

INFORME DE EVALUACIÓN GEOTÉCNICA

Código: LADESA-001-2023



CONSTRULADESA
SUELOS Y HORMIGONES S.A.

Dirección: Inmaconsa 2^{da} Etapa Mz 28 Solar 36

Teléfono: 3909182 – 0994021136

Correo: info@construladesa.com

Revisión de formato: 02

Fecha: 03/01/2023

Página 1

PROYECTO:

ESTUDIOS DE SUELOS PARA TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y
LÍNEA DE CONDUCCIÓN UBICADO EN EL CANTÓN TULCÁN

CONTENIDO:

INFORME GEOTÉCNICO, PERFIL ESTRATIGRÁFICO, GEOLOGÍA
DE ZONA ANÁLISIS DE LOS ESTADOS LÍMITES DE
RESISTENCIA Y SERVICIO, ZONIFICACIÓN SÍSMICA, TIPO DE
SUELO Y ESPECTRO ELÁSTICO.

PREPARADO PARA:

EMPRESA PÚBLICA MUNICIPAL DE AGUA
POTABLE Y ALCANTARILLADA DE TULCÁN –
EPMAPA-T

HISTORIAL DEL DOCUMENTO

001	2023-01-23	Emitido para comentarios del cliente	Construladesa	
Rev	Fecha	Descripción	Elaborado	Aprobado
.				

INFORME DE EVALUACIÓN GEOTÉCNICA

Código: LADESA-001-2023



CONSTRULADESA
SUELOS Y HORMIGONES S.A.

Dirección: Inmaconsa 2^{da} Etapa Mz 28 Solar 36

Teléfono: 3909182 – 0994021136

Correo: info@construladesa.com

Revisión de formato: 02

Fecha: 03/01/2023

Página 2

ÍNDICE

1. ANTECEDENTES.....	4
2. OBJETIVO GENERAL.....	4
3. OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	4
4. GENERALIDADES DEL PROYECTO	5
4.1. UBICACIÓN DE PERFORACIONES (GOOGLE EARTH)	5
4.2. DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA DEL ÁREA DEL ESTUDIO	6
4.3. COORDENADAS	7
5. TRABAJO REALIZADOS.....	7
5.1. TRABAJOS DE CAMPO	7
5.2. TRABAJOS DE LABORATORIO	8
5.3. MUESTRAS OBTENIDAS.....	9
5.3.1. PERFORACIONES Y CALICATAS	9
6. PELIGROSIDAD SISMICA.....	10
6.1. ZONIFICACION SISMICA LOCAL.....	11
6.2. ESPECTRO DE RESPUESTA PARA DISEÑO, SEGÚN NEC-15.	15
7. CARGAS DE SERVICIO Y ESPECIFICACIONES DEL TANQUE.....	21
8. ANÁLISIS DE ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA Y SERVICIO	23
8.1. PERFIL GEOTÉCNICO	23
8.2. PARÁMETROS GEOTÉCNICOS	23
8.3. MODELO GEOTÉCNICO.....	24
8.4. ANÁLISIS DEL ESTADO LIMITE DE RESISTENCIA CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE	25
8.5. ANALISIS DEL ESTADO LÍMITE DE SERVICIO ASENTAMIENTOS ELÁSTICOS.....	27
8.6. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES (TANQUE DE ALMACENAMIENTO).....	31

INFORME DE EVALUACIÓN GEOTÉCNICA

Código: LADESA-001-2023



CONSTRULADESA
SUELOS Y HORMIGONES S.A.

Dirección: Inmaconsa 2^{da} Etapa Mz 28 Solar 36

Teléfono: 3909182 – 0994021136

Correo: info@construladesa.com

Revisión de formato: 02

Fecha: 03/01/2023

Página 3

8.7.	CONDICION ESTÁTICA	32
8.8.	CONDICIÓN SISMICA	33
9.	LINEA DE CONDUCCIÓN	34
9.1.	TRAMO DESDE CALICATA 1 HASTA CALICATA 2	35
9.2.	TRAMO 2 DESDE CALICATA 2 HASTA CALICATA 3	36
9.3.	TRAMO 3 DESDE CALICATA 3 HASTA CALICATA 5	37
9.4.	TRAMO 4 DESDE CALICATA 5 HASTA CALICATA 7	38
9.5.	TRAMO 5 DESDE CALICATA 7 HASTA LA CALICATA 9.....	39
9.6.	TRAMO 6 DESDE LA CALICATA 9 HASTA LA CALICATA 11	40
9.7.	TRAMO 7 DESDE LA CALICATA 11 HASTA LA CALICATA 13	41
9.8.	TRAMO 8 DESDE LA CALICATA 13 HASTA LA CALICATA 14	42
10.	RECOMENDACIONES DE RELLENOS PARA ZANJAS DE TUBERÍA DE Ø= 315 mm.	43
11.	CARACTERISITCAS DE MATERIALES	45
11.1.	BASE CLASE 1 TIPO A	45
11.2.	MEJORAMIENTO.....	45
12.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	47

INFORME DE EVALUACIÓN GEOTÉCNICA

Código: LADESA-001-2023



CONSTRULADESA
SUELOS Y HORMIGONES S.A.

Dirección: Inmaconsa 2^{da} Etapa Mz 28 Solar 36

Teléfono: 3909182 – 0994021136

Correo: info@construladesa.com

Revisión de formato: 02

Fecha: 03/01/2023

Página 4

1. ANTECEDENTES

La **EMPRESA PÚBLICA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADA DE TULCÁN – EPMAPA-T**, solicita a la compañía **CONSTRULADESA SUELOS Y HORMIGONES S.A.**, la realización del estudio de suelos para el proyecto **"TANQUE DE ALAMCENAMIENTO Y LÍNEA DE CONDUCCIÓN"**, ubicada en el cantón Tulcán, provincia del Carchi.

2. OBJETIVO GENERAL

Determinar los estados límites de resistencia y servicio para la construcción del tanque de almacenamiento y la línea de conducción en base a análisis físicos y mecánicos de los materiales, adecuada para garantizar la funcionalidad de la estructura.

3. OBJETIVOS ESPECIFICOS.

Para el cumplimiento del objetivo general del estudio es necesario alcanzar los objetivos particulares siguientes:

- Sistematizar la información existente (planos arquitectónicos, especificaciones técnicas y levantamiento topográfico) de la estructura a construir.
- Definir las características geológicas generales y locales del área de implantación donde se cimentará el tanque y la línea de conducción mediante un estudio geológico regional que permita conocer el origen y naturaleza del subsuelo, además de investigaciones de campo y laboratorio que incluyen perforaciones mecánicas, ejecutando ensayos SPT y toma de muestras alteradas mediante el muestreador de cuchara partida.



- Determinar la respuesta dinámica del sitio, mediante métodos empíricos y los factores de respuesta de sitio, de acuerdo a la Norma Ecuatoriana de Construcción, NEC-15.
- Elaborar el modelo geotécnico de los materiales presentes en el subsuelo, mediante parámetros geomecánicos y sus características de resistencia y deformabilidad, para analizar los estados límites de falla y de servicio de la cimentación.
- Determinar las condiciones para realizar las excavaciones necesarias para el proceso constructivo de cimentación del tanque de almacenamiento y la línea de conducción, evaluando las características de estabilidad de los taludes de excavación.

4. GENERALIDADES DEL PROYECTO

4.1. UBICACIÓN DE PERFORACIONES (GOOGLE EARTH)

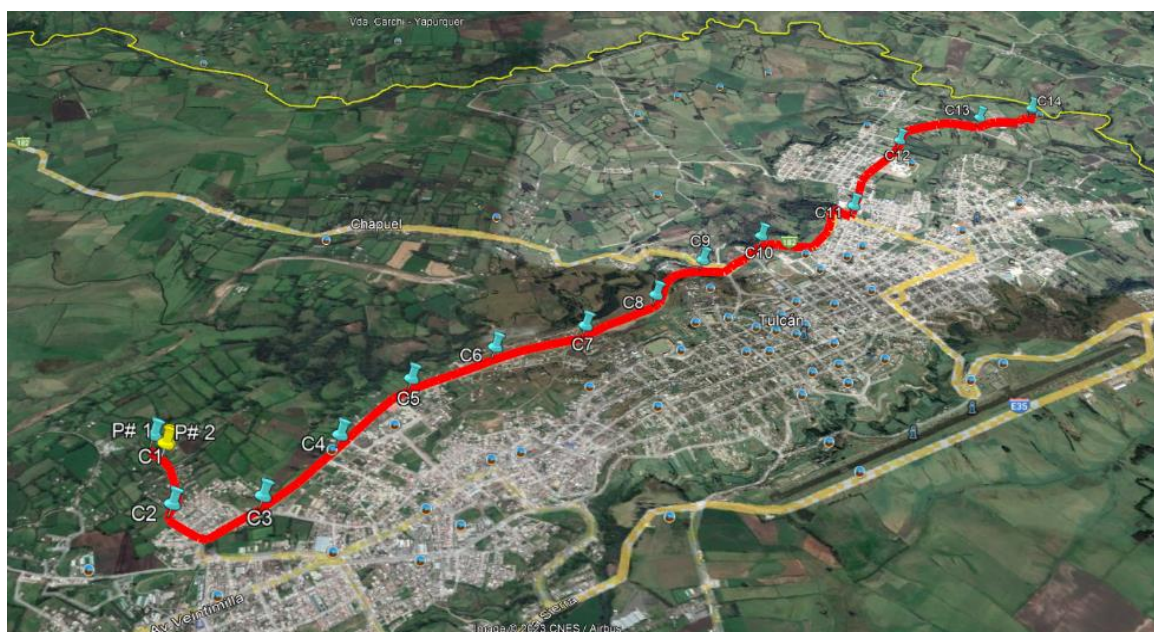


Fig. N.º 1.- Ubicación de sondeos tanque y línea (Google Earth).

INFORME DE EVALUACIÓN GEOTÉCNICA

Código: LADESA-001-2023



CONSTRULADESA
SUELOS Y HORMIGONES S.A.

Dirección: Inmaconsa 2^{da} Etapa Mz 28 Solar 36

Teléfono: 3909182 – 0994021136

Correo: info@construladesa.com

Revisión de formato: 02

Fecha: 03/01/2023

Página 6

4.2. DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA DEL ÁREA DEL ESTUDIO

El área del estudio se ubica al norte de Ecuador en el cantón Tulcán perteneciente a la provincia del Carchi, correspondiente al mapa geológico detallado del Ecuador, escala 1:100.000. En la figura siguiente se muestra parcialmente el plano geológico regional.

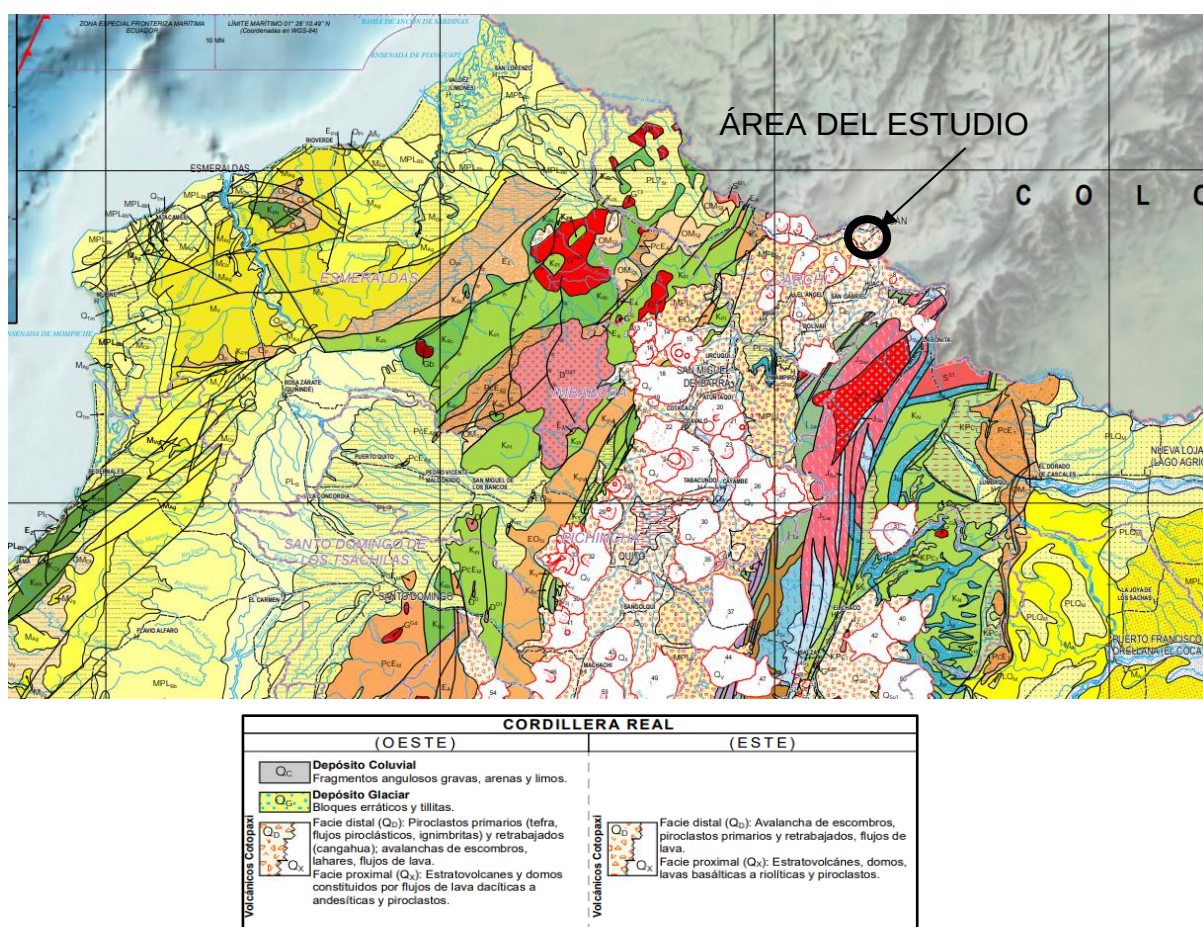


Fig. N.º 2.- Parcial del mapa geológico de la república del Ecuador - 2017, escala 1:100.000.

Como se observa en el mapa geológico del Ecuador, el área de estudio se encuentra en la formación (Q_d), correspondientes a piroclastos primarios (tetraflujos piroclásticos, ignimbritas) y re TRABAJADOS (cangahua); avalancha de escombros lahares, flujos de lava.

INFORME DE EVALUACIÓN GEOTÉCNICA

Código: LADESA-001-2023



CONSTRULADESA
SUELOS Y HORMIGONES S.A.

Dirección: Inmaconsa 2^{da} Etapa Mz 28 Solar 36

Teléfono: 3909182 – 0994021136

Correo: info@construladesa.com

Revisión de formato: 02

Fecha: 03/01/2023

Página 7

4.3. COORDENADAS

Se realizaron 2 perforaciones y 14 calicatas las cuales se ubican en las siguientes coordenadas:

PERFORACIÓN	COORDENADAS	
	NORTE	ESTE
P1	88672	194652
P2	88660	194649

Cuadro N.º 1.- Ubicación de perforaciones (Tanque de almacenamiento, Tulcán).

CALICATAS	COORDENADAS	
	NORTE	ESTE
Calicata # 1	88697	194587
Calicata # 2	88390	194780
Calicata # 3	88472	195181
Calicata # 4	88898	195431
Calicata # 5	89342	195687
Calicata # 6	89672	196072
Calicata # 7	89924	196535
Calicata # 8	90265	196907
Calicata # 9	90642	197162
Calicata # 10	90941	197514
Calicata # 11	91361	197361
Calicata # 12	92165	198466
Calicata # 13	92543	199056
Calicata # 14	92745	199453

Cuadro N.º 2.- Ubicación de calicatas (línea de conducción, Tulcán).

5. TRABAJO REALIZADOS

5.1. TRABAJOS DE CAMPO

Se realizaron 2 perforaciones una de 16.0 ml y otra de 17.0 ml, empleando una perforadora a rotación y percusión marca ACKER ACE N5W con motor Wisconsin 20HP.

INFORME DE EVALUACIÓN GEOTÉCNICA

Código: LADESA-001-2023



CONSTRULADESA
SUELOS Y HORMIGONES S.A.

Dirección: Inmaconsa 2^{da} Etapa Mz 28 Solar 36

Teléfono: 3909182 – 0994021136

Correo: info@construladesa.com

Revisión de formato: 02

Fecha: 03/01/2023

Página 8

El método de extracción de las muestras fue por el método S.P.T. (Standard Penetration Test) siguiendo la norma ASTM D1586, siendo estas alteradas (mediante muestreador de cuchara partida), además se realizó 14 calicatas a cielo abierto de 2.0 ml empleando una máquina retroexcavadora a lo largo de la línea de conducción, las muestras fueron extraídas y etiquetadas a cada metro de profundidad o cada variación de estrato, luego fueron envueltas adecuadamente para que no pierdan su humedad natural y luego llevadas al laboratorio para su clasificación y ensayos pertinentes.

5.2. TRABAJOS DE LABORATORIO

En el laboratorio se procedió a la clasificación de las muestras de acuerdo al número de perforaciones y calicatas realizadas. Los ensayos a realizarse fueron los siguientes:

- Contenido de humedad.
- Límites de Atterberg.
- Granulometría
- Proctor
- Corte directo

Estos ensayos de mecánica de suelos, se los realiza siguiendo las normas ASTM, que permiten clasificar los suelos, y establecer las características geomecánicas de los mismos.

ENSAYO	NORMA
Límites de Atterberg	ASTM D4318
Humedad Natural	ASTM D2216
Granulometría	ASTM D422
Proctor	ASTM D1557
Corte Directo	ASTM D3080

Cuadro N. 3º.- Ensayos de laboratorio (ASTM).

INFORME DE EVALUACIÓN GEOTÉCNICA**Código:** LADESA-001-2023**CONSTRULADESA**
SUELOS Y HORMIGONES S.A.**Dirección:** Inmaconsa 2^{da} Etapa Mz 28 Solar 36**Teléfono:** 3909182 – 0994021136**Correo:** info@construladesa.com**Revisión de formato:** 02**Fecha:** 03/01/2023

Página 9

5.3. MUESTRAS OBTENIDAS**5.3.1. PERFORACIONES Y CALICATAS**

PERFORACIÓN	COORDENADAS		PROF. (m)	MUESTRAS #	COTA IGM ELEVACIÓN
	NORTE	ESTE			
P1	88672	194652	17.00	18.00	3030.000
P2	88660	194649	16.00	17.00	3029.000

Cuadro N. 4º.- Total de muestras realizadas vs profundidad de perforación

CALICATAS	COTA (msnm)	PROF. (m)	MUESTRAS #
Calicata # 1	3030	2.00	1
Calicata # 2		2.00	2
Calicata # 3		2.00	2
Calicata # 4	2982	2.00	2
Calicata # 5	2974	2.00	2
Calicata # 6	2955	2.00	1
Calicata # 7	2927	2.00	1
Calicata # 8	2913	2.00	1
Calicata # 9	2914	2.00	3
Calicata # 10	2914	2.00	1
Calicata # 11	2950	2.00	2
Calicata # 12	2944	2.00	3
Calicata # 13	2951	2.00	3
Calicata # 14	2954	2.00	3
TOTAL:		28.00	27.00

Cuadro N. 5º.- Total de muestras realizadas vs profundidad calicatas.

En total se ejecutaron 33 metros lineales de perforación extrayendo 35 muestras y se ejecutaron 28 metros lineales de calicatas a cielo abierto extrayendo un total de 27 muestras.



6. PELIGROSIDAD SISMICA

Para evaluar la peligrosidad es necesario analizar los fenómenos que ocurren desde la emisión de las ondas sísmicas en el foco hasta que dichas ondas alcanzan la zona del estudio. Al propagarse las ondas sísmicas llegan en forma de excitación sísmica al basamento rocoso que se encuentra debajo del emplazamiento de la estructura. Las ondas sufren un efecto de filtrado a través de la función de transferencia a las capas de suelo que se encuentra entre el basamento y la superficie del terreno. Los estudios de peligrosidad sísmica comprenden un estudio a escala regional, conocido como macro zonificación, y los estudios a escala local, o de microzonificación. Los aspectos a considerar en la microzonificación se refieren a la caracterización de las zonas fuentes y los mecanismos de propagación de la energía sísmica. En el estado actual de la práctica de la ingeniería sismo-resistente en el Ecuador, los especialistas encargados de los análisis y diseños estructurales, utilizan generalmente, las aceleraciones esperadas en roca de acuerdo con lo publicado en la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-2015).

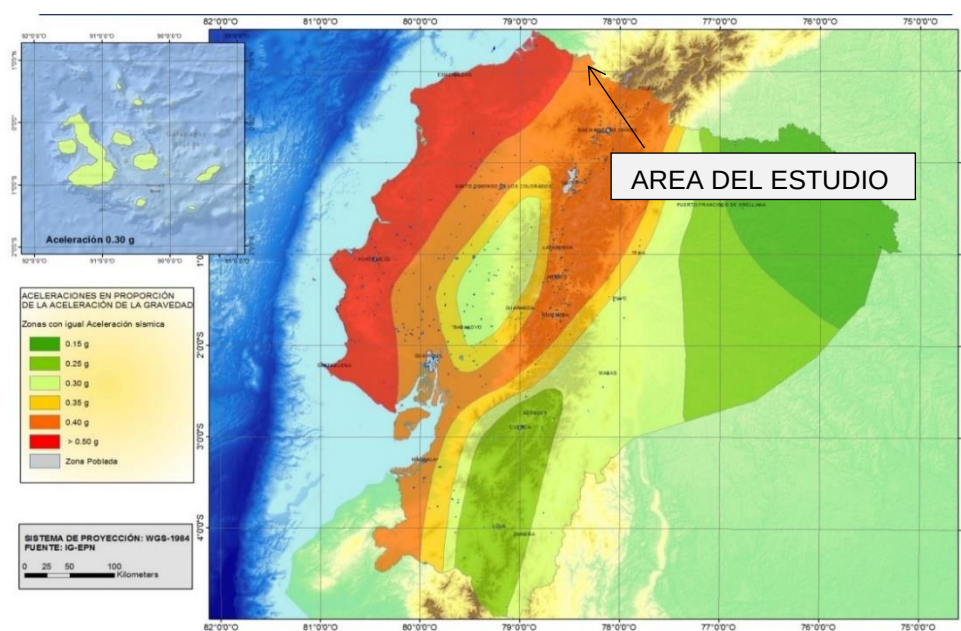


Fig. N.º 3. - Ubicación del área del estudio en el mapa de Zonificación Sísmica en el Ecuador

INFORME DE EVALUACIÓN GEOTÉCNICA

Código: LADESA-001-2023



CONSTRULADESA
SUELOS Y HORMIGONES S.A.

Dirección: Inmaconsa 2^{da} Etapa Mz 28 Solar 36

Teléfono: 3909182 – 0994021136

Correo: info@construladesa.com

Revisión de formato: 02

Fecha: 03/01/2023

Página 11

FACTORES Z PARA ZONAS DEL MAPA DE ZONIFICACIÓN SISMICA DEL ECUADOR

Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
Valor factor Z	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥ 0.50
Caracterización del peligro sísmico	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy alta

Cuadro N.º 4.- Factores Z para zonificación sísmica del Ecuador

En esta norma se ha evaluado cuantitativamente la sismicidad regional del país en afloramientos rocosos, considerando el potencial sísmico y el evento con probabilidad de excedencia del 10% en 50 años (periodo de retorno de 475 años), presenta un mapa de iso-aceleraciones para determinar un valor “Z” de cada zona sísmica (área entre isolíneas) que representa la aceleración máxima en roca esperada para el sismo de diseño, expresado como fracción de la aceleración de la gravedad.

Considerando la ubicación geográfica del proyecto y con referencia al mapa de Zonificación Sísmica para Diseño (NEC-2015), el sitio de estudio se encuentra en la **Zona Sísmica V**, lo cual representa un **factor Z de 0.40 g** de aceleración máxima esperada en roca.

6.1. ZONIFICACION SISMICA LOCAL

Para la evaluación de los efectos locales de la respuesta sísmica, la NEC-SE-DS define seis tipos de perfil de suelo. Los efectos locales de la respuesta sísmica de las estructuras deben evaluarse en base a los perfiles de suelo, independientemente del tipo de cimentación. En la tabla siguiente se indican los criterios de clasificación de los tipos de perfiles de suelo para el diseño sísmico

INFORME DE EVALUACIÓN GEOTÉCNICA**Código:** LADESA-001-2023
CONSTRULADESA
 SUELOS Y HORMIGONES S.A.
Dirección: Inmaconsa 2^{da} Etapa Mz 28 Solar 36**Teléfono:** 3909182 – 0994021136**Correo:** info@construladesa.com**Revisión de formato:** 02**Fecha:** 03/01/2023

Página 12

Tipo de perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$V_s \geq 1500 \text{ m/s}$
B	Perfil de roca de rigidez media	$1500 \text{ m/s} > V_s \geq 760 \text{ m/s}$
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$760 \text{ m/s} > V_s \geq 360 \text{ m/s}$
	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$N \geq 50.0$ $S_u \geq 100 \text{ kPa}$
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$360 \text{ m/s} > V_s \geq 180 \text{ m/s}$
	Perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	$50 > N \geq 15.0$ $100 \text{ kPa} > S_u \geq 50 \text{ kPa}$
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$V_s < 180 \text{ m/s}$
	Perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas	$IP > 20$ $w \geq 40\%$ $S_u < 50 \text{ kPa}$
F	Los perfiles de suelo tipo F requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista. Se contemplan las siguientes subclases:	
	F1 —Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como; suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc.	
	F2 —Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas ($H > 3\text{m}$ para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas).	
	F3 —Arcillas de muy alta plasticidad ($H > 7.5 \text{ m}$ con índice de Plasticidad $IP > 75$)	
	F4 —Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda ($H > 30\text{m}$)	
	F5 —Suelos con contrastes de impedancia α ocurriendo dentro de los primeros 30 m superiores del perfil de subsuelo, incluyendo contactos entre suelos blandos y roca, con variaciones bruscas de velocidades de ondas de corte.	
	F6 —Rellenos colocados sin control ingenieril.	

Cuadro No. 5: Clasificación de los perfiles de suelo según NEC-15

Los parámetros utilizados son los correspondientes a los 30 metros superiores del perfil litológico. Para utilizar la Tabla anterior que define el perfil de suelo a escoger para el diseño se deben seguir los siguientes pasos:

- Paso 1

Debe verificarse si el suelo presenta las características descritas para la categoría de perfil de suelo tipo F en cuyo caso debe realizarse un estudio sísmico particular en el sitio.

INFORME DE EVALUACIÓN GEOTÉCNICA

Código: LADESA-001-2023



CONSTRULADESA
SUELOS Y HORMIGONES S.A.

Dirección: Inmaconsa 2^{da} Etapa Mz 28 Solar 36

Teléfono: 3909182 – 0994021136

Correo: info@construladesa.com

Revisión de formato: 02

Fecha: 03/01/2023

Página 13

- Paso 2:

Debe establecerse la existencia de estratos de arcilla blanda. La arcilla blanda se define como aquella que tiene una resistencia al corte menor de 50 KPa (5 T/m²), un contenido de humedad $w > 40\%$ y un índice de plasticidad $IP > 20\%$. Si existe un espesor total, H , de 3 metros o más de estratos de arcilla que cumplan estas condiciones, el perfil de suelo se clasifica como tipo E.

- Paso 3:

El perfil se clasifica según el cuadro 6 utilizando los criterios de N_{60} , V_s , o la consideración conjunta de N_{ch} y S_u . En caso que se tengan V_s , este criterio prevalecerá en la clasificación, caso contrario se podrá utilizar el criterio basado en N_{60} . Cuando los perfiles de suelo tienen estratos claramente diferenciados deben subdividirse, asignándoles un subíndice i que va desde 1 en la superficie, hasta " n " en la parte inferior de los 30 metros del perfil. A partir de los resultados de los ensayos SPT realizados en el sitio, se obtuvieron los valores del número de golpes promedio del ensayo de penetración estándar. En el cuadro siguiente se indican los criterios para clasificar los perfiles de suelos tipos C, D, o E.

CRITERIOS PARA CLASIFICAR SUELOS DENTRO DE LOS PERFILES DE SUELO TIPOS C, D O E, SEGÚN NEC-15

TIPO DE PERFIL	V_s	N o N_{ch}	S_u
C	Entre 360 y 760 m/s	Mayor que 50	Mayor de 100 KPa
D	Entre 180 y 360 m/s	Entre 15 y 50	Entre 100 y 50 KPa
E	Menor de 180 m/s	Menor que 15	Menor que 50 KPa

Cuadro N.º 6.- Criterios para clasificar suelos dentro de los perfiles de suelo tipos C, D o E

INFORME DE EVALUACIÓN GEOTÉCNICA

Código: LADESA-001-2023



CONSTRULADESA
SUELOS Y HORMIGONES S.A.

Dirección: Inmaconsa 2^{da} Etapa Mz 28 Solar 36

Teléfono: 3909182 – 0994021136

Correo: info@construladesa.com

Revisión de formato: 02

Fecha: 03/01/2023

Página 14

El número promedio de golpes del ensayo de penetración estándar (N60) en cualquier perfil de suelo, indistintamente que esté integrado por suelos no cohesivos o cohesivos, se obtiene por medio de la siguiente expresión:

$$\bar{N} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{\sum_{i=1}^n \frac{d_i}{N_i}}$$

Dónde:

Ni = número de golpes obtenidos en el ensayo de penetración estándar, realizado in situ de acuerdo con la norma ASTM D 1586, incluyendo corrección por energía N60, correspondiente al estrato i. El valor de a emplear para obtener el valor medio, no debe exceder de 100.

di = Espesor del estrato i, localizado dentro de los 11.0 m superiores del perfil considerando que hasta los 17.0 m el estrato es consistente, después de los 17.0 m se considera un N60 mayor al consistente.

Para obtener del valor de N60 se procedió el valor de N para la perforación posteriormente se obtuvo el promedio pesado como se muestra en el cuadro siguiente:

En resumen, se obtiene lo siguiente:

EVALUACION DE N (PERFORACIONES)			
SONDEOS		Σdi (m)	Σ di/Ni
P01		30	1.95
P02		30	1.97
TIPO DE SUELO	D	PROMEDIO	
			15.32

Cuadro N.º 7: Evaluación de tipo de suelo

De las 2 perforaciones se obtuvo un valor de N60 promedio de 15.32 golpes. Con base en los parámetros obtenidos, de acuerdo al cuadro 6 de la NEC-2015 se clasifica el suelo como **Tipo D**.

INFORME DE EVALUACIÓN GEOTÉCNICA

Código: LADESA-001-2023



CONSTRULADESA
SUELOS Y HORMIGONES S.A.

Dirección: Inmaconsa 2^{da} Etapa Mz 28 Solar 36

Teléfono: 3909182 – 0994021136

Correo: info@construladesa.com

Revisión de formato: 02

Fecha: 03/01/2023

Página 15

6.2. ESPECTRO DE RESPUESTA PARA DISEÑO, SEGÚN NEC-15.

Los requisitos de la NEC-15, que deben cumplir las estructuras expuestas a eventos sísmicos, como es el caso de todo el territorio ecuatoriano, y las metodologías que deben ser aplicadas al diseño sismo resistente, se basan en la filosofía de preservar la vida humana, a través de impedir el colapso de todo tipo de estructuras. Para el caso de estructuras de ocupación especial y esencial se debe garantizar su funcionalidad luego de un evento sísmico extremo.

Considerando la ubicación geográfica del proyecto y con referencia al mapa de Zonificación Sísmica para Diseño (Figura No. 3 del presente estudio), el área de implantación del proyecto "**TANQUE DE ALAMCENAMIENTO Y LÍNEA DE CONDUCCIÓN**", se encuentra en la **Zona Sísmica V**, lo cual representa un factor Z de **0.40 g** de aceleración máxima esperada en roca. Así mismo, las condiciones locales del terreno determinan un perfil de **suelo tipo D**, basado en parámetros geotécnicos medidos en el sitio del emplazamiento.

La Norma ecuatoriana recomienda los coeficientes de perfil de suelo, de tres tipos:

Fa: Coeficiente de amplificación de suelo en la zona de periodo cortó.

En la tabla siguiente se presentan los valores del coeficiente Fa que amplifica las ordenadas del espectro de respuesta elástico de aceleraciones en roca, tomando en cuenta los efectos de sitio.

INFORME DE EVALUACIÓN GEOTÉCNICA**Código:** LADESA-001-2023**CONSTRULADESA**
SUELOS Y HORMIGONES S.A.**Dirección:** Inmaconsa 2^{da} Etapa Mz 28 Solar 36**Teléfono:** 3909182 – 0994021136**Correo:** info@construladesa.com**Revisión de formato:** 02**Fecha:** 03/01/2023

Página 16

Tipo de perfil del subsuelo	Zonas sísmicas y Factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥ 0.5
A	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
B	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
C	1.40	1.30	1.25	1.23	1.20	1.18
D	1.60	1.40	1.30	1.25	1.20	1.12
E	1.80	1.40	1.25	1.10	1.00	0.85
F	Para los suelos tipo F no se proporcionan valores debido a que se requiere un estudio especial, según NEC-15					

Cuadro No. 8.- tipo de suelo y factores de sitio fa, según NEC-15.

Fd: Coeficiente de amplificación de las ordenadas del espectro elástico de respuesta de desplazamientos, para diseño, en roca.

En la tabla siguiente se presentan los valores del coeficiente Fd que amplifica las ordenadas del espectro de respuesta elástico de desplazamientos, en roca tomando en cuenta los efectos de sitio.

Tipo de perfil del subsuelo	Zonas sísmicas y Factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥ 0.5
A	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
B	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
C	1.36	1.28	1.19	1.15	1.11	1.06
D	1.62	1.45	1.36	1.28	1.19	1.11
E	2.10	1.75	1.70	1.65	1.60	1.50
F	Para los suelos tipo F no se proporcionan valores debido a que se requiere un estudio especial, según NEC-15					

Cuadro No. 9.- Tipo de suelo y factores de sitio fd, según NEC-15.

INFORME DE EVALUACIÓN GEOTÉCNICA**Código: LADESA-001-2023****CONSTRULADESA**
SUELOS Y HORMIGONES S.A.Dirección: Inmaconsa 2^{da} Etapa Mz 28 Solar 36

Teléfono: 3909182 – 0994021136

Correo: info@construladesa.com

Revisión de formato: 02**Fecha: 03/01/2023**

Página 17

Fs: Coeficiente por comportamiento no lineal de los suelos.

En la tabla siguiente se presentan los valores del coeficiente Fs que considera el comportamiento no lineal de los suelos, la degradación del periodo del sitio que depende de la intensidad y contenido de frecuencia de la excitación sísmica y los desplazamientos relativos del suelo, para los espectros de aceleraciones y desplazamientos.

Tipo de perfil del subsuelo	Zonas sísmicas y Factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥ 0.5
A	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
B	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
C	0.85	0.94	1.02	1.06	1.11	1.23
D	1.02	1.06	1.11	1.19	1.28	1.40
E	1.50	1.60	1.70	1.80	1.90	2.00
F	Para los suelos tipo F no se proporcionan valores debido a que se requiere un estudio especial, según NEC-15					

Cuadro N.º 10.- Tipo de suelo y factores del comportamiento inelástico del subsuelo, fs, según NEC-15.

El espectro de respuesta elástico de aceleraciones Sa, expresado como fracción de la aceleración de la gravedad, para el nivel del sismo de diseño se determina a partir de las siguientes consideraciones:

- Factor de zona sísmica, para el presente caso **Z=0.40**
- Tipo de suelo del sitio de emplazamiento de la estructura, Suelo **Tipo D.**
- Valores de los coeficientes de amplificación de suelo:

Fa=1.20**Fd=1.19**

INFORME DE EVALUACIÓN GEOTÉCNICA

Código: LADESA-001-2023



CONSTRULADESA
SUELOS Y HORMIGONES S.A.

Dirección: Inmaconsa 2^{da} Etapa Mz 28 Solar 36

Teléfono: 3909182 – 0994021136

Correo: info@construladesa.com

Revisión de formato: 02

Fecha: 03/01/2023

Página 18

Fs=1.28

El modelo matemático de este espectro se muestra en la figura siguiente:

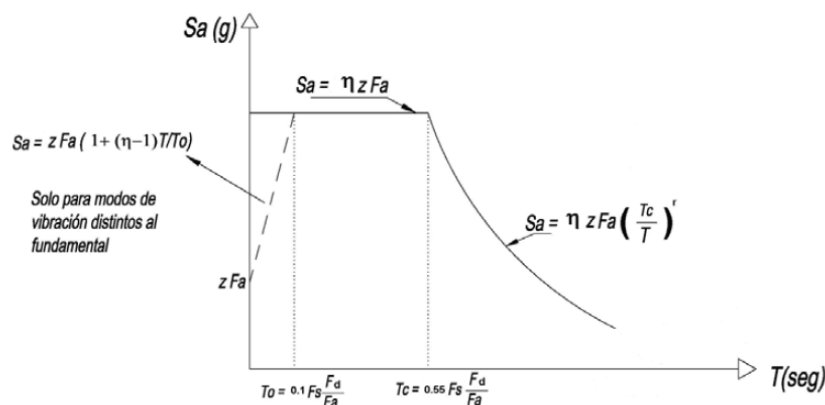


Figura N.º 4.- Espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño.

Dónde:

η = Relación entre la aceleración espectral S_a ($T=0.1s$) y el PGA para el periodo de retorno seleccionado, que varía dependiendo de la región donde se ubica el proyecto:

$\eta=1.80$ para Provincias de la Costa (excepto Esmeraldas)

$\eta=2.48$ para Provincias de la Sierra, Esmeraldas y Galápagos

$\eta= 2.60$ para Provincias del Oriente

F_a = Coeficiente de amplificación de suelo en la zona de periodo corto. Amplifica las ordenadas del espectro elástico de respuesta de aceleraciones para diseño en roca, considerando los efectos de sitio.

F_d = Coeficiente de amplificación de suelo, amplifica las ordenadas del espectro elástico de respuesta de desplazamientos para diseño en roca, considerando los efectos de sitio.

INFORME DE EVALUACIÓN GEOTÉCNICA

Código: LADESA-001-2023



CONSTRULADESA
SUELOS Y HORMIGONES S.A.

Dirección: Inmaconsa 2^{da} Etapa Mz 28 Solar 36

Teléfono: 3909182 – 0994021136

Correo: info@construladesa.com

Revisión de formato: 02

Fecha: 03/01/2023

Página 19

F_s = Coeficiente de amplificación de suelo, considera el comportamiento no lineal de los suelos, la degradación del periodo del sitio que depende de la intensidad y contenido de frecuencia de la excitación sísmica y los desplazamientos relativos del suelo, para los espectros de aceleraciones y desplazamientos.

S_a = Espectro de respuesta elástico de aceleraciones, depende del periodo o modo de vibración de la estructura.

T = Periodo fundamental de vibración de la estructura

T_o = Periodo límite de vibración en el espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño.

T_c = Periodo límite de vibración en el espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño.

Z = Aceleración máxima en roca esperada para el sismo de diseño, expresada como fracción de la aceleración de la gravedad, g .

Dicho espectro, que obedece a una fracción de amortiguamiento respecto al crítico de 5%, se obtiene mediante las siguientes ecuaciones:

para $0 \leq T \leq T_c$

$$S_a = nZF_a \left(\frac{T_c}{T} \right)^r; \text{ para } T > T_c$$

Dónde:

r = Factor usado en el espectro de diseño elástico, cuyo valor depende de la ubicación geográfica del proyecto: $r=1$ para todos los suelos, con excepción del suelo tipo E; y $r=1.5$ para suelo tipo E.

T = Periodo fundamental de vibración de la estructura

T_c = Periodo límite de vibración en el espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño, se evalúa mediante la siguiente expresión:

$$T_c = 0.55 F_s \frac{F_d}{F_a}$$

INFORME DE EVALUACIÓN GEOTÉCNICA

Código: LADESA-001-2023



CONSTRULADESA
SUELOS Y HORMIGONES S.A.

Dirección: Inmaconsa 2^{da} Etapa Mz 28 Solar 36

Teléfono: 3909182 – 0994021136

Correo: info@construladesa.com

Revisión de formato: 02

Fecha: 03/01/2023

Página 20

Otras expresiones relacionadas son:

$$T_L = 2.40F_d$$

$$T_0 = 0.10F_s \frac{F_d}{F_a}$$

Dónde:

TL= Es el periodo límite de vibración utilizado para la definición de espectro de respuesta en desplazamientos. Para los perfiles de suelo tipo D y E, los valores de TL se limitarán a un valor máximo de 4 segundos.

Con estas consideraciones se obtiene el siguiente espectro elástico de diseño para el tanque de almacenamiento:

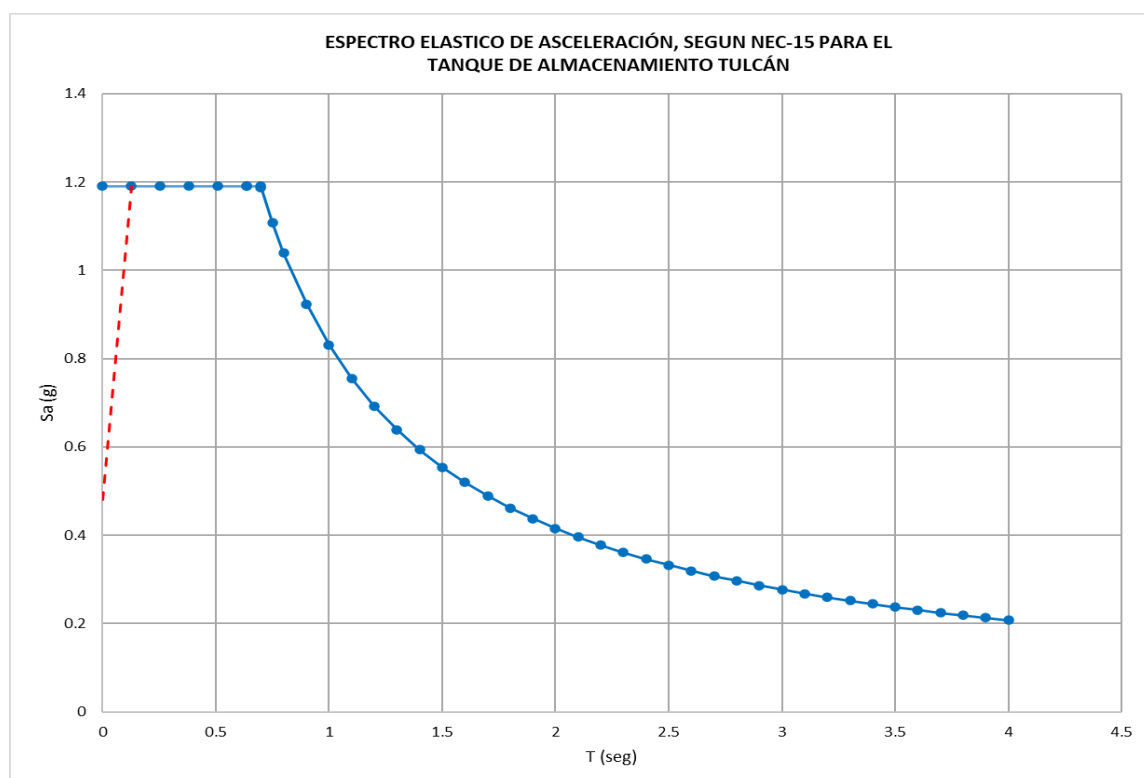


Figura N.º 5.- Espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño en el sitio

INFORME DE EVALUACIÓN GEOTÉCNICA

Código: LADESA-001-2023



CONSTRULADESA
SUELOS Y HORMIGONES S.A.

Dirección: Inmaconsa 2^{da} Etapa Mz 28 Solar 36

Teléfono: 3909182 – 0994021136

Correo: info@construladesa.com

Revisión de formato: 02

Fecha: 03/01/2023

Página 21

7. CARGAS DE SERVICIO Y ESPECIFICACIONES DEL TANQUE

La **EMPRESA PÚBLICA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADA DE TULCÁN – EPMAPA-T** proporcionó los estados de cargas del tanque de almacenamiento, tipo de cimentación, características de deformabilidad, capacidad de almacenamiento, pesos y geometría los cuales se detallan a continuación:

ELEMENTO TANQUE DE ALMACENAMIENTO		UNIDADES
PESO NETO DEL TANQUE	25.00	toneladas
DIAMETRO DEL TANQUE	28.00	metros
ALTURA DEL TANQUE	5.50	metros
ÁREA DEL TANQUE	615.75	
CAPACIDAD DEL TANQUE	3000.00	metros cubicos
AREA DE LOSA DEL TANQUE	900.00	
PESO TOTAL DEL TANQUE + AGUA	4235.00	toneladas
ESFUERZO DE CONTACTO	4.71	t/m ²

Cuadro N.º 10.- Características del tanque de almacenamiento.

Para la descarga se considera que el tanque de almacenamiento está cimentado sobre una losa de hormigón armado con un diámetro de 28.0 m, transmitiendo un esfuerzo de contacto hacia el suelo de 4.71 t/m², para efecto del diseño se considera un esfuerzo de 5.0 t/m².

Con esta consideración se evaluarán de los estados límites de resistencia y servicio para garantizar la funcionalidad de la estructura.

INFORME DE EVALUACIÓN GEOTÉCNICA

Código: LADESA-001-2023



CONSTRULADESA
SUELOS Y HORMIGONES S.A.

Dirección: Inmaconsa 2^{da} Etapa Mz 28 Solar 36

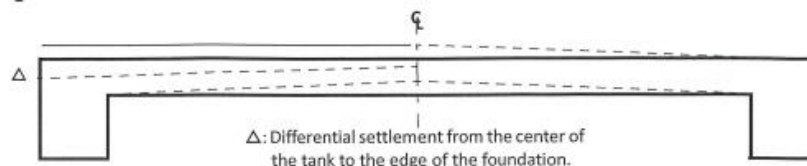
Teléfono: 3909182 – 0994021136

Correo: info@construladesa.com

Revisión de formato: 02

Fecha: 03/01/2023

Página 22



Nominal Diameter (ft)	Number of Sheets per Ring	Slab Thickness (in)	Max Differential Settlement (in)	Slab Thickness (in)	Max Differential Settlement (in)	Slab Thickness (in)	Max Differential Settlement (in)	Slab Thickness (in)	Max Differential Settlement (in)	Slab Thickness (in)	Max Differential Settlement (in)
11.19	4	6	0.05	9	0.03	12	0.03	15	0.02	18	0.02
13.99	5	6	0.08	9	0.05	12	0.04	15	0.03	18	0.03
16.78	6	6	0.12	9	0.08	12	0.06	15	0.05	18	0.04
19.58	7	6	0.16	9	0.11	12	0.08	15	0.06	18	0.05
22.38	8	6	0.21	9	0.14	12	0.10	15	0.08	18	0.07
25.18	9	6	0.26	9	0.17	12	0.13	15	0.10	18	0.09
27.97	10	6	0.32	9	0.21	12	0.16	15	0.13	18	0.11
30.77	11	6	0.39	9	0.26	12	0.19	15	0.16	18	0.13
33.57	12	6	0.46	9	0.31	12	0.23	15	0.19	18	0.15
36.37	13	6	0.54	9	0.36	12	0.27	15	0.22	18	0.18
39.16	14	6	0.63	9	0.42	12	0.32	15	0.25	18	0.21
41.96	15	6	0.72	9	0.48	12	0.36	15	0.29	18	0.24
44.76	16	6	0.82	9	0.55	12	0.41	15	0.33	18	0.27
47.56	17	6	0.93	9	0.62	12	0.47	15	0.37	18	0.31
50.35	18	6	1.04	9	0.70	12	0.52	15	0.42	18	0.35
53.15	19	6	1.16	9	0.77	12	0.58	15	0.46	18	0.39
55.95	20	6	1.29	9	0.86	12	0.64	15	0.52	18	0.43
58.75	21	6	1.42	9	0.95	12	0.71	15	0.57	18	0.47
61.54	22	6	1.56	9	1.04	12	0.78	15	0.62	18	0.52
64.34	23	6	1.70	9	1.14	12	0.85	15	0.68	18	0.57
67.14	24	6	1.85	9	1.24	12	0.93	15	0.74	18	0.62
69.94	25	6	2.01	9	1.34	12	1.01	15	0.80	18	0.67
72.73	26	6	2.18	9	1.45	12	1.09	15	0.87	18	0.73
75.53	27	6	2.35	9	1.56	12	1.17	15	0.94	18	0.78
78.33	28	6	2.52	9	1.68	12	1.26	15	1.01	18	0.84
81.13	29	6	2.71	9	1.81	12	1.35	15	1.08	18	0.90
83.92	30	6	2.90	9	1.93	12	1.45	15	1.16	18	0.97
86.72	31	6	3.09	9	2.06	12	1.55	15	1.24	18	1.03
89.52	32	6	3.30	9	2.20	12	1.65	15	1.32	18	1.10
92.32	33	6	3.51	9	2.34	12	1.75	15	1.40	18	1.17
95.11	34	6	3.72	9	2.48	12	1.86	15	1.49	18	1.24
97.91	35	6	3.94	9	2.63	12	1.97	15	1.58	18	1.31
100.71	36	6	4.17	9	2.78	12	2.09	15	1.67	18	1.39
103.51	37	6	4.41	9	2.94	12	2.20	15	1.76	18	1.47

Cuadro N.º 11.- Máximos asentamientos diferenciales para cimentación flexible.

Los máximos asentamientos diferenciales que soporta el tanque para un a cimentación flexible dependerá del diámetro del tanque, rigidez de la losa y de los parámetros de deformabilidad del suelo de cimentación, en el cuadro 11 se detallan parámetros de asentamientos diferenciales en función del diámetro y espesor de la losa, proporcionadas por la entidad contratante.

INFORME DE EVALUACIÓN GEOTÉCNICA

Código: LADESA-001-2023



CONSTRULADESA
SUELOS Y HORMIGONES S.A.

Dirección: Inmaconsa 2^{da} Etapa Mz 28 Solar 36

Teléfono: 3909182 – 0994021136

Correo: info@construladesa.com

Revisión de formato: 02

Fecha: 03/01/2023

Página 23

8. ANÁLISIS DE ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA Y SERVICIO

8.1. PERFIL GEOTÉCNICO

En la siguiente figura se muestra el perfil longitudinal correspondientes a las perforaciones geotécnicas # 1 y 2, obtenidos de las correlaciones de los estratos de suelo determinados a lo largo del terreno donde esta implantada el tanque de almacenamiento.

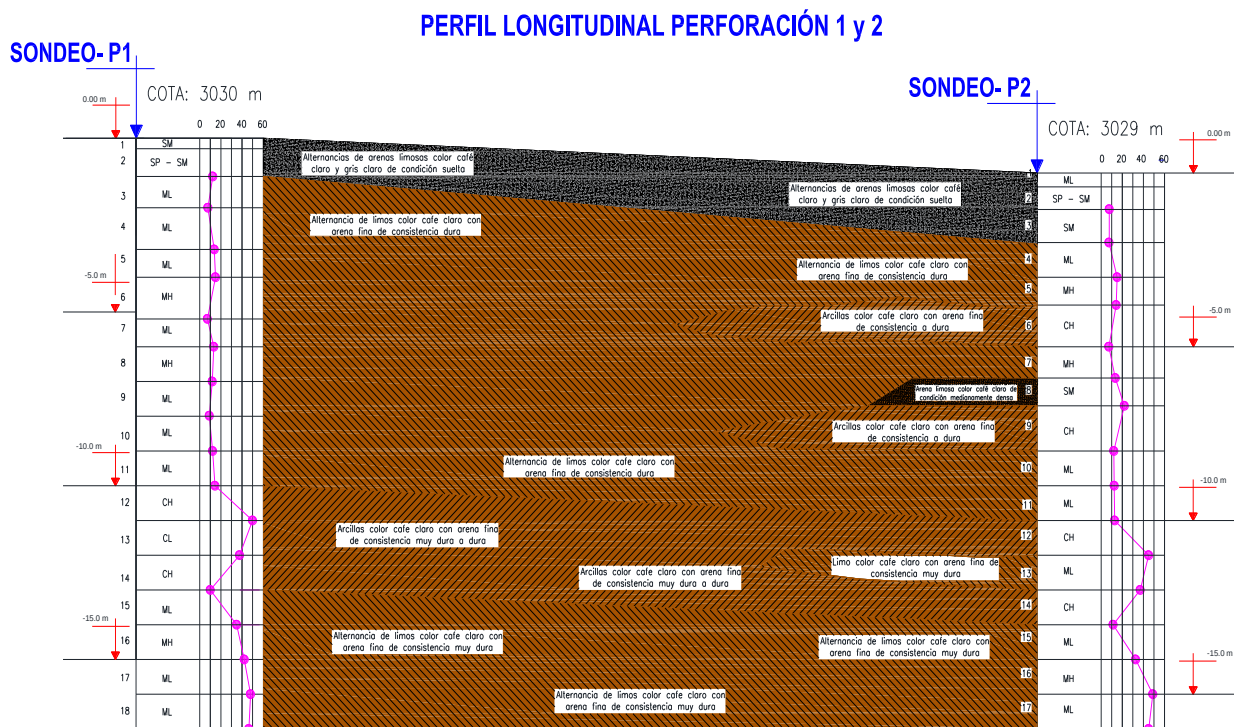


Figura N.º 6.- Perfil geotécnico longitudinal perforaciones No. 1 y 2

8.2. PARÁMETROS GEOTÉCNICOS

El proyecto se encuentra a lo largo y ancho de las perforaciones P-1 y P-2, se analizó las características físicas mecánicas de los materiales que conforman el subsuelo además de las variaciones espaciales de las mismas.

INFORME DE EVALUACIÓN GEOTÉCNICA

Código: LADESA-001-2023



CONSTRULADESA
SUELOS Y HORMIGONES S.A.

Dirección: Inmaconsa 2^{da} Etapa Mz 28 Solar 36

Teléfono: 3909182 – 0994021136

Correo: info@construladesa.com

Revisión de formato: 02

Fecha: 03/01/2023

Página 24

Para determinar el Angulo de fricción interna se plantean las dos correlaciones planteadas por Peck (1974) y por Japan Road Bureau (1986).

Angulo de fricción PECK (1974)

$$\phi = 27,1 + 0,30 N60 - 0.00054 * N60^2$$

N60= número de golpes campo en la prueba del SPT corregido

Angulo de fricción JRB Japan Road Bureau (1986)

$$\phi = \sqrt{12 * N60 + 22,80}$$

N60= número de golpes campo en la prueba del SPT corregido

Cohesión Stroud (1974)

Cu = 4.4 N60 (kPa)

8.3. MODELO GEOTÉCNICO

El modelo geotécnico del terreno se obtiene a partir de la interpretación de los diferentes ensayos de campo y laboratorio desarrollados como parte del presente informe, esta información es graficada en los perfiles geotécnicos en los que se correlacionan los estratos, procurando determinar las variaciones espaciales de los materiales geológicos mediante perfiles longitudinales.

A continuación, se muestra el modelo geotécnico correspondiente al área de implantación del tanque de almacenamiento.

INFORME DE EVALUACIÓN GEOTÉCNICA**Código:** LADESA-001-2023**CONSTRULADESA**
SUELOS Y HORMIGONES S.A.**Dirección:** Inmaconsa 2^{da} Etapa Mz 28 Solar 36**Teléfono:** 3909182 – 0994021136**Correo:** info@construladesa.com**Revisión de formato:** 02**Fecha:** 03/01/2023

Página 25

Cota (msnm)	Descripción	SPT N ₆₀ (golpes)	P. Unitario T/m3	Cohesión T/m2	Fricción (°)
3030 – 3029	(Base clase tipo 1 A)	CBR>80	1.90	2.00	35.00°
3029 - 3028	Mejoramiento	CBR>20	1.80	2.00	30.00°
3028 – 3019	Limos de consistencia dura	12	1.64	1.14	5.0°
3019 - 3016	Arcillosas de consistencia dura	32	1.77	0.00	17.0°
3016 - 3013	Limos de consistencia muy dura	43	1.91	0.00	37.0°

Cuadro N 12°.- Parámetros adoptados para análisis de capacidad de carga

El modelo geotécnico para analizar el estado límite de resistencia corresponde a un sistema de 5 capas. Considerando el nivel de piso terminado como cota 3030 msnm, bajo la losa del tanque se propone una sustitución del material existente con material granular hasta las cota 3028 msnm, luego el modelo continua con la presencia de una capa 7.0 a 8.0 metros de espesor hasta la cota 3019 de limos arenosos de consistencia dura, después de esta capa se localiza un estrato de 3.0 a 5.0 metros de espesor hasta la cota 3016 msnm, de un material compuesto por arcillas con arena de consistencia muy dura, el modelo finaliza con una capa de limos de consistencia muy dura hasta el final de la perforación.

8.4. ANÁLISIS DEL ESTADO LIMITE DE RESISTENCIA CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE.

Para el caso de las estructuras desplantadas bajo la cota de cimentación, la resistencia al corte se refiere a la capacidad de carga última del terreno debajo del relleno, para la condición de falla general, según la teoría de Terzaghi.

INFORME DE EVALUACIÓN GEOTÉCNICA

Código: LADESA-001-2023



CONSTRULADESA
SUELOS Y HORMIGONES S.A.

Dirección: Inmaconsa 2^{da} Etapa Mz 28 Solar 36

Teléfono: 3909182 – 0994021136

Correo: info@construladesa.com

Revisión de formato: 02

Fecha: 03/01/2023

Página 26

$$q_u = \left(1 + 0.2 \frac{B}{L}\right) 5.14 c_2 + \gamma_1 H^2 \left(1 + \frac{B}{L}\right) \left(1 + \frac{2D_f}{H}\right) \frac{K_s \tan \phi'_1}{B} + \gamma_1 D_f$$

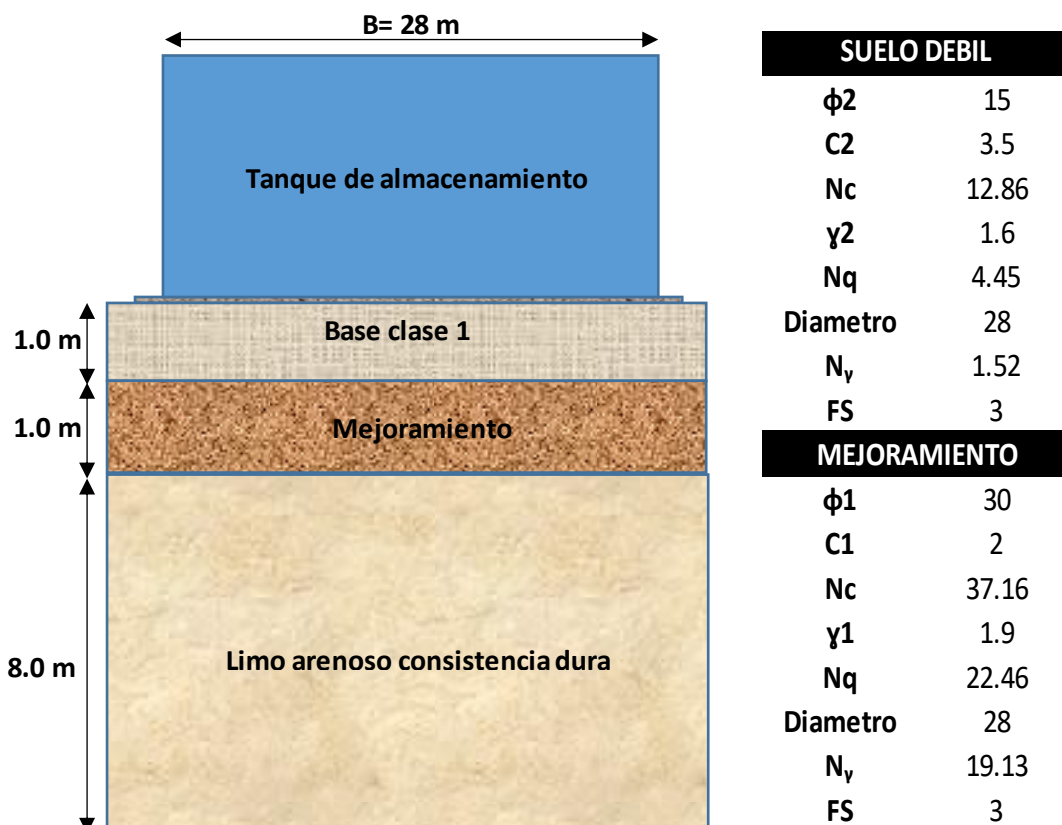


Figura N.º 7.- Esquema de cimentación tanque de almacenamiento

En estas condiciones el tanque de almacenamiento, cimentado en una losa de hormigón armado, la capacidad de carga ultima resulta de **22.43 t/m²**, para un factor de seguridad FS=3.00, se obtendrá una capacidad de carga permisible de **7.48 t/m²**, el tanque de almacenamiento trasmite un esfuerzo incluido la carga de almacenamiento de agua de **5.00 t/m²** que resulta menor a la capacidad de soporte garantizando el estado límite de resistencia.



8.5. ANALISIS DEL ESTADO LÍMITE DE SERVICIO ASENTAMIENTOS ELÁSTICOS.

La revisión del estado límite de servicio tiene por objeto evitar que se produzca una pérdida de funcionalidad de la estructura. En el diseño geotécnico de cimentaciones esta revisión consiste en determinar la magnitud de los asentamientos que podrían generarse con el tipo de cimentación propuesta. Estos asentamientos son contrastados con los límites que recomiendan las Normas Ecuatorianas de Construcción, NEC-15. En el presente caso se analizan asentamientos estimados en la cimentación por efecto de los esfuerzos transmitidos al subsuelo. En los materiales arenosos y arcillas no saturadas se espera que se presenten asentamientos elásticos.

Los asentamientos inmediatos se estiman utilizando la Teoría de Elasticidad, con parámetros geomecánicas de deformación a partir de correlaciones de los ensayos de campo SPT, se utiliza la siguiente expresión:

$$S = qB \frac{(1 - \mu^2)}{E_s} I_s * I_f$$

Dónde:

S= Asentamiento en la losa de cimentación

q= esfuerzo aplicado en la superficie

B= Ancho de la losa de cimentación

m =Relación de Poisson

Es= Modulo de elasticidad del suelo

Is= Factor de influencia.

If= Factor de forma

z= Profundidad del estrato

INFORME DE EVALUACIÓN GEOTÉCNICA

Código: LADESA-001-2023



CONSTRULADESA
SUELOS Y HORMIGONES S.A.

Dirección: Inmaconsa 2^{da} Etapa Mz 28 Solar 36

Teléfono: 3909182 – 0994021136

Correo: info@construladesa.com

Revisión de formato: 02

Fecha: 03/01/2023

Página 28

La fórmula anterior resulta del análisis de un medio semi-infinito, por lo que se debe aplicar un factor de ajuste para considerar el espesor real del estrato. En donde el factor de influencia I para una sección circular, se considera variable con la profundidad y se lo determina con la siguiente formula:

$$I = \frac{\Delta\sigma}{q_0} = \left\{ 1 - \frac{1}{\left[1 + \left(\frac{B}{2Z} \right)^2 \right]^{3/2}} \right\}$$

A partir de las pruebas SPT se obtiene el valor promedio del N60 para las arenas y un valor promedio del N 60 para las arcillas, con los cuales se adoptan valores del Módulo de elasticidad para cada estrato.

En los cuadros siguientes se muestran las evaluaciones realizadas para las estimaciones de asentamientos elásticos, con las consideraciones expuestas:

ANCHO DE AREA CARGADA (m)	DESCARGA DE LA ESTRUCTURA (T/m2)	MODULO ELASTICO, Es (T/m2)	COEF. POISSON, μ	FACTOR INFLUENCIA Is	FACTOR DE FORMA If	ASENTAMIENTO ELASTICO Se (m)
30.0	5.0	11260	0.3	0.9977	0.04	0.00045
30.0	5.0	613	0.4	0.7932	0.163	0.0379
30.0	5.0	1636	0.4	0.1582	0.768	0.00935

Cuadro N 12º.- Estimaciones de asentamientos elásticos tanque de almacenamiento

Los asentamientos elásticos son evaluados para el caso del relleno de la plataforma y tanque, resultando de 0.0477 metros (4.77 cm) en un rango de 4.0 a 6.0 cm aproximadamente.

INFORME DE EVALUACIÓN GEOTÉCNICA

Código: LADESA-001-2023



CONSTRULADESA
SUELOS Y HORMIGONES S.A.

Dirección: Inmaconsa 2^{da} Etapa Mz 28 Solar 36

Teléfono: 3909182 – 0994021136

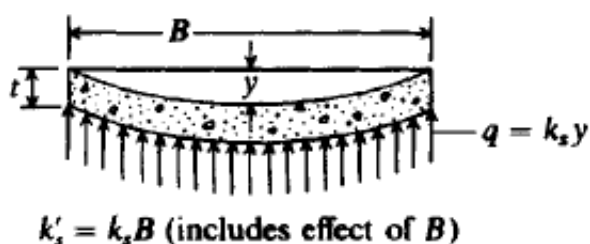
Correo: info@construladesa.com

Revisión de formato: 02

Fecha: 03/01/2023

Página 29

El análisis anterior se refiere al método rígido convencional en el que se considera la losa infinitamente rígida, la presión del terreno se distribuye linealmente y el centroide de la presión coincide con la resultante de la carga. Por lo tanto, es necesario garantizar el comportamiento rígido de la losa soportada en una cimentación elástica que se supone como un número infinito de resortes elásticos, según el modelo de Winkler. La constante elástica de los resortes se denomina módulo de reacción del suelo o coeficiente de balasto. Si no es factible obtener una cimentación rígida, entonces es necesario diseñar la losa mediante el método flexible aproximado. EL módulo de reacción del suelo es la relación entre la presión del suelo y la deflexión que esta causa en los elementos de cimentación.



Vesic (1961) propuso una ecuación para estimar el módulo de reacción del suelo, mediante la siguiente expresión:

$$K'_s = 0.65 * \sqrt[12]{\frac{E_s * B^4}{E_f * I_f}} \frac{E_s}{1 - \mu^2}$$

Donde:

- E_s, E_f : Módulo de elasticidad del suelo y de la cimentación, respectivamente en unidades consistentes.
- B : Ancho de la cimentación.
- I_f : Momento de inercia de la sección de la cimentación.



La ecuación diferencial básica:

$$EI \frac{d^4 y}{dx^4} = q = -K_s' * y$$

Al resolver la ecuación se introduce una variable

$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{K_s'}{4E_f I_f}}$$

Donde las unidades de λ esta expresada en [1/unidad de longitud].

Hetenyi (1946) desarrollo ecuaciones para determinar la deflexión de una viga sobre cimentación elástica. Cuando la carga se ubica en el centro del área cargada se obtiene la siguiente expresión:

$$y = \frac{P\lambda}{2k'_s} A_{\lambda x}; A_{\lambda x} = e^{-\lambda x}(\cos \lambda x + \sin \lambda x)$$

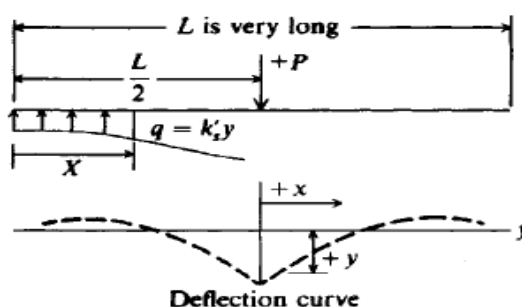


Figura N.º 8.- Método de Hetenyi para deflexiones en el centro del área cargada.

En el cuadro siguiente se muestran las evaluaciones de deflexión de la losa de cimentación del tanque para diferentes espesores, hasta garantizar el comportamiento como losa rígida.

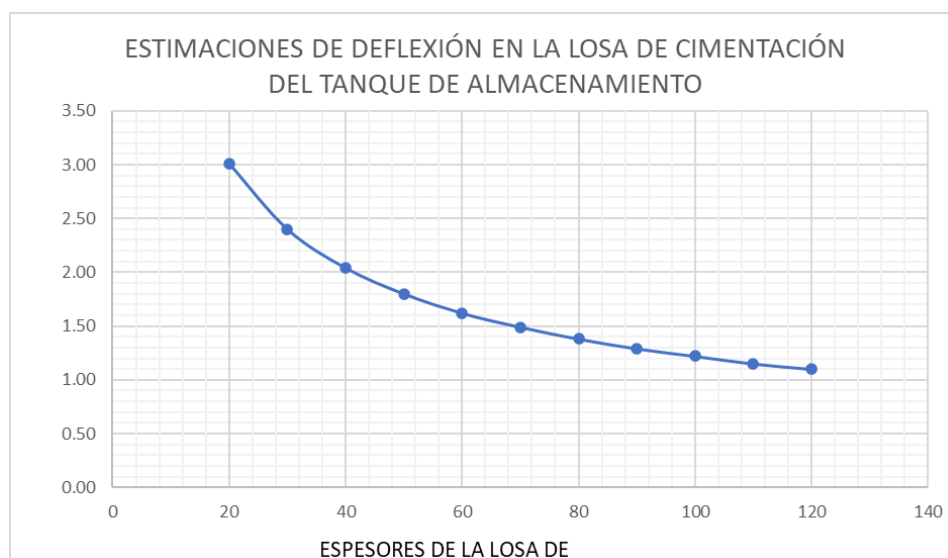


Figura N.º 9.- Estimaciones de deflexión de Tanque de Almacenamiento

8.6. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES (TANQUE DE ALMACENAMIENTO)

El tanque de almacenamiento se cimentará en una ladera con pendiente hacia la vía, aledaña a la futura construcción del tanque se ubica en la parte inferior un tanque de hormigón obteniendo la siguiente sección del terreno:

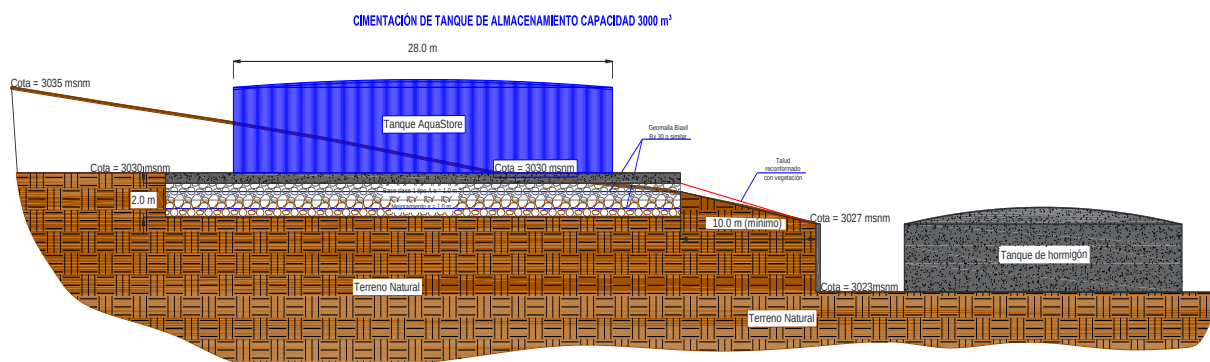


Figura N.º 10.- Perfil longitudinal del terreno natural donde se implantará el tanque de almacenamiento

INFORME DE EVALUACIÓN GEOTÉCNICA

Código: LADESA-001-2023



CONSTRULADESA
SUELOS Y HORMIGONES S.A.

Dirección: Inmaconsa 2^{da} Etapa Mz 28 Solar 36

Teléfono: 3909182 – 0994021136

Correo: info@construladesa.com

Revisión de formato: 02

Fecha: 03/01/2023

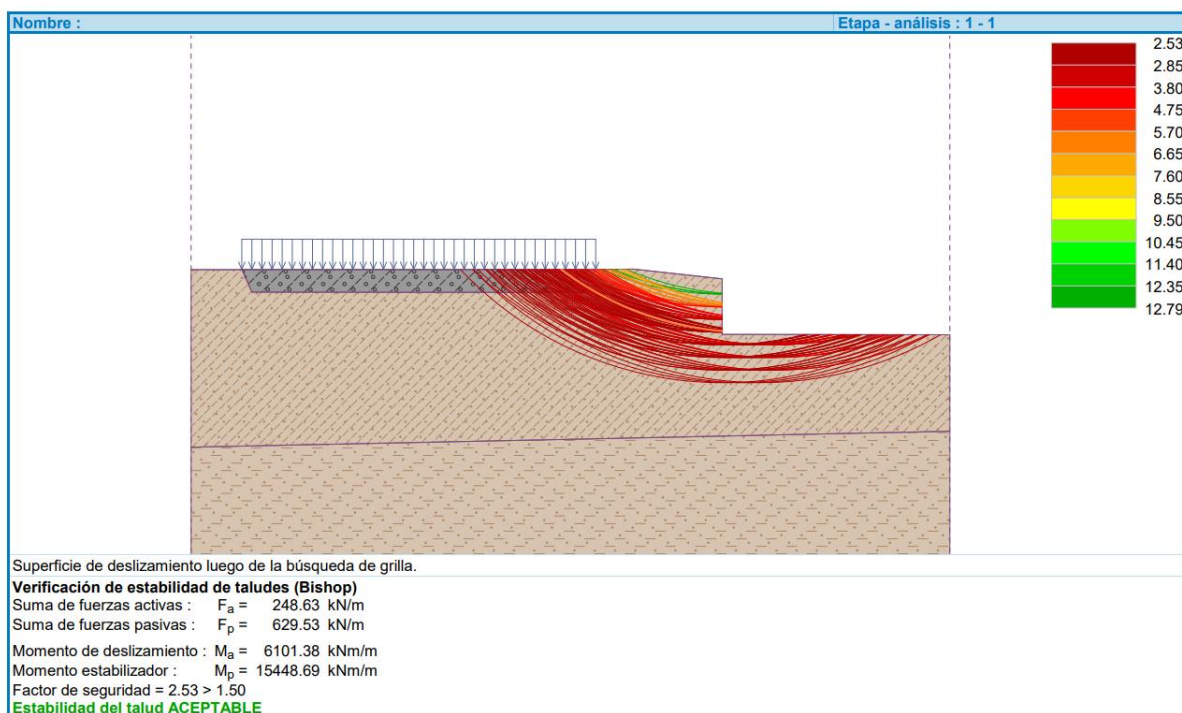
Página 32

Con estas condiciones se evaluará la estabilidad del conjunto en condición estática y sísmica verificando con el sistema cumpla con los factores de seguridad que exige las Normas Ecuatorianas de la Construcción NEC-15.

8.7. CONDICION ESTÁTICA

Para estabilidad del talud con pendiente hacia el cerramiento del tanque construido se determinará un valor de Factor de Seguridad mediante la aplicación del método del equilibrio límite, básicamente en la condición estática, debiendo ser mayores de **Fs > 1.50**, para garantizar su comportamiento y funcionalidad. de acuerdo a la Normas Ecuatorianas de la Construcción NEC-15,

El método de análisis que se aplicó para estudios de estabilidad de taludes es el modelo matemático de equilibrio límite usando el Método de Bishop Modificado para superficies curvas con generatriz circular, que considera el equilibrio de fuerzas actuantes y fuerzas resistentes.



[GEOS - Estabilidad de Taludes (32 bit) | versión 5.2022.55.0 | llave de hardware 30005 / 1 | CONSTRULADESA SUELOS Y HORMIGONES S.A. | Copyright © 2023 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.es]

INFORME DE EVALUACIÓN GEOTÉCNICA

Código: LADESA-001-2023



CONSTRULADESA
SUELOS Y HORMIGONES S.A.

Dirección: Inmaconsa 2^{da} Etapa Mz 28 Solar 36

Teléfono: 3909182 – 0994021136

Correo: info@construladesa.com

Revisión de formato: 02

Fecha: 03/01/2023

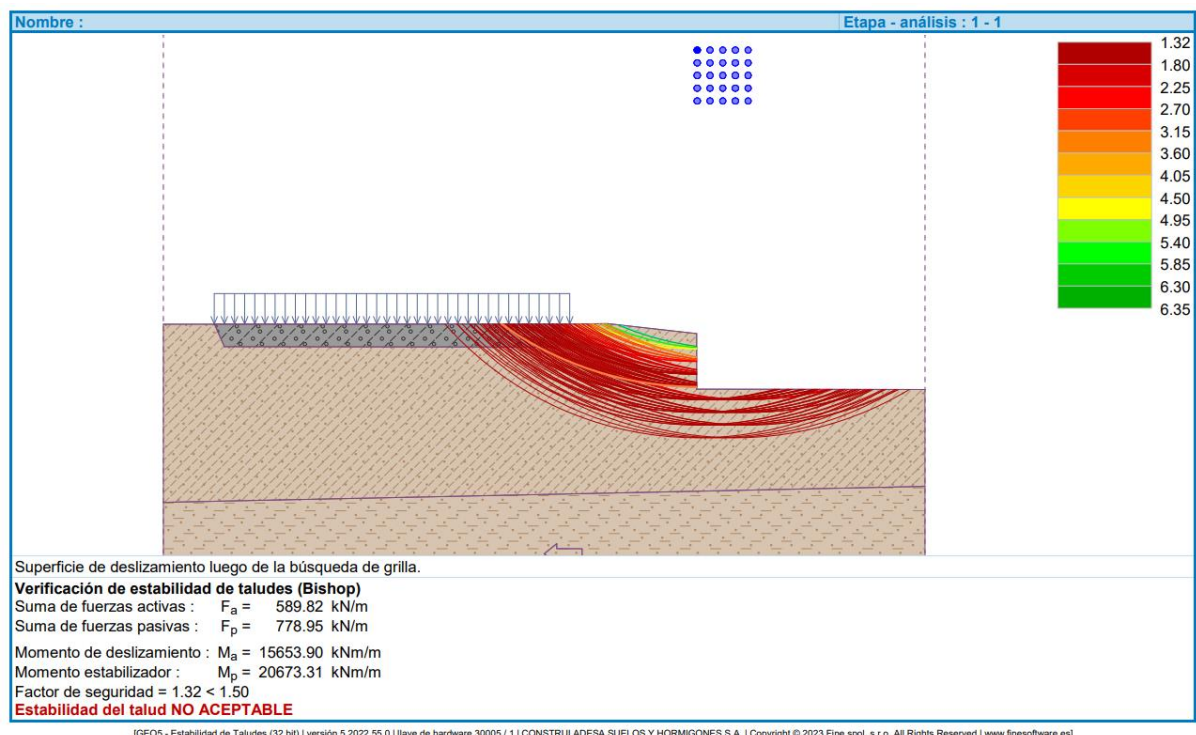
Página 33

8.8. CONDICIÓN SISMICA

Para el análisis de estabilidad en condición sísmica, al Método de Bishop Modificado para superficies curvas con generatriz circular, se le aplica un sismo esperado, es decir que al peso de cada dovela se multiplica por el coeficiente de aceleración horizontal (K_h), determinado en el sitio de implantación, según lo especificado en la NEC-15 el valor del factor de seguridad de diseño será de **$F_s > 1.05$** .

- Zona V $\rightarrow Z = 0,40 \text{ g}$
- Suelo $\rightarrow$ Tipo D
- Factor de amplificación $\rightarrow F_a = 1.20$
- $K_h = 0.6 * Z * F_a = \mathbf{0.288}$

A continuación, se muestran las distintas condiciones en que se realizaron los cálculos de estabilidad, se considera que no hay nivel freático del terreno el día de ejecución de las perforaciones, se considera la carga producida por el tanque de almacenamiento y la proximidad hacia el borde del cerramiento del tanque inferior.



INFORME DE EVALUACIÓN GEOTÉCNICA

Código: LADESA-001-2023



CONSTRULADESA
SUELOS Y HORMIGONES S.A.

Dirección: Inmaconsa 2^{da} Etapa Mz 28 Solar 36

Teléfono: 3909182 – 0994021136

Correo: info@construladesa.com

Revisión de formato: 02

Fecha: 03/01/2023

Página 34

9. LINEA DE CONDUCCIÓN

La línea de conducción para del tanque de almacenamiento con una longitud aproximada de 7.0 km, con un diámetro nominal de tubería de 315 mm y profundidades de excavación que están entre los 1.00 a 1.50 metros de profundidad. Para el análisis de estabilidad de la excavación se considera la profundidad critica de 1.50 metros (máxima profundidad de asiento de la tubería).

ANCHOS DE ZANJAS NO ENTIBADAS EN FUNCION DEL DIAMETRO NOMINAL DE LA TUBERIA	
DIAMETRO NOMINAL DE LA TUBERÍA (mm)	ANCHO DE ZANJA (mm)
90 – 110	400
160 – 600	DN + 250

ANCHOS MÍNIMOS DE ZANJAS ENTIBADAS EN FUNCIÓN DE LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN (SEGÚN ACUERDO MINISTERIAL 174)	
PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN (m)	ANCHO MÍNIMO DE ZANJAS ENTIBADAS (mm)
< 0.75	DN + 500
0.75 – 1.00	DN + 550
1.00 – 1.30	DN + 600
1.30 – 2.00	DN + 650
2.00 – 3.00	DN + 750
3.00 – 5.00	DN + 800

Figura N.º 11.- Anchos mínimos de excavación para zanjas con respecto al diámetro nominal

Para el caso de estudio se considera una excavación no entibada debido a que existe espacio para realización de la zanja y las de excavación no son tan profundas, el diámetro de la tubería es de DN= 315 mm + 250 mm de ancho adicional para facilitar el proceso de instalación se obtendrá un ancho máximo de zanja de 565 mm, se considera un ancho de 750 mm para el cálculo de las excavaciones. Para el análisis de la estabilidad de las excavaciones se considera los parámetros de resistencia (cohesión y fricción) obtenidos de los ensayos de corte directo realizado a las muestras de las calicatas como se observa en la siguiente tabla:

INFORME DE EVALUACIÓN GEOTÉCNICA

Código: LADESA-001-2023



CONSTRULADESA
SUELOS Y HORMIGONES S.A.

Dirección: Inmaconsa 2^{da} Etapa Mz 28 Solar 36

Teléfono: 3909182 – 0994021136

Correo: info@construladesa.com

Revisión de formato: 02

Fecha: 03/01/2023

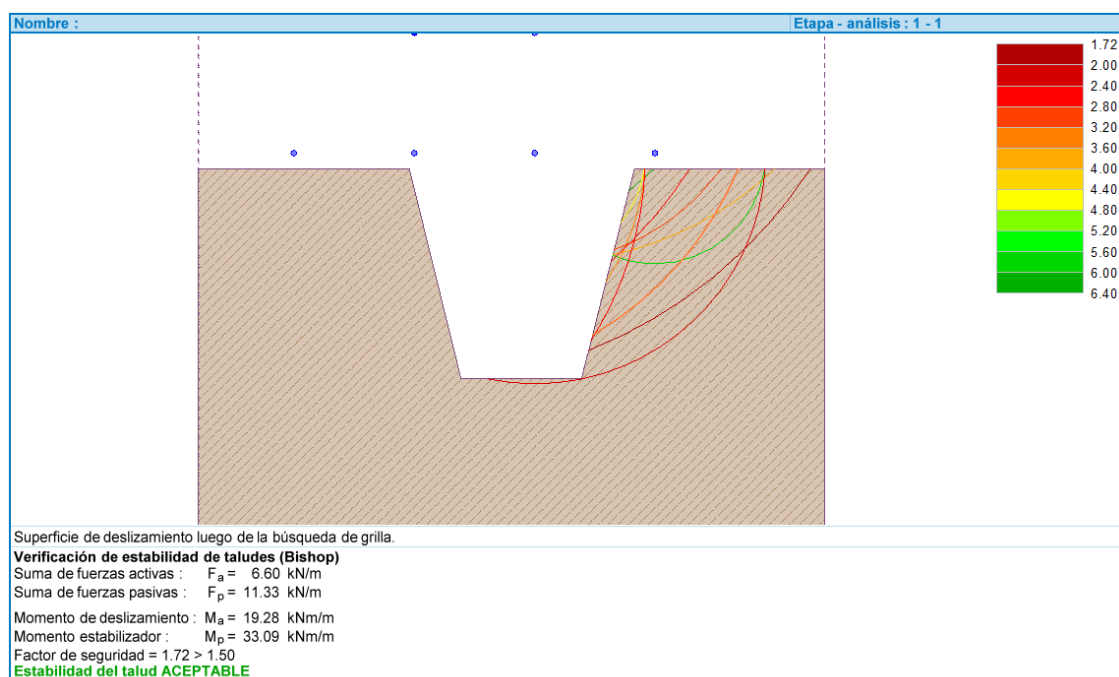
Página 35

CALICATAS	COHESIÓN (t/m ²)	ANGULO DE FRICCIÓN	MUESTRAS #	ANGULO DE FRICCIÓN (ADOPTADO)
		(ϕ)		(ϕ)
Calicata # 1	0.30	41.00	1	37.00
Calicata # 2	1.10	31.00	1	28.00
Calicata # 3	0.30	39.00	2	35.00
Calicata # 5	0.16	28.00	2	25.00
Calicata # 7	3.40	23.00	1	21.00
Calicata # 9	1.50	28.00	3	25.00
Calicata # 11	2.60	19.00	2	17.00
Calicata # 13	1.80	37.00	3	33.00

Cuadro N 12º.- Ensayos de corte directo – calicatas

9.1. TRAMO DESDE CALICATA 1 HASTA CALICATA 2

Para el análisis de la estabilidad de la zanja (excavación) del tramo 1 desde la calicata 1 hasta la calicata 2, se escogen los parámetros de resistencia (cohesión y fricción) de la calicata 1, en el análisis se considera una sección crítica con una profundidad de excavación de 1.75 metros y un ancho de zanja de 1.0 metro.



INFORME DE EVALUACIÓN GEOTÉCNICA

Código: LADESA-001-2023



CONSTRULADESA
SUELOS Y HORMIGONES S.A.

Dirección: Inmaconsa 2^{da} Etapa Mz 28 Solar 36

Teléfono: 3909182 – 0994021136

Correo: info@construladesa.com

Revisión de formato: 02

Fecha: 03/01/2023

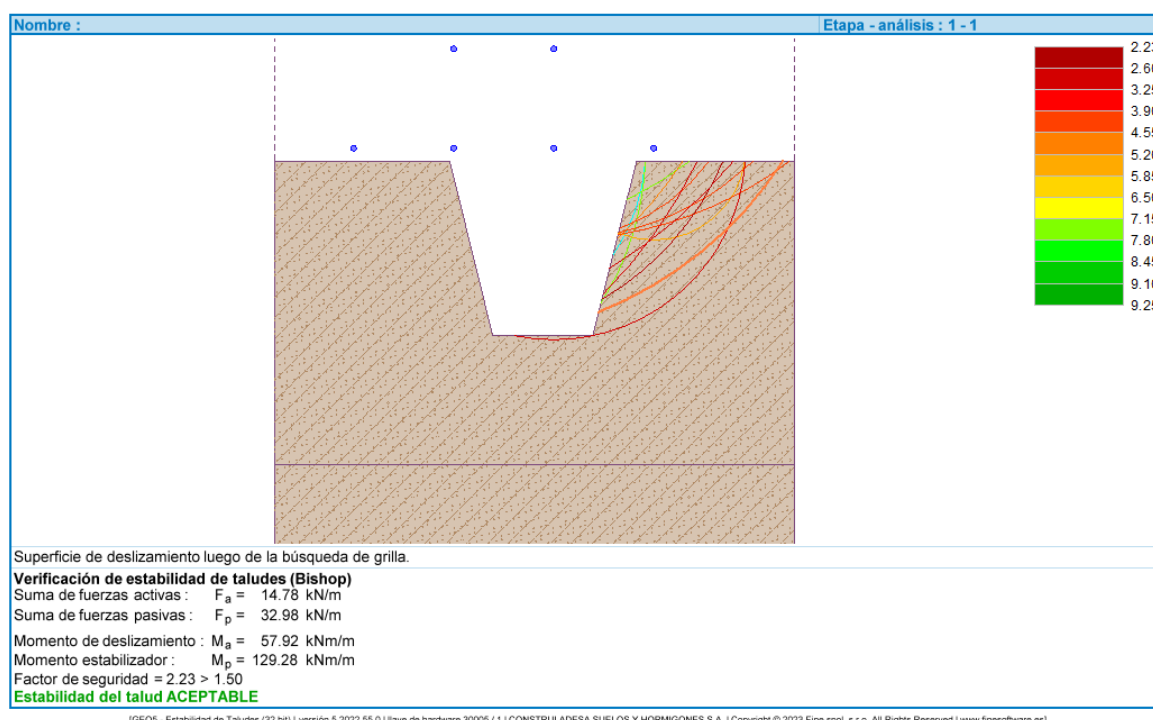
Página 36

Se realizó la modelación de la zanja (excavación) correspondiente al tramo 1 que va desde la calicata 1 hasta la calicata 2, solo en condición estática ya que serán taludes de excavación temporales, obteniendo el siguiente resultado:

- Condición estática talud 1.25H, 1.0V factor = **1.72**

9.2. TRAMO 2 DESDE CALICATA 2 HASTA CALICATA 3

Para el análisis de este tramo 2 desde la calicata 2 hasta la calicata 3, se consideró los parámetros de cohesión y fricción obtenidos de la calicata 2, se considera la excavación crítica que corresponde a una profundidad de 1.75 metros y un ancho de zanja de 1.0 metro en la parte inferior.



Se realizó la modelación de la zanja (excavación) correspondiente al tramo 2 que va desde la calicata 2 hasta la calicata 3, solo en condición estática ya que serán taludes de excavación temporales, obteniendo el siguiente resultado:

INFORME DE EVALUACIÓN GEOTÉCNICA

Código: LADESA-001-2023



CONSTRULADESA
SUELOS Y HORMIGONES S.A.

Dirección: Inmaconsa 2^{da} Etapa Mz 28 Solar 36

Teléfono: 3909182 – 0994021136

Correo: info@construladesa.com

Revisión de formato: 02

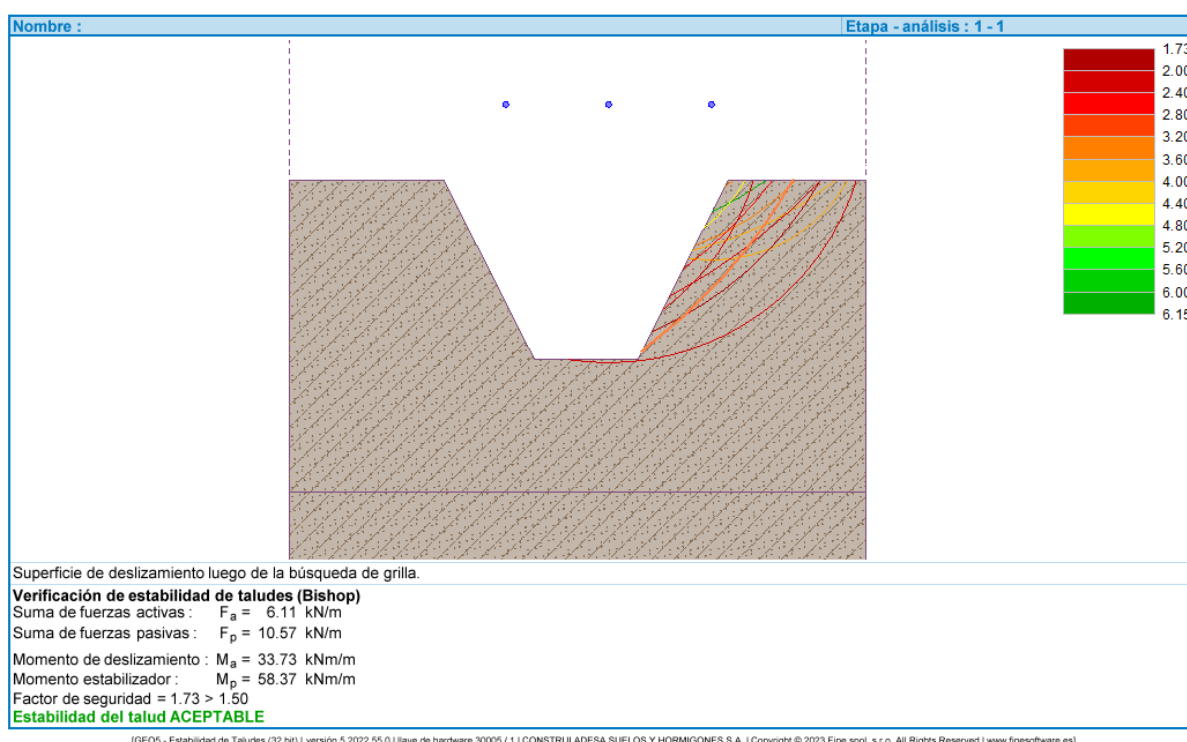
Fecha: 03/01/2023

Página 37

- Condición estática talud 1.25H, 1.0V factor = **2.23**

9.3. TRAMO 3 DESDE CALICATA 3 HASTA CALICATA 5

El tramo 3 va desde la calicata 3 hasta la calicata 5, para el análisis se escogió los parámetros de resistencia (cohesión y fricción) de la calicata 3, se realizó la modelación de la zanja (excavación), solo en condición estática ya que serán taludes de excavación temporales, obteniendo el siguiente resultado:



Se realizó la modelación de la zanja (excavación) correspondiente al tramo 3 que va desde la calicata 3 hasta la calicata 5, solo en condición estática ya que serán taludes de excavación temporales, obteniendo el siguiente resultado

- Condición estática talud 1.50H, 1.0V factor = **1.72**

INFORME DE EVALUACIÓN GEOTÉCNICA

Código: LADESA-001-2023



CONSTRULADESA
SUELOS Y HORMIGONES S.A.

Dirección: Inmaconsa 2^{da} Etapa Mz 28 Solar 36

Teléfono: 3909182 – 0994021136

Correo: info@construladesa.com

Revisión de formato: 02

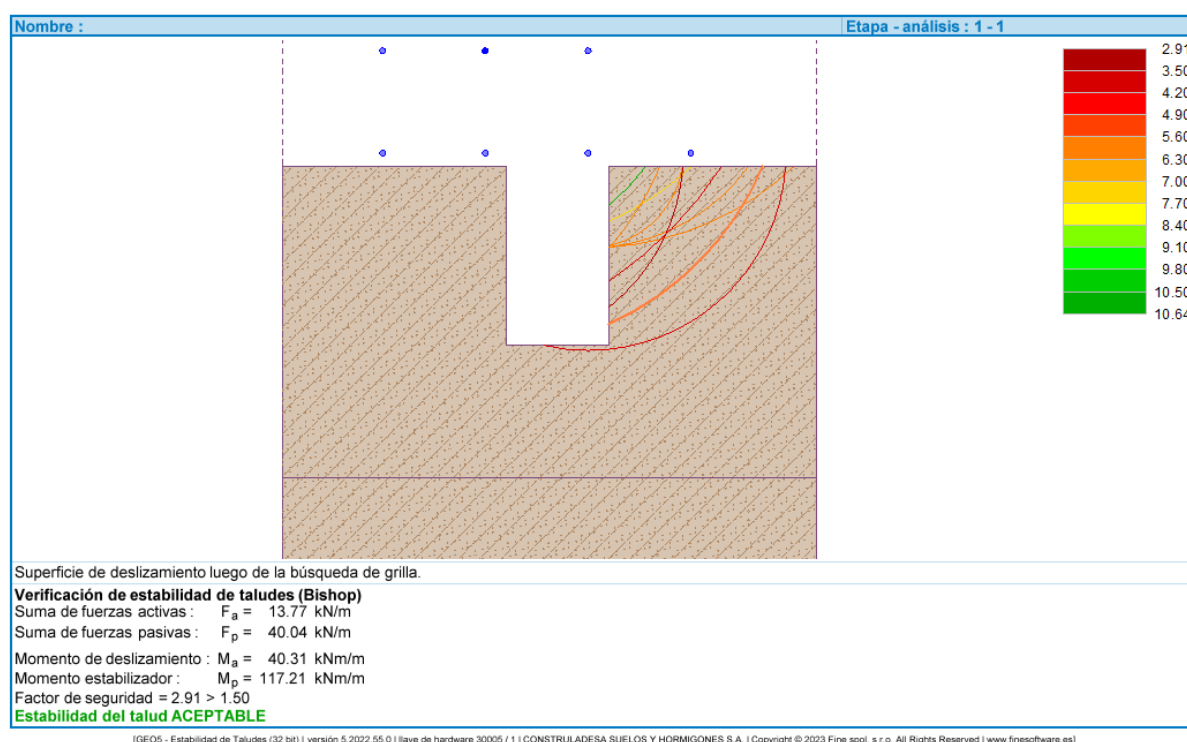
Fecha: 03/01/2023

Página 38

Para garantizar la estabilidad esta sección el talud se debe de inclinar a 1.5 veces respecto al talud vertical.

9.4. TRAMO 4 DESDE CALICATA 5 HASTA CALICATA 7

Para el análisis de este tramo 4 que inicia desde la calicata 5 hasta la calicata 7, se consideró los parámetros de cohesión y fricción obtenidos de la calicata 5, se considera la excavación crítica que corresponde a una profundidad de 1.75 metros y un ancho de zanja de 1.0 metro en la parte inferior.



Se realizó la modelación de la zanja (excavación) correspondiente al tramo 4 que va desde la calicata 5 hasta la calicata 7, solo en condición estática ya que serán taludes de excavación temporales, obteniendo el siguiente resultado:

- Condición estática talud 1.00H, 1.0V factor = **2.91**

INFORME DE EVALUACIÓN GEOTÉCNICA

Código: LADESA-001-2023



CONSTRULADESA
SUELOS Y HORMIGONES S.A.

Dirección: Inmaconsa 2^{da} Etapa Mz 28 Solar 36

Teléfono: 3909182 – 0994021136

Correo: info@construladesa.com

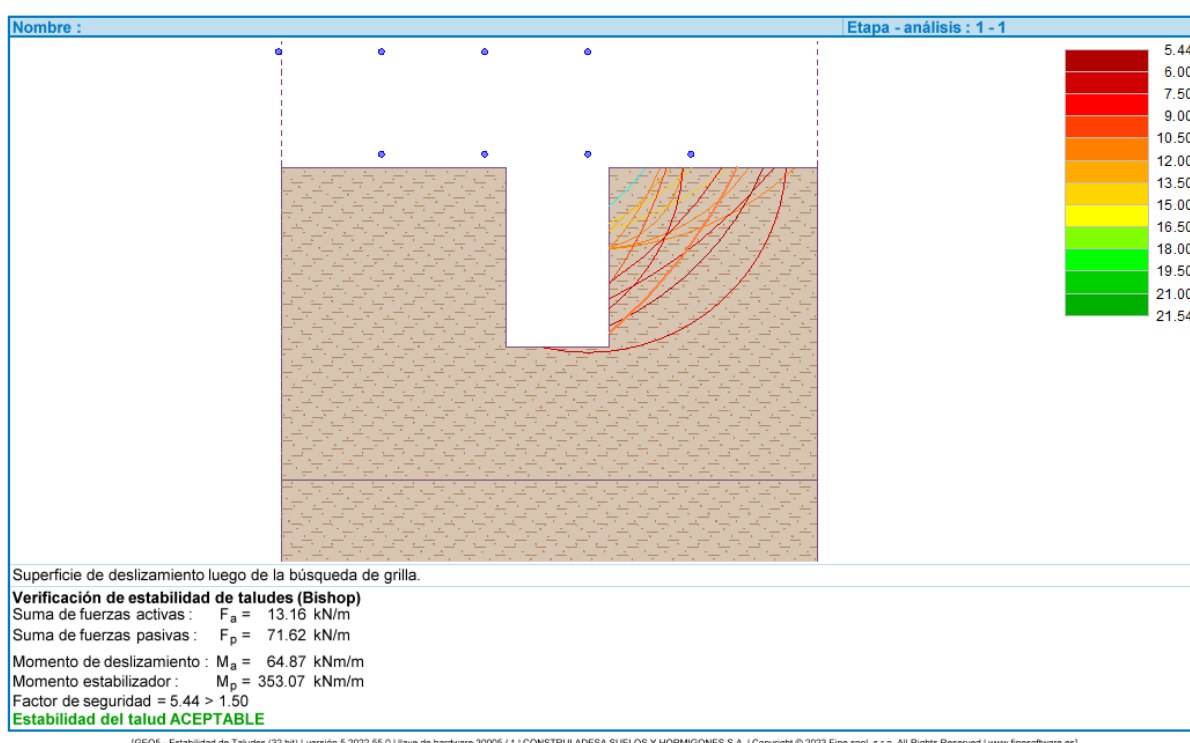
Revisión de formato: 02

Fecha: 03/01/2023

Página 39

9.5. TRAMO 5 DESDE CALICATA 7 HASTA LA CALICATA 9

Este tramo 5 va desde la calicata 7 hasta la calicata 9, para el análisis se escogió los parámetros de resistencia (cohesión y fricción) de la calicata 7, se realizó la modelación de la zanja (excavación), solo en condición estática ya que serán taludes de excavación temporales, obteniendo el siguiente resultado:



Se realizó la modelación de la zanja (excavación) correspondiente al tramo 5 que va desde la calicata 7 hasta la calicata 9, solo en condición estática ya que serán taludes de excavación temporales, obteniendo el siguiente resultado

- Condición estática talud 1.00H, 1.0V factor = **5.44**

Se considera la utilización de taludes verticales debido a las características cohesivas del material.

INFORME DE EVALUACIÓN GEOTÉCNICA

Código: LADESA-001-2023



CONSTRULADESA
SUELOS Y HORMIGONES S.A.

Dirección: Inmaconsa 2^{da} Etapa Mz 28 Solar 36

Teléfono: 3909182 – 0994021136

Correo: info@construladesa.com

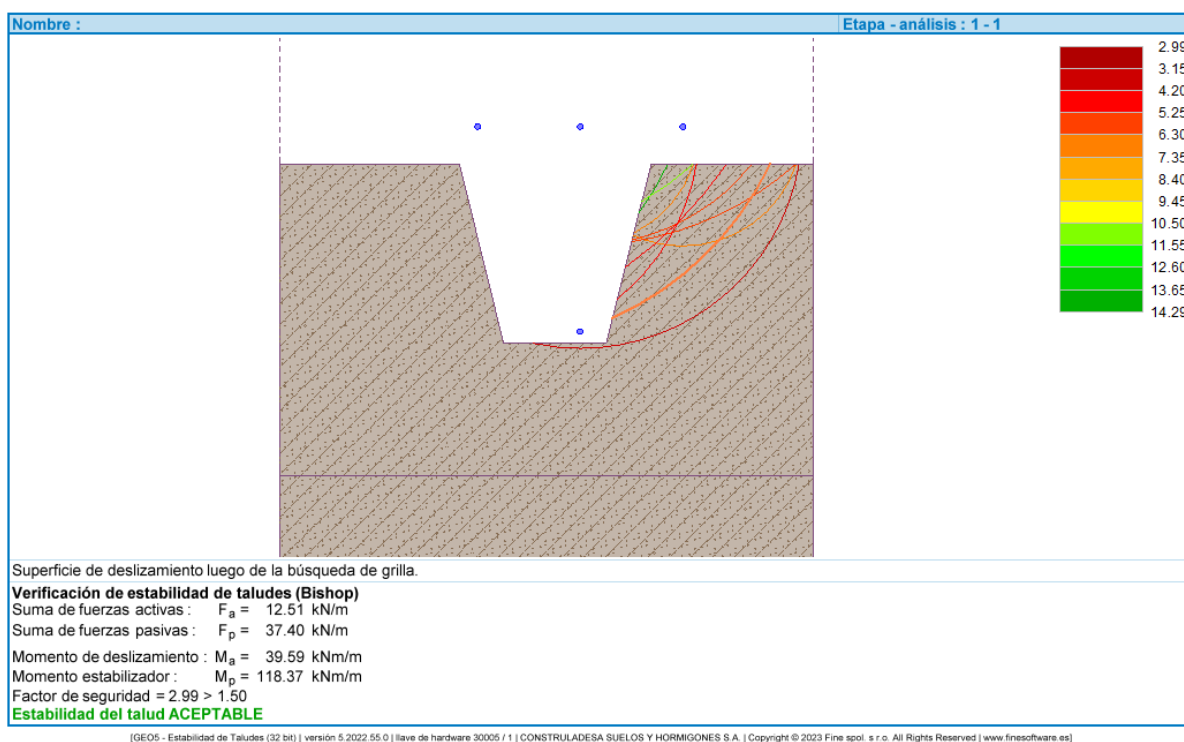
Revisión de formato: 02

Fecha: 03/01/2023

Página 40

9.6. TRAMO 6 DESDE LA CALICATA 9 HASTA LA CALICATA 11

El tramo 6 inicia en la calicata 9 y finaliza en la calicata 11 los parámetros de resistencia (cohesión y fricción) utilizados para el cálculo de estabilidad corresponden a la calicata 9, el análisis se lo realiza en condición estática por ser una excavación de taludes temporales, se obtiene el siguiente resultado:



Bajo estos criterios se realizó la modelación de la zanja (excavación) correspondiente al tramo 6 que va desde la calicata 9 hasta la calicata 11, solo en condición estática ya que serán taludes de excavación temporales, obteniendo el siguiente resultado:

- Condición estática talud 1.25H, 1.0V factor = **2.99**

No se considera taludes verticales debido a la alternancia de materiales a lo largo de la línea.

INFORME DE EVALUACIÓN GEOTÉCNICA

Código: LADESA-001-2023



CONSTRULADESA
SUELOS Y HORMIGONES S.A.

Dirección: Inmaconsa 2^{da} Etapa Mz 28 Solar 36

Teléfono: 3909182 – 0994021136

Correo: info@construladesa.com

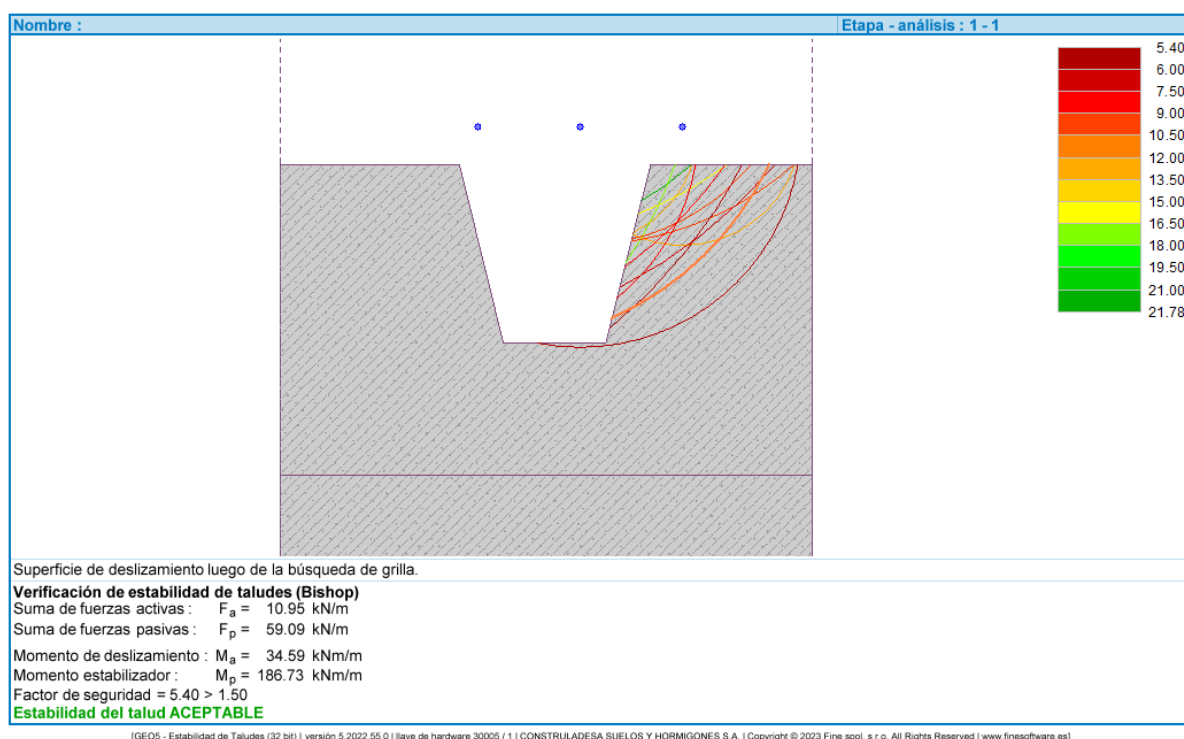
Revisión de formato: 02

Fecha: 03/01/2023

Página 41

9.7. TRAMO 7 DESDE LA CALICATA 11 HASTA LA CALICATA 13

Para el análisis de este tramo 7 inicia desde la calicata 11 hasta la calicata 13, se consideró los parámetros de cohesión y fricción obtenidos de la calicata 11, se considera la excavación crítica que corresponde a una profundidad de 1.75 metros y un ancho de zanja de 1.0 metro en la parte inferior.



Bajo estos criterios se realizó la modelación de la zanja (excavación) correspondiente al tramo 7 que va desde la calicata 11 hasta la calicata 13, solo en condición estática ya que serán taludes de excavación temporales, obteniendo el siguiente resultado:

- Condición estática talud 1.25H, 1.0V factor = **5.40**

No se considera taludes verticales debido a la alternancia de materiales a lo largo de la línea.

INFORME DE EVALUACIÓN GEOTÉCNICA

Código: LADESA-001-2023



CONSTRULADESA
SUELOS Y HORMIGONES S.A.

Dirección: Inmaconsa 2^{da} Etapa Mz 28 Solar 36

Teléfono: 3909182 – 0994021136

Correo: info@construladesa.com

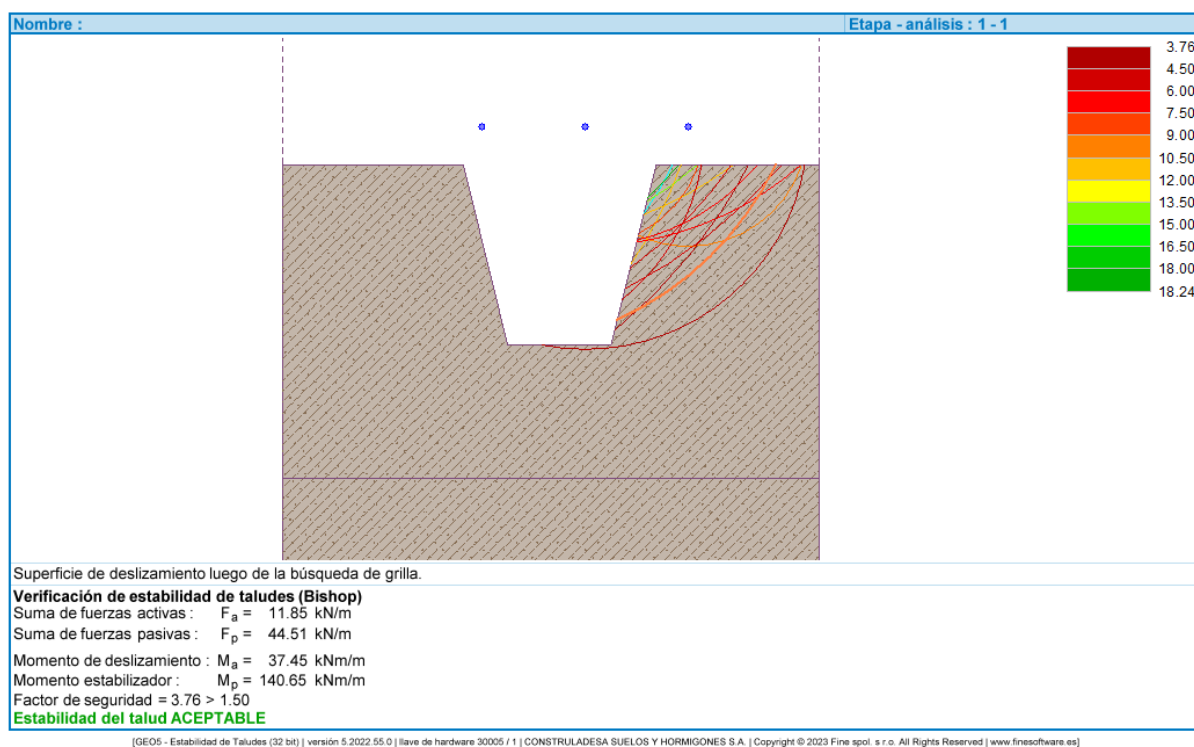
Revisión de formato: 02

Fecha: 03/01/2023

Página 42

9.8. TRAMO 8 DESDE LA CALICATA 13 HASTA LA CALICATA 14

El tramo 8 inicia en la calicata 13 y finaliza en la calicata 14 los parámetros de resistencia (cohesión y fricción) utilizados para el cálculo de estabilidad corresponden a la calicata 13, el análisis se lo realiza en condición estática por ser una excavación de taludes temporales, se obtiene el siguiente resultado:



Se realizó la modelación de la zanja (excavación) correspondiente al tramo 8 que va desde la calicata 13 hasta la calicata 14, solo en condición estática ya que serán taludes de excavación temporales, obteniendo el siguiente resultado:

- Condición estática talud 1.25 H, 1.0V factor = **3.76**



10. RECOMENDACIONES DE RELLENOS PARA ZANJAS DE TUBERÍA DE Ø= 315 mm.

En la línea de la tubería desde la calicata 1 hasta la calicata 4, que parte desde el tanque de almacenamiento hasta la vía se realizará el proceso de excavación de acuerdo a las recomendaciones de taludes dispuestas en el capítulo 9 del presente informe, luego de la excavación de compactará el fondo de la zanja con una compactadora manual hasta obtener una superficie óptima de trabajo, una vez compactado y nivelado se colocará la cama de arena bajo la tubería con un espesor de 10 cm y 10 cm de arena sobre la tubería, luego se rellenará la zanja con un material de mejoramiento (ver capítulo 11), compactados en capas no mayores a 30 cm hasta la superficie.

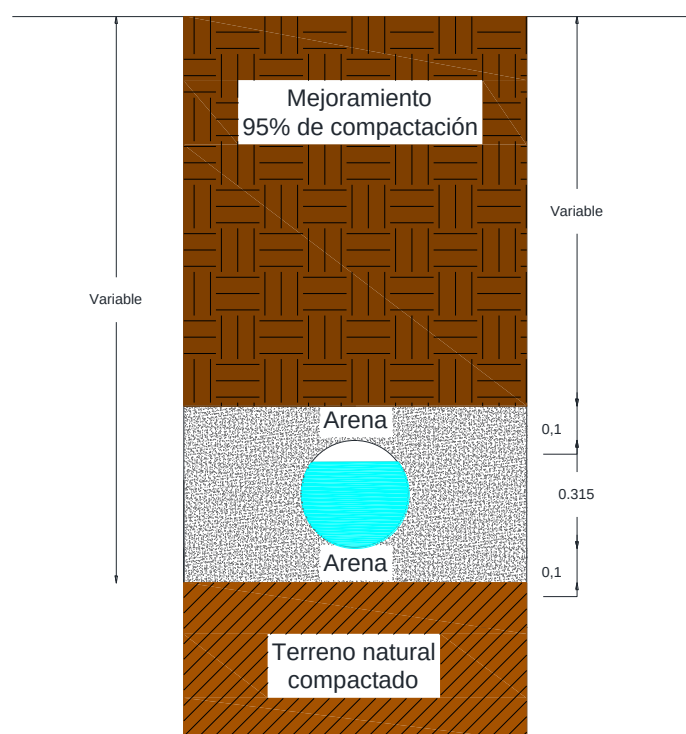


Figura N.º 12.- Recomendación de corte y relleno para tubería desde la calicata 1 hasta la calicata 4.

INFORME DE EVALUACIÓN GEOTÉCNICA

Código: LADESA-001-2023



CONSTRULADESA
SUELOS Y HORMIGONES S.A.

Dirección: Inmaconsa 2^{da} Etapa Mz 28 Solar 36

Teléfono: 3909182 – 0994021136

Correo: info@construladesa.com

Revisión de formato: 02

Fecha: 03/01/2023

Página 44

En la línea de la tubería desde la calicata 4 hasta la calicata 14, que va desde la Av. Julio Rodas hasta el final de la instalación de la tubería, se realizará el proceso de excavación de acuerdo a las recomendaciones de taludes dispuestas en el capítulo 9 del presente informe, luego de la excavación se nivelará el fondo de la zanja hasta obtener una superficie óptima de trabajo, una vez nivelado se colocará una capa de 10 cm de espesor de una material que cumpla como mejoramiento se hidratará y compactará, haciendo cumplir la norma ASTM D-1557 o similar ($\geq 95\%$ del proctor modificado), luego se colocará la cama de arena bajo la tubería con un espesor de 10 cm y 10 cm de arena sobre la tubería, finalmente se rellenará la zanja con un material de mejoramiento compactados en capas no mayores a 30 cm hasta la superficie.

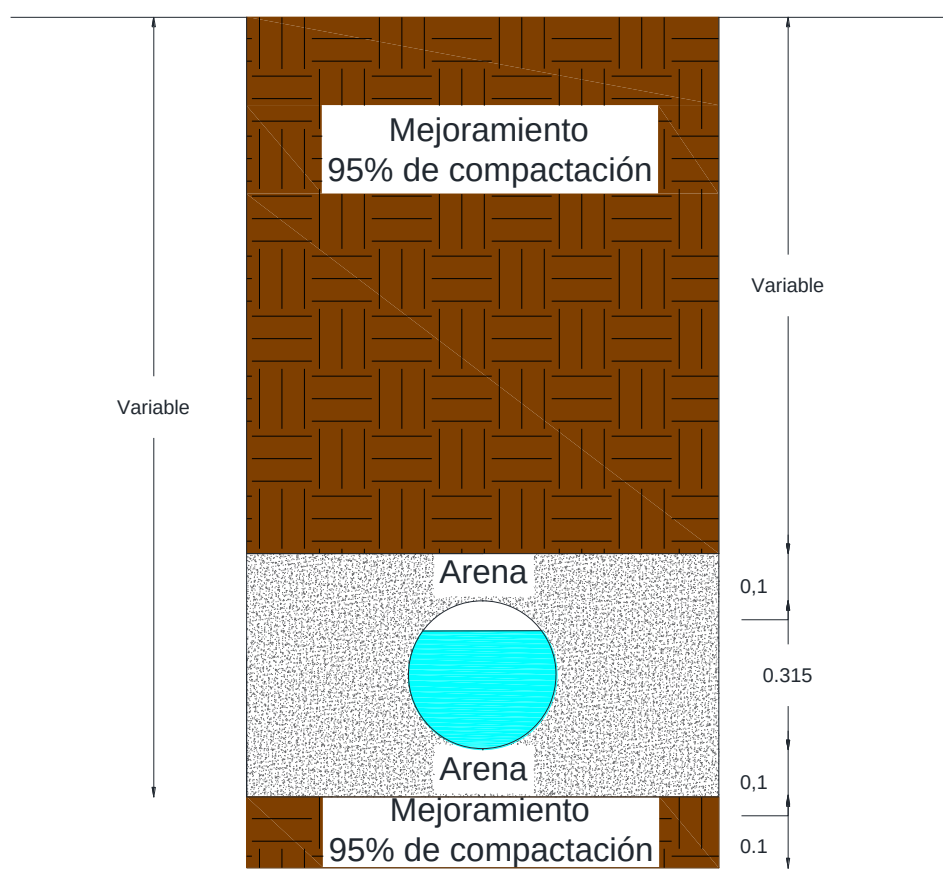


Figura N.º 12.- Recomendación de corte y relleno para tubería desde la calicata 4 hasta la calicata 14.

INFORME DE EVALUACIÓN GEOTÉCNICA

Código: LADESA-001-2023



CONSTRULADESA
SUELOS Y HORMIGONES S.A.

Dirección: Inmaconsa 2^{da} Etapa Mz 28 Solar 36

Teléfono: 3909182 – 0994021136

Correo: info@construladesa.com

Revisión de formato: 02

Fecha: 03/01/2023

Página 45

11. CARACTERISITCAS DE MATERIALES

11.1. BASE CLASE 1 TIPO A

La base de agregados clase I está constituida por agregados gruesos y finos, triturados en un 100% y tendrá como especificaciones, el límite líquido de la fracción que pasa el tamiz # 40 deberá ser menor de 25 y el índice de plasticidad menor de 6. El porcentaje de desgastes por abrasión de los agregados será menor del 40% y el valor de soporte de CBR deberá ser igual o mayor al 80%.

Los límites granulométricos para base clase I establecidos son de la siguiente manera:

Tamiz	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada
2" (50.8 mm.)	100
1 1/2" (38.1 mm.)	70 - 100
1" (25.4 mm.)	55 - 85
3/4" (19.0 mm.)	50 - 80
3/8" (9.5 mm.)	35 - 60
No. 4 (4.76 mm.)	25 -50
No. 10 (2.0 mm.)	20 - 40
No. 40 (0.425 mm.)	10 - 25
No. 200 (0.075 mm.)	2 - 12

Cuadro N. 12º.- Distribución granulométrica Base clase 1 Tipo A

11.2. MEJORAMIENTO

El material seleccionado de mejoramiento de la subrasante será previamente aprobado por el Fiscalizador y su tamaño máximo será de 10 cm y no podrá contener material vegetal, troncos, escombros y no deben presentar expansión y su densidad máxima no debe ser menor a 1800 kg/m³.

Deberá ser suelo granular, material rocoso o combinaciones de ambos, libre de material orgánico y escombros, y salvo que se especifique de otra manera.

INFORME DE EVALUACIÓN GEOTÉCNICA

Código: LADESA-001-2023



CONSTRULADESA
SUELOS Y HORMIGONES S.A.

Dirección: Inmaconsa 2^{da} Etapa Mz 28 Solar 36

Teléfono: 3909182 – 0994021136

Correo: info@construladesa.com

Revisión de formato: 02

Fecha: 03/01/2023

Página 46

El material empleado como material de Mejoramiento, deberá cumplir con la presente especificación:

- Tamaño máximo de las gravas 10 cm (4")
- Pasante Tamiz No. 4 (4,75 mm) 30.0 %-70.0 %.
- El porcentaje en peso de partículas que pasen al Tamiz No. 200 (0,075 mm) será inferior al 20.0 %,
- La parte del material que pasé el tamiz #40(0.425 mm) deberá tener un Índice Plástico no mayor al 9.0 % y un Límite Líquido hasta el 35.0 %
- El valor del CBR deberá ser mayor al 20%, tal como se determina en el ensayo AASHO-T-91.

El material de tamaño mayor al máximo especificado, si se presenta, deberá ser retirado antes de que se incorpore al material en la obra.



12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

- Los estudios realizados como parte del presente trabajo han permitido alcanzar los objetivos del estudio geotécnico, en cuanto a caracterizar los materiales existentes en el área del estudio, y obtener el modelo geotécnico adecuado para satisfacer las necesidades del proyecto.

TANQUE DE ALMACENAMIENTO CAPACIDAD 3000 m³

- La capacidad de admisible para el tanque de almacenamiento, cimentado en una losa de hormigón armado para un factor de seguridad $FS=3.00$, es de **7.48 t/m²**, la cual satisface el estado límite de resistencia ya que la descarga producida es menor.
- Los asentamientos elásticos producidos durante el proceso constructivo son de 0.0477 metros (4.77 cm) en un rango de 4.0 a 6.0 cm aproximadamente, se deberá corroborar mediante mediciones topográficas la disipación de dichos asentamientos elásticos durando el proceso de construcción del tanque de almacenamiento.
- El nivel de piso terminado del tanque es de 3030 msnm, se deberá excavar 2.00 metros bajo el nivel de la losa de cimentación, con taludes 1.5 horizontal a 1.0 vertical.
- Luego del corte se nivelará y compactará el material existente hasta obtener una superficie idónea de trabajo en esta capa no se amerita la toma de densidades de campo.

INFORME DE EVALUACIÓN GEOTÉCNICA

Código: LADESA-001-2023



CONSTRULADESA
SUELOS Y HORMIGONES S.A.

Dirección: Inmaconsa 2^{da} Etapa Mz 28 Solar 36

Teléfono: 3909182 – 0994021136

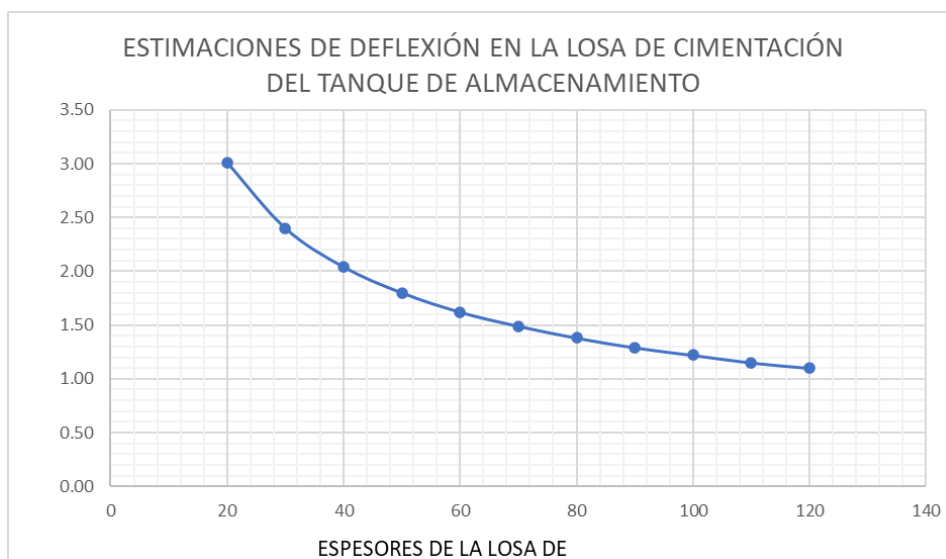
Correo: info@construladesa.com

Revisión de formato: 02

Fecha: 03/01/2023

Página 48

- Sobre el corte se colocará un material que cumpla como mejoramiento en un espesor de 1.00 metro, el cual estará dividido en 4 capas de 25 cm, se hidratará y compactará, haciendo cumplir la norma ASTM D-1557 ó similar ($\geq 95\%$ del proctor modificado), después de la segunda capa de mejoramiento se colocará una geomalla biaxial bx30- o similar, luego de esto se continuará con la colocación de las 2 capas siguientes de mejoramiento. (ver plano adjunto).
- Sobre el mejoramiento se colocará un material que cumpla como base clase 1 tipo A en un espesor de 1.00 metro, el cual estará dividido en 4 capas de 25 cm, se hidratará y compactará, haciendo cumplir la norma ASTM D-1557 o similar ($\geq 100\%$ del proctor modificado), después de la segunda capa de base clase 1 tipo A, se colocará una geomalla biaxial bx30- o similar, luego de esto se continuará con la colocación de las 2 capas siguientes de Base clase 1 tipo A. (ver plano adjunto).
- El especialista estructural definirá el espesor de la losa de acuerdo a las deflexiones máximas que soporte la cimentación del tanque según las especificaciones técnicas.



INFORME DE EVALUACIÓN GEOTÉCNICA

Código: LADESA-001-2023



CONSTRULADESA
SUELOS Y HORMIGONES S.A.

Dirección: Inmaconsa 2^{da} Etapa Mz 28 Solar 36

Teléfono: 3909182 – 0994021136

Correo: info@construladesa.com

Revisión de formato: 02

Fecha: 03/01/2023

Página 49

- Para garantizar la estabilidad del sistema de construcción, el tanque de almacenamiento deberá construirse a 10.00 metros (mínimo) de distancia del borde del talud del tanque de hormigón construido aledaño al proyecto.
- Los análisis de estabilidad del talud que conforma al sistema del tanque de almacenamiento son satisfactorios ya que cumplen con los factores de seguridad estipulados por la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-15, obteniendo para una condición estática un **Fs= 2.53** y para una condición dinámica un **Fs= 1.32**, sin embargo para que dicho factor de seguridad cumpla debe existir una distancia de 10.0 m (mínimo) entre el borde de la losa y el borde del talud colindante con el tanque existente. (ver plano adjunto).

LINEA DE CONDUCCIÓN

- De acuerdo a los Factores de seguridad para cortes mínimos NEC-15" los taludes que conforman todas las excavaciones desde la calicata 1 hasta la calicata 14, cumplen con las especificaciones mínimas requeridas para taludes temporales $Fs > 1.50$ (condición estática).
- En los tramos de la calicata 1 hasta inicio de la calicata 4 la tubería se asentará sobre terreno natural, nivelado y compactado, sobre el terreno natural se colocará la cama y el recubrimiento de arena, sobre la arena se colocará hasta en la parte superior de la zanja un material de mejoramiento que cumpla con las especificaciones del MTOP-F-001-2002 (ver capítulo 11), en capas no mayores a 30 cm, hidratadas y compactadas, haciendo cumplir la norma ASTM D-1557 o similar ($\geq 95\%$ del proctor modificado).

INFORME DE EVALUACIÓN GEOTÉCNICA

Código: LADESA-001-2023



CONSTRULADESA
SUELOS Y HORMIGONES S.A.

Dirección: Inmaconsa 2^{da} Etapa Mz 28 Solar 36

Teléfono: 3909182 – 0994021136

Correo: info@construladesa.com

Revisión de formato: 02

Fecha: 03/01/2023

Página 50

- En los tramos de la calicata 4 hasta la calicata 14 la tubería, se asentará sobre una capa de un material de mejoramiento que cumpla con las especificaciones del MTOP-F-001-2002 (ver capítulo 11), luego se colocará la cama y el recubrimiento de arena para finalmente rellenar la zanja con el material de mejoramiento en capas no mayores a 30 cm, hidratadas y compactadas, haciendo cumplir la norma ASTM D-1557 o similar ($\geq 95\%$ del proctor modificado) hasta la parte superior de la excavación o cota de proyecto.



Firmado electrónicamente por:
DANIEL BOANERGES DE LA PARED CONDO

M.I. Ing. Daniel De La Pared Condo
Gerente Técnico