular, son construidos directamente sobre la superficie del suelo. Las figuras más empleadas son las rectangulares y circulares, esta presenta ventajas para la resistencia de las presiones interiores (López, 2007, pp. 16-17).

Vulnerabilidad sísmica.

Se refiere a que tan vulnerables son los elementos estructurales de una estructura frente a las fuerzas sísmicas inducidas en ella, puesto que están encargados de resistir y transmitir a la cimentación y luego al suelo; las fuerzas causadas por el peso del edificio, así como las cargas provocadas por los sismos (Slide Share, 2015).

Clases de vulnerabilidad sísmica.

Vulnerabilidad estructural. Menciona que tanto de daño puede recibir ante una fuerza sísmica inducida a la estructura. Son aquellas partes que sostienen la estructura de una edificación, encargados de resistir y transmitir a la cimentación y luego al suelo; las fuerzas causadas por el peso del edificio y su contenido, así como las cargas provocadas por los sismos. Entre otros elementos se encuentran las columnas, vigas, placas de concreto, muros de albañilería de corte (Carhuallanqui, Medina, 2019, p.9).

Vulnerabilidad No estructural. Busca determinar la susceptibilidad a daños que estos elementos puedan presentar. Sabemos que al ocurrir un sismo la estructura puede quedar inhabilitada debido a daños no estructurales, sean por colapso de equipos, elementos arquitectónicos, etc., mientras que la estructura permanece en pie. Generalmente se aplica a los hospitales, clínicas, centros educativos, centros comerciales (Carhuallanqui, Medina, 2019, p.10).

Vulnerabilidad Funcional. Busca determinar la susceptibilidad de una estructura que brinda un servicio de salud, educación, etc. a sufrir un colapso funcional como consecuencia de un sismo. Esto es solo visible en el momento que ocurre una emergencia. Se evalúa lo referente a la infraestructura. En primer lugar, el sistema de suministro de agua y de energía eléctrica, que son las partes más vulnerables. También son afectadas por los sismos las tuberías de alcantarillado, gas y combustibles, para lo cual se realizan investigaciones sobre su resistencia y flexibilidad (Carhuallanqui, Medina, 2019, p.11).

Método de Análisis Estático según Portland Cement Association (1993).

En el año 1993, la Asociación de Cemento Portland (PCA) determinó coeficientes para el cálculo del esfuerzo anular y el esfuerzo a flexión a lo largo del muro de la estructura, así como el esfuerzo cortante máximo. Cabe destacar, que este método continúa siendo utilizado hasta la fecha en el análisis estático de reservorios circulares a nivel nacional e internacional. Este método considera únicamente al empuje del agua como fuerza actuante en la pared del reservorio, la cual produce el esfuerzo anular, a flexión y el cortante a lo largo de la misma (Arias, Castañeda, 2019, pp.12-17).

Concreto y sus clasificaciones.

Mezcla de cemento Portland o cualquier otro cemento hidráulico, agregado fino, agregado grueso y agua, con aditivos o sin aditivos (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2009).

Tipos de concreto

Según se define los tipos de concreto como:

Concreto simple. Concreto estructural sin armadura de refuerzo o con menos refuerzo que el mínimo especificado para concreto reforzado (RNE, 2009, p.26).

Concreto armado. Concreto estructural reforzado con no menos de la cantidad mínima de acero (RNE, 2009, p.26).

Concreto premezclado. Es el concreto que se dosifica en planta, que puede ser mezclado en la misma o en camiones mezcladores y que es transportado a obra (RNE, 2009, p.26).

Concreto preesforzado. Concreto estructural al que se le han introducido esfuerzos internos con el fin de reducir los esfuerzos potenciales de tracción en el concreto causados por las cargas (RNE, 2009, p.26).

Conceptualización de términos. Arias, Castañeda (2019).

Estudio patológico. Análisis exhaustivo del proceso patológico con el objetivo de alcanzar las conclusiones que nos permitan proceder a la consiguiente reparación (Broto, 2007).

Evaluación de estructuras contenedoras de líquidos. El reglamento ACI 350.3 es el que muestra las metodologías de análisis de estructuras contenedoras de líquidos y el ACI 350M es el que brinda los alcances necesarios para el diseño de estas estructuras (Campos, 2018).

Masa convectiva. Es la masa que observándola desde un plano de referencia estático está en un movimiento desordenado que se mueve impactando contra las paredes del reservorio (Torres & Montalván, 2018).

Masa impulsiva. Es la masa que observándola desde un plano de referencia estático esta firme y al producirse un movimiento sísmico esta se mueve con la misma frecuencia que las paredes del reservorio (Torres & Montalván, 2018).

Sismo: Son movimientos irregulares del terreno en cualquier dirección y son causados por actividad volcánica o tectónica, los más graves son de origen tectónico (Campos, 2018).

Diseño sísmico de estructuras de hormigón que contienen líquido y comentario (ACI 350.3-06).

Requisitos generales.

Alcances. Esta norma describe el procedimiento para el diseño de estructuras de hormigón que contienen líquidos sometidas a cargas sísmicas. Estos procedimientos deben ser usados de acuerdo con el capítulo 21 de ACI 350-06.

Tipos de Estructuras Contenedoras de Líquidos.

Estructuras apoyadas en tierra.

Esta categoría incluye estructuras de almacenamiento de líquido en hormigón armado, rectangulares y circulares, a nivel y bajo rasante. Estructuras de almacenamiento de líquido apoyadas en tierra son clasificadas de acuerdo a su sección en base a las siguientes características: Configuración general (rectangular o circular), Tipo de unión muro-base (empotrada, simple, o de base flexible), y Método constructivo (hormigón armado o pre-tensado). Ver figura: 01

Tanques rectangulares. Tipo 1.1 base empotrada, Tipo 1.2 base simplemente apoyada

Tanques circulares. Tipo 2.1 base empotrada; hormigón armado y hormigón pre-tensado, Tipo 2.2 base simplemente apoyada; hormigón armado y hormigón pre-tensado,

y Tipo 2.3 base flexible (solo hormigón pre-tensado); anclados, no anclados-llenos y no anclados-vacíos.

Estructuras sobre Pedestales.

Estructuras en esta categoría incluyen estructuras contenedoras de líquidos montadas sobre pedestales tipo voladizo. Ver figura: 02

Criterios Generales para Análisis y Diseño.

Características dinámicas.

Las características dinámicas de estructuras contenedoras de líquido deben ser derivadas de: el capítulo nueve o de un análisis más riguroso que tome en cuenta la interacción entre la estructura y el contenido líquido.

Cargas de Diseño.

Las cargas generadas por el diseño sísmico deben ser computadas según el capítulo 4.

Requerimientos de Diseño.

Los muros, pisos y cubiertas de estructuras contenedoras de líquidos deben ser diseñadas para resistir los efectos de ambas aceleraciones de diseño (horizontal y vertical), combinadas con los efectos de cargas estáticas de diseño aplicables.

Respecto a la aceleración horizontal, el diseño debe tomar en cuenta: los efectos de transferencia del corte basal total entre el muro y la zapata y entre el muro y el cielo; y la presión dinámica actuante en el muro sobre la base.

Efectos de la aceleración máxima horizontal y vertical deben ser combinados bajo el método de la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados.

Cargas Sísmicas de Diseño.

Presiones sísmicas sobre la base.

Los muros de estructuras contenedoras de líquidos serán diseñadas para las siguientes fuerzas dinámicas sumadas a las presiones hidrostáticas: (a) fuerzas de inercia P_w y P_r ; (b) presión impulsiva hidrodinámica P_i del líquido contenido; (c) presión convectiva hidrodinámica P_c del líquido contenido; (d) presión dinámica de tierra debido a suelos saturados y no saturados contra la porción enterrada del muro; y ϵ los efectos de la aceleración vertical.

Fuerzas dinámicas laterales.

Las fuerzas dinámicas laterales sobre la base serán determinadas como sigue:

$$P_w = C_i I \left[\frac{\epsilon W_w}{R_i} \right] \quad (4-1)$$

$$P'_w = C_i I \left[\frac{\epsilon W'_w}{R_i} \right] \quad (4-1a)$$

$$P_r = C_i I \left[\frac{W_r}{R_i} \right] \quad (4-2)$$

$$P_i = C_i I \left[\frac{W_i}{R_i} \right] \quad (4-3)$$

$$P_c = C_c I \left[\frac{W_c}{R_c} \right] \quad (4-4)$$

ec.1

Donde sea aplicable, la fuerza lateral debido a la presión dinámica de tierra y agua contra la parte enterrada del muro será calculada de acuerdo con las provisiones.

Corte Basal total, Ecuación general

El corte basal debido a fuerzas sísmicas aplicado en el fondo del estanque será determinado por la siguiente ecuación:

$$V = \sqrt{(P_l + P_w + P_r)^2 + P_c^2 + P_{eg}^2} \quad (4-5)$$

ec.2

Donde sea aplicable, las fuerzas laterales dinámicas debidas a tierra y presión de agua contra la pared de la parte enterrada del estanque serán incluidas en la determinación del corte basal total V.

Fuerzas Dinámicas Laterales

Los momentos debidos a fuerzas sísmicas en la base del estanque serán determinadas por Ec. (4-10) y (4-13). El momento de flexión en la sección transversal completa del estanque, apenas sobre la base de la pared del estanque (EBP):

$$M_w = P_w h_w \quad (4-6)$$

$$M_r = P_r h_r \quad (4-7)$$

$$M_l = P_l h_l \quad (4-8)$$

$$M_c = P_c h_c \quad (4-9)$$

$$M_b = \sqrt{(M_l + M_w + M_r)^2 + M_c^2} \quad (4-10)$$

ec.3

El momento volcante en la base del estanque, incluyendo el fondo del estanque y estructura soportante (IBP):

$$M_i' = P_i h_i' \quad (4-11)$$

$$M_c' = P_c h_c' \quad (4-12)$$

$$M_o = \sqrt{(M_i' + M_w + M_r)^2 + M_c'^2} \quad (4-13) \quad \text{ec.4}$$

Donde sea aplicable, las fuerzas laterales dinámicas debidas al suelo y presión de agua contra la pared de la parte enterrada del estanque serán incluidas en la determinación de los momentos en la base del estanque.

Aceleración Vertical

Los estanques serán diseñados para los efectos de la aceleración vertical. En ausencia del espectro de respuesta específico del lugar, el cociente b entre las aceleraciones vertical y horizontal no deberá ser menos que 2/3. La carga hidrostática q_{hy} del contenido del tanque será multiplicada por la aceleración espectral U_v para representar la aceleración vertical. La presión hidrodinámica resultante p_{vy} será calculada como sigue:

$$p_{vy} = \ddot{u}_v q_{hy} \quad (4-14)$$

$$\ddot{u}_v = C_t I \left[\frac{b}{R_t} \right] \geq 0.2 S_{DS} \quad (4-15)$$

Para estanques rectangulares C_v = 1.0

Para estanques circulares,

$$C_v = \frac{1.25}{T_v^{2/3}} \leq \frac{2.75}{S} \quad (4-16)$$

Donde:

$$T_v = 2\pi \sqrt{\frac{\gamma_L D H_L^2}{24 g t_w E_c}} \quad (4-17)$$

$$T_v = 2\pi \sqrt{\frac{\gamma_L D H_L^2}{2 g t_w E_c}} \quad \text{en sistema SI}$$

ec.5

Aplicación de espectros de respuesta específicos

Espectros de respuesta elástica específicos serán construidos para movimientos de suelo de un 10% de probabilidad de excedencia en 50 años y 5% de amortiguamiento (cociente de amortiguamiento $B=5$) para la componente impulsiva, y 0.5% de amortiguamiento (cociente de amortiguamiento $B=0.5$) para la componente convectiva.

Donde sean usados espectros de respuesta elástica específicos, las ecuaciones (4-1), (4-2), (4-3) y (4-4) serán modificadas al sustituir T_i correspondiente a ZSC_i por A_i , y sustituir T_c correspondiente a ZSC_c por A_c ; y en Ec. (4-15) será modificada al sustituir T_v correspondiente a ZSC_v por A_v , las fuerzas axial obtenidas no deben ser menores que el 80% de las obtenidas al usar las Ec. (4-1), (4-2), (4-3), (4-4), (4-5) o (4-15).

A_i , es la aceleración espectral en múltiplos de g , correspondiente al periodo natural de vibración para movimiento horizontal, T_i , de la estructura del estanque y la componente impulsiva del líquido, y obtenida de un espectro de respuesta específico con 5 % de amortiguamiento crítico.

A_v , es la aceleración espectral en múltiplos de g , correspondiente al periodo natural de vibración para movimiento vertical, T_v , de la estructura del estanque y del líquido, y obtenida de un espectro de respuesta específico con 5% de amortiguamiento crítico. Cuando el espectro de respuesta del lugar disponible esta para otras razones de amortiguamiento B distintas del 5% crítico, las aceleración espectrales dependientes del periodo A_i o A_v de cada lugar específico serán modificadas por un factor n_i que da cuenta de la influencia del amortiguamiento en la amplificación espectral, se calcula como sigue.

For 0 seconds $< (T_i \text{ or } T_v) < T_s$

$$\eta_i = \frac{2.706}{4.38 - 1.04 \ln \beta}$$

For $T_s < (T_i \text{ or } T_v) < 4.0$ seconds

$$\eta_i = \frac{2.302}{3.38 - 0.67 \ln \beta}$$

For $\beta = 5\%$, $\eta_i = 1.0$

ec.6

Ac es la aceleración espectral en múltiplos de g, correspondiente al periodo Tc, del primer modo (convectivo) de movimiento del líquido, y obtenido desde un espectro de respuesta específico con 5% de amortiguamiento. Cuando el espectro de respuesta del lugar disponible esta para otras razones de amortiguamiento B distintas del 5% critico, las aceleración espectrales dependientes del periodo Ac de cada lugar específico serán modificadas por un factor nc que da cuenta de la influencia del amortiguamiento en la amplificación espectral, se calcula como sigue.

$$\eta_c = \frac{3.043}{2.73 - 0.45 \ln \beta}$$

Para $\beta=0.5\%$, $\eta_c=1.0$

ec.7

Para un espectro de respuesta obtenido en sobre una escala logarítmica tripartita, la aceleración espectral de diseño Scm puede también ser obtenida usando la relación.

$$S_{cM} = \eta_c \frac{S_D}{g} \left(\frac{2\pi}{T_c} \right)^2 = \eta_c \frac{1.226 S_D}{T_c^2}$$

ec.8

Donde Sd es el desplazamiento espectral correspondiente a Tc obtenido directamente del espectro del lugar específico en el rango $T_c > 4s$. El uso de un espectro de diseño específico representa un caso específico de “los métodos alternativos de análisis aceptados” permitidos en capítulos 21, sección 21.2.1.6, del ACI 350-01. Por lo tanto, el

límite inferior del 80% impuesto en 4.2.2 debe ser considerado igualmente como el límite impuesto en sección 21.2.1.6(a) del ACI 350-01.

Distribución de Cargas Sísmicas

General

En el caso de que no haya un análisis más riguroso que tome en cuenta las complejas variaciones de presiones hidrodinámicas horizontales y verticales, las estructuras contenedoras de líquidos deben ser diseñadas según los siguientes cortes dinámicos y distribución de presiones en adición a la distribución de cargas estáticas.

Transferencia de Corte

La fuerza horizontal sísmica V genera fuerzas de corte entre el muro y la zapata, y el muro con cielo.

Tanques rectangulares

Las juntas muro-piso, muro-muro y muro-cubierta de estanques rectangulares deben ser diseñados para las fuerzas de corte sísmicas según los fundamentos del siguiente mecanismo de transferencia de corte: Muros perpendiculares a la dirección de la fuerza sísmica deben ser analizados como losas, sujetos a presiones horizontales computadas en 5.3. El corte a través de las juntas de fondo y laterales, y las juntas superiores en el caso de estanques con cielo cubierto, deben corresponder a las reacciones de las losas. Muros

paralelos a la dirección de la fuerza sísmica deben ser analizados como muros de corte sujetos a fuerzas en el plano, computadas en 5.3.

Tanques Circulares

Las juntas muro-zapata y muro cielo, deben ser diseñadas para las fuerzas de corte sísmico. Para bases de estanques empotradas y rotuladas, el corte basal sísmico se transmite parcialmente por membranas de corte (tangencialmente), y la diferencia por corte radial que causa flexión vertical. Para estanques con una razón altura/diámetro de 1:4 ($D/H=4.0$), aproximadamente un 20% de la fuerza de corte sísmico se transmite por la reacción basal radial a la flexión vertical. El 80% restante, se transmite como un corte de transferencia tangencial Q . Para transmitir este corte tangencial Q , una fuerza distribuida q , se requiere para la interfase muro/zapata. El corte máximo tangencial ocurre en un punto del muro del estanque, orientado en 90 grados según la dirección sísmica de diseño evaluado, y está dado por:

$$q = \frac{Q}{\pi r} \sin \theta \quad \text{ec.9}$$

El corte radial es generado por la respuesta a la flexión del muro cercano a la base, y por esto es proporcional a las fuerzas hidrodinámicas. El corte radial alcanza un valor máximo en los puntos donde la orientación de los muros del estanque es 0 y 180 grados según el movimiento del suelo y debe ser determinada usando la teoría de placas cilíndricas y las dimensiones del estanque. El diseño del interfase muro-zapata debe tomar en cuenta el corte radial. En general, la interfase muro-zapata debe ser diseñada con refuerzos para transmitir este corte a través de la unión. De otro modo, el muro puede ser colocado en ranuras prefabricadas en la zapata corrida cerrada. En anclados, bases flexibles y estanques circulares, se asume que todo el corte basal es transmitido por la membrana de corte (tangencial), con solo una flexión vertical despreciable.

$$q_{max} = \frac{Q}{\pi r} = \frac{0.8V}{\pi r} \quad \text{ec.10}$$

En los tipos de estanque 2.3(2) y 2.3(3), se asume que el corte basal se transmite solo por fricción. Si la fricción entre el muro basal y la zapata o entre el muro basal y los paneles maestros, es insuficiente para resistir el corte sísmico, existen mecanismos restrictivos, como: pasadores, cables de acero galvanizado o ranuras prefabricadas, si se requiere. Las fallas producidas por transferencia de corte alrededor de la circunferencia, dan como resultado deslizamiento de muros. Cuando se usan ranuras prefabricadas, los momentos flectores verticales inducidos en los muros por el corte, deben ser considerados. La unión cubierta-muro está sujeta al corte sísmico de la aceleración horizontal de la cubierta. Ahí, se disponen pasadores para transferir este corte, cuya distribución debe ser la misma, con un corte máximo dado por:

$$Q = 1.0V$$

$$q_{max} = \frac{Q}{\pi r} = \frac{V}{\pi r} \quad \text{ec.11}$$

Donde P_r es la fuerza de la aceleración horizontal de la cubierta. Para estanques con cubiertas con alero, el borde del hormigón armado debe ser diseñado para resistir la fuerza sísmica. La cubierta, al tener la libertad de fuerza sísmica. La cubierta, al tener la libertad de desplazamiento en los topes de los muros, la transferencia de corte debe tomarse en el lugar donde el alero se encuentra en contacto con los muros. Usualmente, la distribución de fuerzas y la reacción de los muros en estanques circulares, será similar a la mostrada en la fig. R5.2, pero aplicada solamente en la mitad de la circunferencia. La fuerza para la reacción máxima estará dada por: Ver figura: 03 y 04

$$q_{max} = \frac{0.8P_r}{\pi r} \quad \text{ec.12}$$

$$q_{max} = \frac{2.0P_r}{\pi r}$$

Distribucion de Fuerzas Dinamicas sobre la base

Estanques rectangulares

Los muros perpendiculares a la fuerza sismica y en la mitad de importancia (leading half) del estanque, se debe ser cargada perpendicular a su plano (dimension B), por: (a) la fuerza de inercia propia del muro P_w ; (b) la mitad de la fuerza impulsiva P_i ; (c) la mitad de la fuerza convectiva P_c . Los muros paralelos a la fuerza sismica deben ser cargados en su plano (dimension L), por: (a) la fuerza de inercia propia de muro en es eplano; (b) las fuerzas laterales correspondientes a las reacciones de borde de los muros colindantes. Superpuesto a estas fuerzas laterales no- balanceadas, debe estar la fuerza hidrodinamica lateral, que resulta de la presion hidrodinamica debido al efecto de la aceleracion vertical P_{vy} , que actua en cada pared. Ver figura: 05

Fuerzas dinamicas combinadas para estanques rectangulares. Las fuerzas hidrodinamicas a una altura Y dada desde la base, debe ser determinada por la siguiente ecuacion:

$$P_y = \sqrt{(P_{iy} + P_{wy})^2 + P_{cy}^2 + (\rho_{vy} \times B)^2} \quad (5-1) \quad \text{ec.13}$$

Donde sea aplicable, el efecto dinamico de la tierra y presiones de aguas subterraneeas contra la porcion enterrada de los muros, debe ser incluido. La distribucion de presiones dinamicas a traves del muro de ancho B , es:

$$\begin{aligned} p_{wy} &= \frac{P_{wy}}{B} & p_{cy} &= \frac{P_{cy}}{B} \\ p_{iy} &= \frac{P_{iy}}{B} & p_{vy} &= \ddot{u}_v q_{hy} \end{aligned} \quad \text{ec.14}$$

Se debe notar que la fuerza dinamica de la mitad de importancia del estanque (leading half), debe ser adicionada a la fuerza hidrostatica en el muro, y la fuerza dinamica

de la mitad de arrastre del estanque (trailing half), reducirá los efectos de la fuerza hidrostática en el muro. Ver figura: 06

Estanques Circulares

Las paredes cilíndricas de un estanque circular deben ser cargadas: (a) según la propia fuerza de inercia del muro distribuida uniformemente a través de toda la circunferencia; (b) con la mitad de la fuerza impulsiva P_i , aplicada simétricamente con un $\theta = 0$ y actuando al exterior de una mitad del muro; y la otra mitad de P_i , simétrica a $\theta = \pi$, actuando al interior de la mitad opuesta del muro; (c) una mitad de la fuerza convectiva, P_c , actuando en la mitad de un muro, simétrica a $\theta = 0$ y la otra mitad de P_c actuando simétrica a $\theta = \pi$, actuando al interior de la mitad opuesta del muro, y (d) las presiones de tierra y presiones hidrostáticas de aguas subterráneas, aplicadas en la porción enterrada de la mitad de arrastre del estanque. Ver figura: 07

La distribución horizontal de las presiones dinámicas a través del diámetro del estanque (D), se pueden asumir como:

$$p_{wy} = \frac{P_{wy}}{\pi r} \qquad p_{cy} = \frac{16P_{cy}}{9\pi r} \cos \theta$$

$$p_{iy} = \frac{2P_{iy}}{\pi r} \cos \theta \qquad p_{vy} = \ddot{u}_v q_{hy}$$

ec.15

Esfuerzos

Estanques rectangulares

Los esfuerzos de flexión vertical y horizontal y corte en el muro y en la base del muro debido a la acción de fuerzas horizontales sísmicas, serán calculados como si fueran losas, usando una distribución de presiones aceptable.

Estanques circulares

Los esfuerzos de flexion vertical y esfuerzos de corte en el muro y en la base del muro debido a la accion de las fuerzas laterales sismicas seran calculados como si fueran shells, usando una distribucion de presiones aceptable. Las fuerzas de membrana hidrodinamica (anillo) en el muro cilindrico correspondientes a cualquier nivel del liquido, Y, sobre la base del estanque seran determinadas por las siguientes ecuaciones:

$$N_y = \sqrt{(N_{iy} + N_{wy})^2 + N_{cy}^2 + N_{hy}^2} \quad (6-1) \quad \text{ec.16}$$

$$\sigma_y = \frac{N_y}{12t_w}$$

Y esfuerzo de anillo $[\sigma_y = \frac{N_y}{t_w} \text{ in the SI system}] \quad \text{ec.17}$

Donde t_w = espesor del muro en el nivel de estudio (nivel del liquido Y)

En el calculo de los momentos flectores verticales en el muro de estanques rectangulares y circulares, las condiciones de borde en el nudo muro-base y muro-techo deben ser fundamentados apropiadamente. Distribuciones tipicas de fuerza sismica en muros de estanques rectangulares y circulares.

Tanques circulares, para estanques de base libre (flexible) los terminos en Ec(6-1) son definidos como:

$$N_{iy} = p_{iy} r = \frac{2P_{iy}}{\pi} \quad \text{for (at } \theta = 0)$$

$$N_{cy} = p_{cy} r = \frac{16P_{cy}}{9\pi} \quad \text{for (at } \theta = 0)$$

$$N_{wy} = p_{wy} r = \frac{P_{wy}}{\pi}$$

$$N_{hy} = \ddot{u}_v Q_{hy}$$

Donde:

$$Q_{hy} = q_{hy} r \quad \text{ec.18}$$

Para estanques circulares empotrados o simplemente apoyados, los terminos en la ec. 6-1 deberan ser modificados para considerar los efectos del apoyo. Analogamente, los terminos en ec. 6-1 deberan ser modificados para considerar los efectos de rigidez del nudo muro-cubierta.

Borde Libre (Revancha)

Oscilaciones de ola

La revancha tiene que ser capaz de soportar la maxima oscilacion de oleaje d_{max} , generada por la aceleracion sismica. La aceleracion horizontal sismica hace que el fluido contenido comience a batirse (chapoteo), con desplazamiento vertical de la superficie de fluido. El desplazamiento vertical maximo d_{max} , puede ser calculado por las siguientes expresiones:

$$d_{max} = \frac{L}{2} C_c I \quad (7-1)$$

Rectangular

$$d_{max} = \frac{D}{2} C_c I \quad (7-2)$$

Circular ec.19

Donde C_c es el factor de amplificacion espectral, según sea computado en seccion 9.4. La dimension de borde libre necesaria para el diseño puede variar. Cuando se usa cubierta, la revancha no es necesaria. En los casos en que la perdida de liquido debe ser prevenida (por ejemplo, estanques con contenido de desechos toxicos), o donde la cubierta pueda impedir la erosion del material de fundacion o el daño de tuberias, techo o ambos; entonces, uno o mas de las siguientes medidas deben ser tomadas: proveer una veranchoa tolerable; diseñar la estructura del techo para resistir las presiones de empuje; y

proveer un vertedero de rebalse. Donde se usen espectros de respuesta especificos para un sitio, el desplazamiento vertical maximo d_{max} , puede calcularse con las siguientes expresiones:

$$d_{max} = \left(\frac{L}{2}\right)(C_c I) = \left(\frac{L}{2}\right) I(\eta_c) \frac{(0.667 S_D)}{g} \left(\frac{2\pi}{T_c}\right)^2$$

Rectangular

$$d_{max} = \left(\frac{D}{2}\right)(C_c I) = \left(\frac{D}{2}\right) I(\eta_c) \frac{(0.667 S_D)}{g} \left(\frac{2\pi}{T_c}\right)^2$$

Circular ec.20

Presiones de Tierra Inducidas por Sismos

Las presiones dinamicas de tierra seran con consideradas cuando se calcule el corte basal de estanques parcial o totalmente enterrados y cuando se diseñen los muros. En calcular estas presiones, el reconocimiento sera hecho de la exiostencia, o reconocimiento de napas. Ko el coeficiente de presion lateral de tierra pasivo, sera usado para estimar las presiones de tierra a menos que sea demostrado por calculos que la estructura se desvia lo suficiente para disminuir el coeficiente a algun valor entre Ko y Ka, el coeficiente de presion lateral de tierra activo. En un analisis seudo-estatico: se asume que la resultante de la componente sismica de la presion de tierras actua en un punto 0.6 de la altura de tierras sobre la base; y se asume que la resultante del aumento de presion de poro, cuando parte o toda la estrcutura esta bajo la napa, actua en un punto 1/3 de la altura de aguas sobre la base.

Limitaciones.

En un tanque enterrado, las fuerzas de relleno no son confiables para reducir los efectos dinamicos del liquido almacenado.

Metodos alternativos.

Las disposiciones de este capitulo esta permitido reemplazarlas por recomendaciones del ingeniero geotecnico del proyecto, las cuales seran aprobadas por la jurisdiccion de construcciones pertinente.

Modelo Dinamico

Las características dinámicas del suelo soportante de una estructura contenedora de líquidos, sujeto a aceleraciones sísmicas, debe computarse de acuerdo a 9.2, 9.3 y 9.5. Las características dinámicas del pedestal de montura para estructuras contenedoras de líquido, debe computarse de acuerdo a 9.6.

Estanques rectangulares (tipo 1)

Masas equivalentes de aceleracion de liquido (fig.9.2)

$$\frac{W_i}{W_L} = \frac{\tanh[0.866(L/H_L)]}{0.866(L/H_L)} \quad (9-1)$$

$$\frac{W_c}{W_L} = 0.264(L/H_L) \tanh[3.16(H_L/L)] \quad (9-2)$$

ec.21

Alturas a centros de gravedad (excluyendo presión en la base EBP). Para estanques con.

$$\frac{L}{H_L} < 1.333,$$

$$\frac{h_i}{H_L} = 0.5 - 0.09375 \left(\frac{L}{H_L} \right) \quad (9-3)$$

ec.22

Para estanques con

$$\frac{L}{H_L} \geq 1.333,$$

$$\frac{h_i}{H_L} = 0.375 \quad (9-4)$$

ec.23

Para todos los estanques

$$\frac{h_c}{H_L} = 1 - \frac{\cosh[3.16(H_L/L)] - 1}{3.16(H_L/L) \sinh[3.16(H_L/L)]} \quad (9-5) \quad \text{ec.24}$$

Alturas a centros de gravedad (incluyendo presión en la base IBP, Fig.9.4)

Para estanques con $\frac{L}{H_L} < 0.75$,

$$\frac{h_i'}{H_L} = 0.45 \quad (9-6) \quad \text{ec.25}$$

Para estanques con $\frac{L}{H_L} \geq 0.75$,

$$\frac{h_i'}{H_L} = \frac{0.866 \left(\frac{L}{H_L}\right)}{2 \times \tanh \left[0.866 \left(\frac{L}{H_L}\right)\right]} - \frac{1}{8} \quad (9-7) \quad \text{ec.26}$$

Para todos los estanques

$$\frac{h_c'}{H_L} = 1 - \frac{\cosh \left[3.16 \left(\frac{H_L}{L}\right)\right] - 2.01}{3.16 \left(\frac{H_L}{L}\right) \times \sinh \left[3.16 \left(\frac{H_L}{L}\right)\right]} \quad (9-8) \quad \text{ec.27}$$

Propiedades dinámicas

La rigidez k de la estructura debe ser computada según la base de tener correctas condiciones de borde.

$$\omega_i = \sqrt{\frac{k}{m}} \quad (9-9)$$

$$m = m_w + m_i \quad (9-10)$$

$$T_i = \frac{2\pi}{\omega_i} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \quad (9-11)$$

$$\omega_c = \frac{\lambda}{\sqrt{L}} \quad (9-12)$$

ec.28

Donde:

$$\lambda = \sqrt{3.16 g \tanh[3.16(H_L/L)]} \quad (9-13)$$

$$T_c = \frac{2\pi}{\omega_c} = \left(\frac{2\pi}{\lambda}\right) \sqrt{L} \quad (9-14)$$

$$\left[\frac{2\pi}{\lambda} \text{ de la Fig. 9.5} \right]$$

ec.29

Las siguiente ecuaciones estanb dadas como ejemplos para casos especiales de muros de espesor uniforme.

$$[m_w = H_w \frac{t_w}{10^3} \left(\frac{\gamma_c}{g}\right) \text{ in the SI system}]$$

$$m_i = \left(\frac{W_i}{W_L}\right) \left(\frac{L}{2}\right) H_L \left(\frac{\gamma_L}{g}\right)$$

$$h = \frac{(h_w m_w + h_i m_i)}{(m_w + m_i)}$$

ec.30

Donde $h_w = 0.5 H_w$ y h_i se obtiene de la Ec. (9-3) y (9-4), y la fig. 9.3., para muros con muros de espesor no uniforme, se necesita un analisis especial para determinar m_w , m_i y h . Para bases simplemente apoyadas, estanques con superficie descubierta, y rigidez a la flexion k , pueden ser computadas usando la siguiente ecuacion de la referencia 13:

$$k = \frac{E_c}{48} \times \left(\frac{t_w}{h}\right)^3$$

$$\left[k = \frac{E_c}{4 \times 10^6} \times \left(\frac{t_w}{h}\right)^3 \text{ en sistema internacional} \right] \quad \text{ec.31}$$

Como alternativa para computar el periodo natural de vibracion, Ec.9.31, puede ser una forma conservadora de calcular las fuerzas impulsivas no consideradas de las condiciones de borde actuales de la estructura o de las estructuras que seran analizadas.

Estanques Circulares (tipo 2)

Masas equivalentes de liquidos acelerados (fig.9.6)

$$\frac{W_i}{W_L} = \frac{\tanh\left[0.866\left(\frac{D}{H_L}\right)\right]}{0.866\left(\frac{D}{H_L}\right)} \quad (9-15)$$

$$\frac{W_c}{W_L} = 0.230\left(\frac{D}{H_L}\right) \tanh\left[3.68\left(\frac{H_L}{D}\right)\right] \quad (9-16)$$

ec.32

Alturas a centros de gravedad (excluyendo la presion de la base, EBP(Fig.9.7))

Para estanques con $\frac{D}{H_L} < 1.333$,

$$\frac{h_i}{H_L} = 0.5 - 0.09375\left(\frac{D}{H_L}\right) \quad (9-17)$$

ec.33

Para estanques con $\frac{D}{H_L} < 1.333$,

$$\frac{h_i}{H_L} = 0.375 \quad (9-18)$$

ec.34

Para todos los estanques

$$\frac{h_c}{H_L} = 1 - \frac{\cosh \left[3.68 \left(\frac{H_L}{D} \right) \right] - 1}{3.68 \left(\frac{H_L}{D} \right) \sinh \left[3.68 \left(\frac{H_L}{D} \right) \right]} \quad (9-19)$$

ec.35

Alturas a centros de gravedad (incluyendo presión basal, IBP(Fig.9.8)).

$$\frac{D}{H_L} < 0.75$$

$$\frac{h'_i}{H_L} = 0.45 \quad (9-20)$$

Para estanques con

ec.36

$$\frac{h'_i}{H_L} = \frac{0.866 \left(\frac{D}{H_L} \right)}{2 \tanh \left[0.866 \left(\frac{D}{H_L} \right) \right]} - \frac{1}{8} \quad (9-21)$$

Para estanques con

ec.37

Para todos los estanques

$$\frac{h'_c}{H_L} = 1 - \frac{\cosh \left[3.68 \left(\frac{H_L}{D} \right) \right] - 2.01}{3.68 \left(\frac{H_L}{D} \right) \sinh \left[3.68 \left(\frac{H_L}{D} \right) \right]} \quad (9-22)$$

ec.38

Propiedades Dinamicas

Ti, Para estanques tipo 2.1 y 2.2:

$$\omega_i = C_i \frac{12}{H_L} \sqrt{E_c \frac{g}{\gamma_c}} \quad (9-23)$$

$$[\omega_i = C_i \frac{1}{H_L} \sqrt{10^3 E_c \frac{g}{\gamma_c}} \text{ in the SI system}]$$

$$C_i = C_w 10 \sqrt{\frac{t_w}{12r}} \quad (9-24)$$

[C_w from Fig. 9.3.4(a); on p. 51]

$$[C_i = C_w \sqrt{\frac{t_w}{10r}} \text{ in the SI system}]$$

$$T_i = \frac{2\pi}{\omega_i} \quad (9-25)$$

ec.39

Para estanques tipo 2.3:

$$T_i = \sqrt{\frac{8\pi(W_w + W_r + W_i)}{gDk_a}} \quad (9-26)$$

ec.40

Pero no debe exceder los 1.25 s.

$$k_a = 144 \left[\left(\frac{A_s E_s \cos^2 \alpha}{L_c S_c} \right) + \left(\frac{2G_p W_p L_p}{t_p S_p} \right) \right] \quad (9-27)$$

$$k_a = 10^3 \left[\left(\frac{A_s E_s \cos^2 \alpha}{L_c S_c} \right) + \left(\frac{2G_p W_p L_p}{t_p S_p} \right) \right] \quad \text{ec.41}$$

En el sistema internacional

$$\omega_c = \frac{\lambda}{\sqrt{D}} \quad (9-28)$$

ec.42

Donde:

$$\lambda = \sqrt{3.68 g \tanh [3.68 (H_L / D)]} \quad (9-29)$$

$$T_c = \frac{2\pi}{\omega_c} = \left(\frac{2\pi}{\lambda}\right) \sqrt{D} \quad (9-30)$$

$\left[\left(\frac{2\pi}{\lambda}\right)\right]$ de la Fig. 9.9]

ec.43

Factores de amplificación espectral C_i y C_c y C_t .

C_i se determina como se indica a continuación:

$$T_v = 2\pi \sqrt{\frac{\gamma_L D H_L^2}{24 g t_w E_c}} \quad (9-31)$$

$$[T_v = 2\pi \sqrt{\frac{\gamma_L D H_L^2}{2 g t_w E_c}}$$

For $T_i \leq T_s$

$$C_i = S_{DS} \quad (9-32)$$

For $T_i > T_s$

$$C_i = \frac{S_{D1}}{T_i} \leq S_{DS} \quad (9-33)$$

where

$$T_s = \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \quad (9-34)$$

ec.44

S_{DS} = la aceleración de la respuesta espectral de diseño en periodos cortos.

$$S_{DS} = \frac{2}{3} S_s F_a \quad (9-35)$$

S_{D1} = la aceleración de la respuesta espectral de diseño a 1 segundo periodo.

$$S_{D1} = \frac{2}{3} S_1 F_v \quad (9-36)$$

S_s y S_1 son las aceleraciones de respuesta espectral mapeadas en periodos cortos (S_s) y 1 segundo (S_1), respectivamente, y se obtendrán del terreno sísmico mapas de movimiento en la fig. 22-1 a 22-14 de ASCE 7-055, Capítulo 22; y F_a y F_v son los coeficientes del sitio y debe obtenerse de la tabla 11.4-1 y 11.4-2, respectivamente, de ASCE 7-05, junto con tabla 20.3-1, “Clasificación del sitio”, de ASCE 7-05. Ver figura. 08.

C_c se determinará de la siguiente manera

For $T_c \leq 1.6/T_s$ seconds

$$C_c = \frac{1.5 S_{D1}}{T_c} \leq 1.5 S_{DS} \quad (9-37)$$

For $T_c > 1.6/T_s$ seconds

$$C_c = 6 \frac{0.4 S_{DS}}{T_c^2} = \frac{2.4 S_{DS}}{T_c^2} \quad (9-38)$$

C_t se determinará de la siguiente manera.

Para tanques circulares

For $T_v \leq T_s$

$$C_t = S_{DS} \quad (9-39)$$

For $T_v > T_s$

$$C_t = \frac{S_{D1}}{T_v} \quad (9-40)$$

Para tanques rectangulares, $C_t = 0.4 S_{DS}$.

Respuesta sísmica específica del sitio coeficientes C_i , C_c y C_t

Cuando se utilizan procedimientos específicos del sitio, el máximo consideradas aceleraciones de respuesta espectral de terremotos S_{aM} y S_{cM} deben obtenerse del sitio específico espectro de aceleración de la siguiente manera: Para periodos menores o iguales a T_S , S_{aM} será tomado como la aceleración espectral obtenida de los espectros específicos del sitio de un periodo de 2 segundos, excepto que no se tomara menos del 90% del pico espectral aceleración en cualquier periodo superior a 0,2 segundos. Por periodos mayores que T_S , S_{aM} se tomara como el aceleración de la respuesta espectral correspondiente a T_i o T_v , según corresponda. Cuando un 5% amortiguamiento, específico del sitio espectro de respuesta vertical esta disponible, S_{aM} debe ser determinado a partir de ese espectro cuando se utiliza para determinar C_t , Y S_{cM} se tomara como el 150% de la respuesta espectral aceleración correspondiente a T_c , excepto que cuando un 0.5% de espectro de respuesta horizontal amortiguado, específico del sitio esta disponible, S_{cM} será igual a la espectral aceleración de respuesta de ese espectro correspondiente al periodo T_c . Los coeficientes de respuesta sísmica C_i , C_c y C_t deben determinarse a partir de la Ec.(9-41), (9-42) y (9-43), respectivamente.

Para todos los periodos, T_i

$$C_i = \frac{2}{3} S_{aM} \quad (9-41)$$

Para todos los periodos, T_c

$$C_c = \frac{2}{3} S_{cM} \quad (9-42)$$

Para todos los periodos, T_v

$$C_t = \frac{2}{3} S_{aM} \quad (9-43)$$

Los valores de C_i , C_c y C_t utilizados para el diseño no deben ser inferior al 80% de los valores correspondientes como determinado de acuerdo con la sección 9.4.

Coefficiente de masa efectiva E

Tanques rectangulares

$$\varepsilon = \left[0.0151 \left(\frac{L}{H_L} \right)^2 - 0.1908 \left(\frac{L}{H_L} \right) + 1.021 \right] \leq 1.0 \text{ (9-44)}$$

Tanques circulares

$$\varepsilon = \left[0.0151 \left(\frac{D}{H_L} \right)^2 - 0.1908 \left(\frac{D}{H_L} \right) + 1.021 \right] \leq 1.0 \text{ (9-45)}$$

Tanques montados

Los pesos equivalentes, W_i y W_c , y alturas al centros de gravedad, h_i , h_c , h_i' y h_c' de un tanque montado, se calculara utilizando la ecuacion correspondiente(9-2) y (9-3) para tanques rectangulares y circulares, respectivamente. Las propiedades dinamicas, incluidos los periodos de vibracion y coeficientes laterales, se permitira determinado sobre la base de generalmente aceptable metodos de analisis dinamico.

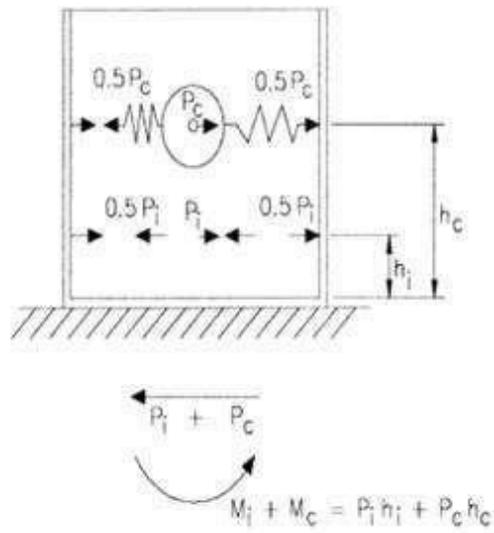
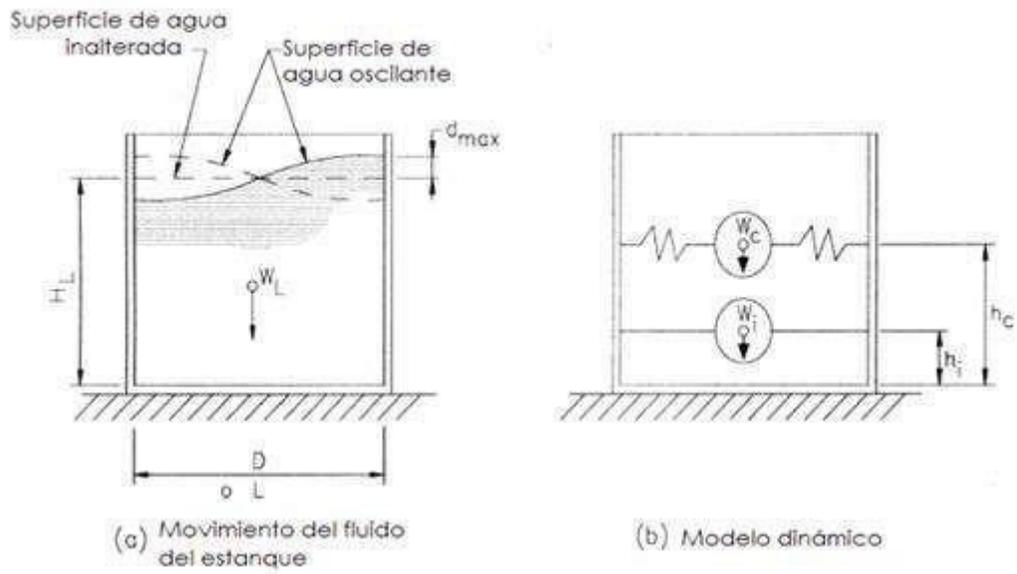


Fig. R9.1 - Modelo dinámico de estanques contenedores de líquido, con soporte rígido sobre el suelo (adaptado de las Referencias 3 y 4)

RAZON FACTORES DE MASA IMPULSIVO Y CONVECTIVO vs. L/H_L

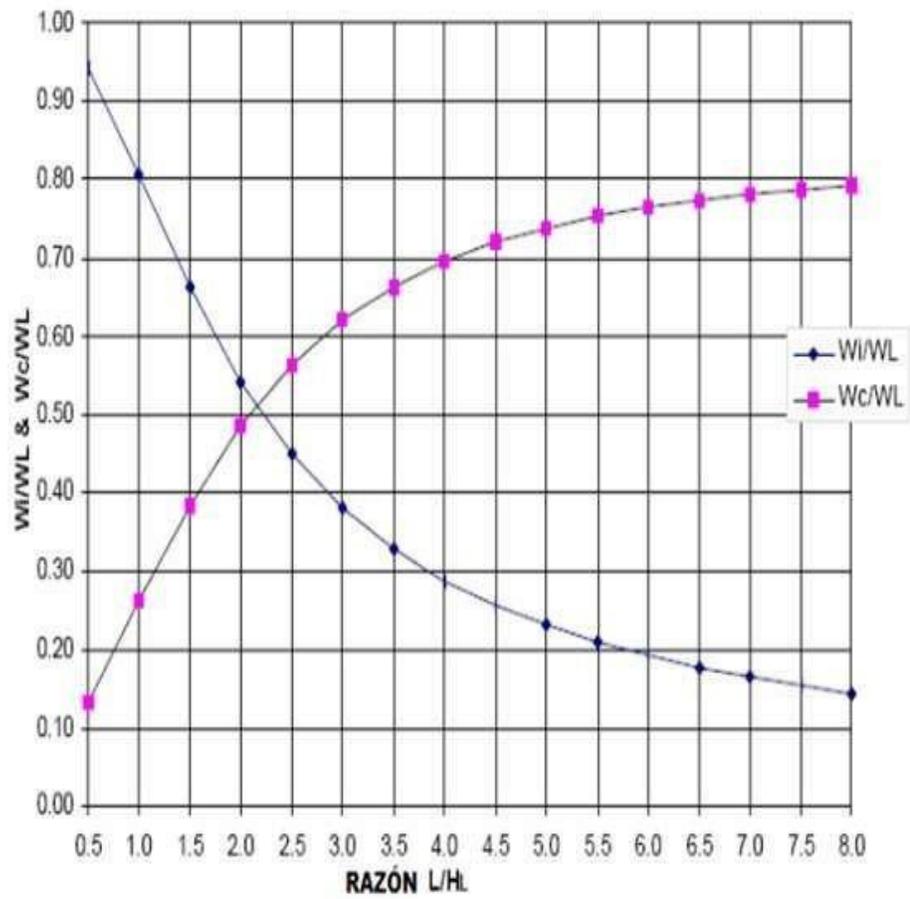


Fig. 9.2 - Factores W_i/W_L y W_c/W_L versus la razón L/H_L para estanques rectangulares

$$\frac{W_i}{W_L} = \frac{\tanh[0.866(L/H_L)]}{0.866(L/H_L)} \quad (9-1)$$

$$\frac{W_c}{W_L} = 0.264(L/H_L) \tanh[3.16(H_L/L)] \quad (9-2)$$

RAZÓN DE FACTORES DE ALTURA IMPULSIVA Y CONVECTIVA vs. L/H_L

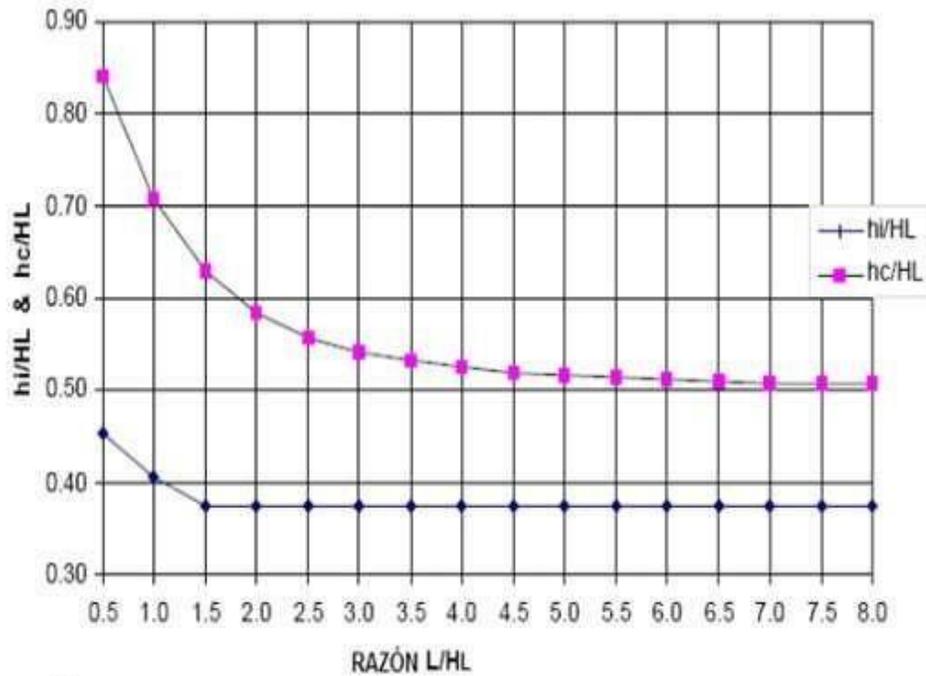


Fig. 9.3 - Factores h_i/H_L y h_c/H_L versus la razón L/H_L para estanques rectangulares (EBP)

H/H_L :

Para estanque con $\frac{L}{H_L} < 1.333$: $\frac{h_i}{H_L} = 0.5 - 0.09375 \left(\frac{L}{H_L} \right)$ (9-3)

Para estanque con $\frac{L}{H_L} \geq 1.333$: $\frac{h_i}{H_L} = 0.375$ (9-4)

Para todos los estanques:

$$\frac{h_c}{H_L} = 1 - \frac{\cosh[3.16(H_L/L) - 1]}{3.16(H_L/L) \sinh[3.16(H_L/L)]}$$
 (9-5)

IMPULSIVE AND CONVECTIVE HEIGHT FACTORS vs. L/H_L RATIO

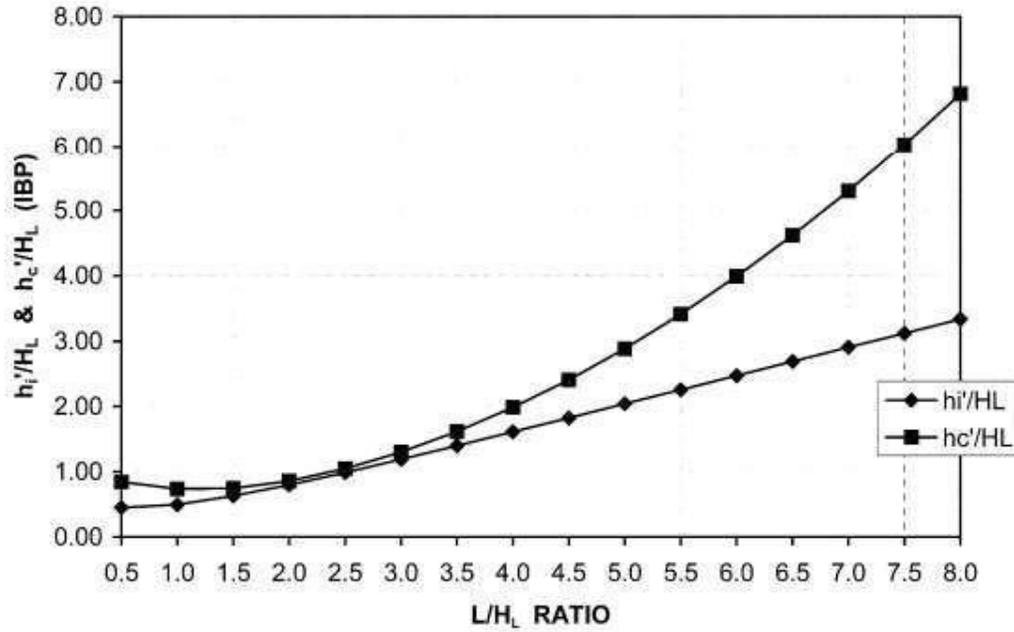


Fig. 9.2.3—Factors h_i'/H_L and h_c'/H_L versus ratio L/H_L for rectangular tanks (IBP).

h_i'/H_L :

For tanks with $\frac{L}{H_L} < 0.75$ $\frac{h_i'}{H_L} = 0.45$ (9-6)

For tanks with $\frac{L}{H_L} \geq 0.75$ $\frac{h_i'}{H_L} = \frac{0.866(\frac{L}{H_L})}{2 \times \tanh[0.866(\frac{L}{H_L})]} - \frac{1}{8}$ (9-7)

h_c'/H_L :

For all tanks

$$\frac{h_c'}{H_L} = 1 - \frac{\cosh[3.16(\frac{H_L}{L})] - 2.01}{3.16(\frac{H_L}{L}) \sinh[3.16(\frac{H_L}{L})]} \quad (9-8)$$

FACTOR ($2\pi/\lambda$)

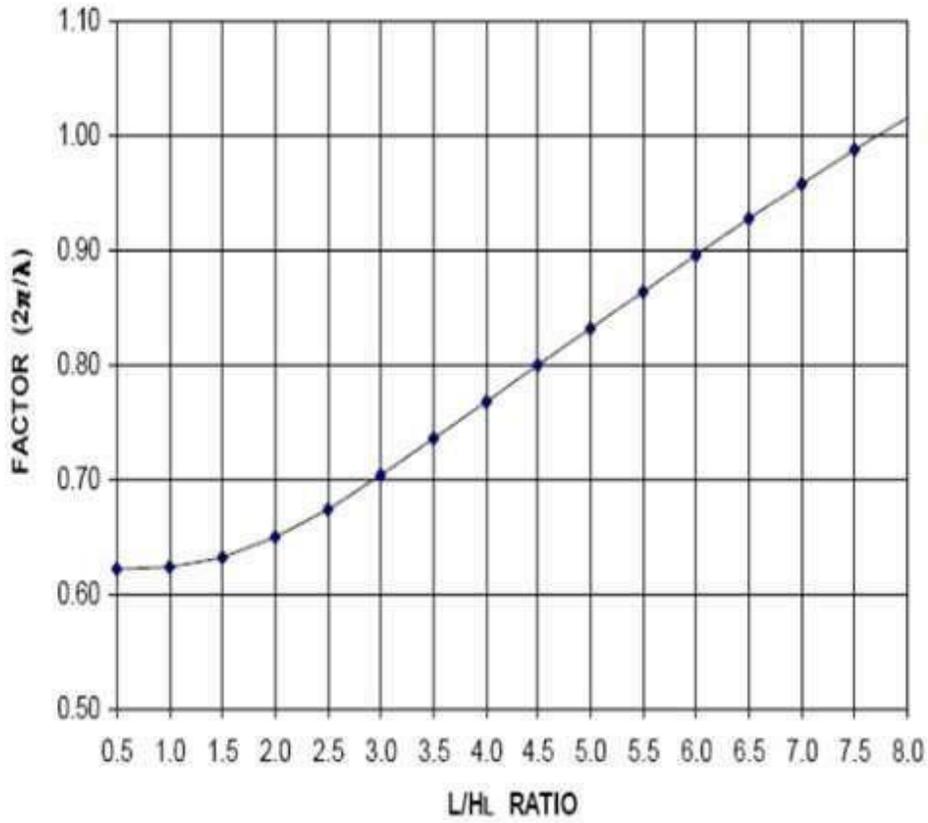


Fig. 9.5—Factor for rectangular tanks. Fig. 9.5 - Factor $2\pi/\lambda$ para estanques rectangulares

$$\omega_c = \frac{\lambda}{\sqrt{L}} \quad (9-12)$$

$$\lambda = \sqrt{3.16 g \tanh[3.16 (H_c/L)]} \quad (9-13)$$

$$T_c = \frac{2\pi}{\omega_c} = \left(\frac{2\pi}{\lambda}\right) \sqrt{L} \quad (9-14)$$

RAZÓN FACTOR DE MASA IMPULSIVO Y CONVECTIVO vs. D/H_L

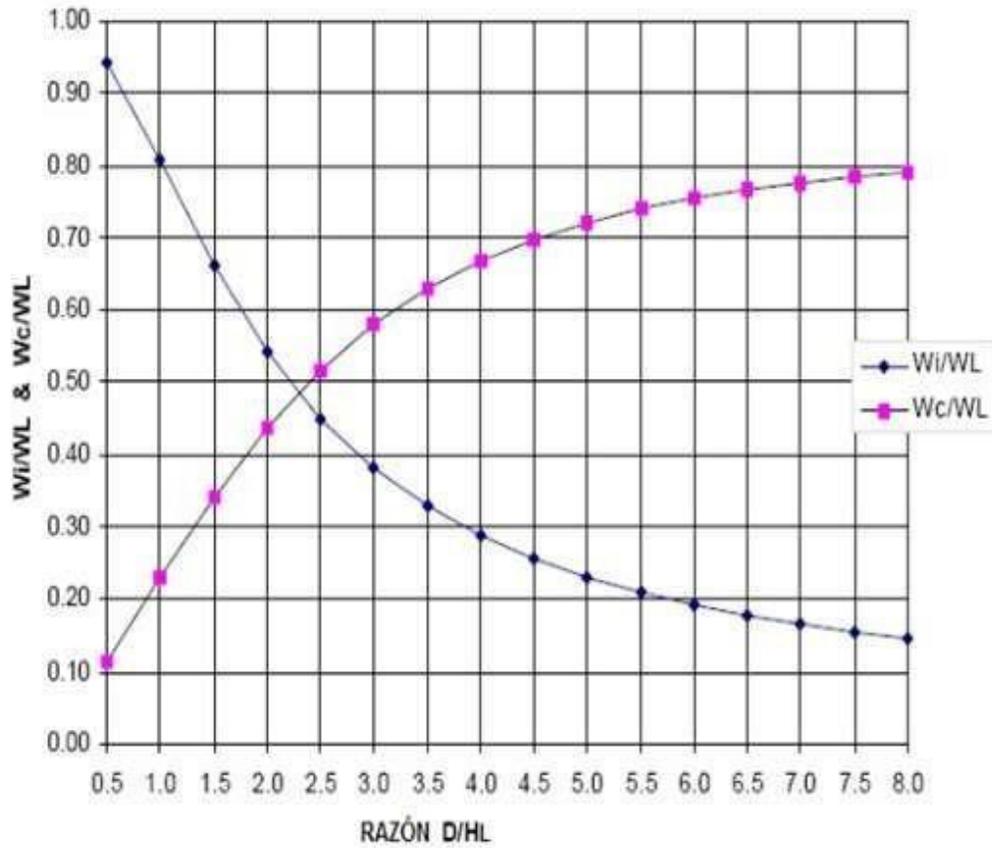


Fig. 9.6 - Factores W_i/W_L y W_c/W_L versus razón D/H_L para estanques circulares.

$$\frac{W_i}{W_L} = \frac{\tanh[0.866(D/H_L)]}{0.866(D/H_L)} \quad (9-15)$$

$$\frac{W_c}{W_L} = 0.230(D/H_L) \tanh[3.68(H_L/D)] \quad (9-16)$$

RAZON FACTORES DE ALTURA IMPULSIVO Y CONVECTIVO vs. D/H_L

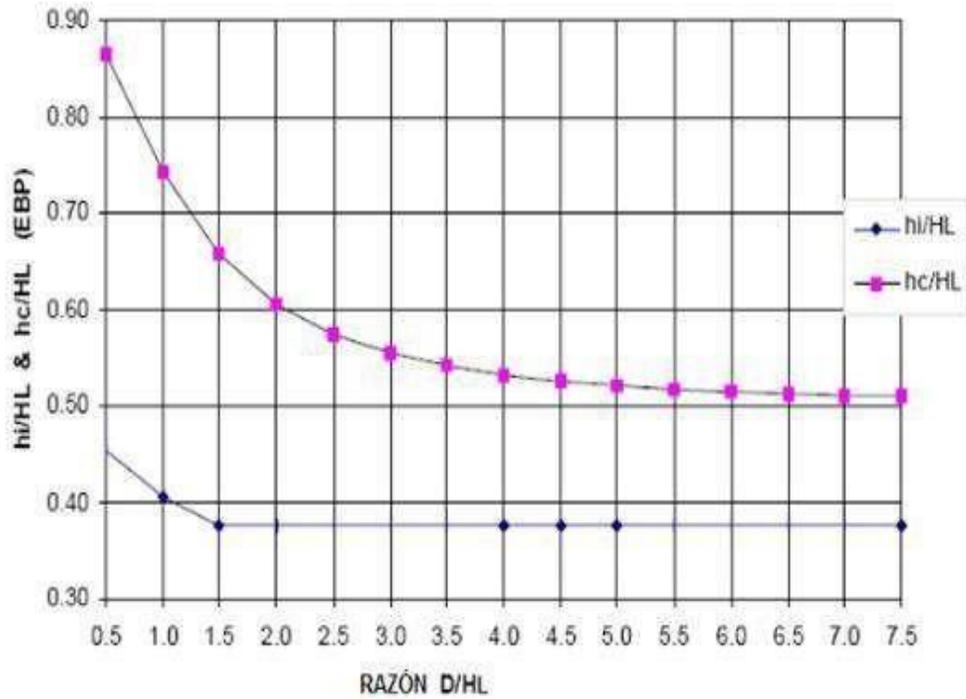


Fig. 9.7 - Factores h_i/H_L y h_c/H_L versus razón D/H_L para estanques circulares (EBP).

h_i/H_L :

Para estanques con $\frac{D}{H_L} < 1.333$: $\frac{h_i}{H_L} = 0.5 - 0.09375 \left(\frac{D}{H_L}\right)$ (9-17)

Para estanques con $\frac{D}{H_L} \geq 1.333$: $\frac{h_i}{H_L} = 0.375$ (9-18)

Para todos los estanques

$$\frac{h_c}{H_L} = 1 - \frac{\cosh\left[3.68\left(\frac{H_L}{D}\right)\right] - 1}{3.68\left(\frac{H_L}{D}\right) \times \sinh\left[3.68\left(\frac{H_L}{D}\right)\right]} \quad (9-19)$$

RAZÓN FACTORES DE ALTURA IMPULSIVO Y CONVECTIVO vs. D/H_L

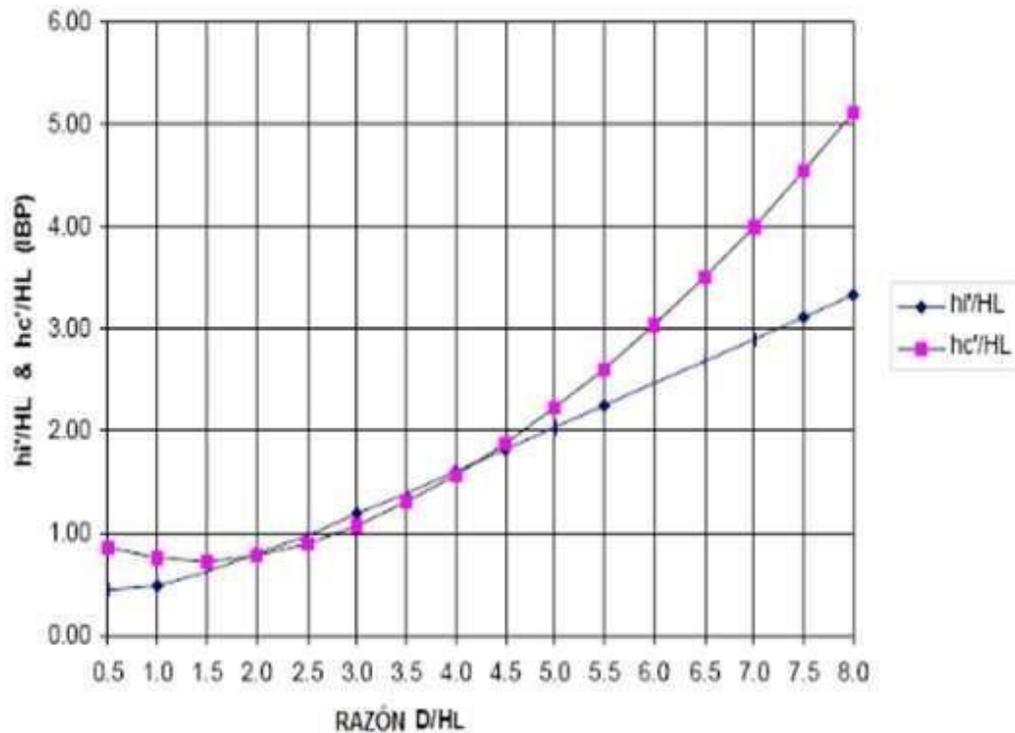


Fig. 9.8 - Factores h_i'/H_L y h_c'/H_L versus razón D/H_L para estanques circulares (IBP).

h_i'/H_L :

Para estanques con $\frac{D}{H_L} < 0.75$: $\frac{h_i'}{H_L} = 0.45$ (9-20)

Para estanques con $\frac{D}{H_L} \geq 0.75$: $\frac{h_i'}{H_L} = \frac{0.866 \left(\frac{D}{H_L}\right)}{2 \times \tanh \left[0.866 \left(\frac{D}{H_L}\right)\right]} - \frac{1}{8}$ (9-21)

Para todos los estanques

$$\frac{h_c'}{H_L} = 1 - \frac{\cosh \left[3.68 \left(\frac{H_L}{D}\right)\right] - 2.01}{3.68 \left(\frac{H_L}{D}\right) \times \sinh \left[3.68 \left(\frac{H_L}{D}\right)\right]} \quad (9-22)$$

COEFFICIENT C_w

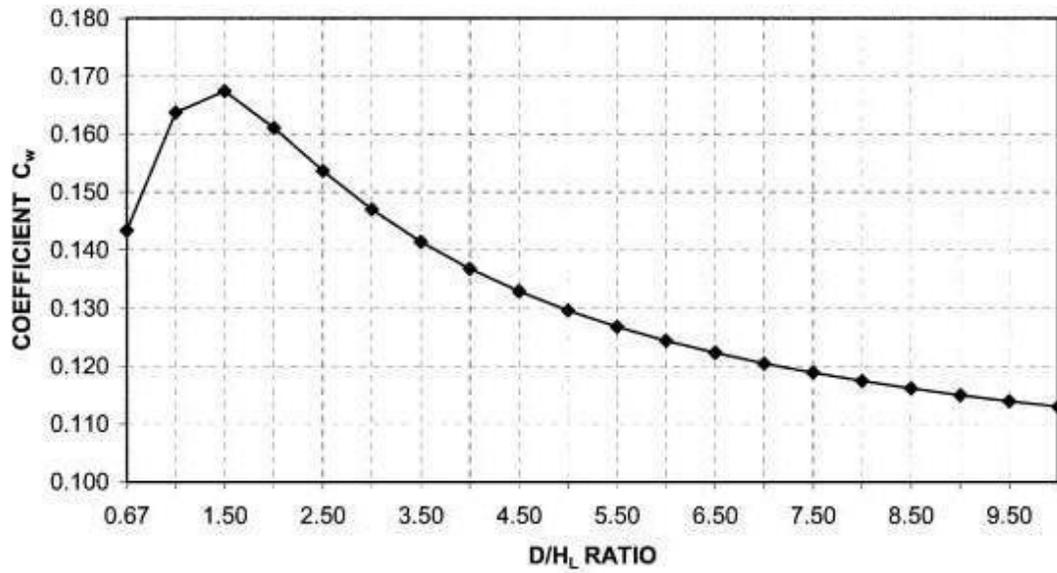


Fig. 9.3.4(a)—Coefficient C_w for circular tanks.

For $D/H_L > 0.667$

$$C_w = 9.375 \times 10^{-2} + 0.2039 \left(\frac{H_L}{D}\right) - 0.1034 \left(\frac{H_L}{D}\right)^2 - 0.1253 \left(\frac{H_L}{D}\right)^3 + 0.1267 \left(\frac{H_L}{D}\right)^4 - 3.186 \times 10^{-2} \left(\frac{H_L}{D}\right)^5$$

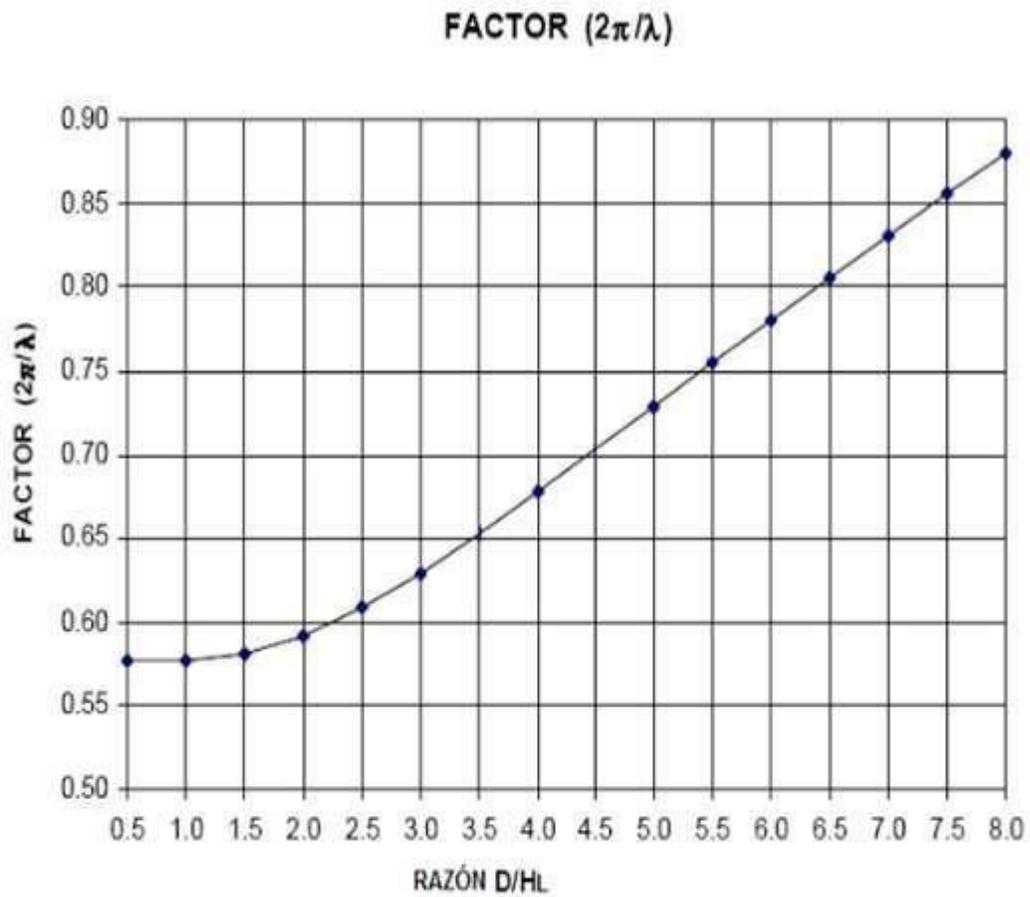


Fig. 9.9 - Factor $2\pi/\lambda$ para estanques circulares.

$$\omega_c = \frac{\lambda}{\sqrt{D}} \quad (9-28)$$

Donde

$$\lambda = \sqrt{3.68g \tanh[3.68(H_L/D)]} \quad (9-29)$$

$$T_c = \frac{2\pi}{\omega_c} = \left(\frac{2\pi}{\lambda}\right) \sqrt{D} \quad (9-30)$$

(ACI 350.3-06, 2006, pp. 11-52).

Conceptuación y Operacionalización de las variables.

CUADRO DE OPERACIONALIZACION DE VARIABLES				
VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DIMENSIONES	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADORES
Evaluación estructural	Martínez (1999), El diseño estructural es la parte resistente de una construcción, que provee resistencia y rigidez. Es generar estabilidad en una estructura por medio del buen uso de los materiales y propiedades.	-Requerimientos generales -Resistencia de concreto -Esfuerzos y deformaciones -Reforzamiento estructural	El comportamiento de la evaluación del diseño estructural se mide de acuerdo con los indicadores.	-Norma ACI 350 -Esclerómetro -Cálculo de presiones y modelo dinámico -Tipo de estructura, Norma ACI 350 -Software SAP2000

Objetivos de la investigación

Objetivo general

Evaluar la estructura del reservorio existente de Cochaongo en la provincia de Yungay Ancash

Objetivos específicos

- Determinar la resistencia del concreto mediante de ensayos no destructivos.
- Determinar los esfuerzos y deformaciones del reservorio existente de Cochaongo.
- Realizar una propuesta de reforzamiento estructural del reservorio existente de Cochaongo.

METODOLOGIA

Tipo de investigación

No experimental. De acuerdo al tipo de investigación el proyecto será de tipo descriptivo, porque describe el estado actual en que se encuentra el reservorio de cochaongo mediante un análisis y procesamiento de acuerdo a la norma ACI 350.

Nivel de la investigación

El nivel de investigación para la presente tesis es cuantitativo, porque estudia la evaluación sísmica del reservorio para determinar si la estructura es vulnerable.

Diseño de investigación

No experimental.

Población

Para la presente investigación la población estará dado para toda la estructura del reservorio de cochaongo provincia de Yungay Áncash.

Muestra

La muestra es sujeta al proceso de la investigación de tesis. Es comprendida toda la estructura del reservorio de cochaongo.

Técnicas de investigación

Se utilizó la técnica de observación visual de la estructura de reservorio de cochaongo mediante visitas insitu.

Instrumentos de investigación

Esclerómetro

Software SAP2000

Procesamiento y análisis de la información.

Esta investigación se realizó con la finalidad de poder hacer una evaluación estructural al reservorio de cochaongo, poder analizar y conocer que tan vulnerable se encuentra ante un movimiento sísmico. Se hizo la recolección de información necesaria del reservorio existente, siendo muy importante el estudio de suelo del lugar y planos existentes que se pudo obtener mediante el expediente técnico que nos facilitó la Municipalidad Provincial de Yungay. Para realizar una evaluación estructural correspondiente al reservorio existente de cochaongo, se hará con la ayuda del Programa SAP2000 el cual nos ayudará conocer su comportamiento estático, dinámico y juntamente con la norma ACI 350, así poder verificar si es una construcción correspondiente a la

norma ACI 350. Dada la evaluación, posterior se da una propuesta mediante una sugerencia descriptiva cumpliendo los requerimientos y criterios de la normativa. Todo el trabajo de investigación que se realizará es mediante gabinete con la ayuda de algún software como el AUTOCAD, SAP2000 Y NORMA ACI 350.

RESULTADOS

RESISTENCIA DEL CONCRETO

ENSAYO DE RESISTENCIA DEL CONCRETO CON ESCLEROMETRO ASTM

C-805

Tabla N°5 – Toma de Datos en Campo – Reservorio de Cochaongo

N°	Descripción	Lado	Fecha de prueba	Numero de Disparos			
				L1	L2	L3	L4
1	Reservorio	N	20/08/20	37.5	37.5	37.5	37.5
2	Reservorio	S	20/08/20	43.5	43.5	43.5	43.5
3	Reservorio	E	20/08/20	41.5	41.5	41.5	41.5
4	Reservorio	O	20/08/20	45.5	45.5	45.5	45.5

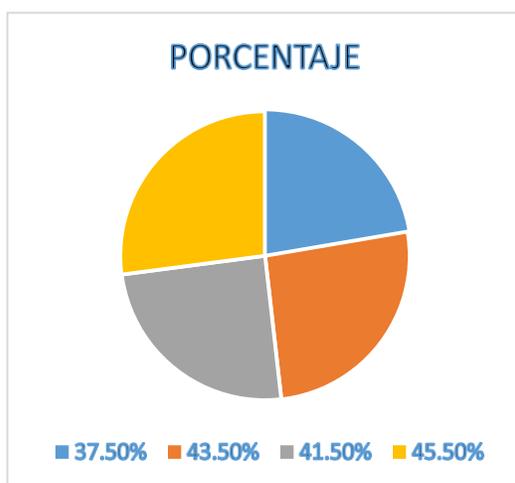
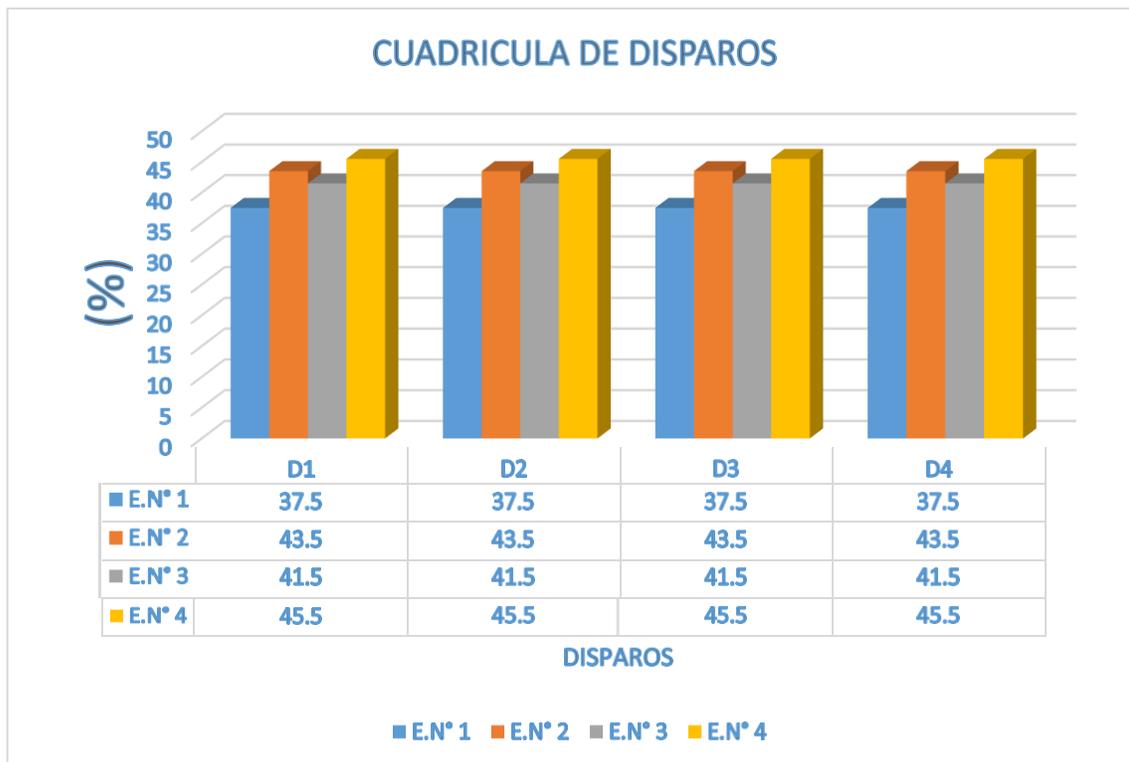
Cuadrícula en campo

1

L1	L2
L3	L4

2

L1	L2
L3	L4



Se realizó en total 4 ensayos de esclerometría, 1 ensayo por cada lado del reservorio de Cochaongo, el cual para cada ensayo se dibujó una cuadrícula en campo del cual se realizaron 4 disparos para poder obtener su resistencia más exacta. Podemos apreciar en el cuadro y gráficas, que en los 4 ensayos realizados obtenemos distintos valores que serán llevados a otro cuadro de cálculos.

**ENSAYO DE RESISTENCIA DEL CONCRETO CON ESCLEROMETRO ASTM
C-805**

Tabla N°6 - Resultados – Reservoirio de Cochaongo

N°	Descripción	Aplicación del rebote	Días de vaciado el C°	Fecha de prueba	Numero de disparos				Promedio	Error de calibración (-2)	Valor asumido del ensayo	Resistencia resultante f'c (kg/cm2)
					L1	L2	L3	L4				
1	Reservoirio	→	>a 28	20/08/2020	37.5	43.5	41.5	45.5	42.00	40.00	40	356.00

Valores obtenidos en cada ensayo – Cuadrícula en campo.

E.N° 1: 37.5

E.N° 2: 43.5

E.N° 3: 41.5

E.N° 4: 45.5

Los datos obtenidos en cada ensayo son ingresados en este cuadro de cálculos donde:

*Podemos visualizar que la aplicación del rebote es en un ángulo 0° dirección al reservoirio.

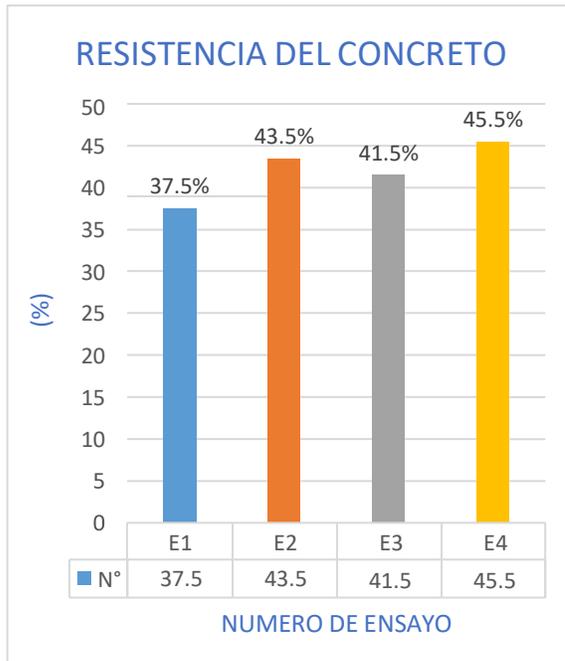
*Los números de ensayos son 4 con distintos valores.

*El promedio es la suma de los 4 valores obtenidos dividido entre 4.

*El error de calibración es -2, al valor del promedio.

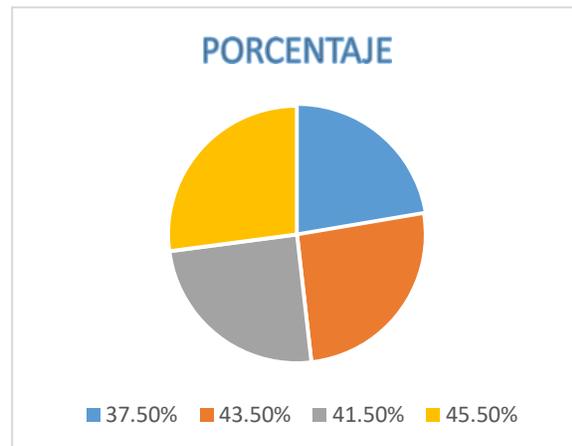
*El valor asumido del ensayo, es dar un valor entero al resultado del valor del error de calibración.

*La resistencia resultante $f'c$ (kg/cm²), es obtenido de acuerdo a la dirección o aplicación del rebote que es trabajado con un ángulo 0°, y con la ayuda de una hoja de cálculo se puede obtener el valor mostrado en nuestra gráfica de **356 kg/cm²**.



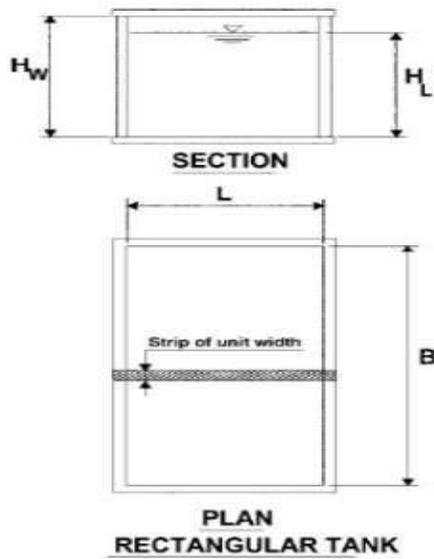
Se visualiza una gráfica de barras el cual muestra los distintos valores obtenidos en el lugar de 37.5%, 43.5%, 41.5% y 45.5%.

Se visualiza una gráfica circular el cual muestra los distintos valores obtenidos en el lugar de 37.5%, 43.5%, 41.5% y 45.5%



MEMORIA DE HOJA DE CÁLCULO

DISEÑO DE UN DEPOSITO RECTANGULAR ACI 350.3-06



Type 1—Rectangular tanks

Type 1.1—Fixed base

Type 1.2—Hinged base

Type 2—Circular tanks

Type 2.1—Fixed base

2.1(1)—Reinforced concrete

2.1(2)—Prestressed concrete

Type 2.2—Hinged base

2.2(1)—Reinforced concrete

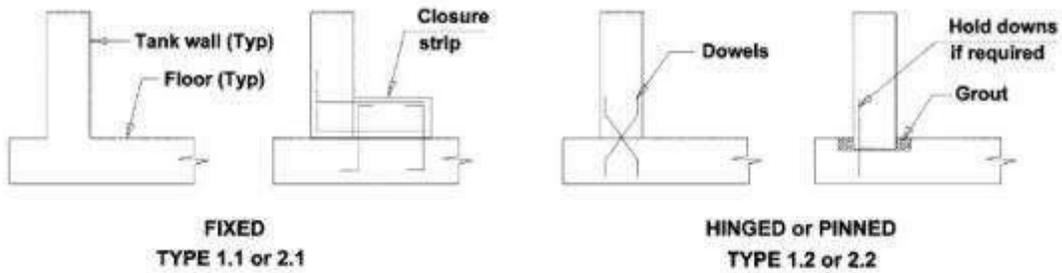
2.2(2)—Prestressed concrete

Type 2.3—Flexible base (prestressed only)

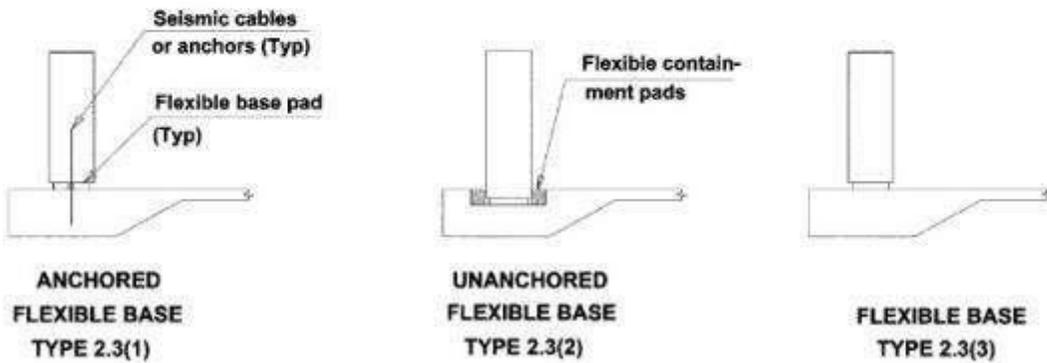
2.3(1)—Anchored

2.3(2)—Unanchored, contained

2.3(3)—Unanchored, uncontained



NONFLEXIBLE BASE CONNECTIONS



FLEXIBLE BASE CONNECTIONS

Unidades: F(kg), L(cm)

Datos:

$f_c := 356$; $f_y := 4200$; $\sigma_{adm} := 1.98$; $Balasto := 4.00$;

Unidades: F(Ton), L(m)

Datos:

$g := 9.80$; $E_c := evalf(150000 \cdot \sqrt{f_c})$

$2.830194340 \cdot 10^6$

(I)

CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES:

$\mu := 1.00$; $\gamma := 2.4$;

GEOMETRIA DEL DEPOSITO

$B := 9.00$; $L := 6.00$; $H_w := 3.00$; $H_l := 2.50$; $tw := 0.15$; $Wr := 0$; $hr := 0$; $Lalero := 0.50$;
 $halero := 0.25$;

DATOS SISMICO

**Tabla N° 1
FACTORES DE ZONA "Z"**

ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

**Tabla N° 3
FACTOR DE SUELO "S"**

SUELO ZONA	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
Z ₄	0,80	1,00	1,05	1,10
Z ₃	0,80	1,00	1,15	1,20
Z ₂	0,80	1,00	1,20	1,40
Z ₁	0,80	1,00	1,80	2,00

Table 4.1.1(a)—Importance factor *I*

	Tank use	Factor <i>I</i>
III	Tanks containing hazardous materials [*]	1.5
II	Tanks that are intended to remain usable for emergency purposes after an earthquake, or tanks that are part of lifeline systems	1.25
I	Tanks not listed in Categories II or III	1.0

^{*}In some cases, for tanks containing hazardous materials, engineering judgment may require a factor *I* > 1.5.

Table 4.1.1(b)—Response modification factor *R*

Type of structure	<i>R_i</i>		<i>R_c</i>
	On or above grade	Buried [*]	
Anchored, flexible-base tanks	3.25 [†]	3.25 [†]	1.0
Fixed or hinged-base tanks	2.0	3.0	1.0
Unanchored, contained, or uncontained tanks [‡]	1.5	2.0	1.0
Pedestal-mounted tanks	2.0	—	1.0

^{*}Buried tank is defined as a tank whose maximum water surface at rest is at or below ground level. For partially buried tanks, the *R_i* value may be linearly interpolated between that shown for tanks on grade and for buried tanks.

[†]*R_i* = 3.25 is the maximum *R_i* value permitted to be used for any liquid-containing concrete structure.

[‡]Unanchored, uncontained tanks shall not be built in locations where *S_{0S}* ≥ 0.75.

$$\mathcal{Z} := 0.35 : \mathcal{S} := 1.00 : \mathcal{I} := 1.25 : \mathcal{R}_i := 2.00 : \mathcal{R}_c := 1.00 : C_v := 1.00 : b := \frac{2}{3} :$$

PESOS

Pesos de los muros

$$L_{muros} := 2 \cdot (B + tw) + 2 \cdot (L + tw)$$

30.60

$$W_w := L_{muros} \cdot H_w \cdot tw \cdot \gamma_c$$

33,05

(3)

Peso de un muro perpendicular al sismo

$$W'_w := B \cdot H_w \cdot tw \cdot \gamma_c$$

9,72

(4)

Peso de la losa de cimentación

$$L_{cim} := L + 2 \cdot tw + 2 \cdot L_{alero}$$

7.30

(5)

$$B_{cim} := B + 2 \cdot tw + 2 \cdot L_{alero}$$

10.30

(6)

$$W_{cim} := (L_{cim} \cdot B_{cim} \cdot h_{alero}) \cdot \gamma_c$$

45,11

(7)

Peso del líquido

$$W_l := B \cdot L \cdot H_l \cdot \gamma_l$$

135,00

(8)

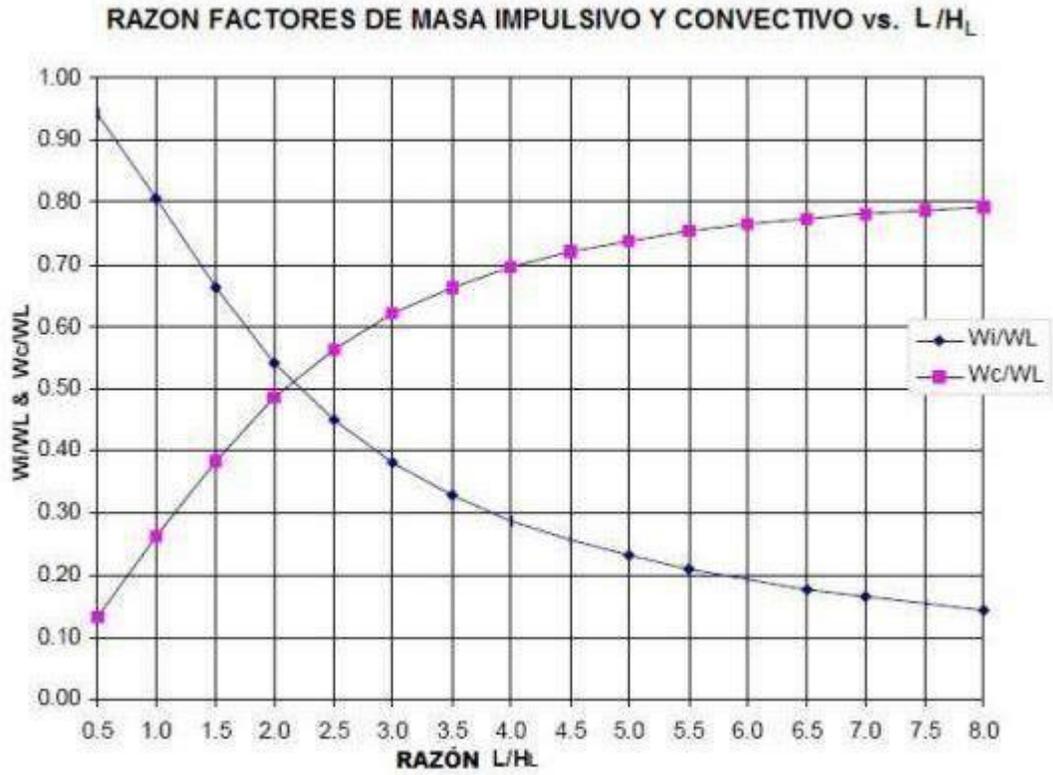
Peso total

$$W := W_w + W_{cim} + W_l$$

213,16

(9)

PESOS EQUIVALENTES DEL LIQUIDO ACELERADO.



Factor de masa impulsivo

$$W_i := \left(\frac{\tanh\left(0.866\left(\frac{L}{Hl}\right)\right)}{0.866\left(\frac{L}{Hl}\right)} \right) \cdot Wl$$

62,95

(10)

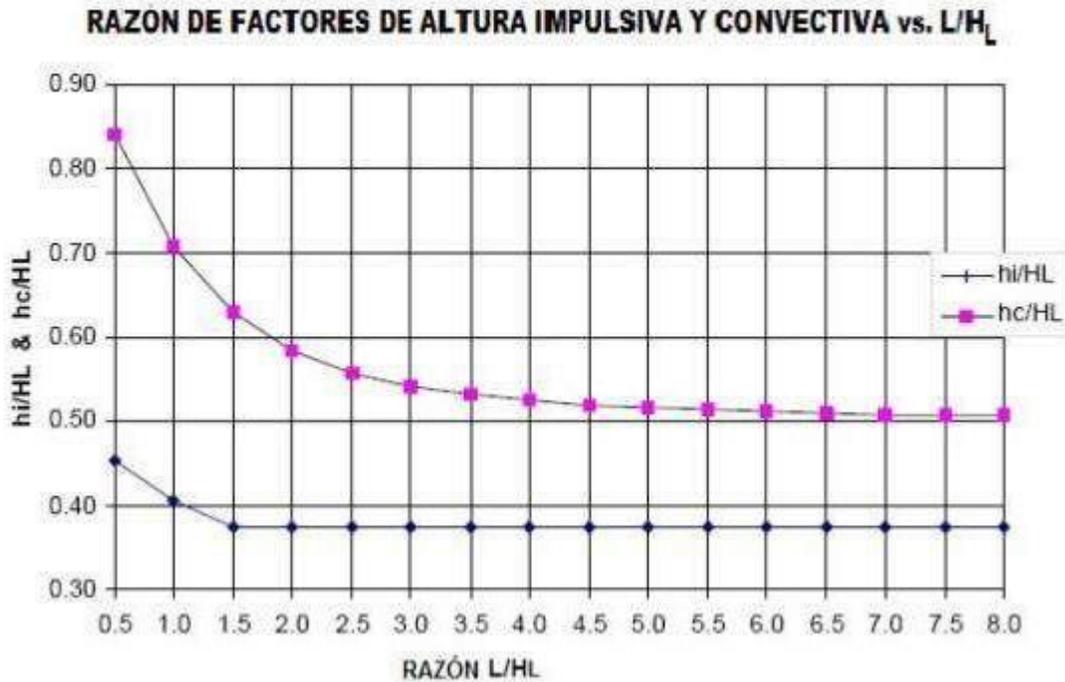
Factor de masa convectivo

$$W_c := \left(0.264 \cdot \left(\frac{L}{Hl}\right) \cdot \tanh\left(3.16 \cdot \left(\frac{Hl}{L}\right)\right) \right) \cdot Wl$$

74,07

(11)

ALTURAS DE LOS CENTROS DE GRAVEDAD (EPB)



Factor de altura impulsivo

$$hi := \text{piecewise} \left(L < 1.333 \cdot HI, \left(0.5 - 0.09375 \cdot \left(\frac{L}{HI} \right) \right) \cdot HI, L \geq 1.333 \cdot HI, (0.375) \cdot HI \right) \quad ,94 \quad (12)$$

Factor de altura convectivo

$$hc := \left(1 - \frac{\cosh \left(3.16 \cdot \left(\frac{HI}{L} \right) \right) - 1}{3.16 \cdot \left(\frac{HI}{L} \right) \cdot \sinh \left(3.16 \cdot \left(\frac{HI}{L} \right) \right)} \right) \cdot HI \quad 1,40 \quad (13)$$

ALTURAS DE LOS CENTROS DE GRAVEDAD (IPB)

Factor de altura impulsivo

$$fi := \text{piecewise} \left(L < 0.75 \cdot HI, (0.45) \cdot HI, L \geq 0.75 \cdot HI, \left(\frac{0.866 \cdot \left(\frac{L}{HI} \right)}{2 \cdot \tanh \left(0.866 \cdot \left(\frac{L}{HI} \right) \right)} - \frac{1}{8} \right) \cdot HI \right) \quad 2,37 \quad (14)$$

Factor de altura convectivo

$$fic := \left(1 - \frac{\cosh \left(3.16 \cdot \left(\frac{HI}{L} \right) \right) - 2.01}{3.16 \cdot \left(\frac{HI}{L} \right) \cdot \sinh \left(3.16 \cdot \left(\frac{HI}{L} \right) \right)} \right) \cdot HI \quad 2,51 \quad (15)$$

PROPIEDADES DINAMICAS

Período de la masa impulsiva

$$mw := Hw \cdot tw \cdot \left(\frac{\gamma}{g} \right) \quad ,11 \quad (16)$$

$$mi := \left(\frac{Wi}{Wl} \right) \cdot \left(\frac{L}{2} \right) \cdot Hl \cdot \left(\frac{\gamma}{g} \right) \quad ,36 \quad (17)$$

$$m := mw + mi \quad ,47 \quad (18)$$

$$hw := 0.5 \cdot Hw; h := \frac{hw \cdot mw + hi \cdot mi}{mw + mi} \quad 1,07 \quad (19)$$

$$k := \frac{Ec}{4} \cdot \left(\frac{tw}{h} \right)^3 \quad 1948,09 \quad (20)$$

$$Ti := \text{evalf} \left(2 \pi \sqrt{\frac{m}{k}} \right) \quad ,10 \quad (21)$$

Período de la masa convectiva

$$\lambda := \sqrt{3.16 \cdot g \cdot \tanh \left(3.16 \cdot \left(\frac{Hl}{L} \right) \right)} \quad 5,18 \quad (22)$$

$$Tc := \text{evalf} \left(\frac{2 \pi}{\lambda} \cdot \sqrt{L} \right) \quad 2,97 \quad (23)$$

Rigidez de la masa convectiva

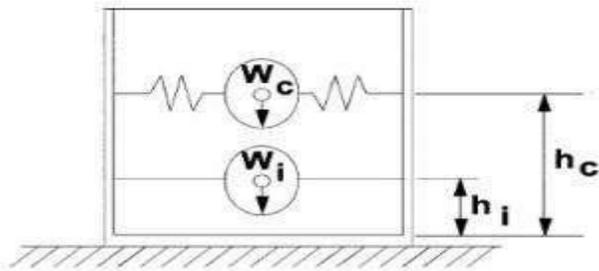
$$Kc := \frac{5}{6} \cdot \frac{Wl}{Hl} \cdot \left(\tanh \left(3.16 \cdot \left(\frac{Hl}{L} \right) \right) \right)^2 \quad 33,74 \quad (24)$$

La masa convectiva se discretiza en un número "n" de elementos finitos en el modelo SAP2000

$$n := 18 \quad 18,00 \quad (25)$$

Rigidez a cada lado de la masa discretizada

$$\frac{Kc}{2 \cdot (n - 1)} \quad ,9925 \quad (26)$$



(b) Dynamic Model

FACTOR DE AMPLIFICACION ESPECTRAL

Table 11.4-1 Short-Period Site Coefficient, F_s

Mapped Risk-Targeted Maximum Considered Earthquake (MCE_n) Spectral Response Acceleration Parameter at Short Period

Site Class	$S_S \leq 0.25$	$S_S = 0.5$	$S_S = 0.75$	$S_S = 1.0$	$S_S = 1.25$	$S_S \geq 1.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
C	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2
D	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0	1.0
E	2.4	1.7	1.3	See Section 11.4.8	See Section 11.4.8	See Section 11.4.8
F	See Section 11.4.8					

Note: Use straight-line interpolation for intermediate values of S_S .

Table 11.4-2 Long-Period Site Coefficient, F_v

Mapped Risk-Targeted Maximum Considered Earthquake (MCE _m) Spectral Response Acceleration Parameter at 1-s Period						
Site Class	$S_1 \leq 0.1$	$S_1 = 0.2$	$S_1 = 0.3$	$S_1 = 0.4$	$S_1 = 0.5$	$S_1 \geq 0.6$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
C	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4
D	2.4	2.2 ^a	2.0 ^a	1.9 ^a	1.8 ^a	1.7 ^a
E	4.2	See	See	See	See	See
		Section 11.4.8				
F	See	See	See	See	See	See
	Section 11.4.8	Section 11.4.8	Section 11.4.8	Section 11.4.8	Section 11.4.8	Section 11.4.8

Note: Use straight-line interpolation for intermediate values of S_1 .
^aAlso, see requirements for site-specific ground motions in Section 11.4.8.

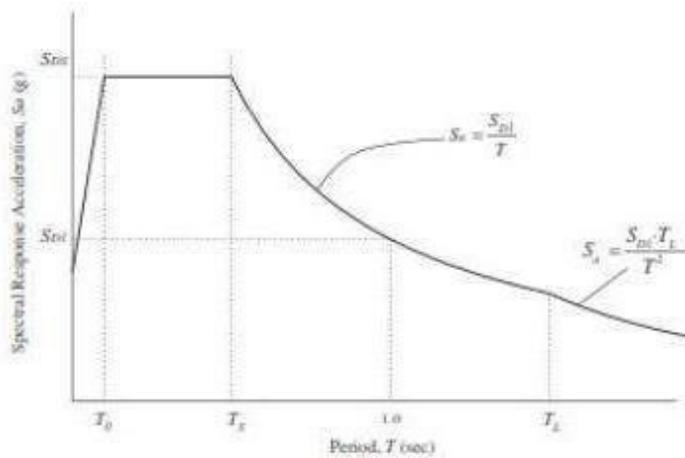


FIGURE 11.4-1 Design Response Spectrum

Table 20.3-1 Site Classification

Site Class	v_s	\bar{N} or \bar{N}_{60}	\bar{a}_v
A. Hard rock	>5,000 ft/s	NA	NA
B. Rock	2,500 to 5,000 ft/s	NA	NA
C. Very dense soil and soft rock	1,200 to 2,500 ft/s	>50 blows/ft	>2,000 lb/ft ²
D. Stiff soil	600 to 1,200 ft/s	15 to 50 blows/ft	1,000 to 2,000 lb/ft ²
E. Soft clay soil	<600 ft/s	<15 blows/ft	<1,000 lb/ft ²
F. Soils requiring site response analysis in accordance with Section 21.1	Any profile with more than 10 ft of soil that has the following characteristics: — Plasticity index $PI > 20$ — Moisture content $w \geq 40\%$ — Un drained shear strength $s_u < 500$ lb/ft ² See Section 20.3.1		

Note: For SI: 1 ft = 0.3048 m; 1 ft/s = 0.3048 m/s; 1 lb/ft² = 0.0479 kN/m².

Datos:

Del mapa USGS

$$S_s := 1.73 : S_I := 0.69 :$$

De acuerdo a ASCE 7-16: Para "Site Class D"; Periodo T=4 seg

$$F_a := 1.00 : F_v := 1.50 :$$

$$SD_s := \frac{2}{3} \cdot S_s \cdot F_a$$

$$1,15 \tag{27}$$

$$SD_I := \frac{2}{3} \cdot S_I \cdot F_v$$

$$,69 \tag{28}$$

$$T_s := \frac{SD_I}{SD_s}$$

$$,60 \tag{29}$$

COEFICIENTES DE RESPUESTA SISMICA

$$C_i := \text{piecewise} \left(T_i \leq T_s, SD_s, T_i > T_s, \min \left(\frac{SD_I}{T_i}, SD_s \right) \right)$$

$$1,15 \tag{30}$$

$$C_c := \text{piecewise} \left(T_c \leq \frac{1.6}{T_s}, \frac{1.5 \cdot SD_I}{T_c}, T_c > \frac{1.6}{T_s}, \frac{2.4 \cdot SD_s}{T_c^2} \right)$$

$$,31 \tag{31}$$

$$C_t := 0.4 \cdot SD_s$$

$$,46 \tag{32}$$

Table 15.4-2 Seismic Coefficients for Nonbuilding Structures Not Similar to Buildings

Nonbuilding Structure Type	Detailing Requirements ^a	R	μ_s	C _s	Structural System and Structural Height, h _s , Limits (ft) ^b					
					Seismic Design Category					
					B	C	D	E	F	
Elevated tanks, vessels, bins, or hoppers:										
On symmetrically braced legs (not similar to buildings)	Sec. 15.7.10	3	1.4	2.5	NL	NL	100	100	100	
On unbraced legs or asymmetrically braced legs (not similar to buildings)	Sec. 15.7.10	2	1.4	2.5	NL	NL	100	60	60	
Horizontal, saddle-supported welded steel vessels	Sec. 15.7.14	3	1.4	2.5	NL	NL	NL	NL	NL	
Flat-bottom ground-supported tanks:	Sec. 15.7									
Steel or fiber-reinforced plastic:										
Mechanically anchored		3	1.4	2.5	NL	NL	NL	NL	NL	
Self-anchored		2.5	1.4	2	NL	NL	NL	NL	NL	
Reinforced or prestressed concrete:										
Reinforced nonsliding base		2	1.4	2	NL	NL	NL	NL	NL	
Anchored flexible base		3.25	1.4	2	NL	NL	NL	NL	NL	
Unanchored and unconstrained flexible base		1.5	1.5 ^c	1.5	NL	NL	NL	NL	NL	
All other		1.5	1.5 ^c	1.5	NL	NL	NL	NL	NL	

DESPLAZAMIENTO MAXIMO DE LA SUPERFICIE DE AGUA

$$d_{max} := \left(\frac{L}{2} \right) \cdot (g \cdot C_c) \quad 1,17 \quad (33)$$

COEFICIENTE DE MASA EFECTIVA

$$\epsilon := \min \left(0.0151 \cdot \left(\frac{L}{Hl} \right)^2 - 0.1908 \cdot \left(\frac{L}{Hl} \right) + 1.021, 1 \right) \quad ,65 \quad (34)$$

FUERZAS LATERALES DINAMICAS

Fuerza lateral de inercia de la pared acelerada

$$P_w := g \cdot C_i \cdot \left(\frac{\epsilon \cdot W_w}{R_i} \right) \quad 15,49 \quad (35)$$

Fuerza lateral de inercia de una pared acelerada (perpendicular al sismo)

$$P_w := g \cdot C_i \cdot \left(\frac{\epsilon \cdot W_w}{R_i} \right) \quad 4,55 \quad (36)$$

Fuerza lateral de inercia de la cubierta acelerada

$$P_r := g \cdot C_i \cdot \left(\frac{W_r}{R_i} \right) \quad ,00 \quad (37)$$

Fuerza lateral impulsiva

$$P_i := g \cdot C_i \cdot \left(\frac{W_i}{R_i} \right) \quad 45,38 \quad (38)$$

Fuerza lateral conectiva

$$P_c := g \cdot C_c \cdot \left(\frac{W_c}{R_c} \right) \quad 29,01 \quad (39)$$

Fuerza lateral conectiva discretizada

$$\frac{Pc}{n-1} \quad 1,71 \quad (40)$$

CORTANTE TOTAL EN LA BASE

$$V := \sqrt{(Pi + Pw + Pr)^2 + (Pc)^2} \quad 67,42 \quad (41)$$

MOMENTO EN LA BASE

$$Mw := Pw \cdot hw \quad 23,23 \quad (42)$$

$$Mr := Pr \cdot hr \quad ,00 \quad (43)$$

$$Mi := Pi \cdot hi \quad 42,54 \quad (44)$$

$$Mc := Pc \cdot hc \quad 40,73 \quad (45)$$

Momento resultante

$$Mb := \sqrt{(Mi + Mw + Mr)^2 + (Mc)^2} \quad 77,36 \quad (46)$$

MOMENTO DE BOMBEO

$$Mi := Pi \cdot fi \quad 107,46 \quad (47)$$

$$Mc := Pc \cdot fc \quad 72,87 \quad (48)$$

Momento de volteo

$$Mvolteo := \sqrt{(Mi + Mw + Mr)^2 + (Mc)^2} \quad 149,63 \quad (49)$$

ACELERACION VERTICAL

Presión hidrostática en el fondo

$$qhy := \gamma \cdot Hl \quad 2,50 \quad (50)$$

Fuerza debida a la aceleración vertical

$$pvy := \max\left(g \cdot Ct \cdot \left(\frac{b}{Ri}\right), 0,2 \cdot SDs\right) \cdot qhy \quad ,58 \quad (51)$$

DISTRIBUCION DE LAS FUERZAS DINAMICAS

Fuerza dinámica lateral de inercia de la pared acelerada, a una distancia "y"

$$Pwy := g \cdot Ci \cdot \left(\frac{\epsilon \cdot (\gamma \cdot B \cdot tw)}{Ri}\right) \quad 1,52 \quad (52)$$

Fuerza hidrodinámica lateral impulsiva, a una distancia "y"

$$Piy := \frac{Pi}{2} \cdot \frac{\left(4 \cdot HI - 6 \cdot hi - (6 \cdot HI - 12 \cdot hi) \cdot \left(\frac{y}{HI}\right)\right)}{HI^2}$$

15,88 - 5,44 y (53)

En el fondo:
eval((53), y = 0)

15,88 (54)

En la superficie
eval((53), y = HI)

2,27 (55)

Fuerza hidrodinámica lateral convectiva, a una distancia "y"

$$Pcy := \frac{Pc}{2} \cdot \frac{\left(4 \cdot HI - 6 \cdot hc - (6 \cdot HI - 12 \cdot hc) \cdot \left(\frac{y}{HI}\right)\right)}{HI^2}$$

3,66 + 1,71 y (56)

En el fondo:
eval((56), y = 0)

3,66 (57)

En la superficie
eval((56), y = HI)

7,95 (58)

Fuerza hidrodinámica resultante a una altura determinada "y" sobre la base

$$Py := \sqrt{(Piy + Pwy)^2 + (Pcy)^2 + (pvy \cdot B)^2}$$

$\sqrt{(17,40 - 5,44 y)^{2,00} + (3,66 + 1,71 y)^{2,00} + 26,94}$ (59)

En el fondo:
eval((59), y = 0)

18,52 (60)

En la superficie
eval((59), y = HI)

10,22 (61)

VERIFICACION DE LA ESTABILIDAD

Deslizamiento

$$\mu := 0.7 : FSdeslizam := \frac{W \cdot \mu}{V}$$

2,2 (62)

evalb(FSdeslizam ≥ 1.5)

true (63)

Volteo

$$Mequilibrante := W \cdot \left(\frac{Lcim}{2}\right)$$

778,04 (64)

$$FS_{\text{volteo}} := \frac{Me_{\text{equilibrante}}}{M_{\text{volteo}}} \quad 5,2 \quad (65)$$

$$\text{evalb}(FS_{\text{volteo}} \geq 5) \quad \text{true} \quad (66)$$

PRESION EN EL TERRENO

Excentricidad

$$e := \frac{L_{\text{cim}}}{2} - \frac{(Me_{\text{equilibrante}} - M_{\text{volteo}})}{W} \quad ,70 \quad (67)$$

Esfuerzos

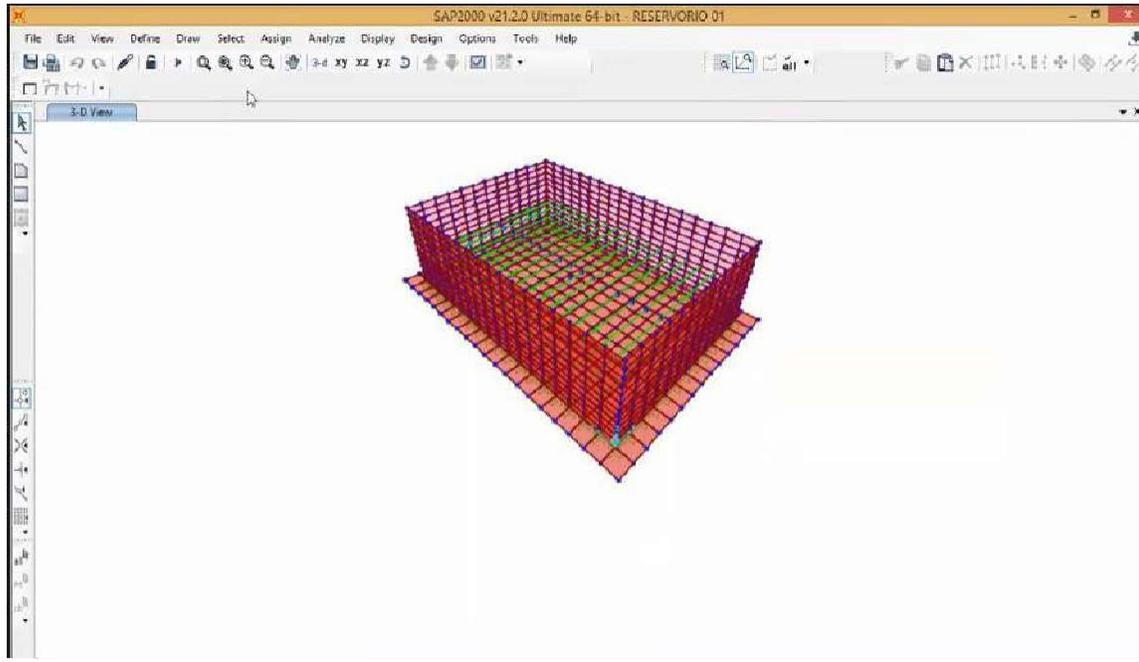
$$\sigma_{\text{max}} := \frac{W}{B_{\text{cim}} \cdot L_{\text{cim}}} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot e}{L_{\text{cim}}} \right) \quad 4,47 \quad (68)$$

$$\sigma_{\text{min}} := \frac{W}{B_{\text{cim}} \cdot L_{\text{cim}}} \cdot \left(1 - \frac{6 \cdot e}{L_{\text{cim}}} \right) \quad 1,20 \quad (69)$$

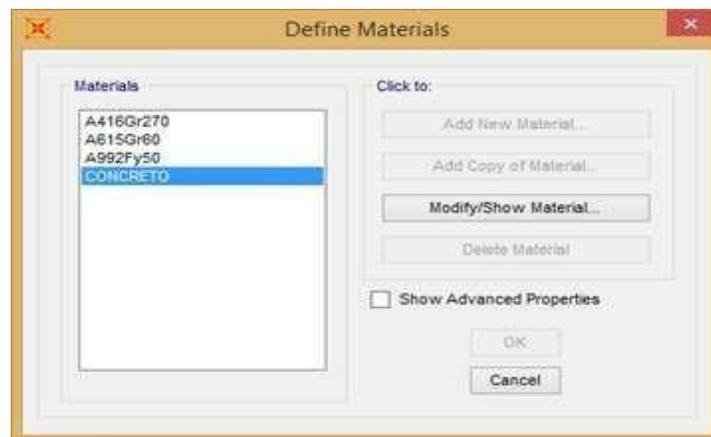
$$\text{evalb}(\sigma_{\text{max}} < 10 \cdot \sigma_{\text{adm}}) \quad \text{true} \quad (70)$$

$$\text{evalb}(\sigma_{\text{min}} > 0) \quad \text{true} \quad (71)$$

MODELAMIENTO DEL RESERVORIO EN SAP2000



MATERIALES



Concreto

The dialog box is titled "Material Property Data" and contains several sections for defining material properties:

- General Data:**
 - Material Name and Display Color: CONCRETO (with a purple color swatch)
 - Material Type: Concrete (dropdown menu)
 - Material Grade: Fc=350 kg/cm2
 - Material Notes: Modify/Show Notes...
- Weight and Mass:**
 - Weight per Unit Volume: 2.4
 - Mass per Unit Volume: 0.2447
 - Units: Tonf, m, C (dropdown menu)
- Isotropic Property Data:**
 - Modulus Of Elasticity, E: 2806243
 - Poisson, U: 0.2
 - Coefficient Of Thermal Expansion, A: 9.900E-06
 - Shear Modulus, G: 1189267.9
- Other Properties For Concrete Materials:**
 - Specified Concrete Compressive Strength, Fc: 3500
 - Expected Concrete Compressive Strength: 3500
 - Lightweight Concrete
 - Shear Strength Reduction Factor: (empty text box)

At the bottom, there is a checkbox for "Switch To Advanced Property Display" and "OK" and "Cancel" buttons.

SECCIONES

The dialog box is titled "Area Sections" and is used for managing section types:

- Sections:** A list box containing "Losas fondo", "Muros", and "None". "Losas fondo" is currently selected.
- Select Section Type To Add:** A dropdown menu showing "Shell".
- Click to:** A group of buttons for section management:
 - Add New Section...
 - Add Copy of Section...
 - Modify/Show Section...
 - Delete Section

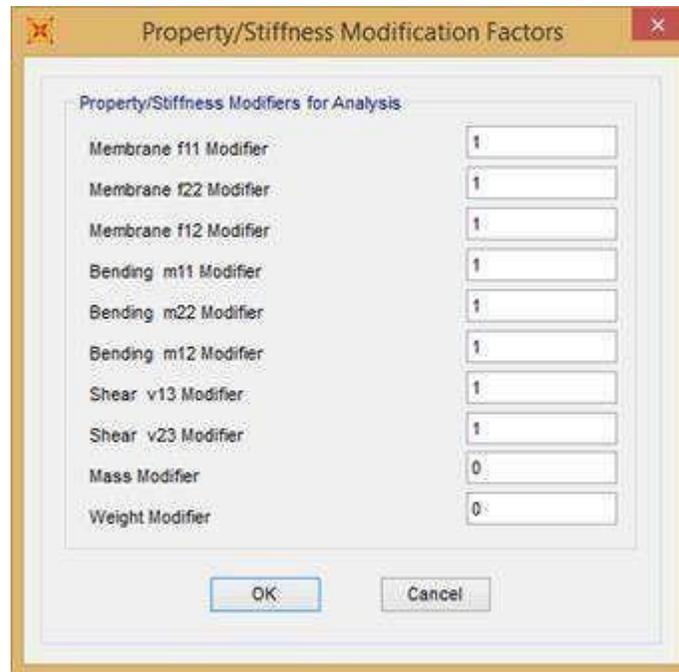
At the bottom, there are "OK" and "Cancel" buttons.

Losa de Fondo

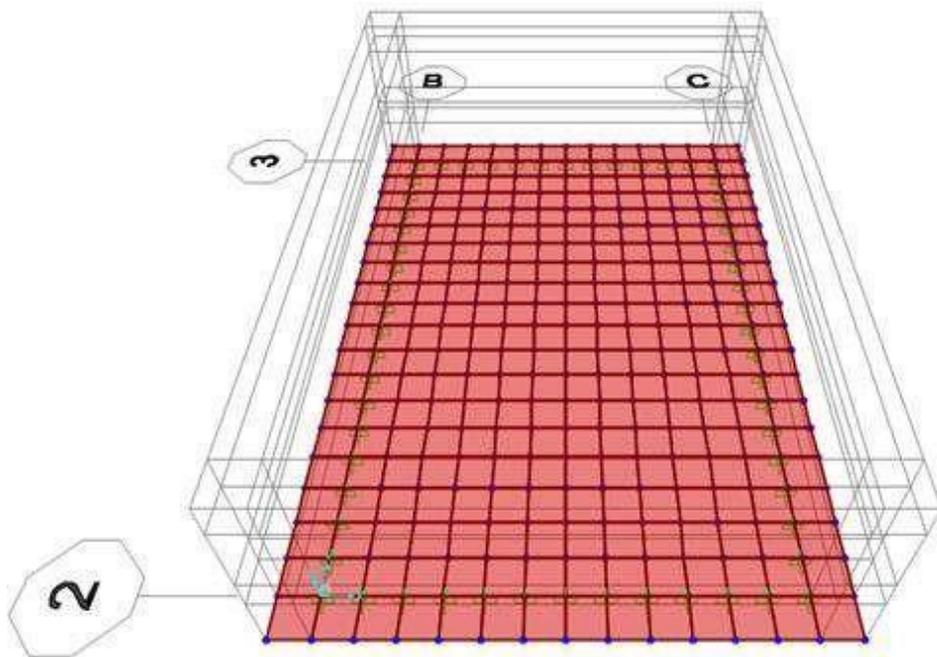
The image shows a software dialog box titled "Shell Section Data". It contains the following elements:

- Section Name:** A text field containing "Losa fondo".
- Section Notes:** A button labeled "Modify/Show...".
- Display Color:** A color selection area with a black square.
- Type:** A group of radio buttons with the following options:
 - Shell - Thin
 - Shell - Thick
 - Plate - Thin
 - Plate Thick
 - Membrane
 - Shell - Layered/NonlinearA button "Modify/Show Layer Definition..." is located below these options.
- Thickness:** Two text fields:
 - Membrane: 0.25
 - Bending: 0.25
- Material:** A dropdown menu for "Material Name" set to "CONCRETO" and a text field for "Material Angle" set to "0".
- Time Dependent Properties:** A button labeled "Set Time Dependent Properties...".
- Concrete Shell Section Design Parameters:** A button labeled "Modify/Show Shell Design Parameters...".
- Stiffness Modifiers:** A button labeled "Set Modifiers...".
- Temp Dependent Properties:** A button labeled "Thermal Properties...".
- Buttons:** "OK" and "Cancel" buttons at the bottom.

Factores de modificación de las propiedades Losa de fondo



Vista 3D Losa de fondo



Muros

Shell Section Data

Section Name: Muros

Section Notes: Modify/Show...

Display Color: [Color Box]

Type:

- Shell - Thin
- Shell - Thick
- Plate - Thin
- Plate Thick
- Membrane
- Shell - Layered/Nonlinear

Modify/Show Layer Definition...

Thickness:

Membrane: 0.15

Bending: 0.15

Material:

Material Name: CONCRETO

Material Angle: 0.

Time Dependent Properties:

Set Time Dependent Properties...

Concrete Shell Section Design Parameters:

Modify/Show Shell Design Parameters...

Stiffness Modifiers: Set Modifiers...

Temp Dependent Properties: Thermal Properties...

OK Cancel

Factores de modificación de las propiedades Losa de fondo

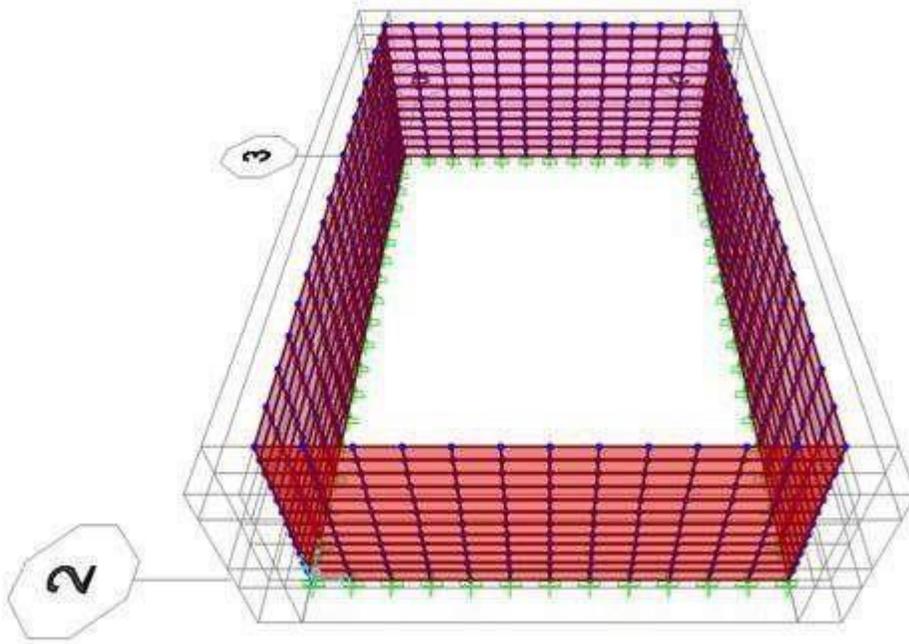
Property/Stiffness Modification Factors

Property/Stiffness Modifiers for Analysis

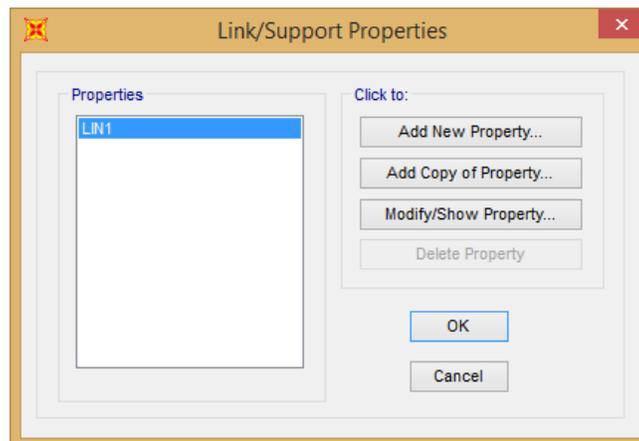
Membrane f11 Modifier	1
Membrane f22 Modifier	1
Membrane f12 Modifier	1
Bending m11 Modifier	1
Bending m22 Modifier	1
Bending m12 Modifier	1
Shear v13 Modifier	1
Shear v23 Modifier	1
Mass Modifier	0
Weight Modifier	0

OK Cancel

Vista 3D Muros



Resorte de rigidez convectiva



Propiedades del resorte

The dialog box is titled "Link/Support Property Data" and contains the following sections:

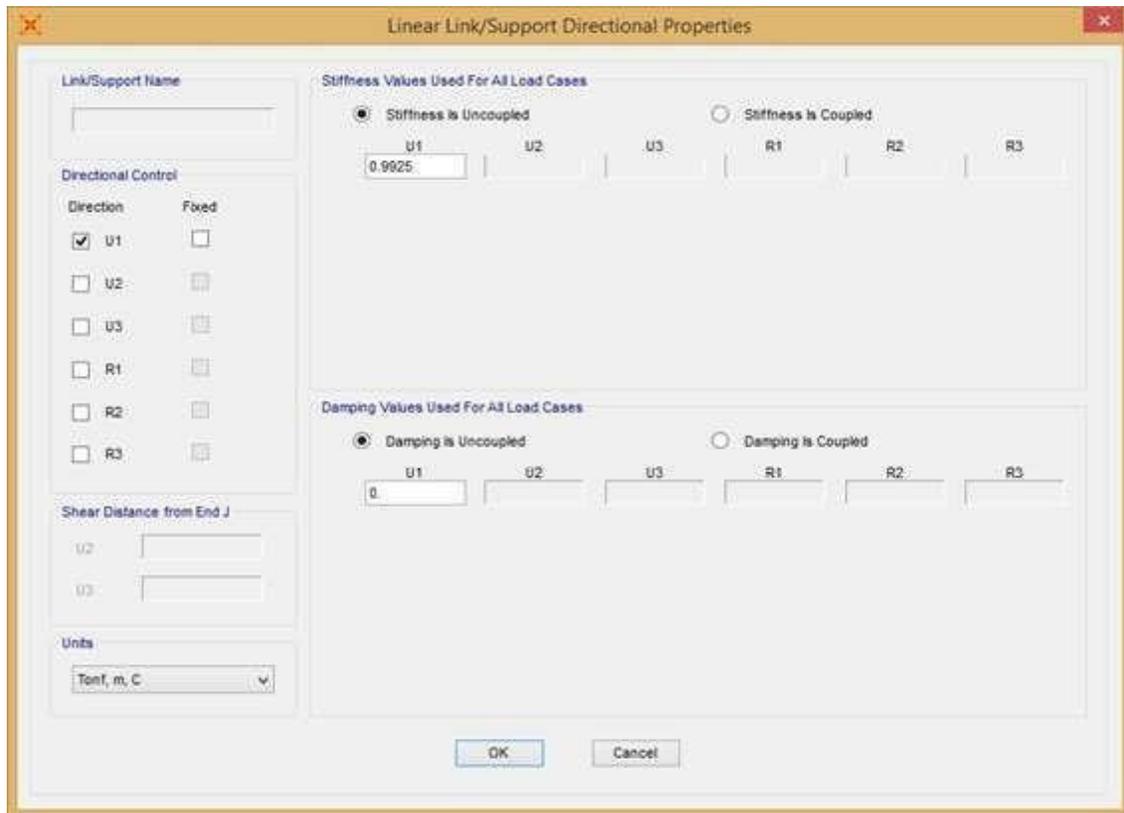
- Link/Support Type:** A dropdown menu set to "Linear".
- Property Name:** A text field containing "LN1".
- Property Notes:** A text area with a "Modify/Show..." button.
- P-Defn Parameters:** Radio buttons for "Shear Couple" (selected), "Equal End Moments", and "Advanced". A "Modify/Show" button is next to the "Advanced" option.
- Total Mass and Weight:** Input fields for "Mass" and "Weight", both set to "0.". Input fields for "Rotational Inertia 1", "Rotational Inertia 2", and "Rotational Inertia 3", all set to "0.".
- Factors For Line, Area and Solid Springs:** Input fields for "Property is Defined for This Length in a Line Spring" and "Property is Defined for This Area in Area and Solid Springs", both set to "1.".
- Directional Properties:** A table with columns for "Direction", "Fixed", "Properties", "Direction", "Fixed", "Nonlinear", and "Properties".

Direction	Fixed	Properties	Direction	Fixed	Nonlinear	Properties
<input checked="" type="checkbox"/> U1	<input type="checkbox"/>	Modify/Show for All...	<input type="checkbox"/> R1	<input type="checkbox"/>		
<input type="checkbox"/> U2	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> R2	<input type="checkbox"/>		
<input type="checkbox"/> U3	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> R3	<input type="checkbox"/>		

Buttons for "Fix All" and "Clear All" are located below the table.
- Stiffness Options:** Input fields for "Stiffness Used for Linear and Modal Load Cases", "Stiffness Used for Stiffness-proportional Viscous Damping", and "Stiffness-proportional Viscous Damping Coefficient Modification Factor" (set to "1.").

At the bottom of the dialog are "OK" and "Cancel" buttons.

Propiedades direccionales del resorte



Cálculos justificatorios

Rigidez de la masa convectiva

$$K_c := \frac{5}{6} \cdot \frac{Wl}{Hl} \cdot \left(\tanh \left(3.16 \cdot \left(\frac{Hl}{L} \right) \right) \right)^2$$

33,74

La masa convectiva se discretiza en un número "n" de elementos finitos en el modelo SAP2000

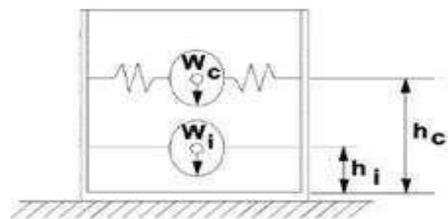
$$n := 18$$

18,00

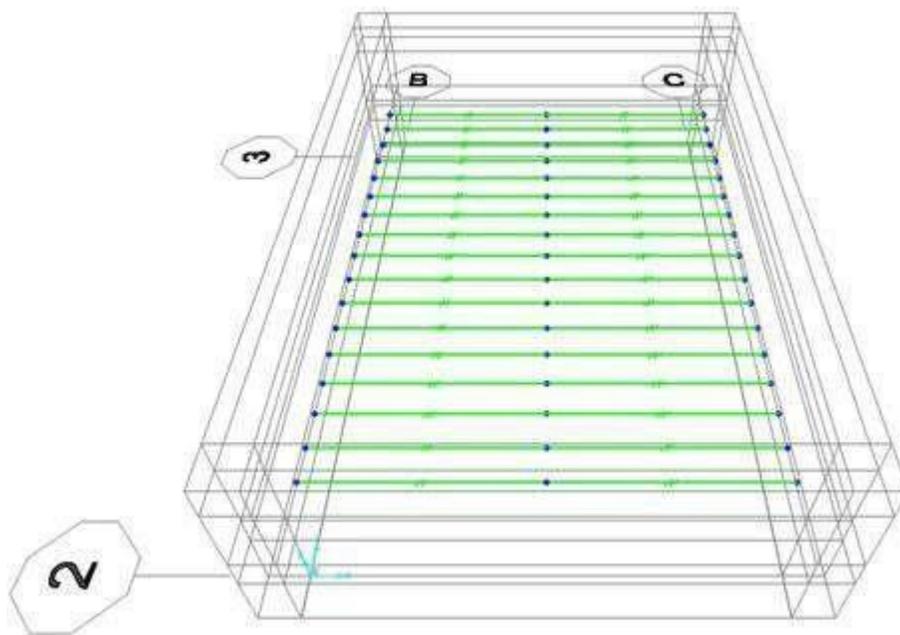
Rigidez a cada lado de la masa discretizada

$$\frac{K_c}{2 \cdot (n - 1)}$$

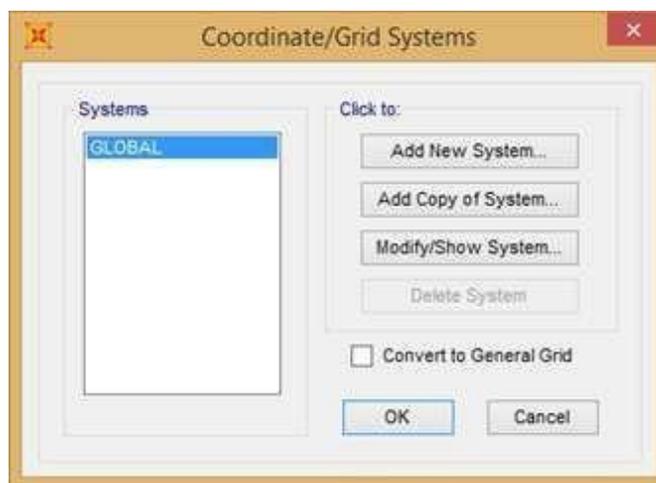
,9925



Vista 3D de los resortes de rigidez convectiva



SISTEMA COORDENADO



Definición de datos de sistemas de grillas

System Name: GLOBAL

X Grid Data

Grid ID	Ordinate (m)	Line Type	Visible	Bubble Loc	Grid Color
A	-0.55	Secondary	Yes	End	
B	0	Primary	Yes	End	
C	6.15	Primary	Yes	End	
D	6.7	Secondary	Yes	End	

Y Grid Data

Grid ID	Ordinate (m)	Line Type	Visible	Bubble Loc	Grid Color
1	-0.55	Secondary	Yes	Start	
2	0	Primary	Yes	Start	
3	9.15	Primary	Yes	Start	
4	9.7	Secondary	Yes	Start	

Z Grid Data

Grid ID	Ordinate (m)	Line Type	Visible	Bubble Loc
Z1	0	Primary	Yes	End
Z2	0.94	Secondary	Yes	End
Z3	1.4	Secondary	Yes	End
Z4	2.5	Secondary	Yes	End
Z5	3	Primary	Yes	End

Grid Lines

Quick Start...

Diagram showing grid lines with bubbles labeled B and C, and points 2 and 3.

Display Grids as

Ordinates Spacing

Hide All Grid Lines

Glue to Grid Lines

Bubble Size: 1.5

Reset to Default Color

Reorder Ordinates

OK Cancel

NUDOS RESTRINGIDOS

Define Constraints

Constraints

- dia fragma impulsivo
- NULL

Choose Constraint Type to Add

Body

Click to:

Add New Constraint...

Modify/Show Constraint...

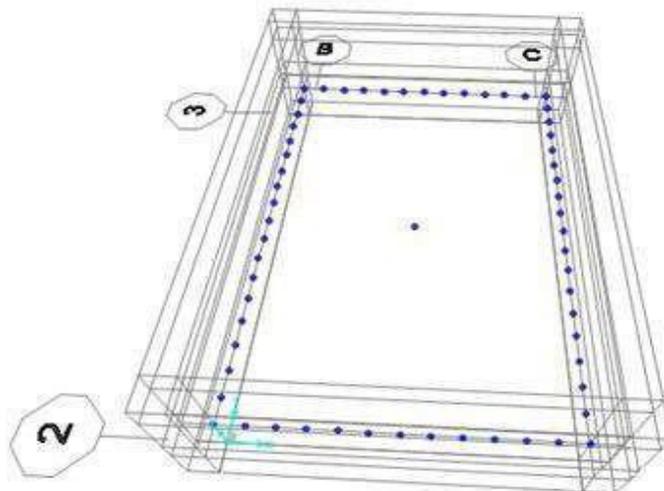
Delete Constraint

OK Cancel

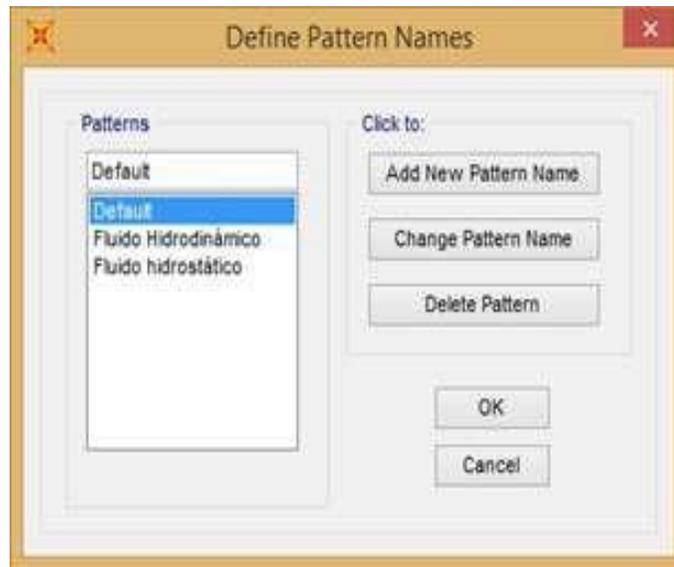
Diafragma rígido



Vista 3D del diafragma impulsivo rígido



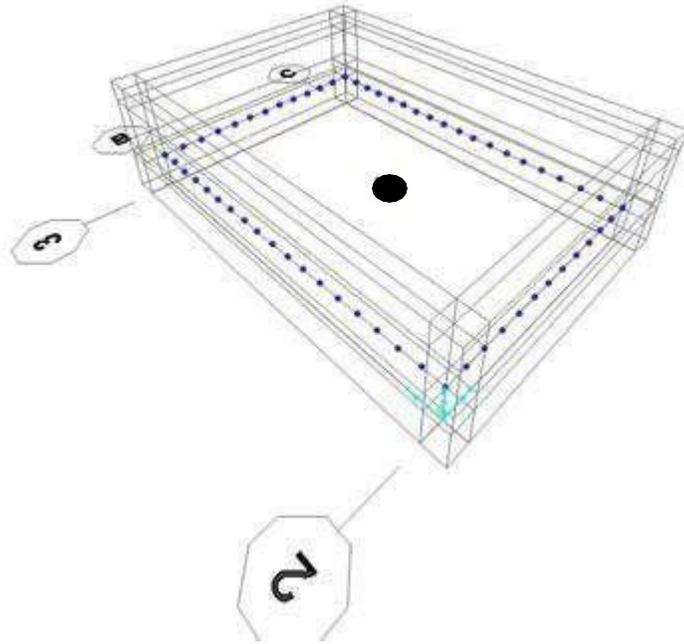
PATRON DE NUDOS



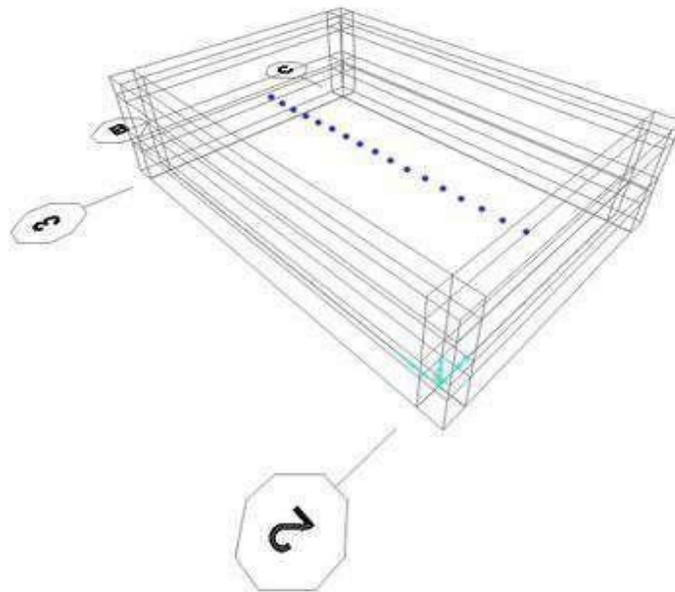
GRUPOS



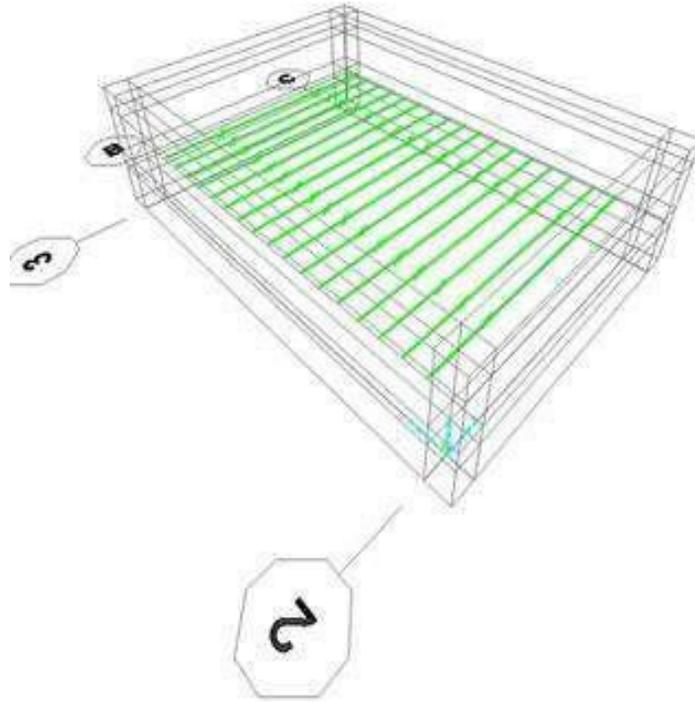
Vista 3D del grupo Peso Impulsivo



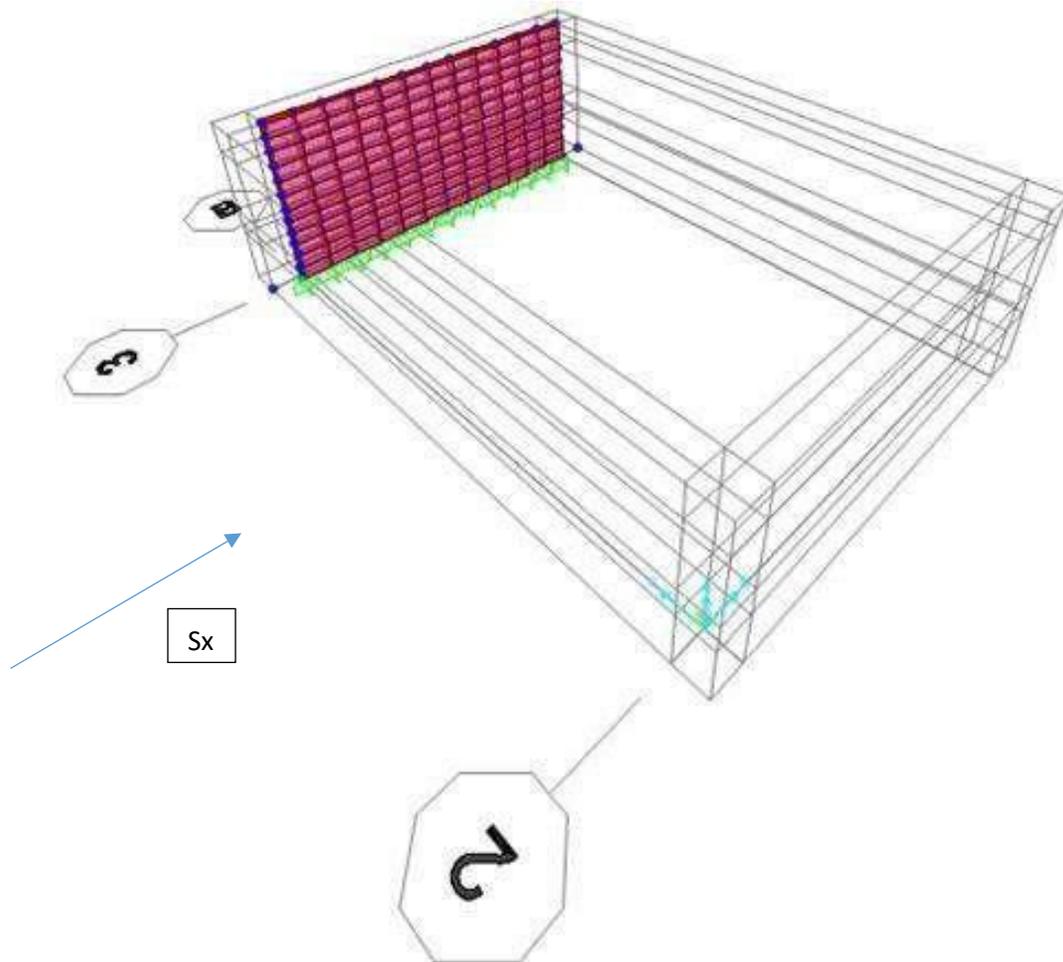
Vista 3D del grupo Pesos Convectivos

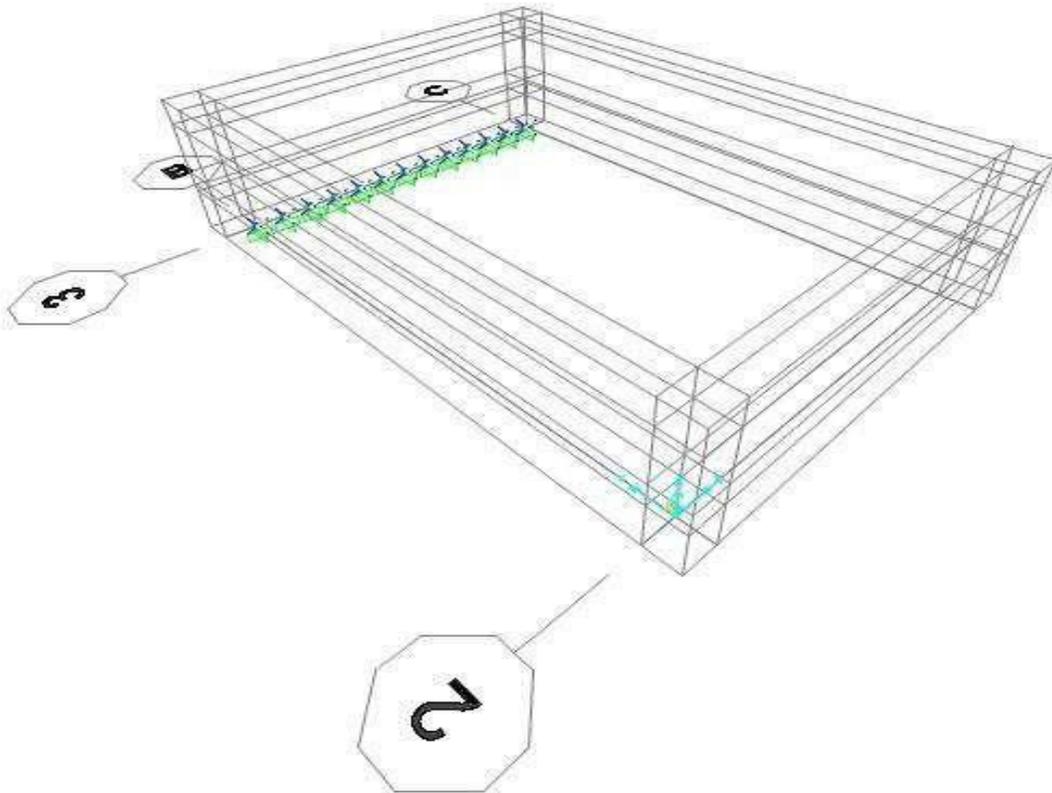


Vista 3D del grupo Rigidez Convectiva



DISEÑO DEL ACERO HORIZONTAL EN MUROS PARALELOS A LA DIRECCION DE SISMO

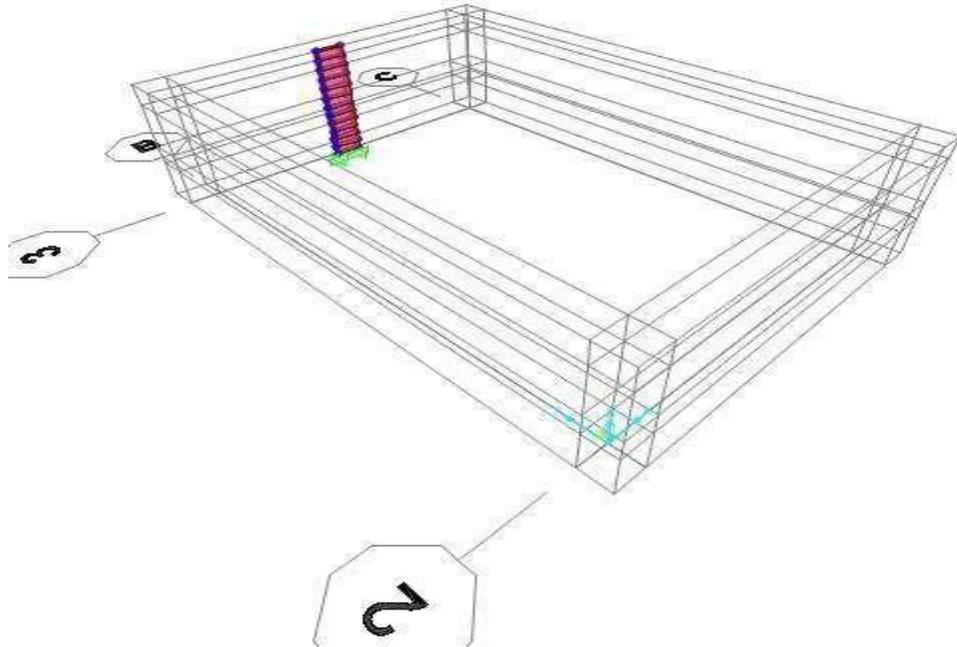




Se seleccionan los nudos de la base de uno de los 2 muros, paralelo a la dirección de sismo Sx

TABLE: Joint Reactions				
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	F1
Text	Text	Text	Text	Kip
10	V	Combination	Max	3.637
14	V	Combination	Max	3.637
569	V	Combination	Max	5.876
571	V	Combination	Max	6.591
573	V	Combination	Max	6.804
575	V	Combination	Max	6.879
577	V	Combination	Max	6.917
579	V	Combination	Max	6.924
581	V	Combination	Max	6.917
583	V	Combination	Max	6.879
585	V	Combination	Max	6.804
587	V	Combination	Max	6.591
589	V	Combination	Max	5.876
				80.332

$n=12; \sum Vu= 80332 \text{ lbs}; Vu=80332/12=6694 \text{ lbs}$



De una franja vertical de muro, se obtiene las dimensiones de cada “shell”:

Largo=20.18 pulg; $t_w=5.91$ pulg

$A_{cv}=119.26$ pulg²; $f'_c=5000$ lb/pulg²; $\phi=0.75$

$V_u > \phi A_{cv} \text{ raíz}(f'_c)$

$6694 > 6325$ (TRUE)

$V_s=369$

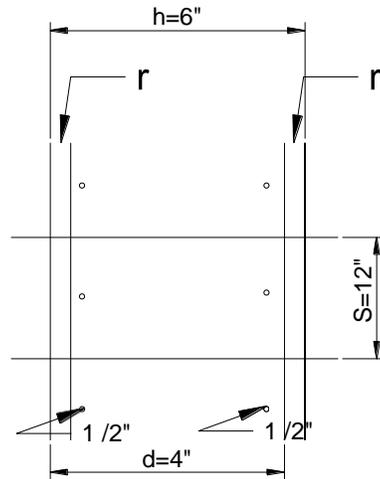
$A_s/S=V_s/(\phi f_y d)$

Donde: $f_y=60000$ lb/pulg²; $h=6$ pulg; $r=2$ pulg; $d=h-r=4$ pulg; $S=S_{max}=12$ pulg

$A_s=0.03$ pulg²

Acero horizontal (corte): 1#4 @ 12” ó 1φ1/2” @ 30 cm

Calculando la Cuantía



$$P_{min} = 0.003$$

$$P = 2 \times 0.20 / 12 \times 6$$

$$P = 0.006$$

$$P > P_{min}$$

TABLE A.1
Designations, diameters, areas, and weights of standard bars

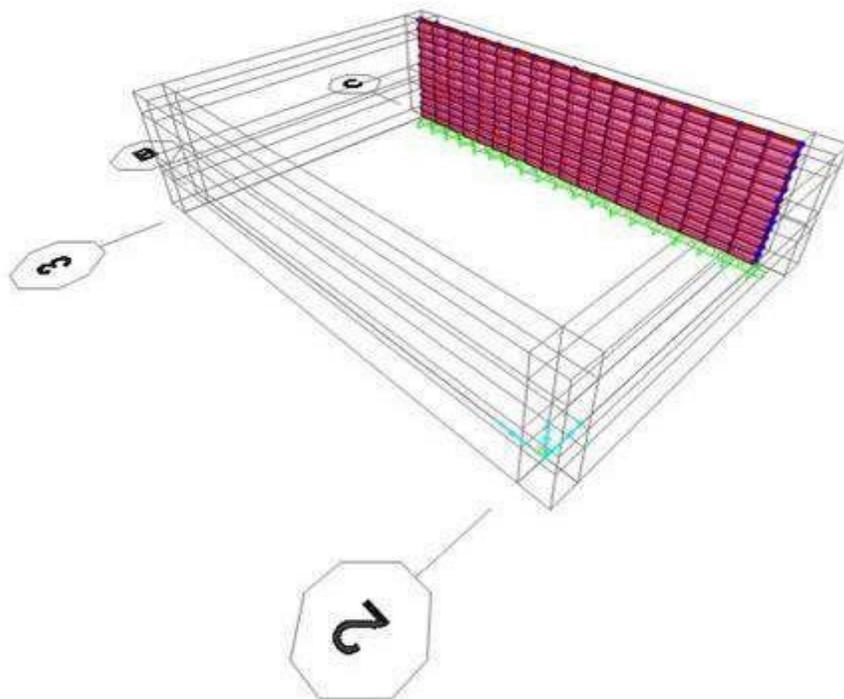
Bar No.		Diameter, in.	Cross-Sectional Area, in ²	Nominal Weight, lb/ft
Inch-Pound ^a	SI ^b			
3	10	$\frac{3}{16} = 0.375$	0.11	0.376
4	13	$\frac{1}{2} = 0.500$	0.20	0.668
5	16	$\frac{5}{8} = 0.625$	0.31	1.043
6	19	$\frac{3}{4} = 0.750$	0.44	1.502
7	22	$\frac{7}{8} = 0.875$	0.60	2.044
8	25	1 = 1.000	0.79	2.670
9	29	$1\frac{1}{8} = 1.128^c$	1.00	3.400
10	32	$1\frac{1}{4} = 1.270^c$	1.27	4.303
11	36	$1\frac{3}{8} = 1.410^c$	1.56	5.313
14	43	$1\frac{3}{4} = 1.693^c$	2.25	7.650
18	57	$2\frac{1}{4} = 2.257^c$	4.00	13.600

^aBased on the number of eighths of an inch included in the nominal diameter of the bars. The nominal diameter of a deformed bar is equivalent to the diameter of a plain bar having the same weight per foot as the deformed bar.

^bBar number approximates the number of millimeters included in the nominal diameter of the bar. Bars are marked with this designation.

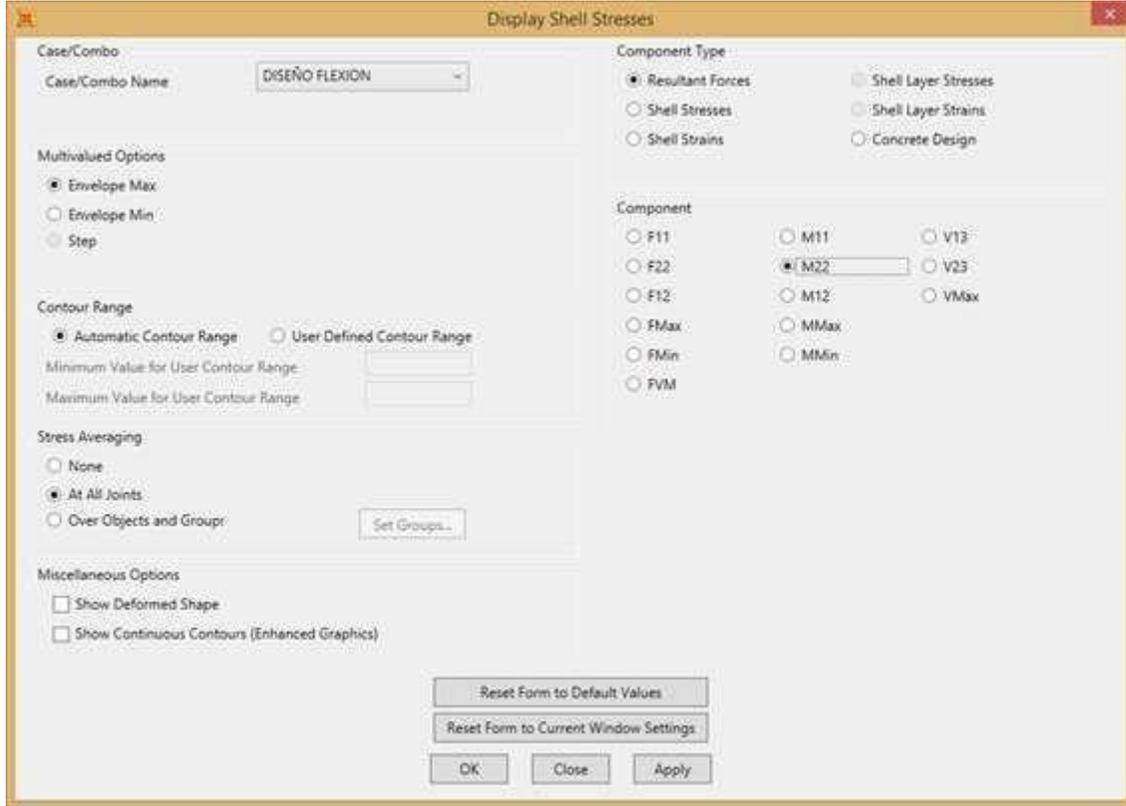
^cApproximate to nearest $\frac{1}{8}$ in.

DISEÑO DEL ACERO VERTICAL EN MUROS PERPENDICULARES A LA DIRECCION DE SISMO

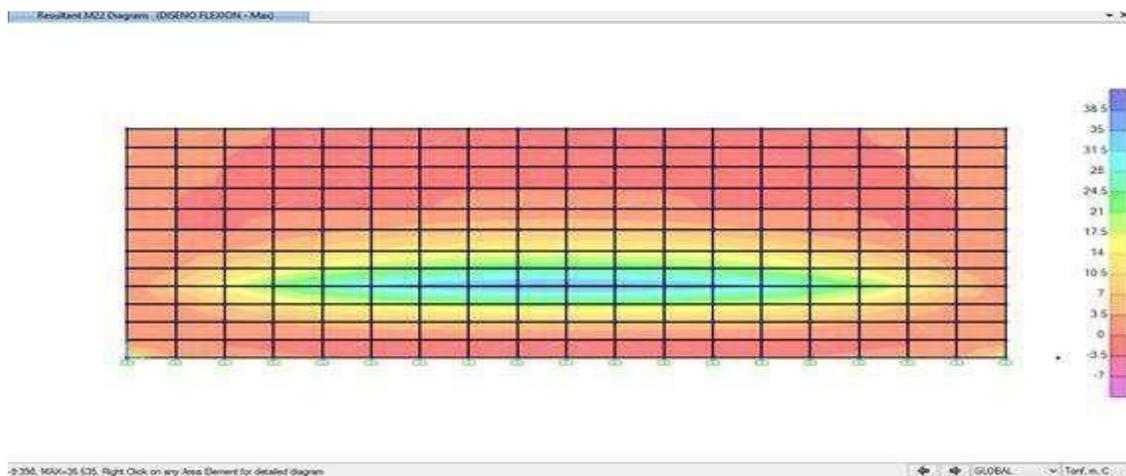


Para el diseño a flexión del refuerzo longitudinal del muro, se selecciona la combinación de cargas ENVOLVENTE de todas las combinaciones, para exposición ambiental moderada, conforme ACI 350-06

Luego, se solicita los momentos M_{22}

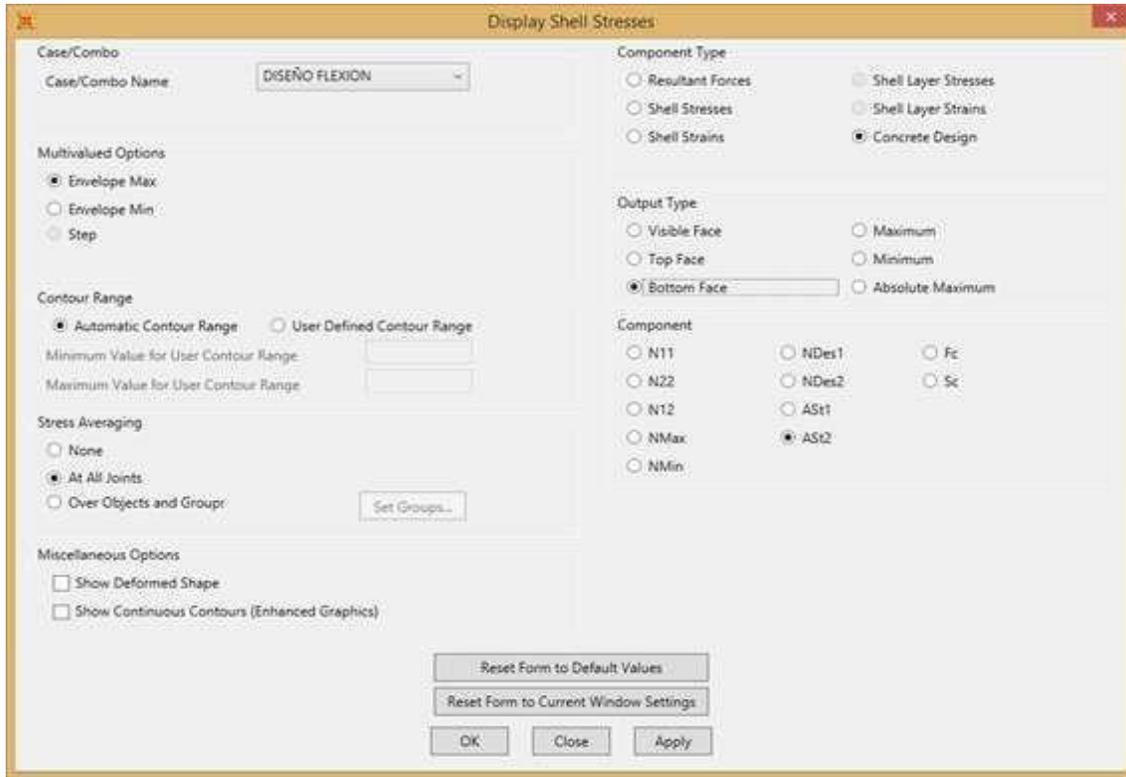


Los resultados se muestran a continuación:

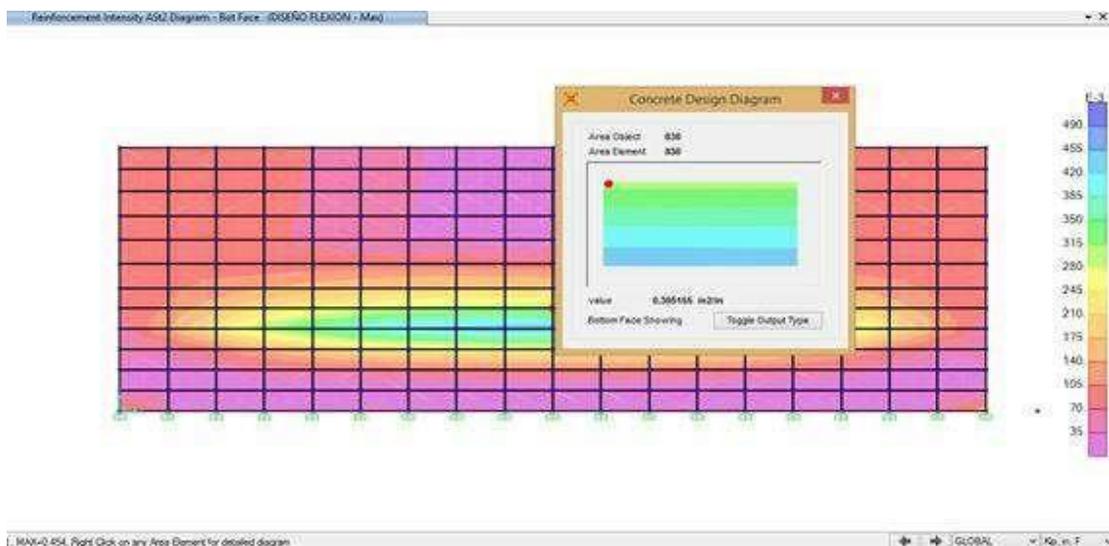


Trazando una sección vertical de corte para obtener un DMF:

El acero de refuerzo longitudinal, transversal al eje local 2, Ast2, en la cara “bottom” o inferior del muro, será:



En unidades inglesas pulg²/pulg, multiplicando por 12 para una franja unitaria de 1 pie:



$$A_s = 0.305 \text{ pulg}^2 / \text{pulg} = 3.66 \text{ pulg}^2 / \text{pie}$$

TABLE A.2
Areas of groups of standard bars, in²

Bar No.		Number of Bars											
Inch-Pound	SI	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4	13	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20	1.40	1.60	1.80	2.00	2.20	2.40
5	16	0.31	0.62	0.93	1.24	1.55	1.86	2.17	2.48	2.79	3.10	3.41	3.72
6	19	0.44	0.88	1.32	1.76	2.20	2.64	3.08	3.52	3.96	4.40	4.84	5.28
7	22	0.60	1.20	1.80	2.40	3.00	3.60	4.20	4.80	5.40	6.00	6.60	7.20
8	25	0.79	1.58	2.37	3.16	3.95	4.74	5.53	6.32	7.11	7.90	8.69	9.48
9	29	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00
10	32	1.27	2.54	3.81	5.08	6.35	7.62	8.89	10.16	11.43	12.70	13.97	15.24
11	36	1.56	3.12	4.68	6.24	7.80	9.36	10.92	12.48	14.04	15.60	17.16	18.72
14	43	2.25	4.50	6.75	9.00	11.25	13.50	15.75	18.00	20.25	22.50	24.75	27.00
18	57	4.00	8.00	12.00	16.00	20.00	24.00	28.00	32.00	36.00	40.00	44.00	48.00

El acero suministrado en una franja de 1 pie será 3#10 ó # 10 @4”

PROPUESTA DE REFORZAMIENTO DE ACUERDO A NORMA ACI350

- Se propone realizar un nuevo diseño de reservorio con los requerimientos estandarizados.
- Se propone seguir los requerimientos establecidos para acero de refuerzo, como cumplir su recubrimiento mínimo de 2", de acuerdo a la normativa ACI350.
- Se propone seguir los requerimientos establecidos para acero de refuerzo vertical y horizontal, como cumplir con el espaciamiento max de 12", de acuerdo a la normativa ACI350.
- Se propone seguir los requerimientos establecidos para acero de refuerzo, como cumplir con la cuantía mínima de 10"; de acuerdo a la normativa ACI350.
- Se propone seguir los requerimientos establecidos para muros, como cumplir con el espesor de muro de 10"; de acuerdo a la normativa ACI350.
- Se propone que el acero de refuerzo exterior debe estar en $\frac{1}{2}$ a $\frac{2}{3}$ del acero interior, de acuerdo con lo establecido a la norma ACI350.
- El acero de refuerzo interior recibe empujes hidrostáticos e hidrodinámicos, es por ello que se propone doble refuerzo en acero interior de acuerdo con lo establecido a la norma ACI350.

ANALISIS Y DISCUSION

- De acuerdo a los resultados obtenidos; lo cual mi recubrimiento mínimo, espaciamiento máximo, cuantía mínima, espesor de muro; no cumple **Según la Normativa ACI 350.**

REQUERIMIENTOS GENERALES	NORMATIVA ACI 350 RESERVORIO	
		EXISTENTE- EXP.
Recubrimiento de muros	2" (5cm)	0.8" (2 cm)
Recubrimiento en fondo de losa	2" (5cm)	0.8" (2 cm)
Recubrimiento en contacto con suelo	3" (8 cm)	0.8" (2cm)
Espaciamiento máximo	12" (30.50 cm)	15" (38 cm)
Cuantía mínima	10" (25 cm)	½" (1.27 cm)
Espesor de muro	10" (25 cm)	6" (15 cm)

Por lo tanto en la normativa nos dan a conocer sus valores estándar para un diseño que contengan líquido- reservorios. Es por ello se recomienda seguir lo que indica la norma para su buen resultante.

- **Esclerómetro**

En los resultados del ensayo de resistencia del concreto con esclerómetro ASTM C-805 que se muestra en la tabla N°5, se hizo la toma de 16 lecturas de acuerdo a :

De acuerdo a la **Calibración, Según "Determinación de la resistencia del hormigón mediante ensayos no Destructivos realizados con Esclerómetro y Ultrasonidos, Adolfo Delibes Lioiers director de INTEMAC"** hace mención que el concreto procede de estructuras distintas, diferencias y conocimiento de edades. Margen de error, dado a la información establecida y estudiadas por el **ing. Adolfo Delibes Lioiers**, (según la experiencia de los ensayos obtenidos en el laboratorio de **INTEMAC**), indica que el margen de error debe oscilar del 12% al 20 %, sin exceder este último valor.

Precisión, Según la práctica del **ASTM C805**, recomienda utilizar un número de 10 lecturas para su buen resultante.

NOTA: Tomando en cuenta la información básica para el ensayo de esclerometria, se ha tomado 16 lecturas de rebote, 4 lecturas para cada lado, dando un nivel de confianza al 80%, es decir un coeficiente de corrección de (0.80) del resultado de $f'c$ obtenido del valor interpolado por muestra.

- **Área de acero horizontal**

$$V_s = V_u - \phi A_{cv} \text{ raíz}(f'c)$$

$$V_s = 369$$

$$A_s/S = V_s / (\phi f_y d)$$

Donde: $f_y = 60000 \text{ lb/pulg}^2$; $h=6 \text{ pulg}$; $r=2 \text{ pulg}$; $d=h-r= 4 \text{ pulg}$; $S= S_{max} = 15 \text{ pulg}$

$$A_s = \mathbf{0.03 \text{ pulg}^2}$$

NOTA:

De acuerdo a la resultante del área de acero de refuerzo horizontal es mínima a la cuantía establecida en norma aci 350.

CONCLUSIONES

- En conclusión general podemos observar que para cada lado del reservorio, obtenemos un valor distinto, el cual se pudo analizar que por las distintas patologías existentes en cada lado del reservorio, se observa que a mayor patología menor es el resultado del ensayo. Lo cual con el ensayo de esclerometría podemos ver que la resistencia del concreto actual es 356 kg/cm².
- Se verificó que el espaciamiento utilizado en reservorio existente para acero vertical (flexión) es de 15". Por lo tanto no cumple con lo estipulado en norma ACI350.
- Se verificó que la resultante de acero horizontal (cortante), cumple con lo establecido en norma ACI350, ya que $6694 > 6325$.
- Se verificó que la resultante del área de acero horizontal no cumple con el recubrimiento mínimo establecidos en norma ACI350, ya que su recubrimiento es de 0.8".
- Se verificó que la resultante del área de acero horizontal no cumple con el espaciamiento máximo establecido en norma ACI350, ya que su espaciamiento es de 15".
- Se verificó que la resultante del área de acero horizontal no cumple con la cuantía mínima establecido en norma ACI350, ya que su cuantía es de $\frac{1}{2}$ ".
- Se verificó que el espesor de muro es de 6", el cual no cumple con lo establecido en norma ACI350.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar un nuevo diseño de reservorio.
- Para realizar un ensayo de esclerometría se recomienda realizar 10 lecturas de rebote mínimo para su buen resultante, para poder promediar e interpolar en la tabla de valores y obtener el $f'c$ requerido, como indica la ASTM C805.
- Se recomienda para acero vertical (flexión) seguir los requerimientos establecidos en norma ACI350 para contenedores de líquidos, el cual su espaciamiento es de 12" max (Smax).
- Se recomienda seguir los requerimientos establecidos para acero de refuerzo, como cumplir su recubrimiento mínimo de 2", de acuerdo a la normativa ACI350.
- Se recomienda seguir los requerimientos establecidos para acero de refuerzo, como cumplir con el espaciamiento max de 12", de acuerdo a la normativa ACI350.
- Se recomienda seguir los requerimientos establecidos para acero de refuerzo, como cumplir con la cuantía mínima de 10"; de acuerdo a la normativa ACI350.
- Se recomienda seguir los requerimientos establecidos para muros, como cumplir con el espesor de muro de 10"; de acuerdo a la normativa ACI350.
- Se recomienda que el acero de refuerzo exterior debe estar en $\frac{1}{2}$ a $\frac{2}{3}$ del acero interior, de acuerdo con lo establecido a norma ACI350.
- El acero de refuerzo interior recibe empujes hidrostáticos e hidrodinámicos, es por ello que se recomienda doble refuerzo en acero interior.

AGRADECIMIENTOS

El desarrollo de esta tesis de investigación me ha servido de mucho para mi vida profesional; el cual de cada proceso e investigación lo disfrute mucho porque ganaba nuevas experiencias para mi carrera profesional.

Estoy agradecido con mi Dios y la Virgen María porque me guiaron en cada momento de mi vida, brindándome las fuerzas que necesito para seguir saliendo hacia adelante apesar de todos los obstáculos y adversidades que se me presentaron en el camino, y así poder cumplir mis sueños que me eh trazado.

Agradecido infinitamente con mis padres, hermanos, esposa e hija, que han estado conmigo en todo momento y brindándome su apoyo incondicional, como apoyándome en cada paso que eh dado durante mis estudios realizados y mi vida profesional.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Acero, J. & Mejía, J. (s.f). *Análisis dinámico de tanques superficiales, circulares y rectangulares*. [Archivo PDF]

<https://dev2.construccion.org/biblioteca/articulo/analisis-dinamico-tanques-superficiales-circulares-rectangulares.html>

ACI Committee 350. (2006). *Seismic Design of Liquid-Containing Concrete Structures and Commentary (ACI 350.3-06)*. [Archivo PDF]

<http://docshare01.docshare.tips/files/30685/306853030.pdf>

Arias, C. y Castañeda, G. (2019). *Evaluación estructural del reservorio R-15 de la ciudad de Tacna para determinar su vulnerabilidad sísmica*. [Tesis para optar el título profesional de ingeniero civil, Universidad Privada de Tacna].

<http://repositorio.upt.edu.pe/handle/UPT/1154>

Campos, E. (2018). *Evaluación estructural de reservorio apoyado de c° a a° de sección circular (20 m³) sector 1 del C.P. Cabracancha – Chota*. [Tesis para optar el título profesional de ingeniero civil, Universidad Nacional de Cajamarca].

<http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1992>

Díaz, A. & Meniz, B. (2019). *Evaluación estructural de reservorios apoyados de concreto armado en lima metropolitana considerando la norma ACI 350-06 y las normativas peruanas*. [Tesis para optar el título profesional de ingeniero civil, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas].

<http://hdl.handle.net/10757/626005>

Pinedo, M. (2018). *Determinación y evaluación de las patologías del concreto armado del reservorio apoyado R1, del distrito de Coishco, provincia de Santa, departamento de Áncash*. [Informe de Investigación para optar por el título profesional de ingeniero civil, Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote].

file:///C:/Users/Gian%20Carlo/Downloads/PATOLOGIA_RESERVORIO_PINEDO_BLAS_MOISES_GONZALO.pdf

Reglamento Nacional de Edificaciones. (2009). Norma E.060 Concreto Armado. https://www.academia.edu/36564476/norma_e_060_concreto_armado_reglamento_nacional_de_edificaciones

Torres, D. y Montalván, D. (2018). *Evaluación por desempeño sísmico del comportamiento estructural de dos reservorios elevados con soporte tipo marco, Cabalcocha 2018*. [Tesis para optar el título profesional de ingeniero civil, Universidad Científica del Perú].

<http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/485>

Vargas, E. (2015). *Estudio sísmico en el diseño del reservorio circular apoyado R-8 capacidad 3000 m³ para la ciudad de Juliaca*. [Tesis para optar el título profesional de ingeniero civil, Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez].

<http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/509>

ANEXOS Y APENDICE

A.01. Documento solicitando permiso para investigación de tesis y toda información referida que me puedan facilitar.

Año de la Universalización del Perú

SOLICITO: Permiso para realizar trabajos de investigación.

Señor FERNANDO CASIO CONSOLACION
Alcalde de la Municipalidad Provincial de Yungay

Yo, ERIC SEVERINO GARCIA SANDOVAL, identificado con DNI N° 73436050, con domicilio en la Av. Pardo N° 1404 P.J, Miramar Bajo del distrito de Chimbote. Ante Ud. respetuosamente me presento y expongo.

Que habiendo culminado la carrera profesional de Ingeniería Civil en la Universidad "San Pedro" – Chimbote, solicito a Ud. permiso para realizar trabajo de investigación en su institución sobre el RESERVORIO DE COCHAONGO, teniendo como título de investigación "EVALUACION ESTRUCTURAL DEL RESERVORIO DE COCHAONGO PARA DETERMINAR SU VULNERABILIDAD SISMICA EN LA PROVINCIA DE YUNGAY-ANCASH" para optar el Título de Ingeniero Civil.

POR LO EXPUESTO,

Ruego a usted acceder a mi solicitud.

Chimbote, 04 de agosto de 2020.



ERIC SEVERINO GARCIA SANDOVAL
DNI N° 73436050
CELULAR N° 997909191

Anexo 01: Solicitud para investigación

Fuente: Propia

A.02 Recepción de documento para que me puedan facilitar la información requerida.

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL YUNGAY PLAZA DE ARMAS S/N 20193334262		<u>HOJA DE TRAMITE</u>		Hora Recop: 08:36:08 Fecha de Recop: 05/08/2020
Nº Expediente:	00004001			
Administrado:	GARCIA SANDOVAL ERIC S.			
Asunto:	PERMISO PARA REALIZAR TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN			
Documento:	SOLICITUD -	Nro de Folios:	****1	
Destino:	GERENCIA MUNICIPAL			
Observaciones:				
Recibido por: DOLORES ESPINOZA CARMEN ISABEL En: MESA DE PARTES			Consulte su trámite en: muniyungay.gob.pe	



Anexo 02: Cargo de recepción de solicitud presentada

Fuente: Propia

A.03. Autorización para realizar trabajo de investigación.



Anexo 03: Respuesta a lo solicitado

Fuente: Propia

A.04. Estudio de suelos entregada por la Municipalidad.



MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DE LA CAPTACIÓN Y LÍNEA DE CONDUCCIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ZONA SUR DE LA CIUDAD DE YUNGAY, PROVINCIA DE YUNGA Y ANCASH

311

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN

PROYECTO:

MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DE LA CAPTACION Y LINEA DE CONDUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ZONA SUR DE LA CIUDAD DE YUNGAY, PROVINCIA DE YUNGAY—ANCASH

SOLICITANTE :

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE YUNGAY

UBICACIÓN

DEPARTAMENTO : ANCASH

PROVINCIA : YUNGAY

DISTRITO : YUNGAY



Inge. Moses A. Pasco Sanchez
CIP 119026
INGENIERO CIVIL

ABRIL DEL 2019



CONTENIDO

- 1.0. GENERALIDADES
- 1.1. INTRODUCCION
- 1.2. ALCANCES DEL ESTUDIO
- 1.3. UBICACIÓN DEL TERRENO EN ESTUDIO.
- 2.0. MEMORIA DESCRIPTIVA
- 2.1. RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACION
- 2.2. INFORMACION PREVIA
 - 2.2.1. DEL TERRENO A INVESTIGAR
 - 2.2.2. DE LA OBRA A CIMENTAR
 - 2.2.3. DATOS GENERALES DE LA ZONA
 - 2.2.4. USÓ ANTERIOR DEL TERRENO
 - 2.2.5. CONSTRUCCION ANTIGUAS, RESTOS ARQUEOLOGICOS
 - 2.2.6. DE LOS TERRENOS COLINDANTES
 - 2.2.7. DE LAS EDIFICACIONES ADYACENTES
- 2.3. EXPLORACIONES DE CAMPO
 - 2.3.1. EXPLORACION A CIELO ABIERTO
 - 2.3.2. ENSAYOS IN SITU
- 2.4. ENSAYOS DE LABORATORIO
 - 2.4.1. ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO
 - 2.4.2. ENSAYOS ESPECIALES DE LABORATORIO
- 2.5. PERFIL ESTRATIGRAFICO DE SONDAJES Lec
- 2.6. NIVEL DE LA NAPA FREATICA
- 2.7. ANALISIS DE LA CIMENTACION
 - 2.7.1. CALCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE DEL SUELO
 - 2.7.2. ESTRATO DE APOYO DE LA CIMENTACION
 - 2.7.3. TIPO DE ENSAYOS DE LABORATORIO
- 3.0. CONCLUSIONES Y CIMENTACION
- 4.0. PLANOS Y PERFILES DE SUELO
- 5.0. RESULTADOS DE LOS RECOMENDACIONES

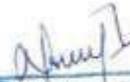
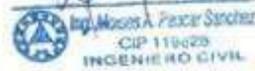

 **Ing. Moisés A. Pizarro Sánchez**
CIP 119426
INGENIERO CIVIL



ANEXOS

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

- Resumen Ensayos Estándar - Clasificación SUCS
- Ensayos de Contenido de Humedad Natural
- Ensayos de Granulometría
- Ensayos de límites de Consistencia
- Panel Fotográfico



Ing. Marcos A. Pizarro Sanchez
CIP 118428
INGENIERO CIVIL



ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN

MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DE LA CAPTACION Y LINEA DE CONDUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ZONA SUR DE LA CIUDAD DE YUNGAY, PROVINCIA DE YUNGAY – ANCASH

1. GENERALIDADES:

1.1. INTRODUCCIÓN

El presente informe tiene como objetivo mostrar los trabajos realizados, así como los resultados de los parámetros de diseño y conclusiones de los estudios de mecánica de suelos con la finalidad de determinar la clasificación del suelo para el diseño de la cimentación de los elementos estructurales del proyecto: MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DE LA CAPTACION Y LINEA DE CONDUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ZONA SUR DE LA CIUDAD DE YUNGAY, PROVINCIA DE YUNGAY – ANCASH

El presente estudio se ha ejecutado de acuerdo de reglamento nacional de edificaciones norma técnica de edificación E-OSO Suelos y Cimentaciones.

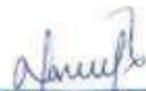
1.2. ALCANCES DEL ESTUDIO

En general los estudios de mecánica de suelos con fines de cimentación de las estructuras de la ingeniería civil están orientada a la investigación de las propiedades y parámetros de diseño de los materiales del subsuelo y su comportamiento mecánico que debe resistir los esfuerzos que les transmiten las cargas de la estructura propuesta, con el fin de diseñar con seguridad las cimentaciones. De esta manera se investiga el subsuelo, con el fin de establecer alternativas de cimentación que se adecuen a las condiciones del suelo y a la estructura propuesta de la edificación.

1.3. UBICACIÓN DEL TERRENO DE ESTUDIO

El terreno en estudio se encuentra ubicado en:

DEPARTAMENTO : ANCASH


 Ing. Moisés A. Pozar Sanchez
 CIP 115029
 INGENIERO CIVIL



"MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DE LA CAPTACIÓN Y LÍNEA DE CONDUCCIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ZONA SUR DE LA CIUDAD DE YUNGAY, PROVINCIA DE YUNGA Y ANCASH"

315

PROVINCIA : YUNGA

DISTRITO : YUNGA

Cuadro 1. Ubicación de las localidades beneficiarias del Proyecto.

COORDENADAS UTM WGS84			
LOCALIDAD	NORTE (m)	ESTE (m)	ELEVACIÓN (m.s.n.m.)
Sona Zur	8'992,252.28	196,389.265	2,458

Fuente: Elaboración de equipo técnico

Macro localización del Proyecto

Imagen 01 Ubicación Nacional



2. MEMORIA DESCRIPTIVA

2.1. RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACIÓN

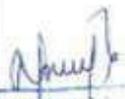

Ing. Moisés A. Paucar Sanchez
 CIP 119020
 INGENIERO CIVIL



CALICATA N°		C-01 CAPTACIÓN
TIPO DE CIMENTACIÓN		CIMENTACIÓN CORRIDA DE B=1-00
ESTRATO DE APOYO DE CIMENTACIÓN		GRAVA MAL GRADUADA LIMOSA (GP-GM)
PARÁMETROS DE DISEÑO DE LA CIMENTACIÓN	PROFUNDIDAD DE LA CIMENTACIÓN	1.5
	PRESION ADMISIBLE	1.98
	FACTOR DE SEGURIDAD POR CORTE	3
	ASENTAMIENTO TOTAL	-
	RECOMENDACIONES ADICIONALES	-

CALICATA N°		C-02 CONDUCCIÓN
TIPO DE CIMENTACIÓN		-
ESTRATO DE APOYO DE CIMENTACIÓN		GRAVA BIEN GRADUADA LIMOSA (GW-GM)
PARÁMETROS DE DISEÑO DE LA CIMENTACIÓN	PROFUNDIDAD DE LA CIMENTACIÓN	-
	PRESION ADMISIBLE	-
	FACTOR DE SEGURIDAD POR CORTE	-
	ASENTAMIENTO TOTAL	-
	RECOMENDACIONES ADICIONALES	-

CALICATA N°		C-03 CONDUCCIÓN
TIPO DE CIMENTACIÓN		-
ESTRATO DE APOYO DE CIMENTACIÓN		ARENA LIMOSA (SM)
PARÁMETROS DE DISEÑO DE LA CIMENTACIÓN	PROFUNDIDAD DE LA CIMENTACIÓN	-
	PRESION ADMISIBLE	-
	FACTOR DE SEGURIDAD POR CORTE	-
	ASENTAMIENTO TOTAL	-
	RECOMENDACIONES ADICIONALES	-


 Ing. Moisés A. Pizarro Sanchez
 CIP 115628
 INGENIERO CIVIL

CALICATA N°		C-04 CONDUCCIÓN
TIPO DE CIMENTACIÓN		-



ESTRATO DE APOYO DE CIMENTACIÓN		GRAVA MAL GRADUADA LIMOSA (GP-GM)
PARÁMETROS DE DISEÑO DE LA CIMENTACIÓN	PROFUNDIDAD DE LA CIMENTACIÓN	1.50
	PRESION ADMISIBLE	1.98
	FACTOR DE SEGURIDAD POR CORTE	3.00
	ASENTAMIENTO TOTAL	-
	RECOMENDACIONES ADICIONALES	-

2.2. INFORMACIÓN PREVIA

El área en estudio se ubica geográficamente en el Distrito de Yungay, Provincia de Yungay Departamento de Ancash.

2.2.1. TERRENO A INVESTIGAR

La zona de estudio cuenta con plan de ubicación y plano topográfico con curvas nivel.

2.2.2. DE LA OBRA A CIMENTAR

Se construirá el Proyecto: "MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DE LA CAPTACION Y LINEA DE CONDUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ZONA SUR DE LA CIUDAD DE YUNGAY, PROVINCIA DE YUNGAY-ANCASH"

2.2.3. DATOS GENERALES DE LA ZONA

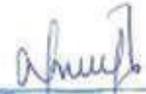
No se han detectado estudios de restos Arqueológicos dentro de la zona de estudio.

2.2.4. USO ANTERIOR DEL TERRENO

Ninguno.

2.2.5. CONSTRUCCIÓN ANTIGUA, RESTOS ARQUEOLÓGICOS

Ninguno.


 **Moisés A. Pastor Sanchez**
 CIP 116028
 INGENIERO CIVIL.

2.2.6. DE LOS TERRENOS COLINDANTES

En el área del proyecto no se han encontrado otros estudios similares al presente

2.2.7. DE LAS EDIFICACIONES ADYACENTES

En el área del proyecto no se han encontrado Edificaciones Existentes.



2.3. EXPLORACIÓN DEL CAMPO

Dentro del área de terreno materia del proyecto, se realizaron 04 calicatas a cielo abierto y muestreo alterado.

2.3.1. EXPLORACIÓN A CIELO ABIERTO

La técnica de investigación empleada para la toma de muestras en el presente estudio en cumplimiento del artículo 102, son las calicatas Las mismas que excavaciones en formas diversas que permiten una observación directa del terreno. Así como la toma de muestras. Las calicatas se realizaron según la NTP 339.162 (ASTM D420).

2.3.2. ENSAYOS IN SITU

No se han realizado ensayos in situ.

2.4. ENSAYOS DE LABORATORIO

De las muestras repetitivas se realizaron los ensayos de laboratorio de acuerdo a las normas de ensayo de la American Society for Testing Materials (ASTM).

2.4.1. ENSAYO ESTANDAR DE LABORATORIO

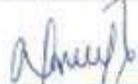
De la exploración a cielo abierto se han obtenido 04 muestras de Calicatas. Los ensayos de laboratorio efectuados para cada calicata son los siguientes:

- Contenido de Humedad NTP 339.127 (ASTM D2216)
- Análisis Granulométrico NTP 339.128 (ASTM D422)
- Límite Líquido y Límite Plástico NTP 339.129 (ASTM D4318)
- Clasificación de Suelos NTP 339.134 (ASTM D2487)

CALICATA N°	MUESTRA	GRAVA (%)	ARENA (%)	FINOS (%)	I.P (%)	CLASIFICACIÓN
C-01	CAPTACION	76.53%	12.66%	10.83%	NP	GP-GM
C-02	LÍNEA DE CONDUCCIÓN	62.21%	32.66%	5.13%	NP	GW-GM
C-03	LÍNEA DE CONDUCCIÓN	17.69%	48.34%	33.97%	11.10%	SM
C-04	LÍNEA DE CONDUCCIÓN	67.67%	22.85%	9.48%	NP	GP - GM

2.4.2. ENSAYOS ESPECIALES DE LABORATORIO

No se han realizado ensayos especiales.


 Ing. Moisés A. Pascaz Sanchez
 CIP 110828
 INGENIERO CIVIL



2.5. PERFIL ESTRATIGRÁFICO DE SONDAJE

El perfil estratégico correspondiente de la calicata, se describe a continuación:

En la calicata C-01 se encuentra Gravas mal graduadas limosas (GP-GM),
{Captación}

En la calicata C-02 se encuentra Gravas bien graduadas limosas (GW-GM),
{Línea de Conducción}

En la calicata C-03 se encuentra Arenas Limosas (SM), {Línea de Conducción}

En la calicata C-04 se encuentra Gravas mal graduadas limosas (GP-GM), {Línea
de Conducción}

2.6. NIVEL DE NAPA FREÁTICA

La zona materia de estudio no se ha encontrado nivel freático.

2.7. ANÁLISIS DE LA CIMENTACIÓN

2.7.1. CÁLCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE DEL SUELO

El Cálculo de la capacidad admisible del suelo se ha efectuado empleado la
formulación propuesta por Terzaghi, y los cálculos se adjuntan en la hoja de
cálculo de la capacidad admisible.

2.7.2. ESTRATO DE APOYO DE LA CIMENTACIÓN

Del resultado de los ensayos de laboratorio, se recomienda cimentar a una
profundidad de 1.50 m, o mayor según estudio en caso de existir nivel
freático.

3. PLANO DE PERFILES DE SUELO

El plano de ubicación de calicatas se adjunta en los anexos.

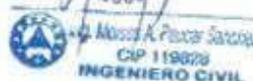
4. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

Los resultados de los ensayos de laboratorio se adjuntan en los anexos.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Del análisis efectuado en el presente estudio en la base a los trabajos de
campo ensayos de laboratorio, se concluye:

- La captación de la muestra de la calicata C.01, ES :1.98 Kg/Cm²



Marcos A. Pizarro Sánchez
CIP 119079
INGENIERO CIVIL



"MEJORAMIENTO Y AMPUACIÓN DE LA CAPTACIÓN Y LÍNEA DE CONDUCCIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ZONA SUR DE LA CIUDAD DE YUNGAY, PROVINCIA DE YUNGA Y ANCASH"

320

- La clasificación SUCS de la calicata C-02 es: Grava bien graduada limosa con arena (GW-GM)
- La clasificación SUCS de la calicata C-03 es: Arena limosa (SM)
- La clasificación SUCS de la calicata C-04 es: Grava mal graduada limosa con arena (GP-GM)

No Existe nivel freático:

El presente estudio solo es válido para el área investigada.



Ing. Alvaro A. Pastor Sanchez
CIP 119828
INGENIERO CIVIL

A.05. Panel fotográfico en el lugar de estudio para la investigación correspondiente.





Anexo 05: Reservorio de Cochaongo.

Fuente: Propia

A.06. Panel fotográfico en el laboratorio de mecánica de suelos.



Anexo 06: Laboratorio de mecánica de suelos- Huaraz.

Fuente: Propia

A.07. Panel fotográfico realizando ensayo de esclerometría- no destructivo.







Anexo 07: Ensayo de esclerometría

Fuente: Propia

A.08. Resultados de laboratorio de suelos.



- ESTUDIO GEOTECNICOS
- ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTO Y CONCRETO
- ALQUILER DE EQUIPOS LIVIANOS DE LABORATORIO
- SERVICIOS MULTIPLES

ENSAYO DE RESISTENCIA DEL CONCRETO CON ESCLEROMETRO ASTM C-805

OBRA : RESERVORIO

SOLICITANTE : GARCIA SANDOVAL ERIC SEVERINO

LUGAR : SECTOR COCHAONGO - PROVINCIA DE YUNGAY - DEPARTAMENTO DE ANCASH

FECHA : 20/08/2020

Nº	Descripción	Aplicación del Método	Días de Vaciado el Cº	Fecha de Prueba	Número de Disparos				Promedio	Error de Calibración (-%)	Valor Asumido del Ensayo	Resistencia Resultante f'c (kg/cm²)
					L1	L2	L3	L4				
1	RESERVORIO	→	>a 28	03/08/2020	37.5	43.5	41.5	45.5	42.00	40.00	40	356.00

OBSERVACIONES:
 Ensayo realizado mediante prueba no destructiva estandarizada por la norma ASTM C-805
 Instrumento Utilizado, Esclerómetro Modelo: 713-100 Series, IN0325
 Error de calibración del equipo +/- 5% respecto a los valores reales obtenidos
 Los resultados de ensayo no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistema de Calidad de la entidad que lo produce (Resolución N° 0002 - 98/INDECOPI-CTR del 07-01-98) Este documento no autoriza el empleo de materiales analizados, siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



FELIX SAMILLAN PACORI
 INGENIERO CIVIL
 REG. Nº 8993
 MAESTRIA EN SALUDENHA

LABORATORIO: Jr. HORACIO ZEVALLOS GAMEZ N° 897
 AL COSTADO DEL MINISTERIO DEL MTC
 VILLON ALTO - HUARAZ - ANCASH

TEL: 043-727669
 CÉL: 918 164 771 - 984 479 814 - 900 091 969
 CORO MAMAW RAIL - NICOLEGOSYEC25@HOTMAIL.COM

Anexo 08: Ensayo de Resistencia del concreto con Esclerómetro.

Fuente: Propia.

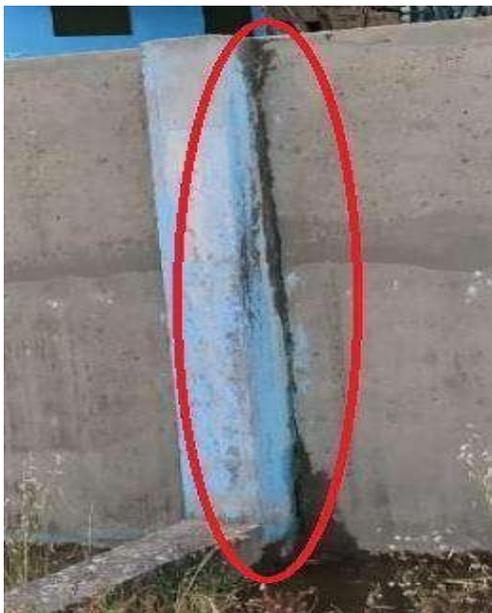
A.09. Levantamiento de información de las diferentes tipos de Patologías presentes en reservorio existente de Cochaongo.

Para poder obtener la información requerida, realice una visita insitu:

- Observar los daños del reservorio.
- Poder identificar los tipos de daños de la estructura visualmente.
- Evaluar y analizar los tipos de patologías identificadas.
- Determinar el grado de riesgo de cada patología existente.

Tipos de Patologías existentes:

-Grietas: Las grietas son lesiones mecánicas con un corte alargado de mayor abertura en el centro, desde 3 mm en adelante. Las grietas pueden llegar a afectar el espesor del componente constructivo.



-Eflorescencia: Es un residuo de sales con textura polvosa de color blanco tiza y se puede formar en la superficie de cualquier producto que contenga cemento, sin importar el color de este.



-Figura: Las fisuras en elementos de concreto es de recurrencia diaria y no existe obra realizada en concreto que no presente esta patología.



-Humedad: Se produce cuando hay presencia de agua en un porcentaje mayor. Esta humedad se convierte en un problema en el concreto y la salud de las personas.



-Filtración: La humedad ocasionada por filtraciones es un tipo de patología muy común, el cual es producida por exceso de fisuras o grietas.

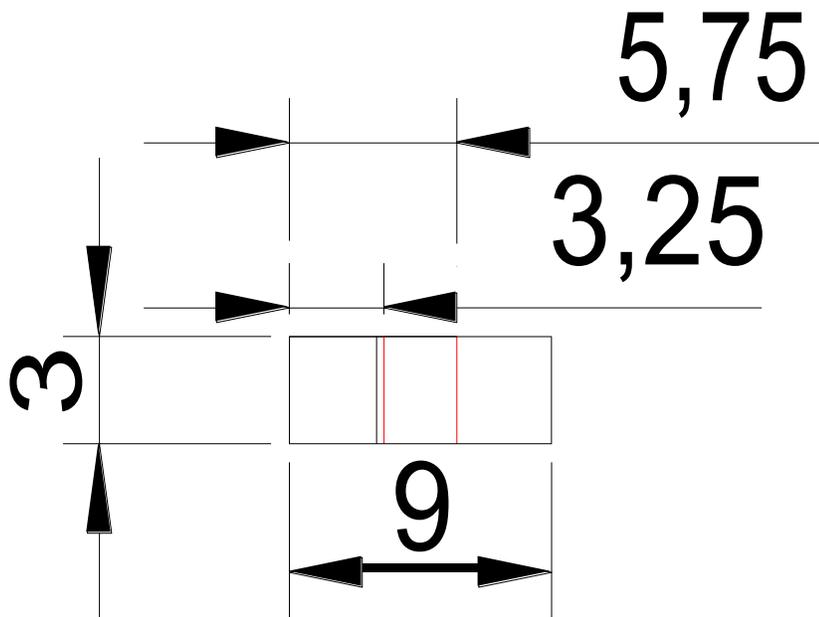
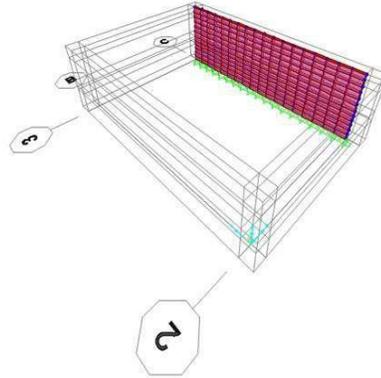


Anexo 09: Patologías existente.

Fuente: Propia.

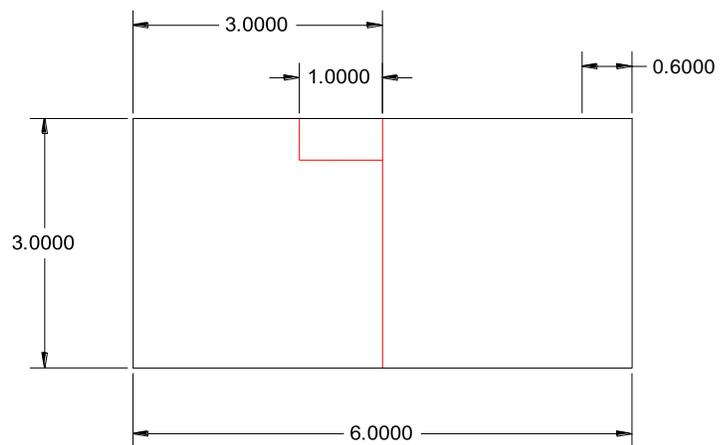
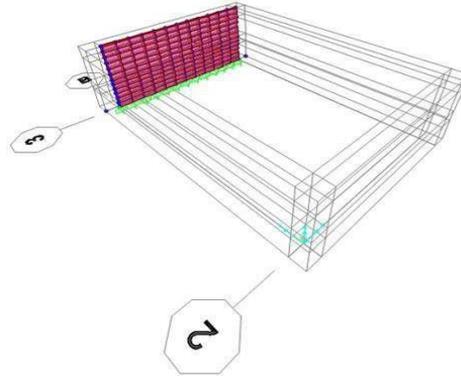
A.10. Ubicación de fisuras- grietas.

-Muro perpendicular a la dirección del sismo- Grietas



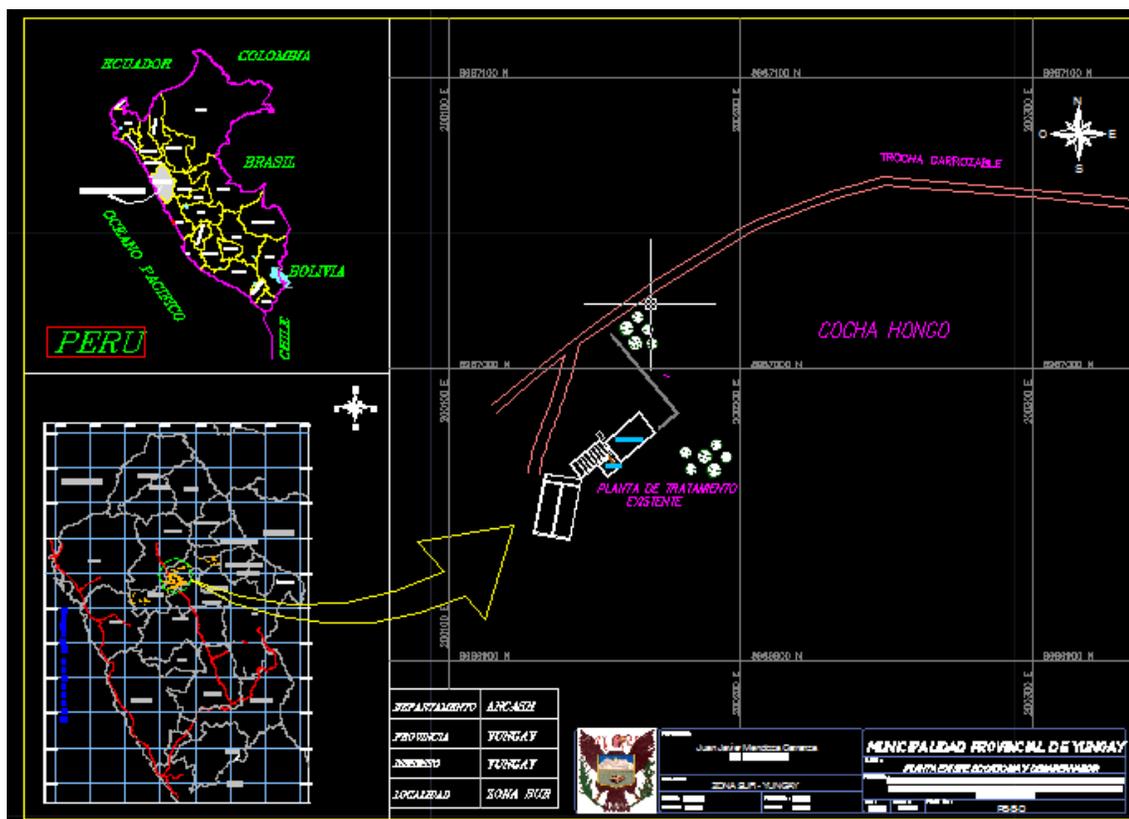
Lo que se encuentra de color rojo son las grietas como se aprecia en las imágenes líneas arriba.

-Muro paralelo a la dirección del sismo – Fisuras.



Lo que se encuentra de color rojo son las fisuras como se aprecia en las imágenes líneas arriba.

A.11. Plano de Ubicación



Anexo 11: Ubicación

Fuente: Propia

FIGURAS

F.01. Posibles condiciones de carga para un tanque parcialmente enterrado.

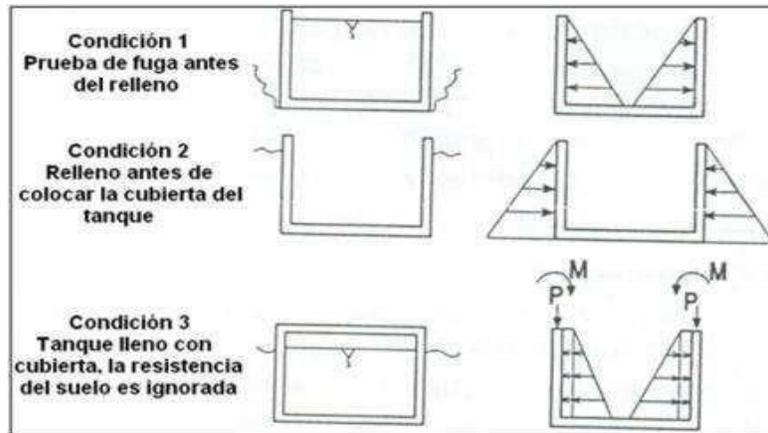


Figura 01: Condiciones de carga

Fuente: Portland Cement Association, 1993.

F.02. Configuraciones típicas de tanques.

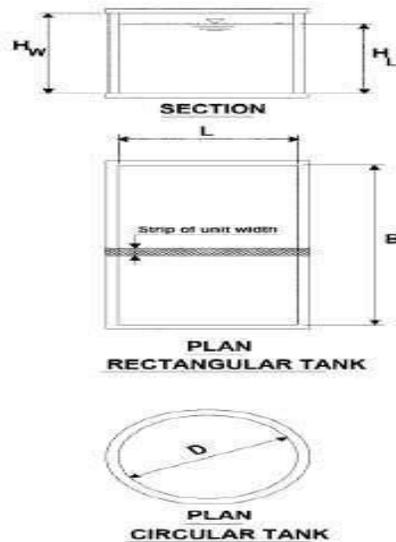


Figura 02: Configuraciones de tanques.

Fuente: Norma ACI 350.

F.03. Types of ground-supported, liquid-containing structures classified on the basis of their Wall-to-footing connection details (base waterstops not shown).

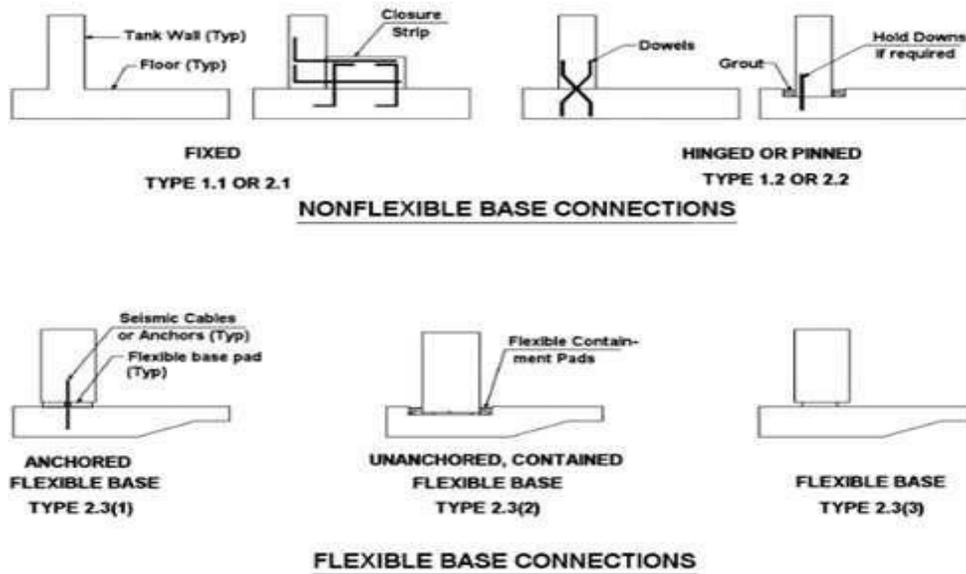


Figura 03: Bases.

Fuente: Norma ACI 350.

F.04. Membrana de corte transferida a la base de estanques circulares (adaptado de la referencia 13).

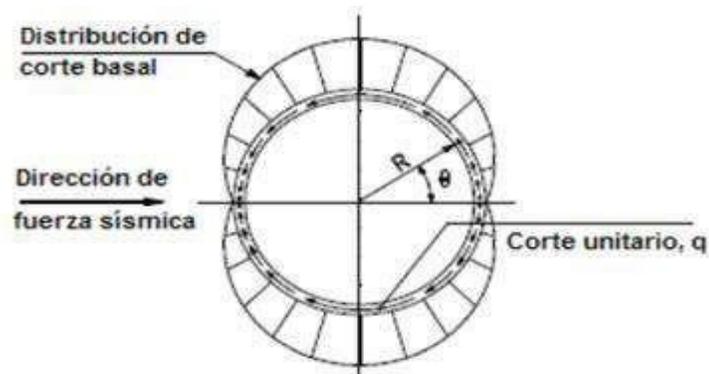


Figura 04: Corte a la base

Fuente: Norma ACI 350.

F.05. Distribución de presión hidrodinámica en las paredes del estanque (adaptado de las referencias 3y13).

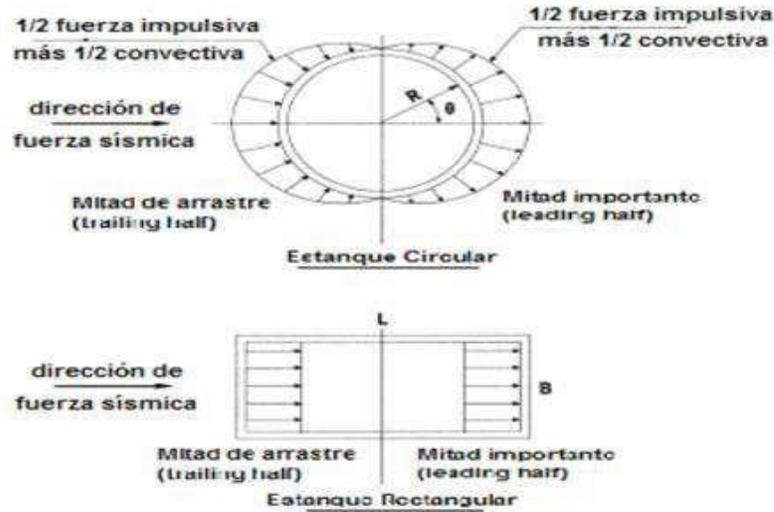


Figura 05: Presión hidrodinámica.

Fuente: Norma ACI 350

F.06. Distribución de fuerzas verticales: estanques rectangulares.

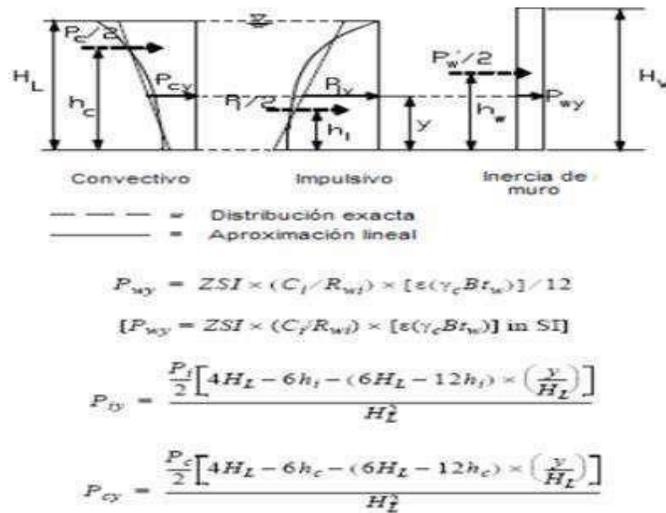


Figura 06: Fuerzas verticales.

Fuente: Norma ACI 350.

F.07. Distribución de presiones hidrostáticas e hidrodinámicas y fuerzas de inercia en un muro de una estructura rectangular contenedora de líquido.

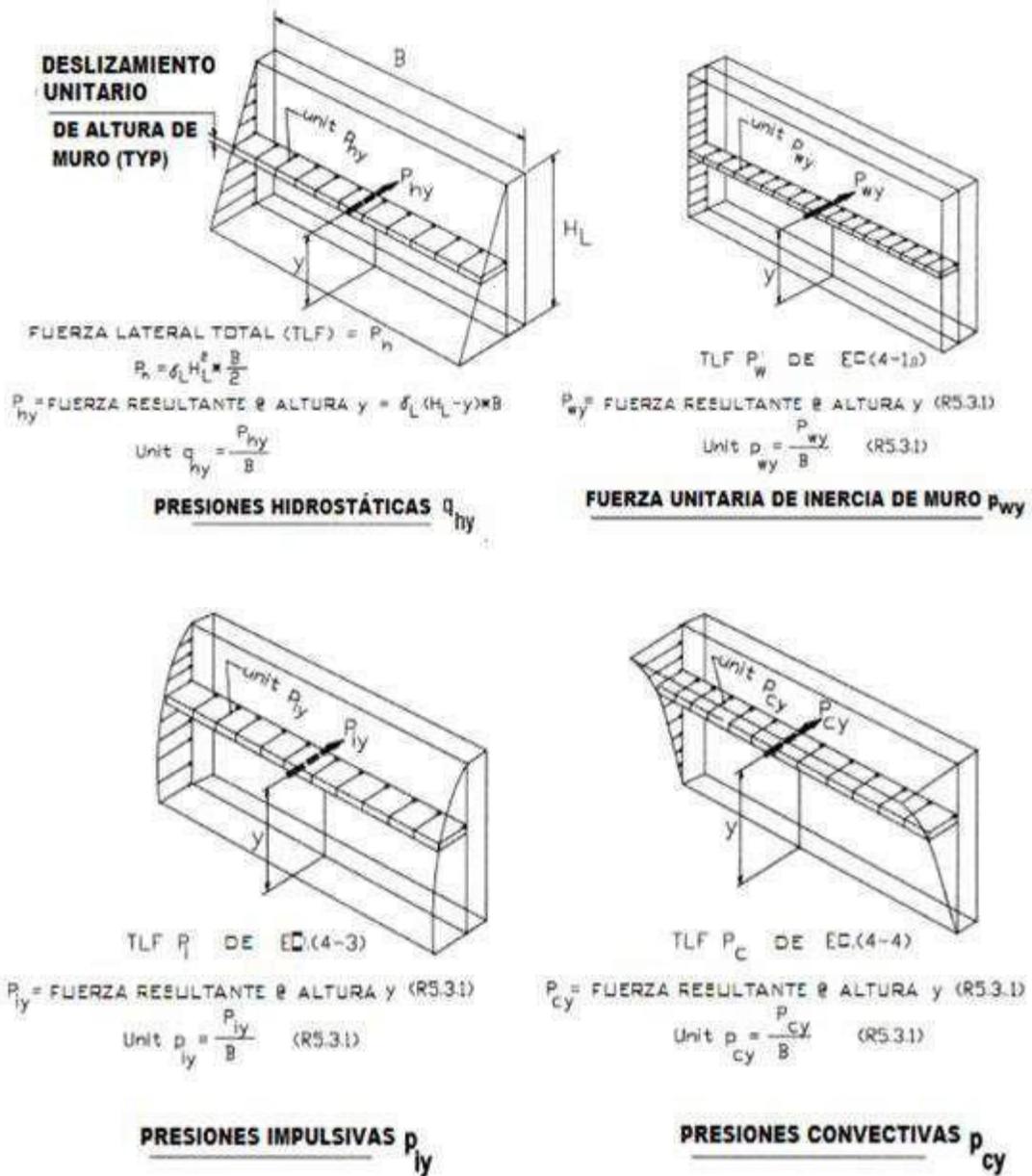
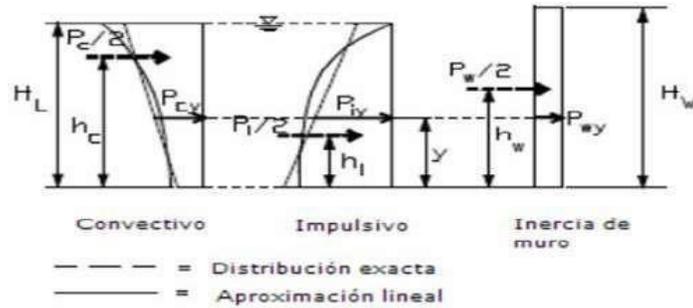


Figura 07: Presiones hidrostáticas e hidrodinámicas.

Fuente: Norma ACI 350.

F.08. Distribución de fuerzas verticales: estanques circulares.



$P_{wy} = \frac{P_w}{2H_w}$ (para muros con espesor constante. Para secciones variables, modificar de acuerdo a lo siguiente)

$$P_{iy} = \frac{P_i}{2} \left[\frac{4H_L - 6h_i - (6H_L - 12h_i) \times \left(\frac{y}{H_L}\right)}{H_L^2} \right]$$

$$P_{cy} = \frac{P_c}{2} \left[\frac{4H_L - 6h_c - (6H_L - 12h_c) \times \left(\frac{y}{H_L}\right)}{H_L^2} \right]$$

Figura 08: Fuerzas verticales.

Fuente: Norma ACI 350.

F.09. Espectro de respuesta de diseño.

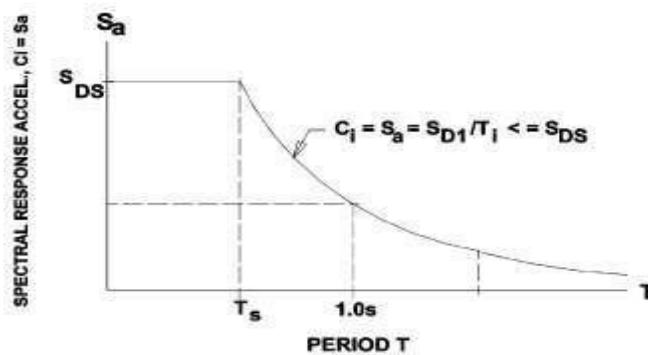
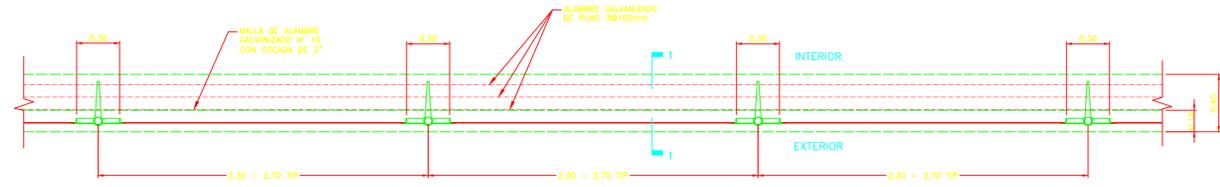
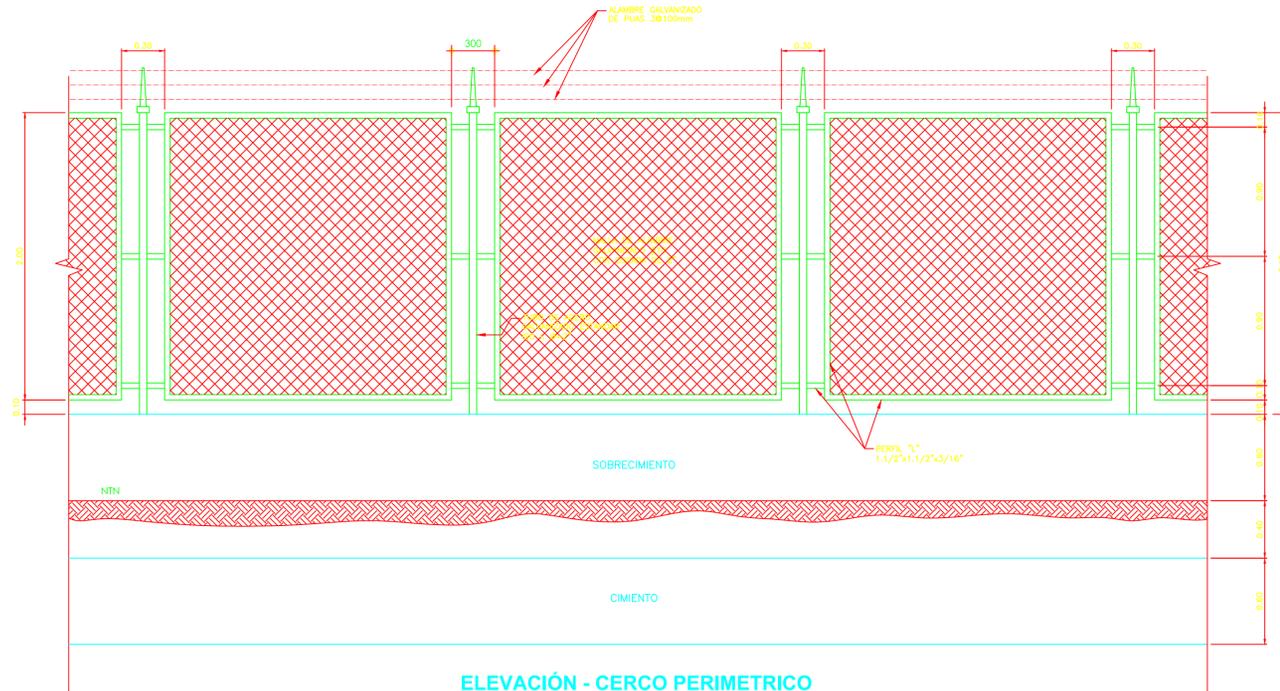


Figura 09: Espectro de respuesta de diseño.

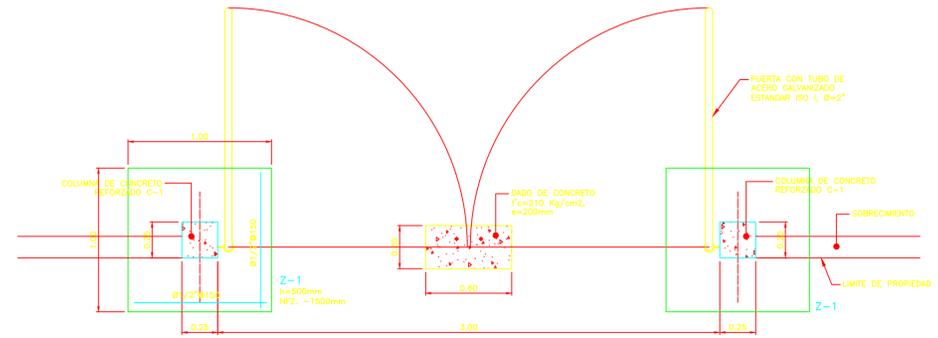
Fuente: Norma ACI 350.



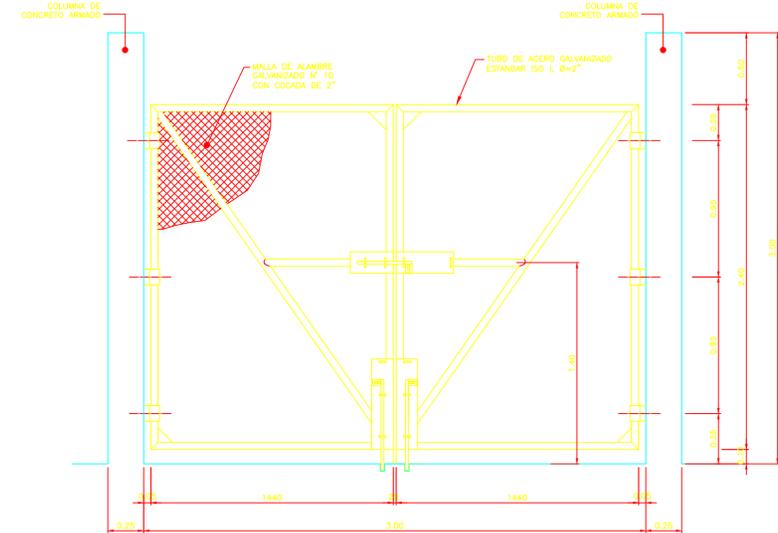
PLANTA - CERCO PERIMETRICO
ESC= 1/25



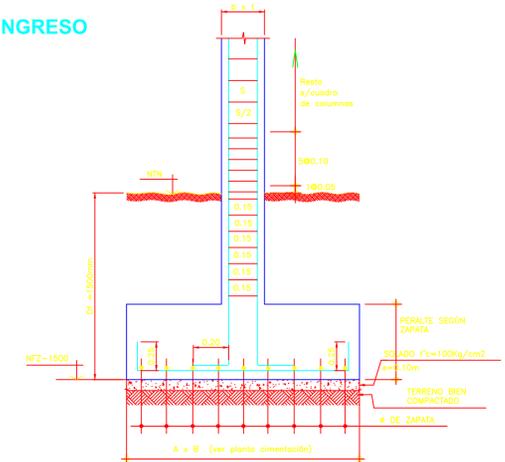
ELEVACION - CERCO PERIMETRICO
ESC= 1/25



PLANTA - PUERTA DE INGRESO
ESC= 1/25



ELEVACION - PUERTA DE INGRESO
ESC= 1/25



DETALLE TÍPICO DE ZAPATA
ESC= S/N

NORMA E-090 (ESTRUCTURAS METÁLICAS)

EJECUCIÓN Y CONTROLES DE CALIDAD PARA ESTRUCTURAS METÁLICAS:

- LOS MATERIALES A EMPLEAR SERÁN:
 1. PLANCHAS DE ACERO AL CARBONO CALIDAD A-36, Fy=2,530 Kg/cm².
 2. PERFILES DE ACERO CALIDAD A-36, Fy=2530 Kg/cm².
 3. ELECTRODOS E70XX
 4. PERNOS ASTM 325

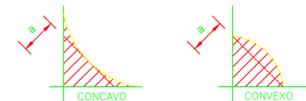
FABRICACIÓN EN TALLER:

- A EFECTO DE UN MÁXIMO APROVECHAMIENTO DE LOS MATERIALES, SE ACEPTARÁ HASTA UN EMPALME SOLDADO (CON SOLDADURA DE PENETRACIÓN COMPLETA) EN BARRAS DE MÁS DE 6.00m DE LONGITUD.
- EN BARRAS CON LARGOS DE HASTA 6.00m, NO SE ACEPTARÁN EMPALMES.
- LOS AGUJEROS PARA PERNOS SE REALIZARÁN CON TALADROS Y NO SE PERMITIRÁ REALIZARLOS CON SOPLETE NI PUNZONES.
- LAS CARTELAS Y PLANCHAS EN GENERAL SE CORTARÁN CON GUILLOTINA O ARCO DE SIERRA, NO SE PERMITIRÁ EL CORTE CON SOPLETE.
- LAS PARTES Y SUB CONJUNTOS FABRICADOS EN TALLER SE CUBRIRÁN (PREVIA LIMPIEZA Y ELIMINACIÓN DE ÓXIDO SUPERFICIAL) CON UNA MANO DE ZINCROMATO Y UNA MANO DE ANTICORROSIVO (EN COLORES DIFERENTES) Y UNA MANO DE ESMALTE GRIS. LA ÚLTIMA MANO SE APLICARÁ UNA VEZ CONCLUIDO EL MONTAJE DE LA ESTRUCTURA.
- EN EL PROCESO DE PINTADO SE APLICARÁ INCLUSO EN LAS SUPERFICIES QUE ESTARÁN EN CONTACTO CON PLACAS DE UNIÓN.

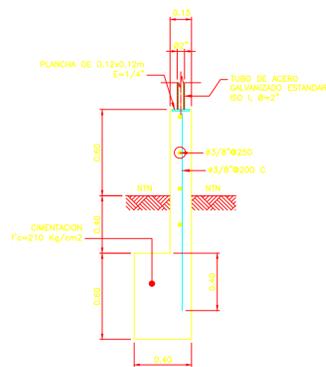
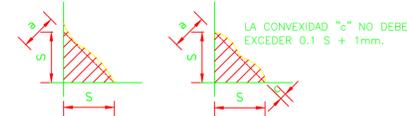
SOLDADURAS:

- SE UTILIZARÁ EL MÉTODO DE SOLDADURA ELÉCTRICA MANUAL, CON ELECTRODO FUSIBLE REVESTIDO, EN TODOS LOS ENCUENTROS DE VIGUETAS, TIJERALES, CARTELAS, PLANCHAS Y PERFILES EN GENERAL.
- PARA LA INSPECCIÓN VISUAL DE LOS CORDONES DE SOLDADURA SE ADOPTARÁ EL SIGUIENTE CRITERIO:

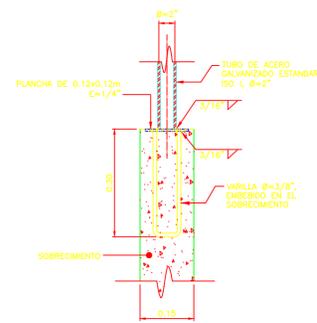
a. PERFILES DESEABLES:



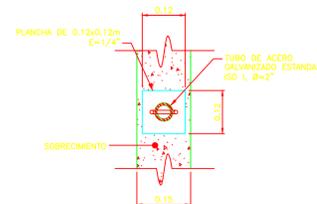
b. PERFILES ACEPTABLES:



CORTE 1-1 / CERCO PERIMETRICO
ESC= 1/25



**CORTE
DETALLE DE ANCLAJE DE TUBO Ø=2" EN SOBRECIMIENTO**
ESC= 1/10



PLANTA

DETALLE DE ANCLAJE DE TUBO Ø=2" EN SOBRECIMIENTO
ESC= 1/10

NOTAS IMPORTANTES

EL DISEÑO ESTRUCTURAL ESTA CONDICIONADO PARA LOS SIGUIENTES PARÁMETROS (NORMA E.030 RNE):

- a) CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO ASUMIDO : 1 Kg/cm²
 b) PARÁMETROS SÍSMICOS:

Z = 0.45 (ZONA 4)
 U = 1.5
 C = 2.5
 S = 1.10
 Tp = 1.0 (S=3)
 R = 8 (PORTICOS)

EN CASO LAS UNIDADES SEAN DISEÑADOS EN ZONAS DISTINTAS AL ASUMIDO, DEBERA VERIFICARSE INTEGRAMENTE.

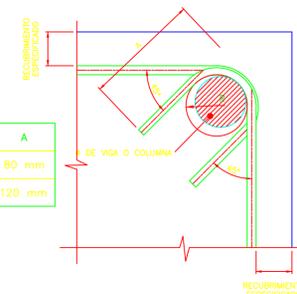
- c) CEMENTO : PORTLAND TIPO V. (ASTM 150) PARA SUELOS AGRESIVOS, EN CASO CONTRARIO USAR CEMENTO PORTLAND TIPO I.
 d) RESISTENCIA DEL CONCRETO

f'c = 210 Kg/cm² CONCRETO ESTRUCTURAL
 f'c = 100 Kg/cm² CONCRETO SOLADO

- e) RESISTENCIA ACERO DE REFUERZO : fy=4,200 Kg/cm²

CUADRO DE COLUMNAS

NIVEL	TIPO	C-1
TODOS	DIMENSIONES	
	As	6Ø5/8"
	ESTRIBADO	1 [] Ø3/8", 1Ø0.05 5Ø0.10, RØ0.25



DETALLE TÍPICO DE GANCHO EN ESTRIBOS
Sin Escala

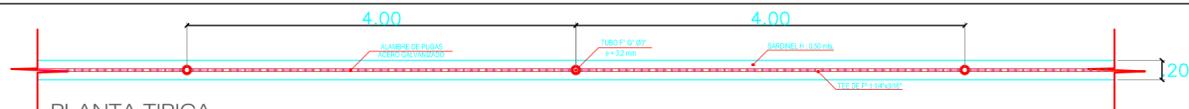
Ø	R	A
1/4"	20 mm	80 mm
3/8"	30 mm	120 mm

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

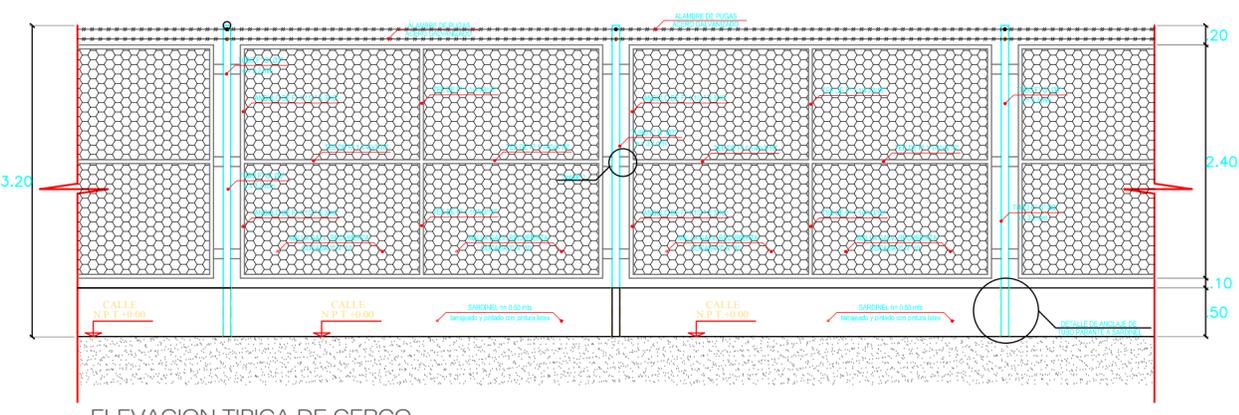
Proyecto: **EVALUACION ESTRUCTURAL DEL RESERVOIR DE COCHAONGO**
 PROVINCIA DE YUNGAY - ANCASH

Especialidad: **ESTRUCTURAS** Plano: **CERCO PERIMETRICO**

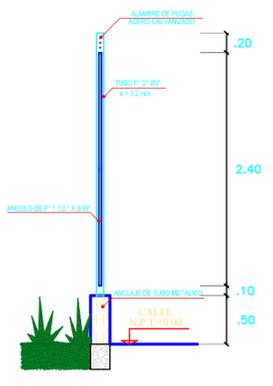
Consultor:	Ubicación:	Dpto. : ANCASH	Prov. : YUNGAY	Distrito : YUNGAY
Revisado:	Escala:	1/150	Fecha:	DICIEMBRE 2020
	Cad:	ESI/CAD		CP - 01



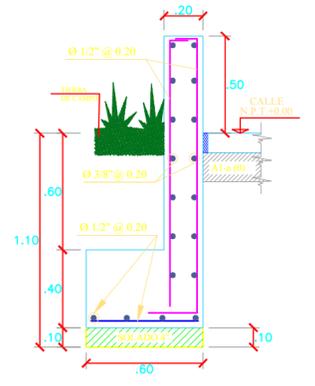
PLANTA TIPICA
SECCION CERCO METALICO Y MALLA
Esc. 1:50



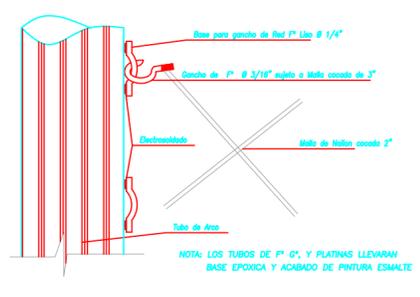
ELEVACION TIPICA DE CERCO
METALICO Y MALLA
Esc. 1:50



CORTE DE MURO
METALICO Y MALLA
Esc. 1:50



SECCION SARDINEL
(Detalle Constructivo)
Esc. 1:50



DETALLE -1
Esc. S/E

ESPECIFICACIONES TECNICAS
CARPINTERIA METALICA

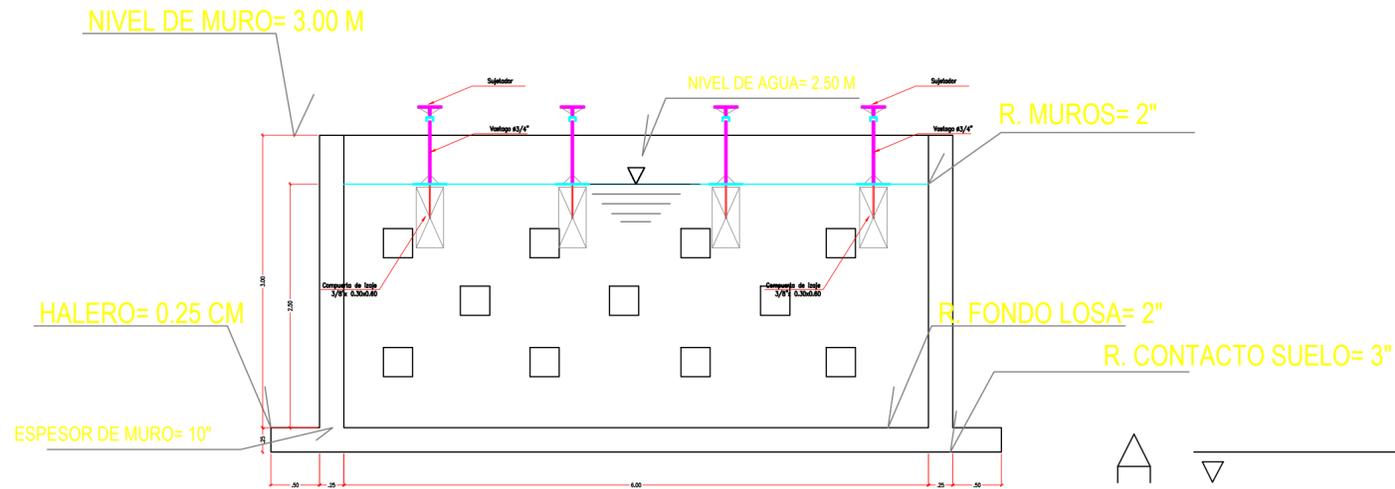
- El proceso de soldadura será por arco protegido.
- La soldadura será por electrodos AWS E-60XX, de filete y acanalada.
- Los perfiles estructurales A36 FY=2530Kg/cm2.
- Toda la estructura metalica se usaran equipos de electrosoldadura
- Todos el personal calificados deberan portar c/u en forma personal un equipo de proteccion para estar libres de quemaduras
- Toda las uniones de tubo a tubo y de a angulo a angulo seran unidos mediante cordones de soldaduras
- Durante el proceso verificar el cordón de que no contengan espacios vacios o socavaciones que esten libres de escorias
- La estructura metalica debe quedar firme soldada lista para aplicar base y acabado con pintura anticorrosiva epóxica y esmalte sintético.

nota:

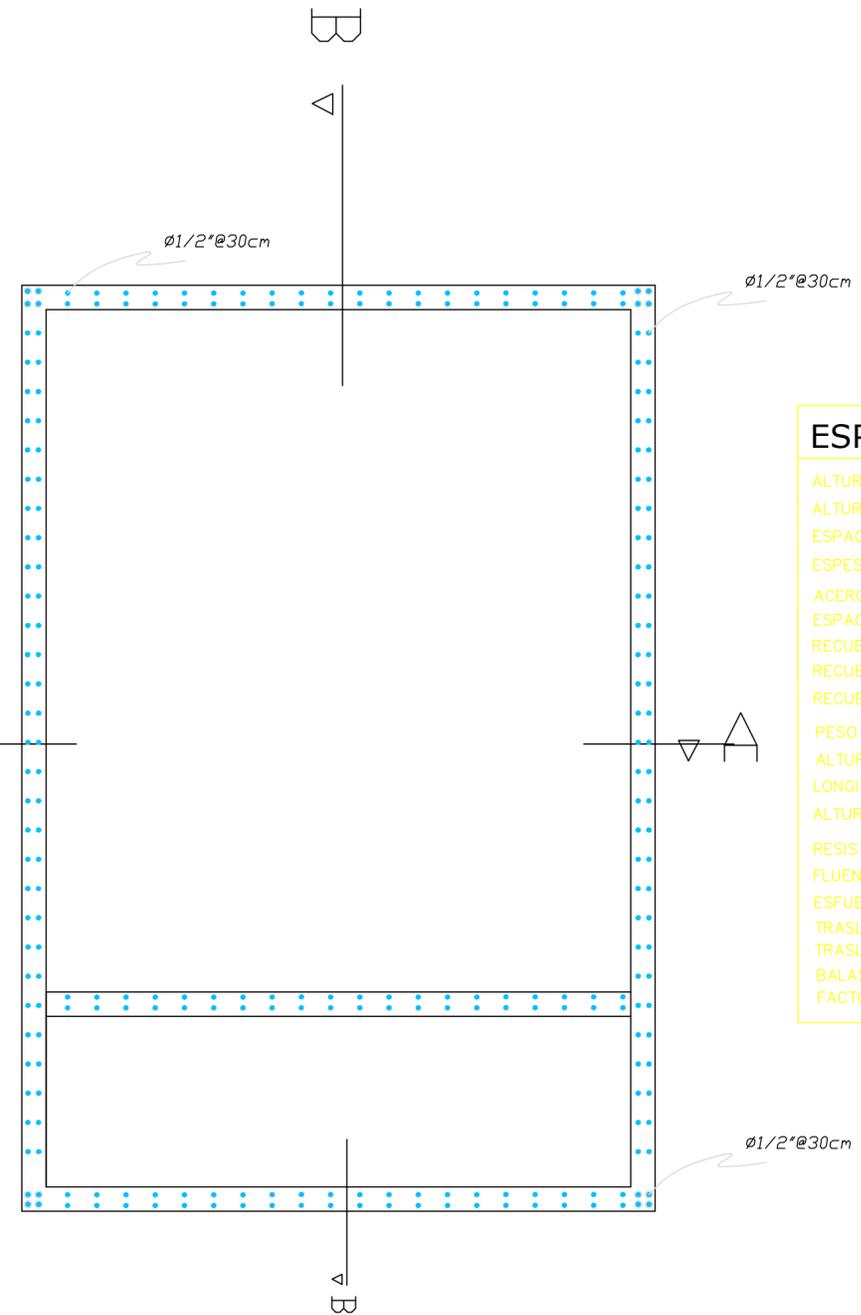
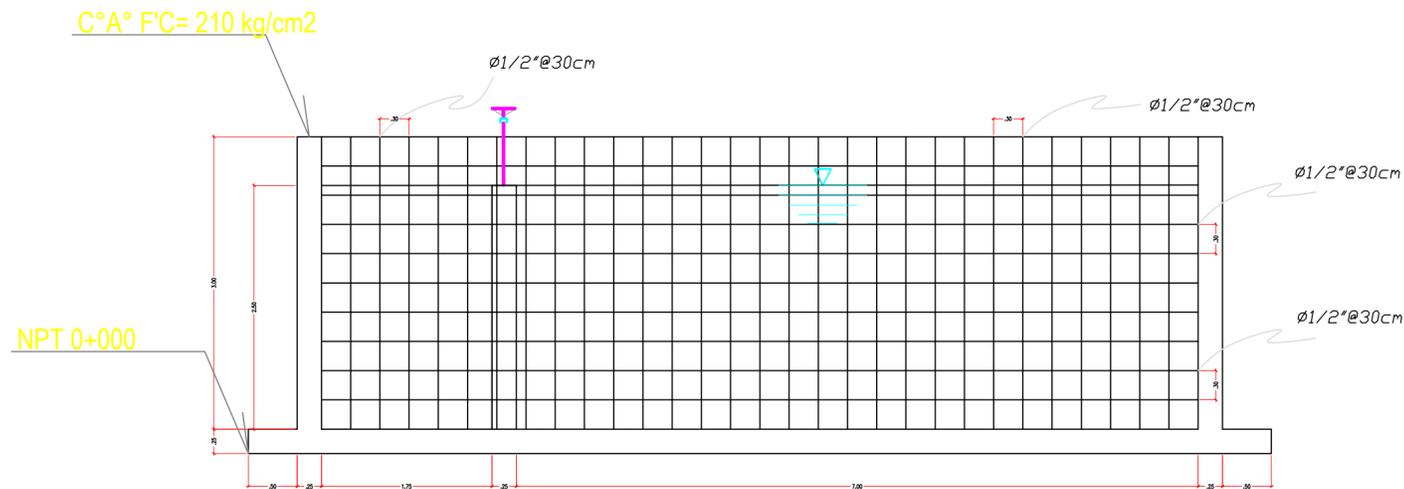
- Todo el material metalico seran nuevos que no contengan chancaduras, oxidos y polvos de lo contrario seran devueltos.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO			
Proyecto: EVALUACION ESTRUCTURAL DEL RESERVOIRIO DE COCHAONGO			
Especialidad: ARQUITECTURA		Titulo: CERCO Y MALLA METALICA-ELEVACION	
Consultor:	Ubicación:	Distrito:	YUNGAY
Elaborado:	Fecha:	1/100	DICIEMBRE 2020
Revisado:	Escala:	ES/CAD	CMM-02

CORTE A-A



CORTE B-B y DETALLE DEL ARMADO



ESPECIFICACIONES TECNICAS

ALTURA DE MURO (Hw)	3 m.
ALTURA DE LIQUIDO (HL)	2.50 m.
ESPACIAMIENTO DE NIVEL LIQUIDO A MURO	5 m.
ESPESOR DE MURO (Tw)	0.25 cm.(10")
ACERO	1/2" @ 30cm
ESPACIAMIENTO Max. (Emax)	30 cm (12")
RECUBRIMIENTO DE MURO (Rw)	5 cm (2")
RECUBRIMIENTO FONDO LOSA (RfL)	5 cm (2")
RECUBRIMIENTO CONTACTO SUELO (Rcs)	8 cm (3")
PESO RUF TECHO (Wr)	0
ALTURA RUF TECHO (hr)	0
LONGITUD DEL ALERO (Lalero)	0.50 cm
ALTURA DEL ALERO (Halero)	0.25 cm
RESISTENCIA DEL CONCRETO (F'C)	210 KG/CM ²
FLUENCIA DEL ACERO (Fy)	4200 kg/cm ²
ESFUERZO ADMISIBLE	1.98
TRASLAPE EXTERIOR	1.00 m
TRASLAPE INTERIOR	35 cm
BALASTO	4.00
FACTOR DE ZONA (Z)	0.35

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

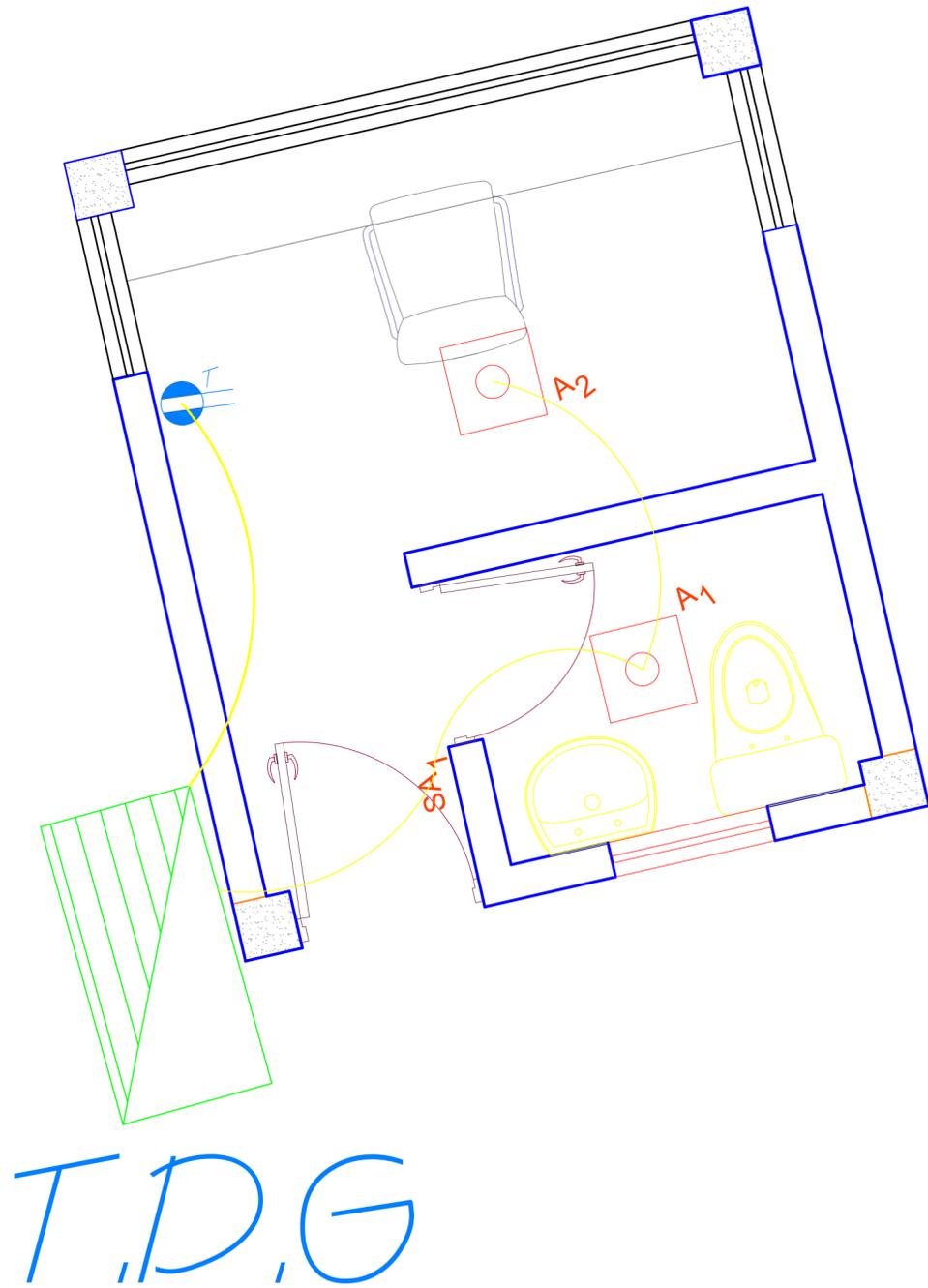
Proyecto: **CORTE Y DETALLE DEL ARMADO**

Especialidad: **ESTRUCTURAS** Plano: **CORTE Y DETALLE DEL ARMADO**

Consultor: Ubicación : Dpto. : ANCASH Prov. : YUNGAY Distrito : YUNGAY

Revisado: Escala: 1/100 Fecha: DICIEMBRE 2020 **CDA-01**

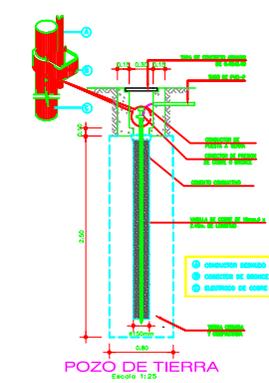
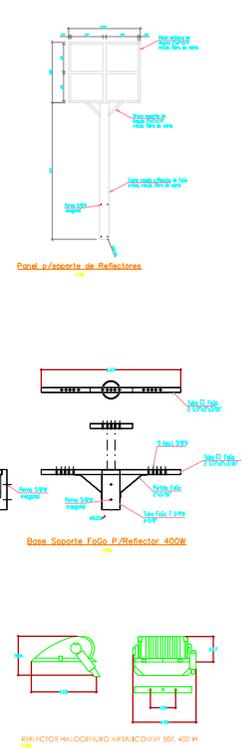
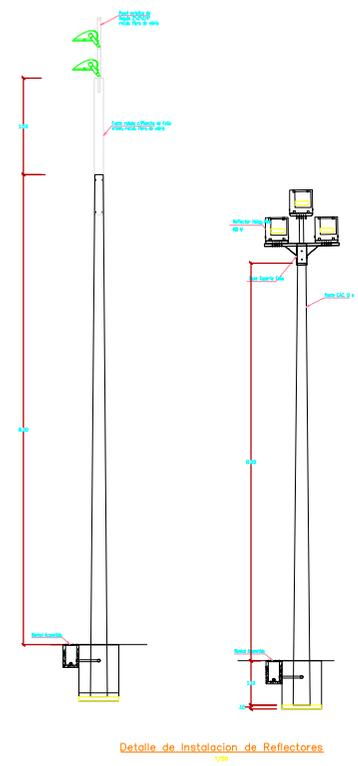
Cad: ESI/CAD



UNIVERSIDAD SAN PEDRO			
Proyecto: EVALUACION ESTRUCTURAL DE RESERVOIRIO DE COCHAONGO			
Especialidad: ELECTRICAS	Plano: INSTALACIONES ELECTRICAS - CASETA		
Consultor:	Ubicación: Dpto. : ANCAASH Prov. : YUNGAY Distrito : YUNGAY		
Revisado:	Escala: 1/50	Fecha: DICIEMBRE 2020	IE - 02
	Cod: ESI/CAD		

CUADRO DE LUMINARIAS

TIPO	DESCRIPCION	DESCRIPCION TECNICA	TIPO DE LAMPARA	No. Pcs LAMP.
1	POSTE DE CAC CON PASIBORAL DOBLE Y LUMINARIAS PHILLIPS CON LAMPARA DE VAPOR DE SODIO DE ALTA PRESION DE 200 WATT	LUMINARIA PHILLIPS	FLUORESCENTE VAPOR DE SODIO	2 x 10 x
2	POSTE CAC CON PASIBORAL SUAVE TRIPLE CON LAMPARA TABLET COLOR DE 200 WATT	TABLET COLOR DE 200 WATT	TABLET COLOR	3 x 120 x
3	REFLECTOR DE TIPO PHILLIPS DE 400 WATT	REFLECTOR 400 WATT	PHILLIPS	1 x 400 W



ESPECIFICACIONES TECNICAS

CONDUCTORES:
Serán de cobre electrofítico blando, con aislamiento de PVC, y protección del mismo material tipo NYU unipolar
Tension maxima de servicio de 1kv, temperatura de operacion de 80°C
Nrma de fabricacion ITINTEC 370--043- y 370-045

MANHOL
Serán de concreto simple el cuerpo y armado en tapa con una resistencia de $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$.
El acabado de las paredes seran tarrajados para evitar daños en el aislamiento del cable en el tendido del cable.
La tapa debera tener suficiente hermeticidad y robustez para brindar seguridad al cable instalado.

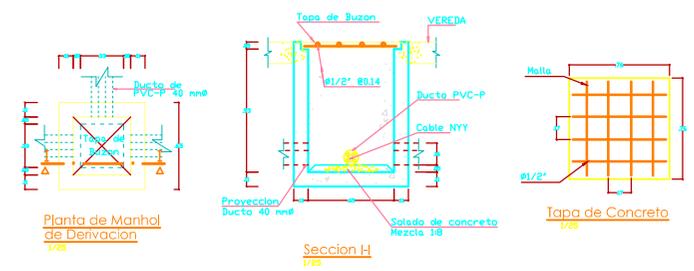
DUCTOS DE PVC
Seran ductos de PVC-SAP, una vez instalado se ejecutara la compactacion del relleno en capas de 0.10 mts. hasta el nivel del terreno colocando en la parte inferior tierra ceruida bien compactada. Sera resistente a la corrosion y adecuado para el medio ambiente a instalarse.

LUMINARIAS:
Serán luminarias de 250 watts. Difusor esferico en polimetilmetacrilato(PMMA) o policarbonato(PC) con 400 mm x 428 mm de ϕ
Deflector de aluminio sobre la lampara, y lograr una deflexion homogenea

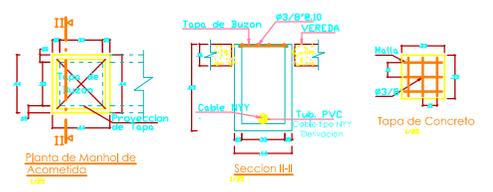
LAMPARAS:
Seran de potencia indicadas de vapor de sodio de alta presion modelo SON-T

TABLEROS:
La llave principal y Circuitos de interiores llevaran interruptores termomagnéticos.
Todas ellas alojadas en una caja metálica empotrada en murete o poste.

MANHOL DERIVACION:



MANHOL ACOMETIDA:



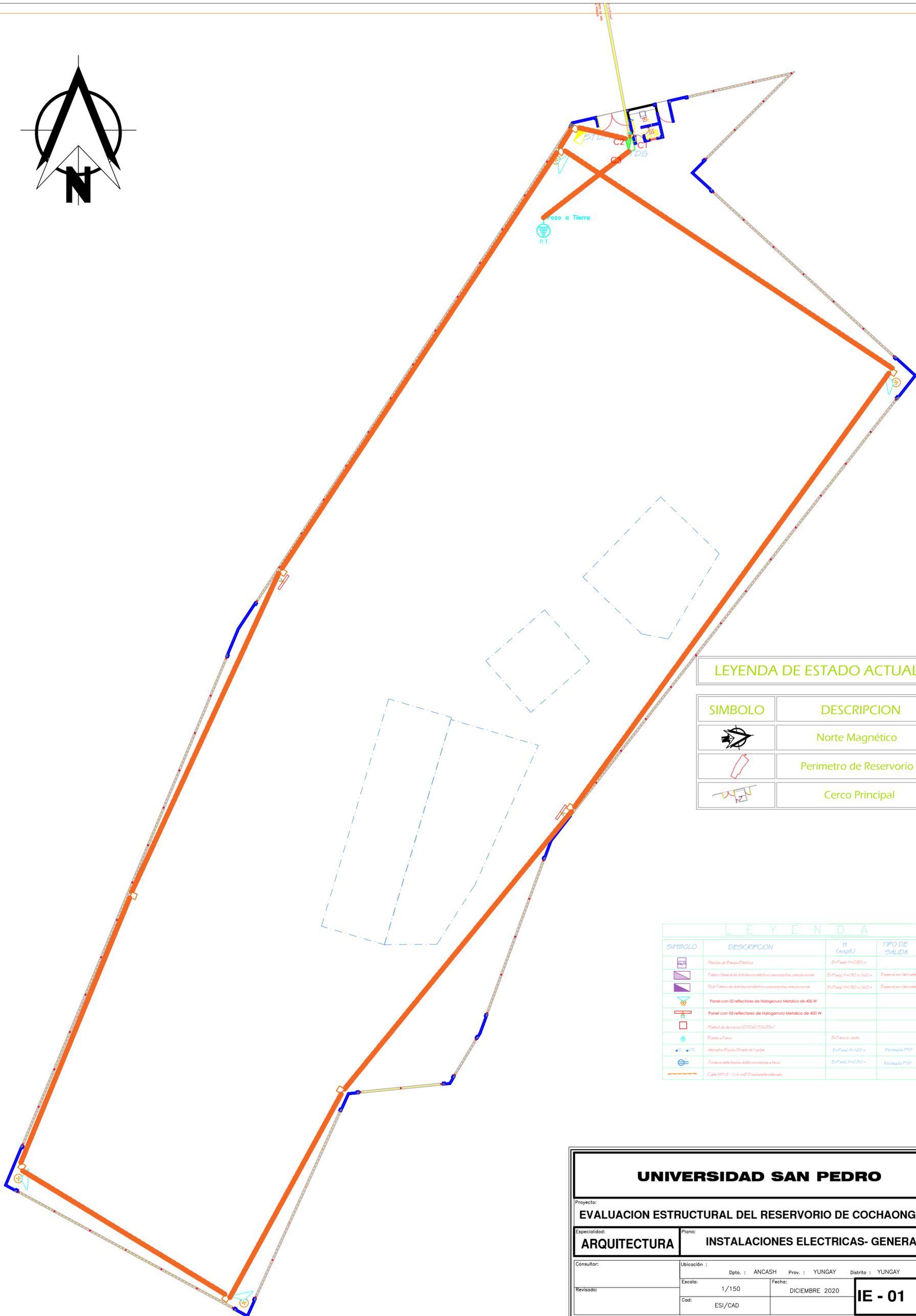
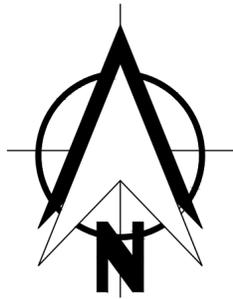
TABLEROS GENERAL Y/O SUB-TABLEROS DE DISTRIBUCION:
- CAJA DEL TIPO METALICO, PARA EMPOTRAR EN MURO, DE 18, 12 Y 8 POLOS MARCA JORMEN O SIMILAR.
- PUERTAS CHAPA ACABADO CON PINTURA ANTICORROSIVA
- INTERRUPTORES TIPO AUTOMATICO (TERMOMAGNETICO)

UNIVERSIDAD SAN PEDRO			
Proyecto: EVALUACION ESTRUCTURAL DEL RESERVOIRIO DE COCHAONGO			
Especialidad: ARQUITECTURA		Plano: INSTALACIONES ELECTRICAS- DETALLES	
Consultor:	Ubicación: Dpto.: ANCAASH Prov.: YUNGAY Distrito: YUNGAY	Escala: 1/50	Fecha: DICIEMBRE 2020
Revisado:	Cod: ESI/CAD	IE - 03	

ELEVACION FRONTAL



UNIVERSIDAD SAN PEDRO			
Proyecto:			
EVALUACION ESTRUCTURAL DEL RESERVORIO DE COCHAONGO			
Especialidad:	Plano:		
ARQUITECTURA	ELEVACION FRONTAL		
Consultor:	Ubicación :		
.....	Dpto. : ANCASH	Prov. : YUNGAY	Distrito : YUNGAY
Revisado:	Escala:	Fecha:	
	1/100	DICIEMBRE 2020	
	Cad:	ESI/CAD	EF-01



LEYENDA DE ESTADO ACTUAL

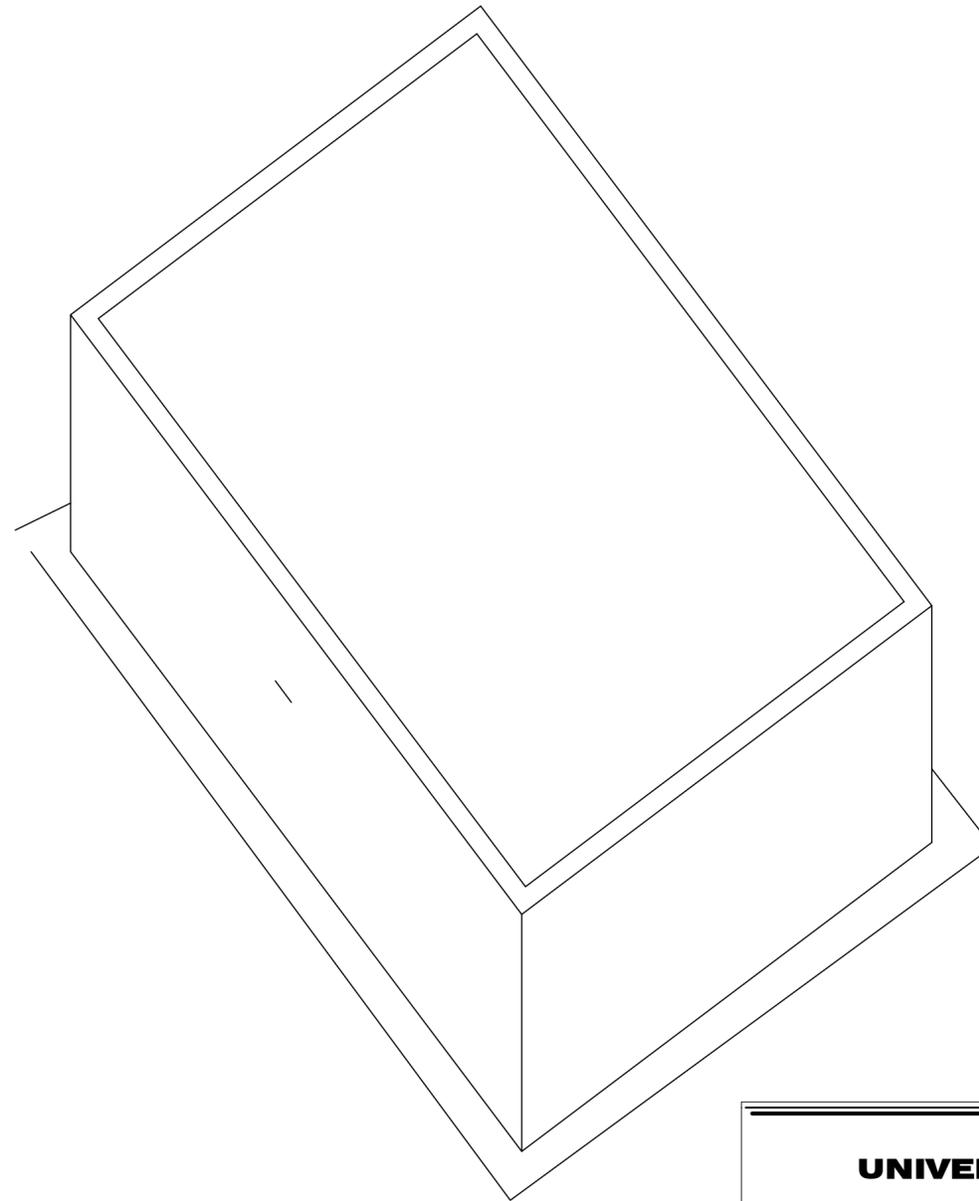
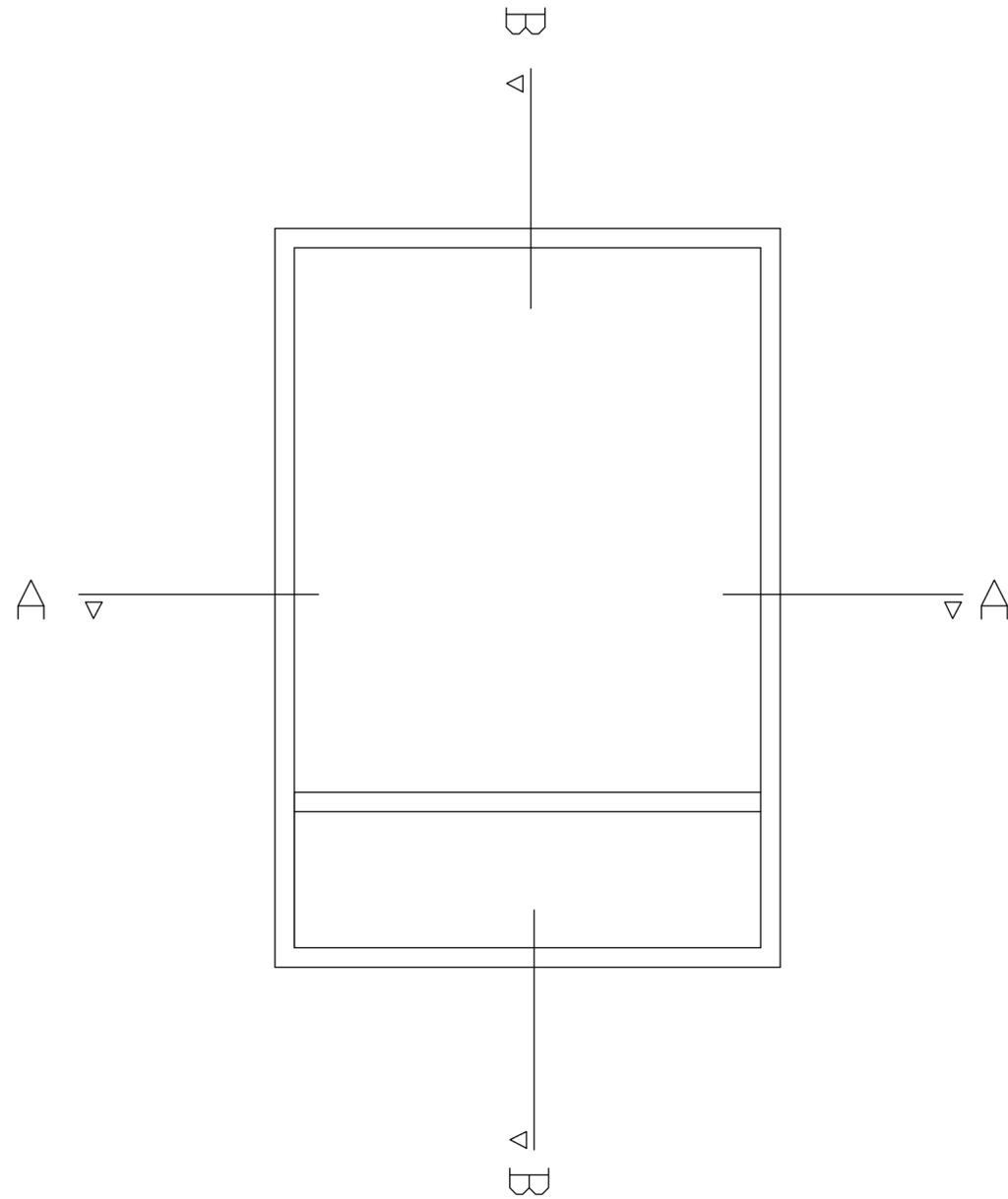
SIMBOLO	DESCRIPCION
	Norte Magnético
	Perimetro de Reservorio
	Cercos Principal

LEYENDA			
SIMBOLO	DESCRIPCION	M (enpl)	TIPO DE SALIDA
	Panel de Energía Eléctrica	En Panel 11x080 n	
	Panel General de distribución eléctrica para empotrada, energía normal	En Panel 11x150 n, 160 n	Especial por fabricate
	Sub-Panel de distribución eléctrica para empotrada, energía normal	En Panel 11x150 n, 160 n	Especial por fabricate
	Panel con 02 reflectores de Halogenuro Metálico de 400 W		
	Panel con 03 reflectores de Halogenuro Metálico de 400 W		
	Panel de derivación (10/100/10/25n)		
	Panel a Tierra	En Tierra a Judo	
	Interruptor Doble Simple de 1 pólo	En Panel 11x150 n	Rectángulo "P"
	Terminación línea doble con espiga a tierra	En Panel 11x080 n	Rectángulo "P"
	Cable NYL 2 - 1 x 6 mm2 Directamente enterrado		

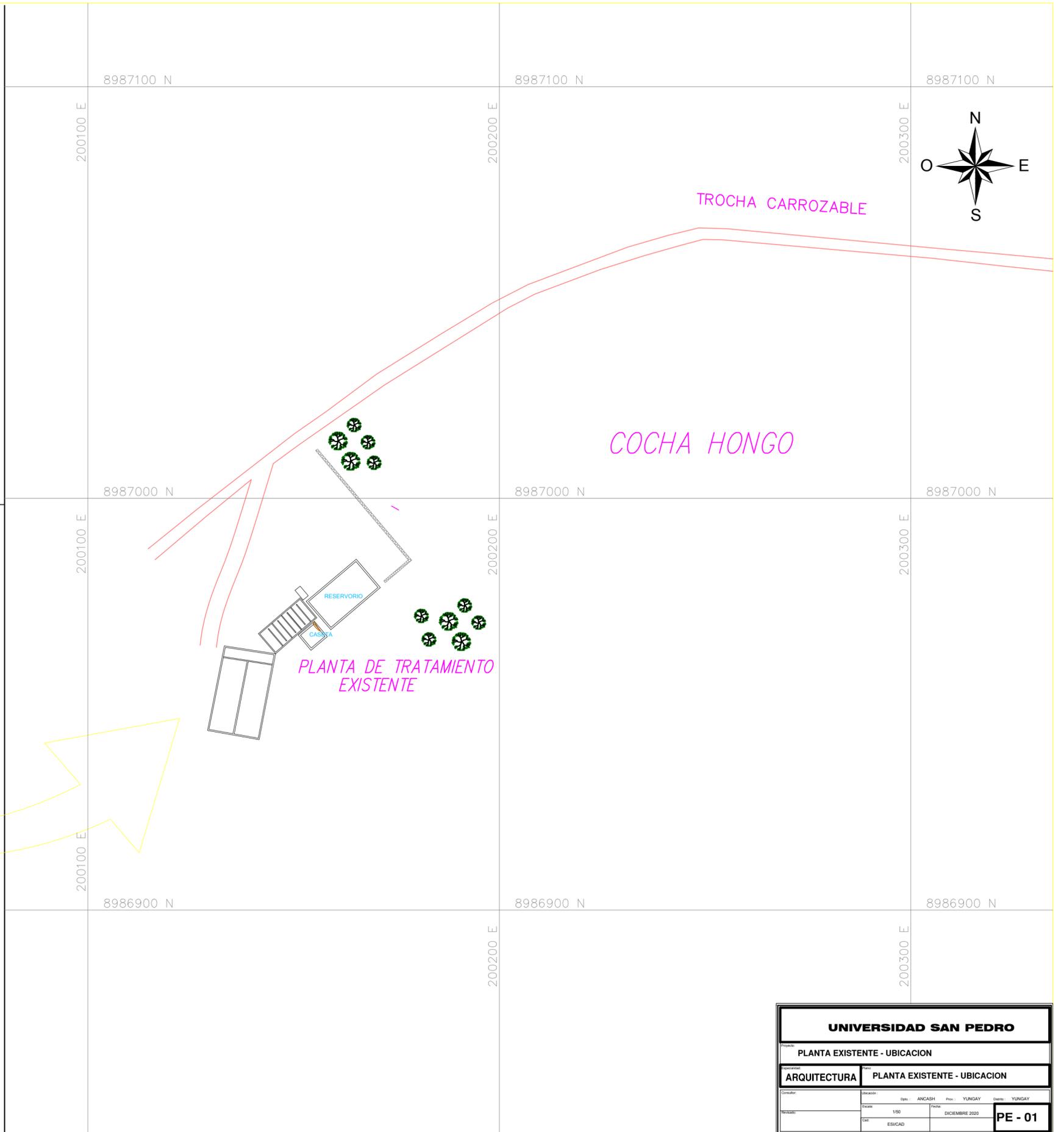
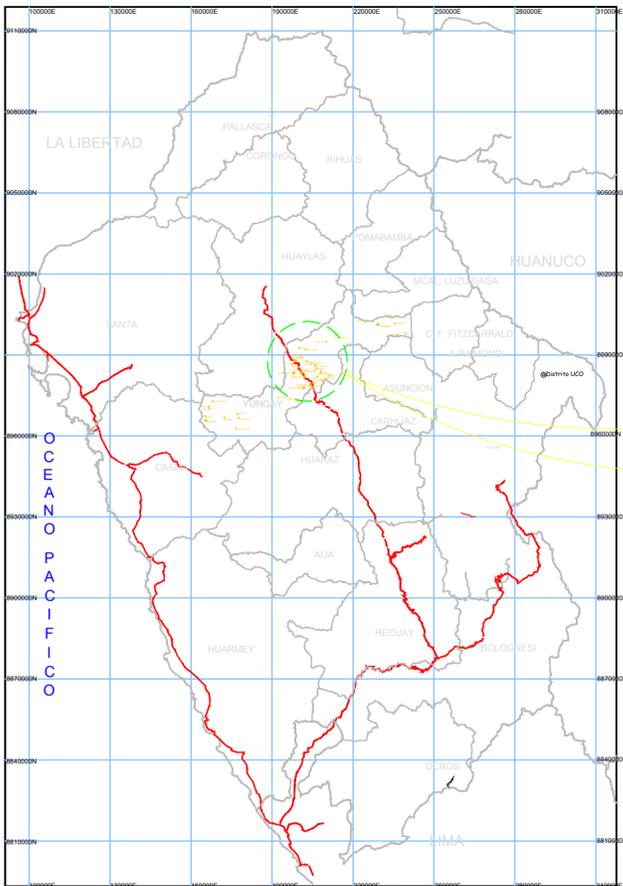
UNIVERSIDAD SAN PEDRO			
Proyecto: EVALUACION ESTRUCTURAL DEL RESERVORIO DE COCHAONGO			
Especialidad:	Plano:		
ARQUITECTURA	INSTALACIONES ELECTRICAS- GENERAL		
Consultor:	Ubicación:	Dpto. : ANCASH	Prov. : YUNGAY
		Distrito : YUNGAY	
Revisado:	Escala:	1/150	Fecha: DICIEMBRE 2020
	Cod:	ESI/CAD	IE - 01

DISEÑO DE RESERVORIO-PLANTA

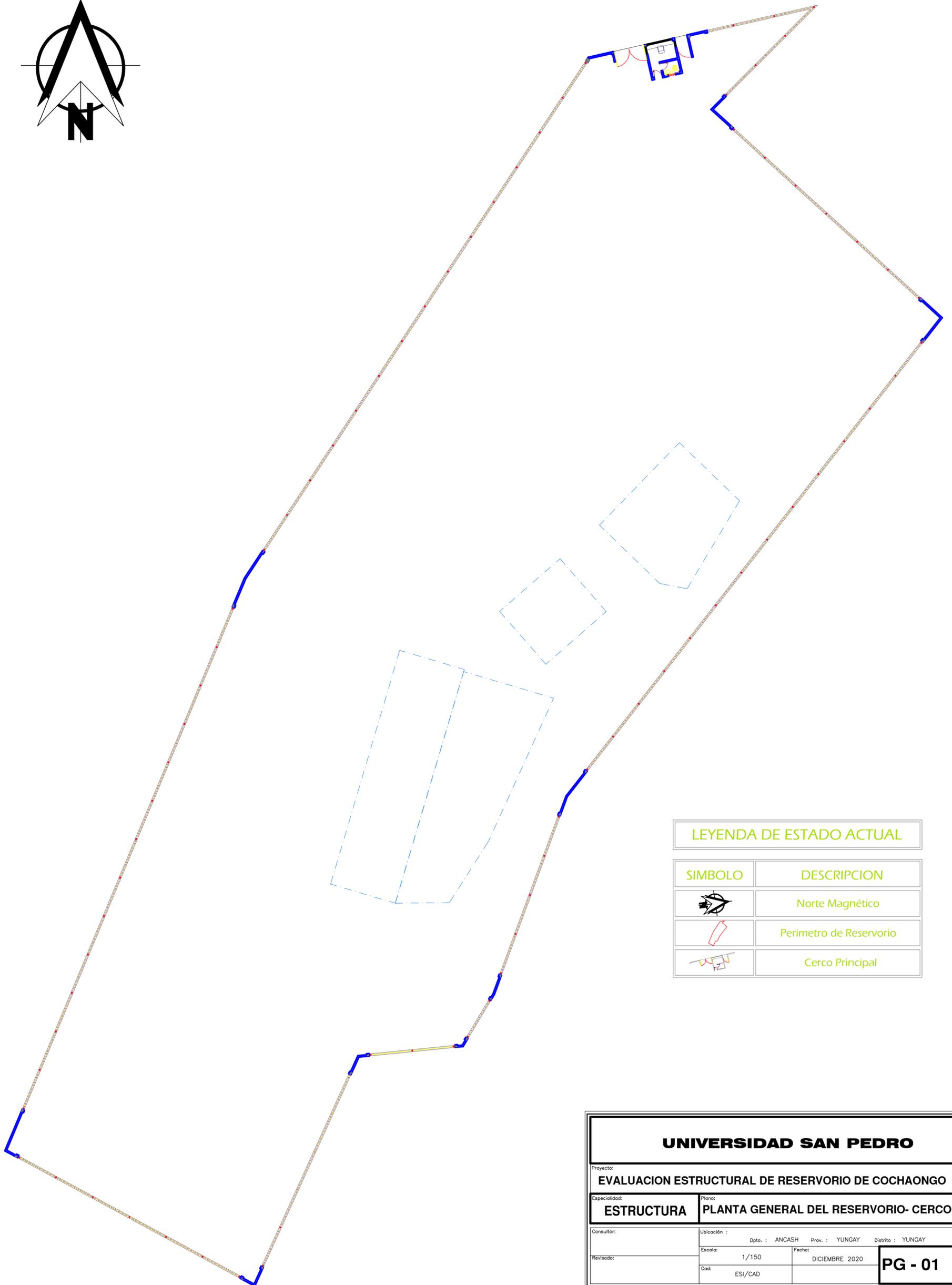
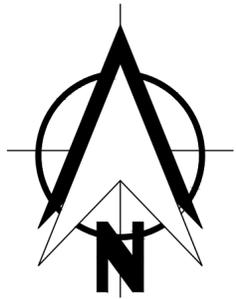
PLANTA TRANSVERSAL



UNIVERSIDAD SAN PEDRO			
Proyecto: EVALUACION ESTRUCTURAL DE RESERVORIO DE COCHAONGO			
Especialidad: ARQUITECTURA	Plano: PLANTA DE RESERVORIO		
Consultor:	Ubicación : Dpto. : ANCASH Prov. : YUNGAY Distrito : YUNGAY		
Revisado:	Escala: 1/100	Fecha: DICIEMBRE 2020	PR-01
	Cad: ESI/CAD		



UNIVERSIDAD SAN PEDRO			
PLANTA EXISTENTE - UBICACION			
ARQUITECTURA	PLANTA EXISTENTE - UBICACION		
Autor: _____ Escala: 1:50 Fecha: DICIEMBRE 2020 Cad: ES/CAD	Proyecto: ANCAASH Pro: YUNGAY Cliente: YUNGAY	PE - 01	

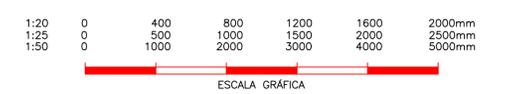
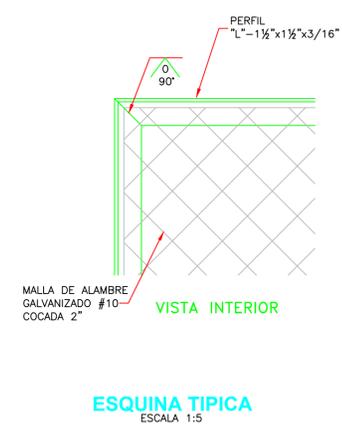
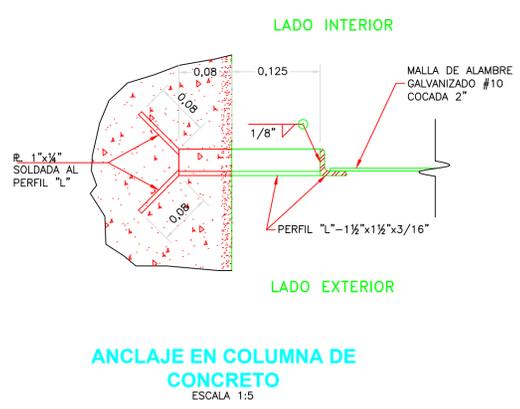
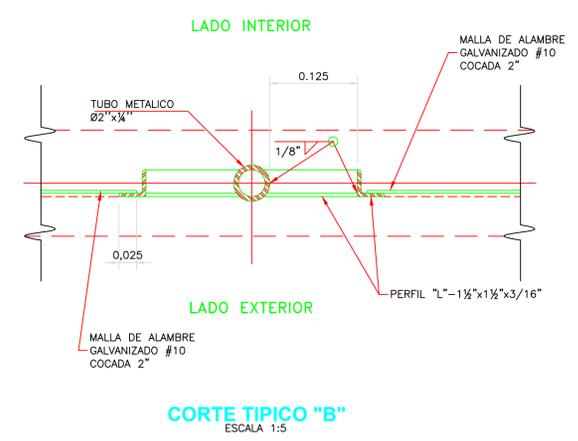
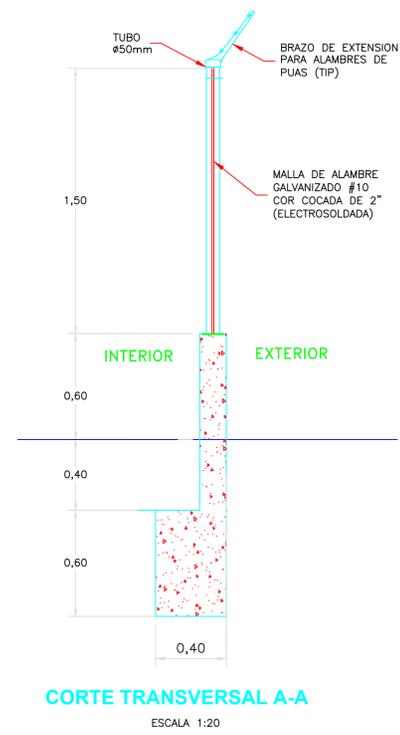
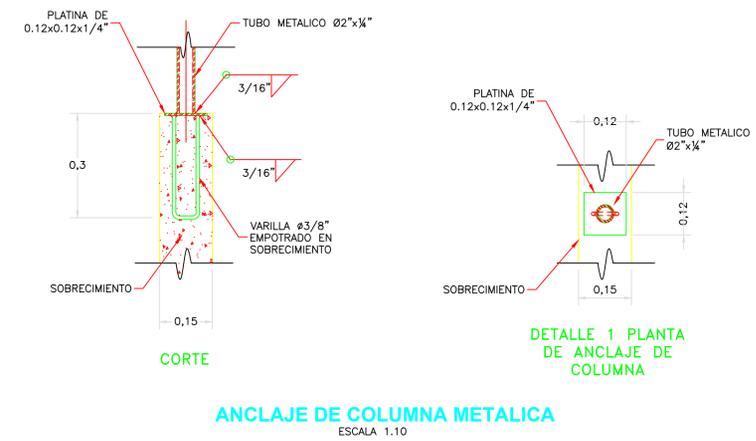
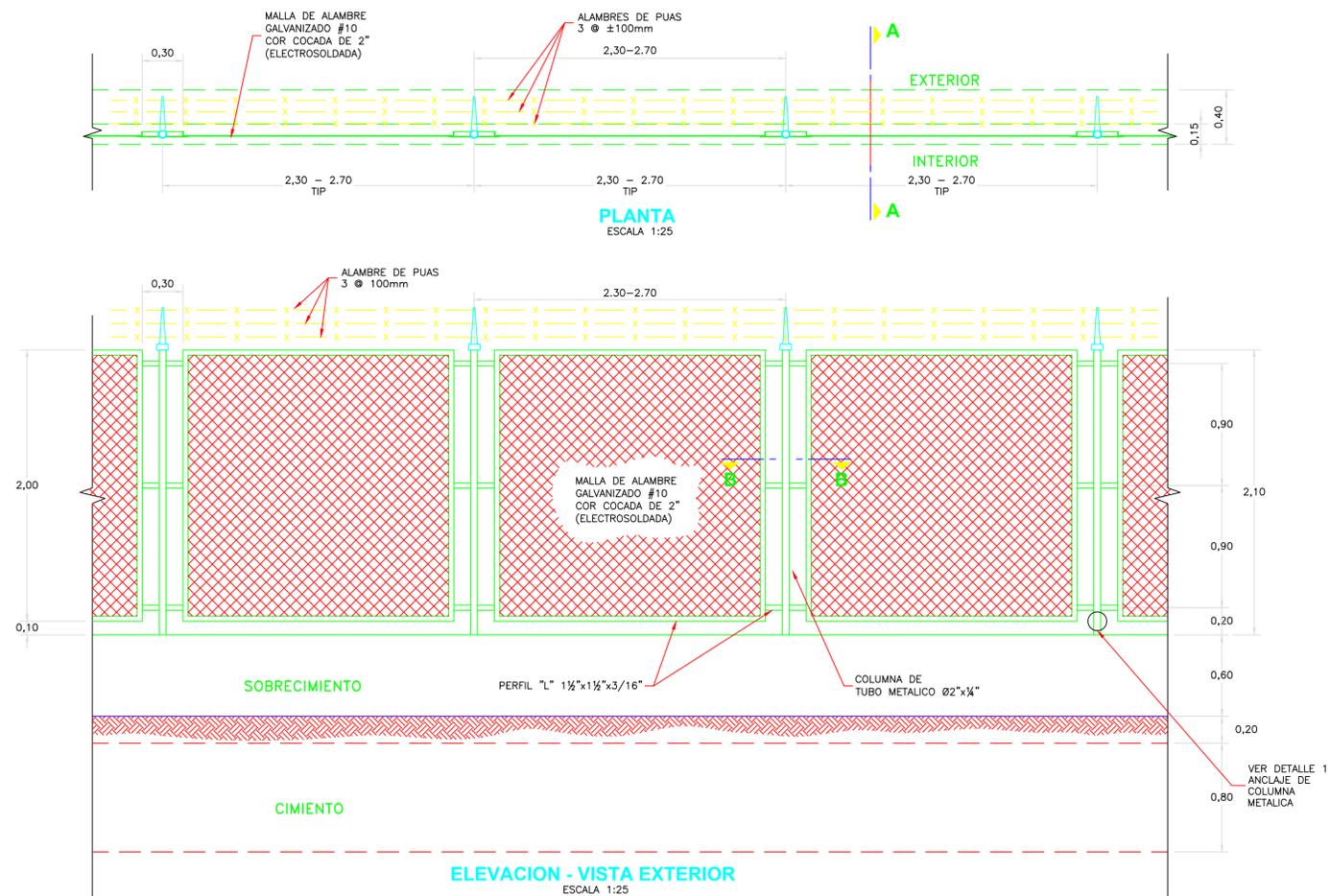


LEYENDA DE ESTADO ACTUAL

SIMBOLO	DESCRIPCION
	Norte Magnético
	Perimetro de Reservoirio
	Cerco Principal

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

Proyecto: EVALUACION ESTRUCTURAL DE RESERVOIRIO DE COCHAONGO			
Especialidad: ESTRUCTURA		Plano: PLANTA GENERAL DEL RESERVOIRIO- CERCO	
Consultor:	Ubicación :	Dpto. : ANCASH	Prov. : YUNGAY
		Distrito : YUNGAY	
Revisado:	Escala:	1/150	Fecha: DICIEMBRE 2020
	Cod:	ESI/CAD	PG - 01



UNIVERSIDAD SAN PEDRO					
Proyecto: EVALUACION ESTRUCTURAL DE RESERVOIRIO DE COCHAONGO					
Especialidad: DETALLE		Plano: PLANTA,CORTE Y DETALLE			
Consultor:	Ubicación:	Dpto.:	Prov.:	Distrito:	
.....	ANCASH	YUNGAY	YUNGAY	
Revisado:	Escala:	Fecha:	Código:		
.....	1/150	DICIEMBRE 2020	ESI/CAD		
					PCD - 01

NORMA E-090 (ESTRUCTURAS METÁLICAS)

EJECUCIÓN Y CONTROLES DE CALIDAD PARA ESTRUCTURAS METÁLICAS:

- LOS MATERIALES A EMPLEAR SERÁN:
1. PLANCHAS DE ACERO AL CARBONO CALIDAD A-36, $F_y=2,530 \text{ Kg/cm}^2$.
 2. PERFILES DE ACERO CALIDAD A-36, $F_y=2,530 \text{ Kg/cm}^2$.
 3. ELECTRODOS E70XX.
 4. PERNOS ASTM 325.

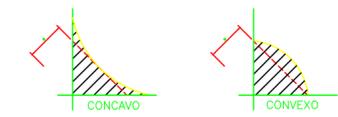
FABRICACIÓN EN TALLER:

1. A EFECTO DE UN MÁXIMO APROVECHAMIENTO DE LOS MATERIALES, SE ACEPTARÁ HASTA UN EMPALME SOLDADO (CON SOLDADURA DE PENETRACIÓN COMPLETA) EN BARRAS DE MÁS DE 6.00m DE LONGITUD.
2. EN BARRAS CON LARGOS DE HASTA 6.00m, NO SE ACEPTARÁN EMPALMES.
3. LOS AGUJEROS PARA PERNOS SE REALIZARÁN CON TALADROS Y NO SE PERMITIRÁ REALIZARLOS CON SOPLETE NI PUNZONES.
4. LAS CARTELAS Y PLANCHAS EN GENERAL SE CORTARÁN CON GUILLOTINA O ARCO DE SIERRA, NO SE PERMITIRÁ EL CORTE CON SOPLETE.
5. LAS PARTES Y SUB CONJUNTOS FABRICADOS EN TALLER SE CUBRIRÁN (PREVIA LIMPIEZA Y ELIMINACIÓN DE ÓXIDO SUPERFICIAL) CON UNA MANO DE ZINCROMATO Y UNA MANO DE ANTICORROSIVO (EN COLORES DIFERENTES) Y UNA MANO DE ESMALTE GRIS. LA ÚLTIMA MANO SE APLICARÁ UNA VEZ CONCLUIDO EL MONTAJE DE LA ESTRUCTURA.
6. EN EL PROCESO DE PINTADO SE APLICARÁ INCLUSO EN LAS SUPERFICIES QUE ESTARÁN EN CONTACTO CON PLACAS DE UNIÓN.

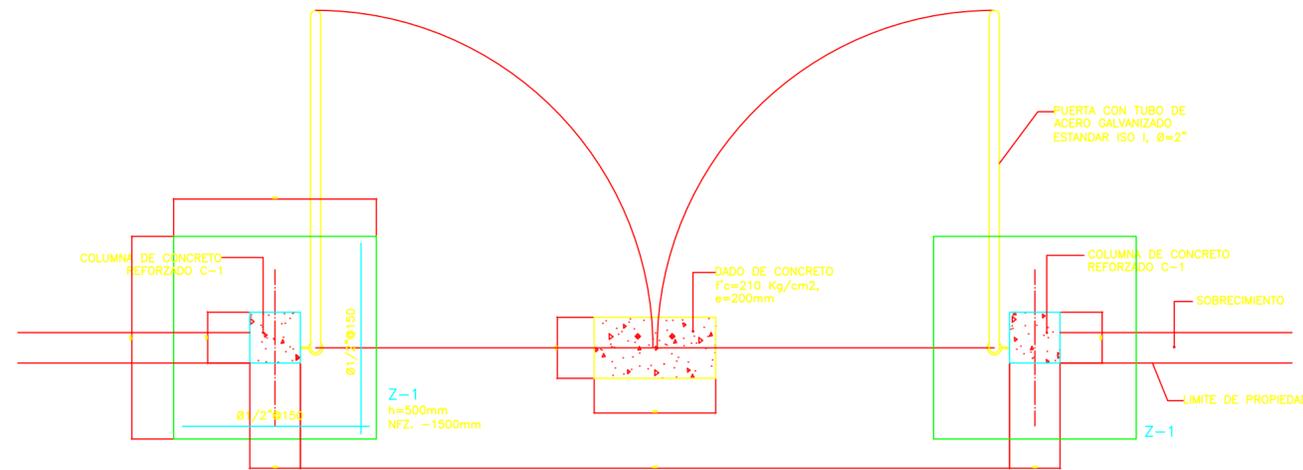
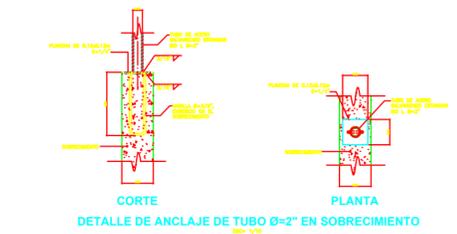
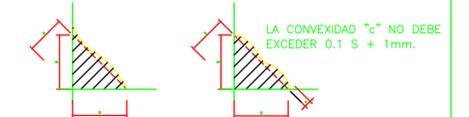
SOLDADURAS:

1. SE UTILIZARÁ EL MÉTODO DE SOLDADURA ELÉCTRICA MANUAL, CON ELECTRODO FUSIBLE REVESTIDO, EN TODOS LOS ENCUENTROS DE VIGUETAS, TIERALES, CARTELAS, PLANCHAS Y PERFILES EN GENERAL.
2. PARA LA INSPECCIÓN VISUAL DE LOS CORDONES DE SOLDADURA SE ADOPTARÁ EL SIGUIENTE CRITERIO:

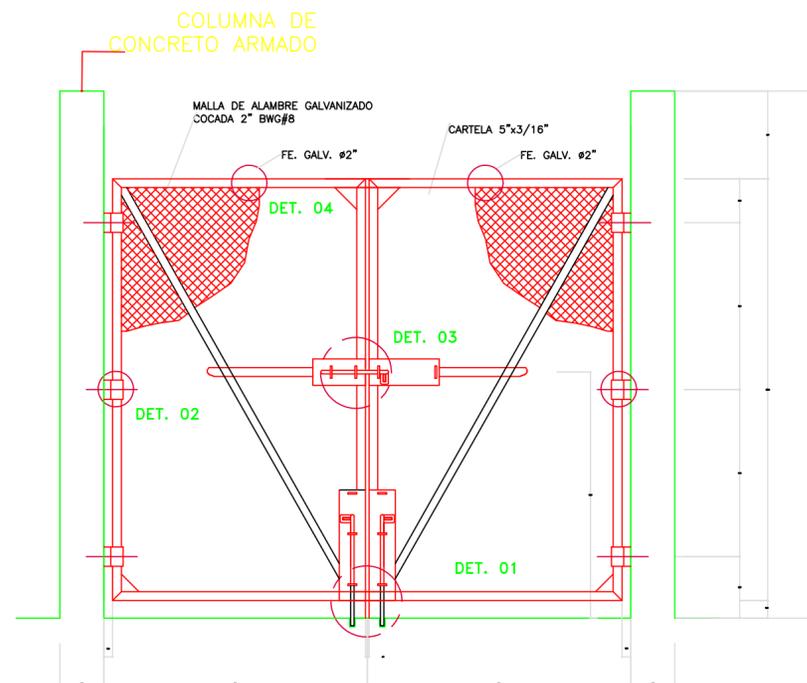
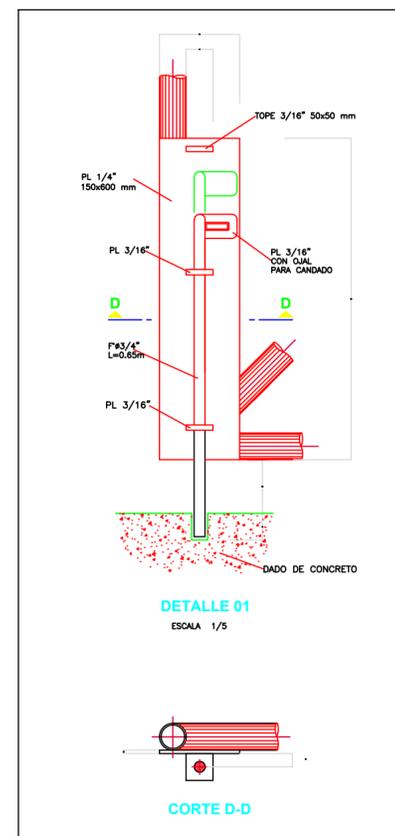
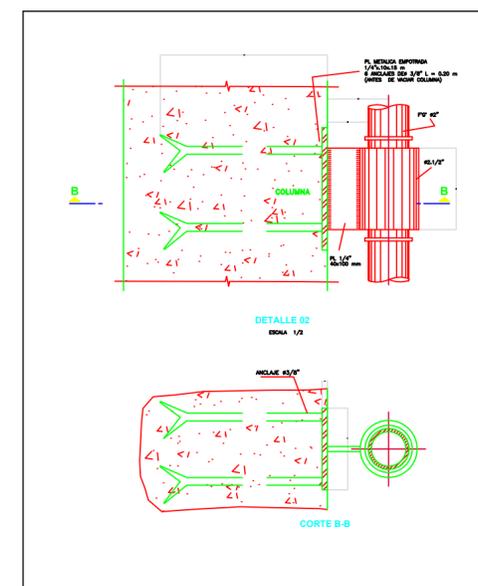
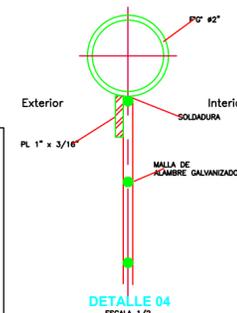
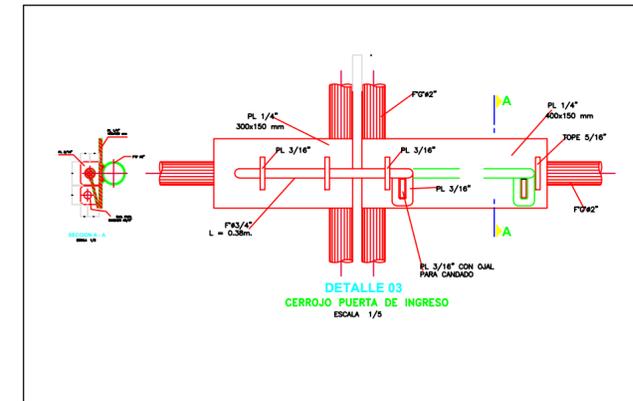
a. PERFILES DESEABLES:



b. PERFILES ACEPTABLES:



PLANTA - PUERTA DE INGRESO
ESC= 1/25



REJA DE INGRESO
VISTA INTERIOR
ESCALA 1/20

UNIVERSIDAD SAN PEDRO			
Proyecto: EVALUACION ESTRUCTURAL DE RESERVORIO DE COCHAONGO			
Especialidad:	Plano:		
ARQUITECTURA	ESTRUCTURAS - DETALLES		
Consultor:	Ubicación:	Dpto. : ANCASH Prov. : YUNGAY Distrito : YUNGAY	
Revisado:	Escala:	1/50	Fecha: DICIEMBRE 2020
	Cad:	ESI/CAD	ED - 03