



DESCRIPCION DEL CONTENIDO

NOMBRE DEL PROYECTO: EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS E INGENIERÍA DE DETALLE PARA LA PROTECCIÓN DE LAS CASSETAS DE BOMBAS DE ACUERDO AL D.S. N°023-2015-EM
DISCIPLINA: CIVIL

MEMORIA DE CÁLCULO CIVIL

EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS E INGENIERÍA DE DETALLE PARA
LA PROTECCIÓN DE LAS CASSETAS DE BOMBAS DE ACUERDO AL
D.S. N°023-2015-EM

PROYECTO No. OS-0381

REV	FECHA	DESCRIPCION	ELABORADO POR IC	APROBADO POR IC	REVISADO PETROPERU	APROBADO PETROPERU
0	8/10/2019	Emisión Final	J. G.	J. F.	D. C.	C. F.
A	7/10/2019	Emisión Inicial	J. G.	J. F.	D. C.	C. F.
PETROPERÚ			OS-10-13-MCC-0381-030			
INGENIERÍA CARDÓN						

DESCRIPCION DEL CONTENIDO

NOMBRE DEL PROYECTO: EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS E INGENIERÍA DE DETALLE PARA LA PROTECCIÓN DE LAS CASSETAS DE BOMBAS DE ACUERDO AL D.S. N°023-2015-EM
DISCIPLINA: CIVIL

TABLA DE CONTENIDO

1.	OBJETIVO	3
2.	ALCANCE	3
3.	NORMAS TÉCNICAS Y DOCUMENTOS.....	3
3.1.	Requisitos Legales y Reglamentarios Aplicables	3
3.2.	Códigos y Normas Aplicables	3
3.3.	Documentos del Proyecto.....	3
3.4.	Orden Jerárquico de la Normatividad Aplicable.....	4
4.	DEFINICIONES	4
5.	SISTEMA DE UNIDADES DE MEDIDA	5
6.	DATOS DEL SITIO	5
6.1.	Ubicación del Sitio.....	5
6.2.	Datos Climatológicos	7
6.3.	Estudio de Suelos.....	7
7.	CALIDAD DE LOS MATERIALES	8
8.	HERRAMIENTAS DE CÁLCULO.....	8
9.	METODOLOGÍA DE CÁLCULO	8
10.	CRITERIOS DE DISEÑO	9
10.1.	Cargas de Diseño	9
11.	ESTRUCTURA DE CONCRETO.....	9
11.1.	Combinaciones de carga.....	9
11.2.	Cimentaciones	9
12.	ANÁLISIS Y DISEÑO.....	10
12.1.	CANAL DE PASO DE TUBERÍAS	10
13.	RESULTADOS.....	14

DESCRIPCION DEL CONTENIDO

NOMBRE DEL PROYECTO: **EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS E INGENIERÍA DE DETALLE PARA LA PROTECCIÓN DE LAS CASETAS DE BOMBAS DE ACUERDO AL D.S. N°023-2015-EM**
DISCIPLINA: **CIVIL**

1. OBJETIVO

Presentar los resultados obtenidos mediante cálculos manuales y/o programas especializados de computador de la revisión estructural de estructuras de la Ingeniería de detalle del proyecto **“EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS E INGENIERÍA DE DETALLE PARA LA PROTECCIÓN DE LAS CASETAS DE BOMBAS DE ACUERDO AL D.S. N° 023-2015-EM”**

2. ALCANCE

Comprende la revisión del diseño del paso vial que conforma las estructuras de concreto asociadas al proyecto Ingeniería de detalle, correspondiente al proyecto, correspondiente al proyecto **“EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS E INGENIERÍA DE DETALLE PARA LA PROTECCIÓN DE LAS CASETAS DE BOMBAS DE ACUERDO AL D.S. N° 023-2015-EM”**.

3. NORMAS TÉCNICAS Y DOCUMENTOS

El desarrollo y ejecución de los trabajos requeridos en el proyecto están ajustados a las mejores prácticas de ingeniería y cumplen con las últimas versiones de estándares, códigos y practicas recomendadas en la industria petrolera, como las indicadas a continuación de forma enunciativa mas no limitativa.

3.1. Requisitos Legales y Reglamentarios Aplicables

- E.020 – 2006 Cargas.
- E.050 – 2006 Suelos y Cimentaciones.
- E.060 – 2009 Concreto Armado.
- OS.060 – 2006 Drenaje Pluvial Urbano.
- OS.100 – 2006 Consideraciones Básicas de Diseño de Infraestructura Sanitaria.
- Reglamento Nacional de Construcciones, Junio 2009.

3.2. Códigos y Normas Aplicables

- **AMERICAN CONCRETE INSTITUTE (ACI):**
 - 318 – 2014 Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary.
 - 350 – 2006 Code Requirements for Environmental Engineering Concrete Structures and Commentary.
 - 351.1R – 1999 Grouting Between Foundations and Bases for Support of Equipment and Machinery.
- **AMERICAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS (ASCE):**
 - 7 – 2010 Minimum Design Loads for Buildings and other Structures.

3.3. Documentos del Proyecto

- OS-10-13-160-0381-035 Canal de Paso para Tubería.

PETROPERÚ	OS-10-13-MCC-0381-030	Revisión	0	Página
INGENIERÍA CARDÓN		Fecha	Oct.19	3 de 14

DESCRIPCION DEL CONTENIDO

NOMBRE DEL PROYECTO: **EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS E INGENIERÍA DE DETALLE PARA LA PROTECCIÓN DE LAS CASETAS DE BOMBAS DE ACUERDO AL D.S. N°023-2015-EM**
DISCIPLINA: **CIVIL**

- Estudio de Mecánica de Suelos para Incremento de Capacidad de Almacenamiento de Combustible en Refinería Iquitos – Petroperú S.A.

3.4. Orden Jerárquico de la Normatividad Aplicable

En el evento de que existan inconsistencias o diferencias entre las normas, códigos y los documentos de referencia o elementos de entrada suministrados por **PETROPERÚ**, prevalece aquel que contenga criterios más conservadores (de mayores factores de seguridad), siempre bajo el conocimiento y aceptación **PETROPERÚ**. El orden jerárquico de prioridad establecido para las normas, códigos, especificaciones y estándares de Ingeniería aplicados para desarrollar el proyecto, según **PETROPERÚ**, es:

- Leyes y Regulaciones Nacionales (Peruanas) y Locales.
- Estándares, Especificaciones y Códigos de la Industria.

4. DEFINICIONES

Para una mejor comprensión e interpretación de este documento a continuación se definen algunos conceptos básicos, relacionados con el trabajo a realizar y se indica en forma precisa en el sentido en que se usa en el presente documento.

Capacidad de Carga Admisible: Presión máxima que puede transmitir una cimentación al suelo subyacente, sin que este falle por esfuerzo cortante ni por asentamientos excesivos.

Carga: Fuerzas u otras acciones que resulten del peso de los materiales de construcción, ocupantes y sus pertenencias, efectos del medio ambiente, movimientos diferenciales y cambios dimensionales restringidos

Carga amplificada o factorizada: Carga, multiplicada por los factores de carga apropiados, que se utiliza para diseñar los elementos utilizando el método de diseño indicado en cada una de las normas.

Carga de servicio: Carga viva más carga muerta, sin factores de amplificación.

Cimentación: Elemento estructural que tiene como función transmitir las acciones de carga de la estructura al suelo de la fundación.

Coefficiente de Aceleración Horizontal: Cociente de la aceleración horizontal máxima entre la aceleración de la gravedad.

Concreto Estructural: Concreto utilizado para propósitos estructurales, incluyendo concretos simples y los reforzados.

Factor de Mayoración: Factor empleado para incrementar las solicitaciones a fin de diseñar en el estado límite de agotamiento resistente.

Factor de Minoración: Factor empleado para reducir la resistencia nominal y obtener la resistencia de diseño.

Factor de Reducción de Respuesta: Factor que divide las ordenadas del espectro de respuesta elástica para obtener el espectro de diseño.

Método LRFD: Método que se utiliza para el diseño de estructuras de acero (Load and Resistance Factor Design).

PETROPERÚ	OS-10-13-MCC-0381-030	Revisión	0	Página
INGENIERÍA CARDÓN		Fecha	Oct.19	4 de 14

DESCRIPCION DEL CONTENIDO

NOMBRE DEL PROYECTO: EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS E INGENIERÍA DE DETALLE PARA LA PROTECCIÓN DE LAS CASETAS DE BOMBAS DE ACUERDO AL D.S. N°023-2015-EM
DISCIPLINA: CIVIL

Pedestal: Elemento vertical en compresión que tiene una relación entre la altura sin apoyo y el promedio de la menor dimensión lateral no mayor a 3.

Peso unitario seco: Es el peso, por unidad de volumen, de la parte sólida (partículas) de un suelo (Se considera el volumen total).

Profundidad de Desplante: Distancia vertical entre la base de la Cimentación y la superficie del terreno.

Recubrimiento: Menor distancia entre la superficie del acero embebido en el concreto y la superficie más externa de la sección del concreto.

Resistencia Especificada del Concreto a la Compresión: Resistencia a la compresión del concreto especificada para el proyecto.

Solicitaciones: Conjunto de fuerzas axiales, fuerzas cortantes, momentos flectores, momentos torsores y bimomentos que permiten el diseño de las secciones de los elementos y miembros estructurales.

Solicitaciones de Diseño: Solicitaciones mayoradas debidamente combinadas.

Solicitaciones de Servicio: Carga prevista en el análisis durante la vida de las estructuras (no tiene factores de amplificación).

Zapata: Parte de la cimentación de una estructura que reparte y transmite la carga directamente al terreno de cimentación o a pilotes.

5. SISTEMA DE UNIDADES DE MEDIDA

A nivel general, en el desarrollo del proyecto se utilizan las unidades de medida indicadas en la Tabla 1.

TABLA 1. UNIDADES DEL SISTEMA INTERNACIONAL (SI)

Descripción	Unidad (Símbolo)
Masa	kg
Longitud	m
Superficie	m ²
Tiempo	s
Velocidad	m/s
Presión	kg/cm ²

6. DATOS DEL SITIO

6.1. Ubicación del Sitio

El proyecto se ejecutará en las instalaciones de Refinería Iquitos, ubicada al margen izquierdo del Río Amazonas, aproximadamente a 14,5 km aguas abajo de la ciudad de Iquitos, Distrito de Punchana, Provincia de Maynas, Región Loreto.

PETROPERÚ	OS-10-13-MCC-0381-030	Revisión	0	Página
INGENIERÍA CARDÓN		Fecha	Oct.19	5 de 14

DESCRIPCION DEL CONTENIDO

NOMBRE DEL PROYECTO: EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS E INGENIERÍA DE DETALLE PARA LA PROTECCIÓN DE LAS CASETAS DE BOMBAS DE ACUERDO AL D.S. N°023-2015-EM

DISCIPLINA: CIVIL

FIG. 1 UBICACIÓN DE LAS FACILIDADES DEL PROYECTO



Fuente: Elaboración Propia ICSA.

PETROPERÚ	OS-10-13-MCC-0381-030	Revisión	0	Página
INGENIERÍA CARDÓN		Fecha	Oct.19	6 de 14

DESCRIPCION DEL CONTENIDO

NOMBRE DEL PROYECTO: **EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS E INGENIERÍA DE DETALLE PARA LA PROTECCIÓN DE LAS CASETAS DE BOMBAS DE ACUERDO AL D.S. N°023-2015-EM**
DISCIPLINA: **CIVIL**

6.2. Datos Climatológicos

Las principales condiciones ambientales y meteorológicas predominantes en Refinería Iquitos se resumen en la Tabla N° 2, las mismas han sido suministradas por Petroperú a través del documento “Programa de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA)” y ajustadas con los últimos datos meteorológicos de acuerdo al SENAMHI Perú.

TABLA 2. CONDICIONES AMBIENTALES

Descripción		Valores(*)
Temperatura Ambiente (°C)	Máxima	37,9
	Promedio	27,1
	Mínimo	20,3
Humedad Relativa (%)	Máxima	91,00
	Promedio	86,00
	Mínimo	79,00
Presión Atmosférica (mm Hg)	Máxima	754,33
	Promedio	753,91
	Mínimo	753,53
Velocidad del Viento (m/s)	Máxima	2,66
	Promedio	1,50
	Mínimo	0,66
Pluviosidad Mensual (mm)	Máxima (Marzo)	349,40
	Promedio	236,43
	Mínimo (Agosto)	151,60
Temporada de Lluvia		Todo el año
Dirección Predominante del Viento		Norte – Este (NE)
Altura sobre el Nivel del Mar (m)		100

6.3. Estudio de Suelos

La identificación propiedades físicas y mecánicas del suelo, son obtenidas del informe técnico “**Estudio de Mecánica de Suelos para Incremento de Capacidad de Almacenamiento de Combustible en Refinería Iquitos – Petroperú S.A**” Ejecutado por Amazonian Soil Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Diciembre 2014.

Las propiedades físicas y mecánicas del suelo más importantes son:

PETROPERÚ	OS-10-13-MCC-0381-030	Revisión	0	Página
INGENIERÍA CARDÓN		Fecha	Oct.19	7 de 14

DESCRIPCION DEL CONTENIDO

NOMBRE DEL PROYECTO: **EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS E INGENIERÍA DE DETALLE PARA LA PROTECCIÓN DE LAS CASETAS DE BOMBAS DE ACUERDO AL D.S. N°023-2015-EM**

DISCIPLINA: **CIVIL**

- Material: Suelo orgánico color marrón cubierto con vegetación, posteriormente suelos inorgánicos arcillosos e inorgánicos limosos (CH y MH). No se observa afloramiento rocoso y tampoco se observan ningún tipo de agregados gruesos.
- Densidad del suelo: 1,91 gr/cm³
- Capacidad admisible: 1,07 kg/cm².
- Tipo de suelo: S3

7. CALIDAD DE LOS MATERIALES

Los materiales a utilizar cumplen con los requerimientos de los códigos y estándares indicados en este documento. La lista de materiales se muestra en la Tabla 4.

TABLA 3. CALIDAD DE LOS MATERIALES

Materiales/Elemento	Especificaciones
Mortero	$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
Acero de Refuerzo	$F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
Planchas de Acero	ASTM A-36, $F_y = 2530 \text{ kg/cm}^2$
Electrodos	E-70XX
Grating	NAAMM MBG532-09

8. HERRAMIENTAS DE CÁLCULO

- Programa SAP2000, versión 19.1.0. Programa de Análisis Tridimensional Extendido y diseño de Edificaciones.
- Modelo de cálculo creado en Microsoft Excel 2010, para la corrección del módulo de balasto.

9. METODOLOGÍA DE CÁLCULO

La metodología seguida para el diseño del paso vial sigue el siguiente esquema:

- Recopilación de información.
- Consulta de Códigos, Normas y Documentos de Referencias.
- Selección de Materiales y sus características.
- Definición de estructuras o elementos a diseñar.
- Análisis de los requerimientos generales de los códigos, normas y documentos de referencia que aplican al diseño.
- Definición preliminar de la geometría del sistema estructural y materiales de construcción.
- Establecimiento de la hipótesis de cálculo.
- Determinación de las cargas actuantes, combinaciones de carga y establecimiento de las limitaciones a las deformaciones.
- Dimensionado de los elementos estructurales.

PETROPERÚ	OS-10-13-MCC-0381-030	Revisión	0	Página
INGENIERÍA CARDÓN		Fecha	Oct.19	8 de 14

DESCRIPCION DEL CONTENIDO

NOMBRE DEL PROYECTO: **EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS E INGENIERÍA DE DETALLE PARA LA PROTECCIÓN DE LAS CASETAS DE BOMBAS DE ACUERDO AL D.S. N°023-2015-EM**
DISCIPLINA: **CIVIL**

- Análisis de los elementos de la estructura mediante el uso del programa SAP2000, versión 19.0.1. – Programa de Análisis Tridimensional Extendido y diseño de edificaciones.
- Definición, análisis y diseño del sistema de cimentaciones.

10. CRITERIOS DE DISEÑO

10.1. Cargas de Diseño

- Carga viva (CV)

Incluyen las cargas por uso, los cambios de temperatura, así como el empuje de líquidos y tierras, cuando sean de carácter variable. Estas cargas se consideran distribuidas uniformemente sobre los elementos estructurales que las soportan.

- Carga muerta (CM)

Estas cargas o acciones comprenden el peso propio de las estructuras y otros componentes no estructurales, constantemente adosados a ellas.

11. ESTRUCTURA DE CONCRETO

Para el diseño de los elementos que componen la estructura de concreto, son utilizados los criterios establecidos en la norma E.060 “Concreto Armado”.

11.1. Combinaciones de carga

Las solicitaciones sobre la estructura, sus miembros y juntas para el estado límite de agotamiento resistente (U), se determinan con base en las hipótesis de solicitaciones que produzcan el efecto más desfavorable, el cual puede ocurrir, cuando una o más solicitaciones están actuando simultáneamente, por lo que se estudian las siguientes solicitaciones. Cuando la solicitación pueda cambiar de sentido, se tiene en cuenta en todas las combinaciones posibles, cambiando los signos de manera consistente.

Las combinaciones de solicitaciones para el estado límite de agotamiento resistente en estructuras en concreto armado son:

$$U = 1,40 \text{ CM} + 1,70 \text{ CV} \quad (11.1.1)$$

$$U = 1,25 (\text{CM} + \text{CV}) \quad (11.1.2)$$

Donde:

CM: Carga muerta.

CV: Carga viva.

11.2. Cimentaciones

Las cimentaciones son en concreto armado y se diseñan atendiendo a los requerimientos del capítulo 16 de la norma E.060 “Concreto Armado”.

Las cimentaciones se diseñan para resistir los efectos de cargas individuales y las combinaciones de a las cuales pueda estar sujeta la estructura.

PETROPERÚ	OS-10-13-MCC-0381-030	Revisión	0	Página
INGENIERÍA CARDÓN		Fecha	Oct.19	9 de 14

DESCRIPCION DEL CONTENIDO

NOMBRE DEL PROYECTO: **EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS E INGENIERÍA DE DETALLE PARA LA PROTECCIÓN DE LAS CASETAS DE BOMBAS DE ACUERDO AL D.S. N°023-2015-EM**
DISCIPLINA: **CIVIL**

12. ANÁLISIS Y DISEÑO

Los datos que se suministran al programa son las propiedades mecánicas y geométricas de los elementos estructurales, los datos correspondientes a las masas derivadas de sus acciones gravitatorias, el espectro de diseño por acciones sísmicas, acciones variables y los factores de combinaciones de carga. Como resultado y para cada una de las combinaciones de cargas definidas, se obtuvo la envolvente de solicitaciones máximas y mínimas de cada miembro estructural que conforma la estructura.

La estructura está conformada por un sistema resistente de pórticos dúctiles en direcciones ortogonales, constituido por columnas y vigas, diseñado para resistir las acciones prevista en la edificación de acuerdo con lo señalado en las normas y códigos de diseño aplicables.

Para la elaboración de los cálculos estructurales es empleado el programa SAP2000 V.19.1.0, según el siguiente procedimiento:

- Definición de: secciones estructurales (vigas, columnas, losa); materiales (acero y concreto) y combinaciones de cargas (estáticas y dinámicas).
- Elaboración (Draw) de modelo estructural mediante facilidades gráficas del programa y planos modelos de la estructura de la cobertura del Área de Generación y Sala de control.
- Asignación de: espectro de diseño y cargas actuantes (muerta y viva)
- Se realiza el análisis estructural y posteriormente chequeo de la estructura (vigas y columnas) según la norma NTE E.090 “Estructura Metálica” y E.060 “Concreto Armado”.

A continuación, datos de entrada para los cálculos de la Cobertura Área de Generación (estructura metálica) cimentada con tubería hincada y la Sala de Control (estructura de concreto) cimentada sobre fundaciones aisladas.

12.1. CANAL DE PASO DE TUBERÍAS

Se analizó la estructura de concreto de paso vial el cual es Culvert de 8,40 m de longitud y 0,90 m de ancho por el cual pasará una tubería de Ø2”, se utilizarán tapas de concreto en el área de la pista y rejilla tipo grating para las áreas adyacentes a la pista.

- Análisis de Carga

En la siguiente tabla se muestra el análisis de carga en la pista.

PETROPERÚ	OS-10-13-MCC-0381-030	Revisión	0	Página
INGENIERÍA CARDÓN		Fecha	Oct.19	10 de 14

DESCRIPCION DEL CONTENIDO

NOMBRE DEL PROYECTO: **EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS E INGENIERÍA DE DETALLE PARA LA PROTECCIÓN DE LAS CASETAS DE BOMBAS DE ACUERDO AL D.S. N°023-2015-EM**

DISCIPLINA: **CIVIL**

TABLA 4. ANALISIS DE CARGA

Tipo de Carga	Magnitud	Fuente / Criterio
Densidad del Suelo (kg/m ³)	1910	“Estudio de Mecánica de Suelos para Incremento de Capacidad de Almacenamiento de Combustible en Refinería Iquitos – Petroperú S.A”
Peso del Camión Tipo C2R1 (kg)	25.500,00	DG-2014 “Diseño Geométricos de Carretera”
Módulo de Balasto Teórico para (kg/cm ³)	0,65	Valor estimado por Terzaghi para suelos de arcillas blandas

– Corrección de Modulo de Balasto

Como no se cuentan con el cálculo del módulo de balasto en el estudio de suelo realizado para este proyecto y se está utilizando el módulo de balasto teórico para arcillas blandas (según Terzaghi) se debe hacer la corrección del módulo de acuerdo a los siguientes datos:

DESCRIPCION DEL CONTENIDO

NOMBRE DEL PROYECTO: **EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS E INGENIERÍA DE DETALLE PARA LA PROTECCIÓN DE LAS CASETAS DE BOMBAS DE ACUERDO AL D.S. N°023-2015-EM**

DISCIPLINA: **CIVIL**

- Datos de Entrada

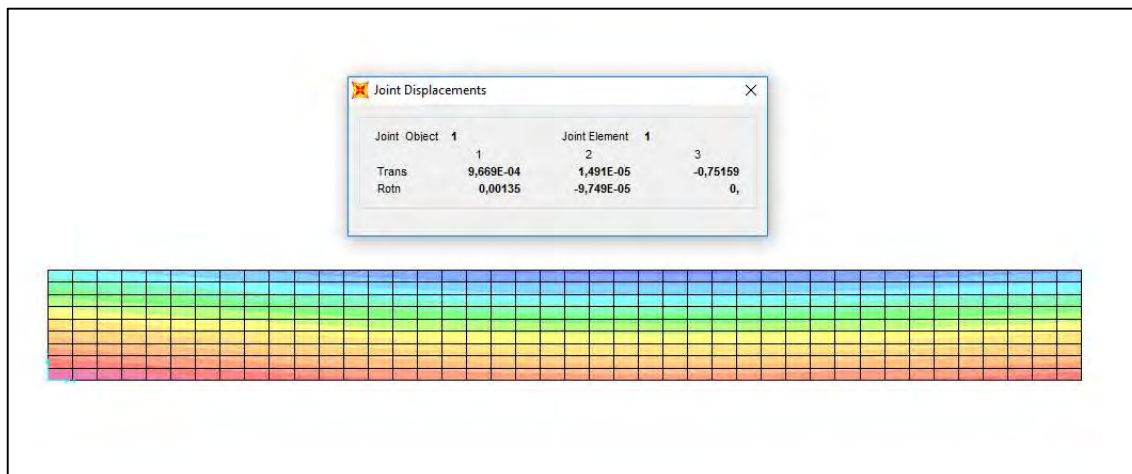
PASO VIAL	
DATOS	
K_{30}	650,00 t/m³
b (losa)	0,90 m
L (losa)	8,40 m
d(losa)	0,20 m
Densidad del suelo	1910,00 kg/m³
Ángulo de Fricción	0,00 °
Capacidad Admisible del suelo	1,07 kg/cm²
f'c	210,00 kg/cm²
1.1- Correccion del Modulo de Balasto	
Según la ecuación propuesta por Terzaghi para arcillas:	
$K_c = K_{30} \times 0,30 / b$ (losa)	216,67 t/m³
1.2.- Calculo de Resortes	
1.2.1-Areas tributaria de resortes	
$A_1 = a/2 \times b/2$	0,005 m²
$A_2 = a \times b/2$	0,010 m²
$A_3 = a \times b$	0,020 m²
1.2.2-Calculo de Fuerza en Apoyos (resortes)	
Eje X-Y	
$K_1 = K_c (1 - \sin \theta) A_1$	1,08 t/m
$K_2 = K_c (1 - \sin \theta) A_2$	2,17 t/m
$K_3 = K_c (1 - \sin \theta) A_3$	4,33 t/m
Eje Z	
$K_1 = K_c \times A_1$	1,08 t/m
$K_2 = K_c \times A_2$	2,17 t/m
$K_3 = K_c \times A_3$	4,33 t/m

DESCRIPCION DEL CONTENIDO

NOMBRE DEL PROYECTO: EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS E INGENIERÍA DE DETALLE PARA LA PROTECCIÓN DE LAS CASETAS DE BOMBAS DE ACUERDO AL D.S. N°023-2015-EM

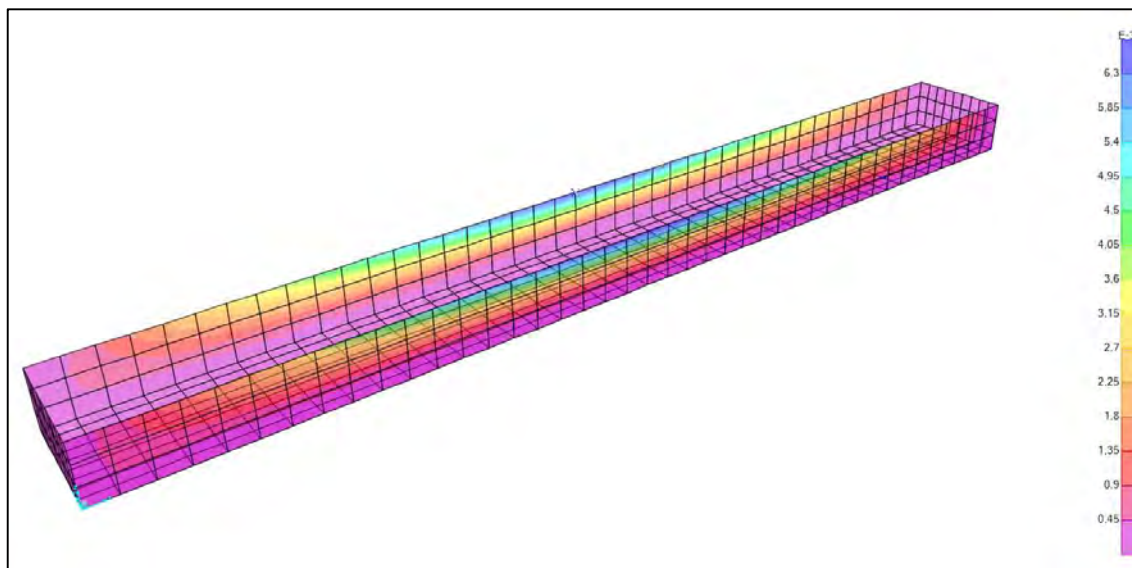
DISCIPLINA: CIVIL

– Chequeo de Presiones del Suelo



Deformada (Ymax) 0,751 cm
 $\sigma_{max} = K_c \times Y_{max} = 0,163 \text{ kg/cm}^2 < 1,07 \text{ kg/cm}^2$ **CUMPLE**

– Diseño de Fierro de Refuerzo



As 66,98E-04 cm²/cm
 As **66,98E-02 cm²/m** < As min= 0,0018 x b x d= 4,95 cm²/m
 As diseño 4,95 cm² **Ø 1/2" @ 15 cm a/s**

PETROPERÚ	OS-10-13-MCC-0381-030	Revisión	0	Página
INGENIERÍA CARDÓN		Fecha	Oct.19	13 de 14

DESCRIPCION DEL CONTENIDO

NOMBRE DEL PROYECTO: **EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS E INGENIERÍA DE DETALLE PARA LA PROTECCIÓN DE LAS CASETAS DE BOMBAS DE ACUERDO AL D.S. N°023-2015-EM**

DISCIPLINA: **CIVIL**

13. RESULTADOS

Un canal de paso para tuberías de concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, Dimensiones 8,40 m x 0,90 m x 0,45 m, con espesor de paredes y losa de 0,20 y fierro de refuerzo $\varnothing 1/2"$ C/15,00 cm en ambas direcciones.

PETROPERÚ	OS-10-13-MCC-0381-030	Revisión	0	Página
INGENIERÍA CARDÓN		Fecha	Oct.19	14 de 14