



**CONSECUTIVO:**  
EG-001-W-1133-22

**PAGINAS:**  
1 DE 101

**ISO 9001:2015**  
**BUREAU VERITAS**  
**Certification**  
CO18.01105



## ESTUDIO GEOTÉCNICO

De acuerdo con el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10

Este documento es propiedad de NHSQ INGENIERIA y no debe ser modificado, copiado o difundido por ningún medio a persona alguna no autorizada sin el permiso o aprobación del propietario. El solicitante o usuario será responsable por cualquier uso indebido. Este documento no es válido sin la firma en original.

**DEPARTAMENTO:**  
NORTE DE SANTANDER

**MUNICIPIO:**  
TEORAMA

**FECHA DE ENTREGA:**  
SEPTIEMBRE DE 2022

**ELABORADO Y APROBADO:**

**VERSIÓN**



**FECHA**

**DESCRIPCIÓN**

  
**Ing. NESTOR HERNÁN SUAREZ Q.**  
Especialista en Geotecnia Vial y Pavimentos  
Especialista en Patología de la Construcción  
M.P. 25202-158140 CND

**SOLICITANTE:**  
UNIÓN TEMPORAL ALIANZA  
ENERGÉTICA 2022  
NIT: 901547460-1

**PROYECTO:**  
INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS  
PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL  
DISPERSA DEL MUNICIPIO DE TEORAMA, EN EL DEPARTAMENTO DE  
NORTE DE SANTANDER.

	<b>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b> <b>HACEMOS LO CORRECTO, CORRECTAMENTE</b>		
	<b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b>		
	<b>INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO DE TEORAMA, EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER.</b>		
	<b>FECHA DE VIGENCIA</b> 02/01/2022	<b>CÓDIGO:</b> IF-LA-B-016-V6	<b>CONSECUTIVO:</b> EG-001-W-1133-22
<b>ESTE DOCUMENTO ES VÁLIDO CON LA FIRMA Y SELLO EN ORIGINA DE NHSQ INGENIERÍA S.A.S</b>			

## MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD


Yo, NESTOR HERNÁN SUAREZ QUIÑONES, identificado con cedula de ciudadanía N° 79.877.431 de Bogotá, en mi calidad de Ingeniero Civil, especialista en geotecnia vial y pavimentos y especialista en patología de la construcción con Matrícula Profesional N° 25202-158140 CND, Certifico que realicé el estudio geotécnico, de acuerdo con la norma colombiana de diseño y construcción sismo resistente, NSR-10 y demás leyes y decretos existentes, para el proyecto "INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO DE TEORAMA, EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER".

Por lo anterior, manifiesto que es viable la construcción del proyecto, siempre y cuando se construyan las obras de acuerdo con las recomendaciones efectuadas en los estudios geotécnicos.

Acepto y reconozco que la revisión efectuada por la entidad a la cual se presenta el proyecto no constituye una aprobación al estudio, sino una verificación del cumplimiento de los reglamentos y decretos antes mencionados.



La presente se expide a solicitud del interesado el mes de septiembre de 2022.

Cordialmente,

  
**Ing. NÉSTOR HERNÁN SUAREZ QUIÑONES**  
Especialista en Geotecnia Vial y Pavimentos  
Especialista en Patología de la Construcción  
R/L NHSQ INGENIERÍA S.A.S  
Nit: 901.047.361-5







	<b>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b> <b>HACEMOS LO CORRECTO, CORRECTAMENTE</b>		
	<b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b>		
	<b>INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO DE TEORAMA, EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER.</b>		
	<b>FECHA DE VIGENCIA</b> 02/01/2022	<b>CÓDIGO:</b> IF-LAB-016-V6	<b>CONSECUTIVO:</b> EG-001-W-1133-22
<b>ESTE DOCUMENTO ES VALIDO CON LA FIRMA Y SELLO EN ORIGINA DE NHSQ INGENIERÍA S.A.S</b>			

## TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN .....	9
2	OBJETIVO GENERAL .....	10
3	GENERALIDADES DEL PROYECTO .....	11
4	LOCALIZACIÓN GENERAL DEL PROYECTO.....	12
5	ENTORNO GEOLÓGICO Y GEOMORFOLÓGICO .....	13
6	METODOLOGÍA.....	17
7	PERFIL ESTRATIGRÁFICO PROMEDIO .....	21
8	CLASIFICACIÓN DEL SUELO.....	22
9	CONDICIONES DEL PROYECTO.....	27
10	ANÁLISIS GEOTÉCNICO .....	28
11	RECOMENDACIONES DE CIMENTACIÓN .....	50
12	CONCLUSIONES .....	53
13	BIBLIOGRAFÍA .....	55

	<b>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b> <b>HACEMOS LO CORRECTO, CORRECTAMENTE</b>		
	<b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b>		
	<b>INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO DE TEORAMA, EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER.</b>		
	<b>FECHA DE VIGENCIA</b> 02/01/2022	<b>CÓDIGO:</b> IF-LAB-016-V6	<b>CONSECUTIVO:</b> EG-001-W-1133-22
<b>ESTE DOCUMENTO ES VÁLIDO CON LA FIRMA Y SELLO EN ORIGINA DE NHSQ INGENIERÍA S.A.S</b>			



## LISTADO DE TABLAS

Tabla 1 Clasificación de las unidades de construcción por categorías .....	18
Tabla 2 Profundidad de sondeos .....	18
Tabla 3 Ensayos de laboratorio .....	21
Tabla 4 calculo $N_{60}$ .....	22
Tabla 5 Factor de corrección.....	23
Tabla 6 Clasificación de los perfiles de suelo NSR-10 .....	25
Tabla 7 Evaluación del potencial de expansión de acuerdo con NSR-10 .....	26
Tabla 8 Definición de zona de amenaza sísmica .....	27
Tabla 9 Valores del coeficiente de Importancia NSR-10 .....	28
Tabla 10 Profundidad del nivel freático .....	28
Tabla 11 Correlación entre SPT y valores de resistencia de suelos granulares .....	29
Tabla 12 Correlación entre SPT y valores de resistencia de suelos arcillosos .....	29
Tabla 13 Correlación entre SPT y valores de resistencia de suelos para arcillas .....	29
Tabla 14 Correlación entre SPT y valores de resistencia de suelos para suelos arenosos .....	29
Tabla 15 Cálculo de la capacidad de carga 0.50 – 2.00 m (Sondeo 1 al 9) $B=0.40$ m.....	33
Tabla 16 Cálculo de la capacidad de carga 0.50 – 2.00 m (Sondeo 1 al 9) $B=1.50$ m.....	34
Tabla 17 Cálculo de la capacidad de carga 0.50 – 2.00 m (Sondeo 1 al 9) $B=2.00$ m.....	35
Tabla 18 Ecuación para el cálculo de asentamientos .....	36
Tabla 19 Cálculo de Asentamientos – Sondeo 1 al 9 (Prof. 0.70 m) .....	36
Tabla 20 Clasificación del suelo.....	37
Tabla 21 Coeficiente $F_a$ periodos cortos .....	37
Tabla 22 Coeficiente $F_v$ periodos intermedio .....	38
Tabla 23 Factores de Seguridad Indirectos $F_{sisp}$ Mínimos .....	42
Tabla 24 Carga Muerta + Carga Viva Normal (Sondeo 1 al 9) $B=0.40$ m.....	43
Tabla 25 Carga Muerta + Carga Viva Máxima (Sondeo 1 al 9) $B=0.40$ m .....	44
Tabla 26 Carga Muerta + Carga Viva Normal + Sismo De Diseño Seudo Estático (Sondeo 1 al 9) $B=0.40$ m .....	45
Tabla 27 Factores de Seguridad Básicos Mínimos Directos .....	46
Tabla 28 Carga Muerta + Carga Viva Normal (Sondeo 1 al 9) $B=0.40$ m.....	47
Tabla 29 Carga Muerta + Carga Viva Máxima (Sondeo 1 al 9) $B=0.40$ m .....	48
Tabla 30 Carga Muerta + Carga Viva Normal + Sismo De Diseño Seudo Estático (Sondeo 1 al 9) $B=0.40$ m .....	49
Tabla 31 Recomendación de cimentación.....	50

## LISTADO DE FIGURAS

Figura 1 Perfil estratigráfico sondeo 1 al 9 .....	21
Figura 2 Formula $N$ promedio. ....	22
Figura 3 Formula $N_{60}$ . ....	22
Figura 4 Representación gráfica del sistema de cimentación, pedestal en concreto. ....	50



	<b>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b> <b>HACEMOS LO CORRECTO, CORRECTAMENTE</b>		
	<b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b>		
	<b>INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO DE TEORAMA, EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER.</b>		
	<b>FECHA DE VIGENCIA</b> 02/01/2022	<b>CÓDIGO:</b> IF-LAB-016-V6	<b>CONSECUTIVO:</b> EG-001-W-1133-22
<b>ESTE DOCUMENTO ES VALIDO CON LA FIRMA Y SELLO EN ORIGINA DE NHSQ INGENIERÍA S.A.S</b>			

## LISTADO DE MAPAS



Mapa 1 Localización general del sitio donde se realizó la exploración de campo. ....	12
Mapa 2 Plano geológico de Teorama Norte de Santander.....	14
Mapa 3 Zonas de Amenaza Sísmica aplicable a edificaciones para la NSR-10 en función de $A_d$ y $A_v$ .....	27

## LISTADO DE IMÁGENES

Imagen 1 Ubicación general área de estudio, Teorama, Norte de Santander.....	12
Imagen 2 Cimentación superficial inclinada (Ecuaciones de Hansen y Vesic) .....	32
Imagen 3 Coeficiente de amplificación $F_a$ del suelo para la zona de periodos cortos del espectro .....	38
Imagen 4 Coeficiente de amplificación $F_v$ del suelo para la zona de periodos intermedios del espectro .....	39
Imagen 5 Espectro Elástico de Aceleraciones de Diseño como fracción de $g$ .....	40
Imagen 6 Espectro Elástico de aceleraciones de Diseño como fracción de $g$ .....	40
Imagen 7 Espectro de aceleraciones horizontales elástico del umbral de daño como fracción de $g$ .....	41
Imagen 8 Análisis de licuación.....	42

## LISTA DE ANEXOS

Anexo 1 Registro Fotográfico .....	56
Anexo 2 Registro estratigráfico y resultados de laboratorio sondeo S1.....	59
Anexo 3 Registro estratigráfico y resultados de laboratorio sondeo S2.....	60
Anexo 4 Registro estratigráfico y resultados de laboratorio sondeo S3.....	61
Anexo 5 Registro estratigráfico y resultados de laboratorio sondeo S4.....	62
Anexo 6 Registro estratigráfico y resultados de laboratorio sondeo S5.....	63
Anexo 7 Registro estratigráfico y resultados de laboratorio sondeo S6.....	64
Anexo 8 Registro estratigráfico y resultados de laboratorio sondeo S7.....	65
Anexo 9 Registro estratigráfico y resultados de laboratorio sondeo S8.....	66
Anexo 10 Registro estratigráfico y resultados de laboratorio sondeo S9.....	67
Anexo 11 Resultados del ensayo de corte directo .....	68
Anexo 12 Planos de ubicación de los sondeos .....	69
Anexo 13 Diploma y acta de grado de especialización en geotecnia .....	71
Anexo 14 Certificados de calibración .....	74
Anexo 15 Certificación ISO9001-2015.....	78
Anexo 16 Certificación Antecedentes.....	80

	<b>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b> <b>HACEMOS LO CORRECTO, CORRECTAMENTE</b>		<b>ISO 9001:2015</b> <b>BUREAU VERITAS</b> <b>Certification</b>	
	<b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b>			
	<b>INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO DE TEORAMA, EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER.</b>			
	<b>FECHA DE VIGENCIA</b> 02/01/2022	<b>CÓDIGO:</b> IF-LAB-016-V6	<b>CONSECUTIVO:</b> EG-001-W-1133-22	
<b>ESTE DOCUMENTO ES VÁLIDO CON LA FIRMA Y SELLO EN ORIGINA DE NHSQ INGENIERÍA S.A.S</b>				

## CUMPLIMIENTO DEL REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE NSR-10.

El presente estudio geotécnico cumple con las exigencias del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo resistente NSR-10 título H, como se puede apreciar en la siguiente tabla:

CAPÍTULO	EXIGENCIA DEL REGLAMENTO	CUMPLIMIENTO	PÁGINA
H.1.1.2.1 Firma de los estudios	Ingeniero civil con 5 años de experiencia y/o estudios de postgrado en geotecnia	O.K.	2
	Memorial de responsabilidad, copia y tarjeta profesional vigente	O.K.	2
H.2.2.2.1 (a) Información del proyecto	Nombre	✓	1
	Planos de localización regional y local del proyecto	✓	12
	Localización de los sondeos realizados	✓	73
	Objeto del estudio	✓	10
	Descripción general del proyecto	✓	11
	Sistema estructural	✓	11
	Evaluación de Cargas	✓	11
H.3.1 Unidades de construcción	(a) Una edificación en altura.	✓	11
	(b) Grupo de construcciones adosadas, cuya longitud máxima en planta no exceda los 40 m,	N.A.	--
	(c) Cada zona separada por juntas de construcción,	N.A.	--
	(d) Construcciones adosadas de categoría baja, hasta una longitud máxima en planta de 80 m	N.A.	--
	(e) Cada fracción del proyecto con alturas, cargas o niveles de excavación diferentes.	N.A.	--
H.3.1.1 Clasificación de las unidades de construcción por categorías	Categoría Baja hasta 3 niveles	O.K.	29
	Categoría Media 4 a 10 niveles	N.A.	
	Categoría Alta 11 a 20 niveles	N.A.	
	Categoría Especial mayor de 20 niveles	N.A.	
H.2.1.1.1 - H.3.2.2 Investigación del subsuelo y exploración de campo	Apiques	N.A.	30
	Trincheras	N.A.	
	Perforación o sondeo con muestreo o sondeos estáticos o dinámicos	O.K.	
	U otros procedimientos exploratorios reconocidos en la práctica	N.A.	
H.2.1.1.2 Análisis y recomendaciones	Interpretación técnica conducente a la caracterización del subsuelo y la evaluación de posibles mecanismos de falla y de deformación para sustituir los parámetros y las recomendaciones necesarias para el diseño y la construcción de los sistemas de cimentación y contención y de otras obras en el terreno influenciadas por factores geotécnicos.	O.K.	39
H.3.2.3 Número mínimo de sondeos	El número mínimo de sondeos de exploración que deberán efectuarse en el terreno donde se desarrollará el proyecto se definen en la tabla H.3.2-1.	✓	29
H.3.2.4 Características y distribución de los sondeos	Las características y distribución de los sondeos deben cumplir las disposiciones enunciadas en el informe además de las ya enunciadas en H.3.1-1 y H.3.2-1	✓	29
H.3.2.5 Profundidad de los sondeos	Por lo menos el 50% de todos los sondeos debe alcanzar la profundidad dada en la Tabla H.3.2-1, afectada a su vez por los criterios enunciados en el informe	✓	29
H.3.2.6 Número mínimo de sondeos	Dependerán de la unidad de construcción	✓	29
Cap. A.2 Definición de los niveles de amenaza y movimientos sísmicos de diseño	Se define los parámetros Aa, Av, Fa y Fv de acuerdo con el N, Vs o Su y los resultados de los sondeos.	✓	48
H.2.2.2.1 (b) y (c) Información del subsuelo	Resumen del reconocimiento de campo	✓	28
	Morfología del terreno	✓	17-28
	Origen geológico	✓	17-28
	Características físico-químicas	✓	17-28



**ESTUDIO GEOTÉCNICO**

**INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS PARA LA  
GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO  
DE TEORAMA, EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER.**

FECHA DE VIGENCIA

02/01/2022

CÓDIGO:

IF-LAB-016-V6

CONSECUTIVO:

EG-001-W-1133-22

ESTE DOCUMENTO ES VÁLIDO CON LA FIRMA Y SELLO EN ORIGINA DE NHSQ INGENIERÍA S.A.S

CAPÍTULO	EXIGENCIA DEL REGLAMENTO			CUMPLIMIENTO	PÁGINA
	Niveles freáticos con la interpretación de su significado			✓	39
H.2.2.2.1 (c) Información de cada unidad geológica	Identificación, espesor, distribución y parámetros obtenidos en los ensayos de campo y laboratorio.			✓	17-28
H.2.2.2.1 (d) Análisis geotécnico	Resumen de los análisis y justificación de los sistemas geotécnicos adaptados. Alternativas de cimentación y contención. Evaluaciones de estabilidad de las excavaciones.			✓	39
H.2.2.2.1 Registros de perforación	Perfiles de los sondeos.			✓	32
H.2.2.2.1 Resultado de pruebas y ensayos de campo y laboratorio	Resultado de cada uno de los ensayos de campo y laboratorio realizados en forma de gráficos o tablas.			✓	Ver anexos
H.2.5 Clasificación de los suelos como granulares o cohesivos	Se definen cuáles suelos pueden considerarse como granulares y cuáles como cohesivos.			✓	36
H.2.6 Normas técnicas	Normas que forman parte integrante del Reglamento NSR-10 y que fueron utilizadas para el desarrollo del presente estudio.			✓	11
H.3.3.3 Propiedades básicas mínimas de los suelos	Se especifican las propiedades mínimas de resistencia que se deben presentar, ensayo corte directo o SPT para suelos granulares y compresión simple o corte directo para suelos cohesivos.			✓	32
H.3.3.5 Ejecución de ensayos en campo	Equipo de perforación	Mecánico	O.K.	✓	30
		Rotación	N.A.		
			N.A.		
	Certificados de calibración		O.K.	✓	Ver anexos
Cap. H.9 Condiciones geotécnicas especiales	Se requiere identificar los suelos expansivos, los suelos colapsables y analizar los efectos de la vegetación.			✓	43
H.2.3 Analizar la existencia de agua subterránea	Los estudios geotécnicos deben analizar la existencia de agua libre, flujos potenciales de agua subterránea y la presencia de paleocauces.			✓	N.A.
H.4.6 Definición de la profundidad de cimentación	Se establecen las profundidades mínimas de cimentación para los cálculos de capacidad teniendo en cuenta la posibilidad de erosión, tubificación, cambios de humedad y raíces de árboles.			--	56
H.4.7 Cálculo de factor de seguridad de las cimentaciones	El NSR-10 aconseja los factores de seguridad que se deben cumplir para capacidad de soporte de cimentaciones.			✓	50
H.4.8 Cálculo de asentamientos	Se exige calcular los asentamientos mediante modelos de aceptación generalizada, empleando parámetros de deformación obtenidos a partir de ensayos de laboratorio o campo.			✓	43-45
Cap. H.5 Estudio de estabilidad de taludes y laderas	Se establecen los procedimientos para el cálculo de estabilidad de taludes y excavaciones.	N.A.	--	N.A.	
H.5.2.5 Definición del sismo de diseño para análisis seudoestático de taludes	Se definen los valores mínimos de aceleración para el análisis seudoestático de taludes.	N.A.	--	N.A.	
H.2.4.3 Cumplimiento de factores de seguridad mínimos para estabilidad de taludes	En la tabla H.2.4-1 se establecen los factores de seguridad básicos mínimos directos.	N.A.	--	N.A.	

**ESTUDIO GEOTÉCNICO**

**INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS PARA LA  
GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO  
DE TEORAMA, EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER.**

FECHA DE VIGENCIA

02/01/2022

CÓDIGO:

IF-LA-B-016-V6



CONSECUTIVO:

EG-001-W-1133-22

ESTE DOCUMENTO ES VÁLIDO CON LA FIRMA Y SELLO EN ORIGINA DE NHSQ INGENIERÍA S.A.S

CAPÍTULO	EXIGENCIA DEL REGLAMENTO	CUMPLIMIENTO	PÁGINA
Cap. H.6 Análisis de presiones de tierras y estructuras de contención	Se establecen los criterios para el análisis de presiones de tierra y estructuras de contención.	N.A.	--
H.2.2.2.1 (e) Recomendaciones para el diseño	Tipo de cimentación	O.K.	✓
	Profundidad de apoyo	O.K.	✓
	Presiones admisibles	O.K.	✓
	Asentamientos calculados incluyendo diferenciales	O.K.	✓
	Tipos de estructuras de contención y parámetros para su diseño	N.A.	--
	Perfil de suelo para diseño sismo resistente	O.K.	✓
	Parámetros para análisis de interacción suelo estructura	O.K.	✓
	Planes de contingencia en caso de que se excedan los valores.	N.A.	--
H.2.2.2.1 (f) Recomendaciones para la protección de edificaciones y predios vecinos	Evaluación de estabilidad de excavaciones, laderas y rellenos; y diseño de filtros.	N.A.	--
	Cuando las condiciones del terreno y el ingeniero encargado del estudio lo estime necesario se debe elaborar un capítulo que contenga estimación de los asentamientos ocasionados por presencia de nivel freático y otros efectos, diseño de sistemas de soporte y medidas preventivas.	N.A.	--
H.2.2.2.1 (g) Recomendaciones para construcción (Sistema constructivo)	Es un documento de obligatoria elaboración, el cual debe ser verificado por las autoridades que expidan las licencias de construcción.	O.K.	✓
Cap. H.8.4 Sistema constructivo de cimentaciones	Definir profundidad de desplante, secuencia para realizar las excavaciones, disposición de sobrantes, tiempo máximo de exposición, efectos de los cambios de humedad.	O.K.	✓
Cap. H.8.2 Sistema constructivo de excavaciones	Procedimiento de excavación para minimizar los movimientos de las construcciones vecinas y servicios públicos, control de flujo de agua subterránea, secuencia de excavación, protección de taludes permanentes y plan de contingencia para excavaciones.	O.K.	✓
Cap. H.8.3 Sistema constructivo de estructuras de contención	Se debe incluir la secuencia completa de ejecución de actividades de tal manera que se garantice que los suelos no sufran variaciones importantes en su rigidez y resistencia, sistemas de drenaje preventivo.	N.A.	--
H.2.2.3 Asesoría geotécnica en las etapas de diseño y construcción	Para proyectos de categoría media, alta y especial, se debe contar con el acompañamiento de un Ingeniero Geotecnista quien aprobará durante la ejecución de la obra los niveles y estratos de cimentación y los procedimientos de excavación.	O.K.	✓
H.2.2.2 (h) Anexos	Resumen de los resultados en forma de gráficos, fotografías, registros de perforación y resultados de ensayos de campo y laboratorio.	O.K.	✓



	<b>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b> <b>HACEMOS LO CORRECTO, CORRECTAMENTE</b>		
	<b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b>		
	<b>INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO DE TEORAMA, EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER.</b>		
	<b>FECHA DE VIGENCIA</b> 02/01/2022	<b>CÓDIGO:</b> IF-LAB-016-V6	<b>CONSECUTIVO:</b> EG-001-W-1133-22
<b>ESTE DOCUMENTO ES VÁLIDO CON LA FIRMA Y SELLO EN ORIGINA DE NHSQ INGENIERÍA S.A.S</b>			

## 1 INTRODUCCIÓN

El presente estudio tiene como objetivo definir las propiedades geotécnicas del suelo, condiciones del subsuelo y el asentamiento tolerable con el fin de conocer la capacidad portante del suelo y así recomendar el sistema de cimentación más conveniente para el proyecto "INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO DE TEORAMA, EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER".

En el documento inicialmente se presenta toda la información previa obtenida, se hace referencia a las características del sitio y del entorno en general, a las características del proyecto a ejecutar y a la investigación de campo realizada con los respectivos ensayos de laboratorio y verificación.

Luego se desarrolla el análisis de los datos obtenidos, tanto en campo como en laboratorio; se determinan las características del subsuelo, su estratigrafía y se realiza una interpretación geotécnica.

Finalmente, se presenta el resumen de la evaluación de los trabajos de campo, ensayos de laboratorio, análisis de ingeniería, capacidad admisible de carga, se define el tipo de cimentación más adecuada y se presentan las recomendaciones para el manejo de taludes, luego se presentan las conclusiones y recomendaciones que garanticen el adecuado comportamiento del sistema y la estabilidad de las redes proyectadas.

Es importante resaltar que el estudio se ejecutó de acuerdo con el reglamento colombiano de construcción sismo resistente, NSR-10 título H.

Nuestra empresa cuenta en la actualidad con Certificación ISO9001-2015 con la entidad Bureau Veritas y los equipos de laboratorios se encuentran calibrados por una entidad Acreditada por la ONAC, tal y como lo solicita la Norma.

	<b>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b> <b>HACEMOS LO CORRECTO, CORRECTAMENTE</b>		
	<b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b>		
	<b>INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO DE TEORAMA, EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER.</b>		
	<b>FECHA DE VIGENCIA</b> 02/01/2022	<b>CÓDIGO:</b> IF-LA-B-016-V6	<b>CONSECUTIVO:</b> EG-001-W-1133-22
<b>ESTE DOCUMENTO ES VÁLIDO CON LA FIRMA Y SELLO EN ORIGINA DE NHSQ INGENIERÍA S.A.S</b>			



## 2 OBJETIVO GENERAL

Basados en la NSR-10, el objetivo principal es definir las características actuales del terreno, el tipo de cimentación más apropiado y emitir las conclusiones y recomendaciones que permitan garantizar la estabilidad del proyecto.

### 2.1 Objetivos Específicos

- Planear y ejecutar un completo programa de exploración y ensayos de campo y laboratorio sobre el sitio en estudio.
- Investigar la clase de terreno para definir la cimentación adecuada para el proyecto.
- Recomendar los anchos de excavación y sistema de entibado.
- Determinar la zona de amenaza sísmica y el coeficiente de importancia de acuerdo con el uso de la edificación a construir.
- Conocer mediante ensayos de laboratorio las propiedades de los materiales de cada estrato encontrado en el área del proyecto.
- Definir la información geotécnica necesaria y suficiente, que permita establecer los parámetros de diseño, para el dimensionamiento geotécnico de la cimentación, considerando como criterios de diseño, la capacidad portante, los asentamientos y las fuerzas horizontales.
- Calcular la capacidad portante y el asentamiento del suelo.
- Detectar la posición del nivel de aguas freáticas (NAF).
- Obtener los parámetros geotécnicos que se requieren para el diseño de cimentaciones, estructuras enterradas y estructuras de contención.
- Establecer la profundidad adecuada para la cimentación de la estructura.



	<b>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b> <b>HACEMOS LO CORRECTO, CORRECTAMENTE</b>		
	<b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b>		
	<b>INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO DE TEORAMA, EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER.</b>		
	<b>FECHA DE VIGENCIA</b> 02/01/2022	<b>CÓDIGO:</b> IF-LAB-016-V6	<b>CONSECUTIVO:</b> EG-001-W-1133-22
<b>ESTE DOCUMENTO ES VÁLIDO CON LA FIRMA Y SELLO EN ORIGINA DE NHSQ INGENIERÍA S.A.S</b>			

### 3 GENERALIDADES DEL PROYECTO

Se realizó el estudio geotécnico para la construcción de un proyecto energético que consiste en la construcción de celdas fotovoltaicas que permitan la generación de energía eléctrica en viviendas rurales del municipio de Teorama, Norte de Santander.

Los sitios escogidos para los ensayos se realizaron dentro del área a construir señalado por el ingeniero a cargo del proyecto.

#### 3.1 Alcance del estudio

Para la realización del estudio se ejecutaron sondeos manuales y ensayos de laboratorio, se analizó la geología general de la región y se consultaron los estudios de otros sitios cercanos al área; sin embargo, al construir el proyecto pueden encontrarse condiciones diferentes, las cuales no fueron detectadas en el momento de la realización del estudio.

#### 3.2 Cumplimiento del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo

El presente Estudio Geotécnico cumple con la Ley 400 del 19 de agosto de 1997 y el Decreto 926 del 19 de marzo de 2010 (Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10).

El ingeniero geotecnista da fe de que conoce el sitio y lo ha visitado para efectos de la elaboración del estudio.

#### 3.3 Sistema estructural



El sistema estructural propuesto consiste en la implantación de las redes y generadores solares mediante estructura metálica con cimentación en concreto.

#### 3.4 Información existente

No se encontró información existente en las entidades públicas o privadas.

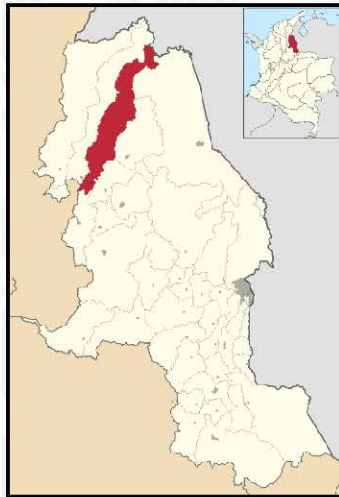
#### 3.5 Descripción de cargas de las obras proyectadas

La construcción propuesta es de categoría Baja, debido a que los niveles de construcción no supera los 3 niveles (una edificación altura) y las cargas máximas del servicio de las columnas son menores de 800 kN (80 Ton). En todos los casos las cargas son inferiores a 800 kN (80 Ton).

	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS HACEMOS LO CORRECTO, CORRECTAMENTE		
	ESTUDIO GEOTÉCNICO		
	INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO DE TEORAMA, EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER.		
	FECHA DE VIGENCIA 02/10/2022	CÓDIGO: IF-LAB-016-V6	CONSECUTIVO: EG-001-W-1133-22
	ESTE DOCUMENTO ES VALIDO CON LA FIRMA Y SELLO EN ORIGINA DE NHSQ INGENIERIA S.A.S		

## 4 LOCALIZACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

Teorama es un municipio colombiano ubicado en el departamento de Norte de Santander. Su población asciende a 21 524 habitantes. Dista 238 km de Cúcuta, capital del departamento. La cabecera municipal se encuentra a una altitud media de 1.158 m s. n. m., y la temperatura promedio es de 21.4 °C.3



Mapa 1 Localización general del sitio donde se realizó la exploración de campo.

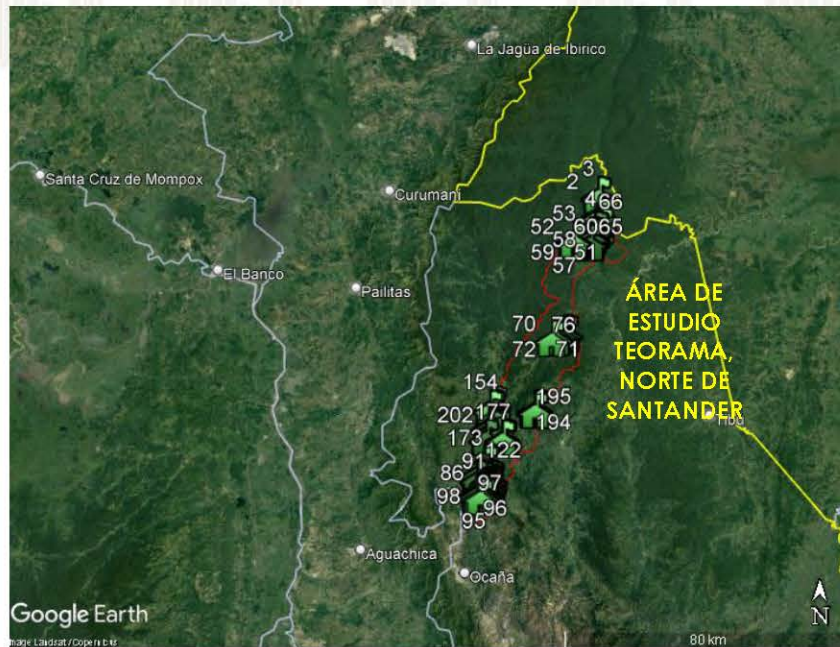




Imagen 1 Ubicación general área de estudio, Teorama, Norte de Santander.

Fuente: Google earth



	<b>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b> <b>HACEMOS LO CORRECTO, CORRECTAMENTE</b>		
	<b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b>		
	<b>INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO DE TEORAMA, EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER.</b>		
	<b>FECHA DE VIGENCIA</b> 02/01/2022	<b>CÓDIGO:</b> IF-LAB-016-V6	<b>CONSECUTIVO:</b> EG-001-W-1133-22
<b>ESTE DOCUMENTO ES VÁLIDO CON LA FIRMA Y SELLO EN ORIGINA DE NHSQ INGENIERÍA S.A.S</b>			

#### 4.1 Características físicas generales del lote y del área estudiada

Se pretende realizar la construcción de un proyecto energético que consiste en la construcción de celdas fotovoltaicas que permitan la generación de energía eléctrica en viviendas rurales del municipio de Teorama, Norte de Santander; Los sitios escogidos para los ensayos se realizaron dentro del área a construir señalado por el ingeniero a cargo del proyecto.

#### 4.2 Entorno

Teorama es un municipio colombiano ubicado en el departamento de Norte de Santander. Su población asciende a 21 524 habitantes. Dista 238 km de Cúcuta, capital del departamento. La cabecera municipal se encuentra a una altitud media de 1.158 m s. n. m., y la temperatura promedio es de 21.4 °C.

La cabecera municipal se encuentra ubicada a 73° 17' 24" al oeste del meridiano de Greenwich (longitud) y a 8° 26' 18" al norte del paralelo ecuatorial (latitud), a una distancia de 274 km de Cúcuta, capital del departamento. El municipio de Teorama está localizado en la subregión occidental del departamento del Norte de Santander.

Norte: República Bolivariana de Venezuela y el municipio de Convención.

Sur: Municipio de Ocaña.

Oriente: Municipios de El Tarra, Tibú y San Calixto.

Occidente: Municipio de Convención.

La agricultura se constituye en el primer renglón de la economía del municipio. Productos como la piña, el café, cacao, caña panelera, frijol, maíz y plátano, destacan en la producción agrícola; así mismo, la producción de frutas como cítricos (naranja y mandarina), se constituyen en otra fuente importante de ingresos.

En la década de los años 1960, Trino Rangel introdujo una variedad de piña que se cultiva excelentemente en esas características de terreno, haciendo de Teorama uno de los municipios de Colombia con mayor producción de piña.

Es de los municipios mas afectado por el narcotrafico en la region del catatumbo con hectareas de coca a lo largo y ancho de su territorio.

### 5 ENTORNO GEOLÓGICO Y GEOMORFOLÓGICO

Todo proyecto que construir está influenciado por las condiciones geológicas, tanto locales como regionales, y ninguna de las dos debe descartarse con miras a realizar los diseños respectivos y evaluar el comportamiento futuro de las obras construidas.

#### 5.1 Localización geológica regional del proyecto

El proyecto se ubica en un área la cual ha sido formada por una serie de eventos geológicos dominados principalmente por la tectónica regional y la modelación geomorfológica de los períodos geológicos recientes.



**ESTUDIO GEOTÉCNICO**

**INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS PARA LA  
GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO  
DE TEORAMA, EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER.**

FECHA DE VIGENCIA

02/01/2022

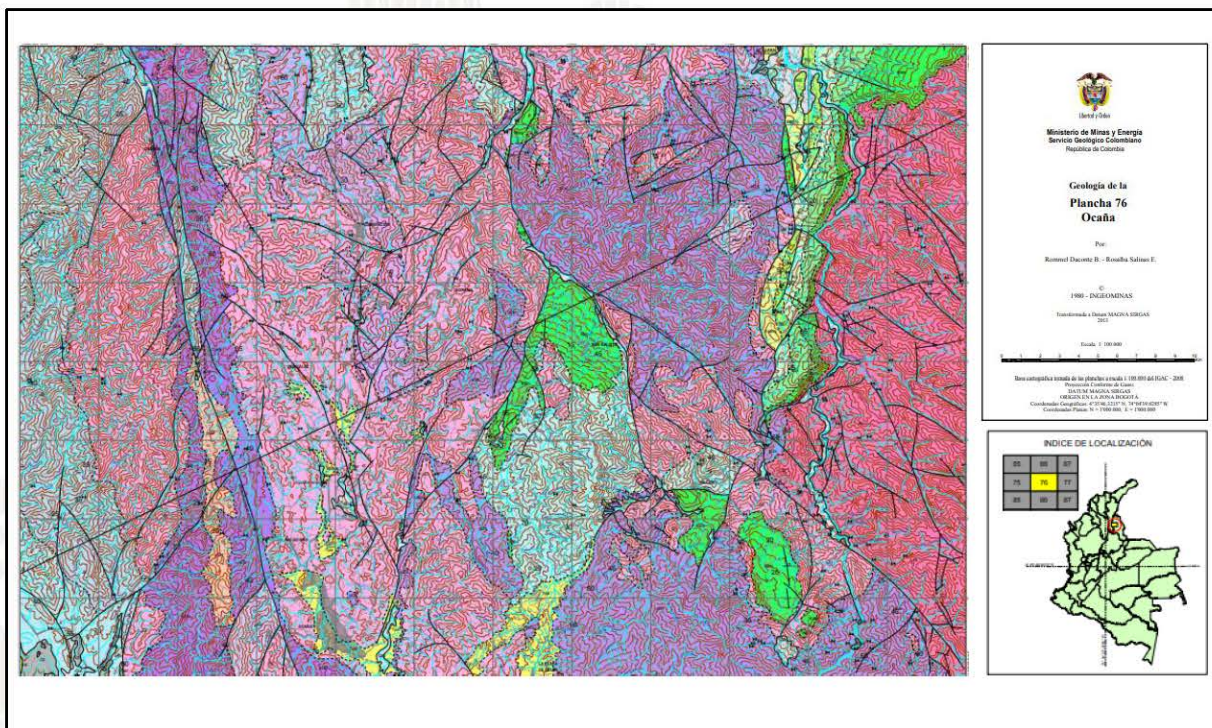
CÓDIGO:

IF-LAB-016-V6

CONSECUTIVO:

EG-001-W-1133-22

ESTE DOCUMENTO ES VALIDO CON LA FIRMA Y SELLO EN ORIGINA DE NHSQ INGENIERÍA S.A.S



**Mapa 2 Plano geológico de Teorama Norte de Santander.**



Fuente: Base cartográfica tomada de las planchas a escala 1:100.000 del IGAC - 2008

### **Formación Silgará (pDs) Silgará (pDs) Silgará (pDs)**

Toma el nombre de la quebrada Silgará localizada al noreste del Cuadrángulo H-12 Bucaramanga. Fue definida por Ward et al. (1973) como una unidad de rocas metamórficas dispuestas en capas delgadas y medianas. En el área de la Plancha 111 estas rocas afloran al occidente de la Falla Labateca en Loma Los Tiestos (cuadrículas G-1, H-12) y en el sector entre las quebradas El Ají y Lirgua (E-1). Litológicamente se define como una unidad de rocas de origen sedimentario, afectadas por metamorfismo regional de medio y bajo grado, que consta de esquistos cuarzo micáceos y esquistos cuarzo micáceos cordieríticos, de color verde a gris verdoso y gris amarillento, de grano fino a medio y en menor proporción cuarcitas y filitas. La foliación general coincide con la estratificación original de la roca. Esta unidad corresponde a las facies cordierita-anfibolita y esquisto verde (Winkler, 1979). En el área de estudio no se conoce una relación estratigráfica entre la Formación Silgará y el Neis de Bucaramanga. Su contacto superior es discordante con las formaciones Floresta y Girón; también es fallado con unidades del Carbonífero-Pérmico, Jurásico, Cretácico y Terciario. Hacia el sur esta unidad está intruida por un cuerpo ígneo de composición félsica a intermedia.

Tentativamente se asigna a la Formación Silgará, en el área de la Plancha 111, la misma edad considerada por Ward et al. (1973), que es equivalente al Cámbrico-Ordovícico. La Formación Silgará se ha correlacionado con los grupos Güejar (Trumpy, 1943) y Quetame (Campbell & Bürgl,



	<b>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b> <b>HACEMOS LO CORRECTO, CORRECTAMENTE</b>		
	<b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b>		
	<b>INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO DE TEORAMA, EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER.</b>		
	<b>FECHA DE VIGENCIA</b> 02/01/2022	<b>CÓDIGO:</b> IF-LAB-016-V6	<b>CONSECUTIVO:</b> EG-001-W-1133-22
<b>ESTE DOCUMENTO ES VÁLIDO CON LA FIRMA Y SELLO EN ORIGINA DE NHSQ INGENIERÍA S.A.S</b>			

1965) en la Cordillera Oriental. También es comparable con la Serie de Perijá, considerada del CámbricoOrdovícico (Forero, 1969, 1970).



### Formación Floresta mación Florestamación Floresta (Df)

El término Floresta fue inicialmente utilizado en 1937 por Olsson & Caster (en Julivert et al., 1968) como «Floresta Series» en el área de Floresta, Boyacá. Botero en 1950 emplea el término original de «Formación Floresta», que posteriormente fue descrita por Morales (1965). Cediell (1969) propuso que la Formación Floresta fuera subdivida en dos miembros, el inferior arenoso, El Tibet, y el superior arcilloso, Floresta. Estos miembros fueron cartografiados en el Macizo de Santander por Vargas et al. (1976). Posteriormente fueron elevados al rango de formaciones El Tibet y Floresta por Mojica & Villarroel (1984). La Formación Floresta aflora en el extremo occidental de la Plancha 111, donde ocupa la parte baja y media del cañón del río Chitagá, en el sector comprendido entre las fallas Labateca y El AjiPozo Bravo (cuadrículas E-1-2, F-1). La Formación Floresta, en el área de la Plancha 111, está constituida en su parte inferior por areniscas grises, gris verdosas a gris amarillentas, grano fino a medio, lodosas, ligeramente feldespáticas y ferruginosas, en capas medianas (10-30 cm de espesor) y gruesas (30-100 cm); interpuestas con lodolitas y limolitas grises a gris verdosas, localmente micáceas, fosilíferas, en capas delgadas (3-10 cm). En la parte superior predominan areniscas de cuarzo, color verde oliva a gris amarillento, grano fino a medio, ligeramente micáceas, en capas medianas y delgadas, con algunas intercalaciones de lodolitas verde pálidas, micáceas, en capas medianas. El ambiente de depositación de esta unidad es marino somero. El espesor cartográfico de esta unidad varía entre 350 y 400 m al sur de la Plancha. Salinas & Daconte (1982) midieron 804 m en el norte de la Plancha 122, pero es muy probable que en esta sucesión se haya incluido parte de la Formación Diamante del Carbonífero-Pérmico. La base de la Formación Floresta es discordante sobre la Formación Silgará. El contacto superior con la Formación Diamante es aparentemente de discontinuidad estratigráfica o paraconforme. También es frecuente el contacto fallado con rocas sedimentarias del Jurásico y Terciario

### Formación Diamante (CPd) Diamante (CPd)Diamante (CPd)

El nombre proviene de las canteras de Cementos Diamante, al norte de Bucaramanga. La Formación Diamante corresponde a la parte inferior del Grupo Suratá descrito por Dickey (1941) y a la parte inferior de la sección medida y descrita por Navas (1962). La Formación Diamante, en el área de la plancha, fue descrita y cartografiada por Royero & Zambrano (1987), quienes inicialmente le dieron el nombre informal de Unidad CarboníferoPérmico del cañón del Río Chitagá. La Formación Diamante aflora en el extremo occidental de la Plancha 111 Toledo, al occidente de la Falla Labateca en el cañón del río Chitagá (cuadrículas E-1- 2), en las quebradas El Cerro (E2), Lirgua (F-1), Burgüño (E-2), Santa Helena (F-2), El Ají (E-1) y se continúa en la Plancha 110 Pamplona. La parte inferior de la secuencia de esta unidad está compuesta por limolitas verdes a pardo rojizas, en capas medianas y gruesas, con laminación subparalela, interpuestas por capas delgadas de areniscas rojo parduscas, grano medio a fino, con algunos intraclastos lodolíticos. Hacia la parte media predominan areniscas lodosas, calcáreas, grano fino a medio, gris rojizas a rojo parduscas, localmente fosilíferas (fenestellas, braquiópodos), con intercalaciones de lodolitas rojas, ligeramente calcáreas, calizas arenosas, gris claras a gris rojizas, comúnmente fosilíferas, en capa medianas. En la parte superior se presentan calizas grises a gris oscuras, localmente arenosas, fosilíferas (fenestellas, braquiópodos), en capas medianas hasta bancos mayores de 2 m de espesor; areniscas gris verdosas, grano fino, escasamente micáceas, en capas delgadas y gruesas, con intercalaciones de lodolitas grises a gris oscuras,



	<b>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b> <b>HACEMOS LO CORRECTO, CORRECTAMENTE</b>		
	<b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b>		
	<b>INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO DE TEORAMA, EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER.</b>		
	<b>FECHA DE VIGENCIA</b> 02/01/2022	<b>CÓDIGO:</b> IF-LAB-016-V6	<b>CONSECUTIVO:</b> EG-001-W-1133-22
<b>ESTE DOCUMENTO ES VÁLIDO CON LA FIRMA Y SELLO EN ORIGINA DE NHSQ INGENIERÍA S.A.S</b>			

ligeramente calcáreas, en capas delgadas y medianas. Las características faciales y faunísticas de la secuencia de esta unidad, indican un ambiente de mar somero transgresivo. El espesor total varía de 250 a 400 m; sin embargo, Reyes (en Aya, 1972) reporta 540 m de espesor. En el área de estudio la Formación Diamante reposa en aparente discontinuidad estratigráfica (paraconformidad) con la Formación Floresta. Su contacto superior también es de discontinuidad estratigráfica con la Formación Girón.

### Rocas ígneas intrusivas



En el área de la Plancha 111 Toledo afloran rocas ígneas intrusivas, que están agrupadas y representadas por dos pequeños stocks, los cuales ocupan un área no mayor de 4 km<sup>2</sup>. Uno de estos stocks es de composición cuarzomonzonítica (DCcm) y aflora en el extremo noroccidental de la plancha (cuadrículas C-1, D1) y se continúa al occidente en la Plancha 110 Pamplona. El otro, de composición granito (DCgr), se localiza en el extremo suroccidental (cuadrícula H-1); constituye la prolongación noroccidental del cuerpo intrusivo cartografiado en la Plancha 122 Río Cubugón (Salinas & Daconte, 1982). La cuarzomonzonita (DCcm) es de color blanco, gris claro a rosado pálido, textura fanerítica mediana a fina, compuesta por feldespato potásico, plagioclasa, cuarzo y, en menor cantidad, micas. Presenta variaciones a granito blanco a rosado y se encuentra cruzada por diques pegmatíticos de color rosado, equigranular, textura pegmatítica gruesa.

El granito (DCgr) es de color rosado, rosado pálido a blanco, textura fanerítica fina a mediana, INGEOMINAS con una composición mineral que comprende feldespato potásico, plagioclasa, cuarzo y, en menor proporción, biotita y clorita. Varía a cuarzomonzonita, granodiorita y diorita. Está cruzado por diques pegmatíticos.

### Formación Girón Girón (Jg)

El nombre de esta unidad fue propuesto inicialmente en 1982 por Hettner (en Julivert et al., 1968) y posteriormente fue redefinido por Langenheim (1959), quien, además, estableció la sección tipo en el río Lebrija (Santander), donde fue estudiada en detalle por Cediel (1968). La Formación Girón aflora en la Plancha 111 en la parte occidental (cuadrículas E1-2, C-1, D-1) en una franja que se prolonga al oriente de la Plancha 110 Pamplona; también aflora en el sector oriental entre los ríos San José y Oeste (C-8-9, D-7-8) y en el sector Murillo, quebrada Aguas Calientes, río San Lorenzo (G-7-8, H-7). La Formación Girón que aflora en el área de la plancha se encuentra constituida en su parte inferior por areniscas lodosas, gris verdosas y rojas, micáceas, localmente feldespáticas, grano fino, medio, grueso a conglomeráticas, en capas medianas, con intercalaciones de lodolitas y limolitas rojas y rojo parduscas, en capas delgadas. En la parte intermedia se presenta una alternancia de areniscas gris verdosas, rojo grisáceas y púrpura grisáceas de grano medio a grueso, con niveles de conglomerado arenosos, blanco verdosos, limolitas y arcillolitas rojo grisáceas en capas hasta de 1,5 m de espesor, y conglomerados, limolitas y arcillolitas rojo grisáceas, en capas hasta de 1,5 m de espesor. La parte superior está conformada por una alternancia de areniscas cuarzosas, de grano fino, micáceas, ligeramente calcáreas, en capas medianas y lenticulares y lodolitas rojas, en capas delgadas, que muestra una morfología escalonada. El ambiente de estos depósitos es continental, fluvial a lacustre fluvial. El espesor de la Formación Girón fue calculado entre 200 y 250 m. La base de la Formación Girón, en el área de la Plancha 111, es discordante con las formaciones Silgará, Diamante y también con el cuerpo ígneo cuarzomonzonítico (Dccm). El techo de la Formación Girón



	<b>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b> <b>HACEMOS LO CORRECTO, CORRECTAMENTE</b>		
	<b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b>		
	<b>INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO DE TEORAMA, EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER.</b>		
	<b>FECHA DE VIGENCIA</b> 02/01/2022	<b>CÓDIGO:</b> IF-LAB-016-V6	<b>CONSECUTIVO:</b> EG-001-W-1133-22
<b>ESTE DOCUMENTO ES VÁLIDO CON LA FIRMA Y SELLO EN ORIGINA DE NHSQ INGENIERÍA S.A.S</b>			

presenta una discontinuidad estratigráfica (paraconformidad) con la Formación Río Negro de edad del Cretácico Inferior



## Formación Tibú

Mercedes (Kitm) Mercedes (Kitm) Las formaciones Tibú y Mercedes fueron definidas separadamente por Notestein et al. (1944) dentro del área de la Concesión Barco y posteriormente redefinidas por Sutton (1946) y Renz (1959). En la Plancha 111, la afinidad litológica de estas formaciones no permite diferenciarlas fácilmente; por lo tanto, se toman como una sola unidad litoestratigráfica, Formación Tibú-Mercedes (Kitm). Esta unidad aflora en el cañón del río Chitagá (cuadrículas E-1-2) y al occidente del río Talco (cuadrículas F-6, H-6). La Formación Tibú-Mercedes está constituida en la parte inferior por lodolitas gris oscuras, calcáreas, areniscas cuarzosas, grano fino, bien cementadas, lentes de calizas biomicríticas, de color gris y algunas capas de conglomerado gris claro, calcáreo, con guijos de cuarzo. En la parte media se presentan algunas capas de lodolitas calcáreas, limosas, grises a gris claras, areniscas grises, grano fino, cemento calcáreo y calizas grises, en capas planas a lenticulares. La parte superior está conformada por areniscas cuarzosas, grises, grano fino, capas delgadas y medianas, con intercalaciones de lodolitas gris oscuras y negras, calcáreas y calizas grises, en capas medianas a gruesas, que son más predominantes hacia el techo de la unidad. Estos sedimentos se depositaron en un ambiente marino de aguas tranquilas por la presencia de equinoideos y amonitas, según Fabre (1981a). El espesor de la unidad en el área varía de 80 a 300 m. En la Figura 4 se presenta una columna estratigráfica, medida y descrita en el cauce de la quebrada El Cristal.

## 6 METODOLOGÍA

Para cumplir el objetivo propuesto se efectuó la siguiente metodología:

- Establecer el número de sondeos y la profundidad de perforación, así como el tipo de ensayo in situ y ensayos de laboratorio.
- Realizar los análisis geotécnicos para determinar el sistema de cimentación más conveniente, incluyendo tipo y profundidad de cimentación, capacidad de soporte y asentamientos probables.
- Los ensayos de laboratorio se realizan para obtener las principales características físicas y mecánicas del suelo, sus propiedades de resistencia, asentamientos, a continuación, se presenta el resumen del proceso:
  - ✓ Reconocimiento del terreno.
  - ✓ Tomas de muestras inalteradas y ensayo de campo SPT.
  - ✓ Ejecución de ensayos de laboratorio.
  - ✓ Evaluación de los trabajos de campo y laboratorio.
  - ✓ Perfil estratigráfico.
  - ✓ Análisis de la Capacidad Portante Admisible.
  - ✓ Conclusiones y recomendaciones.

	<b>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b> <b>HACEMOS LO CORRECTO, CORRECTAMENTE</b>		
	<b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b>		
	<b>INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO DE TEORAMA, EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER.</b>		
	<b>FECHA DE VIGENCIA</b> 02/01/2022	<b>CÓDIGO:</b> IF-LAB-016-V6	<b>CONSECUTIVO:</b> EG-001-W-1133-22
<b>ESTE DOCUMENTO ES VÁLIDO CON LA FIRMA Y SELLO EN ORIGINA DE NHSQ INGENIERÍA S.A.S</b>			

## 6.1 Trabajo en Campo

Se realiza inicialmente una visita de reconocimiento al sitio donde se van a realizar los trabajos exploratorios para identificar las características topografías, geotécnicas y definir los sitios donde se realizan los ensayos de campo.

## 6.2 Exploración del subsuelo

Con el fin de determinar la estratigrafía del terreno, se llevó a cabo un programa de investigación del subsuelo, el cual comprendió la ejecución de exploraciones directas con equipo manual, así como un detallado programa de ensayos de laboratorio; Siguiendo el título H numeral H.3.1-1.

**Tabla 1 Clasificación de las unidades de construcción por categorías**

Tabla H.3.1-1 Clasificación de las unidades de construcción por categorías		
Categoría de la unidad de construcción	Según los niveles de construcción	Según las cargas máximas de servicio en columnas
Baja	Hasta 3 niveles	Menores de 800 kN
Media	Entre 4 y 10 niveles	Entre 801 y 4,000 kN
Alta	Entre 11 y 20 niveles	Entre 4,001 y 8,000kN
Especial	Mayor de 20 Niveles	Mayores de 8,000kN

Fuente: Reglamento Colombiano de construcción Sismo Resistente, NSR-10

Teniendo en cuenta que el proyecto corresponde a unidades de construcción de categoría baja, se efectuaron un total de nueve (09) sondeos, realizados con equipo manual; estas perforaciones alcanzaron una profundidad hasta 2.00 m aproximadamente a partir del nivel de terreno. Los sondeos fueron definidos como (S1) al (S9).



El artículo H.3.2.5 especifica que al menos el 50% de los sondeos exigidos debe alcanzar la profundidad de 6.0 metros por debajo del nivel de excavación; sin embargo, en el numeral (d) se define que en los casos donde se encuentre aglomerados rocosos o capas de suelos firmes asimilables a rocas, a profundidades inferiores a las establecidas en material firme, el 50% de los sondeos deberán alcanzar a penetrar mínimo 4.0 metros en este material, siempre y cuando se verifique su continuidad de la capa o la consistencia adecuada de los materiales y su consistencia con el marco geológico local.

La relación de los sondeos efectuados y su localización en esta etapa del estudio es la que se presenta en la tabla 2:

**Tabla 2 Profundidad de sondeos.**

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	PROFUNDIDAD NIVEL FREÁTICO (m)	COORDENADAS	
			LATITUD	LONGITUD
S1	2.00	----	9° 5'46.19"N	73° 0'13.21"O
S2	2.00	----	9° 3'25.70"N	73° 0'47.63"O
S3	2.00	----	9° 2'31.72"N	73° 1'26.49"O
S4	2.00	----	9° 2'21.72"N	73° 1'25.05"O
S5	2.00	----	8°48'26.59"N	73° 6'37.87"O



	<b>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b> <b>HACEMOS LO CORRECTO, CORRECTAMENTE</b>		
	<b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b>		
	<b>INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO DE TEORAMA, EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER.</b>		
	<b>FECHA DE VIGENCIA</b> 02/01/2022	<b>CÓDIGO:</b> IF-LAB-016-V6	<b>CONSECUTIVO:</b> EG-001-W-1133-22
<b>ESTE DOCUMENTO ES VÁLIDO CON LA FIRMA Y SELLO EN ORIGINA DE NHSQ INGENIERÍA S.A.S</b>			

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	PROFUNDIDAD NIVEL FREÁTICO (m)	COORDENADAS	
			LATITUD	LONGITUD
S6	2.00	----	8°28'3.61"N	73°17'32.79"O
S7	2.00	----	8°34'22.35"N	73°17'5.18"O
S8	2.00	----	9° 1'49.11"N	73° 3'54.39"O
S9	2.00	----	8°36'43.33"N	73°16'24.26"O

Fuente. Autor

Durante la ejecución de los sondeos fueron identificados y descritos visualmente los diferentes estratos. Adicionalmente, se adelantó el ensayo de penetración estándar (SPT) con el fin de correlacionarlo con parámetros físicos y mecánicos, recuperando muestras alteradas con el tubo de cuchara partida (Split Spoon).

### 6.3 Ensayo de penetración estándar (SPT) (uso de tubería)

El Ensayo de Penetración Estándar, es una prueba dinámica algo sencilla, que se realiza a medida que se hacen las perforaciones y permite obtener la resistencia del suelo en sitio.

La mecánica de la prueba y el equipo a utilizar corresponden a lo descrito en la norma ASTM D 1586-67 y en resumen consiste en hincar en el estrato de interés un maestre de tipo Cuchara Partida (Split Spoon Sampler) de diámetro 2", golpeándolo con un martillo de 63,5 Kg de peso, que se deja caer en forma libre desde 30" de altura, contando el número de golpes necesarios para lograr una penetración de 1 Pie, este número, se anota como N y es el resultado de la prueba. La prueba, se repitió, en cada una de las perforaciones, a intervalos de profundidad de 1 m, se logró perforar hasta que encontramos rechazo "más de 50 golpes x 15 cm".

### 6.4 Investigación del Laboratorio



Al laboratorio **NHSQ INGENIERÍA S.A.S** ingresaron muestras de nueve (09) sondeos que se sometieron a una detallada inspección visual con el fin de confrontar las descripciones realizadas por el personal en campo y elegir las muestras representativas para realizar sobre ellas los ensayos rutinarios de humedad natural y clasificación (límites de consistencia y granulometría por tamizado).

En el anexo del 2 al 10 se muestran los gráficos de columnas estratigráficas o perfiles con su respectiva localización y descripción del material, la posición del nivel.

Los datos e interpretaciones aquí obtenidas deberán ser corroborados en el sitio de obra ya que puede generarse nuevas condiciones a las originalmente consideradas por todas las partes intervinientes, así como el escenario de construcción y avance del proyecto en el momento de la visita.

#### • Clasificación

Se emplean para identificar y clasificar los tipos de suelo dominantes en cada sitio explorado, y para desarrollar correlaciones entre propiedades básicas y parámetros de resistencia y deformabilidad.

	<b>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b> <b>HACEMOS LO CORRECTO, CORRECTAMENTE</b>		
	<b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b>		
	<b>INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO DE TEORAMA, EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER.</b>		
	<b>FECHA DE VIGENCIA</b> 02/01/2022	<b>CÓDIGO:</b> IF-LAB-016-V6	<b>CONSECUTIVO:</b> EG-001-W-1133-22
<b>ESTE DOCUMENTO ES VÁLIDO CON LA FIRMA Y SELLO EN ORIGINA DE NHSQ INGENIERÍA S.A.S</b>			

Entre los ensayos realizados se encuentran los límites de Atterberg y la composición granulométrica.

- Condiciones In Situ

Permiten establecer las condiciones geostáticas del suelo natural, representando condiciones de frontera y características de los materiales fundamentales para el diseño. Fueron determinados la humedad natural y el peso unitario.

Estas pruebas junto con las de clasificación, permiten establecer una primera aproximación al comportamiento mecánico de los materiales encontrados.

## 6.5 Ensayos de laboratorio

Los ensayos de laboratorio se realizaron con el fin de determinar las propiedades físicas y capacidad portante de las muestras extraídas. Los ensayos realizados son los siguientes:

- **Humedad Natural (Norma INV-E-122)**

Se tomaron para cada uno de los apiques las muestras de suelo, las cuales fueron colocadas en bolsas de polietileno herméticamente selladas y convenientemente identificadas.

- **Granulometrías (Norma INV- E-123)**

Para realizar el laboratorio respectivo se tomó como base una serie de tamices normalizados (1", ¾", ½", 3/8", N°4, N°10, 20, 40, 60, 80, 100, 200) mediante los cuales se determina la distribución porcentual de los tamaños de los materiales constitutivos del suelo de fundación. Es de anotar que la fracción fina (pasa 200) se halló lavando el material sobre el tamiz N°200 (Ver anexos).

- **Límites de Atterberg (INV- E-123) (INV- E-126)**

Son los diferentes ensayos que se realizan en la fracción fina de los suelos (pasa 40) y tienen como fin conocer las características de resistencia y consistencia, y sus valores de humedad son necesarios para la clasificación de los suelos finos y su comportamiento estructural.

- Límite Líquido (Norma INV-E-125)

- Límite Plástico (Norma INV-E-126)

- **Resistencia al Corte Directo (ASTM D 3080 – AASHTO T 236 INV-E 154)**

Ensayo para determinar la resistencia al corte de una muestra de suelo consolidada y drenada, empleando el método de corte directo.

La prueba se lleva a cabo deformando una muestra a velocidad controlada, cerca de un plano de corte determinado por la configuración de ensayo.



	<b>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b> <b>HACEMOS LO CORRECTO, CORRECTAMENTE</b>		
	<b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b>		
	<b>INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO DE TEORAMA, EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER.</b>		
	<b>FECHA DE VIGENCIA</b> 02/01/2022	<b>CÓDIGO:</b> IF-LAB-016-V6	<b>CONSECUTIVO:</b> EG-001-W-1133-22
<b>ESTE DOCUMENTO ES VÁLIDO CON LA FIRMA Y SELLO EN ORIGINA DE NHSQ INGENIERÍA S.A.S</b>			

**Tabla 3 Ensayos de laboratorio**

ENSAYO	NORMA
Análisis granulométrico por tamizado	ASTM D422-63 – AASHTO T88 I.N.V.E. 123
Determinación en laboratorio del contenido de agua (humedad) en suelo, roca y mezcla de suelo-agregado	ASTM D 2216 - I.N.V.E. 122
Determinación del límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de los suelos	ASTM D 4318 – AASHTO T 8990 I.N.V.E. 12
Clasificación de suelos	ASTM D 2487
Resistencia al Corte Directo consolidado drenado	ASTM D 3080 – AASHTO T 236 I.N.V.E. 154

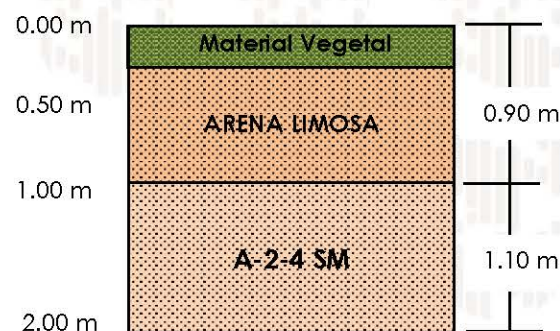
Fuente. Autor

## 7 PERFIL ESTRATIGRÁFICO PROMEDIO

Con base en los resultados derivados de la etapa de exploración del subsuelo y los ensayos de laboratorio, fue posible establecer la siguiente secuencia estratigráfica para el área del proyecto y una homogenización en los perfiles encontrados:

### 7.1 Sondeo 1 al 9



- Los primeros 20 centímetros se encontró material vegetal con materia orgánica.
- Seguido del estrato anterior y hasta una profundidad de 90 cm se encontró arena limosa con grava.
- Seguido del estrato anterior y hasta una profundidad de 2.00 m se encontró material sedimentario compuesto por arena limosa de color marrón. (A-2-4) (SM).



**Figura 1 Perfil estratigráfico sondeo 1 al 9**

**Nota importante:** De acuerdo con la norma ASTM D1586, para considerar rechazo se debe cumplir alguna de las siguientes condiciones:

1. Se aplica un total de 50 golpes, durante cualquiera de los tres incrementos de 15 cm que componen la prueba.
2. No se observa avance de la cuchara, durante la aplicación de 10 golpes sucesivo.

	<b>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b> <b>HACEMOS LO CORRECTO, CORRECTAMENTE</b>		
	<b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b>		
	<b>INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO DE TEORAMA, EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER.</b>		
	<b>FECHA DE VIGENCIA</b> 02/01/2022	<b>CÓDIGO:</b> IF-LAB-016-V6	<b>CONSECUTIVO:</b> EG-001-W-1133-22
ESTE DOCUMENTO ES VALIDO CON LA FIRMA Y SELLO EN ORIGINA DE NHSQ INGENIERÍA S.A.S			

## 8 CLASIFICACIÓN DEL SUELO

Se clasifica los perfiles del suelo según A.2.4-2 — Número medio de golpes del ensayo de penetración estándar de la NSR-10.

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

Figura 2 Formula N promedio.

Donde:

$N_i$  = número de golpes por pie obtenidos en el ensayo de penetración estándar, realizado in situ de acuerdo con la norma ASTM D 1586, haciendo corrección por energía N60, correspondiente al estrado i.

El valor de  $N_i$  a emplear para obtener el valor medio, no debe exceder 100.

Se realiza la corrección del N al N60 según la fórmula de Speed (1985) y Skempton (1986).

$$N_{60} = \frac{N * n_H * n_B * n_S * n_R}{60}$$



Figura 3 Formula N60.

Tabla 4 calculo N<sub>60</sub>

CALCULO N <sub>60</sub>					
VARIACIÓN DE N <sub>H</sub>			VARIACIÓN DE N <sub>B</sub>		
TIPO DE MARTILLO	TIPO DE CAÍDA	NH (%)	DIÁMETRO		NB
			mm	in	
DONUT	CAÍDA LIBRE	75%	60-120	2.4-4.7	1.00
DONUT	CUERDA - POLEA	45%	150	6	1.05
SEGURIDAD	CUERDA - POLEA	60%	200	8	1.15
VARIACIÓN DE N <sub>S</sub>			VARIACIÓN DE N <sub>R</sub>		
TIPO DE MUESTREADOR		Ns	LONGITUD DE LA VARILLA		NR
			>10	>30	1.00
MUESTREADOR ESTÁNDAR		1.00	6 a 10	20 a 30	0.95
CON FORRO PARA ARCILLA Y ARENA Densa		0.80	4 a 6	12 a 30	0.85
CON FORRO PARA ARENA SUELTA		0.90	0 a 4	0 a 12	0.75

Según las características del ensayo realizado por nuestra empresa y las dimensiones de la tubería utilizada las variaciones son:



	<b>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b> <b>HACEMOS LO CORRECTO, CORRECTAMENTE</b>		
	<b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b>		
	<b>INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO DE TEORAMA, EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER.</b>		
	<b>FECHA DE VIGENCIA</b> 02/01/2022	<b>CÓDIGO:</b> IF-LAB-016-V6	<b>CONSECUTIVO:</b> EG-001-W-1133-22
<b>ESTE DOCUMENTO ES VÁLIDO CON LA FIRMA Y SELLO EN ORIGINA DE NHSQ INGENIERÍA S.A.S</b>			

**Tabla 5 Factor de corrección**

FACTORES DE CORRECCIÓN			
N <sub>H</sub> (%)	N <sub>B</sub>	N <sub>S</sub>	N <sub>R</sub>
75	1,00	1,00	0,75

#### Clasificación sondeo 1

ESTRATO	N	N60	ESPESOR DEL ESTRATO	di/N60
1	26	24	0.50	0.02
2	28	26	0.50	0.02
3	32	30	0.50	0.02
			1.50	0.06
			N=	27

El N promedio del sondeo 1 es 27

#### Clasificación sondeo 2

ESTRATO	N	N60	ESPESOR DEL ESTRATO	di/N60
1	24	23	0.50	0.02
2	26	24	0.50	0.02
3	30	28	0.50	0.02
			1.50	0.06
			N=	25

El N promedio del sondeo 2 es 25



#### Clasificación sondeo 3

ESTRATO	N	N60	ESPESOR DEL ESTRATO	di/N60
1	24	23	0.50	0.02
2	28	26	0.50	0.02
3	32	30	0.50	0.02
			1.50	0.06
			N=	26

El N promedio del sondeo 3 es 26

#### Clasificación sondeo 4

ESTRATO	N	N60	ESPESOR DEL ESTRATO	di/N60
1	24	23	0.50	0.02

	<b>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b> <b>HACEMOS LO CORRECTO, CORRECTAMENTE</b>		
	<b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b>		
	<b>INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO DE TEORAMA, EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER.</b>		
	<b>FECHA DE VIGENCIA</b> 02/01/2022	<b>CÓDIGO:</b> IF-LAB-016-V6	<b>CONSECUTIVO:</b> EG-001-W-1133-22
<b>ESTE DOCUMENTO ES VALIDO CON LA FIRMA Y SELLO EN ORIGINA DE NHSQ INGENIERÍA S.A.S</b>			

2	26	24	0.50	0.02
3	28	26	0.50	0.02
			1.50	0.06
			N=	24

El N promedio del sondeo 4 es 24

#### Clasificación sondeo 5

ESTRATO	N	N60	ESPESOR DEL ESTRATO	di/N60
1	25	23	0.50	0.02
2	30	28	0.50	0.02
3	34	32	0.50	0.02
			1.50	0.05
			N=	27

El N promedio del sondeo 5 es 27

#### Clasificación sondeo 6

ESTRATO	N	N60	ESPESOR DEL ESTRATO	di/N60
1	24	23	0.50	0.02
2	28	26	0.50	0.02
3	33	31	0.50	0.02
			1.50	0.06
			N=	26



El N promedio del sondeo 6 es 26

#### Clasificación sondeo 7

ESTRATO	N	N60	ESPESOR DEL ESTRATO	di/N60
1	24	23	0.50	0.02
2	30	28	0.50	0.02
3	34	32	0.50	0.02
			1.50	0.06
			N=	27

El N promedio del sondeo 7 es 27



	<b>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b> <b>HACEMOS LO CORRECTO, CORRECTAMENTE</b>		
	<b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b>		
	<b>INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO DE TEORAMA, EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER.</b>		
	<b>FECHA DE VIGENCIA</b> 02/01/2022	<b>CÓDIGO:</b> IF-LAB-016-V6	<b>CONSECUTIVO:</b> EG-001-W-1133-22
<b>ESTE DOCUMENTO ES VÁLIDO CON LA FIRMA Y SELLO EN ORIGINA DE NHSQ INGENIERÍA S.A.S</b>			

### Clasificación sondeo 8

ESTRATO	N	N60	ESPEJOR DEL ESTRATO	di/N60
1	25	23	0.50	0.02
2	30	28	0.50	0.02
3	34	32	0.50	0.02
			1.50	0.05
			N=	27

El N promedio del sondeo 8 es 27

### Clasificación sondeo 9

ESTRATO	N	N60	ESPEJOR DEL ESTRATO	di/N60
1	25	23	0.50	0.02
2	28	26	0.50	0.02
3	32	30	0.50	0.02
			1.50	0.06
			N=	26

El N promedio del sondeo 9 es 26

Según el artículo A.2.4.4 — DEFINICIÓN DEL TIPO DE PERFIL DE SUELO es **D**, ya la velocidad de onda de corte se encuentra dentro los límites, cumpliendo la condición  $50 > \bar{N} > 15$ .



**Tabla 6 Clasificación de los perfiles de suelo NSR-10**  
**A.2.4.4 CLASIFICACIÓN DE LOS PERFILES DEL SUELO**

TIPO DE PERFIL	DESCRIPCIÓN	DEFINICIÓN
<b>D</b>	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, 0	$360 \text{ m/s} > V_s \geq 180 \text{ m/s}$
	Perfiles de los suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	$50 > \bar{N} > 15,0$ $100 \text{ kPa } (\approx 1 \text{ kgf/cm}^2) > S_u > 50 \text{ kPa } (\approx 0.5 \text{ kgf/cm}^2)$

Fuente: Reglamento Colombiano de construcción Sismo Resistente, NSR-10 Título A. Tabla A.2.4-4.

### Suelos expansivos:

Se conocen como suelos expansivos aquellos que presentan expansiones o contracciones, ósea cambios de volumen cuando varía su humedad o contenido de agua. Los materiales de arcilla tienen la capacidad de absorber una gran cantidad de agua y retenerla debido a su estructura, el agua produce el incremento del volumen en el material mencionado anteriormente y también una drástica reducción del volumen cuando el agua que retenía se seca.

	<b>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b> <b>HACEMOS LO CORRECTO, CORRECTAMENTE</b>		
	<b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b>		
	<b>INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO DE TEORAMA, EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER.</b>		
	<b>FECHA DE VIGENCIA</b> 02/01/2022	<b>CÓDIGO:</b> IF-LAB-016-V6	<b>CONSECUTIVO:</b> EG-001-W-1133-22
<b>ESTE DOCUMENTO ES VÁLIDO CON LA FIRMA Y SELLO EN ORIGINA DE NHSQ INGENIERÍA S.A.S</b>			

**Tabla 7 Evaluación del potencial de expansión de acuerdo con NSR-10**

Potencial de expansión	Expansión Consolidómetro (%)	LL (%)	LC (%)	IP (%)	Partículas menores 1 $\mu$ (%)	Expansión libre en probeta (%)
Muy Alto	>30	>63	<10	>32	>37	>100
Alto	20-30	50-63	6-12	25-45	18-37	>100
Medio	10-20	39-50	8-18	12-34	12-37	50-100
Bajo	<10	<b>&lt;39</b>	<b>&gt;13</b>	<b>&lt;20</b>	<17	<50

Fuente: Reglamento Colombiano de construcción Sismo Resistente, NSR-10

### Suelos colapsables:

Muchos de los fenómenos que determinan el comportamiento de los suelos son complejos y no pueden siempre reducirse a causas puramente mecánicas, sino que muchas veces intervienen factores de otra índole (químicos, ambientales, etc.), provocando un comportamiento singular del terreno. En algunos suelos, estos factores "no mecánicos" tienen una importancia capital y son objeto de un estudio particular.

Dicho grupo de suelos es conocido genéricamente como "suelos estructuralmente inestables". Uno de los principales fenómenos que afectan a algunos de estos suelos es el colapso brusco de su estructura intergranular, denominándose a los suelos que presentan estas características: suelos colapsables. En estas notas se analizarán exclusivamente aquellos suelos en los cuales el colapso es provocado por humedecimiento.

### Suelos dispersivos:

Las arcillas dispersivas son aquellas que, por la naturaleza de su mineralogía y la química del agua en los suelos, son susceptibles a la separación de las partículas individuales y a la posterior erosión a través de grietas en el suelo bajo la filtración de flujos.

Estas arcillas erosionan rápidamente en presencia del agua cuando las fuerzas repulsivas que actúan entre las partículas de arcilla exceden a las fuerzas de atracción (Van der Waals) de tal forma que las partículas son progresivamente separadas desde la superficie entrando a una suspensión coloidal. Por esta razón estas arcillas son llamadas arcillas "defloculadas", "dispersivas" o "erodibles". Son suelos altamente erosivos a bajos gradientes hidráulicos del flujo del agua, e incluso en algunos casos en agua en reposo.

Al estudiar las características de los suelos encontrados durante la exploración y de acuerdo con los resultados de laboratorio podemos decir que los materiales encontrados tienen potencial de expansión bajo o nulo según la tabla N° 7, no tiene las características de suelos colapsables y por su naturaleza se descarta la presencia de suelos dispersivos.



ESTUDIO GEOTÉCNICO

INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS PARA LA  
GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO  
DE TEORAMA, EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER.

FECHA DE VIGENCIA

02/01/2022

CÓDIGO:

IF-LAB-016-V6

CONSECUTIVO:

EG-001-W-1133-22

ESTE DOCUMENTO ES VÁLIDO CON LA FIRMA Y SELLO EN ORIGINA DE NHSQ INGENIERÍA S.A.S

## 9 CONDICIONES DEL PROYECTO

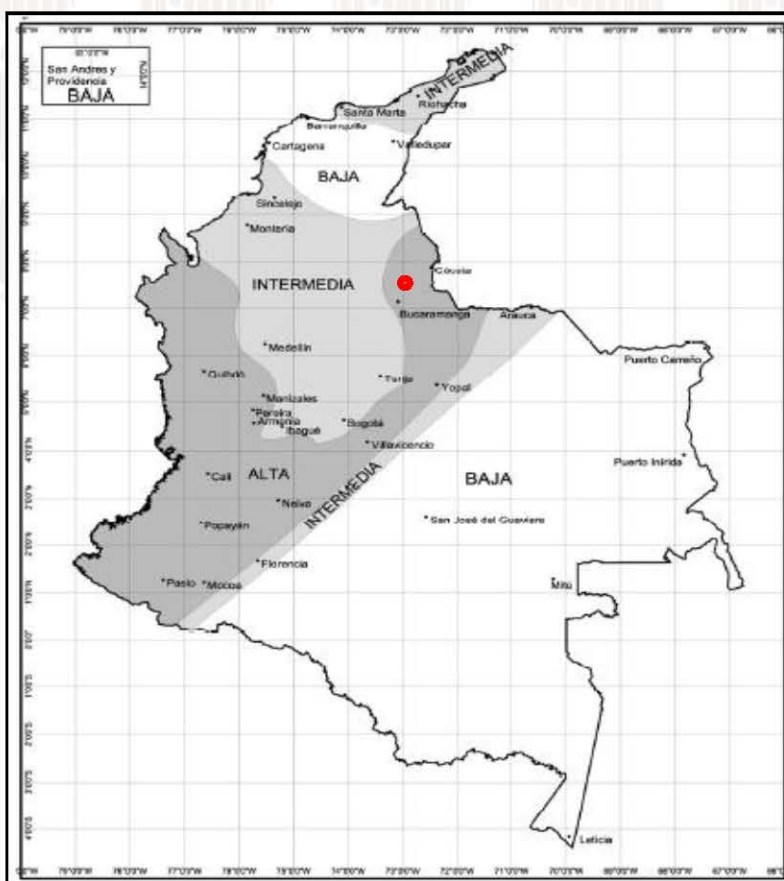
### 9.1 Sísmicas

El municipio de Teorama se encuentra ubicado en una zona de amenaza sísmica intermedia según NSR-10 - Apéndice A-4 - Valores de  $A_a$ ,  $A_v$ ,  $A_e$  y  $A_d$  y definición de la zona de amenaza sísmica de los municipios colombianos.

Tabla 8 Definición de zona de amenaza sísmica



DEPARTAMENTO DE SANTANDER					
MUNICIPIO	$A_a$	$A_v$	ZONA DE AMENAZA SÍSMICA	$A_e$	$A_d$
Teorama	0.20	0.15	Intermedia	0.04	0.02

Fuente: Autor



Mapa 3 Zonas de Amenaza Sísmica aplicable a edificaciones para la NSR-10 en función de  $A_a$  y  $A_v$

Fuente: NSR-10

	<b>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b> <b>HACEMOS LO CORRECTO, CORRECTAMENTE</b>		
	<b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b>		
	<b>INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO DE TEORAMA, EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER.</b>		
	<b>FECHA DE VIGENCIA</b> 02/01/2022	<b>CÓDIGO:</b> IF-LAB-016-V6	<b>CONSECUTIVO:</b> EG-001-W-1133-22
<b>ESTE DOCUMENTO ES VALIDO CON LA FIRMA Y SELLO EN ORIGINA DE NHSQ INGENIERÍA S.A.S</b>			

## 9.2 Coeficiente de importancia

Según la NSR-10 la edificación a construir se clasifica como Grupo I — Estructuras de ocupación normal. El coeficiente de importancia para este proyecto es 1.00.

**Tabla 9 Valores del coeficiente de Importancia NSR-10**

Grupo De Uso	Coeficiente De Importancia, I
IV	1.50
III	1.25
II	1.10
<b>I</b>	<b>1.00</b>

Fuente: Reglamento Colombiano de construcción Sismo Resistente, NSR-10

## 9.3 Nivel freático

No se encontró registro de nivel freático, cabe resaltar que los sondeos se realizaron en el mes de septiembre de 2022.

**Tabla 10 Profundidad del nivel freático**

Sondeo	Profundidad del N.A.F (m)
S1	---
S2	---
S3	---
S4	---
S5	---
S6	---
S7	---
S8	---
S9	---

Fuente: Propia

## 9.4 Topografía

Al realizar las perforaciones en el terreno se observó una superficie plana con diferencia de nivel mínima. (Ver registro fotográfico).

# 10 ANÁLISIS GEOTÉCNICO

Con base en las propiedades geotécnicas del sitio de proyecto y teniendo en cuenta tanto las condiciones de entorno como las características de la obra proyectada, se llevó a cabo el diseño geotécnico mediante el análisis de capacidad portante.

## 10.1 Consideraciones Generales

Para evaluar el parámetro de evaluación de la resistencia al corte y a la compresión uniaxial de las capas de suelo, se utilizó el valor del ensayo de corte directo y se comparó con el N del ensayo SPT según las correlaciones presentadas en las siguientes tablas:



Tabla 11 Correlación entre SPT y valores de resistencia de suelos granulares

N, golpes (SPT)	Densidad relativa %	Estado del suelo
0-3	0-15	Muy suelto
3-8	15-35	Suelto
<b>8-25</b>	<b>35-65</b>	<b>Medio</b>
25-42	65-85	Denso
42-58	85-100	Muy denso

Fuente: Jamiel Kowski y otros, "New correlations of penetration tests for design practice" Penetration testing, 1988 ISOPT-1, Balkema, 1988.

Tabla 12 Correlación entre SPT y valores de resistencia de suelos arcillosos

N, golpes (SPT)	Consistencia	Resistencia a compresión kPa
0-2	Muy blanda	0-25
2-5	Blanda	25-50
5-10	Medio firme	50-100
<b>10-20</b>	<b>Firme</b>	<b>100-200</b>
20-30	Muy firme	200-400
>30	Dura	>400

Fuente: Braja Das. "Principios de ingeniería de cimentaciones", Thomson Editores, México, 1999.

Tabla 13 Correlación entre SPT y valores de resistencia de suelos para arcillas

OCR	N, golpes (SPT)	Qu (Kg/cm <sup>2</sup> )	Descripción	Ángulo De Fricción (°)	E (Kg/cm <sup>2</sup> )
NC	<2	<0.25	Muy Blanda	0	3
NC	2-4	0.25 - 0.50	Blanda	0-2	30
NC	4-8	0.5 - 1.0	Media	2-4	45-90
NC	8-15	1.0 - 2.0	Compacta	4-6	90-200
<b>&gt;OCR</b>	<b>15-30</b>	<b>2.0 - 4.0</b>	<b>Muy Compacta</b>	<b>6-12</b>	<b>&gt;200</b>
>OCR	>30	>40	Dura	>14	

NC, Normalmente consolidados - OCR, Suelos Sobreconsolidados  
SPT, Ensayo ESTÁNDAR PENETRATION TEST - E, Módulo de rigidez del suelo



Fuente: Reglamento Colombiano de construcción Sismo Resistente, NSR-10

Tabla 14 Correlación entre SPT y valores de resistencia de suelos para suelos arenosos

N (SPT)	Descripción	Valor Cr	Ang. Fricción (°)	E (Kg/cm <sup>2</sup> )
0 - 4	Muy floja	0 - 15	28	100
5 - 10	Floja	16 - 35	28 - 30	100 - 250
<b>11 - 30</b>	<b>Media</b>	<b>36 - 65</b>	<b>30 - 36</b>	<b>250 - 500</b>
31 - 50	Densa	68 - 85	36 - 41	500 - 1000
>50	Muy densa	86 - 100	41	>1000

E, Módulo de Young - Cr, Compacidad relativa

Fuente: Reglamento Colombiano de construcción Sismo Resistente, NSR-10

	<b>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b> <b>HACEMOS LO CORRECTO, CORRECTAMENTE</b>		
	<b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b>		
	<b>INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO DE TEORAMA, EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER.</b>		
	<b>FECHA DE VIGENCIA</b> 02/01/2022	<b>CÓDIGO:</b> IF-LAB-016-V6	<b>CONSECUTIVO:</b> EG-001-W-1133-22
<b>ESTE DOCUMENTO ES VÁLIDO CON LA FIRMA Y SELLO EN ORIGINA DE NHSQ INGENIERÍA S.A.S</b>			

## 10.2 Análisis de la Capacidad Portante

El cálculo de la capacidad portante se realizó considerando la resistencia del suelo y las recomendaciones de la Norma NSR-10.

Se les conoce como cimentaciones superficiales a aquellas cuya profundidad de desplante  $D_f$  es menor o igual que el ancho de la misma, pero también se sugiere que se tomen como cimentaciones superficiales aquellas cuya profundidad de desplante sea menor o igual a tres o cuatro veces el ancho de la cimentación. Entre este tipo de cimentaciones se encuentran las zapatas aisladas, las cimentaciones corridas y las losas de cimentación, cuyo procedimiento de cálculo de capacidad de carga se trata en el cuarto capítulo.

Las zapatas aisladas son elementos estructurales, por lo general de forma cuadrada o rectangular, a veces circular, que se construyen para poder transmitir la carga de las columnas hacia el suelo por medio de una mayor área para disminuir la presión.

Los cimientos o zapatas corridas son elementos análogos a los anteriores, en el caso de éstos la longitud del cimiento es grande en comparación con el ancho. Soportan varias columnas o muros de mampostería, es una forma derivada de la zapata aislada, debido al caso en el que el suelo sea de baja resistencia que cree la necesidad de una mayor área de repartición o en caso de que se deban transmitir mayores cargas hacia el suelo.

En todos los textos de mecánica de suelos y de fundaciones se incluyen las ecuaciones básicas para los factores de capacidad portante ( $N_q$ ,  $N_c$ ,  $N_\gamma$ ) para cimientos superficiales siempre con el terreno horizontal y luego se introducen, entre otros, factores de corrección por la inclinación del terreno que se encuentra por fuera de la carga. En el presente documento se presentan ecuaciones simplificadas para los factores de capacidad portante.

Se presentan resultados de capacidad portante según Vesic, Hansen, Meyerhof y Terzaghi, aplicando los factores de corrección y métodos de cada autor.

### 10.2.1 Ecuación de Terzaghi.

$$q_{ult} = cN_c + qN_q + \frac{1}{2}\gamma BN_\gamma \quad (\text{Cimentación Corrida})$$

$$q_{ult} = 1.3cN_c + qN_q + 0.4\gamma BN_\gamma \quad (\text{Cimentación Cuadrada})$$

$$q_{ult} = 1.3cN_c + qN_q + 0.3\gamma BN_\gamma \quad (\text{Cimentación Circular})$$

Dónde:



**C:** Cohesión del suelo.

**q:** Esfuerzo efectivo a nivel de cimentación  $q = \gamma \cdot D_f$ , se debe tener en cuenta el nivel freático.

**$N_c$ ,  $N_q$ ,  $N_\gamma$ :** Factores de capacidad de carga adimensionales, en  $f(\phi)$  únicamente.

**B, L:** Ancho, Largo respectivamente y siempre  $L > B$



	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS HACEMOS LO CORRECTO, CORRECTAMENTE		
	ESTUDIO GEOTÉCNICO		
	INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO DE TEORAMA, EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER.		
	FECHA DE VIGENCIA 02/01/2022	CÓDIGO: IF-LAB-016-V6	CONSECUTIVO: EG-001-W-1133-22
ESTE DOCUMENTO ES VALIDO CON LA FIRMA Y SELLO EN ORIGINA DE NHSQ INGENIERIA S.A.S			

### 10.2.2 Ecuación de Meyerhof

$$q_{ult} = cN_cF_{cs}F_{cd}F_{ci} + qN_qF_{qs}F_{qd}F_{qi} + \frac{1}{2}\gamma BN_\gamma F_{\gamma s}F_{\gamma d}F_{\gamma i}$$

Dónde:

**C:** Cohesión del suelo.

**q:** Esfuerzo efectivo al nivel de desplante de la cimentación.

**N<sub>c</sub>, N<sub>q</sub>, N<sub>γ</sub>:** Factores de capacidad de carga.

**γ:** Peso específico del suelo

**B:** Ancho de la cimentación (= diámetro para una cimentación circular)

**F<sub>cs</sub>, F<sub>qs</sub>, F<sub>γs</sub>:** Factores de forma

**F<sub>cd</sub>, F<sub>qd</sub>, F<sub>γd</sub>:** Factores de profundidad

**F<sub>ci</sub>, F<sub>qi</sub>, F<sub>γi</sub>:** Factores de inclinación

### 10.2.3 Ecuación de Hansen

$$q_{ult} = cN_cF_{cs}F_{cd}F_{ci}F_{cg}F_{cb} + qN_qF_{qs}F_{qd}F_{qi}F_{qg}F_{qb} + \frac{1}{2}\gamma BN_\gamma F_{\gamma s}F_{\gamma d}F_{\gamma i}F_{\gamma g}F_{\gamma b}$$

Dónde:

**C:** Cohesión del suelo.

**q:** Esfuerzo efectivo al nivel de desplante de la cimentación.

**N<sub>c</sub>, N<sub>q</sub>, N<sub>γ</sub>:** Factores de capacidad de carga.

**γ:** Peso específico del suelo

**B:** Ancho de la cimentación

**F<sub>cs</sub>, F<sub>qs</sub>, F<sub>γs</sub>:** Factores de forma

**F<sub>cd</sub>, F<sub>qd</sub>, F<sub>γd</sub>:** Factores de profundidad

**F<sub>ci</sub>, F<sub>qi</sub>, F<sub>γi</sub>:** Factores de inclinación

**F<sub>cg</sub>, F<sub>qg</sub>, F<sub>γg</sub>:** Factores de Inclinación de Terreno

**F<sub>cb</sub>, F<sub>qb</sub>, F<sub>γb</sub>:** Factores de Inclinación de Cimentación

### 10.2.4 Ecuación de Vesic

$$q_{ult} = cN_cF_{cs}F_{cd}F_{ci}F_{cg}F_{cb} + qN_qF_{qs}F_{qd}F_{qi}F_{qg}F_{qb} + \frac{1}{2}\gamma BN_\gamma F_{\gamma s}F_{\gamma d}F_{\gamma i}F_{\gamma g}F_{\gamma b}$$

Dónde:

**C:** Cohesión del suelo.

**q:** Esfuerzo efectivo al nivel de desplante de la cimentación.

**N<sub>c</sub>, N<sub>q</sub>, N<sub>γ</sub>:** Factores de capacidad de carga.

**γ:** Peso específico del suelo

**B:** Ancho de la cimentación

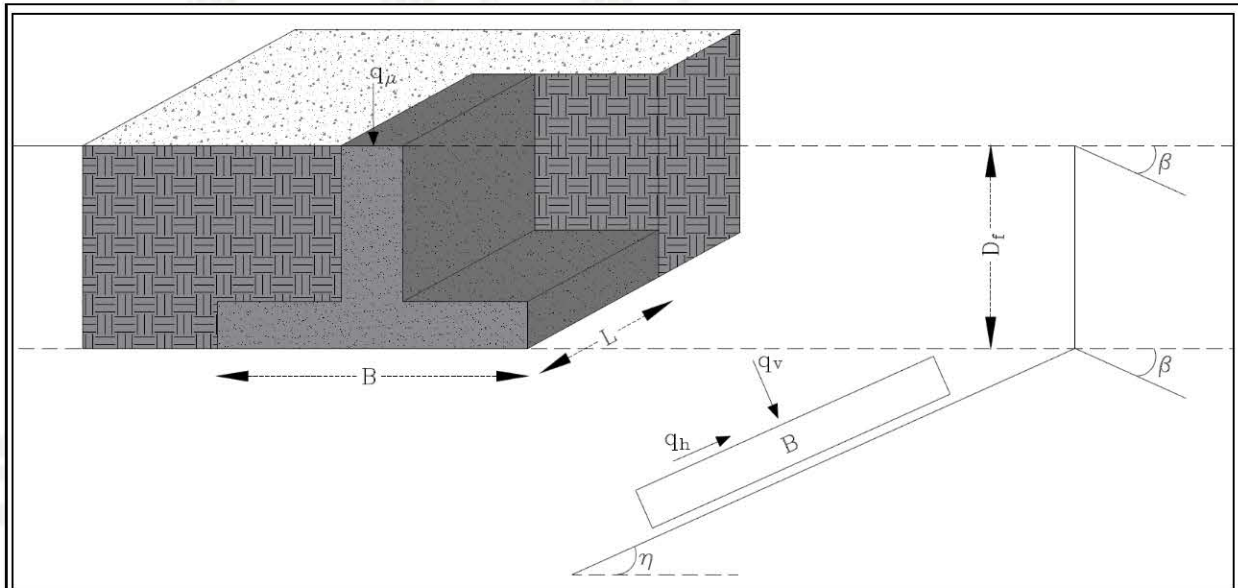
**F<sub>cs</sub>, F<sub>qs</sub>, F<sub>γs</sub>:** Factores de forma

**F<sub>cd</sub>, F<sub>qd</sub>, F<sub>γd</sub>:** Factores de profundidad

**F<sub>ci</sub>, F<sub>qi</sub>, F<sub>γi</sub>:** Factores de inclinación

**Fcg, Fqg, Fyg:** Factores de Inclinación de Terreno

**Fcb, Fqb, Fyb:** Factores de Inclinación de Cimentación



LEYENDA

B =	[m]	Ancho de la cimentación	c =	[kN/m <sup>2</sup> ]	Cohesión
L =	[m]	Longitud de la cimentación	α =	—	Adhesión a la base de la cimentación
Df =	[m]	Profundidad de la cimentación	γ =	[kN/m <sup>3</sup> ]	Peso específico del suelo
ecc.B =	[m]	Excentricidad en B	qv =	[kN/m <sup>2</sup> ]	Comp. Vertical de la carga
ecc.L =	[m]	Excentricidad en L	qh =	[kN/m <sup>2</sup> ]	Comp. Horizontal de la carga
φ =	[°]	Angulo de fricción	Kp =	—	Coefficiente de empuje pasivo
δ =	[°]	A. inclinación del terreno de fundación	Af =	[m <sup>2</sup> ]	Area efectiva de la cimentación
β =	[°]	A. inclinación de la carga	FS =	—	Factor de seguridad
η =	[°]	Inclinación de la cimentación	q =	[kN/m <sup>2</sup> ]	Capacidad portante

**Imagen 2 Cimentación superficial inclinada (Ecuaciones de Hansen y Vesic)**

Fuente: Propia

En la tabla 15 a 17 se presenta la hoja de cálculo basado en la teoría según Vesic, Hansen, Meyerhof y Terzaghi, en donde se tiene como información los ensayos de laboratorio, a partir de los cuales se determinan ciertas características del estrato y unos valores asumidos de ancho y profundidad de cimentación, que van acordes al proyecto de construcción.

Aparece un cuadro en el cual se plantean varios anchos de cimentación, con diferentes valores de Df (profundidad de desplante).

La persona encargada del análisis estructural, teniendo en cuenta las cargas reales del proyecto, podrá corroborar en el cuadro la capacidad de carga del suelo vs el peso de la estructura.



ESTUDIO GEOTÉCNICO

INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS PARA LA  
GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO  
DE TEORAMA, EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER.

FECHA DE VIGENCIA

02/01/2022

CÓDIGO:

IF-LA-B-016-V6

CONSECUTIVO:

EG-001-W-1133-22

ESTE DOCUMENTO ES VÁLIDO CON LA FIRMA Y SELLO EN ORIGINA DE NHSQ INGENIERÍA S.A.S

Tabla 15 Cálculo de la capacidad de carga 0.50 – 2.00 m (Sondeo 1 al 9) B=0.40 m

CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS PARA UN ANCHO DE CIMENTACIÓN B=0.40 m												
DATOS INICIALES Y FACTORES DE CARGA PARA Df (0.50 a 2.00 m) - SONDEOS DEL 1 AL 9												
DATOS INICIALES TIPO DE SUELO	$\gamma =$	[kN/m <sup>3</sup> ]	17.80	$\delta =$	[°]	0.00	$\alpha =$	--	0.00	FS =	--	3.00
	$\phi =$	[°]	15.80	$\beta =$	[°]	0.00	$q_v =$	[kN/m <sup>2</sup> ]	0.00	ESTRATO DE ARENA LIMOSA		
	c =	[kN/m <sup>2</sup> ]	28.00	$\eta =$	[°]	0.00	$q_h =$	[kN/m <sup>2</sup> ]	0.00			
FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA	SEGÚN MEYERHOF			SEGÚN VESIC			SEGÚN HANSEN			SEGÚN TERZAGHI		
	Nq	Nc	Ng	Nq	Nc	Ng	Nq	Nc	Ng	Nq	Nc	Ng
	4.253	11.496	1.322	4.253	11.496	2.973	4.253	11.496	1.381	4.450	12.860	1.520
CAPACIDAD PORTANTE SEGÚN MEYERHOF												
(Df) [m]	0.50	0.70	1.50	2.00								
q <sub>ult</sub>	[kN/m <sup>2</sup> ]	636.31	718.96	1073.09	1313.53							
	[t/m <sup>2</sup> ]	64.88	73.31	109.42	133.94							
	[Kg/cm <sup>2</sup> ]	6.49	7.33	10.94	13.39							
q	[kN]	101.81	115.03	171.69	210.17							
	[t]	10.38	11.73	17.51	21.43							
	[Kg]	10381.52	11730.01	17507.71	21430.55							
Q <sub>adm</sub>	[kN/m <sup>2</sup> ]	212.10	239.65	357.70	437.84							
	[t/m <sup>2</sup> ]	21.63	24.44	36.47	44.65							
	[Kg/cm <sup>2</sup> ]	2.16	2.44	3.65	4.46							
CAPACIDAD PORTANTE SEGÚN VESIC												
(Df) [m]	0.50	0.70	1.50	2.00								
q <sub>ult</sub>	[kN/m <sup>2</sup> ]	494.29	515.79	603.53	659.79							
	[t/m <sup>2</sup> ]	50.40	52.60	61.54	67.28							
	[Kg/cm <sup>2</sup> ]	5.04	5.26	6.15	6.73							
q	[kN]	79.09	82.53	96.57	105.57							
	[t]	8.06	8.42	9.85	10.76							
	[Kg]	8064.50	8415.22	9846.79	10764.67							
Q <sub>adm</sub>	[kN/m <sup>2</sup> ]	164.76	171.93	201.18	219.93							
	[t/m <sup>2</sup> ]	16.80	17.53	20.51	22.43							
	[Kg/cm <sup>2</sup> ]	1.68	1.75	2.05	2.24							
CAPACIDAD PORTANTE SEGÚN HANSEN												
(Df) [m]	0.50	0.70	1.50	2.00								
q <sub>ult</sub>	[kN/m <sup>2</sup> ]	494.29	515.79	603.53	659.79							
	[t/m <sup>2</sup> ]	50.40	52.59	61.54	67.28							
	[Kg/cm <sup>2</sup> ]	5.04	5.26	6.15	6.73							
q	[kN]	79.09	82.53	96.57	105.57							
	[t]	8.06	8.42	9.85	10.76							
	[Kg]	8064.46	8415.18	9846.75	10764.63							
Q <sub>adm</sub>	[kN/m <sup>2</sup> ]	164.76	171.93	201.18	219.93							
	[t/m <sup>2</sup> ]	16.80	17.53	20.51	22.43							
	[Kg/cm <sup>2</sup> ]	1.68	1.75	2.05	2.24							
CAPACIDAD PORTANTE SEGÚN TERZAGHI												
(Df) [m]	0.50	0.70	1.50	2.00								
q <sub>ult</sub>	[kN/m <sup>2</sup> ]	405.10	420.94	484.31	523.91							
	[t/m <sup>2</sup> ]	41.31	42.92	49.38	53.42							
	[Kg/cm <sup>2</sup> ]	4.13	4.29	4.94	5.34							
q	[kN]	64.82	67.35	77.49	83.83							
	[t]	6.61	6.87	7.90	8.55							
	[Kg]	6609.23	6867.69	7901.55	8547.72							
Q <sub>adm</sub>	[kN/m <sup>2</sup> ]	135.03	140.31	161.44	174.64							
	[t/m <sup>2</sup> ]	13.77	14.31	16.46	17.81							
	[Kg/cm <sup>2</sup> ]	1.38	1.43	1.65	1.78							

Fuente: Propia

**ESTUDIO GEOTÉCNICO**

**INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS PARA LA  
GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO  
DE TEORAMA, EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER.**

FECHA DE VIGENCIA

02/01/2022

CÓDIGO:

IF-LA-B-016-V6

CONSECUTIVO:

EG-001-W-1133-22

ESTE DOCUMENTO ES VÁLIDO CON LA FIRMA Y SELLO EN ORIGINA DE NHSQ INGENIERÍA S.A.S

**Tabla 16 Cálculo de la capacidad de carga 0.50 – 2.00 m (Sondeo 1 al 9) B=1.50 m**

**CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS PARA UN ANCHO DE CIMENTACIÓN B=1.50 m**

**DATOS INICIALES Y FACTORES DE CARGA PARA Df (0.50 a 2.00 m) - SONDEOS DEL 1 AL 9**

DATOS INICIALES TIPO DE SUELO	$\gamma =$	[kN/m <sup>3</sup> ]	17.80	$\delta =$	[°]	0.00	$\alpha =$	—	0.00	FS =	—	3.00
	$\phi =$	[°]	15.80	$\beta =$	[°]	0.00	$q_v =$	[kN/m <sup>2</sup> ]	0.00	ESTRATO DE ARENA LIMOSA		
	c =	[kN/m <sup>2</sup> ]	28.00	$\eta =$	[°]	0.00	qh =	[kN/m <sup>2</sup> ]	0.00			

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA	SEGÚN MEYERHOF			SEGÚN VESIC			SEGÚN HANSEN			SEGÚN TERZAGHI		
	Nq	Nc	Ng	Nq	Nc	Ng	Nq	Nc	Ng	Nq	Nc	Ng
	4.253	11.496	1.322	4.253	11.496	2.973	4.253	11.496	1.381	4.450	12.860	1.520

**CAPACIDAD PORTANTE SEGÚN MEYERHOF**

(Df) [m]	0.50	0.70	1.50	2.00								
$q_{ult}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	540.82	576.17	723.85	821.25							
	[t/m <sup>2</sup> ]	55.15	58.75	73.81	83.74							
	[Kg/cm <sup>2</sup> ]	5.51	5.88	7.38	8.37							
q	[kN]	1216.83	1296.38	1628.67	1847.82							
	[t]	124.08	132.19	166.08	188.42							
	[Kg]	124080.63	132191.81	166075.48	188421.95							
$Q_{adm}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	180.27	192.06	241.28	273.75							
	[t/m <sup>2</sup> ]	18.38	19.58	24.60	27.91							
	[Kg/cm <sup>2</sup> ]	1.84	1.96	2.46	2.79							

**CAPACIDAD PORTANTE SEGÚN VESIC**

(Df) [m]	0.50	0.70	1.50	2.00								
$q_{ult}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	558.15	609.24	840.73	643.03							
	[t/m <sup>2</sup> ]	56.91	62.12	85.73	65.57							
	[Kg/cm <sup>2</sup> ]	5.69	6.21	8.57	6.56							
q	[kN]	1255.84	1370.78	1891.63	1446.83							
	[t]	128.06	139.78	192.89	147.53							
	[Kg]	128057.90	139778.80	192889.83	147532.78							
$Q_{adm}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	186.05	203.08	280.24	214.34							
	[t/m <sup>2</sup> ]	18.97	20.71	28.58	21.86							
	[Kg/cm <sup>2</sup> ]	1.90	2.07	2.86	2.19							

**CAPACIDAD PORTANTE SEGÚN HANSEN**

(Df) [m]	0.50	0.70	1.50	2.00								
$q_{ult}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	558.14	609.23	840.72	643.02							
	[t/m <sup>2</sup> ]	56.91	62.12	85.73	65.57							
	[Kg/cm <sup>2</sup> ]	5.69	6.21	8.57	6.56							
q	[kN]	1255.82	1370.76	1891.61	1446.80							
	[t]	128.06	139.78	192.89	147.53							
	[Kg]	128055.79	139776.69	192887.72	147530.67							
$Q_{adm}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	186.05	203.08	280.24	214.34							
	[t/m <sup>2</sup> ]	18.97	20.71	28.58	21.86							
	[Kg/cm <sup>2</sup> ]	1.90	2.07	2.86	2.19							

**CAPACIDAD PORTANTE SEGÚN TERZAGHI**

(Df) [m]	0.50	0.70	1.50	2.00								
$q_{ult}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	419.98	435.82	499.19	538.79							
	[t/m <sup>2</sup> ]	42.83	44.44	50.90	54.94							
	[Kg/cm <sup>2</sup> ]	4.28	4.44	5.09	5.49							
q	[kN]	944.95	980.59	1123.17	1212.28							
	[t]	96.36	99.99	114.53	123.62							
	[Kg]	96356.37	99991.04	114529.72	123616.40							
$Q_{adm}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	139.99	145.27	166.40	179.60							
	[t/m <sup>2</sup> ]	14.28	14.81	16.97	18.31							
	[Kg/cm <sup>2</sup> ]	1.43	1.48	1.70	1.83							

Fuente: Propia



**ESTUDIO GEOTÉCNICO**

**INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS PARA LA  
GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO  
DE TEORAMA, EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER.**

FECHA DE VIGENCIA

02/01/2022

CÓDIGO:

IF-LAB-016-V6

CONSECUTIVO:

EG-001-W-1133-22

ESTE DOCUMENTO ES VÁLIDO CON LA FIRMA Y SELLO EN ORIGINA DE NHSQ INGENIERÍA S.A.S

**Tabla 17 Cálculo de la capacidad de carga 0.50 – 2.00 m (Sondeo 1 al 9) B=2.00 m**

CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS PARA UN ANCHO DE CIMENTACIÓN B=2.00 m												
DATOS INICIALES Y FACTORES DE CARGA PARA Df (0.50 a 2.00 m) - SONDEOS DEL 1 AL 9												
DATOS INICIALES TIPO DE SUELO	$\gamma =$	[kN/m <sup>3</sup> ]	17.80	$\delta =$	[°]	0.00	$\alpha =$	--	0.00	FS =	--	3.00
	$\phi =$	[°]	15.80	$\beta =$	[°]	0.00	$q_v =$	[kN/m <sup>2</sup> ]	0.00	ESTRATO DE ARENA LIMOSA		
	c =	[kN/m <sup>2</sup> ]	28.00	$\eta =$	[°]	0.00	qh =	[kN/m <sup>2</sup> ]	0.00			
FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA	SEGÚN MEYERHOF			SEGÚN VESIC			SEGÚN HANSEN			SEGÚN TERZAGHI		
	Nq	Nc	Ng	Nq	Nc	Ng	Nq	Nc	Ng	Nq	Nc	Ng
	4.253	11.496	1.322	4.253	11.496	2.973	4.253	11.496	1.381	4.450	12.860	1.520
CAPACIDAD PORTANTE SEGÚN MEYERHOF												
(Df) [m]	0.50	0.70	1.50	2.00								
q <sub>ult</sub>	[kN/m <sup>2</sup> ]	537.66	568.72	697.63	782.03							
	[t/m <sup>2</sup> ]	54.83	57.99	71.14	79.74							
	[Kg/cm <sup>2</sup> ]	5.48	5.80	7.11	7.97							
q	[kN]	2150.66	2274.87	2790.54	3128.12							
	[t]	219.30	231.97	284.55	318.97							
	[Kg]	219302.50	231968.50	284551.16	318974.23							
Q <sub>adm</sub>	[kN/m <sup>2</sup> ]	179.22	189.57	232.54	260.68							
	[t/m <sup>2</sup> ]	18.28	19.33	23.71	26.58							
	[Kg/cm <sup>2</sup> ]	1.83	1.93	2.37	2.66							
CAPACIDAD PORTANTE SEGÚN VESIC												
(Df) [m]	0.50	0.70	1.50	2.00								
q <sub>ult</sub>	[kN/m <sup>2</sup> ]	541.78	584.95	777.99	915.18							
	[t/m <sup>2</sup> ]	55.25	59.65	79.33	93.32							
	[Kg/cm <sup>2</sup> ]	5.52	5.96	7.93	9.33							
q	[kN]	2167.11	2339.79	3111.96	3660.72							
	[t]	220.98	238.59	317.33	373.28							
	[Kg]	220980.00	238588.66	317326.51	373284.04							
Q <sub>adm</sub>	[kN/m <sup>2</sup> ]	180.59	194.98	259.33	305.06							
	[t/m <sup>2</sup> ]	18.42	19.88	26.44	31.11							
	[Kg/cm <sup>2</sup> ]	1.84	1.99	2.64	3.11							
CAPACIDAD PORTANTE SEGÚN HANSEN												
(Df) [m]	0.50	0.70	1.50	2.00								
q <sub>ult</sub>	[kN/m <sup>2</sup> ]	541.76	584.94	777.98	915.17							
	[t/m <sup>2</sup> ]	55.24	59.65	79.33	93.32							
	[Kg/cm <sup>2</sup> ]	5.52	5.96	7.93	9.33							
q	[kN]	2167.06	2339.74	3111.91	3660.68							
	[t]	220.98	238.58	317.32	373.28							
	[Kg]	220975.00	238583.66	317321.51	373279.04							
Q <sub>adm</sub>	[kN/m <sup>2</sup> ]	180.59	194.98	259.33	305.06							
	[t/m <sup>2</sup> ]	18.41	19.88	26.44	31.11							
	[Kg/cm <sup>2</sup> ]	1.84	1.99	2.64	3.11							
CAPACIDAD PORTANTE SEGÚN TERZAGHI												
(Df) [m]	0.50	0.70	1.50	2.00								
q <sub>ult</sub>	[kN/m <sup>2</sup> ]	426.74	442.58	505.95	545.56							
	[t/m <sup>2</sup> ]	43.51	45.13	51.59	55.63							
	[Kg/cm <sup>2</sup> ]	4.35	4.51	5.16	5.56							
q	[kN]	1706.96	1770.33	2023.80	2182.22							
	[t]	174.06	180.52	206.37	222.52							
	[Kg]	174059.12	180520.75	206367.29	222521.38							
Q <sub>adm</sub>	[kN/m <sup>2</sup> ]	142.25	147.53	168.65	181.85							
	[t/m <sup>2</sup> ]	14.50	15.04	17.20	18.54							
	[Kg/cm <sup>2</sup> ]	1.45	1.50	1.72	1.85							

Fuente: Propia

### 10.3 Análisis de Asentamientos.

Los asentamientos de suelos encontrados en el proyecto tienen un período de respuesta más rápido y se producen en el momento del proceso de construcción.

Para su análisis pueden ser apreciablemente reducidos, sin embargo, hay que estimarlos con precisión porque la mayoría de las estructuras son más sensibles a los asentamientos rápidos de distorsión que a los lentos, hasta el punto de que el diseño en este tipo de suelos resulta regido por el criterio de asentamiento. Para estimar los valores de asentamientos se utilizó las correlaciones de Terzaghi (1.948, 1.968), basadas en el resultado de la prueba de Penetración Estándar (N) y el ancho de la cimentación.

**Tabla 18 Ecuación para el cálculo de asentamientos**

CARGA FLEXIBLE			CARGA RÍGIDA
ESQUINA	CENTRO	VALOR MEDIO	
$S = q \cdot b \cdot \frac{1 - \mu^2}{E} \cdot I_p$	$S = 2 \cdot q \cdot b \cdot \frac{1 - \mu^2}{E} \cdot I_p$	$S = s(\text{centro}) \cdot 0.848$	$S = 93\% \cdot s(\text{valor medio})$

Fuente. Autor

Cada uno de los asentamientos está calculado por carga rígida y por carga flexible. En la tabla 19, se detalla la teoría aplicada y los cálculos realizados teniendo en cuenta módulo de Young, Coeficiente de Poisson y la carga admisible calculada con anterioridad. Los valores del FS estarían entre 0,8 (80% del teórico) y 1,2 (120% del teórico), siendo recomendable para suelos desconocidos valores entre 1,0 y 1,2.

**Tabla 19 Cálculo de Asentamientos – Sondeo 1 al 9 (Prof. 0.70 m)**

Carga admisible (q):	1.65	kg/cm <sup>2</sup>	SONDEOS DEL AL 9
Módulo de Young (E):	260	kg/cm <sup>2</sup>	
Coeficiente de Poisson (v):	0.30		
Ancho cimentación (b):	0.40	m	
Largo cimentación (l):	0.40	m	
m:			
Ip:			
Factor de seguridad:	1.20		

Asentamientos	Asentamientos carga flexible			
Carga rígida (cm)	Esquina (cm)	Centro (cm)	Valor medio (cm)	Carga total (T)
0.24	0.16	0.31	0.26	2.63

Carga flexible :

• Esquina :

$$S = q \cdot b \cdot \frac{1 - v^2}{E} \cdot I_p$$

• Centro :

$$S = 2 \cdot q \cdot b \cdot \frac{1 - v^2}{E} \cdot I_p$$

• Valor medio :

$$S = s(\text{centro}) \cdot 0.848$$

Carga rígida :

$$S = 93\% \cdot s(\text{valor medio})$$

El gráfico muestra la relación entre la profundidad (eje X, 0.00 a 0.70 m) y los asentamientos (eje Y, 0.00 a 0.35 cm). Se representan cuatro tipos de curvas de asentamiento:

- Carga flexible (q):** Representada por una curva azul que comienza en 0.16 cm a 0.00 m de profundidad, alcanza un mínimo de 0.31 cm a 0.31 m de profundidad, y vuelve a 0.16 cm a 0.70 m de profundidad.
- Esquina:** Representada por una línea horizontal amarilla en 0.24 cm.
- Centro:** Representada por una línea horizontal amarilla en 0.26 cm.
- Promedio:** Representada por una línea horizontal azul en 0.26 cm.

Se indican valores de asentamiento en cm: 0.16, 0.24, 0.26, 0.31.

Fuente. Autor



## 10.4 Efectos locales

### 10.4.1 Clasificación de los perfiles de suelo.

Según la norma NSR-10 el tipo de perfil del suelo encontrado teniendo en cuenta la resistencia al corte, el porcentaje de humedad, el índice de plasticidad o el número golpes necesarios para profundizar en 30 cm. Tipo de suelo es **D**.

Tabla 20 Clasificación del suelo

CRITERIOS PARA CLASIFICAR SUELOS DENTRO DE LOS PERFILES DE SUELOS TIPOS C, D o E			
TIPO DE PERFIL	Vs	No N ch	Su
C	Entre 360 y 760 m/s	Mayor que 50	Mayor que 100 kPa (=1kgf/cm <sup>2</sup> )
D	Entre 180 y 360 m/s	Entre 15 y 50	Entre 100 y 50 kPa (0.5 a 1kgf/cm <sup>2</sup> )
E	Menor de 180 m/s	Menor de 15	Menor de 50 kPa (=0.5 kgf/cm <sup>2</sup> )

Fuente: Reglamento Colombiano de construcción Sismo Resistente, NSR-10

### 10.4.2 Valores del coeficiente Fa periodos cortos.

Según tabla A.2.4-3 de la NSR-10 el coeficiente para periodos cortos **Fa 1.4**

Tabla 21 Coeficiente Fa periodos cortos

Tabla A.2.4.-3 VALORES DEL COEFICIENTE Fa, PARA LA ZONA DE PERIODOS CORTOS DEL ESPECTRO					
TIPO DE PERFIL	INTENSIDAD DE LOS MOVIMIENTOS SÍSMICOS				
	Aa < 0.1	Aa = 0.2	Aa = 0.3	Aa = 0.4	Aa > 0.5
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0
D	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
E	2.5	1.7	1.2	0.9	0.9
F	Véase Nota	Véase Nota	Véase Nota	Véase Nota	Véase Nota
Nota: Para el tipo de perfil F debe realizarse una investigación geotécnica particular para el lugar específico y debe llevarse a cabo un análisis de amplificación de onda de acuerdo con A.2.10.					

Fuente: Reglamento Colombiano de construcción Sismo Resistente, NSR-10

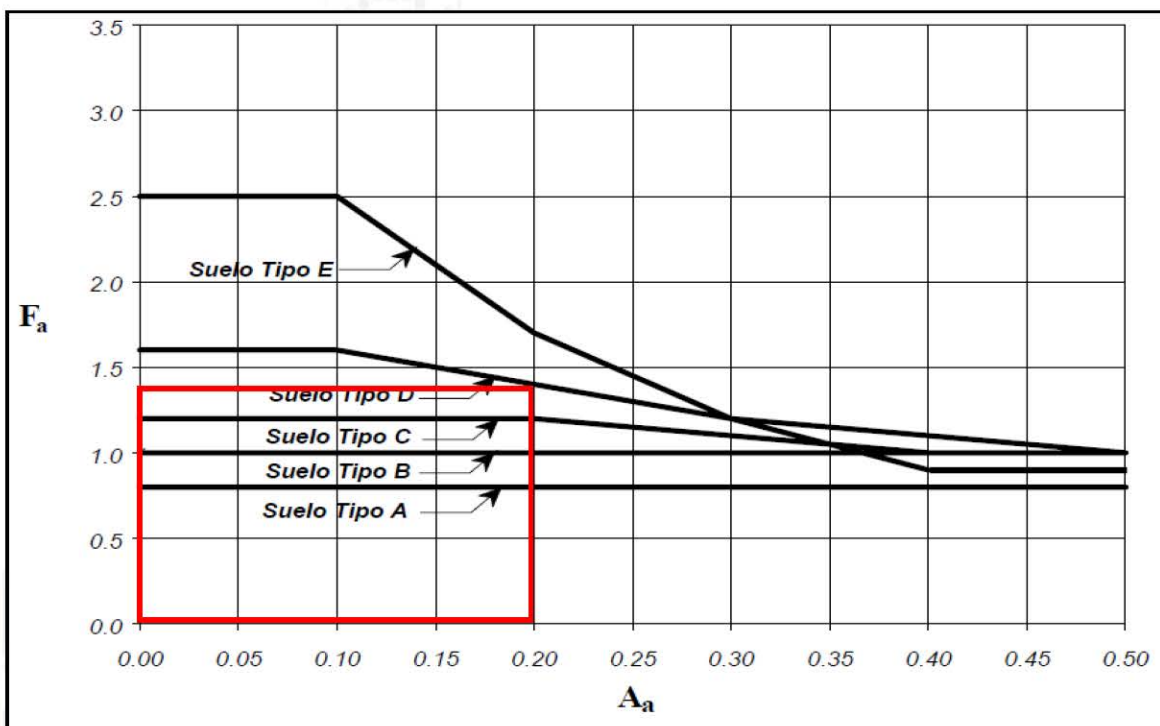


Imagen 3 Coeficiente de amplificación  $F_a$  del suelo para la zona de periodos cortos del espectro

### 10.4.3 Valores del coeficiente $F_v$ periodos intermedios

Según tabla A.2.4-4 de la NSR-10 el coeficiente para periodos intermedios **Fv 2.2**

Tabla 22 Coeficiente  $F_v$  periodos intermedio

Tabla A.2.4.-4 VALORES DEL COEFICIENTE $F_v$ , PARA LA ZONA DE PERIODOS INTERMEDIOS DEL ESPECTRO					
TIPO DE PERFIL	INTENSIDAD DE LOS MOVIMIENTOS SÍSMICOS				
	$A_v \leq 0.1$	$A_v = 0.2$	$A_v = 0.3$	$A_v = 0.4$	$A_v \geq 0.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
D	2.4	2.0	1.8	1.6	1.5
E	3.5	3.2	2.8	2.4	2.4
F	VÉASE NOTA	VÉASE NOTA	VÉASE NOTA	VÉASE NOTA	VÉASE NOTA
<b>Nota:</b> Para el tipo de perfil <b>F</b> debe realizarse una investigación geotécnica particular para el lugar específico y debe llevarse a cabo un análisis de amplificación de onda de acuerdo con A.2.10.					

Fuente: Reglamento Colombiano de construcción Sismo Resistente, NSR-10



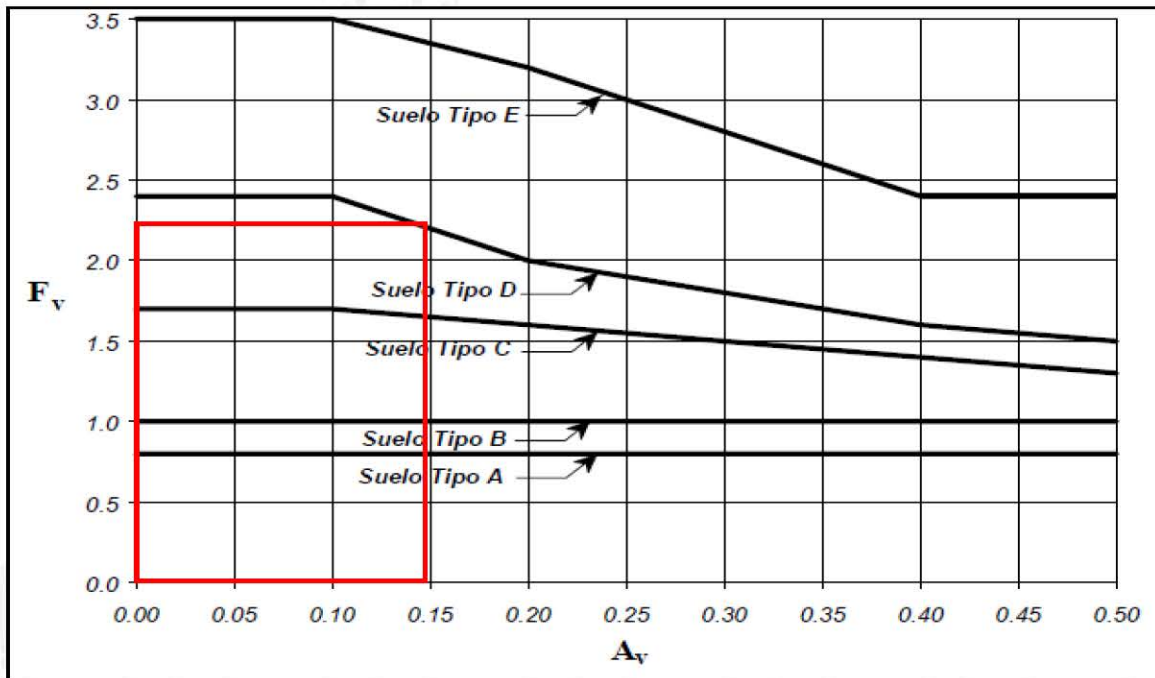


Imagen 4 Coeficiente de amplificación  $F_v$  del suelo para la zona de periodos intermedios del espectro

## 10.5 Criterios del espectro de diseño (A.2.6 NSR-10)

Para el análisis de la acción sísmica se recomienda utilizar el espectro elástico de diseño de la Norma NSR-10, definido mediante los siguientes parámetros el cual está definido para un coeficiente de amortiguamiento del 5% del crítico.

Donde:

$S_a$ : Valor del espectro de aceleraciones de diseño para un periodo de vibración dado.

$A_a$ : Aceleración horizontal pico efectivo en roca (Figura A.2.3-2).  $A_a = 0.20$

$A_v$ : Velocidad horizontal pico efectivo (Figura A.2.3-3).  $A_v = 0.15$

$F_a$ : Coeficiente de amplificación  $F_a$  de periodos cortos del espectro (Tabla A.2.4-3).  $F_a = 1.4$

$F_v$ : Coeficiente de amplificación  $F_v$  de periodos intermedios del espectro (Tabla A.2.4- 4).  $F_v = 2.2$

$I$ : Coeficiente de importancia (Numeral A.2.5 NSR-10) Grupo de uso I: Estructuras de ocupación normal (Tabla A.2.5-1) 1.00

$T_0$ : Periodo de vibración al cual inicia la zona de aceleraciones constantes del espectro de aceleraciones.

$T_c$ : Periodo de vibración correspondiente a la transición entre la zona de aceleración constante del espectro de diseño para periodos cortos y la parte descendente del mismo.

TL: Periodo de vibración correspondiente al inicio de la zona de desplazamiento aproximadamente constante del espectro de diseño para periodos largos.

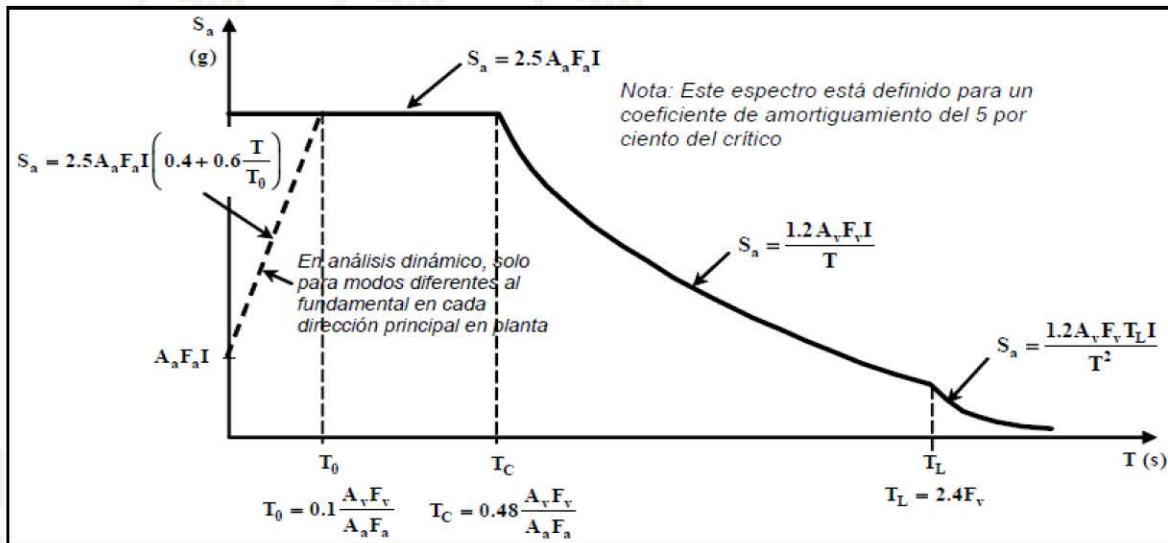


Imagen 5 Espectro Elástico de Aceleraciones de Diseño como fracción de g

Fuente: Reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR 10

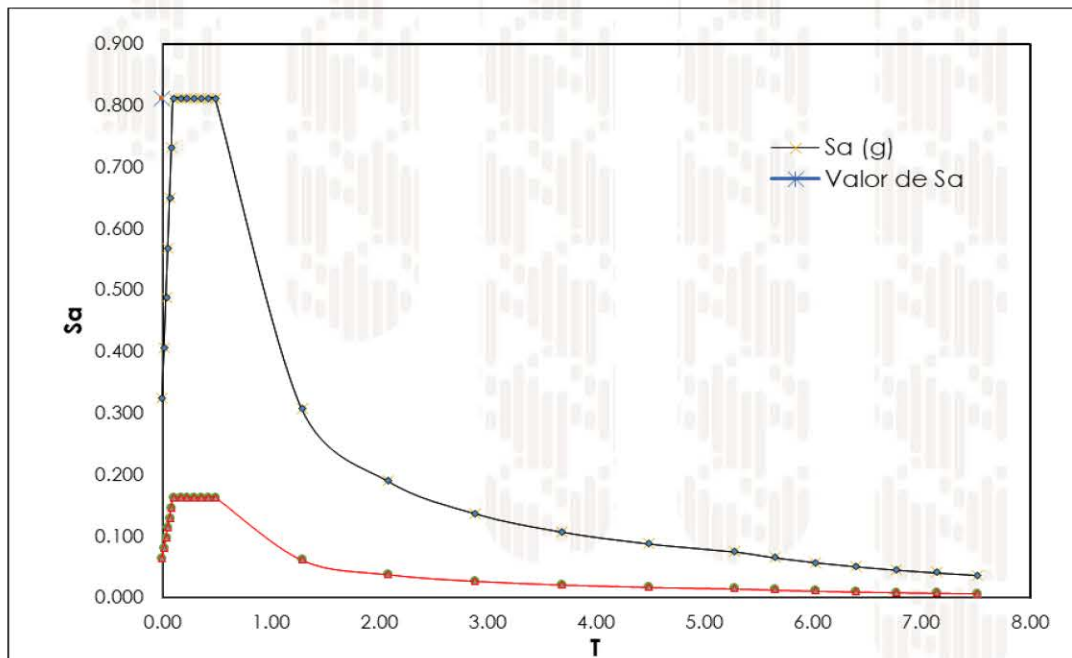


Imagen 6 Espectro Elástico de aceleraciones de Diseño como fracción de g

Fuente: Propia



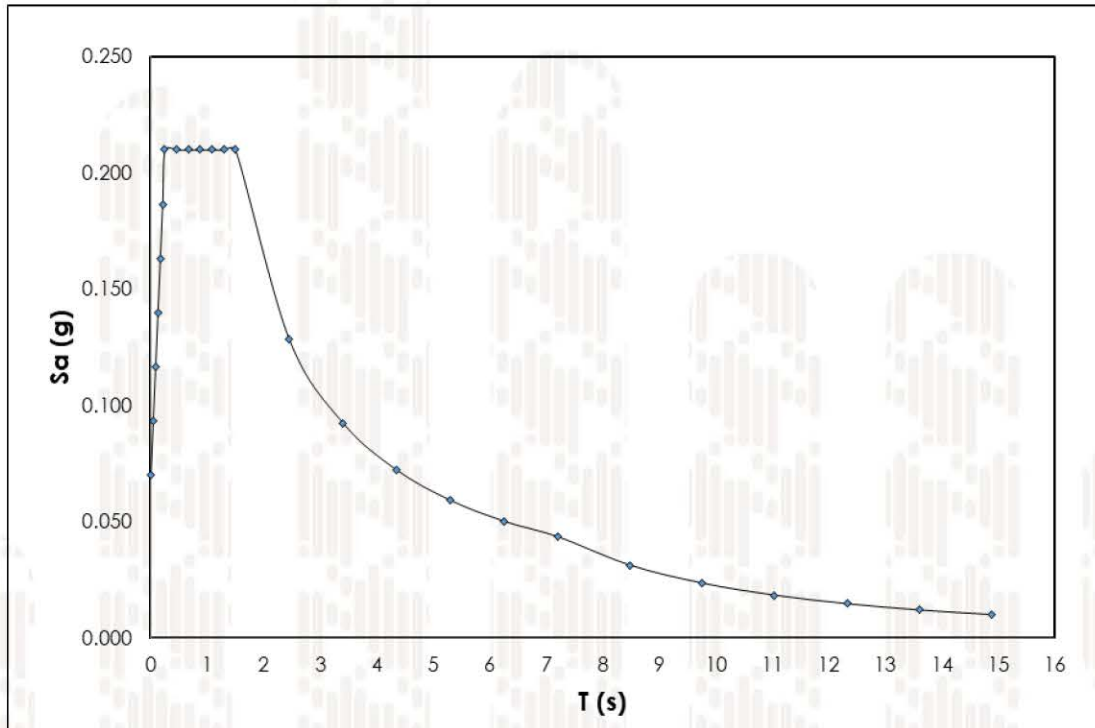


Imagen 7 Espectro de aceleraciones horizontales elástico del umbral de daño como fracción de g  
Fuente: Propia

## 10.6 Evaluación geotécnica de efectos sísmicos

### 10.6.1 Incidencias de la litología y tipos de suelo

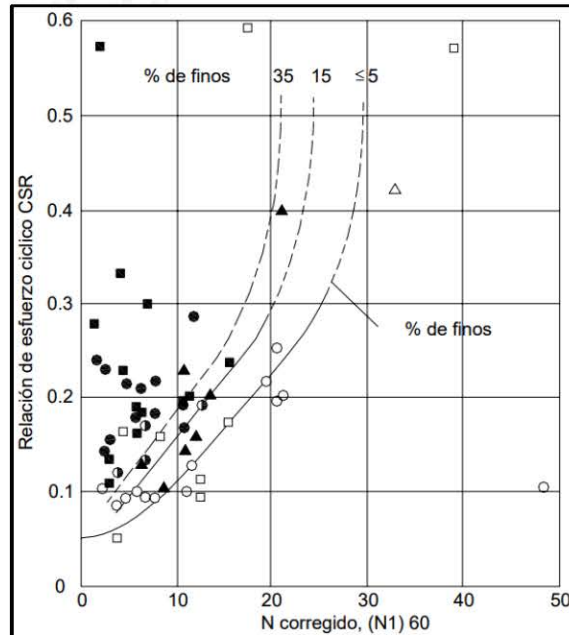
La roca sana propiamente dicha no apareció en los sondeos realizados. Las propiedades y comportamiento dinámico de los suelos se determinaron por correlación con los ensayos de SPT.

### 10.6.2 Evaluación del potencial de licuación

Si un suelo saturado y sin cohesión es sometido a vibraciones sísmicas, el suelo se contrae y desarrolla presiones de poro positivas a menos que ocurra drenaje rápido.

Si la presión de poros alcanza niveles tan altos como la presión geostática vertical, la presión efectiva desaparece (presión efectiva = 0). En ese caso el suelo pierde la totalidad de su resistencia, se comporta como un líquido y ocurren deformaciones significativas (Cornforth, 2005).

El sistema más utilizado para evaluar la resistencia a la licuación de un suelo no cohesivo se basa en la experiencia con suelos de composición similar y la relación de la licuación con el ensayo de penetración estándar SPT.



**Imagen 8 Análisis de licuación**

Fuente: Tomado del análisis de licuación por Jaime Suarez Días

En la imagen anterior, si el punto de la relación entre el esfuerzo cíclico CSR y el  $N$  corregido queda hacia la izquierda (sector de elementos oscuros), se concluye que ocurre licuación. Si el punto queda hacia la derecha (sector de elementos claros), se concluye que no ocurre licuación.

Para un sismo de alta intensidad, los esfuerzos generados por el sismo van a producir necesariamente valores de CSR con factores de seguridad cercanos a 1.5 cuando los suelos a nivel de cimentación tienen una consistencia dura y no saturada, la capacidad de soporte es media, presentan un porcentaje importante de finos (entre el 23.63% y 43.92%) y la relación de esfuerzo cíclico CSR es baja (del orden de 0.1).

### 10.6.3 Comportamiento esperado de los suelos en el momento de sismos

Los suelos encontrados son materiales relativamente duros, los cuales tienen por sus características físicas un comportamiento aceptable en el momento de sismos. No se deben esperar asentamientos ni movimientos del terreno relacionados con sismos.

## 10.7 Capacidad de carga específica (factores de seguridad indirectos según NSR10 H.4.7.1)

**Tabla 23 Factores de Seguridad Indirectos  $F_{sicp}$  Mínimos**

Condición	$F_{sicp}$ Mínimo
	Diseño
Carga Muerta + Carga Viva Normal	3.0
Carga Muerta + Carga Viva Máxima	2.5
Carga Muerta + Carga Viva Normal + Sismo de Diseño Seudoestático	1.5

Fuente: Reglamento Colombiano de construcción Sismo Resistente, NSR-10. Título H. Tabla H.4.7-1.



**ESTUDIO GEOTÉCNICO**

**INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS PARA LA  
GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO  
DE TEORAMA, EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER.**

FECHA DE VIGENCIA

02/01/2022

CÓDIGO:

IF-LAB-016-V6

CONSECUTIVO:

EG-001-W-1133-22

ESTE DOCUMENTO ES VÁLIDO CON LA FIRMA Y SELLO EN ORIGINA DE NHSQ INGENIERÍA S.A.S

**Tabla 24 Carga Muerta + Carga Viva Normal (Sondeo 1 al 9) B=0.40 m**

DATOS INICIALES Y FACTORES DE CARGA PARA Df (0.50 a 2.00 m) - (CARGA MUERTA + CARGA VIVA MÁXIMA)												
DATOS INICIALES TIPO DE SUELO	$\gamma =$	[kN/m <sup>3</sup> ]	17.80	$\delta =$	[°]	0.00	$\alpha =$	--	0.00	FS =	--	3.00
	$\phi =$	[°]	15.80	$\beta =$	[°]	0.00	$q_u =$	[kN/m <sup>2</sup> ]	0.00	ESTRATO DE ARENA LIMOSA		
	$c =$	[kN/m <sup>2</sup> ]	28.00	$\eta =$	[°]	0.00	$q_h =$	[kN/m <sup>2</sup> ]	0.00			
FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA	SEGÚN MEYERHOF			SEGÚN VESIC			SEGÚN HANSEN			SEGÚN TERZAGHI		
	Nq	Nc	Ng	Nq	Nc	Ng	Nq	Nc	Ng	Nq	Nc	Ng
	4.253	11.496	1.322	4.253	11.496	2.973	4.253	11.496	1.381	4.450	12.860	1.520
CAPACIDAD PORTANTE SEGÚN MEYERHOF												
(Df) [m]	0.50	0.70	1.50	2.00								
q <sub>ult</sub>	[kN/m <sup>2</sup> ]	636.31	718.96	1073.09	1313.53							
	[t/m <sup>2</sup> ]	64.88	73.31	109.42	133.94							
	[Kg/cm <sup>2</sup> ]	6.49	7.33	10.94	13.39							
q	[kN]	101.81	115.03	171.69	210.17							
	[t]	10.38	11.73	17.51	21.43							
	[Kg]	10381.52	11730.01	17507.71	21430.55							
Q <sub>adm</sub>	[kN/m <sup>2</sup> ]	33.94	38.34	57.23	70.06							
	[t/m <sup>2</sup> ]	3.46	3.91	5.84	7.14							
	[Kg/cm <sup>2</sup> ]	0.35	0.39	0.58	0.71							
CAPACIDAD PORTANTE SEGÚN VESIC												
(Df) [m]	0.50	0.70	1.50	2.00								
q <sub>ult</sub>	[kN/m <sup>2</sup> ]	494.29	515.79	603.53	659.79							
	[t/m <sup>2</sup> ]	50.40	52.60	61.54	67.28							
	[Kg/cm <sup>2</sup> ]	5.04	5.26	6.15	6.73							
q	[kN]	79.09	82.53	96.57	105.57							
	[t]	8.06	8.42	9.85	10.76							
	[Kg]	8064.50	8415.22	9846.79	10764.67							
Q <sub>adm</sub>	[kN/m <sup>2</sup> ]	26.36	27.51	32.19	35.19							
	[t/m <sup>2</sup> ]	2.69	2.81	3.28	3.59							
	[Kg/cm <sup>2</sup> ]	0.27	0.28	0.33	0.36							
CAPACIDAD PORTANTE SEGÚN HANSEN												
(Df) [m]	0.50	0.70	1.50	2.00								
q <sub>ult</sub>	[kN/m <sup>2</sup> ]	494.29	515.79	603.53	659.79							
	[t/m <sup>2</sup> ]	50.40	52.59	61.54	67.28							
	[Kg/cm <sup>2</sup> ]	5.04	5.26	6.15	6.73							
q	[kN]	79.09	82.53	96.57	105.57							
	[t]	8.06	8.42	9.85	10.76							
	[Kg]	8064.46	8415.18	9846.75	10764.63							
Q <sub>adm</sub>	[kN/m <sup>2</sup> ]	26.36	27.51	32.19	35.19							
	[t/m <sup>2</sup> ]	2.69	2.81	3.28	3.59							
	[Kg/cm <sup>2</sup> ]	0.27	0.28	0.33	0.36							
CAPACIDAD PORTANTE SEGÚN TERZAGHI												
(Df) [m]	0.50	0.70	1.50	2.00								
q <sub>ult</sub>	[kN/m <sup>2</sup> ]	405.10	420.94	484.31	523.91							
	[t/m <sup>2</sup> ]	41.31	42.92	49.38	53.42							
	[Kg/cm <sup>2</sup> ]	4.13	4.29	4.94	5.34							
q	[kN]	64.82	67.35	77.49	83.83							
	[t]	6.61	6.87	7.90	8.55							
	[Kg]	6609.23	6867.69	7901.55	8547.72							
Q <sub>adm</sub>	[kN/m <sup>2</sup> ]	21.61	22.45	25.83	27.94							
	[t/m <sup>2</sup> ]	2.20	2.29	2.63	2.85							
	[Kg/cm <sup>2</sup> ]	0.22	0.23	0.26	0.28							

Fuente. Autor

ESTUDIO GEOTÉCNICO

INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS PARA LA  
GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO  
DE TEORAMA, EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER.

FECHA DE VIGENCIA

02/01/2022

CÓDIGO:

IF-LA-B-016-V6

CONSECUTIVO:

EG-001-W-1133-22

ESTE DOCUMENTO ES VÁLIDO CON LA FIRMA Y SELLO EN ORIGINA DE NHSQ INGENIERÍA S.A.S

Tabla 25 Carga Muerta + Carga Viva Máxima (Sondeo 1 al 9) B=0.40 m

DATOS INICIALES Y FACTORES DE CARGA PARA Df (0.50 a 2.00 m) - (CARGA MUERTA + CARGA VIVA MÁXIMA)												
DATOS INICIALES TIPO DE SUELO	$\gamma =$	[kN/m <sup>3</sup> ]	17.80	$\delta =$	[°]	0.00	$\alpha =$	--	0.00	FS =	--	2.50
	$\phi =$	[°]	15.80	$\beta =$	[°]	0.00	$q_v =$	[kN/m <sup>2</sup> ]	0.00	ESTRATO DE ARENA LIMOSA		
	$c =$	[kN/m <sup>2</sup> ]	28.00	$\eta =$	[°]	0.00	$q_h =$	[kN/m <sup>2</sup> ]	0.00			
FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA	SEGÚN MEYERHOF			SEGÚN VESIC			SEGÚN HANSEN			SEGÚN TERZAGHI		
	Nq	Nc	Ng	Nq	Nc	Ng	Nq	Nc	Ng	Nq	Nc	Ng
	4.253	11.496	1.322	4.253	11.496	2.973	4.253	11.496	1.381	4.450	12.860	1.520
CAPACIDAD PORTANTE SEGÚN MEYERHOF												
(Df) [m]	0.50	0.70	1.50	2.00								
q <sub>ult</sub>	[kN/m <sup>2</sup> ]	636.31	718.96	1073.09	1313.53							
	[t/m <sup>2</sup> ]	64.88	73.31	109.42	133.94							
	[Kg/cm <sup>2</sup> ]	6.49	7.33	10.94	13.39							
q	[kN]	101.81	115.03	171.69	210.17							
	[t]	10.38	11.73	17.51	21.43							
	[Kg]	10381.52	11730.01	17507.71	21430.55							
Q <sub>adm</sub>	[kN/m <sup>2</sup> ]	40.72	46.01	68.68	84.07							
	[t/m <sup>2</sup> ]	4.15	4.69	7.00	8.57							
	[Kg/cm <sup>2</sup> ]	0.42	0.47	0.70	0.86							
CAPACIDAD PORTANTE SEGÚN VESIC												
(Df) [m]	0.50	0.70	1.50	2.00								
q <sub>ult</sub>	[kN/m <sup>2</sup> ]	494.29	515.79	603.53	659.79							
	[t/m <sup>2</sup> ]	50.40	52.60	61.54	67.28							
	[Kg/cm <sup>2</sup> ]	5.04	5.26	6.15	6.73							
q	[kN]	79.09	82.53	96.57	105.57							
	[t]	8.06	8.42	9.85	10.76							
	[Kg]	8064.50	8415.22	9846.79	10764.67							
Q <sub>adm</sub>	[kN/m <sup>2</sup> ]	31.63	33.01	38.63	42.23							
	[t/m <sup>2</sup> ]	3.23	3.37	3.94	4.31							
	[Kg/cm <sup>2</sup> ]	0.32	0.34	0.39	0.43							
CAPACIDAD PORTANTE SEGÚN HANSEN												
(Df) [m]	0.50	0.70	1.50	2.00								
q <sub>ult</sub>	[kN/m <sup>2</sup> ]	494.29	515.79	603.53	659.79							
	[t/m <sup>2</sup> ]	50.40	52.59	61.54	67.28							
	[Kg/cm <sup>2</sup> ]	5.04	5.26	6.15	6.73							
q	[kN]	79.09	82.53	96.57	105.57							
	[t]	8.06	8.42	9.85	10.76							
	[Kg]	8064.46	8415.18	9846.75	10764.63							
Q <sub>adm</sub>	[kN/m <sup>2</sup> ]	31.63	33.01	38.63	42.23							
	[t/m <sup>2</sup> ]	3.23	3.37	3.94	4.31							
	[Kg/cm <sup>2</sup> ]	0.32	0.34	0.39	0.43							
CAPACIDAD PORTANTE SEGÚN TERZAGHI												
(Df) [m]	0.50	0.70	1.50	2.00								
q <sub>ult</sub>	[kN/m <sup>2</sup> ]	405.10	420.94	484.31	523.91							
	[t/m <sup>2</sup> ]	41.31	42.92	49.38	53.42							
	[Kg/cm <sup>2</sup> ]	4.13	4.29	4.94	5.34							
q	[kN]	64.82	67.35	77.49	83.83							
	[t]	6.61	6.87	7.90	8.55							
	[Kg]	6609.23	6867.69	7901.55	8547.72							
Q <sub>adm</sub>	[kN/m <sup>2</sup> ]	25.93	26.94	31.00	33.53							
	[t/m <sup>2</sup> ]	2.64	2.75	3.16	3.42							
	[Kg/cm <sup>2</sup> ]	0.26	0.27	0.32	0.34							

Fuente. Autor



ESTUDIO GEOTÉCNICO

INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS PARA LA  
GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO  
DE TEORAMA, EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER.

FECHA DE VIGENCIA

02/01/2022

CÓDIGO:

IF-LAB-016-V6

CONSECUTIVO:



EG-001-W-1133-22

ESTE DOCUMENTO ES VÁLIDO CON LA FIRMA Y SELLO EN ORIGINA DE NHSQ INGENIERÍA S.A.S

Tabla 26 Carga Muerta + Carga Viva Normal + Sismo De Diseño Seudo Estático (Sondeo 1 al 9) B=0.40 m

DATOS INICIALES Y FACTORES DE CARGA PARA Df (0.50 a 2.00 m) - (CARGA MUERTA + CARGA VIVA MAXIMA)												
DATOS INICIALES TIPO DE SUELO	$\gamma =$	[kN/m <sup>3</sup> ]	17.80	$\delta =$	[°]	0.00	$\alpha =$	--	0.00	FS =	--	1.50
	$\phi =$	[°]	15.80	$\beta =$	[°]	0.00	$q_v =$	[kN/m <sup>3</sup> ]	0.00	ESTRATO DE ARENA LIMOSA		
	$c =$	[kN/m <sup>2</sup> ]	28.00	$\eta =$	[°]	0.00	$q_h =$	[kN/m <sup>2</sup> ]	0.00			
FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA	SEGÚN MEYERHOF			SEGÚN VESIC			SEGÚN HANSEN			SEGÚN TERZAGHI		
	Nq	Nc	Ng	Nq	Nc	Ng	Nq	Nc	Ng	Nq	Nc	Ng
	4.253	11.496	1.322	4.253	11.496	2.973	4.253	11.496	1.381	4.450	12.860	1.520
CAPACIDAD PORTANTE SEGÚN MEYERHOF												
(Df) [m]	0.50	0.70	1.50	2.00								
q <sub>ult</sub>	[kN/m <sup>2</sup> ]	636.31	718.96	1073.09	1313.53							
	[t/m <sup>2</sup> ]	64.88	73.31	109.42	133.94							
	[Kg/cm <sup>2</sup> ]	6.49	7.33	10.94	13.39							
q	[kN]	101.81	115.03	171.69	210.17							
	[t]	10.38	11.73	17.51	21.43							
	[Kg]	10381.52	11730.01	17507.71	21430.55							
Q <sub>adm</sub>	[kN/m <sup>2</sup> ]	67.87	76.69	114.46	140.11							
	[t/m <sup>2</sup> ]	6.92	7.82	11.67	14.29							
	[Kg/cm <sup>2</sup> ]	0.69	0.78	1.17	1.43							
CAPACIDAD PORTANTE SEGÚN VESIC												
(Df) [m]	0.50	0.70	1.50	2.00								
q <sub>ult</sub>	[kN/m <sup>2</sup> ]	494.29	515.79	603.53	659.79							
	[t/m <sup>2</sup> ]	50.40	52.60	61.54	67.28							
	[Kg/cm <sup>2</sup> ]	5.04	5.26	6.15	6.73							
q	[kN]	79.09	82.53	96.57	105.57							
	[t]	8.06	8.42	9.85	10.76							
	[Kg]	8064.50	8415.22	9846.79	10764.67							
Q <sub>adm</sub>	[kN/m <sup>2</sup> ]	52.72	55.02	64.38	70.38							
	[t/m <sup>2</sup> ]	5.38	5.61	6.56	7.18							
	[Kg/cm <sup>2</sup> ]	0.54	0.56	0.66	0.72							
CAPACIDAD PORTANTE SEGÚN HANSEN												
(Df) [m]	0.50	0.70	1.50	2.00								
q <sub>ult</sub>	[kN/m <sup>2</sup> ]	494.29	515.79	603.53	659.79							
	[t/m <sup>2</sup> ]	50.40	52.59	61.54	67.28							
	[Kg/cm <sup>2</sup> ]	5.04	5.26	6.15	6.73							
q	[kN]	79.09	82.53	96.57	105.57							
	[t]	8.06	8.42	9.85	10.76							
	[Kg]	8064.46	8415.18	9846.75	10764.63							
Q <sub>adm</sub>	[kN/m <sup>2</sup> ]	52.72	55.02	64.38	70.38							
	[t/m <sup>2</sup> ]	5.38	5.61	6.56	7.18							
	[Kg/cm <sup>2</sup> ]	0.54	0.56	0.66	0.72							
CAPACIDAD PORTANTE SEGÚN TERZAGHI												
(Df) [m]	0.50	0.70	1.50	2.00								
q <sub>ult</sub>	[kN/m <sup>2</sup> ]	405.10	420.94	484.31	523.91							
	[t/m <sup>2</sup> ]	41.31	42.92	49.38	53.42							
	[Kg/cm <sup>2</sup> ]	4.13	4.29	4.94	5.34							
q	[kN]	64.82	67.35	77.49	83.83							
	[t]	6.61	6.87	7.90	8.55							
	[Kg]	6609.23	6867.69	7901.55	8547.72							
Q <sub>adm</sub>	[kN/m <sup>2</sup> ]	43.21	44.90	51.66	55.88							
	[t/m <sup>2</sup> ]	4.41	4.58	5.27	5.70							
	[Kg/cm <sup>2</sup> ]	0.44	0.46	0.53	0.57							

Fuente. Autor

	<b>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b> <b>HACEMOS LO CORRECTO, CORRECTAMENTE</b>		<b>ISO 9001:2015</b> <b>BUREAU VERITAS</b> <b>Certification</b> 
	<b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b>		
	<b>INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO DE TEORAMA, EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER.</b>		
	<b>FECHA DE VIGENCIA</b> 02/01/2022	<b>CÓDIGO:</b> IF-LAB-016-V6	<b>CONSECUTIVO:</b> EG-001-W-1133-22
<b>ESTE DOCUMENTO ES VÁLIDO CON LA FIRMA Y SELLO EN ORIGINA DE NHSQ INGENIERÍA S.A.S</b>			

## 10.8 Capacidad de carga específica (factores de seguridad directos según NSR10 H.2.4.3, H.2.4.4)

Valores del factor de seguridad geotécnico básico — La selección de los factores de seguridad debe justificarse plenamente teniendo en cuenta:

- La magnitud de la obra.
- Las consecuencias de una posible falla en la edificación o sus cimentaciones.
- La calidad de la información disponible en materia de suelos.

En cualquier caso los Factores de Seguridad Básicos aplicados al material térreo (suelo, roca o material intermedio) no deben ser inferiores a los Factores de Seguridad Básicos Mínimos de la tabla H.2.4-1, en la cual las cargas se refieren a valores nominales sin coeficientes de mayoración, tal como se indica en el aparte B.2.3 de este Reglamento, en el cual, para los cimientos y el material térreo de cimentación se empleará para las fuerzas sísmicas E un factor  $R = 1.0$ . En ningún caso el factor de seguridad básico mínimo podrá ser inferior a 1.00.

**Tabla 27 Factores de Seguridad Básicos Mínimos Directos**

Condición	F <sub>SBM</sub>		F <sub>SBUM</sub>	
	Diseño	Construcción	Diseño	Construcción
Carga Muerta + Carga Viva Normal	1.50	1.25	1.80	1.40
Carga Muerta + Carga Viva Máxima	1.25	1.10	1.40	1.15
Carga Muerta + Carga Viva Normal + Sismo de Diseño Seudo estático	1.10	1.00 (*)	No se permite	No se permite
Taludes – Condición Estática y Agua Subterránea Normal	1.50	1.25	1.80	1.40
Taludes – Condición Estática y Agua Subterránea Normal y Coeficiente Sísmico de Diseño	1.05	1.00 (*)	No se permite	No se permite

(\*) Nota: Los parámetros sísmicos seudo estáticos de Construcción serán el 50% de los de Diseño

Fuente: Reglamento Colombiano de construcción Sismo Resistente, NSR-10. Título H. Tabla H.2.4-1.

Factores de seguridad indirectos — El Factor de Seguridad Básico o directo definido en H.2.4.1 es el factor de seguridad geotécnico real, pero de él se derivan Factores de Seguridad Indirectos que tienen valores diferentes y los cuales se especifican en los diferentes capítulos de este Título H, pero en todo caso se debe demostrar que el empleo de éstos FS indirectos implica Factores de Seguridad Básicos iguales o superiores a los valores mínimos.



**ESTUDIO GEOTÉCNICO**

**INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS PARA LA  
GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO  
DE TEORAMA, EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER.**

FECHA DE VIGENCIA

02/01/2022

CÓDIGO:

IF-LAB-016-V6

CONSECUTIVO:

EG-001-W-1133-22

ESTE DOCUMENTO ES VÁLIDO CON LA FIRMA Y SELLO EN ORIGINA DE NHSQ INGENIERÍA S.A.S

**Tabla 28 Carga Muerta + Carga Viva Normal (Sondeo 1 al 9) B=0.40 m**

DATOS INICIALES Y FACTORES DE CARGA PARA Df (0.50 a 2.00 m) - (CARGA MUERTA + CARGA VIVA MÁXIMA)												
DATOS INICIALES TIPO DE SUELO	$\gamma =$	[kN/m <sup>3</sup> ]	17.80	$\delta =$	[°]	0.00	$\alpha =$	--	0.00	FS =	--	1.50
	$\phi =$	[°]	15.80	$\beta =$	[°]	0.00	$q_v =$	[kN/m <sup>2</sup> ]	0.00	ESTRATO DE ARENA LIMOSA		
	$c =$	[kN/m <sup>2</sup> ]	28.00	$\eta =$	[°]	0.00	$q_h =$	[kN/m <sup>2</sup> ]	0.00			
FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA	SEGÚN MEYERHOF			SEGÚN VESIC			SEGÚN HANSEN			SEGÚN TERZAGHI		
	Nq	Nc	Ng	Nq	Nc	Ng	Nq	Nc	Ng	Nq	Nc	Ng
	4.253	11.496	1.322	4.253	11.496	2.973	4.253	11.496	1.381	4.450	12.860	1.520
CAPACIDAD PORTANTE SEGÚN MEYERHOF												
(Df) [m]	0.50	0.70	1.50	2.00								
q <sub>ult</sub>	[kN/m <sup>2</sup> ]	636.31	718.96	1073.09	1313.53							
	[t/m <sup>2</sup> ]	64.88	73.31	109.42	133.94							
	[Kg/cm <sup>2</sup> ]	6.49	7.33	10.94	13.39							
q	[kN]	101.81	115.03	171.69	210.17							
	[t]	10.38	11.73	17.51	21.43							
	[Kg]	10381.52	11730.01	17507.71	21430.55							
Q <sub>adm</sub>	[kN/m <sup>2</sup> ]	67.87	76.69	114.46	140.11							
	[t/m <sup>2</sup> ]	6.92	7.82	11.67	14.29							
	[Kg/cm <sup>2</sup> ]	0.69	0.78	1.17	1.43							
CAPACIDAD PORTANTE SEGÚN VESIC												
(Df) [m]	0.50	0.70	1.50	2.00								
q <sub>ult</sub>	[kN/m <sup>2</sup> ]	494.29	515.79	603.53	659.79							
	[t/m <sup>2</sup> ]	50.40	52.60	61.54	67.28							
	[Kg/cm <sup>2</sup> ]	5.04	5.26	6.15	6.73							
q	[kN]	79.09	82.53	96.57	105.57							
	[t]	8.06	8.42	9.85	10.76							
	[Kg]	8064.50	8415.22	9846.79	10764.67							
Q <sub>adm</sub>	[kN/m <sup>2</sup> ]	52.72	55.02	64.38	70.38							
	[t/m <sup>2</sup> ]	5.38	5.61	6.56	7.18							
	[Kg/cm <sup>2</sup> ]	0.54	0.56	0.66	0.72							
CAPACIDAD PORTANTE SEGÚN HANSEN												
(Df) [m]	0.50	0.70	1.50	2.00								
q <sub>ult</sub>	[kN/m <sup>2</sup> ]	494.29	515.79	603.53	659.79							
	[t/m <sup>2</sup> ]	50.40	52.59	61.54	67.28							
	[Kg/cm <sup>2</sup> ]	5.04	5.26	6.15	6.73							
q	[kN]	79.09	82.53	96.57	105.57							
	[t]	8.06	8.42	9.85	10.76							
	[Kg]	8064.46	8415.18	9846.75	10764.63							
Q <sub>adm</sub>	[kN/m <sup>2</sup> ]	52.72	55.02	64.38	70.38							
	[t/m <sup>2</sup> ]	5.38	5.61	6.56	7.18							
	[Kg/cm <sup>2</sup> ]	0.54	0.56	0.66	0.72							
CAPACIDAD PORTANTE SEGÚN TERZAGHI												
(Df) [m]	0.50	0.70	1.50	2.00								
q <sub>ult</sub>	[kN/m <sup>2</sup> ]	405.10	420.94	484.31	523.91							
	[t/m <sup>2</sup> ]	41.31	42.92	49.38	53.42							
	[Kg/cm <sup>2</sup> ]	4.13	4.29	4.94	5.34							
q	[kN]	64.82	67.35	77.49	83.83							
	[t]	6.61	6.87	7.90	8.55							
	[Kg]	6609.23	6867.69	7901.55	8547.72							
Q <sub>adm</sub>	[kN/m <sup>2</sup> ]	43.21	44.90	51.66	55.88							
	[t/m <sup>2</sup> ]	4.41	4.58	5.27	5.70							
	[Kg/cm <sup>2</sup> ]	0.44	0.46	0.53	0.57							

Fuente. Autor

**ESTUDIO GEOTÉCNICO**

**INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS PARA LA  
GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO  
DE TEORAMA, EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER.**

FECHA DE VIGENCIA

02/01/2022

CÓDIGO:

IF-LAB-016-V6

CONSECUTIVO:

EG-001-W-1133-22

ESTE DOCUMENTO ES VÁLIDO CON LA FIRMA Y SELLO EN ORIGINA DE NHSQ INGENIERÍA S.A.S

**Tabla 29 Carga Muerta + Carga Viva Máxima (Sondeo 1 al 9) B=0.40 m**

DATOS INICIALES Y FACTORES DE CARGA PARA Df (0.50 a 2.00 m) - (CARGA MUERTA + CARGA VIVA MÁXIMA)												
DATOS INICIALES TIPO DE SUELO	$\gamma =$	[kN/m <sup>3</sup> ]	17.80	$\delta =$	[°]	0.00	$\alpha =$	--	0.00	FS =	--	1.25
	$\phi =$	[°]	15.80	$\beta =$	[°]	0.00	$q_v =$	[kN/m <sup>2</sup> ]	0.00	ESTRATO DE ARENA LIMOSA		
	$c =$	[kN/m <sup>2</sup> ]	28.00	$\eta =$	[°]	0.00	$q_h =$	[kN/m <sup>2</sup> ]	0.00			
FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA	SEGÚN MEYERHOF			SEGÚN VESIC			SEGÚN HANSEN			SEGÚN TERZAGHI		
	Nq	Nc	Ng	Nq	Nc	Ng	Nq	Nc	Ng	Nq	Nc	Ng
	4.253	11.496	1.322	4.253	11.496	2.973	4.253	11.496	1.381	4.450	12.860	1.520
CAPACIDAD PORTANTE SEGÚN MEYERHOF												
(Df) [m]	0.50	0.70	1.50	2.00								
$q_{ult}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	636.31	718.96	1073.09	1313.53							
	[t/m <sup>2</sup> ]	64.88	73.31	109.42	133.94							
	[Kg/cm <sup>2</sup> ]	6.49	7.33	10.94	13.39							
$q$	[kN]	101.81	115.03	171.69	210.17							
	[t]	10.38	11.73	17.51	21.43							
	[Kg]	10381.52	11730.01	17507.71	21430.55							
$Q_{adm}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	81.45	92.03	137.36	168.13							
	[t/m <sup>2</sup> ]	8.31	9.38	14.01	17.14							
	[Kg/cm <sup>2</sup> ]	0.83	0.94	1.40	1.71							
CAPACIDAD PORTANTE SEGÚN VESIC												
(Df) [m]	0.50	0.70	1.50	2.00								
$q_{ult}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	494.29	515.79	603.53	659.79							
	[t/m <sup>2</sup> ]	50.40	52.60	61.54	67.28							
	[Kg/cm <sup>2</sup> ]	5.04	5.26	6.15	6.73							
$q$	[kN]	79.09	82.53	96.57	105.57							
	[t]	8.06	8.42	9.85	10.76							
	[Kg]	8064.50	8415.22	9846.79	10764.67							
$Q_{adm}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	63.27	66.02	77.25	84.45							
	[t/m <sup>2</sup> ]	6.45	6.73	7.88	8.61							
	[Kg/cm <sup>2</sup> ]	0.65	0.67	0.79	0.86							
CAPACIDAD PORTANTE SEGÚN HANSEN												
(Df) [m]	0.50	0.70	1.50	2.00								
$q_{ult}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	494.29	515.79	603.53	659.79							
	[t/m <sup>2</sup> ]	50.40	52.59	61.54	67.28							
	[Kg/cm <sup>2</sup> ]	5.04	5.26	6.15	6.73							
$q$	[kN]	79.09	82.53	96.57	105.57							
	[t]	8.06	8.42	9.85	10.76							
	[Kg]	8064.46	8415.18	9846.75	10764.63							
$Q_{adm}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	63.27	66.02	77.25	84.45							
	[t/m <sup>2</sup> ]	6.45	6.73	7.88	8.61							
	[Kg/cm <sup>2</sup> ]	0.65	0.67	0.79	0.86							
CAPACIDAD PORTANTE SEGÚN TERZAGHI												
(Df) [m]	0.50	0.70	1.50	2.00								
$q_{ult}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	405.10	420.94	484.31	523.91							
	[t/m <sup>2</sup> ]	41.31	42.92	49.38	53.42							
	[Kg/cm <sup>2</sup> ]	4.13	4.29	4.94	5.34							
$q$	[kN]	64.82	67.35	77.49	83.83							
	[t]	6.61	6.87	7.90	8.55							
	[Kg]	6609.23	6867.69	7901.55	8547.72							
$Q_{adm}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	51.85	53.88	61.99	67.06							
	[t/m <sup>2</sup> ]	5.29	5.49	6.32	6.84							
	[Kg/cm <sup>2</sup> ]	0.53	0.55	0.63	0.68							

Fuente. Autor



ESTUDIO GEOTÉCNICO

INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS PARA LA  
GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO  
DE TEORAMA, EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER.

FECHA DE VIGENCIA

02/01/2022

CÓDIGO:

IF-LAB-016-V6

CONSECUTIVO:

EG-001-W-1133-22

ESTE DOCUMENTO ES VÁLIDO CON LA FIRMA Y SELLO EN ORIGINA DE NHSQ INGENIERÍA S.A.S

Tabla 30 Carga Muerta + Carga Viva Normal + Sismo De Diseño Seudo Estático (Sondeo 1 al 9) B=0.40 m

DATOS INICIALES Y FACTORES DE CARGA PARA Df (0.50 a 2.00 m) - (CARGA MUERTA + CARGA VIVA MÁXIMA)												
DATOS INICIALES TIPO DE SUELO	$\gamma =$	[kN/m <sup>3</sup> ]	17.80	$\delta =$	[°]	0.00	$\alpha =$	--	0.00	FS =	--	1.10
	$\phi =$	[°]	15.80	$\beta =$	[°]	0.00	$q_v =$	[kN/m <sup>2</sup> ]	0.00	ESTRATO DE ARENA LIMOSA		
	$c =$	[kN/m <sup>2</sup> ]	28.00	$\eta =$	[°]	0.00	$q_h =$	[kN/m <sup>2</sup> ]	0.00			
FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA	SEGÚN MEYERHOF			SEGÚN VESIC			SEGÚN HANSEN			SEGÚN TERZAGHI		
	Nq	Nc	Ng	Nq	Nc	Ng	Nq	Nc	Ng	Nq	Nc	Ng
	4.253	11.496	1.322	4.253	11.496	2.973	4.253	11.496	1.381	4.450	12.860	1.520
CAPACIDAD PORTANTE SEGÚN MEYERHOF												
(Df) [m]		0.50	0.70	1.50	2.00							
q <sub>ult</sub>	[kN/m <sup>2</sup> ]	636.31	718.96	1073.09	1313.53							
	[t/m <sup>2</sup> ]	64.88	73.31	109.42	133.94							
	[Kg/cm <sup>2</sup> ]	6.49	7.33	10.94	13.39							
q	[kN]	101.81	115.03	171.69	210.17							
	[t]	10.38	11.73	17.51	21.43							
	[Kg]	10381.52	11730.01	17507.71	21430.55							
Q <sub>adm</sub>	[kN/m <sup>2</sup> ]	92.55	104.58	156.09	191.06							
	[t/m <sup>2</sup> ]	9.44	10.66	15.92	19.48							
	[Kg/cm <sup>2</sup> ]	0.94	1.07	1.59	1.95							
CAPACIDAD PORTANTE SEGÚN VESIC												
(Df) [m]		0.50	0.70	1.50	2.00							
q <sub>ult</sub>	[kN/m <sup>2</sup> ]	494.29	515.79	603.53	659.79							
	[t/m <sup>2</sup> ]	50.40	52.60	61.54	67.28							
	[Kg/cm <sup>2</sup> ]	5.04	5.26	6.15	6.73							
q	[kN]	79.09	82.53	96.57	105.57							
	[t]	8.06	8.42	9.85	10.76							
	[Kg]	8064.50	8415.22	9846.79	10764.67							
Q <sub>adm</sub>	[kN/m <sup>2</sup> ]	71.90	75.02	87.79	95.97							
	[t/m <sup>2</sup> ]	7.33	7.65	8.95	9.79							
	[Kg/cm <sup>2</sup> ]	0.73	0.77	0.90	0.98							
CAPACIDAD PORTANTE SEGÚN HANSEN												
(Df) [m]		0.50	0.70	1.50	2.00							
q <sub>ult</sub>	[kN/m <sup>2</sup> ]	494.29	515.79	603.53	659.79							
	[t/m <sup>2</sup> ]	50.40	52.59	61.54	67.28							
	[Kg/cm <sup>2</sup> ]	5.04	5.26	6.15	6.73							
q	[kN]	79.09	82.53	96.57	105.57							
	[t]	8.06	8.42	9.85	10.76							
	[Kg]	8064.46	8415.18	9846.75	10764.63							
Q <sub>adm</sub>	[kN/m <sup>2</sup> ]	71.90	75.02	87.79	95.97							
	[t/m <sup>2</sup> ]	7.33	7.65	8.95	9.79							
	[Kg/cm <sup>2</sup> ]	0.73	0.77	0.90	0.98							
CAPACIDAD PORTANTE SEGÚN TERZAGHI												
(Df) [m]		0.50	0.70	1.50	2.00							
q <sub>ult</sub>	[kN/m <sup>2</sup> ]	405.10	420.94	484.31	523.91							
	[t/m <sup>2</sup> ]	41.31	42.92	49.38	53.42							
	[Kg/cm <sup>2</sup> ]	4.13	4.29	4.94	5.34							
q	[kN]	64.82	67.35	77.49	83.83							
	[t]	6.61	6.87	7.90	8.55							
	[Kg]	6609.23	6867.69	7901.55	8547.72							
Q <sub>adm</sub>	[kN/m <sup>2</sup> ]	58.92	61.23	70.44	76.21							
	[t/m <sup>2</sup> ]	6.01	6.24	7.18	7.77							
	[Kg/cm <sup>2</sup> ]	0.60	0.62	0.72	0.78							

Fuente. Autor

## 11 RECOMENDACIONES DE CIMENTACIÓN

Una vez estudiadas las características de las unidades litológicas que aparecen en el terreno investigado, analizaremos la tipología de cimentación más adecuada para la construcción de la estructura, se toman como datos de partida, las características constructivas de la edificación proyectada y los condicionantes geotécnicos del subsuelo, así como trabajos realizados en la zona con anterioridad y nuestra experiencia en la región.

Se aclara que, si es necesario utilizar otro sistema de cimentación diferente al propuesto, se recomienda ver tabla N° 15 a 17 donde se describe la capacidad portante por cada metro de profundidad.

Teniendo en cuenta las características de las estructuras y el perfil del suelo encontrado, para edificaciones mencionadas en la siguiente tabla se presentan la siguiente alternativa:

Tabla 31 Recomendación de cimentación

Edificación	Tipo de cimentación
Pedestal para paneles solares	Pedestales de concreto de 0.40 x 0.40 cimentado a -0.70 m (h1) donde $Q_{adm} = 1.43 \text{ Kg/cm}^2$

Fuente. Autor

**Pedestales de los paneles solares:** Emplear pedestales a una profundidad de cimentación genérica de **(h1=-0.70 m)** con respecto al nivel del terreno, es importante que al momento de realizar las excavaciones y antes de empezar a fundir el concreto se coloque una capa de concreto de limpieza de espesor 0.05 m.

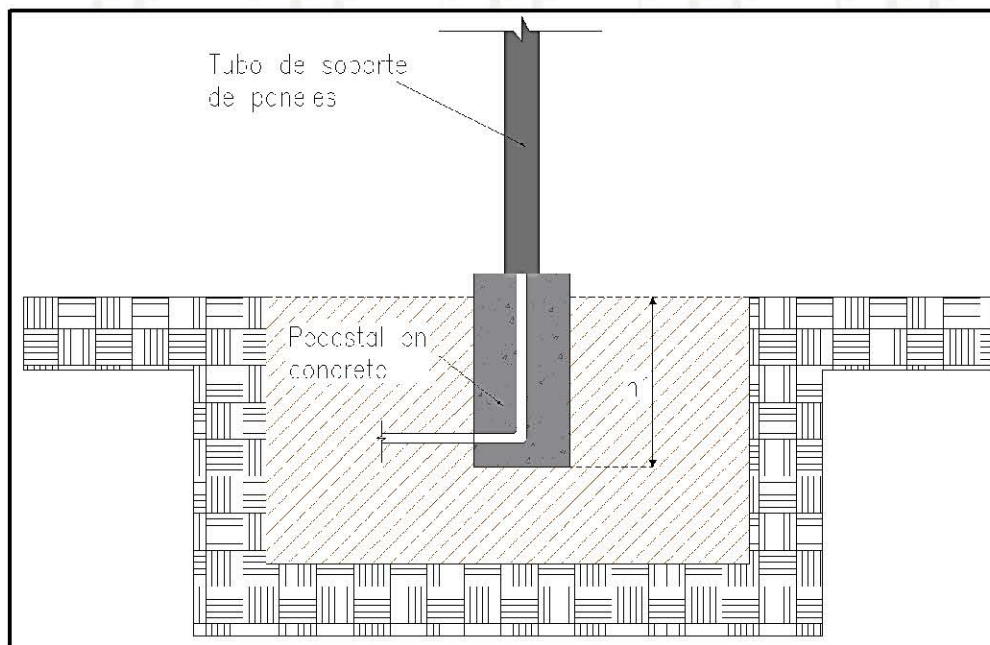




Figura 4 Representación gráfica del sistema de cimentación, pedestal en concreto.



	<b>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b> <b>HACEMOS LO CORRECTO, CORRECTAMENTE</b>		
	<b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b>		
	<b>INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO DE TEORAMA, EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER.</b>		
	<b>FECHA DE VIGENCIA</b> 02/01/2022	<b>CÓDIGO:</b> IF-LAB-016-V6	<b>CONSECUTIVO:</b> EG-001-W-1133-22
ESTE DOCUMENTO ES VALIDO CON LA FIRMA Y SELLO EN ORIGINA DE NHSQ INGENIERÍA S.A.S			

## 11.1 Proceso Constructivo

Luego de considerar los resultados del trabajo de campo, los resultados de los ensayos realizados en el laboratorio, las propiedades mecánicas del suelo encontrado y de acuerdo con el nivel en que quedarán ubicadas las estructuras con respecto al nivel del terreno en el momento de la exploración y de estudiar las diferentes posibilidades de cimentación, se consideró como solución más adecuada desde el punto de vista económico e ingenieril, apoyar esta estructura empleando pedestales de concreto.

### 11.1.1 Excavación y Hormigón de Limpieza

Para la construcción de los pedestales, no se deberá efectuar entibado para la excavación de las mismas, para esto se excava una parte de la zanja y las paredes se pulen para dejarlas relativamente lisas.

El material procedente de la excavación de las cimentaciones podrá ser utilizado para la nivelación del terreno, siempre y cuando esté libre de escombros, de materiales contaminantes o material con alto índice de plasticidad.

El terreno presenta una superficie plana, en las zonas donde se va a realizar la construcción, se debe retirar todo el material que se encuentra con materia orgánica y buscar la altura recomendadas en donde se encuentra la cota de cimentación, a partir de estas cotas se funden los pedestales.

Después de efectuar el replanteo de los pedestales, se inicia la excavación con una, en el caso de terreno de tránsito, o con martillo en caso de terreno rocoso o conglomerado, reservando el material acopiado para el posterior relleno o para su transporte a vertedero. De acuerdo con el tipo de terreno y a la profundidad de excavación se disponen los taludes necesarios para garantizar su estabilidad.

Al llegar al fondo de la excavación, la misma se nivela y se comprueba si el terreno, considerando las condiciones de tensión admisible del proyecto, es el previsto para efectuar la cimentación. Las dimensiones de los pedestales deben ser las de los planos, con una tolerancia en + ó - 5 cm.



Antes de verter el hormigón de limpieza, se limpiará el fondo de la excavación quitando cualquier material suelto hasta obtener una plataforma horizontal. En la superficie de la excavación se disponen repartidos uniformemente marcando la cota de hormigón de limpieza coincidiendo con la cota inferior de los pedestales. En caso de que sea necesario, se coloca seguidamente el encofrado lateral, comprobando las dimensiones y pendientes.

Luego se coloca el hormigón de limpieza para nivelar el fondo de la excavación y para preparar la colocación de la armadura.

### 11.1.2 Amaduras

Comprobada la colocación del acero de refuerzo, se efectúa el replanteo de la cota de hormigonado colocando barras de acero o pintando los laterales. Luego se disponen cuerdas entre las marcas para la nivelación de la superficie de hormigón.



	<b>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b> <b>HACEMOS LO CORRECTO, CORRECTAMENTE</b>		
	<b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b>		
	<b>INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO DE TEORAMA, EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER.</b>		
	<b>FECHA DE VIGENCIA</b> 02/01/2022	<b>CÓDIGO:</b> IF-LAB-016-V6	<b>CONSECUTIVO:</b> EG-001-W-1133-22
<b>ESTE DOCUMENTO ES VÁLIDO CON LA FIRMA Y SELLO EN ORIGINA DE NHSQ INGENIERÍA S.A.S</b>			

Previo a hormigonar, debe limpiarse la superficie de asiento de toda suciedad y materiales sueltos. Se lava la superficie y si quedan charcos, debe eliminarse todo resto de agua. Se hormigona con bomba o grúa con cubilote. El hormigón se coloca con vertido directo, desde una altura menor o igual a 1,5 m., tratando de que no segregue y considerando los factores climáticos (EHE).

Al hormigonar, debe cuidarse que no se produzcan desplazamientos de los encofrados o de las armaduras y tratando que no se formen juntas, coqueras o planos de debilidad dentro de estas secciones. El hormigón se coloca en forma continua o en capas, con esperas cortas para que al colocar la capa siguiente, la anterior aún se encuentre en estado plástico, para evitar la formación de junta fría.

Se compacta el hormigón mediante vibradores de aguja, considerando que la aguja se introduzca profundamente en la masa vertical y debe quitarse con lentitud y a velocidad constante. El hormigón se compacta en tongadas no mayores a 60 cm. Cuando se compacta por tongadas, la aguja del vibrador debe introducirse en la capa inferior entre 10 y 15 cm.

### 11.1.3 Juntas

Todas las juntas de hormigonado deben preverse en el proyecto. Si se produjera alguna junta no prevista, deberá ejecutarse normalmente en la dirección de los esfuerzos máximos; cuando esto no pueda realizarse, formarán con ella el mayor ángulo que sea posible.

Cuando se interrumpe el hormigonado, superando las 4 ó 6 horas, se limpiará la junta con un chorro a presión de aire y agua o con cualquier otro sistema que realice la correcta limpieza de la lechada superficial, áridos sueltos, etc., para que el árido quede visto.

### 11.1.4 Curado del Hormigón

El curado se efectúa mediante riego de agua o con líquido especial de curado (filmógeno) durante 7 días seguidos.



Esta operación se realiza en toda la superficie expuesta a continuación del vibrado y enrasado de la superficie final, para evitar la aparición de fisuras de retracción plástica con la pérdida de humedad. Si se emplea película filmógena, la misma se extiende sobre la superficie humedecida y saturada, pero evitando los charcos.

Los paramentos encofrados se curan inmediatamente después de desencofrar. En los curados con agua, el proceso lleva una duración mínima de 4 días; si las temperaturas son muy bajas, se extiende a 7 días. Si arreciara el viento, hubiera mucho calor o baja humedad ambiente, se intensifican los procesos de curado.

### 11.1.5 Aspectos para Tener en Cuenta

Las tareas de excavación del fondo y laterales se efectúan inmediatamente antes del vertido del hormigón de limpieza, para impedir así que el terreno de cimentación sufra cualquier deterioro. Se procura mantener abierta la excavación el menor tiempo que sea posible.



	<b>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b> <b>HACEMOS LO CORRECTO, CORRECTAMENTE</b>		
	<b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b>		
	<b>INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO DE TEORAMA, EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER.</b>		
	<b>FECHA DE VIGENCIA</b> 02/01/2022	<b>CÓDIGO:</b> IF-LAB-016-V6	<b>CONSECUTIVO:</b> EG-001-W-1133-22
<b>ESTE DOCUMENTO ES VÁLIDO CON LA FIRMA Y SELLO EN ORIGINA DE NHSQ INGENIERÍA S.A.S</b>			

En el caso en que al excavar los pedestales se comprueba que el cimiento no es el adecuado, se efectuará nuevamente el cálculo de estos.

El fondo de la excavación debe tener planeidad y homogeneidad suficiente para evitar los asientos diferenciales. Debe cuidarse la excavación controlando que no se vierta hormigón en exceso.

Verificar la estanquidad de los encofrados para impedir las pérdidas de lechada.  
Siempre guardar vibradores de repuesto para la vibración del hormigón.  
En los casos en que se requiera, disponer con anterioridad la conexión y red de puesta a tierra.

### 11.1.6 Criterios de Medición

Hormigón: por volumen en m<sup>3</sup>, según planos.

Acero Corrugado: por peso en Kg.



### 11.1.7 Control de Calidad

A fin de poder efectuar un control sobre la ejecución de los pedestales, deberá considerarse lo siguiente:

Trabajos de Replanteo.  
Comprobar las dimensiones de los pedestales.  
Verificar el fondo de la excavación.  
Verificar las cotas de hormigón de limpieza.  
Verificar la correcta colocación de la ferralla.  
Comprobar el tipo y calidad del hormigón vertido.  
Comprobar probetas de hormigón.  
Curado y trazabilidad del hormigón.

## 12 CONCLUSIONES

- El municipio de Teorama es catalogado según la NSR-10 como una zona de riesgo sísmico intermedio.
- Según la NSR-10 el tipo de suelo para este proyecto se clasifica como Grupo I — Estructuras de ocupación normal. El coeficiente de importancia para este proyecto es 1.00.
- La localización de los sondeos se presenta en el anexo 12, según los requerimientos de NSR10.
- No se encontró registro de nivel freático, cabe resaltar que los sondeos se realizaron en el mes de septiembre de 2022.

	<b>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b> <b>HACEMOS LO CORRECTO, CORRECTAMENTE</b>		
	<b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b>		
	<b>INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO DE TEORAMA, EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER.</b>		
	<b>FECHA DE VIGENCIA</b> 02/01/2022	<b>CÓDIGO:</b> IF-LAB-016-V6	<b>CONSECUTIVO:</b> EG-001-W-1133-22
<b>ESTE DOCUMENTO ES VÁLIDO CON LA FIRMA Y SELLO EN ORIGINA DE NHSQ INGENIERÍA S.A.S</b>			

Sondeo	Profundidad del N.A.F (m)
S1	---
S2	---
S3	---
S4	---
S5	---
S6	---
S7	---
S8	---
S9	---

- Aunque para suelos estratificados no se tiene definida una teoría única sobre los asentamientos, estos son alrededor de 3.1 mm y se encuentra entre los asentamientos tolerables para las construcciones.
- El suelo de cimentación se clasifica como:
  - A-2-4 SM material sedimentario compuesto por arena limosa color café.
- Se recomienda de cimentación se describe en la siguiente tabla.

Edificación	Tipo de cimentación
Pedestal para paneles solares	Pedestales de concreto de 0.40 x 0.40 cimentado a -0.70 m (h1) donde $Q_{adm} = 1.43 \text{ Kg/cm}^2$

- El presente documento cumple los términos de la Norma NSR-10, vigente en el aspecto de un estudio geotécnico.
- Este documento puede ser utilizado para la licencia de construcción del exclusivamente del lote en estudio.
- Esta oficina siempre estará disponible para cualquier consulta y asesoría en el proceso de diseño.
- Según el artículo H.2.2.3 Asesoría geotécnica en las etapas de diseño y construcción de la NSR-10 por ser de categoría media requiere asesoría tanto en el diseño como en la etapa de construcción.
- Se recomienda que un Ingeniero Geotecnista revise si las hipótesis del estudio corresponden a las encontradas en el presente informe basado en ensayos de laboratorio y trabajo de campo.
- Los resultados que se presentan en este informe se basan en las características del subsuelo explotado, los resultados de laboratorio y los análisis siguiendo las teorías y normas más recientes y aceptadas en el campo de la ingeniería de cimentaciones.
- Las anteriores conclusiones y recomendaciones deben interpretarse en conjunto con las observaciones y recomendaciones planteadas en todo el texto.



	<b>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b> <b>HACEMOS LO CORRECTO, CORRECTAMENTE</b>		
	<b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b>		
	<b>INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO DE TEORAMA, EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER.</b>		
	<b>FECHA DE VIGENCIA</b> 02/01/2022	<b>CÓDIGO:</b> IF-LAB-016-V6	<b>CONSECUTIVO:</b> EG-001-W-1133-22
<b>ESTE DOCUMENTO ES VÁLIDO CON LA FIRMA Y SELLO EN ORIGINA DE NHSQ INGENIERÍA S.A.S</b>			

## OTRAS RECOMENDACIONES

En el momento de la ejecución de las obras es necesario programar las actividades de tal manera que las excavaciones permanezcan abiertas el menor tiempo posible con el fin de evitar la degradación de las propiedades del suelo de fundación.

Si una vez alcanzada la profundidad de cimentación se encuentra materia orgánica, rellenos de basura y/o desechos de construcción, es necesario retirarlos en su totalidad y reemplazarlos por material seleccionado debidamente compactado.

Si las edificaciones continuas se pueden ver afectadas durante la construcción por diversas causas asociadas a los procesos de construcción, se recomienda levantar un acta de vecindades, documentada con fotos y videos con el fin de evitar que se adjudiquen a la nueva construcción daños existentes no ocasionados por las obras en construcción.

Si durante las etapas de diseño y construcción se encuentran condiciones del subsuelo diferentes a las descritas como típicas en este informe se dará aviso oportuno a NHSQ INGENIERIA S.A.S para complementar la información: conclusiones y recomendaciones.

## 13 BIBLIOGRAFÍA

REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE NSR-10, "Titulo H", Bogotá D.C., 2007.

MECÁNICA DE SUELOS: SOIL MECHANICS / WILLIAM LAMBE. – 2ª. Ed. – MÉXICO : LIMUSA, 2013.

MECÁNICA DE SUELOS Y CIMENTACIONES / CARLOS CRESPO VILLALAZ – 6ª. Ed. – MÉXICO : LIMUSA, 2014.

INGENIERÍA DE CIMENTACIONES = FOUNDATION ENGINEERING / RALPH B. PECK. – MÉXICO : LIMUSA WILEY, 2012.

	<b>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b> <b>HACEMOS LO CORRECTO, CORRECTAMENTE</b>		<b>ISO 9001:2015</b> <b>BUREAU VERITAS</b> <b>Certification</b> 
	<b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b>		
	<b>INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO DE TEORAMA, EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER.</b>		
	<b>FECHA DE VIGENCIA</b> 02/01/2022	<b>CÓDIGO:</b> IF-LA-B-016-V6	<b>CONSECUTIVO:</b> EG-001-W-1133-22
<b>ESTE DOCUMENTO ES VALIDO CON LA FIRMA Y SELLO EN ORIGINA DE NHSQ INGENIERÍA S.A.S</b>			

## Anexo 1 Registro Fotográfico



ESTUDIO GEOTÉCNICO

INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS PARA LA  
GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO  
DE TEORAMA, EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER.

FECHA DE VIGENCIA

02/01/2022

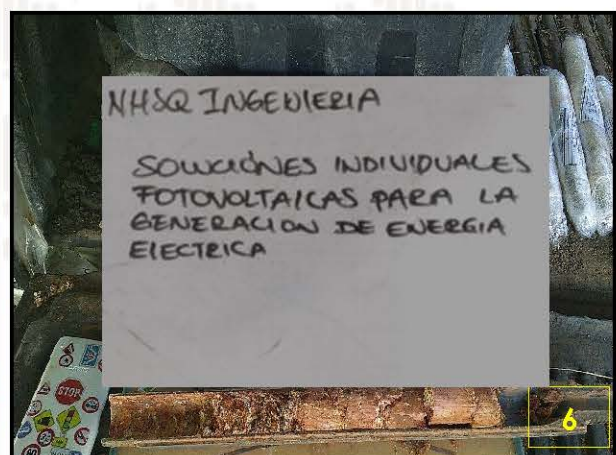
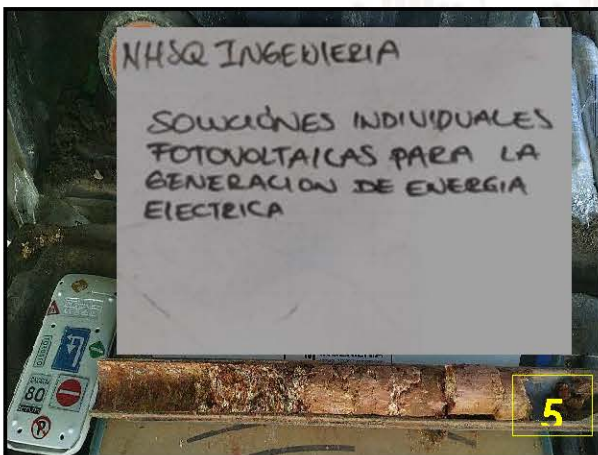
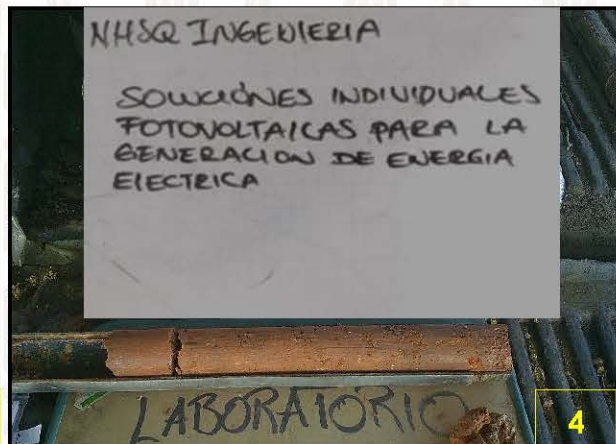
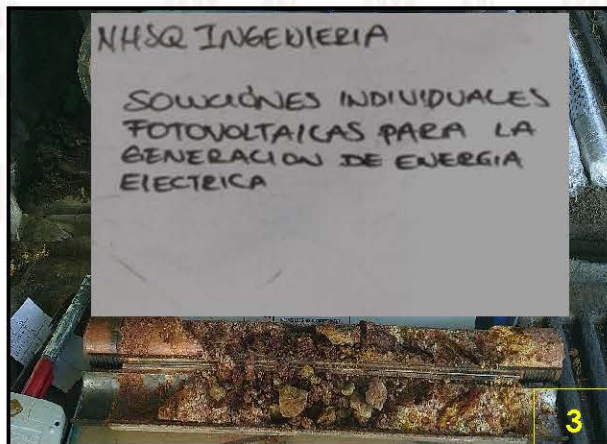
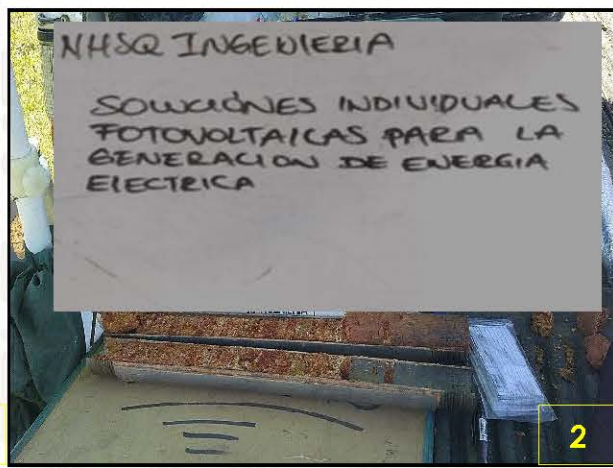
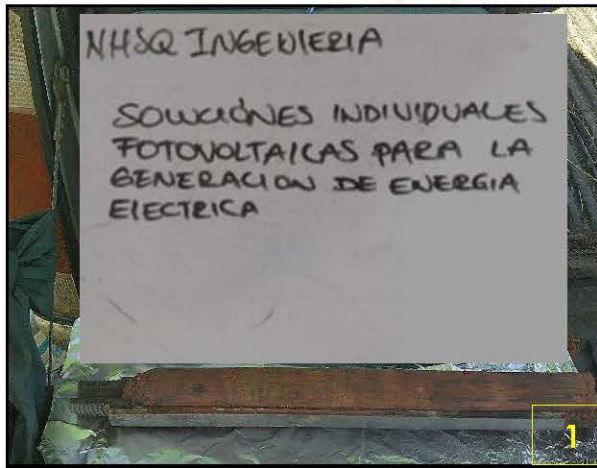
CÓDIGO:

IF-LAB-016-V6

CONSECUTIVO:

EG-001-W-1133-22

ESTE DOCUMENTO ES VALIDO CON LA FIRMA Y SELLO EN ORIGINA DE NHSQ INGENIERIA S.A.S



ESTUDIO GEOTÉCNICO

INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS PARA LA  
GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO  
DE TEORAMA, EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER.

FECHA DE VIGENCIA

02/01/2022

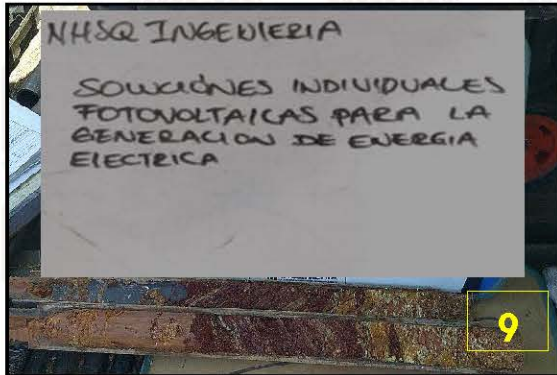
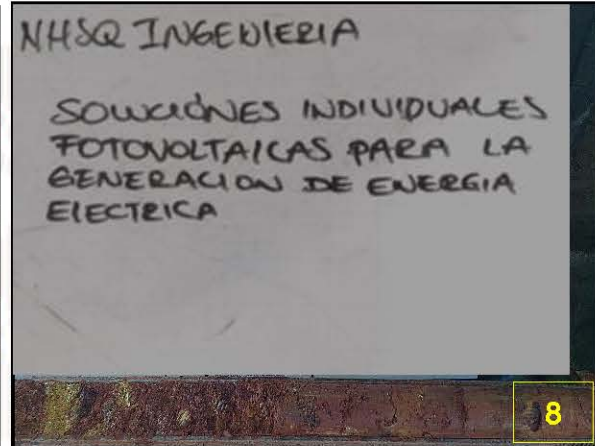
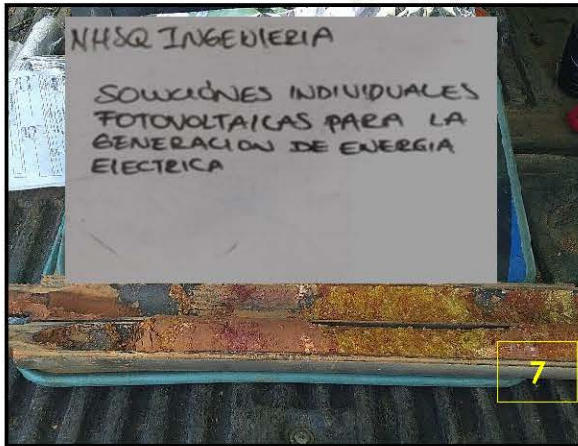
CÓDIGO:

IF-LAB-016-V6

CONSECUTIVO:



EG-001-W-1133-22

ESTE DOCUMENTO ES VALIDO CON LA FIRMA Y SELLO EN ORIGINA DE NHSQ INGENIERIA S.A.S



En las imágenes 1 a 9 se muestran los trabajos exploratorios de campo



	<b>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b> <b>HACEMOS LO CORRECTO, CORRECTAMENTE</b>		
	<b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b>		
	<b>INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO DE TEORAMA, EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER.</b>		
	<b>FECHA DE VIGENCIA</b> 02/01/2022	<b>CÓDIGO:</b> IF-LA-B-016-V6	<b>CONSECUTIVO:</b> EG-001-W-1133-22
<b>ESTE DOCUMENTO ES VALIDO CON LA FIRMA Y SELLO EN ORIGINA DE NHSQ INGENIERÍA S.A.S</b>			

## Anexo 2 Registro estratigráfico y resultados de laboratorio sondeo S1

ESPECIFICACIÓN / NORMA

FECHA DE VIGENCIA

CÓDIGO

ESTE DOCUMENTO NO ES VALIDO SIN LA FIRMA Y EL SELLO ORIGINAL DEL LABORATORIO NHSQ INGENIERIA

NTC-2017

02/ENERO/2020

F-LAB-035-V6

OBJETO :

INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO DE TEORAMA, EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER

MUNICIPIO:

TEORAMA

DEPARTAMENTO:

NORTE DE SANTANDER

O.T./MUESTRA N°:

EG-001-W-1133-22

FECHA DE REGISTRO:

SEPTIEMBRE DE 2022

DIRIGIDO A:

UNIÓN TEMPORAL ALIANZA ENERGÉTICA 2022

NIT:

901547460-1

COORDENADAS:

LATITUD:

9° 5'46.19"N

FECHA DE ENTREGA:

SEPTIEMBRE DE 2022

SITO:

TEORAMA, NORTE DE SANTANDER

LONGITUD:

73° 0'13.21"O

SONDEO:

1

ALTURA DEL SONDEO "m"	ESTRATO	PERFIL DEL SUELO SEGUN LA NSR-10	DESCRIPCION DEL MATERIAL	# DE GOLPES "N" no corregido				COTA	% W	L.L	L.P	LP	PORCENTAJE DEL MATERIAL %	yh HUMEDA (g/cm3)	ys SECA (g/cm3)
				N0-15	N15-30	N30-45	N15-45								
			MATERIAL VEGETAL												
			ARENA LIMOSA												
1.00		<b>D</b>	A-6 CL MATERIAL SEDIMENTARIO COMPUESTO POR ARCILLA CON ARENA DE COLOR CAFÉ	12	14	12	26	0.50-0.95					GRAVA 0.00		
													ARENA 11.75		
				13	15	13	28	1.00-1.45	20.5%	34.5	21.5	13.0	FINOS 88.25	1.78	1.48
													SUMA 100.00		
2.00				16	16	16	32	1.50-1.95							
			<b>FIN DE LA EXPLORACIÓN</b>												
3.00								2.00-2.45							
								2.50-2.95							
								3.00-3.45							
4.00								3.50-3.95							
								4.00-4.45							
5.00								4.50-4.95							
								5.00-5.45							
6.00								5.50-5.95							

Observaciones

De acuerdo a la norma ASTM D1586, para considerar rechazo se debe cumplir alguna de las siguientes condiciones:

1. Se aplica un total de 50 golpes, durante cualquiera de los tres incrementos de 15 cm que componen la prueba.
2. No se observa avance de la cuchara, durante la aplicación de 10 golpes sucesivos

PROCESÓ:

Ing. ANA LILIANA PAN URRIOLA

Analista de Ingeniería

REVISÓ Y APROBÓ:

Ing. HAIVER DAVID OLIVO MELGAREJO

Coordinador de Ingeniería



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO,  
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS**

ESPECIFICACIÓN/NORMA

INV. E-123, 125 y 126 - 13

FECHA DE VIGENCIA

02/ENERO/2020

CÓDIGO

F-LAB-010-V6

ESTE DOCUMENTO NO ES VÁLIDO SIN LA FIRMA Y EL SELLO ORIGINAL DEL LABORATORIO NHSQ INGENIERIA

PROYECTO:

INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO DE TEORAMA, EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER

O.T/MUESTRA N°:

EG-001-W-1133-22

DIRIGIDO A:

UNIÓN TEMPORAL ALIANZA ENERGÉTICA 2022

FECHA DE REGISTRO:

SEPTIEMBRE DE 2022

NIT:

901547460-1

FECHA DE ENTREGA:

SEPTIEMBRE DE 2022

MATERIAL:

PROVENIENTE DE LA EXPLORACIÓN

MUNICIPIO/DPTO:

TEORAMA / NORTE DE SANTANDER

SONDEO N°:

1

MUESTRA N°:

1

PROFUNDIDAD (m):

0,50 - 2,00

SITIO:

TEORAMA, NORTE DE SANTANDER

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

**DATOS DEL ENSAYO**

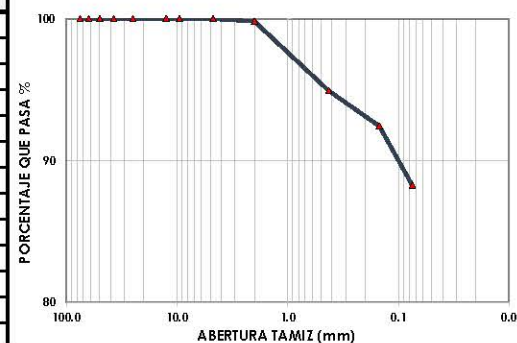
PASA TAMIZ N° 200 (75 µm ) (%)	88,3%
MASA DE LA COPA (g)	0,0
MASA INICIAL SECA(g)	323,0
HUMEDAD NATURAL (%)	20,5%
MASA INICIAL SECA ANTES DE LAVADO (g)	268,0
MASA FINAL DESPUÉS DE LAVADO (g)	38,0
<b>CÁLCULO DE LA HUMEDAD NATURAL</b>	
MASA DE LA COPA (g)	5,3
MASA INICIAL HUMEDA(g)	54,3
MASA FINAL SECA(g)	46,0
HUMEDAD NATURAL (%)	20,5%

**CLASIFICACIÓN DEL SUELO**

D10	--	D30	--	D60	--
Cc	--	Cu	--		
AASHTO	A-6				
DESCRIPCIÓN	Arcilla con arena				
S.U.C.S	CL				
COLOR	Marron				
DESCRIPCIÓN	Material sedimentario compuesto por arcilla arenosa de color marron				

TAMIZ		MASA RETENIDA (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASA
Pulg	mm				
3"	75,0	0,0	0,0	0,0	100
2 -1/2"	63,0	0,0	0,0	0,0	100
2"	50,0	0,0	0,0	0,0	100
1 -1/2"	37,5	0,0	0,0	0,0	100
1"	25,0	0,0	0,0	0,0	100
1/2"	12,5	0,0	0,0	0,0	100
3/8"	9,5	0,0	0,0	0,0	100
N°4	4,75	0,0	0,0	0,0	100
N°10	2,00	0,6	0,2	0,2	100
N°40	0,425	15,8	4,9	5,1	95
N°100	0,15	8,0	2,5	7,6	92
N°200	0,075	13,5	4,2	11,8	88
FONDO		285,0	88,3	100,0	0
SUMATORIA		323,0	100		

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



**DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DEL MATERIAL**

GRAVA	0,0%	ARENA	11,8%	FINOS	88,3%
-------	------	-------	-------	-------	-------

**NÚMERO DE GOLPES**

	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
	14	24	36			
MASA RECIPIENTE, g. ( Wc )	5,37	5,82	5,68	5,26	5,68	
MASA RECIPIENTE + MUESTRA HUMEDA, g ( W1 )	34,96	32,43	34,23	20,85	19,53	
MASA RECIPIENTE + MUESTRA SECA AL HORNO, g(W2)	25,78	25,39	28,80	18,11	17,07	
MASA DEL AGUA, g. ( Ww ) = W1 - W2	9,2	7,0	5,4	2,7	2,5	
MASA DE LA MUESTRA SECA, g ( Ws ) = W2 - Wc	20,4	19,6	23,1	12,8	11,4	
HUMEDAD NATURAL, % ( W ) = ( Ww / Ws ) * 100	45,0	36,0	23,5	21,4	21,6	

**CÁLCULO ÍNDICE DE PLASTICIDAD**

LÍMITE LÍQUIDO, % ( L.L. )	34,5
LÍMITE PLÁSTICO, % ( L.P. )	21,5
ÍNDICE DE PLASTICIDAD %, I.P. = L.L. - L.P.	13,0
% PASA TAMIZ No 200:	88,3



**GRÁFICO LÍMITE LÍQUIDO**



REVISÓ Y APROBÓ:

Ing. HAIVER DAVID OLIVO MELGAREJO

Coordinador de Ingeniería

	<b>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b> <b>HACEMOS LO CORRECTO, CORRECTAMENTE</b>		
	<b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b>		
	<b>INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS PARA LA  GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO  DE TEORAMA, EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER.</b>		
	<b>FECHA DE VIGENCIA</b> 02/01/2022	<b>CÓDIGO:</b> IF-LA-B-016-V6	<b>CONSECUTIVO:</b> EG-001-W-1133-22
<b>ESTE DOCUMENTO ES VALIDO CON LA FIRMA Y SELLO EN ORIGINA DE NHSQ INGENIERÍA S.A.S</b>			

## Anexo 3 Registro estratigráfico y resultados de laboratorio sondeo S2



ESPECIFICACIÓN / NORMA	FECHA DE VIGENCIA	CÓDIGO	ESTE DOCUMENTO NO ES VÁLIDO SIN LA FIRMA Y EL SELLO ORIGINAL DEL LABORATORIO NHSQ INGENIERIA	
NTC-2017	02/ENERO/2020	F-LAB-035-V6		
<b>OBJETO :</b>	INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO DE TEORAMA, EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER		<b>MUNICIPIO:</b>	TEORAMA
			<b>DEPARTAMENTO:</b>	NORTE DE SANTANDER
			<b>O.T./MUESTRA N°:</b>	EG-001-W-1133-22
			<b>FECHA DE REGISTRO:</b>	SEPTIEMBRE DE 2022
<b>DIRIGIDO A:</b>	UNIÓN TEMPORAL ALIANZA ENERGÉTICA 2022	<b>NIT:</b>	901547460-1	<b>COORDENADAS:</b>
<b>SITO:</b>	TEORAMA, NORTE DE SANTANDER	<b>LATITUD:</b>	9° 3'25.70"N	<b>FECHA DE ENTREGA:</b>
		<b>LONGITUD:</b>	73° 0'47.63"O	<b>SONDEO:</b>
				<b>2</b>

ALTURA DEL SONDEO "m"	ESTRATO	PERFIL DEL SUELO SEGUN LA NSR-10	DESCRIPCION DEL MATERIAL	# DE GOLPES "N" no corregido				COTA	% W	L.L	L.P	LP	PORCENTAJE DEL MATERIAL %	yh HUMEDA (g/cm3)	ys SECA (g/cm3)
				N0-15	N15-30	N30-45	N15-45								
			MATERIAL VEGETAL												
			ARENA LIMOSA												
1.00		<b>D</b>	A-6 CL MATERIAL SEDIMENTARIO COMPUESTO POR ARCILLA CON ARENA DE COLOR CAFÉ	13	10	14	24	0.50-0.95					GRAVA 0.00		
													ARENA 11.06		
				14	11	15	26	1.00-1.45	21.3%	35.2	21.9	13.3	FINOS 88.94	1.78	1.47
													SUMA 100.00		
2.00				16	13	17	30	1.50-1.95							
			<b>FIN DE LA EXPLORACIÓN</b>												
								2.00-2.45							
3.00								2.50-2.95							
								3.00-3.45							
								3.50-3.95							
4.00								4.00-4.45							
								4.50-4.95							
5.00								5.00-5.45							
								5.50-5.95							
6.00															

**Observaciones**

De acuerdo a la norma ASTM D1586, para considerar rechazo se debe cumplir alguna de las siguientes condiciones:

1. Se aplica un total de 50 golpes, durante cualquiera de los tres incrementos de 15 cm que componen la prueba.
2. No se observa avance de la cuchara, durante la aplicación de 10 golpes sucesivos

PROCESÓ:

Ing. ANA LILIANA PAN URRIOLA

Analista de Ingeniería

REVISÓ Y APROBÓ:

Ing. HAIVER DAVID OLIVO MELGAREJO

Coordinador de Ingeniería

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO,  
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS**

ESPECIFICACIÓN/NORMA

INV. E-123, 125 y 126 - 13

FECHA DE VIGENCIA

02/ENERO/2020

CÓDIGO

F-LAB-010-V6

ESTE DOCUMENTO NO ES VÁLIDO SIN LA FIRMA Y EL SELLO ORIGINAL DEL LABORATORIO NHSQ INGENIERIA

PROYECTO:

INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO DE TEORAMA, EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER

O.T/MUESTRA N°:

EG-001-W-1133-22

DIRIGIDO A:

UNIÓN TEMPORAL ALIANZA ENERGÉTICA 2022

FECHA DE REGISTRO:

SEPTIEMBRE DE 2022

NIT:

901547460-1

FECHA DE ENTREGA:

SEPTIEMBRE DE 2022

MATERIAL:

PROVENIENTE DE LA EXPLORACIÓN

MUNICIPIO/DPTO:

TEORAMA / NORTE DE SANTANDER

SONDEO N°:

2

MUESTRA N°:

1

PROFUNDIDAD (m):

0,50 - 2,00

SITIO:

TEORAMA, NORTE DE SANTANDER

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

**DATOS DEL ENSAYO**

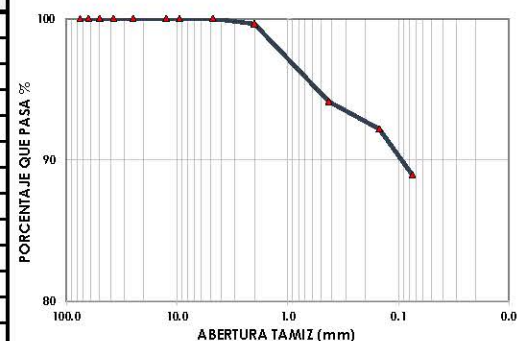
PASA TAMIZ N° 200 (75 µm ) (%)	88.9%
MASA DE LA COPA (g)	0.0
MASA INICIAL SECA(g)	218.3
HUMEDAD NATURAL (%)	21.3%
MASA INICIAL SECA ANTES DE LAVADO (g)	180.0
MASA FINAL DESPUÉS DE LAVADO (g)	24.1
<b>CÁLCULO DE LA HUMEDAD NATURAL</b>	
MASA DE LA COPA (g)	7.0
MASA INICIAL HUMEDA(g)	65.2
MASA FINAL SECA(g)	55.0
HUMEDAD NATURAL (%)	21.3%

**CLASIFICACIÓN DEL SUELO**

D10	--	D30	--	D60	--
Cc	--	Cu	--		
AASHTO	A-6				
DESCRIPCIÓN	Arcilla con arena				
S.U.C.S	CL				
COLOR	Marron				
DESCRIPCIÓN	Material sedimentario compuesto por arcilla arenosa de color marron				

TAMIZ		MASA RETENIDA (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASA
Pulg	mm				
3"	75.0	0.0	0.0	0.0	100
2 -1/2"	63.0	0.0	0.0	0.0	100
2"	50.0	0.0	0.0	0.0	100
1 -1/2"	37.5	0.0	0.0	0.0	100
1"	25.0	0.0	0.0	0.0	100
1/2"	12.5	0.0	0.0	0.0	100
3/8"	9.5	0.0	0.0	0.0	100
N°4	4.75	0.0	0.0	0.0	100
N°10	2.00	0.8	0.4	0.4	100
N°40	0.425	12.0	5.5	5.9	94
N°100	0.15	4.2	1.9	7.8	92
N°200	0.075	7.1	3.3	11.1	89
FONDO		194.2	88.9	100.0	0
SUMATORIA		218.3	100		

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



**DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DEL MATERIAL**

GRAVA	0.0%	ARENA	11.1%	FINOS	88.9%
-------	------	-------	-------	-------	-------

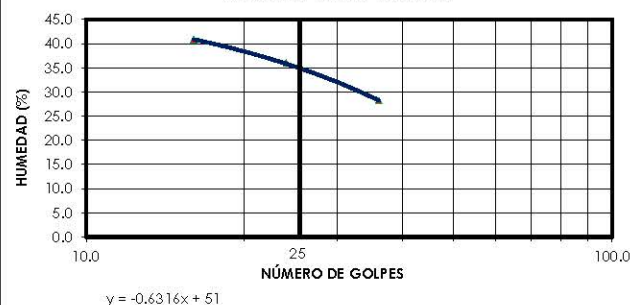
**NÚMERO DE GOLPES**

	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
	16	24	36			
MASA RECIPIENTE, g. ( Wc )	6.46	5.20	5.03	5.48	5.46	
MASA RECIPIENTE + MUESTRA HUMEDA, g ( W1 )	37.40	33.59	33.29	18.70	20.39	
MASA RECIPIENTE + MUESTRA SECA AL HORNO, g(W2)	28.43	26.07	27.07	16.65	17.37	
MASA DEL AGUA, g. ( Ww ) = W1 - W2	9.0	7.5	6.2	2.1	3.0	
MASA DE LA MUESTRA SECA, g ( Ws ) = W2 - Wc	22.0	20.9	22.0	11.2	11.9	
HUMEDAD NATURAL, % ( W ) = ( Ww / Ws ) * 100	40.8	36.0	28.2	18.4	25.4	

**CÁLCULO ÍNDICE DE PLASTICIDAD**

LÍMITE LÍQUIDO, % ( L.L. )	35.2
LÍMITE PLÁSTICO, % ( L.P. )	21.9
ÍNDICE DE PLASTICIDAD %, I.P. = L.L. - L.P.	13.3
% PASA TAMIZ No 200:	88.9

**GRÁFICO LÍMITE LÍQUIDO**





REVISÓ Y APROBÓ:

Ing. HAIVER DAVID OLIVO MELGAREJO

Coordinador de Ingeniería



	<b>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b> <b>HACEMOS LO CORRECTO, CORRECTAMENTE</b>		
	<b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b>		
	<b>INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO DE TEORAMA, EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER.</b>		
	<b>FECHA DE VIGENCIA</b> 02/01/2022	<b>CÓDIGO:</b> IF-LA-B-016-V6	<b>CONSECUTIVO:</b> EG-001-W-1133-22
<b>ESTE DOCUMENTO ES VALIDO CON LA FIRMA Y SELLO EN ORIGINA DE NHSQ INGENIERÍA S.A.S</b>			

## Anexo 4 Registro estratigráfico y resultados de laboratorio sondeo S3

ESPECIFICACIÓN / NORMA	FECHA DE VIGENCIA	CÓDIGO	ESTE DOCUMENTO NO ES VALIDO SIN LA FIRMA Y EL SELLO ORIGINAL DEL LABORATORIO NHSQ INGENIERIA
NTC-2017	02/ENERO/2020	F-LAB-035-V6	

OBJETO :	INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO DE TEORAMA, EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER					MUNICIPIO:	TEORAMA	
						DEPARTAMENTO:	NORTE DE SANTANDER	
						O.T/MUESTRA N°:	EG-001-W-1133-22	
						FECHA DE REGISTRO:	SEPTIEMBRE DE 2022	
DIRIGIDO A:	UNIÓN TEMPORAL ALIANZA ENERGÉTICA 2022	NIT:	901547460-1	COORDENADAS:	LATITUD:	9° 2'31.72"N	FECHA DE ENTREGA:	SEPTIEMBRE DE 2022
SITO:	TEORAMA, NORTE DE SANTANDER				LONGITUD:	73° 1'26.49"O	SONDEO:	3

ALTURA DEL SONDEO "m"	ESTRATO	PERFIL DEL SUELO SEGUN LA NSR-10	DESCRIPCION DEL MATERIAL	# DE GOLPES "N" no corregido				COTA	% W	L.L	L.P	LP	PORCENTAJE DEL MATERIAL %	yh HUMEDA (g/cm3)	ys SECA (g/cm3)	
				N0-15	N15-30	N30-45	N15-45									
		D	MATERIAL VEGETAL													
			ARENA LIMOSA													
1.00			A-6 CL MATERIAL SEDIMENTARIO COMPUESTO POR ARCILLA CON ARENA DE COLOR CAFÉ	14	13	11	24	0.50-0.95	22.6%	32.0	17.8	14.3	GRAVA	0.00	1.78	1.45
													ARENA	11.12		
				17	16	12	28	1.00-1.45					FINOS	88.88		
													SUMA	100.00		
2.00			20	17	15	32	1.50-1.95									
		FIN DE LA EXPLORACIÓN														
							2.00-2.45									
3.00							2.50-2.95									
							3.00-3.45									
							3.50-3.95									
4.00							4.00-4.45									
							4.50-4.95									
							5.00-5.45									
5.00							5.50-5.95									
6.00																

**Observaciones**

De acuerdo a la norma ASTM D1586, para considerar rechazo se debe cumplir alguna de las siguientes condiciones:

1. Se aplica un total de 50 golpes, durante cualquiera de los tres incrementos de 15 cm que componen la prueba.
2. No se observa avance de la cuchara, durante la aplicación de 10 golpes sucesivos

PROCESÓ:

Ing. ANA LILIANA PAN URRIOLA  
Analista de Ingeniería

REVISÓ Y APROBÓ:

Ing. HAIVER DAVID OLIVO MELGAREJO  
Coordinador de Ingeniería



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO,  
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS**

ESPECIFICACIÓN/NORMA

INV. E-123, 125 y 126 - 13

FECHA DE VIGENCIA

02/ENERO/2020

CÓDIGO

F-LAB-010-V6

ESTE DOCUMENTO NO ES VÁLIDO SIN LA FIRMA Y EL SELLO ORIGINAL DEL LABORATORIO NHSQ INGENIERIA

PROYECTO:

INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO DE TEORAMA, EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER

O.T/MUESTRA N°:

EG-001-W-1133-22

DIRIGIDO A:

UNIÓN TEMPORAL ALIANZA ENERGÉTICA 2022

FECHA DE REGISTRO:

SEPTIEMBRE DE 2022

NIT:

901547460-1

FECHA DE ENTREGA:

SEPTIEMBRE DE 2022

MATERIAL:

PROVENIENTE DE LA EXPLORACIÓN

MUNICIPIO/DPTO:

TEORAMA / NORTE DE SANTANDER

SONDEO N°:

3

MUESTRA N°:

1

PROFUNDIDAD (m):

0.50 - 2.00

SITIO:

TEORAMA, NORTE DE SANTANDER

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

**DATOS DEL ENSAYO**

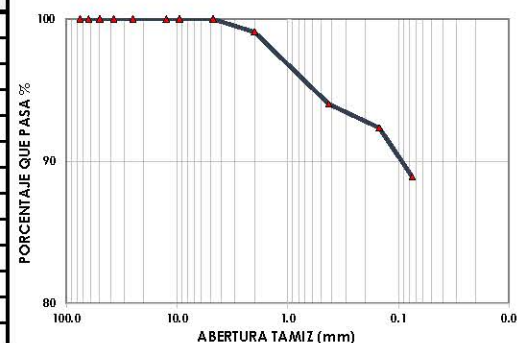
PASA TAMIZ N° 200 (75 µm ) (%)	88.9%
MASA DE LA COPA (g)	0.0
MASA INICIAL SECA (g)	303.0
HUMEDAD NATURAL (%)	22.6%
MASA INICIAL SECA ANTES DE LAVADO (g)	247.1
MASA FINAL DESPUÉS DE LAVADO (g)	33.7
<b>CÁLCULO DE LA HUMEDAD NATURAL</b>	
MASA DE LA COPA (g)	6.3
MASA INICIAL HUMEDA (g)	56.7
MASA FINAL SECA (g)	47.4
HUMEDAD NATURAL (%)	22.6%

**CLASIFICACIÓN DEL SUELO**

D10	--	D30	--	D60	--
Cc	--	Cu	--		
AASHTO	A-6				
DESCRIPCIÓN	Arcilla con arena				
S.U.C.S	CL				
COLOR	Marrón				
DESCRIPCIÓN	Material sedimentario compuesto por arcilla arenosa de color marrón				

TAMIZ		MASA RETENIDA (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASA
Pulg	mm				
3"	75.0	0.0	0.0	0.0	100
2 -1/2"	63.0	0.0	0.0	0.0	100
2"	50.0	0.0	0.0	0.0	100
1 -1/2"	37.5	0.0	0.0	0.0	100
1"	25.0	0.0	0.0	0.0	100
1/2"	12.5	0.0	0.0	0.0	100
3/8"	9.5	0.0	0.0	0.0	100
N°4	4.75	0.0	0.0	0.0	100
N°10	2.00	2.8	0.9	0.9	99
N°40	0.425	15.4	5.1	6.0	94
N°100	0.15	5.1	1.7	7.7	92
N°200	0.075	10.5	3.5	11.1	89
FONDO		269.3	88.9	100.0	0
SUMATORIA		303.0	100		

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



**DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DEL MATERIAL**

GRAVA	0.0%	ARENA	11.1%	FINOS	88.9%
-------	------	-------	-------	-------	-------

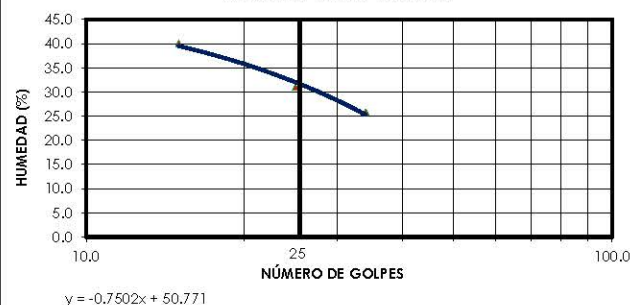
**NÚMERO DE GOLPES**

	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
	15	25	34			
MASA RECIPIENTE, g. ( Wc )	5.57	5.57	6.21	6.31	5.87	
MASA RECIPIENTE + MUESTRA HUMEDA, g ( W1 )	34.12	37.00	35.52	20.48	21.89	
MASA RECIPIENTE + MUESTRA SECA AL HORNO, g ( W2 )	25.96	29.56	29.51	18.25	19.59	
MASA DEL AGUA, g. ( Ww ) = W1 - W2	8.2	7.4	6.0	2.2	2.3	
MASA DE LA MUESTRA SECA, g ( Ws ) = W2 - Wc	20.4	24.0	23.3	11.9	13.7	
HUMEDAD NATURAL, % ( W ) = ( Ww / Ws ) * 100	40.0	31.0	25.8	18.7	16.8	

**CÁLCULO ÍNDICE DE PLASTICIDAD**

LÍMITE LÍQUIDO, % ( L.L. )	32.0
LÍMITE PLÁSTICO, % ( L.P. )	17.8
ÍNDICE DE PLASTICIDAD %, I.P. = L.L. - L.P.	14.3
% PASA TAMIZ No 200:	88.9



**GRÁFICO LÍMITE LÍQUIDO**



REVISÓ Y APROBÓ:

Ing. HAIVER DAVID OLIVO MELGAREJO

Coordinador de Ingeniería

	<b>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b> <b>HACEMOS LO CORRECTO, CORRECTAMENTE</b>		
	<b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b>		
	<b>INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS PARA LA  GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO  DE TEORAMA, EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER.</b>		
	<b>FECHA DE VIGENCIA</b> 02/01/2022	<b>CÓDIGO:</b> IF-LAB-016-V6	<b>CONSECUTIVO:</b> EG-001-W-1133-22
<b>ESTE DOCUMENTO ES VALIDO CON LA FIRMA Y SELLO EN ORIGINA DE NHSQ INGENIERÍA S.A.S</b>			

## Anexo 5 Registro estratigráfico y resultados de laboratorio sondeo S4



ESPECIFICACIÓN / NORMA		FECHA DE VIGENCIA		CÓDIGO		ESTE DOCUMENTO NO ES VALIDO SIN LA FIRMA Y EL SELLO ORIGINAL DEL LABORATORIO NHSQ INGENIERIA		
NTC-2017		02/ENERO/2020		F-LAB-035-V6				
OBJETO :	INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO DE TEORAMA, EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER					MUNICIPIO:	TEORAMA	
						DEPARTAMENTO:	NORTE DE SANTANDER	
						O.T/MUESTRA N°:	EG-001-W-1133-22	
						FECHA DE REGISTRO:	SEPTIEMBRE DE 2022	
DIRIGIDO A:	UNIÓN TEMPORAL ALIANZA ENERGÉTICA 2022	NIT:	901547460-1	COORDENADAS:	LATITUD:	9° 2'21.72"N	FECHA DE ENTREGA:	SEPTIEMBRE DE 2022
SITO:	TEORAMA, NORTE DE SANTANDER				LONGITUD:	73° 1'25.05"O	SONDEO:	4

ALTURA DEL SONDEO "m"	ESTRATO	PERFIL DEL SUELO SEGUN LA NSR-10	DESCRIPCION DEL MATERIAL	# DE GOLPES "N" no corregido				COTA	% W	L.L	L.P	LP	PORCENTAJE DEL MATERIAL %	yh HUMEDA (g/cm3)	ys SECA (g/cm3)
				N0-15	N15-30	N30-45	N15-45								
			MATERIAL VEGETAL												
			ARENA LIMOSA												
1.00		<b>D</b>	A-6 CL MATERIAL SEDIMENTARIO COMPUESTO POR ARCILLA CON ARENA DE COLOR CAFÉ	12	10	14	24	0.50-0.95					GRAVA 1.18		
													ARENA 12.10		
				14	11	15	26	1.00-1.45	23.3%	34.2	21.1	13.1	FINOS 86.71	1.78	1.44
													SUMA 100.00		
2.00				15	12	16	28	1.50-1.95							
			<b>FIN DE LA EXPLORACIÓN</b>												
								2.00-2.45							
3.00								2.50-2.95							
								3.00-3.45							
								3.50-3.95							
4.00								4.00-4.45							
								4.50-4.95							
5.00								5.00-5.45							
								5.50-5.95							
6.00															

**Observaciones**

De acuerdo a la norma ASTM D1586, para considerar rechazo se debe cumplir alguna de las siguientes condiciones:

1. Se aplica un total de 50 golpes, durante cualquiera de los tres incrementos de 15 cm que componen la prueba.
2. No se observa avance de la cuchara, durante la aplicación de 10 golpes sucesivos

PROCESÓ:

Ing. ANA LILIANA PAN URRIOLA

Analista de Ingeniería

REVISÓ Y APROBÓ:

Ing. HAIVER DAVID OLIVO MELGAREJO

Coordinador de Ingeniería

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO,  
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS**

ESPECIFICACIÓN/NORMA

INV. E-123, 125 y 126 - 13

FECHA DE VIGENCIA

02/ENERO/2020

CÓDIGO

F-LAB-010-V6

ESTE DOCUMENTO NO ES VÁLIDO SIN LA FIRMA Y EL SELLO ORIGINAL DEL LABORATORIO NHSQ INGENIERIA

PROYECTO:

INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO DE TEORAMA, EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER

O.T/MUESTRA N°:

EG-001-W-1133-22

DIRIGIDO A:

UNIÓN TEMPORAL ALIANZA ENERGÉTICA 2022

FECHA DE REGISTRO:

SEPTIEMBRE DE 2022

NIT:

901547460-1

FECHA DE ENTREGA:

SEPTIEMBRE DE 2022

MATERIAL:

PROVENIENTE DE LA EXPLORACIÓN

MUNICIPIO/DPTO:

TEORAMA / NORTE DE SANTANDER

SONDEO N°:

4

MUESTRA N°:

1

PROFUNDIDAD (m):

0,50 - 2,00

SITIO:

TEORAMA, NORTE DE SANTANDER

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

**DATOS DEL ENSAYO**

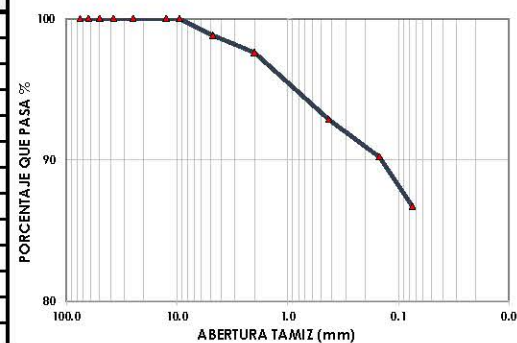
PASA TAMIZ N° 200 (75 µm ) (%)	86.7%
MASA DE LA COPA (g)	0.0
MASA INICIAL SECA(g)	264.0
HUMEDAD NATURAL (%)	23.3%
MASA INICIAL SECA ANTES DE LAVADO (g)	214.2
MASA FINAL DESPUÉS DE LAVADO (g)	35.1
<b>CÁLCULO DE LA HUMEDAD NATURAL</b>	
MASA DE LA COPA (g)	6.1
MASA INICIAL HUMEDA(g)	52.7
MASA FINAL SECA(g)	43.9
HUMEDAD NATURAL (%)	23.3%

**CLASIFICACIÓN DEL SUELO**

D10	--	D30	--	D60	--
Cc	--	Cu	--		
AASHTO	A-6				
DESCRIPCIÓN	Arcilla con arena				
S.U.C.S	CL				
COLOR	Marron				
DESCRIPCIÓN	Material sedimentario compuesto por arcilla arenosa de color marron				

TAMIZ		MASA RETENIDA (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASA
Pulg	mm				
3"	75.0	0.0	0.0	0.0	100
2 -1/2"	63.0	0.0	0.0	0.0	100
2"	50.0	0.0	0.0	0.0	100
1 -1/2"	37.5	0.0	0.0	0.0	100
1"	25.0	0.0	0.0	0.0	100
1/2"	12.5	0.0	0.0	0.0	100
3/8"	9.5	0.0	0.0	0.0	100
N°4	4.75	3.1	1.2	1.2	99
N°10	2.00	3.2	1.2	2.4	98
N°40	0.425	12.5	4.8	7.1	93
N°100	0.15	7.0	2.6	9.8	90
N°200	0.075	9.2	3.5	13.3	87
FONDO		228.9	86.7	100.0	0
SUMATORIA		264.0	100		

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



**DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DEL MATERIAL**

GRAVA	1.2%	ARENA	12.1%	FINOS	86.7%
-------	------	-------	-------	-------	-------

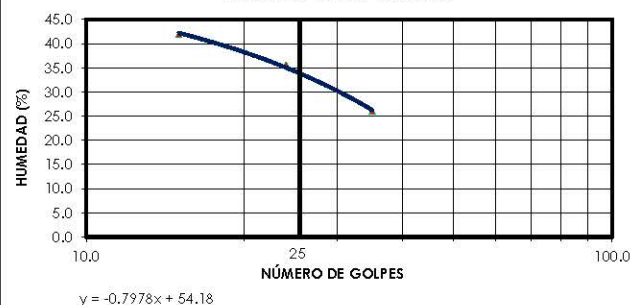
**NÚMERO DE GOLPES**

	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
	15	24	35			
MASA RECIPIENTE, g. ( Wc)	5.96	6.88	5.46	6.37	5.38	
MASA RECIPIENTE + MUESTRA HUMEDA, g ( W1)	34.59	33.16	35.23	20.48	19.78	
MASA RECIPIENTE + MUESTRA SECA AL HORNO, g(W2)	26.14	26.26	29.09	18.01	17.28	
MASA DEL AGUA, g. ( Ww ) = W1 - W2	8.5	6.9	6.1	2.5	2.5	
MASA DE LA MUESTRA SECA, g ( Ws ) = W2 - Wc	20.2	19.4	23.6	11.6	11.9	
HUMEDAD NATURAL, % ( W ) = ( Ww / Ws ) * 100	41.9	35.6	26.0	21.2	21.0	

**CÁLCULO ÍNDICE DE PLASTICIDAD**

LÍMITE LÍQUIDO, % ( L.L. )	34.2
LÍMITE PLÁSTICO, % ( L.P. )	21.1
ÍNDICE DE PLASTICIDAD %, I.P. = L.L. - L.P.	13.1
% PASA TAMIZ No 200:	86.7

**GRÁFICO LÍMITE LÍQUIDO**



REVISÓ Y APROBÓ:

Ing. HAIVER DAVID OLIVO MELGAREJO

Coordinador de Ingeniería



	<b>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b> <b>HACEMOS LO CORRECTO, CORRECTAMENTE</b>		
	<b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b>		
	<b>INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO DE TEORAMA, EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER.</b>		
	<b>FECHA DE VIGENCIA</b> 02/01/2022	<b>CÓDIGO:</b> IF-LA-B-016-V6	<b>CONSECUTIVO:</b> EG-001-W-1133-22
<b>ESTE DOCUMENTO ES VALIDO CON LA FIRMA Y SELLO EN ORIGINA DE NHSQ INGENIERÍA S.A.S</b>			

## Anexo 6 Registro estratigráfico y resultados de laboratorio sondeo S5

ESPECIFICACIÓN / NORMA		FECHA DE VIGENCIA		CÓDIGO		ESTE DOCUMENTO NO ES VALIDO SIN LA FIRMA Y EL SELLO ORIGINAL DEL LABORATORIO NHSQ INGENIERIA		
NTC-2017		02/ENERO/2020		F-LAB-035-V6				
OBJETO :	INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO DE TEORAMA, EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER					MUNICIPIO:	TEORAMA	
						DEPARTAMENTO:	NORTE DE SANTANDER	
						O.T./MUESTRA N°:	EG-001-W-1133-22	
						FECHA DE REGISTRO:	SEPTIEMBRE DE 2022	
DIRIGIDO A:	UNIÓN TEMPORAL ALIANZA ENERGÉTICA 2022	NIT:	901547460-1	COORDENADAS:	LATITUD:	8°48'26.59"N	FECHA DE ENTREGA:	SEPTIEMBRE DE 2022
SITO:	TEORAMA, NORTE DE SANTANDER				LONGITUD:	73° 6'37.87"O	SONDEO:	5

ALTURA DEL SONDEO "m"	ESTRATO	PERFIL DEL SUELO SEGUN LA NSR-10	DESCRIPCION DEL MATERIAL	# DE GOLPES "N" no corregido				COTA	% W	L.L	L.P	LP	PORCENTAJE DEL MATERIAL %	yh HUMEDA (g/cm3)	ys SECA (g/cm3)
				N0-15	N15-30	N30-45	N15-45								
			MATERIAL VEGETAL												
			ARENA LIMOSA												
1.00		<b>D</b>	A-6 CL MATERIAL SEDIMENTARIO COMPUESTO POR ARCILLA CON ARENA DE COLOR CAFÉ	14	12	13	25	0.50-0.95	17.9%	34.2	22.4	11.8	GRAVA 1.48	1.78	1.51
													ARENA 12.00		
				15	15	15	30	1.00-1.45					FINOS 86.52		
													SUMA 100.00		
2.00				18	16	18	34	1.50-1.95							
			<b>FIN DE LA EXPLORACIÓN</b>												
								2.00-2.45							
3.00								2.50-2.95							
								3.00-3.45							
								3.50-3.95							
4.00								4.00-4.45							
								4.50-4.95							
5.00								5.00-5.45							
								5.50-5.95							
6.00															

**Observaciones**

De acuerdo a la norma ASTM D1586, para considerar rechazo se debe cumplir alguna de las siguientes condiciones:

1. Se aplica un total de 50 golpes, durante cualquiera de los tres incrementos de 15 cm que componen la prueba.
2. No se observa avance de la cuchara, durante la aplicación de 10 golpes sucesivos

PROCESÓ:

Ing. ANA LILIANA PAN URRIOLA  
Analista de Ingeniería

REVISÓ Y APROBÓ:

Ing. HAIVER DAVID OLIVO MELGAREJO  
Coordinador de Ingeniería



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO,  
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS**

ESPECIFICACIÓN/NORMA

INV. E-123, 125 y 126 - 13

FECHA DE VIGENCIA

02/ENERO/2020

CÓDIGO

F-LAB-010-V6

ESTE DOCUMENTO NO ES VÁLIDO SIN LA FIRMA Y EL SELLO ORIGINAL DEL LABORATORIO NHSQ INGENIERIA

PROYECTO:

INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO DE TEORAMA, EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER

O.T/MUESTRA N°:

EG-001-W-1133-22

DIRIGIDO A:

UNIÓN TEMPORAL ALIANZA ENERGÉTICA 2022

FECHA DE REGISTRO:

SEPTIEMBRE DE 2022

NIT:

901547460-1

FECHA DE ENTREGA:

SEPTIEMBRE DE 2022

MATERIAL:

PROVENIENTE DE LA EXPLORACIÓN

MUNICIPIO/DPTO:

TEORAMA / NORTE DE SANTANDER

SONDEO N°:

5

MUESTRA N°:

1

PROFUNDIDAD (m):

0.50 - 2.00

SITIO:

TEORAMA, NORTE DE SANTANDER

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

**DATOS DEL ENSAYO**

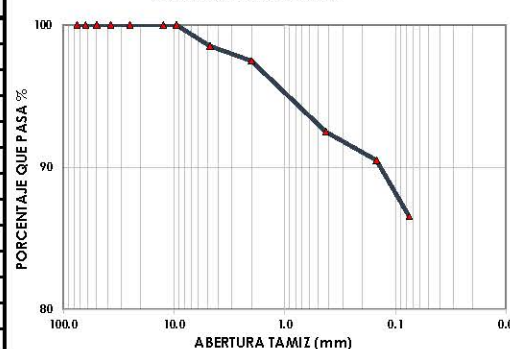
PASA TAMIZ N° 200 (75 µm ) (%)	86.5%
MASA DE LA COPA (g)	0.0
MASA INICIAL SECA (g)	240.3
HUMEDAD NATURAL (%)	17.9%
MASA INICIAL SECA ANTES DE LAVADO (g)	203.7
MASA FINAL DESPUÉS DE LAVADO (g)	32.4
<b>CÁLCULO DE LA HUMEDAD NATURAL</b>	
MASA DE LA COPA (g)	6.9
MASA INICIAL HUMEDA (g)	66.1
MASA FINAL SECA (g)	57.1
HUMEDAD NATURAL (%)	17.9%

**CLASIFICACIÓN DEL SUELO**

D10	--	D30	--	D60	--
Cc	--	Cu	--		
AASHTO	A-6				
DESCRIPCIÓN	Arcilla con arena				
S.U.C.S	CL				
COLOR	Marron				
DESCRIPCIÓN	Material sedimentario compuesto por arcilla arenosa de color marron				

TAMIZ		MASA RETENIDA (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASA
Pulg	mm				
3"	75.0	0.0	0.0	0.0	100
2 -1/2"	63.0	0.0	0.0	0.0	100
2"	50.0	0.0	0.0	0.0	100
1 -1/2"	37.5	0.0	0.0	0.0	100
1"	25.0	0.0	0.0	0.0	100
1/2"	12.5	0.0	0.0	0.0	100
3/8"	9.5	0.0	0.0	0.0	100
N°4	4.75	3.6	1.5	1.5	99
N°10	2.00	2.5	1.0	2.5	97
N°40	0.425	12.0	5.0	7.5	92
N°100	0.15	4.8	2.0	9.5	90
N°200	0.075	9.5	4.0	13.5	87
FONDO		207.9	86.5	100.0	0
SUMATORIA		240.3	100		

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



**DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DEL MATERIAL**

GRAVA	1.5%	ARENA	12.0%	FINOS	86.5%
-------	------	-------	-------	-------	-------

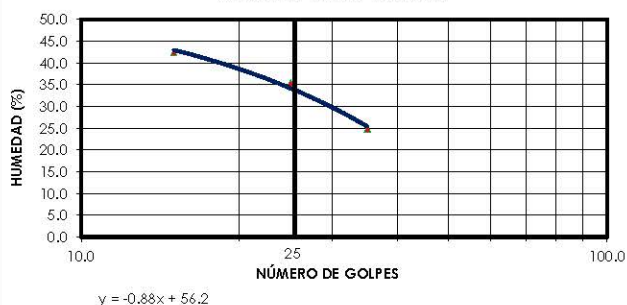
**NÚMERO DE GOLPES**

	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	15	25	35		
MASA RECIPIENTE, g. ( Wc )	5.39	6.68	5.83	5.89	5.56
MASA RECIPIENTE + MUESTRA HUMEDA, g ( W1 )	37.27	33.78	34.61	20.13	20.80
MASA RECIPIENTE + MUESTRA SECA AL HORNO, g ( W2 )	27.78	26.69	28.89	17.17	18.40
MASA DEL AGUA, g. ( Ww ) = W1 - W2	9.5	7.1	5.7	3.0	2.4
MASA DE LA MUESTRA SECA, g. ( Ws ) = W2 - Wc	22.4	20.0	23.1	11.3	12.8
HUMEDAD NATURAL, % ( W ) = ( Ww / Ws ) * 100	42.4	35.4	24.8	26.2	18.7

**CÁLCULO ÍNDICE DE PLASTICIDAD**

LÍMITE LÍQUIDO, % ( L.L. )	34.2
LÍMITE PLÁSTICO, % ( L.P. )	22.4
ÍNDICE DE PLASTICIDAD %, I.P. = L.L. - L.P.	11.8
% PASA TAMIZ No 200:	86.5



**GRÁFICO LÍMITE LÍQUIDO**



REVISÓ Y APROBÓ:

Ing. HAIVER DAVID OLIVO MELGAREJO

Coordinador de Ingeniería

	<b>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b> <b>HACEMOS LO CORRECTO, CORRECTAMENTE</b>		
	<b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b>		
	<b>INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS PARA LA  GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO  DE TEORAMA, EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER.</b>		
	<b>FECHA DE VIGENCIA</b> 02/01/2022	<b>CÓDIGO:</b> IF-LA-B-016-V6	<b>CONSECUTIVO:</b> EG-001-W-1133-22
<b>ESTE DOCUMENTO ES VALIDO CON LA FIRMA Y SELLO EN ORIGINA DE NHSQ INGENIERÍA S.A.S</b>			

## Anexo 7 Registro estratigráfico y resultados de laboratorio sondeo S6



ESPECIFICACIÓN / NORMA	FECHA DE VIGENCIA	CÓDIGO	ESTE DOCUMENTO NO ES VALIDO SIN LA FIRMA Y EL SELLO ORIGINAL DEL LABORATORIO NHSQ INGENIERIA	
NTC-2017	02/ENERO/2020	F-LAB-035-V6		
<b>OBJETO :</b>	INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO DE TEORAMA, EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER		<b>MUNICIPIO:</b>	TEORAMA
			<b>DEPARTAMENTO:</b>	NORTE DE SANTANDER
			<b>O.T./MUESTRA N°:</b>	EG-001-W-1133-22
			<b>FECHA DE REGISTRO:</b>	SEPTIEMBRE DE 2022
<b>DIRIGIDO A:</b>	UNIÓN TEMPORAL ALIANZA ENERGÉTICA 2022	<b>NIT:</b>	901547460-1	<b>COORDENADAS:</b>
<b>SITO:</b>	TEORAMA, NORTE DE SANTANDER	<b>LATITUD:</b>	8°28'3.61"N	<b>FECHA DE ENTREGA:</b>
		<b>LONGITUD:</b>	73°17'32.79"O	<b>SONDEO:</b>
				6

ALTURA DEL SONDEO "m"	ESTRATO	PERFIL DEL SUELO SEGUN LA NSR-10	DESCRIPCION DEL MATERIAL	# DE GOLPES "N" no corregido				COTA	% W	L.L	L.P	LP	PORCENTAJE DEL MATERIAL %	yh HUMEDA (g/cm3)	ys SECA (g/cm3)
				N0-15	N15-30	N30-45	N15-45								
			MATERIAL VEGETAL												
			ARENA LIMOSA												
1.00		<b>D</b>	A-6 CL MATERIAL SEDIMENTARIO COMPUESTO POR ARCILLA CON ARENA DE COLOR CAFÉ	10	11	13	24	0.50-0.95					GRAVA 0.00		
													ARENA 12.03		
				11	12	16	28	1.00-1.45	20.3%	34.2	19.4	14.8	FINOS 87.97	1.78	1.48
													SUMA 100.00		
2.00				13	14	19	33	1.50-1.95							
			<b>FIN DE LA EXPLORACIÓN</b>												
								2.00-2.45							
3.00								2.50-2.95							
								3.00-3.45							
4.00								3.50-3.95							
								4.00-4.45							
5.00								4.50-4.95							
								5.00-5.45							
6.00								5.50-5.95							

**Observaciones**

De acuerdo a la norma ASTM D1586, para considerar rechazo se debe cumplir alguna de las siguientes condiciones:

1. Se aplica un total de 50 golpes, durante cualquiera de los tres incrementos de 15 cm que componen la prueba.
2. No se observa avance de la cuchara, durante la aplicación de 10 golpes sucesivos

PROCESÓ:

Ing. ANA LILIANA PAN URRIOLA

Analista de Ingeniería

REVISÓ Y APROBÓ:

Ing. HAIVER DAVID OLIVO MELGAREJO

Coordinador de Ingeniería

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO,  
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS**
**ESPECIFICACIÓN/NORMA**

INV. E-123, 125 y 126 - 13

**FECHA DE VIGENCIA**

02/ENERO/2020

**CÓDIGO**

F-LAB-010-V6

ESTE DOCUMENTO NO ES VÁLIDO SIN LA FIRMA Y EL SELLO ORIGINAL DEL LABORATORIO NHSQ INGENIERÍA

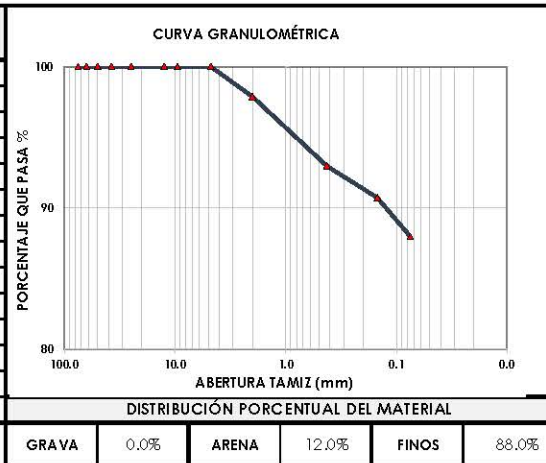
		INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO DE TEORAMA, EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER								
PROYECTO:						O.T/MUESTRA N°:		EG-001-W-1133-22		
DIRIGIDO A:		UNIÓN TEMPORAL ALIANZA ENERGÉTICA 2022				FECHA DE REGISTRO:		SEPTIEMBRE DE 2022		
NIT:		901547460-1				FECHA DE ENTREGA:		SEPTIEMBRE DE 2022		
MATERIAL:		PROVENIENTE DE LA EXPLORACIÓN				MUNICIPIO/DPTO:		TEORAMA / NORTE DE SANTANDER		
SONDEO N°:		6	MUESTRA N°:		1	PROFUNDIDAD (m):		0,50 - 2,00	SITIO:	TEORAMA, NORTE DE SANTANDER

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

DATOS DEL ENSAYO	
PASA TAMIZ N° 200 (75 µm ) (%)	88.0%
MASA DE LA COPA (g)	0.0
MASA INICIAL SECA(g)	197.6
HUMEDAD NATURAL (%)	20.3%
MASA INICIAL SECA ANTES DE LAVADO (g)	164.3
MASA FINAL DESPUÉS DE LAVADO (g)	23.8
CÁLCULO DE LA HUMEDAD NATURAL	
MASA DE LA COPA (g)	6.3
MASA INICIAL HUMEDA(g)	54.0
MASA FINAL SECA(g)	45.9
HUMEDAD NATURAL (%)	20.3%

CLASIFICACIÓN DEL SUELO					
D10	--	D30	--	D60	--
Cc	--	Cu	--		
AASHTO	A-6				
DESCRIPCIÓN	Arcilla con arena				
S.U.C.S	CL				
COLOR	Marron				
DESCRIPCIÓN	Material sedimentario compuesto por arcilla arenosa de color marron				

TAMIZ		MASA RETENIDA (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASA
Pulg	mm				
3"	75.0	0.0	0.0	0.0	100
2 -1/2"	63.0	0.0	0.0	0.0	100
2"	50.0	0.0	0.0	0.0	100
1 -1/2"	37.5	0.0	0.0	0.0	100
1"	25.0	0.0	0.0	0.0	100
1/2"	12.5	0.0	0.0	0.0	100
3/8"	9.5	0.0	0.0	0.0	100
N°4	4.75	0.0	0.0	0.0	100
N°10	2.00	4.2	2.1	2.1	98
N°40	0.425	9.7	4.9	7.0	93
N°100	0.15	4.5	2.3	9.3	91
N°200	0.075	5.4	2.7	12.0	88
FONDO		173.8	88.0	100.0	0
SUMATORIA		197.6	100		



NÚMERO DE GOLPES	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
	16	25	35			
MASA RECIPIENTE, g. ( Wc )	5.30	5.66	5.26	5.53	5.14	
MASA RECIPIENTE + MUESTRA HUMEDA, g ( W1 )	39.41	39.89	38.97	16.50	19.26	
MASA RECIPIENTE + MUESTRA SECA AL HORNO, g(W2)	29.37	31.11	32.08	14.70	16.99	
MASA DEL AGUA, g. ( Ww ) = W1 - W2	10.0	8.8	6.9	1.8	2.3	
MASA DE LA MUESTRA SECA, g ( Ws ) = W2 - Wc	24.1	25.4	26.8	9.2	11.8	
HUMEDAD NATURAL, % ( W ) = ( Ww / Ws ) * 100	41.7	34.5	25.7	19.7	19.2	

**CÁLCULO ÍNDICE DE PLASTICIDAD**

LÍMITE LÍQUIDO, % ( L.L. )	34.2
LÍMITE PLÁSTICO, % ( L.P. )	19.4
ÍNDICE DE PLASTICIDAD %, I.P. = L.L. - L.P.	14.8
% PASA TAMIZ No 200:	88.0



REVISÓ Y APROBÓ:

Ing. HAIVER DAVID OLIVO MELGAREJO

Coordinador de Ingeniería

**GRÁFICO LÍMITE LÍQUIDO**




	<b>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b> <b>HACEMOS LO CORRECTO, CORRECTAMENTE</b>		
	<b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b>		
	<b>INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS PARA LA  GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO  DE TEORAMA, EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER.</b>		
	<b>FECHA DE VIGENCIA</b> 02/01/2022	<b>CÓDIGO:</b> IF-LA-B-016-V6	<b>CONSECUTIVO:</b> EG-001-W-1133-22
<b>ESTE DOCUMENTO ES VALIDO CON LA FIRMA Y SELLO EN ORIGINA DE NHSQ INGENIERÍA S.A.S</b>			

## Anexo 8 Registro estratigráfico y resultados de laboratorio sondeo S7

ESPECIFICACIÓN / NORMA	FECHA DE VIGENCIA	CÓDIGO	ESTE DOCUMENTO NO ES VALIDO SIN LA FIRMA Y EL SELLO ORIGINAL DEL LABORATORIO NHSQ INGENIERIA	
NTC-2017	02/ENERO/2020	F-LAB-035-V6		
<b>OBJETO :</b>	INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO DE TEORAMA, EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER		<b>MUNICIPIO:</b>	TEORAMA
			<b>DEPARTAMENTO:</b>	NORTE DE SANTANDER
			<b>O.T/MUESTRA N°:</b>	EG-001-W-1133-22
			<b>FECHA DE REGISTRO:</b>	SEPTIEMBRE DE 2022
<b>DIRIGIDO A:</b>	UNIÓN TEMPORAL ALIANZA ENERGÉTICA 2022	<b>NIT:</b>	901547460-1	<b>COORDENADAS:</b>
<b>SITO:</b>	TEORAMA, NORTE DE SANTANDER	<b>LATITUD:</b>	8°34'22.35"N	<b>FECHA DE ENTREGA:</b>
		<b>LONGITUD:</b>	73°17'5.18"O	<b>SONDEO:</b>
				7

ALTURA DEL SONDEO "m"	ESTRATO	PERFIL DEL SUELO SEGUN LA NSR-10	DESCRIPCION DEL MATERIAL	# DE GOLPES "N" no corregido				COTA	% W	L.L	L.P	LP	PORCENTAJE DEL MATERIAL %	yh HUMEDA (g/cm3)	ys SECA (g/cm3)
				N0-15	N15-30	N30-45	N15-45								
			MATERIAL VEGETAL												
			ARENA LIMOSA												
1.00		<b>D</b>	A-6 CL MATERIAL SEDIMENTARIO COMPUESTO POR ARCILLA CON ARENA DE COLOR CAFÉ	12	14	10	24	0.50-0.95					GRAVA 0.00		
													ARENA 10.67		
				15	17	13	30	1.00-1.45	20.5%	34.2	19.5	14.7	FINOS 89.33	1.78	1.48
													SUMA 100.00		
2.00				18	18	16	34	1.50-1.95							
			<b>FIN DE LA EXPLORACIÓN</b>												
								2.00-2.45							
3.00								2.50-2.95							
								3.00-3.45							
								3.50-3.95							
4.00								4.00-4.45							
								4.50-4.95							
5.00								5.00-5.45							
								5.50-5.95							
6.00															

**Observaciones**

De acuerdo a la norma ASTM D1586, para considerar rechazo se debe cumplir alguna de las siguientes condiciones:

1. Se aplica un total de 50 golpes, durante cualquiera de los tres incrementos de 15 cm que componen la prueba.
2. No se observa avance de la cuchara, durante la aplicación de 10 golpes sucesivos

PROCESÓ:

Ing. ANA LILIANA PAN URRIOLA  
Analista de Ingeniería

REVISÓ Y APROBÓ:

Ing. HAIVER DAVID OLIVO MELGAREJO  
Coordinador de Ingeniería



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO,  
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS**

ESPECIFICACIÓN/NORMA

INV. E-123, 125 y 126 - 13

FECHA DE VIGENCIA

02/ENERO/2020

CÓDIGO

F-LAB-010-V6

ESTE DOCUMENTO NO ES VÁLIDO SIN LA FIRMA Y EL SELLO ORIGINAL DEL LABORATORIO NHSQ INGENIERIA

PROYECTO:

INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO DE TEORAMA, EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER

O.T/MUESTRA N°:

EG-001-W-1133-22

DIRIGIDO A:

UNIÓN TEMPORAL ALIANZA ENERGÉTICA 2022

FECHA DE REGISTRO:

SEPTIEMBRE DE 2022

NIT:

901547460-1

FECHA DE ENTREGA:

SEPTIEMBRE DE 2022

MATERIAL:

PROVENIENTE DE LA EXPLORACIÓN

MUNICIPIO/DPTO:

TEORAMA / NORTE DE SANTANDER

SONDEO N°:

7

MUESTRA N°:

1

PROFUNDIDAD (m):

0,50 - 2,00

SITIO:

TEORAMA, NORTE DE SANTANDER

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

**DATOS DEL ENSAYO**

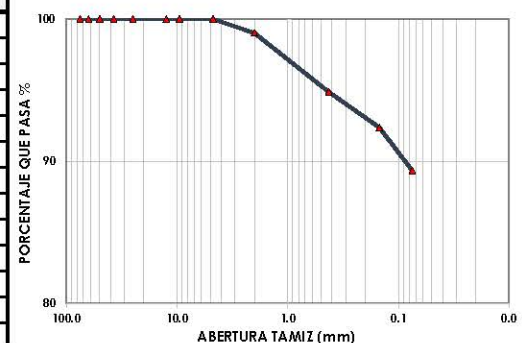
PASA TAMIZ N° 200 (75 µm ) (%)	89.3%
MASA DE LA COPA (g)	0.0
MASA INICIAL SECA(g)	364.1
HUMEDAD NATURAL (%)	20.5%
MASA INICIAL SECA ANTES DE LAVADO (g)	302.2
MASA FINAL DESPUÉS DE LAVADO (g)	38.8
<b>CÁLCULO DE LA HUMEDAD NATURAL</b>	
MASA DE LA COPA (g)	6.0
MASA INICIAL HUMEDA(g)	62.8
MASA FINAL SECA(g)	53.1
HUMEDAD NATURAL (%)	20.5%

**CLASIFICACIÓN DEL SUELO**

D10	--	D30	--	D60	--
Cc	--	Cu	--		
AASHTO	A-6				
DESCRIPCIÓN	Arcilla con arena				
S.U.C.S	CL				
COLOR	Marron				
DESCRIPCIÓN	Material sedimentario compuesto por arcilla arenosa de color marron				

TAMIZ		MASA RETENIDA (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASA
Pulg	mm				
3"	75.0	0.0	0.0	0.0	100
2 -1/2"	63.0	0.0	0.0	0.0	100
2"	50.0	0.0	0.0	0.0	100
1 -1/2"	37.5	0.0	0.0	0.0	100
1"	25.0	0.0	0.0	0.0	100
1/2"	12.5	0.0	0.0	0.0	100
3/8"	9.5	0.0	0.0	0.0	100
N°4	4.75	0.0	0.0	0.0	100
N°10	2.00	3.6	1.0	1.0	99
N°40	0.425	15.1	4.2	5.1	95
N°100	0.15	9.1	2.5	7.6	92
N°200	0.075	11.0	3.0	10.7	89
FONDO		325.3	89.3	100.0	0
SUMATORIA		364.1	100		

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



**DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DEL MATERIAL**

GRAVA	0.0%	ARENA	10.7%	FINOS	89.3%
-------	------	-------	-------	-------	-------

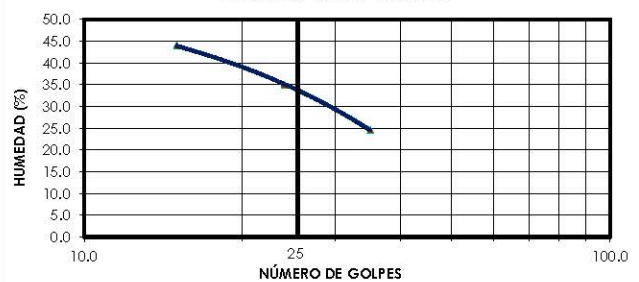
**NÚMERO DE GOLPES**

	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
	15	24	35			
MASA RECIPIENTE, g. ( Wc)	6.57	5.75	6.32	6.45	6.04	
MASA RECIPIENTE + MUESTRA HUMEDA, g ( W1)	33.47	39.86	35.67	16.00	17.75	
MASA RECIPIENTE + MUESTRA SECA AL HORNO, g(W2)	25.25	31.02	29.88	14.45	15.83	
MASA DEL AGUA, g. ( Ww ) = W1 - W2	8.2	8.8	5.8	1.6	1.9	
MASA DE LA MUESTRA SECA, g ( Ws ) = W2 - Wc	18.7	25.3	23.6	8.0	9.8	
HUMEDAD NATURAL, % ( W ) = ( Ww / Ws ) * 100	44.0	35.0	24.6	19.4	19.7	

**CÁLCULO ÍNDICE DE PLASTICIDAD**

LÍMITE LÍQUIDO, % ( L.L. )	34.2
LÍMITE PLÁSTICO, % ( L.P. )	19.5
ÍNDICE DE PLASTICIDAD %, I.P. = L.L. - L.P.	14.7
% PASA TAMIZ No 200:	89.3

**GRÁFICO LÍMITE LÍQUIDO**





$$y = -0.9691x + 58.438$$

REVISÓ Y APROBÓ:

Ing. HAIVER DAVID OLIVO MELGAREJO

Coordinador de Ingeniería

	<b>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b> <b>HACEMOS LO CORRECTO, CORRECTAMENTE</b>		
	<b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b>		
	<b>INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO DE TEORAMA, EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER.</b>		
	<b>FECHA DE VIGENCIA</b> 02/01/2022	<b>CÓDIGO:</b> IF-LA-B-016-V6	<b>CONSECUTIVO:</b> EG-001-W-1133-22
<b>ESTE DOCUMENTO ES VALIDO CON LA FIRMA Y SELLO EN ORIGINA DE NHSQ INGENIERÍA S.A.S</b>			

## Anexo 9 Registro estratigráfico y resultados de laboratorio sondeo S8



ESPECIFICACIÓN / NORMA	FECHA DE VIGENCIA	CÓDIGO	ESTE DOCUMENTO NO ES VÁLIDO SIN LA FIRMA Y EL SELLO ORIGINAL DEL LABORATORIO NHSQ INGENIERIA
NTC-2017	02/ENERO/2020	F-LAB-035-V6	
<b>OBJETO :</b>	INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO DE TEORAMA, EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER		<b>MUNICIPIO:</b>
			TEORAMA
			<b>DEPARTAMENTO:</b>
			NORTE DE SANTANDER
<b>DIRIGIDO A:</b>	UNIÓN TEMPORAL ALIANZA ENERGÉTICA 2022	<b>NIT:</b> 901547460-1	<b>O.T./MUESTRA N°:</b>
			EG-001-W-1133-22
<b>SITO:</b>	TEORAMA, NORTE DE SANTANDER	<b>COORDENADAS:</b>	<b>FECHA DE REGISTRO:</b>
			SEPTIEMBRE DE 2022
		<b>LATITUD:</b> 9° 1'49.11"N	<b>FECHA DE ENTREGA:</b>
			SEPTIEMBRE DE 2022
		<b>LONGITUD:</b> 73° 3'54.39"O	<b>SONDEO:</b>
			8

ALTURA DEL SONDEO "m"	ESTRATO	PERFIL DEL SUELO SEGUN LA NSR-10	DESCRIPCION DEL MATERIAL	# DE GOLPES "N" no corregido				COTA	% W	L.L	L.P	LP	PORCENTAJE DEL MATERIAL %	yh HUMEDA (g/cm3)	ys SECA (g/cm3)
				N0-15	N15-30	N30-45	N15-45								
			MATERIAL VEGETAL												
			ARENA LIMOSA												
1.00		<b>D</b>	A-6 CL MATERIAL SEDIMENTARIO COMPUESTO POR ARCILLA CON ARENA DE COLOR CAFÉ	13	14	11	25	0.50-0.95					GRAVA 0.00		
													ARENA 10.53		
				15	17	13	30	1.00-1.45	23.0%	32.4	16.5	15.9	FINOS 89.47	1.78	1.45
													SUMA 100.00		
2.00				16	18	16	34	1.50-1.95							
			<b>FIN DE LA EXPLORACIÓN</b>												
								2.00-2.45							
3.00								2.50-2.95							
								3.00-3.45							
4.00								3.50-3.95							
								4.00-4.45							
5.00								4.50-4.95							
								5.00-5.45							
6.00								5.50-5.95							

**Observaciones**

De acuerdo a la norma ASTM D1586, para considerar rechazo se debe cumplir alguna de las siguientes condiciones:

1. Se aplica un total de 50 golpes, durante cualquiera de los tres incrementos de 15 cm que componen la prueba.
2. No se observa avance de la cuchara, durante la aplicación de 10 golpes sucesivos

PROCESÓ:

Ing. ANA LILIANA PAN URRIOLA

Analista de Ingeniería

REVISÓ Y APROBÓ:

Ing. HAIVER DAVID OLIVO MELGAREJO

Coordinador de Ingeniería

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO,  
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS**

**ESPECIFICACIÓN/NORMA**

INV. E-123, 125 y 126 - 13

**FECHA DE VIGENCIA**

02/ENERO/2020

**CÓDIGO**

F-LAB-010-V6

ESTE DOCUMENTO NO ES VÁLIDO SIN LA FIRMA Y EL SELLO ORIGINAL DEL LABORATORIO NHSQ INGENIERIA

**PROYECTO:**

INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO DE TEORAMA, EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER

**O.T/MUESTRA N°:**

EG-001-W-1133-22

**DIRIGIDO A:**

UNIÓN TEMPORAL ALIANZA ENERGÉTICA 2022

**FECHA DE REGISTRO:**

SEPTIEMBRE DE 2022

**NIT:**

901547460-1

**FECHA DE ENTREGA:**

SEPTIEMBRE DE 2022

**MATERIAL:**

PROVENIENTE DE LA EXPLORACIÓN

**MUNICIPIO/DPTO:**

TEORAMA / NORTE DE SANTANDER

**SONDEO N°:**

8

**MUESTRA N°:**

1

**PROFUNDIDAD (m):**

0.50 - 2.00

**SITIO:**

TEORAMA, NORTE DE SANTANDER

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

**DATOS DEL ENSAYO**

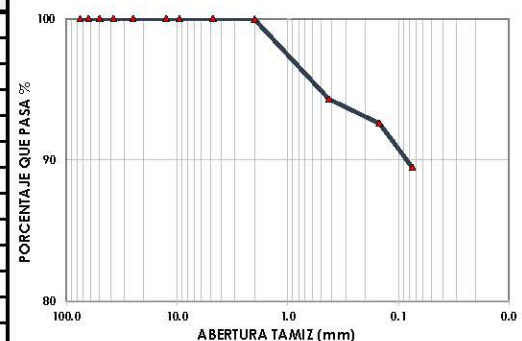
PASA TAMIZ N° 200 (75 µm ) (%)	89.5%
MASA DE LA COPA (g)	0.0
MASA INICIAL SECA(g)	291.6
HUMEDAD NATURAL (%)	23.0%
MASA INICIAL SECA ANTES DE LAVADO (g)	237.1
MASA FINAL DESPUÉS DE LAVADO (g)	30.7
<b>CÁLCULO DE LA HUMEDAD NATURAL</b>	
MASA DE LA COPA (g)	5.9
MASA INICIAL HUMEDA(g)	58.1
MASA FINAL SECA(g)	48.3
HUMEDAD NATURAL (%)	23.0%

**CLASIFICACIÓN DEL SUELO**

D10	--	D30	--	D60	--
Cc	--	Cu	--		
AASHTO		A-6			
DESCRIPCIÓN		Arcilla con arena			
S.U.C.S		CL			
COLOR		Marron			
DESCRIPCIÓN		Material sedimentario compuesto por arcilla arenosa de color marron			

TAMIZ		MASA RETENIDA (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASA
Pulg	mm				
3"	75.0	0.0	0.0	0.0	100
2 -1/2"	63.0	0.0	0.0	0.0	100
2"	50.0	0.0	0.0	0.0	100
1 -1/2"	37.5	0.0	0.0	0.0	100
1"	25.0	0.0	0.0	0.0	100
1/2"	12.5	0.0	0.0	0.0	100
3/8"	9.5	0.0	0.0	0.0	100
N°4	4.75	0.0	0.0	0.0	100
N°10	2.00	0.1	0.0	0.0	100
N°40	0.425	16.5	5.7	5.7	94
N°100	0.15	5.0	1.7	7.4	93
N°200	0.075	9.1	3.1	10.5	89
FONDO		260.9	89.5	100.0	0
SUMATORIA		291.6	100		

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



**DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DEL MATERIAL**

GRAVA	0.0%	ARENA	10.5%	FINOS	89.5%
-------	------	-------	-------	-------	-------

**NÚMERO DE GOLPES**

	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
	15	24	35			
MASA RECIPIENTE, g. ( Wc)	5.32	5.57	5.43	6.30	5.20	
MASA RECIPIENTE + MUESTRA HUMEDA, g ( W1)	32.69	37.54	34.94	19.29	15.90	
MASA RECIPIENTE + MUESTRA SECA AL HORNO, g(W2)	24.80	29.39	29.32	17.52	14.33	
MASA DEL AGUA, g. ( Ww ) = W1 - W2	7.9	8.1	5.6	1.8	1.6	
MASA DE LA MUESTRA SECA, g ( Ws ) = W2 - Wc	19.5	23.8	23.9	11.2	9.1	
HUMEDAD NATURAL, % ( W ) = ( Ww / Ws ) * 100	40.5	34.2	23.5	15.8	17.3	

**CÁLCULO ÍNDICE DE PLASTICIDAD**

LÍMITE LÍQUIDO, % ( L.L. )	32.4
LÍMITE PLÁSTICO, % ( L.P. )	16.5
ÍNDICE DE PLASTICIDAD %, I.P. = L.L. - L.P.	15.9
% PASA TAMIZ No 200:	89.5

**GRÁFICO LÍMITE LÍQUIDO**





$$y = -0.8545x + 53.811$$

REVISÓ Y APROBÓ:

Ing. HAIVER DAVID OLIVO MELGAREJO

Coordinador de Ingeniería



	<b>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b> <b>HACEMOS LO CORRECTO, CORRECTAMENTE</b>		
	<b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b>		
	<b>INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO DE TEORAMA, EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER.</b>		
	<b>FECHA DE VIGENCIA</b> 02/01/2022	<b>CÓDIGO:</b> IF-LA-B-016-V6	<b>CONSECUTIVO:</b> EG-001-W-1133-22
<b>ESTE DOCUMENTO ES VALIDO CON LA FIRMA Y SELLO EN ORIGINA DE NHSQ INGENIERÍA S.A.S</b>			

## Anexo 10 Registro estratigráfico y resultados de laboratorio sondeo S9

ESPECIFICACIÓN / NORMA	FECHA DE VIGENCIA	CÓDIGO	ESTE DOCUMENTO NO ES VALIDO SIN LA FIRMA Y EL SELLO ORIGINAL DEL LABORATORIO NHSQ INGENIERIA
NTC-2017	02/ENERO/2020	F-LAB-035-V6	

OBJETO :	INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO DE TEORAMA, EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER					MUNICIPIO:	TEORAMA	
						DEPARTAMENTO:	NORTE DE SANTANDER	
						O.T/MUESTRA N°:	EG-001-W-1133-22	
						FECHA DE REGISTRO:	SEPTIEMBRE DE 2022	
DIRIGIDO A:	UNIÓN TEMPORAL ALIANZA ENERGÉTICA 2022	NIT:	901547460-1	COORDENADAS:	LATITUD:	8°36'43.33"N	FECHA DE ENTREGA:	SEPTIEMBRE DE 2022
SITO:	TEORAMA, NORTE DE SANTANDER				LONGITUD:	73°16'24.26"O	SONDEO:	9

ALTURA DEL SONDEO "m"	ESTRATO	PERFIL DEL SUELO SEGUN LA NSR-10	DESCRIPCION DEL MATERIAL	# DE GOLPES "N" no corregido				COTA	% W	L.L	L.P	LP	PORCENTAJE DEL MATERIAL %	yh HUMEDA (g/cm3)	ys SECA (g/cm3)	
				N0-15	N15-30	N30-45	N15-45									
		D	MATERIAL VEGETAL													
			ARENA LIMOSA													
1.00			A-6 CL MATERIAL SEDIMENTARIO COMPUESTO POR ARCILLA CON ARENA DE COLOR CAFÉ	13	11	14	25	0.50-0.95	19.9%	33.2	21.9	11.3	GRAVA	0.00	1.78	1.48
													ARENA	11.86		
				16	13	15	28	1.00-1.45					FINOS	88.14		
													SUMA	100.00		
2.00			18	16	16	32	1.50-1.95									
		FIN DE LA EXPLORACIÓN														
							2.00-2.45									
3.00							2.50-2.95									
							3.00-3.45									
							3.50-3.95									
4.00							4.00-4.45									
							4.50-4.95									
							5.00-5.45									
5.00							5.50-5.95									
6.00																

**Observaciones**

De acuerdo a la norma ASTM D1586, para considerar rechazo se debe cumplir alguna de las siguientes condiciones:

1. Se aplica un total de 50 golpes, durante cualquiera de los tres incrementos de 15 cm que componen la prueba.
2. No se observa avance de la cuchara, durante la aplicación de 10 golpes sucesivos

PROCESÓ:

Ing. ANA LILIANA PAN URRIOLA  
Analista de Ingeniería

REVISÓ Y APROBÓ:

Ing. HAIVER DAVID OLIVO MELGAREJO  
Coordinador de Ingeniería



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO,  
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS**

ESPECIFICACIÓN/NORMA

INV. E-123, 125 y 126 - 13

FECHA DE VIGENCIA

02/ENERO/2020

CÓDIGO

F-LAB-010-V6

ESTE DOCUMENTO NO ES VÁLIDO SIN LA FIRMA Y EL SELLO ORIGINAL DEL LABORATORIO NHSQ INGENIERIA

PROYECTO:

INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO DE TEORAMA, EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER

O.T/MUESTRA N°:

EG-001-W-1133-22

DIRIGIDO A:

UNIÓN TEMPORAL ALIANZA ENERGÉTICA 2022

FECHA DE REGISTRO:

SEPTIEMBRE DE 2022

NIT:

901547460-1

FECHA DE ENTREGA:

SEPTIEMBRE DE 2022

MATERIAL:

PROVENIENTE DE LA EXPLORACIÓN

MUNICIPIO/DPTO:

TEORAMA / NORTE DE SANTANDER

SONDEO N°:

9

MUESTRA N°:

1

PROFUNDIDAD (m):

0,50 - 2,00

SITIO:

TEORAMA, NORTE DE SANTANDER

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

**DATOS DEL ENSAYO**

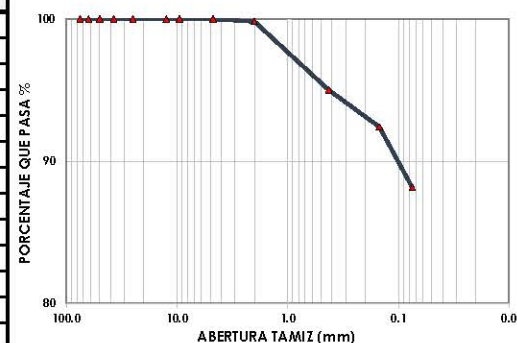
PASA TAMIZ N° 200 (75 µm ) (%)	88.1%
MASA DE LA COPA (g)	0.0
MASA INICIAL SECA(g)	359.0
HUMEDAD NATURAL (%)	19.9%
MASA INICIAL SECA ANTES DE LAVADO (g)	299.5
MASA FINAL DESPUÉS DE LAVADO (g)	42.6
<b>CÁLCULO DE LA HUMEDAD NATURAL</b>	
MASA DE LA COPA (g)	5.3
MASA INICIAL HUMEDA(g)	63.4
MASA FINAL SECA(g)	53.8
HUMEDAD NATURAL (%)	19.9%

**CLASIFICACIÓN DEL SUELO**

D10	--	D30	--	D60	--
Cc	--	Cu	--		
AASHTO	A-6				
DESCRIPCIÓN	Arcilla con arena				
S.U.C.S	CL				
COLOR	Marron				
DESCRIPCIÓN	Material sedimentario compuesto por arcilla arenosa de color marron				

TAMIZ		MASA RETENIDA (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASA
Pulg	mm				
3"	75.0	0.0	0.0	0.0	100
2 -1/2"	63.0	0.0	0.0	0.0	100
2"	50.0	0.0	0.0	0.0	100
1 -1/2"	37.5	0.0	0.0	0.0	100
1"	25.0	0.0	0.0	0.0	100
1/2"	12.5	0.0	0.0	0.0	100
3/8"	9.5	0.0	0.0	0.0	100
N°4	4.75	0.0	0.0	0.0	100
N°10	2.00	0.6	0.2	0.2	100
N°40	0.425	17.3	4.8	5.0	95
N°100	0.15	9.3	2.6	7.6	92
N°200	0.075	15.3	4.3	11.9	88
FONDO		316.4	88.1	100.0	0
SUMATORIA		359.0	100		

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



**DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DEL MATERIAL**

GRAVA	0.0%	ARENA	11.9%	FINOS	88.1%
-------	------	-------	-------	-------	-------

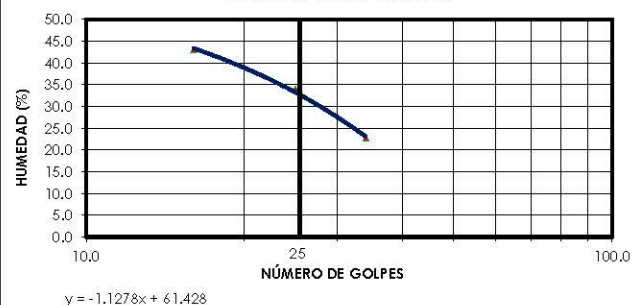
**NÚMERO DE GOLPES**

	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
	16	25	34			
MASA RECIPIENTE, g. ( Wc)	6.69	5.84	5.60	5.01	5.23	
MASA RECIPIENTE + MUESTRA HUMEDA, g ( W1)	35.24	36.57	37.40	16.69	19.35	
MASA RECIPIENTE + MUESTRA SECA AL HORNO, g(W2)	26.66	28.77	31.52	14.58	16.83	
MASA DEL AGUA, g. ( Ww ) = W1 - W2	8.6	7.8	5.9	2.1	2.5	
MASA DE LA MUESTRA SECA, g ( Ws ) = W2 - Wc	20.0	22.9	25.9	9.6	11.6	
HUMEDAD NATURAL, % ( W ) = ( Ww / Ws ) * 100	43.0	34.0	22.7	22.1	21.7	

**CÁLCULO ÍNDICE DE PLASTICIDAD**

LÍMITE LÍQUIDO, % ( L.L. )	33.2
LÍMITE PLÁSTICO, % ( L.P. )	21.9
ÍNDICE DE PLASTICIDAD %, I.P. = L.L. - L.P.	11.3
% PASA TAMIZ No 200:	88.1



**GRÁFICO LÍMITE LÍQUIDO**



REVISÓ Y APROBÓ:

Ing. HAIVER DAVID OLIVO MELGAREJO

Coordinador de Ingeniería

	<b>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b> <b>HACEMOS LO CORRECTO, CORRECTAMENTE</b>		
	<b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b>		
	<b>INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO DE TEORAMA, EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER.</b>		
	<b>FECHA DE VIGENCIA</b> 02/01/2022	<b>CÓDIGO:</b> IF-LA-B-016-V6	<b>CONSECUTIVO:</b> EG-001-W-1133-22
<b>ESTE DOCUMENTO ES VALIDO CON LA FIRMA Y SELLO EN ORIGINA DE NHSQ INGENIERÍA S.A.S</b>			

## Anexo 11 Resultados del ensayo de corte directo



ESPECIFICACIÓN/NORMA

NTC 1917-10

FECHA DE VIGENCIA

02/ENEROL/2020

CÓDIGO

F-LAB-013-V6

ESTE DOCUMENTO NO ES VÁLIDO SIN LA FIRMA Y EL SELLO ORIGINAL DEL LABORATORIO NHSQ INGENIERIA

PROYECTO:	INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO DE TEORAMA, EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER						
DIRIGIDO A:	UNIÓN TEMPORAL ALIANZA ENERGÉTICA 2022			O.T/MUESTRA N°:	EG-001-W-1133-22		
NIT:	901547460-1			FECHA DE REGISTRO:	SEPTIEMBRE DE 2022		
LOCALIZACIÓN:	PROVENIENTE DE LA EXPLORACIÓN			FECHA DE ENTREGA:	SEPTIEMBRE DE 2022		
CORTE DIRECTO N°:	CD1	CLASIFICACIÓN:	A-6 -- CL	MUNICIPIO/DPTO:	TEORAMA / NORTE DE SANTANDER		

SONDEO:	1	MUESTRA:	1	PROFUNDIDAD (m):	1.50	VELOCIDAD mm/min:	0.028
---------	---	----------	---	------------------	------	-------------------	-------

ESTADO:	INALTERADO/HUMEDECIDO			ESTRATO:	ARCILLA CON ARENA		
---------	-----------------------	--	--	----------	-------------------	--	--

ESFUERZO NORMAL:	(kg/cm²)	1 kg/cm²		2 kg/cm²		4 kg/cm²	
ETAPA:		INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
ALTURA:	(cm)	2.00	1.78	2.00	1.78	2.00	1.67
DIAMETRO:	(cm)	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
MASA:	(g)	65.09	65.38	64.91	65.25	64.91	65.32
VOLUMEN:	(cm³)	39.27	34.95	39.27	34.95	39.27	32.79
HUMEDAD:	(%)	13.20	15.40	12.40	16.50	12.20	18.10
DENSIDAD HUMEDA:	(g/cm³)	1.66	1.87	1.65	1.87	1.65	1.99
DENSIDAD SECA:	(g/cm³)	1.46	1.62	1.47	1.60	1.47	1.69

1 kg/cm²			2 kg/cm²			4 kg/cm²		
DEFORMACION (%)	Esf. De corte (kg/cm²)	Esfuerzo Normaliz.	DEFORMACION (%)	Esf. De corte (kg/cm²)	Esfuerzo Normaliz.	DEFORMACION (%)	Esf. De corte (kg/cm²)	Esfuerzo Normaliz.
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.05	0.05	0.05	0.05	0.13	0.29	0.05	0.35	0.09
0.10	0.06	0.06	0.10	0.15	0.33	0.10	0.41	0.10
0.20	0.08	0.08	0.20	0.16	0.39	0.20	0.48	0.12
0.35	0.11	0.11	0.35	0.19	0.43	0.35	0.53	0.13
0.50	0.13	0.13	0.50	0.22	0.48	0.50	0.59	0.15
0.75	0.15	0.15	0.75	0.25	0.51	0.75	0.62	0.16
1.00	0.18	0.18	1.00	0.27	0.56	1.00	0.69	0.17
1.25	0.20	0.20	1.25	0.30	0.61	1.25	0.75	0.19
1.50	0.23	0.23	1.50	0.34	0.65	1.50	0.79	0.20
1.75	0.25	0.25	1.75	0.37	0.70	1.75	0.86	0.21
2.00	0.27	0.27	2.00	0.40	0.75	2.00	0.92	0.23
2.50	0.29	0.29	2.50	0.42	0.79	2.50	0.97	0.24
3.00	0.31	0.31	3.00	0.45	0.85	3.00	1.04	0.26
3.50	0.33	0.33	3.50	0.48	0.91	3.50	1.11	0.28
4.00	0.37	0.37	4.00	0.52	0.96	4.00	1.19	0.30
4.50	0.39	0.39	4.50	0.56	1.00	4.50	1.23	0.31
5.00	0.43	0.43	5.00	0.59	1.03	5.00	1.27	0.32
6.00	0.45	0.45	6.00	0.63	1.06	6.00	1.30	0.33
7.00	0.49	0.49	7.00	0.65	1.08	7.00	1.33	0.33
8.00	0.51	0.51	8.00	0.67	1.10	8.00	1.36	0.34
9.00	0.52	0.52	9.00	0.69	1.11	9.00	1.37	0.34
10.00	0.54	0.54	10.00	0.71	1.12	10.00	1.38	0.35
11.00	0.52	0.52	11.00	0.70	1.11	11.00	1.37	0.34
12.00	0.51	0.51	12.00	0.69	1.11	12.00	1.36	0.34

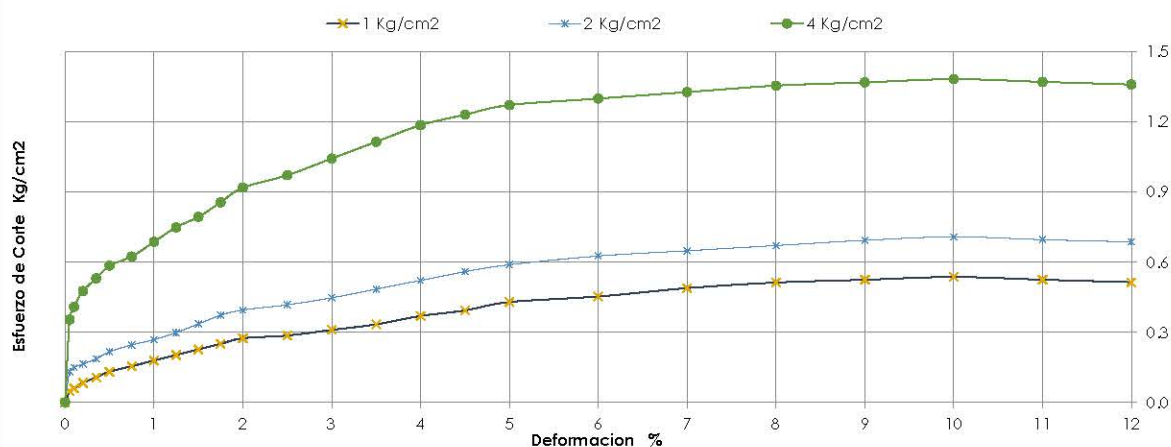
OBSERVACIONES:


REVISÓ Y APROBÓ:

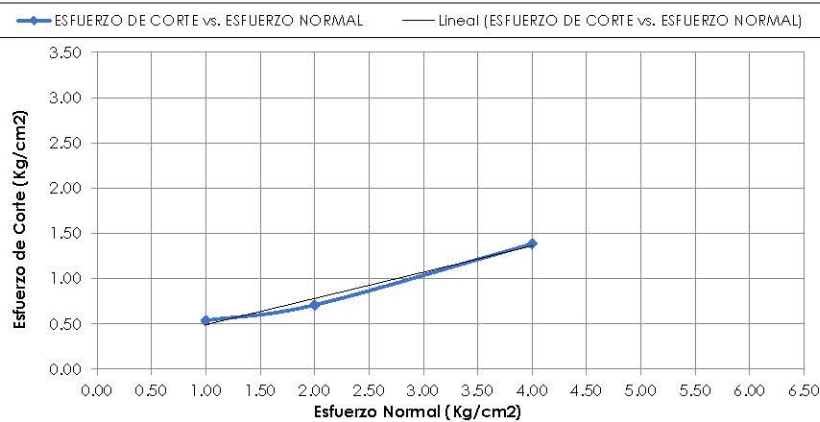
Ing. HAIVER DAVID OLIVO MELGAREJO  
Coordinador de Ingeniería

ESPECIFICACIÓN/NORMA	FECHA DE VIGENCIA	CÓDIGO	ESTE DOCUMENTO NO ES VÁLIDO SIN LA FIRMA Y EL SELLO ORIGINAL DEL LABORATORIO NHSQ INGENIERÍA.
NTC 1917-10	02/ENERO/2020	F-LAB-013-V6	
PROYECTO:	INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO DE TEORAMA, EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER		
DIRIGIDO A:	UNIÓN TEMPORAL ALIANZA ENERGÉTICA 2022	O.T/MUESTRA N°:	EG-001-W-1133-22
NIT:	901547460-1	FECHA DE REGISTRO:	SEPTIEMBRE DE 2022
LOCALIZACIÓN:	PROVENIENTE DE LA EXPLORACIÓN	FECHA DE ENTREGA:	SEPTIEMBRE DE 2022
CORTE DIRECTO N°:	CD1	CLASIFICACIÓN:	A-6 - CL
		MUNICIPIO/DPTO:	TEORAMA / NORTE DE SANTANDER
SONDEO:	1	MUESTRA:	1
		PROFUNDIDAD (m):	1.50
		VELOCIDAD mm/min:	0.028
ESTADO:	INALTERADO/HUMEDECIDO		ESTRATO:
			ARCILLA CON ARENA

### CURVA DE RESISTENCIA



### ESFUERZO DE CORTE vs. ESFUERZO NORMAL



**Cohesion C:**

0.280

Kg/cm<sup>2</sup>

**Angulo de Friccion φ:**

15.8



OBSERVACIONES:

REVISÓ Y APROBÓ:



Ing. HAIVER DAVID OLIVO MELGAREJO  
Coordinador de Ingeniería



	<b>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b> <b>HACEMOS LO CORRECTO, CORRECTAMENTE</b>		<b>ISO 9001:2015</b> <b>BUREAU VERITAS</b> <b>Certification</b> 
	<b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b>		
	<b>INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO DE TEORAMA, EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER.</b>		
	<b>FECHA DE VIGENCIA</b> 02/01/2022	<b>CÓDIGO:</b> IF-LA-B-016-V6	<b>CONSECUTIVO:</b> EG-001-W-1133-22
<b>ESTE DOCUMENTO ES VALIDO CON LA FIRMA Y SELLO EN ORIGINA DE NHSQ INGENIERÍA S.A.S</b>			

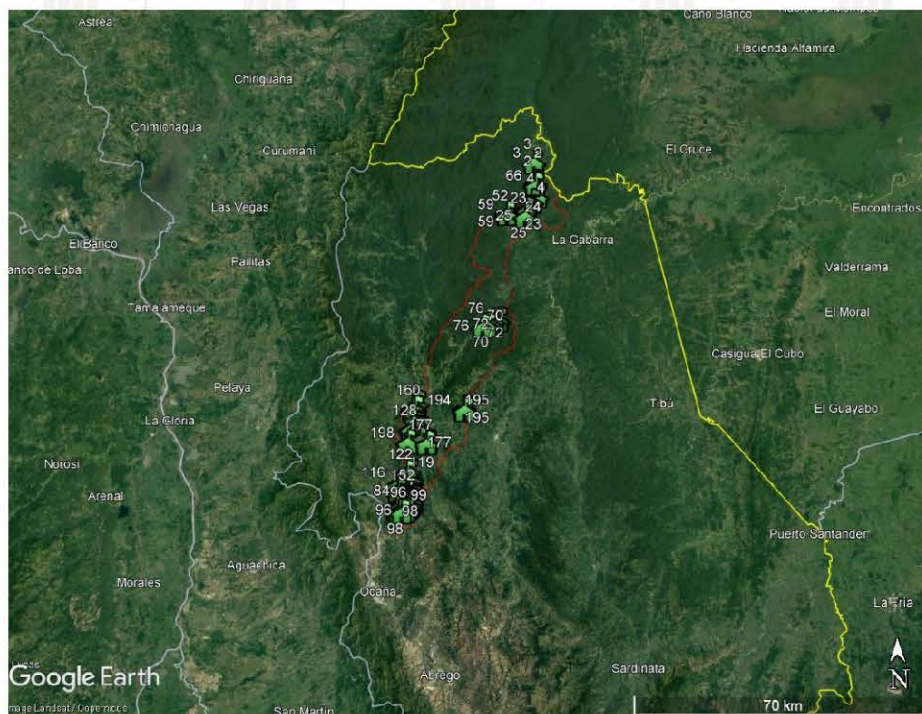
## Anexo 12 Planos de ubicación de los sondeos

INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS PARA LA  
GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO  
DE TEORAMA, EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER.

**CONSECUTIVO:**

FG-001-W-1133-22

ESTE DOCUMENTO ES VALIDO CON LA FIRMA Y SELLO EN ORIGINA DE NHSQ INGENIERÍA S.A.S

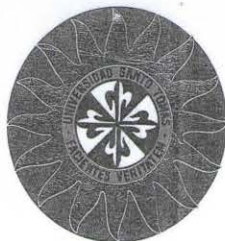




	<b>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b> <b>HACEMOS LO CORRECTO, CORRECTAMENTE</b>		
	<b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b>		
	<b>INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO DE TEORAMA, EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER.</b>		
	<b>FECHA DE VIGENCIA</b> 02/01/2022	<b>CÓDIGO:</b> IF-LA-B-016-V6	<b>CONSECUTIVO:</b> EG-001-W-1133-22
<b>ESTE DOCUMENTO ES VALIDO CON LA FIRMA Y SELLO EN ORIGINA DE NHSQ INGENIERÍA S.A.S</b>			

## Anexo 13 Diploma y acta de grado de especialización en geotecnia

República de Colombia



LA UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

Autorizada por el Ministerio de Educación Nacional  
Teniendo en cuenta que

**Néstor Hernán Suárez Quiñones**

CC. 79.877.431 Bogotá D.C.

Aprobó los estudios programados y cumplió con las exigencias  
legales y reglamentarias, le confiere el Título de

**Especialista en Geotecnia  
Vial y Pavimentos**

En constancia se firma y sella en Tunja  
los 14 días del mes de Diciembre de 2012

El Rector General

El Rector Seccional

El Decano de Facultad

El Secretario Seccional

Registro Interno No. 638.188.14-12-2012

Libro 117 Folio 16



**ESTUDIO GEOTÉCNICO**

**INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS PARA LA  
GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO  
DE TEORAMA, EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER.**

FECHA DE VIGENCIA

02/01/2022

CÓDIGO:

IF-LAB-016-V6

CONSECUTIVO:

EG-001-W-1133-22

ESTE DOCUMENTO ES VÁLIDO CON LA FIRMA Y SELLO EN ORIGINA DE NHSQ INGENIERÍA S.A.S



**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS**  
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

*Experiencia y Calidad*

**ACTA DE GRADO 188.88**  
(Libro 3P, Folio 307)

En la ciudad de Tunja, República de Colombia el día 14 de diciembre de 2012, la Universidad Santo Tomás en nombre de la República de Colombia y con autorización del Ministerio de Educación Nacional según Decreto Ejecutivo No. 1772 del 11 de julio de 1965, bajo la Presidencia del Padre Aldemar Valencia Hernández, O.P., Rector Seccional y actuando como Secretaria la Alogada Maríam Maritza Niño Forero, celebró sesión solemne y pública con el objeto de otorgar el título a los estudiantes aspirantes al grado.

Comprobado el cumplimiento de todos los requisitos legales y los establecidos en el Reglamento General de la Universidad, confirió el Título de

**ESPECIALISTA EN GEOTECNIA VIAL Y PAVIMENTOS**

Código SNIE 29809

a: **NÉSTOR HERNÁN SUÁREZ QUINONES**

C.C. 79877431 de BOGOTÁ D.C.

El graduando emitió el Juramento de rigor por el que se comprometió a ejercer la profesión con responsabilidad y honradez, de conformidad con la Constitución, las leyes de la República de Colombia, poner todo empeño en el desarrollo del País y de sus instituciones, brindar generoso apoyo a los programas de justicia social y dignificación de la persona humana y llevar siempre en alto el nombre y los principios de la Universidad Santo Tomás. Seguidamente el presidente de la ceremonia de graduación procedió a la entrega del Diploma que lo acredita para el ejercicio de su profesión de conformidad con la legislación vigente.

Para constancia se expide y firma la presente Acta, válida para todos los efectos legales correspondientes.

Fdo. Aldemar Valencia Hernández, O.P., (Hay un sello)

Fdo. Maríam Maritza Niño Forero (Hay un sello)



Es fiel copia con el original expedida en la ciudad de Tunja, el 14 de diciembre de 2012

La Secretaria General Seccional,

  
**MYRIAM MARITZA NIÑO FORERO**



SC-CERT19491 CO-SC-CERT19491

	<b>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b> <b>HACEMOS LO CORRECTO, CORRECTAMENTE</b>		
	<b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b>		
	<b>INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS PARA LA  GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO  DE TEORAMA, EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER.</b>		
	<b>FECHA DE VIGENCIA</b> 02/01/2022	<b>CÓDIGO:</b> IF-LA-B-016-V6	<b>CONSECUTIVO:</b> EG-001-W-1133-22
<b>ESTE DOCUMENTO ES VALIDO CON LA FIRMA Y SELLO EN ORIGINA DE NHSQ INGENIERÍA S.A.S</b>			

## Anexo 14 Certificados de calibración





# LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS HACEMOS LO CORRECTO, CORRECTAMENTE

ISO 9001:2015  
BUREAU VERITAS  
Certification



## ESTUDIO GEOTÉCNICO

### INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO DE TEORAMA, EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER.

FECHA DE VIGENCIA

02/01/2022

CÓDIGO:

IF-LAB-016-V6

CONSECUTIVO:

EG-001-W-1133-22

ESTE DOCUMENTO ES VÁLIDO CON LA FIRMA Y SELLO EN ORIGINA DE NHSQ INGENIERÍA S.A.S

**Certificado de Calibración - Laboratorio de Masa y Balanzas**  
Calibration Certificate - Mass and Weighing Instruments Laboratory

**M-25246-006 R0**

Page / Pág. 1 de 4

Equipo	INSTRUMENTO DE PESAJE NO AUTOMÁTICO	Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.
Fabricante	TRUMAX	
Modelo	MXH	
Número de Serie	No Presenta	
Identificación Interna	NHSQ-EQ-084	
Carga Máxima	600 g	
Solicitante	NHSQ INGENIERIA S.A.S.	
Dirección	Carrera 34 No. 21-34	
Ciudad	Villavicencio - Meta	
Fecha de Calibración	2022-01-19	
Fecha de Emisión	2022-01-27	

Número de páginas del certificado, incluyendo anexos: 04

Ing. Miguel Vela Avellaneda  
Teng. Francisco Durán Romero

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

**Certificado de Calibración - Laboratorio de Masa y Balanzas**  
Calibration Certificate - Mass and Weighing Instruments Laboratory

**M-25246-005 R0**

Page / Pág. 1 de 4

Equipo	INSTRUMENTO DE PESAJE NO AUTOMÁTICO	Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.
Fabricante	TRUMAX	
Modelo	MXA	
Número de Serie	YS14786	
Identificación Interna	EQ-031	
Carga Máxima	3000 g	
Solicitante	NHSQ INGENIERIA S.A.S.	
Dirección	Carrera 34 No. 21-34	
Ciudad	Villavicencio - Meta	
Fecha de Calibración	2022-01-19	
Fecha de Emisión	2022-01-27	

Número de páginas del certificado, incluyendo anexos: 04

Ing. Miguel Vela Avellaneda  
Teng. Francisco Durán Romero

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

**Certificado de Calibración - Laboratorio de Temperatura**  
Calibration Certificate - Temperature Laboratory

**T-25246-001 R0**

Page / Pág. 1 de 4

Equipo	HORNO	Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.
Fabricante	PINZUAR LTDA	
Modelo	PG 190	
Número de Serie	386	
Identificación Interna	NHSQ-EQ-091	
Intervalo de Medición	40 °C a 200 °C	
Solicitante	NHSQ INGENIERIA S.A.S.	
Dirección	Carrera 34 No. 21-34	
Ciudad	Villavicencio - Meta	
Fecha de Calibración	2022-01-24	
Fecha de Emisión	2022-01-26	

Número de páginas del certificado, incluyendo anexos: 04

Teng. Francisco Durán Romero  
Teng. Oscar Eduardo Briceño

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

**Certificado de Calibración - Laboratorio de Longitud**  
Calibration Certificate - Dimensional Metrology Laboratory

**NA-24867-006 R0**

Page / Pág. 1 de 2

Equipo	CAZUELA CASAGRANDE	Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.
Fabricante	HUMBOLDT	
Modelo	No presenta	
Número de Serie	No presenta	
Identificación Interna	EQ-06	
Intervalo de Medición	Ver tabla de resultados	
Solicitante	NHSQ INGENIERIA SAS	
Dirección	Carrera 34 No. 21-34 San Benito	
Ciudad	Villavicencio - Meta	
Fecha de Calibración	2022-01-20	
Fecha de Emisión	2022-01-21	

Número de páginas del certificado, incluyendo anexos: 02

Ing. Miguel Vela Avellaneda  
Teng. Javier Amulfo López

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO





# LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS HACEMOS LO CORRECTO, CORRECTAMENTE

ISO 9001:2015  
BUREAU VERITAS  
Certification



## ESTUDIO GEOTÉCNICO

### INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO DE TEORAMA, EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER.

FECHA DE VIGENCIA

02/01/2022

CÓDIGO:

IF-LA-B-016-V6

CONSECUTIVO:

EG-001-W-1133-22

ESTE DOCUMENTO ES VÁLIDO CON LA FIRMA Y SELLO EN ORIGINA DE NHSQ INGENIERÍA S.A.S

**Certificado de Calibración - Laboratorio de Longitud**  
Calibration Certificate - Dimensional Metrology Laboratory

**L-24867-034 R0**

Page / Pág. 1 de 3

Equipo	TAMIZ 8" PARA LAVADO	Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.
Fabricante	GEOTESTING	
Modelo	STANDARD	
Número de Serie	005027	
Identificación Interna	HR-055	
Malla	No. 200	
Solicitante	NHSQ INGENIERIA SAS	
Dirección	Carrera 34 No 21-34 San Benito	
Ciudad	Villavicencio - Meta	
Fecha de Calibración	2021 - 12 - 15	
Fecha de Emisión	2021 - 12 - 20	
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos	03	

Ing. Sergio Iván Martínez  
Director Laboratorio de Metrología

Tec. Jéssy Arriola López  
Métrico Laboratorio de Metrología

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

**Certificado de Calibración - Laboratorio de Longitud**  
Calibration Certificate - Dimensional Metrology Laboratory

**L-24867-025 R0**

Page / Pág. 1 de 3

Equipo	TAMIZ 8"	Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.
Fabricante	PINZUAR	
Modelo	GRANOTEST	
Número de Serie	51256	
Identificación Interna	HR-048	
Malla	No. 40	
Solicitante	NHSQ INGENIERIA SAS	
Dirección	Carrera 34 No 21-34 San Benito	
Ciudad	Villavicencio - Meta	
Fecha de Calibración	2021 - 11 - 30	
Fecha de Emisión	2021 - 12 - 02	
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos	03	

Ing. Sergio Iván Martínez  
Director Laboratorio de Metrología

Tec. Jéssy Arriola López  
Métrico Laboratorio de Metrología

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

**Certificado de Calibración - Laboratorio de Longitud**  
Calibration Certificate - Dimensional Metrology Laboratory

**L-24867-022 R0**

Page / Pág. 1 de 3

Equipo	TAMIZ 8"	Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.
Fabricante	PINZUAR	
Modelo	GRANOTEST	
Número de Serie	51063	
Identificación Interna	HR-036	
Malla	No. 10	
Solicitante	NHSQ INGENIERIA SAS	
Dirección	Carrera 34 No 21-34 San Benito	
Ciudad	Villavicencio - Meta	
Fecha de Calibración	2021 - 12 - 01	
Fecha de Emisión	2021 - 12 - 03	
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos	03	

Ing. Sergio Iván Martínez  
Director Laboratorio de Metrología

Tec. Jéssy Arriola López  
Métrico Laboratorio de Metrología

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

**Certificado de Calibración - Laboratorio de Longitud**  
Calibration Certificate - Dimensional Metrology Laboratory

**L-24867-031 R0**

Page / Pág. 1 de 3

Equipo	TAMIZ 8"	Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.
Fabricante	PINZUAR	
Modelo	GRANOTEST	
Número de Serie	62240	
Identificación Interna	HR-664	
Malla	No. 100	
Solicitante	NHSQ INGENIERIA SAS	
Dirección	Carrera 34 No 21-34 San Benito	
Ciudad	Villavicencio - Meta	
Fecha de Calibración	2021 - 12 - 03	
Fecha de Emisión	2021 - 12 - 06	
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos	03	

Ing. Sergio Iván Martínez  
Director Laboratorio de Metrología

Tec. Jéssy Arriola López  
Métrico Laboratorio de Metrología

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO



# LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS HACEMOS LO CORRECTO, CORRECTAMENTE

ISO 9001:2015  
BUREAU VERITAS  
Certification



## ESTUDIO GEOTÉCNICO INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO DE TEORAMA, EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER.

FECHA DE VIGENCIA

02/01/2022

CÓDIGO:

IF-LAB-016-V6

CONSECUTIVO:

EG-001-W-1133-22

ESTE DOCUMENTO ES VÁLIDO CON LA FIRMA Y SELLO EN ORIGINA DE NHSQ INGENIERÍA S.A.S

**PINZUAR**  
LABORATORIO DE METROLOGÍA

**Certificado de Calibración - Laboratorio de Longitud**  
Calibration Certificate - Dimensional Metrology Laboratory

**L-24867-016 R0**

Page / Pág 1 de 3

Equipo	TAMZ 8"	Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.
Fabricante	PINZUAR	
Modelo	GRANTEST	
Número de Serie	40324	
Identificación Interna	HR-023	
Malla	3/8 in.	
Solicitante	NHSQ INGENIERIA SAS	
Dirección	Carrera 34 No 21-34 San Benito	
Ciudad	Villavicencio - Meta	
Fecha de Calibración	2021-11-30	
Fecha de Emisión	2021-11-30	

Número de páginas del certificado, incluyendo anexos 03

Firmas que Autorizan Certificado

Ing. Sergio Iván Martínez  
Tecn. Jairo Amulio López

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

**PINZUAR**  
LABORATORIO DE METROLOGÍA

**Certificado de Calibración - Laboratorio de Longitud**  
Calibration Certificate - Dimensional Metrology Laboratory

**L-24867-020 R0**

Page / Pág 1 de 3

Equipo	TAMZ 8"	Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.
Fabricante	PINZUAR	
Modelo	GRANTEST	
Número de Serie	50076	
Identificación Interna	HR-029	
Malla	No. 4	
Solicitante	NHSQ INGENIERIA SAS	
Dirección	Carrera 34 No 21-34 San Benito	
Ciudad	Villavicencio - Meta	
Fecha de Calibración	2021-11-30	
Fecha de Emisión	2021-11-30	

Número de páginas del certificado, incluyendo anexos 03

Firmas que Autorizan Certificado

Ing. Sergio Iván Martínez  
Tecn. Jairo Amulio López

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

**PINZUAR**  
LABORATORIO DE METROLOGÍA

**Certificado de Calibración - Laboratorio de Longitud**  
Calibration Certificate - Dimensional Metrology Laboratory

**L-24867-015 R0**

Page / Pág 1 de 3

Equipo	TAMZ 8"	Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.
Fabricante	PINZUAR	
Modelo	GRANTEST	
Número de Serie	40314	
Identificación Interna	HR-010	
Malla	1/4 in.	
Solicitante	NHSQ INGENIERIA SAS	
Dirección	Carrera 34 No 21-34 San Benito	
Ciudad	Villavicencio - Meta	
Fecha de Calibración	2021-11-30	
Fecha de Emisión	2021-12-03	

Número de páginas del certificado, incluyendo anexos 03

Firmas que Autorizan Certificado

Ing. Sergio Iván Martínez  
Tecn. Jairo Amulio López

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

**PINZUAR**  
LABORATORIO DE METROLOGÍA

**Certificado de Calibración - Laboratorio de Longitud**  
Calibration Certificate - Dimensional Metrology Laboratory

**L-24867-013 R0**

Page / Pág 1 de 3

Equipo	TAMZ 8"	Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.
Fabricante	PINZUAR	
Modelo	GRANTEST	
Número de Serie	49116	
Identificación Interna	HR-003	
Malla	1 in.	
Solicitante	NHSQ INGENIERIA SAS	
Dirección	Carrera 34 No 21-34 San Benito	
Ciudad	Villavicencio - Meta	
Fecha de Calibración	2021-11-30	
Fecha de Emisión	2021-12-03	

Número de páginas del certificado, incluyendo anexos 03

Firmas que Autorizan Certificado

Ing. Sergio Iván Martínez  
Tecn. Jairo Amulio López

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO



	<b>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b> <b>HACEMOS LO CORRECTO, CORRECTAMENTE</b>		<b>ISO 9001:2015</b> <b>BUREAU VERITAS</b> <b>Certification</b> 
	<b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b>		
	<b>INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO DE TEORAMA, EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER.</b>		
	<b>FECHA DE VIGENCIA</b> 02/01/2022	<b>CÓDIGO:</b> IF-LA-B-016-V6	<b>CONSECUTIVO:</b> EG-001-W-1133-22
<b>ESTE DOCUMENTO ES VALIDO CON LA FIRMA Y SELLO EN ORIGINA DE NHSQ INGENIERÍA S.A.S</b>			

## Anexo 15 Certificación ISO9001-2015



ESTUDIO GEOTÉCNICO

INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS PARA LA  
GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO  
DE TEORAMA, EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER.

FECHA DE VIGENCIA

02/01/2022

CÓDIGO:

IF-LAB-016-V6

CONSECUTIVO:

EG-001-W-1133-22

ESTE DOCUMENTO ES VÁLIDO CON LA FIRMA Y SELLO EN ORIGINA DE NHSQ INGENIERÍA S.A.S

BUREAU VERITAS  
Certification



**NHSQ INGENIERÍA S.A.S.**

Entidad Contratante: Carrera 34 No. 21 – 34 Barrio San Benito  
Villavicencio, Meta, Colombia.

*BVQI Colombia Ltda. certifica que el Sistema de Gestión de la organización ha sido auditado y se ha encontrado conforme con los requerimientos de las normas de Sistema de Gestión que se detallan a continuación*

**ISO 9001:2015**

Alcance de la Certificación

CONSULTORÍA PARA LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE LABORATORIO EN EL  
CONTROL DE AGREGADOS, SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS PARA  
PROYECTOS DE OBRAS CIVILES, MINERÍA Y GEOTECNIA.

No Aplicabilidad:  
8.3. Diseño y Desarrollo de Productos y Servicios.

Fecha de Inicio del Ciclo Original de Certificación: **18 Abril 2018**  
Fecha de Vencimiento del Ciclo Previo: **17 Octubre 2021**  
Fecha de Auditoría de Recertificación: **27 Mayo 2021**  
Fecha de Inicio del ciclo de Recertificación: **18 Octubre 2021**

Sujeto a la continua y satisfactoria operación del Sistema de Gestión de la organización, este certificado vence el: **17 Abril 2024**

Certificado No. **CO21.07431** Versión: No. 1 Fecha de Revisión: **12 Julio 2021**  
Certificado Previo No. **CO18.01105**

  
**Carolina Prieto Carranza**  
Gerente Técnico





Dirección del Organismo de Certificación: BVQI Colombia Ltda. Carrers 16 No 97-40 Torre 1 Oficina 401  
Bogotá – Colombia

Cualquier aclaración adicional relativa al alcance de este certificado y a la aplicabilidad de los requerimientos del Sistema de Gestión, puede obtenerse consultando a la organización.

Para comprobar la validez de este certificado por favor verificar en la página web [www.bureauveritascertification.com/co](http://www.bureauveritascertification.com/co)

Página 1 de 1

Rev. 2.7, 30 Diciembre 2020

	<b>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b> <b>HACEMOS LO CORRECTO, CORRECTAMENTE</b>		<b>ISO 9001:2015</b> <b>BUREAU VERITAS</b> <b>Certification</b> 
	<b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b>		
	<b>INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO DE TEORAMA, EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER.</b>		
	<b>FECHA DE VIGENCIA</b> 02/01/2022	<b>CÓDIGO:</b> IF-LA-B-016-V6	<b>CONSECUTIVO:</b> EG-001-W-1133-22
<b>ESTE DOCUMENTO ES VALIDO CON LA FIRMA Y SELLO EN ORIGINA DE NHSQ INGENIERÍA S.A.S</b>			

## Anexo 16 Certificación Antecedentes





LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS  
HACEMOS LO CORRECTO, CORRECTAMENTE

ISO 9001:2015  
BUREAU VERITAS  
Certification



### ESTUDIO GEOTÉCNICO

INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS PARA LA  
GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO  
DE TEORAMA, EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER.

FECHA DE VIGENCIA

02/01/2022

CÓDIGO:

IF-LA-B-016-V6

CONSECUTIVO:

EG-001-W-1133-22

ESTE DOCUMENTO ES VÁLIDO CON LA FIRMA Y SELLO EN ORIGINA DE NHSQ INGENIERÍA S.A.S



REPÚBLICA DE COLOMBIA  
**COPNIA**  
Consejo Profesional Nacional de Ingeniería

Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios  
CVAD-2022-1730083

### CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA COPNIA

#### EL DIRECTOR GENERAL

#### CERTIFICA:

1. Que NESTOR HERNAN SUAREZ QUIÑONES, identificado(a) con CÉDULA DE CIUDADANÍA 79877431, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA CIVIL con MATRICULA PROFESIONAL 25202-158140 desde el 21 de Agosto de 2008, otorgado(a) mediante Resolución Nacional 743.
2. Que el(la) MATRICULA PROFESIONAL es la autorización que expide el Estado para que el titular ejerza su profesión en todo el territorio de la República de Colombia, de conformidad con lo dispuesto en la Ley 842 de 2003.
3. Que el(la) referido(a) MATRICULA PROFESIONAL se encuentra **VIGENTE**
4. Que el profesional no tiene antecedentes disciplinarios ético-profesionales.
5. Que la presente certificación se expide en Bogotá, D.C., a los trece (13) días del mes de Diciembre del año dos mil veintidos (2022).

Rubén Darío Ochoa Arbeláez

Firma del titular (\*)

(\*) Con el fin de verificar que el titular autoriza su participación en procesos estatales de selección de contratistas, la falta de firma del titular no invalida el Certificado.  
El presente es un documento público expedido electrónicamente con firma digital que garantiza su plena validez jurídica y probatoria según lo establecido en la Ley 527 de 1999. Para verificar la firma digital, consulte las propiedades del documento original en formato .pdf.  
Para verificar la integridad e inalterabilidad del presente documento consulte en el sitio web [https://tramites.copnia.gov.co/Copnia\\_Microsite/CertificateOfGoodStanding/CertificateOfGoodStandingStart](https://tramites.copnia.gov.co/Copnia_Microsite/CertificateOfGoodStanding/CertificateOfGoodStandingStart) indicado el número del certificado que se encuentra en la esquina superior derecha de este documento.

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA - COPNIA  
Calle 78 N° 9 - 57 - Teléfono: 322 0191 - Bogotá D.C.  
e-mail: [contactenos@copnia.gov.co](mailto:contactenos@copnia.gov.co)  
[www.copnia.gov.co](http://www.copnia.gov.co)