

DISEÑO DE LA CONSTRUCCIÓN DE TIANGUE EN LAS INSTALACIONES FRONTERIZAS EN PEÑA BLANCA

CONTENIDO

1.-	GENERALIDADES	1
2.-	RESPONSABILIDADES	1
3.-	ESTUDIO GEOTECNICO DE CIMENTACION	1
3.1.-	Introducción	1
3.2.-	Geomorfología de la región	2
3.2.1.-	Formaciones geológicas del área de estudio	3
3.2.2.-	Estructuras geológicas cercanas al sitio	4
3.3.-	Investigaciones de campo	5
3.3.1.-	Sondeos geotécnicos	5
3.3.2.-	Pruebas de permeabilidad	6
3.4.-	Pruebas de laboratorio	7
3.5.-	Descripción del subsuelo	7
3.5.1.-	Estratigrafía	7
3.5.2.-	Resistencia a la penetración estándar (SPT)	9
3.5.3.-	Humedad natural	10
3.6.-	Análisis de las condiciones de cimentación	11
3.7.-	Prueba de permeabilidad	11
3.7.1.-	Consumo unitario	11
3.7.2.-	Consumo	12
3.7.3.-	Coefficiente de permeabilidad	12
3.8.-	Conclusiones y recomendaciones	13
3.8.1.-	Conclusiones	13
3.8.2.-	Recomendaciones	15
3.8.3.-	Recomendaciones complementarias	16
4.-	ESTUDIO GEOTECNICO DE DISEÑO DE ESPESORES DE PAVIMENTO	18
4.1.-	Introducción	18
4.2.-	Trabajos de campo y métodos de ensayo	18
4.3.-	Características del subsuelo	19
4.4.-	Diseño de espesores de pavimento	20
4.4.1.-	Consideraciones de diseño	20
4.4.2.-	Método de diseño con concreto asfáltico y adoquín	21

DISEÑO DE LA CONSTRUCCIÓN DE TIANGUE EN LAS INSTALACIONES FRONTERIZAS EN PEÑA BLANCA

4.4.3.-	Método de diseño con concreto hidráulico	22
4.5.-	Espesores de pavimento	23
4.5.1.-	Espesores de pavimento con concreto asfáltico.....	23
4.5.2.-	Espesores de pavimento con adoquín.....	23
4.5.3.-	Espesores de pavimento con concreto hidráulico.....	24
4.6.-	Conclusiones y recomendaciones	24
4.6.1.-	Conclusiones	24
4.6.2.-	Recomendaciones	25
4.6.3.-	Recomendaciones finales.....	35
ANEXO N° 1.-	MAPA DE UBICACIÓN DEL PROYECTO	37
ANEXO N° 2.-	MAPA UBICACIÓN DE SONDEOS	38
ANEXO N° 3.-	GRÁFICAS DE RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN ESTÁNDAR Y ESTRATIGRAFÍA DEL SUELO	39
ANEXO N° 4.-	RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO	40
ANEXO N° 5.-	FOTOGRAFÍAS SPT	41
ANEXO N° 6.-	SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA	42
ANEXO N° 7.-	RESULTADOS DE ENSAYO DE LABORATORIO EN SONDEO MANUAL	43
ANEXO N° 8.-	FOTOGRAFÍAS SONDEO MANUAL	44
ANEXO N° 9.-	BANCOS DE MATERIALES	45

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Ubicación de sondeos	5
Tabla 2: Ubicación de sondeo prueba de permeabilidad	6
Tabla 3: Pruebas de laboratorio.....	7
Tabla 4: Profundidad de cimentación	11
Tabla 5: Resultados prueba de permeabilidad.....	12
Tabla 6: Permeabilidad	14
Tabla 7: Ubicación de sondeo manual.....	18
Tabla 8: Resultados de suelos	20
Tabla 9: Espesores de pavimentos con concreto asfáltico	23
Tabla 10: Espesores de pavimentos con adoquín	23
Tabla 11: Espesores de pavimentos con concreto hidráulico	24
Tabla 12: Resultados de suelos.....	25
Tabla 13: Resumen espesores de pavimento.....	26
Tabla 14: Características material pétreo	32
Tabla 15: Características material.	33

1.- GENERALIDADES

El objeto del documento es presentar el informe final del Estudio Geotécnico de Cimentación y de Diseño de espesores de pavimento del Proyecto “Diseño de la construcción de Tiangue en las Instalaciones Fronterizas en Peña Blanca”, municipio de Tola, departamento de Rivas, Sur de Nicaragua. **(Ver en el anexo No.1: “Mapa de Ubicación del Proyecto”).**

El Informe contiene la descripción de las tareas realizadas, los resultados de los ensayos de campo y laboratorio efectuados, el análisis de la información obtenida, así como las conclusiones y recomendaciones correspondientes al nivel de desplante de las fundaciones, capacidad soporte del suelo, y espesores de pavimento de las áreas acceso al Proyecto.

2.- RESPONSABILIDADES

Los responsables directos de los trabajos son:

- D. Juan José Guijarro Blasco
 - Responsable del equipo de trabajos de Geotecnia
- D. Gustavo Adolfo Altamirano González
 - Responsable de los trabajos de campo de estudios de fallamiento superficial, geotecnia y estudio de infiltración del suelo.

3.- ESTUDIO GEOTECNICO DE CIMENTACION

3.1.- Introducción

De acuerdo a la solicitud del Ministerio de Hacienda y Crédito Público, se presenta a continuación el Informe Final del Estudio Geotécnico de Cimentación, del Proyecto: TIANGUE PEÑAS BLANCAS, ubicado en el Puesto fronterizo Peñas Blancas, municipio de Tola, departamento de Rivas, Sur de Nicaragua. (Ver en el anexo No.1: “Mapa de Ubicación del Proyecto”).

El objetivo de la investigación en el sitio del Proyecto fue:

- a. Conocer la estratigrafía y las características físico – mecánicas del subsuelo.
- b. Establecer las conclusiones y recomendaciones requeridas para cimentar adecuadamente la edificación a construir.

Para conseguir estos objetivos se realizaron exploraciones de campo, muestreo del sub-suelo, así como el correspondiente análisis e interpretación de los resultados.

En este informe se presentan las actividades realizadas, los resultados de ensayos de campo y laboratorio, la descripción del subsuelo, conclusiones, recomendaciones, y anexos donde se detallan los resultados obtenidos en esta investigación.

3.2.- Geomorfología de la región

Geomorfológicamente el terreno se localiza en una planicie, de suelos residuales formados por la meteorización del sustrato rocoso por acción de las escorrentías de agua de lluvia que corren hacia el NE del terreno y el rasgo morfológico más notable es el Río Sapoá. Este terreno se ubica en un valle aluvial que ha erosionado las rocas existentes hasta dejar suelos aluviales residuales.

La geomorfología del sitio es plana, con una pendiente de 0.1 % hacia el NE, la cota de mayor elevación es 46.75 msnm al S del sitio y la de menor elevación es 44.00 msnm al N del terreno. (**Ver Anexo 5 Fotografía 1**).

Esta planicie se ubica al NE del contacto entre las rocas sedimentarias lutitas y areniscas de edad Cretácicas de la Formación Rivas y las calizas de origen sedimentario de la Formación Sapoá, estos contactos fueron delimitados según Darce, M. 2007 en el Mapa Geológico de la Cuenca Sandino.

3.2.1.- Formaciones geológicas del área de estudio

Las Formaciones Geológicas que constituyen el basamento rocoso del área de estudio son descritas a continuación:

La Formación Rivas (Kt-r) es una de las formaciones sedimentarias más antiguas de la Provincia del Pacífico, no está presente en el área de estudio sin embargo se menciona por encontrarse como basamento de la Formación Brito. El espesor de la columna litológica de esta Formación se ha calculado en 800 m. Está integrado por sedimentos turbidíticos como una secuencia de intercalaciones cíclicas de alternancias de areniscas y lutitas que eventualmente pasan a conglomerados y grauwacas.

A la Formación Rivas se le ha asignado una edad Cretácica del Maestrichtiano Medio Superior-Paleoceno superior. No aflora en la zona estudiada, su presencia está oculta por depósitos de suelos recientes aluviales y residuales que la cubre. Las rocas de la Formación Rivas buzan suavemente hacia el Oeste y subyacen a los sedimentos de la Formación Brito. En el levantamiento de los sitios cercanos se identificaron 2 afloramientos de esta formación, constituidos por Areniscas muy compactas de color gris verdoso y lutitas deleznable, el contacto entre ambos depósitos se ubica en el afloramiento 1 cerca de Sapoá en las coordenadas: 649677 E, 1243590 N.

La Formación Brito (Tpe-b). Es una de las Formaciones sedimentarias más extensas de la Provincia del Pacífico, se extiende al largo de la Costa del Pacífico, desde la frontera Sur de Nicaragua con rumbo NW con una extensión de 137 km de largo por 36 km de ancho, forma el flanco SE del anticlinal de Rivas y sus estratos buzcan hacia el Oeste..

La Formación Brito se conforma por un paquete típico de argilitas, limolitas y areniscas tobáceas con espesores documentados de 2,500 metros que fue calculado por O.T. Joy y Juan Kuang, está recubierto por 152 metros de intercalaciones delgadas de esquistos arcillosos y tobas mixtas arenáceas. Las areniscas contienen material calcáreo presentado clastos orgánicos y granos de calcita de 0.2 a 0.4 mm, su contenido es aproximado de 5 %.

Las calizas de Sapoá (Tp-s). Afloran al SE de la Cuenca Sandino, en el poblado de Sapoá cerca de la frontera con Costa Rica. Se componen principalmente por calizas, de varios metros de espesor

(máximo de 30 a 40m) y de extensión lateral discontinua (máximo 5 km). Generalmente los bloques de calizas tienen forma angular, internamente son calizas limpias con estratificación.

Han sido correlacionadas con las calizas de Barra Honda en Costa Rica, se les ha asignado una edad Cretácico Superior y se les considera como bloques olistostrómicos de origen arreciferal desprendidos durante el Paleoceno, a Partir del Quiebre de la plataforma de Barra Honda. (Parsons Co., 1972; Hofherr G., 1987; Barbosa et al., 1993).

Cuaternario Volcánico (Qvl). En la cartografía de la región se describe una formación volcánica de lavas y piroclastos indiferenciados, estas rocas coinciden con los depósitos de la cadena volcánica de Costa Rica (Modificado de Tournon y Alvarado, 1997; en Denyer et al., 2003). Se encuentran dispersos entre el margen Sureste del Lago de Nicaragua en el municipio de Cárdenas y la frontera de Costa Rica.

3.2.2.- Estructuras geológicas cercanas al sitio

Según el Mapa de La Cuenca Sandino, Pacífico de Nicaragua, Las estructuras geológicas cercanas al sitio de interés se muestran en y son: A una distancia de 470 m al NW se encuentra un anticlinal orientada N5°W, a 2230 m al NE del proyecto, los geólogos interpretaron un sinclinal con su eje principal orientado N30°W. La falla geológica cercana al terreno, se localiza al sur de Sapoá a 2700 m al NW del terreno y se orienta N10°E aproximadamente.

Con base a fotointerpretaciones realizadas con imágenes satelitales, identificamos dos lineamientos fotogeológicos Principales. El lineamiento más cercano se ubica a 630 m al SE del sitio de interés, su eje se orienta N70°E y es un rasgo notable en el curso del Río Sapoá. A 1420 m al SE del terreno estudiado se ubica otro lineamiento fotogeológico, marcado geomorfológicamente como un desplazamiento abrupto.

3.3.- Investigaciones de campo

3.3.1.- Sondeos geotécnicos

Para realizar el estudio geotécnico de cimentación se efectuaron cuatro (4) sondeos a máquina. Además, aprovechando uno de los sondeos realizados, se efectuó una prueba de infiltración del agua en el sub-suelo.

La profundidad y ubicación de los sondeos se indica en la siguiente tabla:

Sondeo No.	Prof. pie, (m)	Ubicación	Coordenadas
1	15.0 (4.6)	Sector Nor-Oeste del Proyecto	650929 E 1240750 N
2	15.0 (4.6)	Sector Sur- Oeste del Proyecto	650969 E 1240677 N
3	15.0 (4.6)	Sector Sur- Este del Proyecto	651064 E 1240705 N
4	15.0 (4.6)	Sector Nor- Este del Proyecto	651000 E 1240823 N

Tabla 1: Ubicación de sondeos

Se perforó un total de 60.0 pies (18.3 m) de sondeos.

En el **anexo No. 2: “Plano de Ubicación de los Sondeos”**, se presentan los sitios precisos donde se ubicaron las perforaciones.

Los trabajos de perforación se efectuaron con una máquina portátil provista de un motor Briggs & Stratton de 8.0 HP, con todos sus aditamentos para la exploración de suelos por el método de percusión. Durante la ejecución de los sondeos se realizó para cada etapa de perforación el Ensayo de Penetración Estándar (SPT) de acuerdo al método ASTM D – 1586, extrayéndose de manera continua muestras semi-alteradas del sub-suelo por medio de la cuchara partida o penetrómetro normal (split spoon).

Las muestras de suelos extraídas de los sondeos fueron protegidas adecuadamente en cajas de madera para su preservación y traslado adecuado al laboratorio donde se clasificaron mediante procedimientos de vista y tacto, un total de doce (12) muestras, a las que seguidamente se les efectuaron

DISEÑO DE LA CONSTRUCCIÓN DE TIANGUE EN LAS INSTALACIONES FRONTERIZAS EN PEÑA BLANCA

las pruebas necesarias para su identificación definitiva de acuerdo al método de Clasificación ASTM D 2487. También se tomaron cuarenta (40) muestras del sub-suelo, protegidas en bolsas plásticas, las que luego fueron llevadas al laboratorio para la obtención del contenido de humedad natural.

Para el trabajo Geotécnico de Cimentación se conformó una brigada de campo compuesta por un Jefe de Perforación, un Anotador y dos Ayudantes.

3.3.2.- Pruebas de permeabilidad

Para realizar el estudio de permeabilidad se efectuó un sondeo en ubicado en SM. Aprovechando el desplante superficial del sondeo SM usado para el diseño de los espesores de pavimento 1.5 metros, se realizó un sondeo ubicado tal como se indica en la tabla siguiente:

Sondeo No.	Ubicación
1	Sector Este Central o Entrada al Proyecto Coordenadas UTM WGS84 651063E, 1240794N

Tabla 2: Ubicación de sondeo prueba de permeabilidad

Los trabajos de perforación se efectuaron un barreno manual (Hand Auger) Ejekclamp de 3.5" de diámetro. Durante la ejecución del sondeo se realizó una extracción de manera continua muestras semi-alteradas del sub-suelo hasta los 4.5 metros.

Las muestras de suelos extraídas del sondeo se clasificaron mediante procedimientos de vista y tacto,

Para el trabajo se conformó una brigada de campo compuesta por un supervisor de campo, un anotador y dos ayudantes.

3.4.- Pruebas de laboratorio

Las muestras obtenidas de los sondeos, se sometieron a los siguientes tipos y procedimientos de ensayos de laboratorio:

No	Tipo de Ensaye	Procedimiento ASTM
1	Granulometría	C 136
2	Límites de Atterberg	D 4318
3	Humedad Natural	C 566

Tabla 3: Pruebas de laboratorio

Con los resultados obtenidos de los dos primeros tipos de ensayos, se clasificaron los suelos de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.).

En el **anexo No. 4: “Resultados de Ensayos de Laboratorio”**, se presentan de forma detallada los resultados de Granulometría, Límites de Atterberg y Clasificación de los Suelos. Además se muestran las Humedades Naturales del suelo.

3.5.- Descripción del subsuelo

Presentamos a continuación la estratigrafía y las características físico – mecánicas del subsuelo. Asimismo nos referimos a las humedades naturales obtenidas.

3.5.1.- Estratigrafía

Por sondeo, los suelos encontrados en orden descendente con la profundidad, presentan las características siguientes:

SONDEO 1 (Sector Nor-Oeste del Proyecto):

En el sitio del Sondeo No.1, a partir de la superficie del terreno hasta 3.0 pies (0.91 m) de profundidad, existe un estrato arcilloso con arena de alta compresibilidad (CH) color gris oscuro con materia orgánica. Tiene 72% de Límite Líquido, 48% de Índice de Plasticidad, y sus partículas pasan 100% el tamiz No.4, y 81% el tamiz No.200. Seguidamente hasta el final del sondeo de 15.0 pies (4.6 m), subyacen suelos arcillosos con arena (CH) color blanquecino y café. Tienen de 51 a 52% de Límite Líquido, de 28 a 34% de Índice de Plasticidad, y sus partículas pasan 100% el tamiz No.4, y de 81 a 87% el tamiz No.200.

SONDEO 2 (Sector Sur- Oeste del Proyecto):

En el sitio del Sondeo No.2, a partir de la superficie del terreno hasta 3.0 pies (0.91 m) de profundidad, existe un estrato arcillo arenoso (CH) color café oscuro. Tiene 54% de Límite Líquido, 29% de Índice de Plasticidad, y sus partículas pasan 100% el tamiz No.4, y 64% el tamiz No.200. Seguidamente hasta el final del sondeo de 15.0 pies (4.6 m), subyacen suelos arcillosos con arena (CH) con coloraciones café. Tienen 50% de Límite Líquido, de 29 a 32% de Índice de Plasticidad, y sus partículas pasan 100% el tamiz No.4, y de 72 a 81% el tamiz No.200.

SONDEO 3 (Sector Sur- Este del Proyecto):

En el sitio del Sondeo No.3, a partir de la superficie del terreno hasta 6.0 pies (1.82 m) de profundidad, existe un estrato arcilloso de alta compresibilidad (CH) color café oscuro. Tiene 95% de Límite Líquido, 64% de Índice de Plasticidad, y sus partículas pasan 100% el tamiz No.4, y 92% el tamiz No.200. Seguidamente hasta el final del sondeo de 15.0 pies (4.6 m), subyacen suelos arcillosos con arena de media a baja compresibilidad (CH y CL) color café claro. Tienen de 52 a 36% de Límite Líquido, de 28 a 17% de Índice de Plasticidad, y sus partículas pasan 100% el tamiz No.4, y de 75 a 76% el tamiz No.200.

SONDEO 4 (Sector Nor- Este del Proyecto):

En el sitio del Sondeo No.4, a partir de la superficie del terreno hasta 6.0 pies (1.82 m) de profundidad, existen estratos arcillosos con arena de alta compresibilidad (CH) con coloraciones café. Tienen 68% de Límite Líquido, de 41 a 47% de Índice de Plasticidad, y sus partículas pasan 100% el tamiz No.4, y de 66 a 81% el tamiz No.200. Seguidamente hasta el final del sondeo de 15.0 pies (4.6 m), subyace un suelo arcilloso con arena de media compresibilidad (CH) color café. Tiene 52% de Límite Líquido, 30% de Índice de Plasticidad, y sus partículas pasan 100% el tamiz No.4, y 84% el tamiz No.200.

3.5.2.- Resistencia a la penetración estándar (SPT)

Por sondeo, la Resistencia a la Penetración Estándar (SPT) de los suelos existentes en el sitio del Proyecto, en orden descendente con la profundidad, es la siguiente:

SONDEO 1 (Sector Nor-Oeste del Proyecto):

El sitio del Sondeo No.1 presenta a partir de la superficie del terreno hasta 9.0 pies (2.74 m) de profundidad, una densidad que varía entre pobre y medianamente compacta con valores de resistencia a la penetración estándar en el rango de 9 a 25 golpes por pie, y un valor promedio de 14 golpes por pie. Seguidamente hasta 12.0 pies (3.65 m) de profundidad, el suelo adquiere una densidad medianamente compacta con valores de resistencia de 25 a 27 golpes por pie. A mayor profundidad, hasta el final del sondeo de 15.0 pies (4.6 m), la resistencia a la penetración normal del suelo aumenta a una densidad compacta con valores de 34 a 40 golpes por pie.

SONDEO 2 (Sector Sur- Oeste del Proyecto):

El sitio del Sondeo No.2 presenta a partir de la superficie del terreno hasta 6.5 pies (2.0 m) de profundidad, una densidad que varía entre pobre y medianamente compacta con valores de resistencia a la penetración estándar en el rango de 4 a 26 golpes por pie, y un valor promedio de 13 golpes por pie. Seguidamente hasta 9.5 pies (2.89 m) de profundidad, el suelo adquiere una densidad medianamente compacta con valores de resistencia de 23 golpes por pie. A mayor profundidad, hasta el final del sondeo

de 15.0 pies (4.6 m), la resistencia a la penetración normal del suelo aumenta a una densidad compacta con valores de 38 a 56 golpes por pie.

SONDEO 3 (Sector Sur- Este del Proyecto):

El sitio del Sondeo No.3 presenta a partir de la superficie del terreno hasta 6.5 pies (2.0 m) de profundidad, una densidad que varía entre pobre y medianamente compacta con valores de resistencia a la penetración estándar en el rango de 5 a 15 golpes por pie, y un valor promedio de 8.5 golpes por pie. Seguidamente hasta el final del sondeo de 15.0 pies (4.6 m) de profundidad, la resistencia a la penetración normal del suelo aumenta a una densidad medianamente compacta con valores en el rango de 16 a 38 golpes por pie, y un valor promedio de 24 golpes por pie.

SONDEO 4 (Sector Nor- Este del Proyecto):

El sitio del Sondeo No.4 presenta a partir de la superficie del terreno hasta 4.5 pies (1.37 m) de profundidad, una densidad que varía de pobre a medianamente compacta con valores de resistencia a la penetración estándar de 3 a 13 golpes por pie. Seguidamente hasta 13.5 pies (4.1 m) de profundidad, el suelo adquiere una densidad medianamente compacta con valores de resistencia de 17 a 29 golpes por pie, y un valor promedio de 24 golpes por pie. A mayor profundidad, hasta el final del sondeo de 15.0 pies (4.6 m), la resistencia a la penetración normal del suelo aumenta a una densidad compacta con valor de 33 golpes por pie.

(Ver en el Anexo 3: “Gráficas de Resistencia a la Penetración Estándar y Estratigrafía del Suelo”).

3.5.3.- Humedad natural

La Humedad Natural encontrada por medio de los sondeos, fue del orden de 8.1 a 27.2%. Se encontraron humedades mayores en la parte inferior de los sondeos 2 y 3, con valores en el rango de 38.9 a 40.5%. (Ver resultados al detalle en el Anexo 4: “Resultados de Ensayos de Laboratorio”).

En el sitio de estudio a los niveles explorados, el nivel freático (NAF) no se encontró.

3.6.- Análisis de las condiciones de cimentación

Después de analizar los gráficos de perforación correlacionando los Ensayos de Resistencia a la Penetración Estándar (SPT) con la teoría de Meyerhof, y tomando en cuenta la estratigrafía del suelo, hemos determinado que el Proyecto Tiangue Peñas Blancas, se cimente por medio de Zapata Corrida. La profundidad mínima recomendada para cimentar, como la correspondiente presión admisible del suelo, se presentan en la Tabla siguiente:

No. Sondeo	1	2	3	4
Ubicación	Sector Nor-Oeste del Proyecto	Sector Sur-Oeste del Proyecto	Sector Sur-Este del Proyecto	Sector Nor-Este del Proyecto
Profundidad mínima de Desplante, pie (m) *	4.5 (1.37)	3.5 (1.0)	5.0 (1.5)	4.5 (1.37)
N, golpes profundidad activa	14	19	15	21
Capacidad Soporte, kg/cm ²	0.9	1.2	0.9	1.3

(*) Profundidad referida a la superficie del terreno existente al momento de la ejecución de los sondeos.

Tabla 4: Profundidad de cimentación

3.7.- Prueba de permeabilidad

Una vez realizado el sondeo, se procedió a realizar en el mismo, el ensayo de Permeabilidad programado. En este sondeo se procedió a saturar por tiempo de 5 minutos con suministro de agua constante,

3.7.1.- Consumo unitario

Para efecto de cálculo, se puede estimar un consumo de al menos 0.12 gln/min (0.43 lt/min). (Nota: Este valor corresponde al mayor consumo obtenido dentro del terreno de este Proyecto, realizada en Marzo 2017).

Consumo en Litro	Intervalo de tiempo (min)	Intervalo	Consumo Acumulado
47.25	10		47.25
2.835	10	0-10	50.085
2.2302	10	10-20	52.3152
2.4948	10	20-30	54.81
2.1168	10	30-40	56.9268
1.6632	10	40-50	58.59
1.6632	10	50-60	60.2532
1.701	10	60-70	61.9542
1.5876	10	70-80	63.5418
1.512	10	80-90	65.0538
1.323	10	90-100	66.3768
1.323	10	100-110	67.6998
1.323	10	110-120	69.0228
1.3608	10	120-130	70.3836
1.3608	10	130-140	71.7444
1.4364	10	140-150	73.1808
1.4364	10	150-160	74.6172

Tabla 5: Resultados prueba de permeabilidad

3.7.2.- Consumo

El agujero del sondeo que tiene 8.89 cm de diámetro y 450 cm de profundidad, consume 6.31×10^{-4} lt/min. Este consumo se produce por tanto en un área de contacto del agua con el suelo de 8,502 cm². Se resta el área superficial de las arcillas superiores. Para un metro cuadrado de superficie, el consumo será de 7.42×10^{-4} lt/min/m².

$$\text{Consumo} = 7.42 \times 10^{-4} \text{ lt/min/m}^2.$$

3.7.3.- Coeficiente de permeabilidad

Este parámetro se obtiene por medio de la fórmula:

$$K = QL/ATH$$

dónde:

Por tanto:

$$Q = 160.98 \text{ cm}^3/\text{min}$$

$$L = 300 \text{ cm}$$

$$A = 8,502 \text{ cm}^2$$

$$T = 60 \text{ seg}$$

$$H = 150 \text{ cm},$$

$$K = 6.3 \times 10^{-4} \text{ cm/seg}$$

3.8.- Conclusiones y recomendaciones

3.8.1.- Conclusiones

ESTRATIGRAFÍA

En el sitio del Proyecto, a partir de la superficie del terreno hasta una profundidad que varía 3.0 a 6.0 pies (0.91 a 1.82 m), existen estratos arcillosos con arena de alta compresibilidad (CH) con coloraciones café y gris oscuro con materia orgánica. Tienen 54 a 95% de Límite Líquido, y de 29 a 64% de Índice de Plasticidad.

Seguidamente hasta el final de los sondeos de 15.0 pies (4.6 m) de profundidad, subyacen suelos arcillosos con arena de media compresibilidad (CH) con coloraciones café blanquecino. Tienen de 36 a 52% de Límite Líquido, y de 17 a 34% de Índice de Plasticidad.

Todos estos suelos, sus partículas pasan 100% el tamiz No.4, y de 64 a 92% el tamiz No.200.

RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN ESTÁNDAR

En el sitio del Proyecto, a partir de la superficie del terreno hasta una profundidad de 4.5 a 9.0 pies (1.37 a 2.74 m), una densidad que varía entre pobre y medianamente compacta.

Seguidamente en los sondeos 1, 2 y 4, hasta una profundidad de 9.5 a 13.5 pies (2.89 a 4.1 m), y en todo el sondeo 3, el suelo adquiere una densidad medianamente compacta.

A mayor profundidad en los sondeos 1, 2 y 4, hasta el final de los mismos de 15.0 pies (4.6 m), la resistencia a la penetración normal del suelo aumenta a una densidad compacta.

HUMEDAD NATURAL

La Humedad Natural encontrada por medio de los sondeos, fue del orden de 8.1 a 27.2%. Se encontraron humedades mayores en la parte inferior de los sondeos 2 y 3, con valores en el rango de 38.9 a 40.5%.

NIVEL FREÁTICO

En los sondeos a los niveles explorados, no se encontró el Nivel de Agua Freática (NAF). En los pozos aledaños al sector ubicados a 150 metros al costado Sur del terreno, un pozos artesanal presento el nivel freático a los 5.85 metros.

PRUEBA DE PERMEABILIDAD

1. Los resultados de la prueba de infiltración del suelo en este sitio del sondeo puede considerarse lo siguiente:

Prueba No.	Gasto (lt/min/m ²)	Coeficiente de Permeabilidad, K (cm/seg)
1	7.42 x 10⁻⁴ lt/min/m².	6.3 x 10 ⁻⁴

Tabla 6: Permeabilidad

2. De acuerdo con los criterios dados por Casagrande y Fadum en 1940 y expresados por Karl Terzaghi en su libro "Soil Mechanics in Engineering Practice", el valor de K obtenido en el sitio del sondeo (sector central del Proyecto) indica un drenaje Bajo.

3.8.2.- Recomendaciones

De acuerdo a los resultados de la Prueba de Penetración Estándar (SPT) que permite conocer la capacidad soporte del sub-suelo, y considerando los suelos arcillosos de alta plasticidad existentes en el área del Proyecto, se recomienda la alternativa de cimentar medio de Zapata Corrida principalmente auxiliadas en un 35% de vigas riostras para edificaciones de una planta.

Esta alternativa permite cimentar de una manera rígida, una estructura capaz de absorber los asentamientos diferenciales que se pueden dar durante la vida útil del Proyecto

1. Profundidad de Cimentación:

Se recomienda cimentar a una profundidad mínima de 1.0 m.

Esta profundidad está referida a la superficie del terreno existente al momento de la realización de los sondeos.

Adicionalmente se recomienda extraer el suelo debajo de la zapata corrida, desde la profundidad de 1.4 m (espesor de 0.40 m), y en un sobre-ancho mínimo a ambos lados de la misma de 0.30 m. El material extraído deberá reemplazarse por material de préstamo seleccionado.

Para el caso del Relleno que se colocará sobre las fundaciones hasta el nivel de terreno natural (N.T), se podrá utilizar el material producto de la excavación de dichas fundaciones, mezclado homogéneamente 40% de material de limo arenoso del Banco Zapotillo o similar y 60% de material selecto del Banco Alfonso Solorzano o el Genizaro. Se deberá de garantizar que el material a reutilizar esté libre de materia orgánica realizando ensayos continuos de (ASTM D 2974-00)

Seguidamente colocarse estabilizado homogéneamente con cemento Portland hasta el nivel de contacto con la zapata, en capas con espesores máximos de 20 cm, compactadas a un mínimo de 95% de la prueba ASTM D 698. La cantidad de cemento a aplicar es de 8% en peso por metro cúbico de material seco suelto, lo que equivale a usar aproximadamente 2.0 sacos de cemento por metro cúbico de material seco suelto.

2. Capacidad Soporte:

Con el mejoramiento de suelo antes indicado, la Capacidad de Carga Admisible del suelo es de 1.0 kg/cm^2 .

Esta presión proporciona un adecuado factor de seguridad contra fallas de valor soporte del terreno y considerando el sistema de cimiento rígido, garantiza además que los asentamientos diferenciales no excederán valores perfectamente tolerables para la estructura.

3. Prueba de permeabilidad

De acuerdo a los resultados de la Prueba de Permeabilidad del suelo, la cantidad de pozos o área de pozos a abrir, dependerá de la cantidad de agua a drenar.

No se recomienda el uso de los estratos entre los 4 a 6 metros para obras de drenaje e infiltración de aguas servidas.

Se recomienda ademar o apuntalar al menos hasta 2.5 m de profundidad la excavación, con la finalidad de proteger al personal contra posibles fallas de talud para usos de obras de drenaje que protejan la edificación.

Considerando que el agua usada en las pruebas fue limpia, el diseñador hidráulico y/o sanitario deberá aplicar un factor de seguridad a los parámetros de permeabilidad dados en este Informe, ya que las aguas que se evacuarán serán aguas servidas.

3.8.3.- Recomendaciones complementarias

1. Terraza de Piso

Una vez hecha la limpieza del terreno, eliminada o sub-excavada la capa de suelo vegetal con restos de raíces que tiene unos 30 cm de espesor, suelos saturados y cualquier material extraño no detectado en este estudio. Seguidamente escarificar y compactar a un mínimo de 95% Próctor Estándar el fondo de la sub-excavación. Finalmente se deberá construir una terraza de piso con material de préstamo seleccionado, con una altura mínima de 40 cm sobre el terreno natural. El espesor de material selecto sub-excavado con el de la altura de la terraza, suma al

menos 0.70 m. La altura de la terraza podría ser mayor en dependencia del análisis hidráulico que se realice acerca de la escorrentía superficial en el sector del Proyecto. El material de préstamo se deberá colocar debidamente compactado en capas con espesores máximos de 20 cm a un mínimo de 95% Próctor Estándar.

Seguidamente colocar el cascote o losa de piso, el cual se recomienda sea de concreto reforzado. Esto lo debe calcular el Ingeniero Estructural. Rematar con la cubierta o cerámica de piso.

Es recomendable, construir zanjas drenantes alrededor de las edificaciones con una profundidad mínima de 1.0 m, las cuales deben evacuar fuera del área del Proyecto cualquier flujo de agua subterránea. Esto aislará los suelos arcillosos de alta compresibilidad que quedarían debajo de las construcciones con las aguas circundantes infiltradas durante las épocas de invierno, evitándose de esta manera al máximo los cambios volumétricos de hinchamiento y contracción de estos suelos durante los momentos de saturación y secado, respectivamente.

2. Drenaje superficial

Se recomienda diseñar y construir un buen drenaje superficial que evite encharcamientos del agua superficial, evitando de esta manera que ésta se pueda infiltrar en el sub-suelo, y pueda poner en riesgo la estabilidad o confort de las estructuras durante su vida útil.

3. Diseño estructural

Tomar en cuenta en el diseño estructural del Proyecto, las cargas dinámicas debido a la alta sismicidad propia de la región del Pacífico de Nicaragua.

4. Seguimiento y control

Finalmente, recomendamos controlar rigurosamente por parte de un especialista en geotecnia y materiales, la calidad de los materiales como el proceso constructivo durante la ejecución del Proyecto.

4.- ESTUDIO GEOTECNICO DE DISEÑO DE ESPESORES DE PAVIMENTO

4.1.- Introducción

Se presenta a continuación de acuerdo a la solicitud del Ministerio de Hacienda y Crédito Público, el Informe de Diseño de Espesores de Pavimento, para las áreas de acceso y parqueo vehicular del Proyecto: TIANGUE PEÑAS BLANCAS, ubicado en el Puesto fronterizo Peñas Blancas, municipio de Tola, departamento de Rivas, Sur de Nicaragua. **(Ver anexo: “Mapa de Ubicación del Proyecto”).**

El objetivo del Estudio Geotécnico es conocer las características físico-mecánicas del sub-suelo en las áreas de accesos y parqueos, esto es por medio de la realización de sondeos manuales, de ensayos de laboratorio, y del análisis de dichos resultados. Seguidamente, utilizando los métodos de diseño Murillo López de Souza, AASHTO 1993, y PCA, se calcularon los espesores de Pavimento adecuado, tomando en cuenta, el tráfico, el clima y drenaje en el área del Proyecto.

Se consideran en este Informe, tres tipos de alternativas de espesores de pavimento:

- 1- Adoquinado,
- 2- Concreto asfáltico y
- 3- Concreto hidráulico.

4.2.- Trabajos de campo y métodos de ensayo

Para realizar el diseño de los espesores de pavimento en las áreas de accesos y parqueos, se efectuó un (1) sondeo manual (SM) con profundidad de 1.5 metros, ubicado tal como se indica en la tabla siguiente: **(Ver Anexo: Plano de Ubicación de Sondeos)**

Sondeo N°	Ubicación
1	Sector Este Central o Entrada al Proyecto

Tabla 7: Ubicación de sondeo manual

DISEÑO DE LA CONSTRUCCIÓN DE TIANGUE EN LAS INSTALACIONES FRONTERIZAS EN PEÑA BLANCA

Para el análisis se tomaron en cuenta los suelos superficiales obtenidos por medio de los sondes a máquina SPT (Parte A de este Informe).

La ejecución y muestreo del sondeo se hizo con pala posteadora y barra, clasificándose el material en el sitio visualmente y al tacto. Luego las muestras del sondeo manual fueron trasladadas en bolsas plásticas identificadas al laboratorio para su clasificación definitiva en base a los análisis, y de paso, obtener los parámetros necesarios para el diseño.

Los ensayos de laboratorio fueron realizados de acuerdo con los métodos siguientes:

- Granulometría ASTM C 136 1 C117
- Límites de Consistencia ASTM D 4318
- Clasificación de Suelos por el Método del Highway Research Board (AASHTO M-145) ASTM D 3282
- Próctor Estándar ASTM D 698
- CBR ASTM D 1883

Los resultados de estos ensayos se presentan en **el Anexo 7 Resultados de laboratorio sondeo manual** del presente Informe.

4.3.- Características del subsuelo

Los suelos existentes en el sitio del Proyecto, son los siguientes:

El Sondeo 1 (Sector Este-Central o Entrada al Proyecto)

Superficialmente existe una capa de suelo vegetal de 0.27 m de espesor. Seguidamente hasta 1.0 m de profundidad, se encuentra un limo arcilloso con poca arena de alta compresibilidad tipo A-7-5 (20) color negro. Tiene 92% de Límite Líquido, 39% de Índice de Plasticidad, y sus partículas pasan 100% el tamiz No.4, y 86% el tamiz No.200. Seguidamente hasta el final del sondeo de 1.5 m de profundidad,

DISEÑO DE LA CONSTRUCCIÓN DE TIANGUE EN LAS INSTALACIONES FRONTERIZAS EN PEÑA BLANCA

subyace una arcilla de alta compresibilidad tipo A-7-6 (20) color blanquecino. Tiene 61% de Límite Líquido, 38% de Índice de Plasticidad, y sus partículas pasan 100% el tamiz No.4, y 93% el tamiz No.200.

Suelos Superficiales obtenidos por medio de los Sondeos SPT

En el sitio del Proyecto, a partir de la superficie del terreno hasta una profundidad que varía 3.0 a 6.0 pies (0.91 a 1.82 m), existen estratos arcillosos con arena de alta compresibilidad (CH) con coloraciones café y gris oscuro con materia orgánica. Tienen 54% a 95% de Límite Líquido, y de 29% a 64% de Índice de Plasticidad.

CBR: Los suelos descritos anteriormente, agrupados en muestras similares, saturadas y compactadas al 90, 95 y 100% Próctor Estándar, tienen resultados de CBR con los valores siguientes:

Suelos	CBR, %			PVS máx. Kg/m ³ (*)	Humedad Optima, %
	90 %	95 %	100 %		
<u>Suelos A-7-5 (20), A-7-6 (20)</u> Arcillas y limos arcillosos de alta compresibilidad	1.9	2.3	3.5	1,362	35.1

Tabla 8: Resultados de suelos

4.4.- Diseño de espesores de pavimento

Se presentan tres (3) alternativas de Espesores de Pavimento: una con Concreto Asfáltico, una segunda con Concreto Hidráulico, y una tercera alternativa con cubierta Adoquinada.

4.4.1.- Consideraciones de diseño

- Se diseñó el pavimento para tránsito con menos de 750 vehículos comerciales por día, 20% de ellos con carga máxima.

DISEÑO DE LA CONSTRUCCIÓN DE TIANGUE EN LAS INSTALACIONES FRONTERIZAS EN PEÑA BLANCA

- El Valor Soporte de Diseño del suelo, se estimó de = 2%. Valor obtenido en suelo compactado al 95% Próctor Estándar.
- Precipitación pluvial para la zona, de acuerdo a datos de INETER, es de 800 a 1,500 mm/año.

4.4.2.- Método de diseño con concreto asfáltico y adoquín

El método de Diseño utilizado fue la Guía de Diseño de Espesores de pavimento de la AASHTO 1993. Este método de diseño es aplicable para vías con tránsito superior a 0.05 x 10⁶ ejes equivalentes de 8.2 toneladas y la ecuación utilizada para el diseño de pavimento flexible, derivada de la información obtenida empíricamente por la AASHTO ROAD TEST, es:

$$SN = a_1 D_1 + a_2 m_2 D_2 + a_3 m_3 D_3, \text{ donde}$$

- a_1 Coeficiente estructural de la capa i, el cual depende de la característica del material con que ella se construya.
- D_i Espesor de la capa i, en pulgadas
- m_i Coeficiente de drenaje de la capa i.

El SN es un número abstracto, que expresa la resistencia estructural de un pavimento requerido para una combinación dada de soporte del suelo (MR), del tránsito total (W18), de la servicialidad terminal, y de las condiciones ambientales. El SN se obtiene por medio de la ecuación

$$\log_{10} Wt18 = Z_R * S_o + 9.36 * \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 * \log_{10} M_R - 8.07$$

También se obtiene por medio de nomograma proporcionado por la AASHTO.

1. Tránsito estimado durante el período de diseño (W18)
2. El nivel de confiabilidad (R). Debe recordarse que la aplicación de este nivel implica la utilización de promedios en los datos de entrada.
3. La desviación estándar (So).
4. El módulo resiliente de la subrasante (MR)
5. La pérdida de nivel de servicio durante el período de diseño, $\Delta PSI = Po - Pt$

Para satisfacer el Número Estructural (SN) obtenido, o elemento izquierdo de la ecuación $SN = a_1D_1 + a_2m_2D_2 + a_3m_3D_3$, se debe dar valor numérico a la parte derecha de la ecuación, de manera tal que el valor resultante sea igual o mayor al SN requerido.

Los valores de los coeficientes estructurales de las capas de Rodamiento (a1), Base (a2) y Sub-base (a3) son los siguientes:

- | | | |
|------------------------------------|---------------|-------------|
| • Rodamiento de Concreto Asfáltico | $a_1 = 0.45$ | |
| • Rodamiento de Adoquín | $a_1 = 0.45$ | |
| • Base | $a_2 = 0.14$ | $m_2 = 1.0$ |
| • Sub-Base | $a_3 = 0.12,$ | $m_3 = 1.0$ |

Conociendo los espesores del Adoquín o Concreto Asfáltico y de la Base, se ajusta el espesor de la Sub-base, para satisfacer la ecuación.

4.4.3.- Método de diseño con concreto hidráulico

El diseño se basa en el método de la Portland Cement Association (PCA) que toma en cuenta el Valor Soporte y las condiciones de repetición de carga.

Este método corresponde a un modelo bicapa (rodamiento y base). Trabaja más que por fatiga (carga repetida de vehículos), por flexión.

La capa de base en un pavimento de concreto hidráulico se coloca principalmente para prevenir la erosión en el tiempo sobre todo en las juntas, la que a su vez causa el fenómeno del bombeo, esfuerzos de tensión y agrietamientos. Otro motivo para colocar una base es para apoyar la losa de concreto sobre un piso firme, sin diferencia de rigideces (sobre todo cuando existen suelos granulares y finos en una sub-rasante), y para permitir una distribución de cargas de manera uniforme.

4.5.- Espesores de pavimento

En el **Anexo 6** se presentan las secciones típicas de pavimento considerado. Los espesores de pavimento, son los siguientes:

4.5.1.- Espesores de pavimento con concreto asfáltico

Capas	Espesor cm
Carpeta Asfáltica, cm	5.0
Capa de Base, cm	20.0
Terracería Mejorada	60.0
Total, cm	85.0

Tabla 9: Espesores de pavimentos con concreto asfáltico

4.5.2.- Espesores de pavimento con adoquín

Capas	Espesor cm
Espesor adoquín, cm	10.0
Lecho de arena, cm	5.0
Capa de base, cm	20.0
Terracería Mejorada	60.0
Total, cm	95.0

Tabla 10: Espesores de pavimentos con adoquín

4.5.3.- Espesores de pavimento con concreto hidráulico

Capas	Espesor cm
Losa concreto, cm	14.0
Capa de base, cm	20.0
Terracería Mejorada	60.0
Total, cm	94.0

Tabla 11: Espesores de pavimentos con concreto hidráulico

4.6.- Conclusiones y recomendaciones

Tomando en cuenta las características de los suelos encontrados por medio de los sondeos, se concluye:

4.6.1.- Conclusiones

ESTRATIGRAFÍA

Los suelos existentes en el sitio del Proyecto, de forma resumida son los siguientes:

- Superficialmente existe una capa de suelo vegetal de 0.27 a 0.30 m de espesor.
- Seguidamente en el Sondeo Manual 1, hasta 1.0 m de profundidad, se encuentra un limo arcilloso con poca arena de alta compresibilidad tipo A-7-5 (20) color negro. Tiene 92% de Límite Líquido y 39% de Índice de Plasticidad. Seguidamente hasta el final del sondeo de 1.5 m de profundidad, subyace una arcilla de alta compresibilidad tipo A-7-6 (20) color blanquecino. Tiene 61% de Límite Líquido y 38% de Índice de Plasticidad.
- Los suelos superficiales obtenidos en el sitio del Proyecto por medio de los sondeos a máquina SPT, corresponden hasta una profundidad que varía 3.0 a 6.0 pies (0.91 a 1.82 m), a estratos arcillosos con arena de alta compresibilidad (CH) con coloraciones café y gris oscuro con materia orgánica. Tienen 54 a 95% de Límite Líquido, y de 29 a 64% de Índice de Plasticidad.

CBR

Los suelos descritos anteriormente, agrupados en muestras similares, saturadas y compactadas al 90, 95 y 100% Próctor Estándar, tienen resultados de CBR con los valores siguientes:

Suelos	CBR, %			PVS máx. Kg/m ³ (*)	Humedad Optima, %
	90 %	95 %	100 %		
<u>Suelos A-7-5 (20), A-7-6 (20)</u> Arcillas y limos arcillosos de alta compresibilidad	1.9	2.3	3.5	1,362	35.1

Tabla 12: Resultados de suelos

Lo anterior es indicativo de que los suelos de sub-rasante presentan una calidad tipo mala.

NIVEL DREÁTICO

El Nivel Freático a la profundidad explorada de 1.5 m, no se detectó.

PAVIMENTO

Los espesores de pavimento indicados en el capítulo V de este Informe, son mínimos para los tipos de suelo encontrados, y las características de tránsito y clima considerados.

4.6.2.- Recomendaciones

De acuerdo a los Resultados de Laboratorio y a las Conclusiones anteriores, se recomienda:

1. Colocar para las tres (3) Alternativas de Pavimento consideradas, de acuerdo a los tipos de suelo encontrados en los sondeos, y a las características de tránsito y clima existentes, los espesores mínimos siguientes:

DISEÑO DE LA CONSTRUCCIÓN DE TIANGUE EN LAS INSTALACIONES FRONTERIZAS EN PEÑA BLANCA

	Alternativa	Cubierta de Adoquín	Cubierta de Concreto Asfáltico	Cubierta de Concreto Hidráulico
	Capa	Espesores Estructura de Pavimento		
Cubierta de Rodamiento	Adoquín, cm	10		
	Arena, cm	5		
	Concreto Asfáltico, cm	-	5.0	
	Concreto Hidráulico, cm	-	-	12
	Base, cm	20	20	20
	Sub-base, cm	60	60	60
	Total, cm	95	85	92

Tabla 13: Resumen espesores de pavimento

Como existe una sub-excavación del suelo orgánico a rellenar con material de préstamo de 0.30 m de espesor, el terraplén tendrá sobre el terreno natural una altura o espesor de 0.30 m.

En caso el nivel de Rasante proyectado coincide con el nivel actual del terreno, se recomienda sub-excavar un espesor o cajón que permita colocar el “espesor total” del pavimento recomendado.

2. Procedimiento constructivo y especificaciones de los materiales

a. De la Sub-rasante:

Se recomienda realizar la limpieza en el terreno existente de raíces, capa de suelos orgánicos o vegetal (30 cm de espesor), suelos saturados, escombros, y cualquier otro material indeseable para el Proyecto. Seguidamente mejorar la sub-rasante o fondo de sub-excavación una vez alcanzado su nivel, escarificándolo al menos en 15 centímetros de profundidad y compactándolo hasta obtener una densidad no inferior al 95% de su peso volumétrico seco máximo obtenido en la prueba ASTM D 698.

b. De la Sub-Base o Terracería Mejorada:

Esta deberá ser colocada sobre la sub-rasante, compactada en una (1) sola capa a un mínimo de 95% de su peso volumétrico seco máximo obtenido en la prueba ASTM D 1557.

El material a utilizarse como capa de sub-base de manera general deberá cumplir con los requisitos mínimos de graduación del cuadro 1003-3 de las especificaciones del NIC-2000 que se dan a continuación:

Designación del Tamiz	1 1/2"	No.4	No.200
% en peso que pasa	86-100	35-65	5-15

El material que pasa el tamiz No.40, deberá tener un Índice de Plasticidad no mayor del 11% y un Límite Líquido máximo de 35%. CBR mínimo de 40%.

Para Sub-Base se recomienda usar una mezcla de materiales compuesta de 60% de hormigón AGRENIC o similar., y 40% de material selecto color rojizo de AGRENIC o similar.

Finalmente, como alternativa de Sub-Base, están los agregados pétreos triturados que se fabrican en las plantas industriales. La actividad de fabricación de agregados certificados no está cercana al sitio.

c. De la Base:

Este trabajo consistirá en colocar y compactar al menos al 100% de su densidad máxima obtenida en la prueba ASTM D 1557, una capa de revestimiento de agregados seleccionados compuestos preferiblemente de agregados triturados, o grava, colocada sobre la superficie de la Sub-Base, preparada de acuerdo a estas especificaciones y ajustándose razonablemente a los alineamientos, niveles y espesores que figuren en los planos, en este documento o fueren establecidos por el Ingeniero.

Los agregados seleccionados deberán satisfacer los siguientes requisitos:

DISEÑO DE LA CONSTRUCCIÓN DE TIANGUE EN LAS INSTALACIONES FRONTERIZAS EN PEÑA BLANCA

Tamaño del tamiz	% en Peso que pasa según AASTHO T-27	
	B(2")	C(1 ½")
2"	100	
1 ½"	70-100	100
1"	60-90	70-100
¾"	-	60-90
½"	40-70	-
3/8"	-	-
No.4	20-50	30-60
No.10	15-40	-
No.40	5-20	5-25
No.200	2-12	2-15

El material que pasa el tamiz No.40, deberá tener un Índice de Plasticidad que no sobrepase de 6%, y un Límite Líquido máximo de 25%. CBR mínimo de 80%.

Para Base se recomienda usar una mezcla de materiales compuesta de 60% de hormigón con su debido certificado y 40% de material selecto certificado. Deberá ser compactada en capas con espesor máximo de 20 cm, al 100% Próctor Modificado. Esta mezcla de materiales de forma natural tiene un valor de CBR menor al especificado para Base, por ello se debe estabilizar con cemento en una proporción de 4.0% con relación al peso volumétrico del material seco compacto, lo que equivale a usar aproximadamente 1.7 sacos por metro cúbico de material. Igualmente, durante el proceso constructivo o del control de calidad del Proyecto, se deben realizar ensayos de resistencia a la compresión simple la cual tiene que ser de un mínimo de 21.0 kg/cm² a los 7 días de edad. Esta resistencia obtenida indica la cantidad final de cemento a usar.

Otra alternativa de Base, es la que se fabrica en las plantas industriales de agregados pétreos triturados en la comarca Veracruz Cemex, municipio de Nindirí. Esta alternativa no requiere adición de cemento.

Base (Suelo-cemento)

Este trabajo consiste en colocar y compactar una (1) sola capa de revestimiento de suelo-cemento, compuesta de agregados seleccionados, mezclados homogéneamente y colocados sobre la superficie de la Sub-Base, preparada de acuerdo a estas especificaciones y ajustándose razonablemente a los alineamientos, niveles y espesores que figuren en los planos, en este documento o fueren establecidos por el Ingeniero. El porcentaje de cemento a usar en este caso, referido al peso volumétrico seco máximo, es de 5.0%, lo que equivale a aplicar 2.0 sacos de cemento por metro cúbico de material seco compacto.

Procedimiento Constructivo de la Capa de Suelo-Cemento:

Después que el material para la capa haya sido colocado, los componentes deberán revolverse íntegramente hasta la profundidad total de la capa por medio de moto niveladoras u otro equipo aprobado, hasta que la mezcla sea completamente uniforme y el contenido de humedad sea el adecuado para lograr la densidad especificada, para lo cual podrá agregarse agua en cantidad apropiada durante la revoltura.

Seguidamente se compactará al menos al 100% de su densidad máxima obtenida en la prueba ASTM D 558. No deberá dejarse material tratado sin compactar por más de 30 minutos. La compactación y el acabado serán completados dentro de una hora (un poco más cuando se ha usado retardador de fraguado) a partir de que se agrega el agua a la mezcla de manera uniforme, evitándose la formación de espejos de agua en la superficie. El porcentaje de humedad de la mezcla referido al peso seco de la misma, no deberá diferir en más del 2 por ciento del contenido de humedad óptimo especificado. La superficie compactada deberá quedar lisa, densa y libre de planos de compactación, crestas o material suelto.

Si el tiempo entre la colocación de anchos parciales (cuando se trabaja la vía por mitades o franjas) excede de 30 minutos, se debe dejar una junta de construcción. Al concluir las operaciones de cada día, se formará una junta de construcción transversal recta,

DISEÑO DE LA CONSTRUCCIÓN DE TIANGUE EN LAS INSTALACIONES FRONTERIZAS EN PEÑA BLANCA

cortando el extremo del tramo de suelo-cemento terminado para formar una cara vertical, nítida, libre de material no endurecido.

No se permitirá el tráfico sobre la capa de agregado tratado y se deberá mantener la capa terminada continuamente húmeda hasta que sea colocada la siguiente capa encima (si es el caso) 7 días después.

Si la capa de agregados tratados perdiera estabilidad, densidad o acabado antes de la aceptación del trabajo, se deberá reprocesar, recompactar y usar los aditivos que fueran necesarios para restaurar la resistencia del material dañado.

No se deberá empezar las operaciones de colocación de una capa de agregados tratados, cuando la superficie o capa subyacente esté lodosa o esté lloviendo o haya amenazas de lluvia inminente.

La construcción de la Base con suelo-cemento, se recomienda en general se ajuste a lo indicado en la sección 304 del NIC-2000.

Especificaciones Técnicas de la Capa de Suelo-Cemento:

Como alternativa de los agregados, recomendamos usar los materiales de préstamo seleccionados procedentes de los Bancos indicados durante el estudio de suelos para este Proyecto.

La mezcla suelo-cemento deberá tener una resistencia a la compresión mínima de 21 kg/cm² a los 7 días de edad.

El porcentaje en peso de cemento a usar deberá ser del orden de 4.0 al 10% en peso del total de la mezcla seca (Nic-2000, Sección 304.03).

3. De la carpeta de concreto asfáltico

a. Imprimación

Sobre la Base compactada, terminada, ajustada a los niveles correspondientes, y barrida, se aplicará un riego de imprimación con asfalto MC-70 en una intensidad de 0.4 galones por m², debiéndose extender 24 horas después el material de secado, el cual consistirá de cero triturado o arena limpia que seque y absorba los residuos de asfalto que no penetró, aplicándose en una intensidad de 5 a 6 litros por metro cuadrado o un equivalente de 0.005 a 0.006 m³/m². La intensidad de aplicación indicada anteriormente deberá ser considerada tentativa, por lo que se deberán hacer aplicaciones de prueba para fijar la intensidad de aplicación final.

En general, el asfalto se aplicará a una temperatura entre 45 y 85° centígrados. El asfalto deberá contener un producto agregado como el NOSTRIP al 1%, que mejore la adherencia con el agregado de Base, o un producto similar puede ser empleado.

El material cero deberá pasar el 100% por la malla No. 4 y deberá estar libre de impurezas orgánicas, arcillas, sales, aceites y cualquier otra sustancia dañina.

La imprimación de la base en todo caso, deberá aplicarse de acuerdo a la sección 400 del NIC-2000.

b. Material Bituminoso

El material bituminoso deberá estar de acuerdo con los requerimientos indicados en las especificaciones AASHTO M-266 y M-82 para el betún asfáltico AC-20, y el asfalto de curado medio MC-70, respectivamente.

Se deberá agregar al material bituminoso un adhesivo como el Kling Beta Scan Road, o un equivalente aprobado, a razón de 1% del volumen de bitumen aplicado. El aditivo se aplicará de acuerdo con las indicaciones del Ingeniero.

Criterios de Diseño Marshall:

- Estabilidad mínima (lb) 2,224
- Flujo (0.01 pulg) 8-16
- Porcentaje de vacíos 3-5
- Porcentaje de vacíos mínimos en agregado mineral (VMA) 14
- Porcentaje de vacíos llenados con asfalto (VFA) 65-75

c. Agregados

El material triturado deberá satisfacer los requisitos pertinentes de la Sección 2.1 de AASHTO M-62, y no menos del 75% en peso de las partículas retenidas en el tamiz No.4, tendrá por lo menos dos caras fracturadas.

La graduación del material pétreo triturado deberá cumplir con cualquiera de las siguientes:

Designación del Tamiz	% Que Pasa	
25.0 mm (1")	100	
19.0 mm (3/4")	95-100	100
12.5 mm (1/2")	68-86	97-100
9.5 mm (3/8")	56-78	-
No.4	38-60	57-69 (6)
No.8	27-47	41-49 (6)
No.16	18-37	-
No.30	11-28	22-30 (4)
No.50	6-20	13-21 (3)
No.200	0-8	3-8 (2)

() Desviaciones permisibles (+-) para los valores metas.

Tabla 14: Características material pétreo

Los agregados utilizados deberán cumplir también los requerimientos siguientes:

Ensayes	Especificación
Los Angeles o Abrasión, % máx.	35
Intemperismo con Sulfato de Sodio, % máx.	12
Índice de Achatamiento, % max.	25
Tasa de Trituración, % mín.	100

Tabla 15: Características material.

La mezcla deberá ser adquirida de un proveedor de reconocida confiabilidad, acompañada de la carta de diseño correspondiente.

d. Adoquín

La resistencia del adoquín no deberá ser menor de 3,500 psi. No deberá presentar en su superficie fisuras ni cascaduras, ni cavidades, ni deberá tener materiales extraños (piedras, trozos de madera o vidrio, etc...) embebidos en su masa. Las aristas deberán ser regulares y la superficie no deberá ser extremadamente rugosa. El tamaño de los adoquines deberá ser uniforme para evitar irregularidades o juntas muy anchas al ser colocados. El tamaño máximo del agregado a usar en el concreto es de $\frac{3}{4}$ ".

De la Arena del Adoquín:

La arena que servirá de cama o lecho del adoquín deberá ser limpia, dura, angular y uniforme. No deberá contener más del 3% en peso de limo y/o arcilla.

Deberá cumplir la siguiente graduación:

No. Tamiz	% en peso que pasa
No. 4	100
No.10	85-100
No.40	-
No.200	0-3

La arena de sello deberá cumplir la siguiente graduación:

No. Tamiz	% en peso que pasa	
	Arena Natural	Arena Fabricada
No. 4	100	100
No.8	95-100	95-100
No.16	70-100	70-100
No.30	40-75	40-75
No.50	10-35	20-40
No.100	2-15	10-25
No.200		0-10

e. De la losa de concreto asfáltico

El concreto deberá tener como mínimo una resistencia a la flexión (MR) de 42 kg/cm² (600 psi). La resistencia a la compresión simple (f'c) se obtendrá por correlación con el correspondiente MR.

Se recomienda adicionarle fibra sintética al concreto, con la finalidad de evitar fisuramientos por temperatura, disminuir la contracción plástica, entre otros beneficios. Igualmente puede ser reforzado con fibra metálica ASTM A-820 tipo Xorex o fibracero y endurecedor de tipo mineralizado, colado con equipo láser screed. Otra alternativa igual o mejor puede ser utilizada.

Las juntas deberán tener un espaciamiento máximo entre sí de 1.8 m, de manera tal que cada carril sea dividido en dos. El pavimento deberá estar confinado en sus bordes con cunetas o bordillos. En las juntas de construcción se colocarán pasajuntas.

El concreto puede ser simple, y las juntas de contracción podrán trabajar por trabazón de agregado.

DISEÑO DE LA CONSTRUCCIÓN DE TIANGUE EN LAS INSTALACIONES FRONTERIZAS EN PEÑA BLANCA

Deberá considerarse un personal y equipamiento adecuado y experimentado para su construcción.

4.6.3.- Recomendaciones finales

- a. Se recomienda un eficiente sistema de drenaje que evite el estancamiento de aguas superficiales a lo largo de la vía, y la infiltración de las mismas en el cuerpo del pavimento, lo que podría afectarlo durante su vida útil.
- b. Se recomienda controlar rigurosamente por parte de una firma especialista en geotecnia y materiales, la calidad de los materiales y el proceso constructivo durante la ejecución de los trabajos del Proyecto.
- c. Se debe programar y ejecutar para el Proyecto, el mantenimiento rutinario y periódico necesario para el buen funcionamiento de la calle.



DISEÑO DE LA CONSTRUCCIÓN DE TIANGUE EN LAS INSTALACIONES FRONTERIZAS EN PEÑA BLANCA

En Managua, a 07 de Julio del 2017

El autor del informe

El especialista en Geotecnia

Fdo. Gustavo Altamirano González GATSA

El coautor del Proyecto

Fdo. Ing. Juan José Guijarro Blasco

El autor del Proyecto

Fdo. Félix Zamorano Martín

El Delegado del Consultor

Fdo. Prudencio Rodríguez Huerga

El Director de Proyecto

Fdo. Julio García Puerta

Fdo. Manuel Fernando Domingo Vaquero.

El Dueño del Proyecto

Fdo

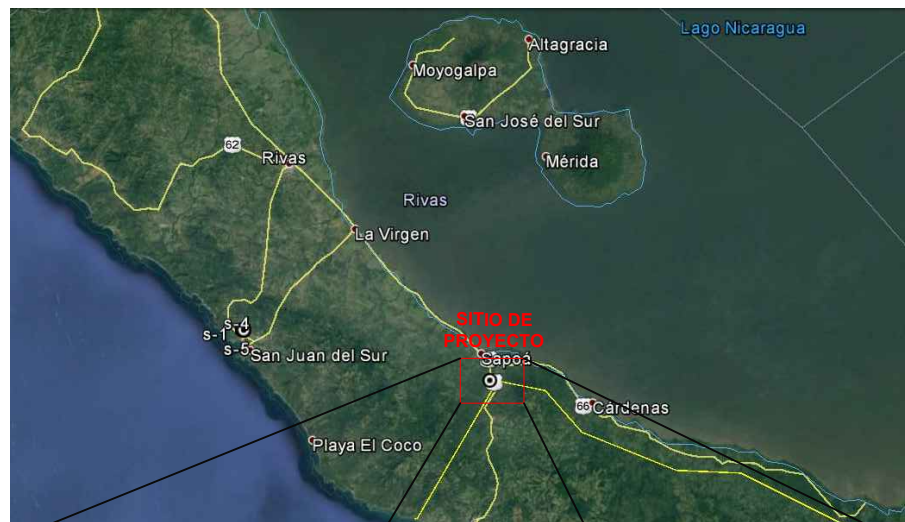


DISEÑO DE LA CONSTRUCCIÓN DE TIANGUE EN LAS INSTALACIONES FRONTERIZAS EN PEÑA BLANCA

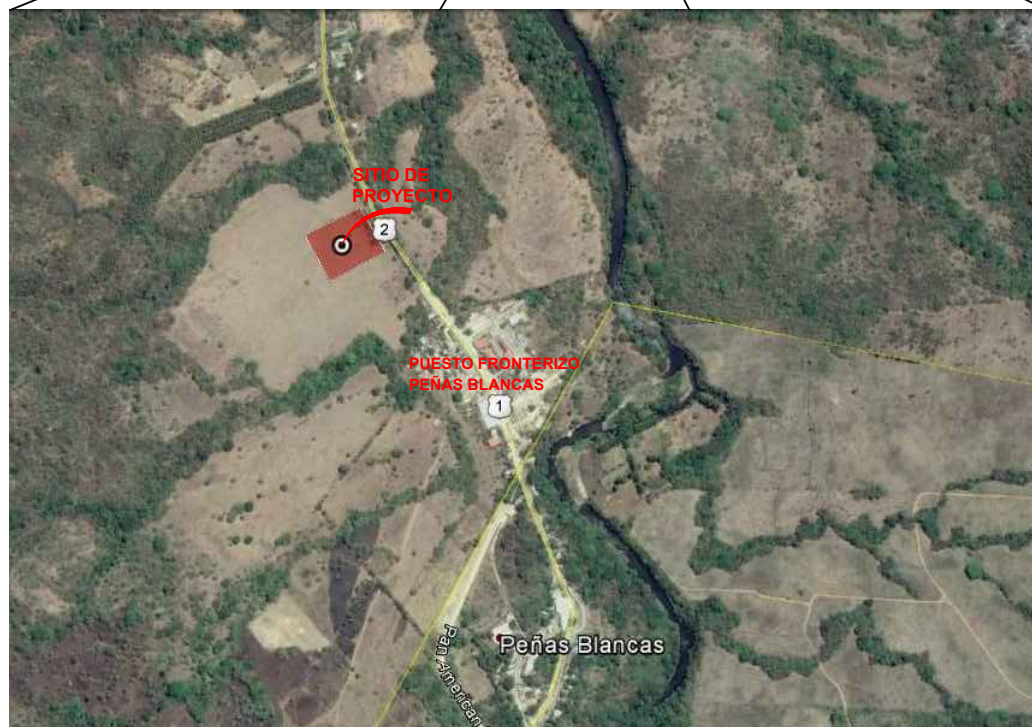
ANEXO N° 1.- MAPA DE UBICACIÓN DEL PROYECTO



MAPA POLITICO DE NICARAGUA.



MACRO-LOCALIZACIÓN DE SITIO DE PROYECTO



MICRO-LOCALIZACIÓN DE SITIO DE PROYECTO

PROYECTO:		TIANGUE PUESTO FRONTERIZO PEÑAS BLANCAS		CLIENTE:		MINISTERIO DE HACIENDA Y CREDITO PUBLICO		UBICACIÓN:		PUESTO FRONTERIZO PEÑAS BLANCAS ,DEPTO. RIVAS, NICARAGUA.		LAMINA No.:				
CONTENIDO:		LOCALIZACIÓN DEL SITIO.		REVISÓ:		ING. OSCAR OSVALDO JIRON BOZA.		DIBUJÓ:		YEZIEL O. RAMIREZ G.		FECHA:	MARZO 20, 2017	ESCALA:	SIN ESCALA	G-1
																G-2



DISEÑO DE LA CONSTRUCCIÓN DE TIANGUE EN LAS INSTALACIONES FRONTERIZAS EN PEÑA BLANCA

ANEXO N° 2.- MAPA UBICACIÓN DE SONDEOS



ANEXO N° 3.- GRÁFICAS DE RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN ESTÁNDAR Y
ESTRATIGRAFÍA DEL SUELO

GRAFICA DE PERFORACION

Cliente: MINISTERIO DE HACIENDA Y CREDITO PUBLICO

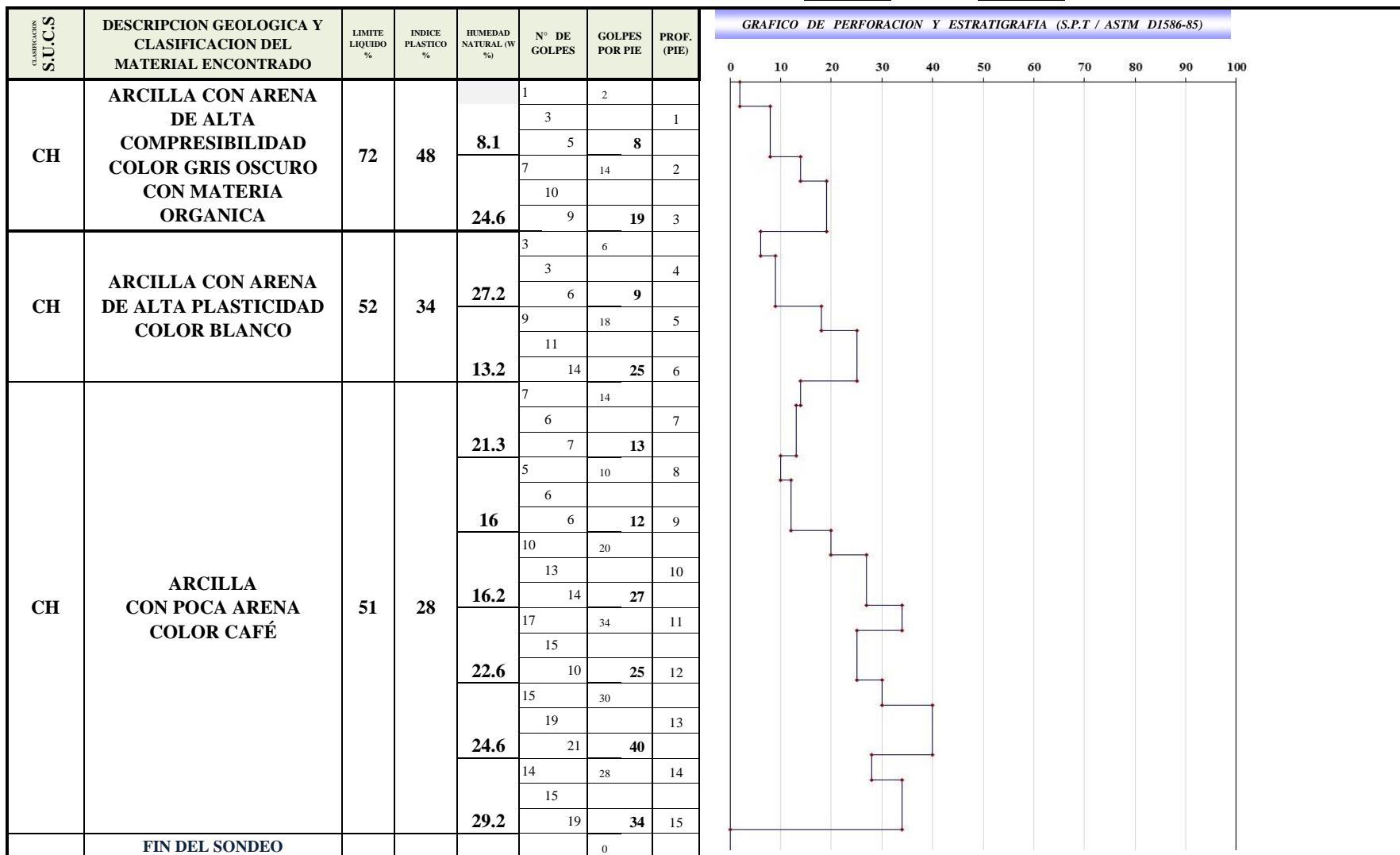
Proyecto : TIANGUE PEÑAS BLANCAS

PUESTO FRONTERIZO PEÑAS BLANCAS, TOLA,

DEPARTAMENTO DE RIVAS, NICARAGUA

FECHA: 21/02/2017

Sondeo N° : 1 Operador : L.Ortiz Nivel Freático: No se encontro



OBSERVACIONES: Este Sondeo se realizó hasta una profundidad de 4.57 metros (15.0 pies).

UBICACION DE SONDEO: SECTOR NOR-OESTE DEL PROYECTO.

COORDENADAS: 650929 E 1240750 N.

GRAFICA DE PERFORACION

Cliente: MINISTERIO DE HACIENDA Y CREDITO PUBLICO

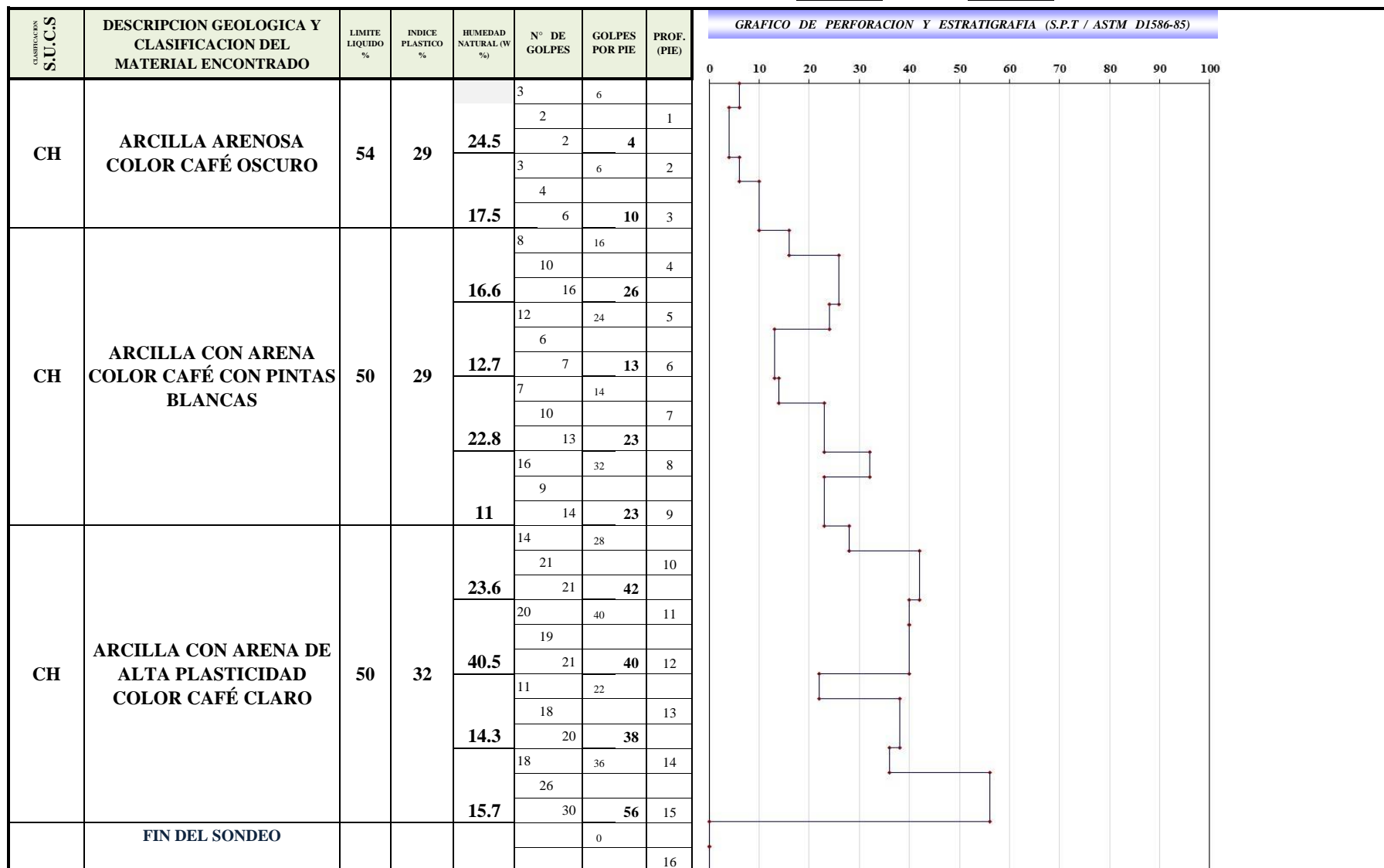
Proyecto : TIANGUE PEÑAS BLANCAS

PUESTO FRONTERIZO PEÑAS BLANCAS, TOLA,

DEPARTAMENTO DE RIVAS, NICARAGUA

FECHA: 21/02/2017

Sondeo N° : 2 Operador : L.Ortiz Nivel Freático: No se encontro



OBSERVACIONES: Este Sondeo se realizó hasta una profundidad de 4.57 metros (15.0 pies).

UBICACION DE SONDEO: SECTOR SUR-OESTE DEL PROYECTO.

COORDENADAS: 650969 E 1240677 N.

GRAFICA DE PERFORACION

Cliente: MINISTERIO DE HACIENDA Y CREDITO PUBLICO

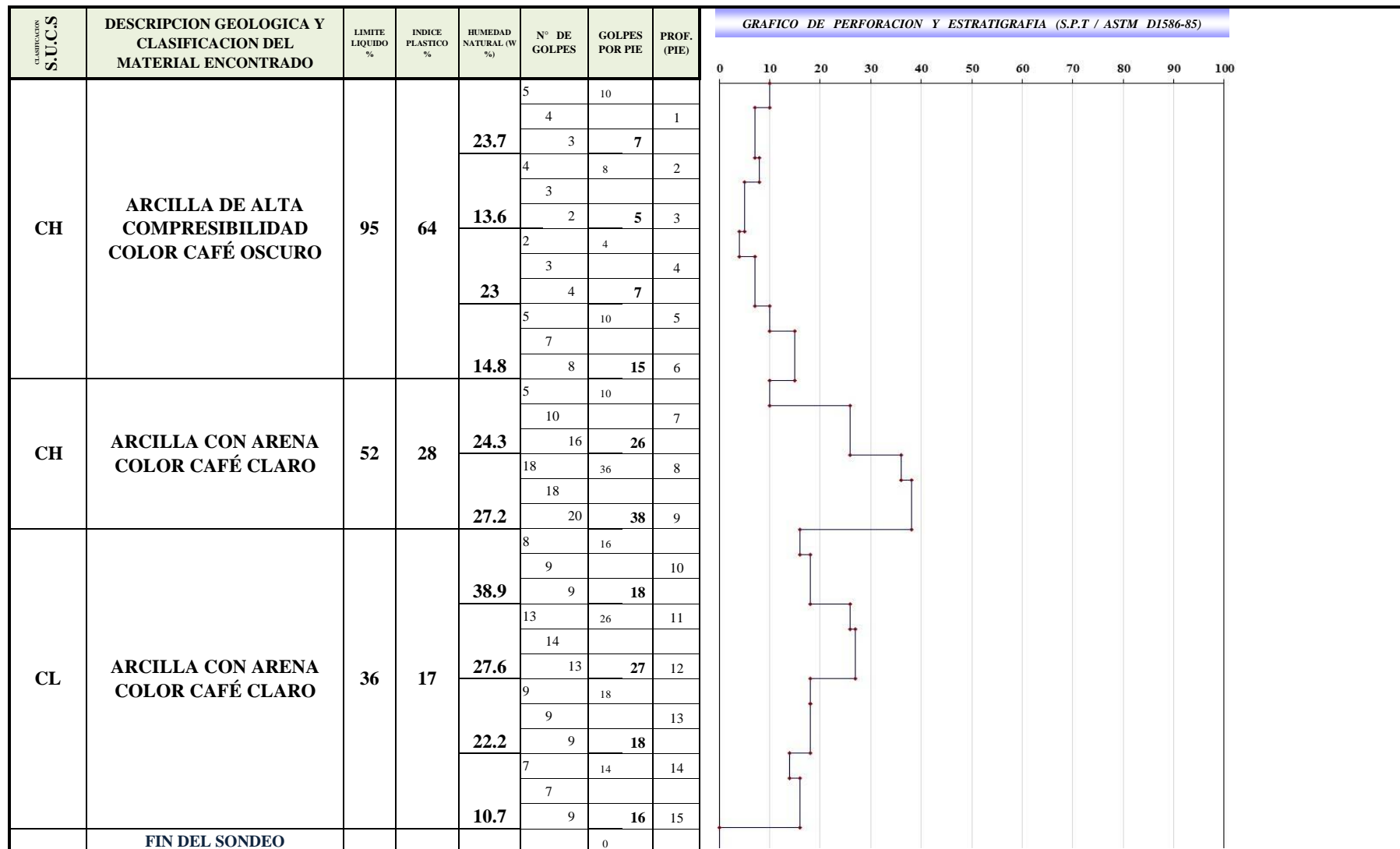
Proyecto : TIANGUE PEÑAS BLANCAS

PUESTO FRONTERIZO PEÑAS BLANCAS, TOLA,

DEPARTAMENTO DE RIVAS, NICARAGUA

FECHA: 21/02/2017

Sondeo N° : 3 Operador : L.Ortiz Nivel Freático: : No se encontro



OBSERVACIONES: Este Sondeo se realizó hasta una profundidad de 4.57 metros (15.0 pies).

UBICACION DE SONDEO: SECTOR SUR-ESTE DEL PROYECTO.

COORDENADAS: 651064 E 1240705 N.

GRAFICA DE PERFORACION

Ciente: MINISTERIO DE HACIENDA Y CREDITO PUBLICO

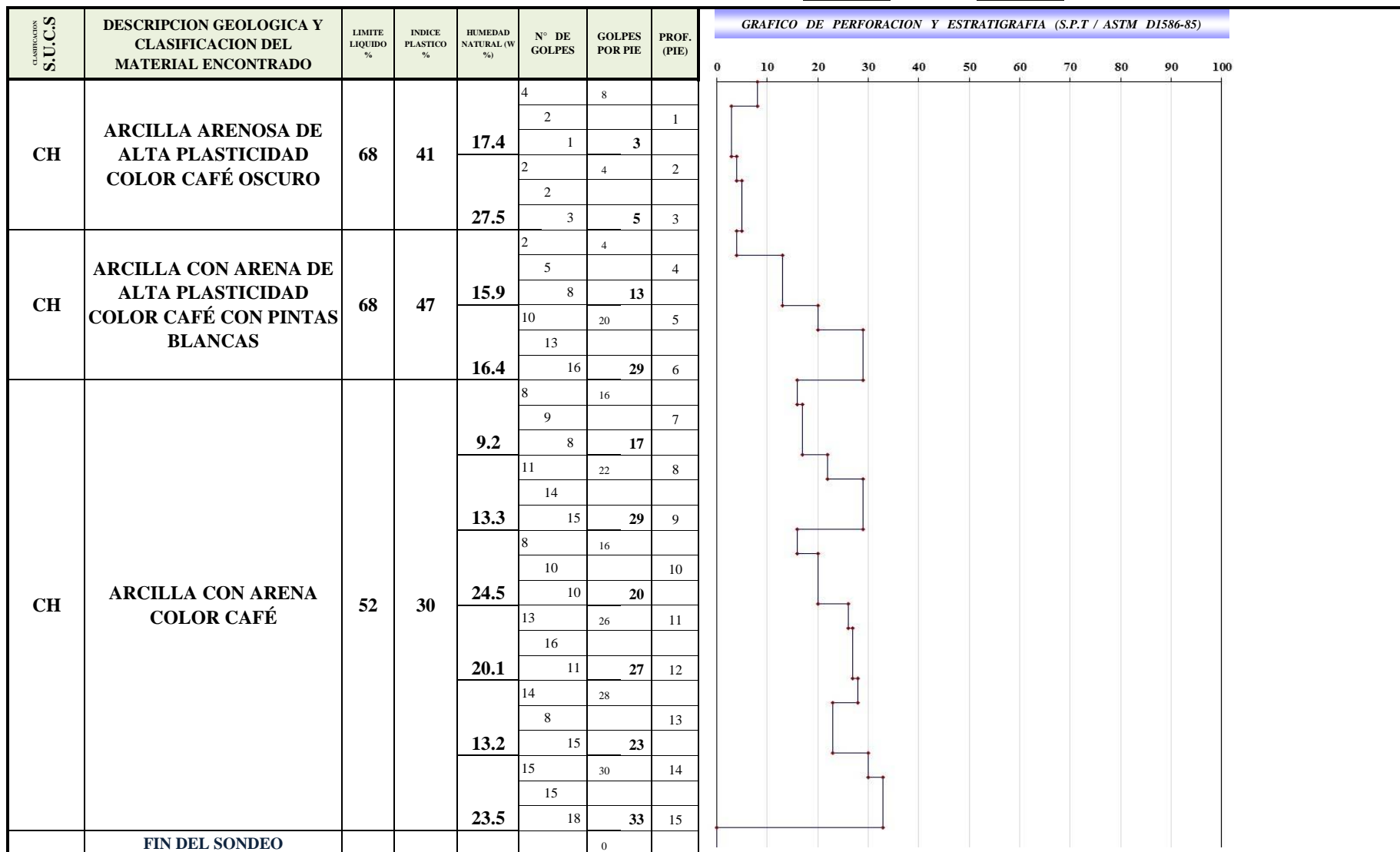
Proyecto : TIANGUE PEÑAS BLANCAS

PUESTO FRONTERIZO PEÑAS BLANCAS, TOLA,

DEPARTAMENTO DE RIVAS, NICARAGUA

FECHA: 21/02/2017

Sondeo N° : 4 Operador : L.Ortiz Nivel Freático: No se encontro



OBSERVACIONES: Este Sondeo se realizó hasta una profundidad de 4.57 metros (15.0 pies).

UBICACION DE SONDEO: SECTOR NOR-OESTE DEL PROYECTO.

COORDENADAS: 651000 E 1240823 N.



DISEÑO DE LA CONSTRUCCIÓN DE TIANGUE EN LAS INSTALACIONES FRONTERIZAS EN PEÑA BLANCA

ANEXO N° 4.- RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

RESULTADOS DE ENSAYES DE HUMEDADES

PROYECTO: TIANGUE PEÑAS BLANCAS

CLIENTE: MINISTERIO DE HACIENDA Y CREDITO PUBLICO

UBICACION: FRONTERA PEÑAS BLANCAS, MUNICIPIO DE TOLA,
DEPARTAMENTO DE RIVAS, NICARAGUA

FECHA: MARZO 2017

SONDEOS A MAQUINA S.P.T

Sondeo No.	Muestra No.	Profundidad (pies)	Humedad Natural (%)
1	1	0.0-1.5	8.1
	2	1.5-3.0	24.6
	3	3.0-4.5	27.2
	4	4.5-6.0	13.2
	5	6.0-7.5	21.3
	6	7.5-9.0	16.0
	7	9.0-10.5	16.2
	8	10.5-12.0	22.6
	9	12.0-13.5	24.6
	10	13.5-15.0	29.2
2	11	0.0-1.5	24.5
	12	1.5-3.0	17.5
	13	3.0-4.5	16.6
	14	4.5-6.0	12.7
	15	6.0-7.5	22.8
	16	7.5-9.0	11.0
	17	9.0-10.5	23.6
	18	10.5-12.0	40.5
	19	12.0-13.5	14.3
	20	13.5-15.0	15.7
3	21	0.0-1.5	23.7
	22	1.5-3.0	13.6
	23	3.0-4.5	23.0
	24	4.5-6.0	14.8
	25	6.0-7.5	24.3
	26	7.5-9.0	27.2
	27	9.0-10.5	38.4
	28	10.5-12.0	27.6
	29	12.0-13.5	22.2
	30	13.5-15.0	10.7



RESULTADOS DE ENSAYES DE HUMEDADES

PROYECTO: TIANGUE PEÑAS BLANCAS

CLIENTE: MINISTERIO DE HACIENDA Y CREDITO PUBLICO

UBICACION: FRONTERA PEÑAS BLANCAS, MUNICIPIO DE TOLA,
DEPARTAMENTO DE RIVAS, NICARAGUA

FECHA: MARZO 2017

SONDEOS A MAQUINA S.P.T

Sondeo No.	Muestra No.	Profundidad (pies)	Humedad Natural (%)
4	31	0.0-1.5	17.4
	32	1.5-3.0	27.5
	33	3.0-4.5	15.9
	34	4.5-6.0	16.4
	35	6.0-7.5	9.2
	36	7.5-9.0	13.3
	37	9.0-10.5	24.5
	38	10.5-12.0	20.1
	39	12.0-13.5	13.2
	40	13.5-15.0	23.5



RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

PROYECTO: TIANGUE PEÑAS BLANCAS
CLIENTE: MINISTERIO DE HACIENDA Y CREDITO PUBLICO
UBICACION: FRONTERA PEÑAS BLANCAS, MUNICIPIO DE TOLA,
DEPARTAMENTO DE RIVAS, NICARAGUA
FECHA: MARZO 2017

SONDEOS A MAQUINA S.P.T

GRANULOMETRIAS

SONDEO No.	1	1	1	2
MUESTRA No.	1	2	3	4
PROF. (Pies)	0.0-3.0	3.0-6.0	6.0-15.0	0.0-3.0
UBICACION				
TAMIZ No.	% QUE PASA			
2"				
1 ½"				
1"				
¾"				
½"				
3/8"				
No. 4	100	100	100	100
No. 10	94	96	99	89
No. 40	86	91	95	71
No. 200	81	81	87	64
GRAVA %	0	0	0	0
ARENA %	19	19	13	36
FINOS %	81	81	87	64
	OTROS RESULTADOS			
LL %	72	52	51	54
IP %	48	34	28	29
CLASIF. SUCS	CH	CH	CH	CH
DESCRIPCION	ARCILLA CON ARENA DE ALTA COMPRESIBILIDAD COLOR GRIS OSCURO CON MATERIA ORGANICA	ARCILLA CON ARENA DE ALTA PLASTICIDAD COLOR BLANCO	ARCILLA CON POCA ARENA COLOR CAFÉ	ARCILLA ARENOSA COLOR CAFÉ OSCURO
OBSERVACIONES:				



RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

PROYECTO: TIANGUE PEÑAS BLANCAS
CLIENTE: MINISTERIO DE HACIENDA Y CREDITO PUBLICO
UBICACION: FRONTERA PEÑAS BLANCAS, MUNICIPIO DE TOLA,
DEPARTAMENTO DE RIVAS, NICARAGUA
FECHA: MARZO 2017

SONDEOS A MAQUINA S.P.T

GRANULOMETRIAS

SONDEO No.	2	2	3	3
MUESTRA No.	5	6	7	8
PROF. (Pies)	3.0-9.0	9.0-15.0	0.0-6.0	6.0-9.0
UBICACION				
TAMIZ No.	% QUE PASA			
2"				
1 1/2"				
1"				
3/4"				
1/2"				
3/8"				
No. 4	100	100	100	100
No. 10	93	98	97	92
No. 40	86	96	94	86
No. 200	72	81	92	76
GRAVA %	0	0	0	0
ARENA %	28	19	8	24
FINOS %	72	81	92	76
	OTROS RESULTADOS			
LL %	50	50	95	52
IP %	29	32	64	28
CLASIF. SUCS	CH	CH	CH	CH
DESCRIPCION	ARCILLA CON ARENA COLOR CAFÉ CON PINTAS BLANCAS	ARCILLA CON ARENA DE ALTA PLASTICIDAD COLOR CAFÉ CLARO	ARCILLA DE ALTA COMPRESIBILIDAD COLOR CAFÉ OSCURO	ARCILLA CON ARENA COLOR CAFÉ CLARO

OBSERVACIONES:



RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

PROYECTO: TIANGUE PEÑAS BLANCAS
CLIENTE: MINISTERIO DE HACIENDA Y CREDITO PUBLICO
UBICACION: FRONTERA PEÑAS BLANCAS, MUNICIPIO DE TOLA,
DEPARTAMENTO DE RIVAS, NICARAGUA
FECHA: MARZO 2017

SONDEOS A MAQUINA S.P.T

GRANULOMETRIAS

SONDEO No.	3	4	4	4
MUESTRA No.	9	10	11	12
PROF. (Pies)	9.0-15.0	0.0-3.0	3.0-6.0	6.0-15.0
UBICACION				
TAMIZ No.	% QUE PASA			
2"				
1 1/2"				
1"				
3/4"				
1/2"				
3/8"				
No. 4	100	100	100	100
No. 10	100	95	91	97
No. 40	99	77	85	94
No. 200	75	66	81	84
GRAVA %	0	0	0	0
ARENA %	25	34	19	16
FINOS %	75	66	81	84
	OTROS RESULTADOS			
LL %	36	68	68	52
IP %	17	41	47	30
CLASIF. SUCS	CL	CH	CH	CH
DESCRIPCION	ARCILLA CON ARENA COLOR CAFÉ CLARO	ARCILLA ARENOSA DE ALTA PLASTICIDAD COLOR CAFÉ OSCURO	ARCILLA CON ARENA DE ALTA PLASTICIDAD COLOR CAFÉ CON PINTAS BLANCAS	ARCILLA CON ARENA COLOR CAFÉ

OBSERVACIONES:



RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

PROYECTO: TIANGUE PUESTO FRONTERIZO PEÑAS BLANCAS
CLIENTE: MINISTERIO DE HACIENDA Y CREDITO PUBLICO
UBICACION: FRONTERA PEÑAS BLANCAS, MUNICIPIO DE TOLA,
DEPARTAMENTO DE RIVAS, NICARAGUA
FECHA: MARZO 2017

SONDEOS MANUAL

GRANULOMETRIAS

SONDEO No.	1	1	1	
MUESTRA No.	1	2	3	
PROF. (m)	0.0-0.27	0.27-1.0	1.0-1.50	
UBICACION				
TAMIZ No.	% QUE PASA			
2"				
1 1/2"				
1"				
3/4"				
1/2"				
3/8"				
No. 4		100	100	
No. 10		96	97	
No. 40		90	95	
No. 200		86	93	
GRAVA %		0	0	
ARENA %		14	7	
FINOS %		86	93	
	OTROS RESULTADOS			
LL %		92	61	
IP %		39	38	
CLASIF. SUCS		MH	CH	
CLASIF. HRB		A-7-5 (20)	A-7-6 (20)	
DESCRIPCION	CAPA DE SUELO VEGETAL (CON RAICES)	LIMO ARCILLOSO DE ALTA PLASTICIDAD COLOR NEGRO	ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD COLOR BLANQUECINO	

OBSERVACIONES:



GRAFICA DE PERFORACION

Cliente: MINISTERIO DE HACIENDA Y CREDITO PUBLICO

Proyecto :

TIANGUE PEÑAS BLANCAS

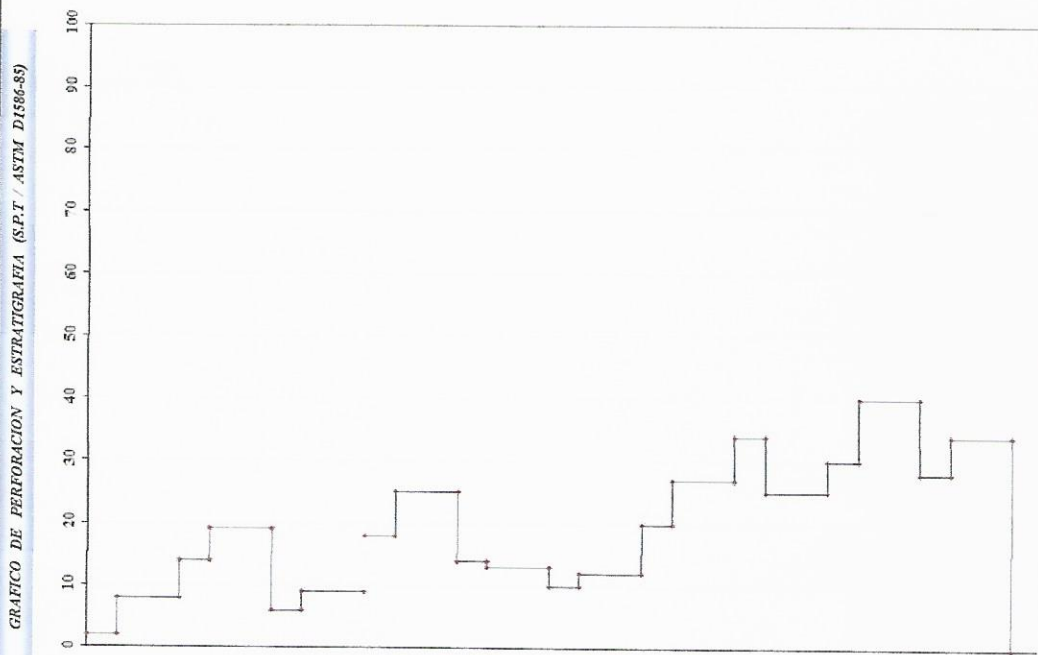
PUESTO FRONTERIZO PEÑAS BLANCAS, TOLA,

DEPARTAMENTO DE RIVAS, NICARAGUA

FECHA: 21/02/2017

Sondeo N° : 1 Operador : L. Ortiz Nivel Freático: ¡ No se encontro

DESCRIPCION GEOLOGICA Y CLASIFICACION DEL MATERIAL ENCONTRADO	LIMITE LIQUIDO %	INDICE PLASTICO %	HUMEDAD NATURAL (%)	N° DE GOLPES	GOLPES POR PIE	PROF. (PIE)
CH	72	48	8.1	1	2	1
ARCILLA CON ARENA DE ALTA COMPRESIBILIDAD COLOR GRIS OSCURO CON MATERIA ORGANICA			24.6	7	14	2
				10		
				9	19	3
				3	6	
CH	52	34	27.2	3		4
ARCILLA CON ARENA DE ALTA PLASTICIDAD COLOR BLANCO				6	9	
				11	18	5
				7	14	6
			13.2	7		
				6	13	7
			21.3	5	10	8
				6		
			16	10	12	9
				13	20	
			16.2	14	27	10
CH	51	28		17	34	11
ARCILLA CON Poca ARENA COLOR CAFÉ				15		
			22.6	10	25	12
				15	30	
			24.6	19		13
				21	40	
				14	28	14
			29.2	15		
				19	34	15
				0		
FIN DEL SONDEO						



OBSERVACIONES: Este Sondeo se realizó hasta una profundidad de 4.57 metros (15.0 pies).

UBICACION DE SONDEO: SECTOR NOR-OESTE DEL PROYECTO.

COORDENADAS: 650929 E 1240750 N.



GRAFICA DE PERFORACION

Cliente: MINISTERIO DE HACIENDA Y CREDITO PUBLICO

Proyecto : TIANGUE PEÑAS BLANCAS

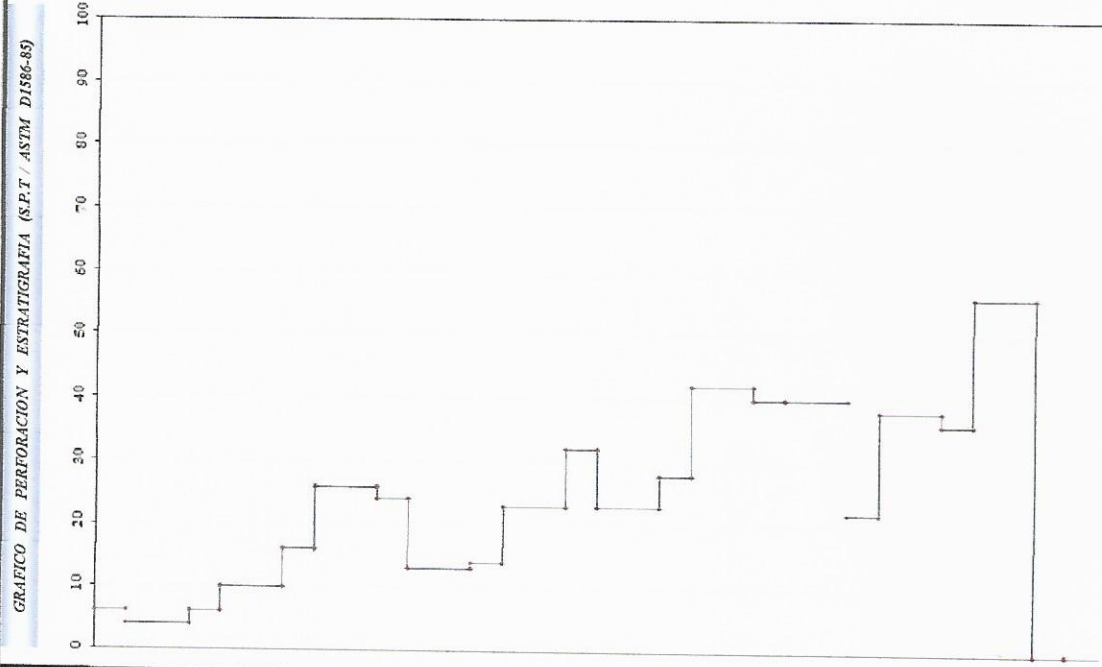
PUESTO FRONTERIZO PEÑAS BLANCAS, TOLA,

DEPARTAMENTO DE RIVAS, NICARAGUA

Sondeo N° : 2 Operador : L. Ortiz Nivel Freático: ¡ No se encontro

FECHA: 21/02/2017

DESCRIPCION GEOLOGICA Y CLASIFICACION DEL MATERIAL ENCONTRADO	LIMITE LIQUIDO %	INDICE FLUENT %	HUMEDAD NATURAL (w) %	N° DE GOLPES	GOLPES POR PIE	PROF. (PIE)
CH	54	29	24.5	3	6	1
				2		
				4	6	2
			17.5	6	10	3
				8	16	
			16.6	10	26	4
				12	24	5
				6		
		29	12.7	7	13	6
				7	14	
			22.8	10	23	7
				16	32	8
				9		
		32	11	14	23	9
				14	28	
				21		10
			23.6	21	42	
				20	40	11
				19		
			40.5	21	40	12
				11	22	
			14.3	18		13
				18	36	14
				26		
			15.7	30	56	15
					0	
						16
FIN DEL SONDEO						



OBSERVACIONES: Este Sondeo se realizó hasta una profundidad de 4.57 metros (15.0 pies).

UBICACION DE SONDEO: SECTOR SUR-OESTE DEL PROYECTO.
COORDENADAS: 650969 E 1240677 N.



GRAFICA DE PERFORACION

Cliente: MINISTERIO DE HACIENDA Y CREDITO PUBLICO

Proyecto :

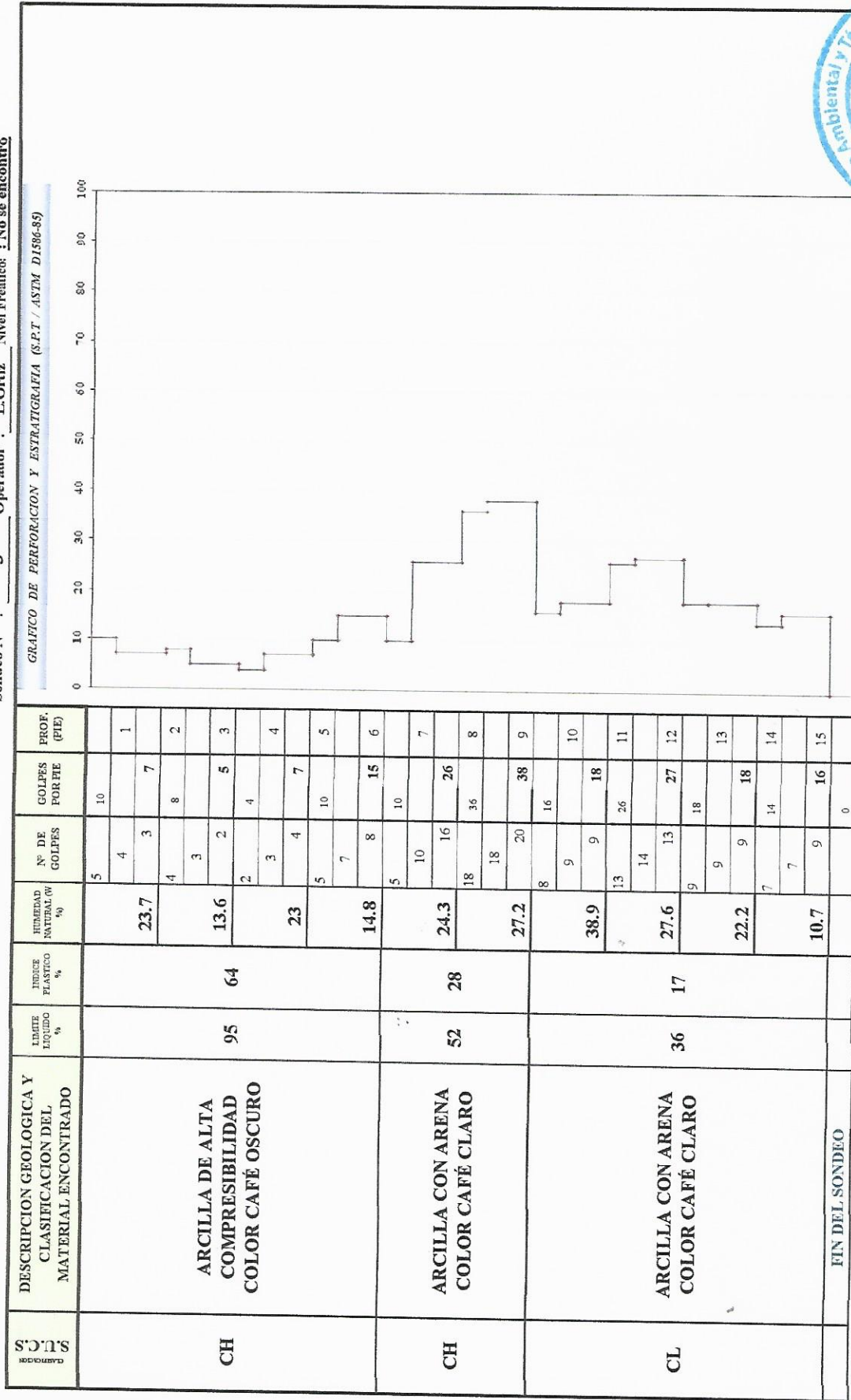
TIANGUE PEÑAS BLANCAS

PUESTO FRONTERIZO PEÑAS BLANCAS, TOLA,

DEPARTAMENTO DE RIVAS, NICARAGUA

Sondeo N° : 3 Operador : L. Ortiz Nivel Freático : No se encontro

FECHA: 21/02/2017



OBSERVACIONES: Este Sondeo se realizó hasta una profundidad de 4.57 metros (15.0 pies).

UBICACION DE SONDEO: SECTOR SUR-ESTE DEL PROYECTO.

COORDENADAS: 651064 E 1240705 N.



GRAFICA DE PERFORACION

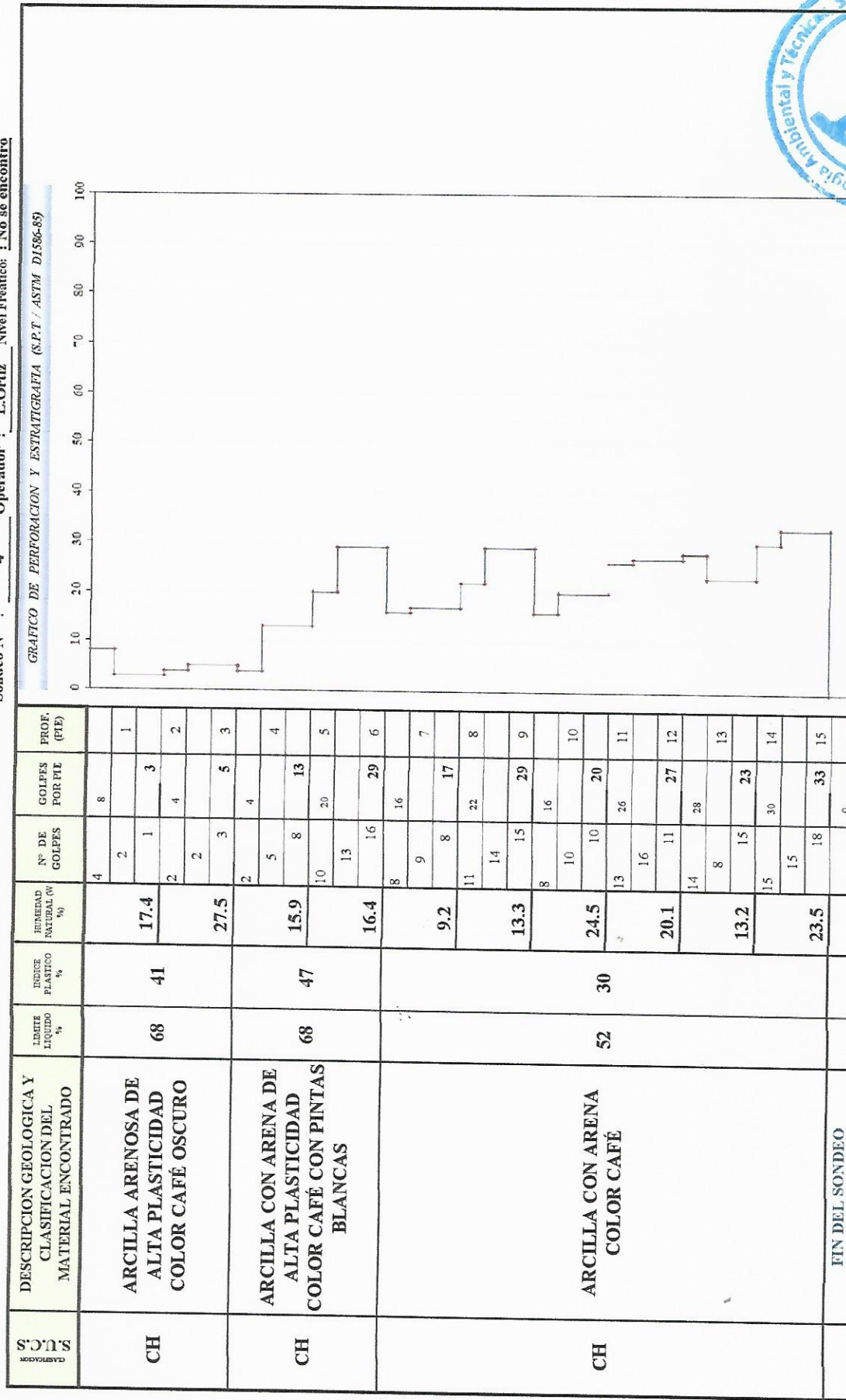
Cliente: MINISTERIO DE HACIENDA Y CREDITO PUBLICO

Proyecto :

TIANGUE PEÑAS BLANCAS
PUESTO FRONTERIZO PEÑAS BLANCAS, TOLA,
DEPARTAMENTO DE RIVAS, NICARAGUA

FECHA: 21/02/2017

Sondeo N° : 4 Operador : L. Ortiz Nivel Freático: No se encontro



OBSERVACIONES: Este Sondeo se realizó hasta una profundidad de 4.57 metros (15.0 pies).
UBICACION DE SONDEO: SECTOR NOR-OESTE DEL PROYECTO.
COORDENADAS: 651000 E 1240823 N.



DISEÑO DE LA CONSTRUCCIÓN DE TIANGUE EN LAS INSTALACIONES FRONTERIZAS EN PEÑA BLANCA

ANEXO N° 5.- FOTOGRAFÍAS SPT

FOTOGRAFIAS

PROYECTO: TIANGUE PUESTO FRONTERIZO PEÑAS BLANCAS.

CLIENTE : MINISTERIO DE HACIENDA Y CREDITO PUBLICO.

UBICACIÓN: PUESTO FRONTERIZO PEÑAS BLANCAS, DEPTO. RIVAS, NICARAGUA.

SONDEOS A MAQUINA SPT



Foto No.1: Realización de Sondeo S.P.T No.1



Foto No.2: Caja de Muestras Sondeo No.1



Foto No.3: Realización de Sondeo S.P.T No.2



Foto No.4: Caja de Muestras Sondeo No.2



Foto No.5: Realización de Sondeo S.P.T No.3



Foto No.6: Caja de Muestras Sondeo No.3

FOTOGRAFIAS

PROYECTO: TIANGUE PUESTO FRONTERIZO PEÑAS BLANCAS.

CLIENTE : MINISTERIO DE HACIENDA Y CREDITO PUBLICO.

UBICACIÓN: PUESTO FRONTERIZO PEÑAS BLANCAS, DEPTO. RIVAS, NICARAGUA.

SONDEOS A MAQUINA SPT



Foto No.7: Realización de Sondeo S.P.T No.4



Foto No.8: Caja de Muestras Sondeo No.4



DISEÑO DE LA CONSTRUCCIÓN DE TIANGUE EN LAS INSTALACIONES FRONTERIZAS EN PEÑA BLANCA

ANEXO N° 6.- SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA

SECCIONES TRANSVERSALES TÍPICAS

1 – ALTERNATIVA CON ADOQUIN



2 – ALTERNATIVA CON CARPETA ASFALTICA



2 – ALTERNATIVA CON CARPETA ASFALTICA



Como existe una sub-excavación del suelo orgánico a rellenar con material de préstamo de 0.30 m de espesor, en caso la sección sea en terraplén, este material tendrá sobre el nivel del terreno natural una altura o espesor de 0.30 m.

CAPA	MATERIAL	ESPECIFICACION
ADOQUIN	CONCRETO	F'C = 3,500 PSI
LECHO DE ARENA	ARENA GRADUADA	(VER ESPECIFICACIONES EN INFORME)
CARPETA ASFALTICA	CONCRETO ASFALTICO	DISEÑO DE MEZCLA
LOSA DE CONCRETO	CONCRETO HIDRAÚLICO	MR = 36 KG/CM ²
BASE	PIEDRA TRITURADA O PRESTAMO SELECCIONADO-CEMENTO	100 % PROCTOR MODIFICADO
SUB – BASE O TERRACERIA MEJORADA	BANCO DE PRESTAMO SELECCIONADO	95 % PROCTOR MODIFICADO

PROYECTO : TIANGUE PEÑAS BLANCAS

CLIENTE : MINISTERIO DE HACIENDA Y CREDITO PUBLICO

UBICACIÓN : PUESTO FRONTERIZO PEÑAS BLANCAS, TOLA, DEPTO. DE RIVAS

FECHA: MARZO 2017



DISEÑO DE LA CONSTRUCCIÓN DE TIANGUE EN LAS INSTALACIONES FRONTERIZAS EN PEÑA BLANCA

ANEXO N° 7.- RESULTADOS DE ENSAYO DE LABORATORIO EN SONDEO MANUAL

<div>RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO</div>				
PROYECTO:		TIANGUE PEÑAS BLANCAS		
CLIENTE:		MINISTERIO DE HACIENDA Y CREDITO PUBLICO		
UBICACION:		FRONTERA PEÑAS BLANCAS, MUNICIPIO DE TOLA, DEPARTAMENTO DE RIVAS, NICARAGUA		
FECHA:		MARZO 2017		
<div>SONDEOS MANUAL</div>				
<div>GRANULOMETRIAS</div>				
SONDEO No.	1	1	1	
MUESTRA No.	1	2	3	
PROF. (m)	0.0-0.27	0.27-1.0	1.0-1.50	
UBICACION				
TAMIZ No.	% QUE PASA			
2"				
1 1/2"				
1"				
3/4"				
1/2"				
3/8"				
No. 4		100	100	
No. 10		96	97	
No. 40		90	95	
No. 200		86	93	
GRAVA %		0	0	
ARENA %		14	7	
FINOS %		86	93	
<div>OTROS RESULTADOS</div>				
LL %		92	61	
IP %		39	38	
CLASIF. SUCS		MH	CH	
CLASIF. HRB		A-7-5 (20)	A-7-6 (20)	
DESCRIPCION	CAPA DE SUELO VEGETAL (CON RAICES)	LIMO ARCILLOSO DE ALTA PLASTICIDAD COLOR NEGRO	ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD COLOR BLANQUECINO	
OBSERVACIONES:				



DISEÑO DE LA CONSTRUCCIÓN DE TIANGUE EN LAS INSTALACIONES FRONTERIZAS EN PEÑA BLANCA

ANEXO N° 8.- FOTOGRAFÍAS SONDEO MANUAL

FOTOGRAFIAS

PROYECTO: TIANGUE PUESTO FRONTERIZO PEÑAS BLANCAS.

CLIENTE : MINISTERIO DE HACIENDA Y CREDITO PUBLICO.

UBICACIÓN: PUESTO FRONTERIZO PEÑAS BLANCAS, DEPTO. RIVAS, NICARAGUA.

SONDEOS MANUALES.



Foto No.1: Realización de Sondeo Manual No. 1



Foto No.2: Realización de Sondeo Manual No. 1



Sondeo manual con barreno para prueba de infiltración.



Medición de descenso de la columna de agua posterior a la saturación del medio.

Suministro constante de agua por lapsos controlados de tiempo.



DISEÑO DE LA CONSTRUCCIÓN DE TIANGUE EN LAS INSTALACIONES FRONTERIZAS EN PEÑA BLANCA

ANEXO N° 9.- BANCOS DE MATERIALES

BANCO DE MATERIALES DEL SECTOR

1- BANCO EL GENÍZARO

Este Banco es de uso conocido en la zona. Se ubica de La Virgen 3.7 Km hacia San Juan del Sur, 800 m a Mano Izquierda, en la comunidad El Genízaro, entre las coordenadas 16 633033 E – 12 54036 N (UTM GWS84) a una altura de 87 msnm. Es Propiedad del Sr. José Antonio Martínez Rodríguez, vecino de la zona.

El material de este Banco corresponde a una grava con arcilla y arena de baja compresibilidad (GW-GC) color café claro, con una clasificación HRB de A-2-6 (0). Tiene 33% de Limite Líquido, 13% de Índice de Plasticidad y sus partículas pasan 100% el tamiz de 3", 37% el tamiz No.4, y 7% el tamiz No.200.

Su PVS máx. es de 2,028 kg/m³, su Humedad Óptima de 2.76%, su PVSS es de 1,544 kg/m³, y su Factor de Abundamiento de 1.31. El volumen efectivo de este Banco es de aproximadamente 544,000 m³, se encuentra actualmente explotado en un 40%.

2- BANCO ALFONSO SOLÓRZANO

Este Banco previamente usado en la zona. Se ubica 16.70 al sur del cruce Cárdenas- Colon Mano izquierda, entre las coordenadas 668078E, 1235027N (UTM GWS84). Es Propiedad del Sr. Alfonso Solórzano.

El material de este Banco corresponde a arenas gruesas a medias con gravas GM –GP color café claro, con una clasificación HRB de A-2-5 . Tiene un límite líquido de 43% índice de plasticidad de 8% pasan 100% el tamiz de 3", 41% el tamiz No.4, y 21% el tamiz No.200. Su PVS máx. es de 1,421 kg/m³, su PVSS es de 1,246 kg/m³, y su Factor de Abundamiento de 1.14.

3- ZAPOTILLO

Este Banco potencial y de poco uso, esta ubicado 7km al sur del cruce Cadenas- Colon Mano izquierda, entre las coordenadas 675915, 1232254N (UTM GWS84).

El material de este Banco esta constituido de Grava gruesa con arcilla y poca arena, con arenas limosas d GC –GC color café claro, con una clasificación HRB de A-2-5 . Tiene un límite líquido de 49% índice de plasticidad de 7% pasan 100% el tamiz de 3", 87% el tamiz No.4, y 18% el tamiz No.200.

Su PVS máx. es de 1,842 kg/m³, su PVSS es de 1,473 kg/m³, y su Factor de Abundamiento de 1.26. Las reservas estimada son de 10,000 m³

Managua, Febrero 2017

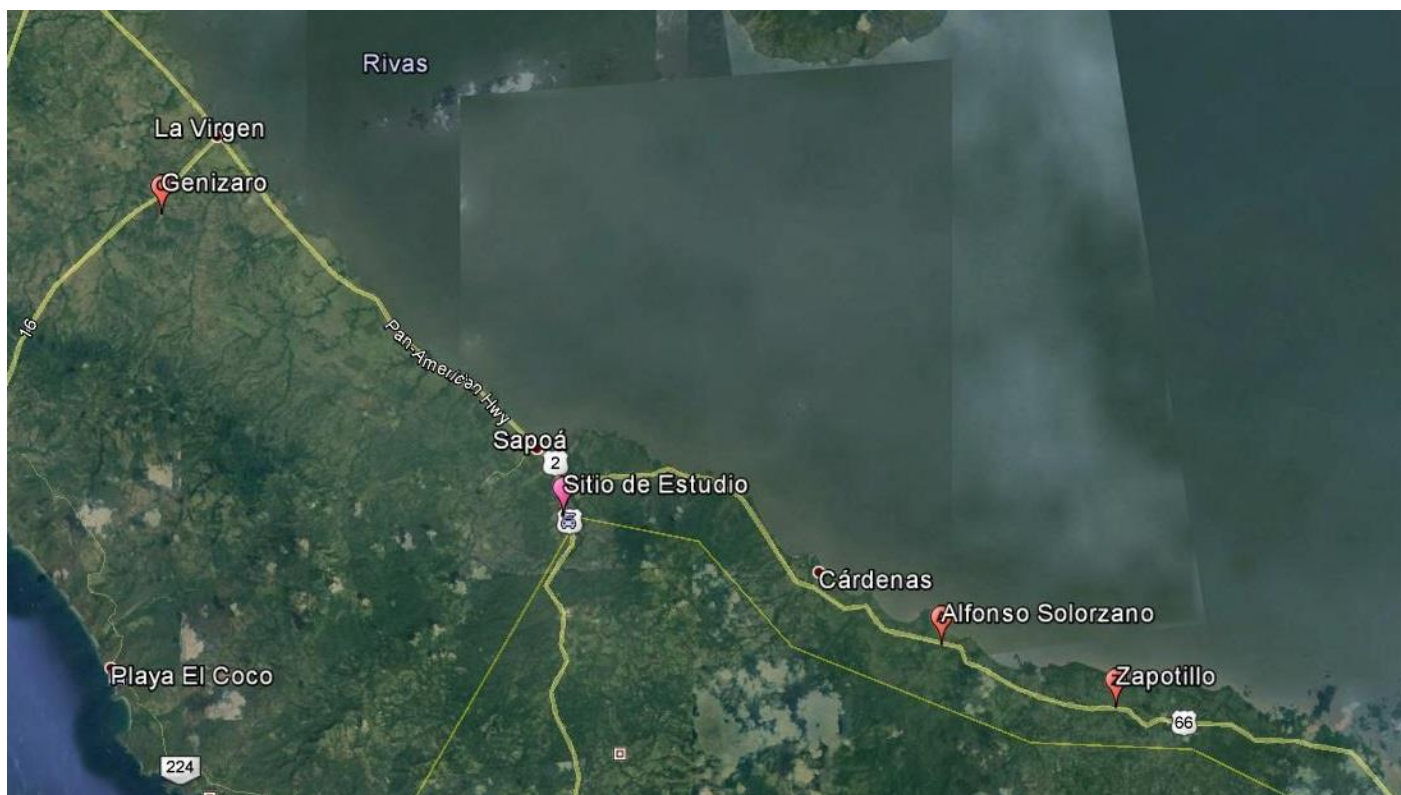
Proyecto: **TIANGUE PUESTO FRONTERIZO PEÑAS BLANCAS**

Sondeo: Manuales

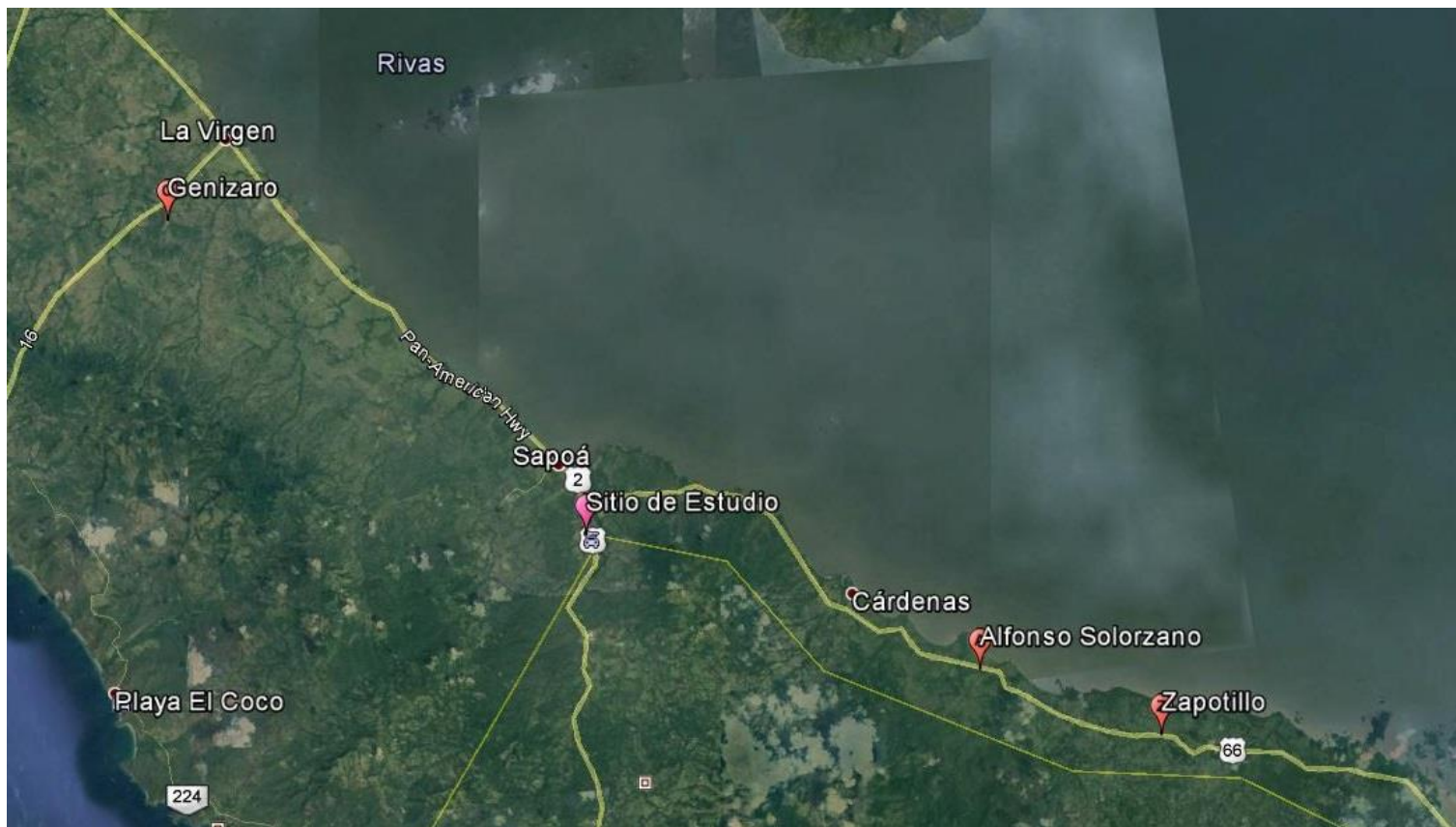
RESULTADOS DE ENSAYES DE SUELOS

BANCO DE MATERIALES

No	Nombre del Banco	Descripción del Material	% que pasa por tamiz							Límites de Atterberg			Clasificación AASTHO	
			#200 .75	#40 .425	#10 2.0	#4 4.8	3/8" 9.5	1" 25	3" 75	LL, %	PL, %	IP, %		
													Grupo	Índice
1	Genizaro	Grava gruesa con arcilla y poca arena	7	9	16	37	42	53	100	33	21	13	A-2-6	0
2	Alfonso Solórzano	Grava media a fina arenosa limosa	21	32	38	41	62	96	100	43	35	8	A-2-5	0
3	Zapotillo	Arena gruesa a fina limosa y gravosa fina	18	43	68	87	100	100	100	49	42	7	A-2-5	0



NOMBRE DEL BANCO	UBICACION	COORDENADAS GEOGRAFICAS (UTM WGS-84)	ESTIMADO DE RESERVAS	DESCRIPCION DEL MATERIAL
El Genizaro	Cruce de Empalme la Virgen 3.7 Km hacia San Juan del Sur. 800 m a la izquierda	633030E, 1254032N	540,000 m3	Grava con arcilla y arena de baja compresidad
Alfonso Solórzano	7km al sur del cruce Cadenas- Colon	668078E, 1235027N	54000 m3	Grava, media a fina areno-limosa color gris
Zapotillo	16.70 al sur del cruce Cárdenas- Colon	675915, 1232254N	10,000 m3	Arena gruesa a fina limosas, café claro



NOMBRE DEL BANCO	UBICACION	COORDENADAS GEOGRAFICAS (UTM WGS-84)	ESTIMADO DE RESERVAS	DESCRIPCION DEL MATERIAL
El Genizaro	Cruce de Empalme la Virgen 3.7 Km hacia San Juan del Sur. 800 m a la izquierda	633030E, 1254032N	540,000 m3	Grava con arcilla y arena de baja compresidad
Alfonso Solórzano	7km al sur del cruce Cadenas- Colon	668078E, 1235027N	54000 m3	Grava, media a fina areno-limosa color gris
Zapotillo	16.70 al sur del cruce Cárdenas- Colon	675915, 1232254N	100,00 m3	Arena gruesa a fina limosas, café claro

No	Nombre del Banco	Descripción del Material	% que pasa por tamiz							Límites de Atterberg			Clasificación AASTHO	
			#200 .75	#40 .425	#10 2.0	#4 4.8	3/8" 9.5	1" 25	3" 75	LL, %	PL, %	IP, %		
													Grupo	Índice
1	Alfonso Solórzano	Grava media a fina arenosa limosa	21	32	38	41	62	96	100	43	35	8	A-2-5	0
		Arena fina a gruesa limosa y grava gruesa a fina	23	50	67	72	90	90	100	50	40	10	A-2-5	0
2	Zapotillo	Arena gruesa a fina limosa y gravosa fina	18	43	68	87	100	100	100	49	42	7	A-2-5	0
		Arena gruesa a fina con grava fina.	5	38	85	100	100	100	100	NP	NP	NP	A-1-b	0
3	Genizaro	Grava gruesa con arcilla y poca arena	7	9	16	37	42	53	100	33	21	13	A-2-6	0
		Grava gruesa a fina con poca arena	1	4	11	18	27	47	91	33	23	10	A-2-4	0



GATSA
INGENIEROS CONSULTORES

Email: galtamir2010@gmail.com
Linda Vista Sur N° 17C , Managua, Nicaragua
Teléf.: 2266-1171 – Cel: 84650830

A. RESULTADOS DE ENSAYES DE BANCOS DE MATERIALES

A.1 UBICACION DE LOS BANCOS DE MATERIALES



NOMBRE DEL BANCO	UBICACION	COORDENADAS GEOGRAFICAS (UTM WGS-84)	ESTIMADO DE RESERVAS	DESCRIPCION DEL MATERIAL
El Genizaro	Cruce de Empalme la Virgen 3.7 Km hacia San Juan del Sur. 800 m a la izquierda	633030E, 1254032N	540,000 m3	Grava con arcilla y arena de baja compresidad
Alfonso Solórzano	7km al sur del cruce Cadenas- Colon	668078E, 1235027N	54000 m3	Grava, media a fina areno-limosa color gris
Zapotillo	16.70 al sur del cruce Cárdenas- Colon	675915, 1232254N	10,000 m3	Arena gruesa a fina limosas, café claro





GATSA
INGENIEROS CONSULTORES

Email: galtamir2010@gmail.com
Linda Vista Sur N° 17C , Managua, Nicaragua
Teléf.: 2266-1171 – Cel: 84650830

A.2 RESULTADO DE ENSAYES DE SUELOS

Managua, Febrero 2017

Proyecto: **TIANGUE PUESTO FRONTERIZO PEÑAS BLANCAS**

Sondeo: Manuales

BANCO DE MATERIALES

No	Nombre del Banco	Descripción del Material	% que pasa por tamiz							Límites de Atterberg			Clasificación AASTHO	
			#200	#40	#10	#4	3/8"	1"	3"	LL, %	PL, %	IP, %	Grupo	Índice
			.75	.425	2.0	4.8	9.5	25	75					
1	Genizaro	Grava gruesa con arcilla y poca arena	7	9	16	37	42	53	100	33	21	13	A-2-6	0
2	Alfonso Solórzano	Grava media a fina arenosa limosa	21	32	38	41	62	96	100	43	35	8	A-2-5	0
3	Zapotillo	Arena gruesa a fina limosa y gravosa fina	18	43	68	87	100	100	100	49	42	7	A-2-5	0





GATSA

INGENIEROS CONSULTORES

Email: galtamir2010@gmail.com

Linda Vista Sur N° 17C, Managua, Nicaragua

Teléf.: 2266-1171 – Cel: 84650830

A.3 CONCLUSIONES DE LOS ENSAYOS EN BANCOS DE MATERIALES

1- Banco de Materiales El Genízaro

Este Banco es de uso conocido en la zona. Se ubica de La Virgen 3.7 Km hacia San Juan del Sur, 800 m a Mano Izquierda, en la comunidad El Genízaro, entre las coordenadas 16 633033 E – 12 54036 N (UTM GWS84) a una altura de 87 msnm. Es Propiedad del Sr. José Antonio Martínez Rodríguez, vecino de la zona.

El material de este Banco corresponde a una grava con arcilla y arena de baja compresibilidad (GW-GC) color café claro, con una clasificación HRB de A-2-6 (0). Tiene 33% de Limite Liquido, 13% de Índice de Plasticidad y sus partículas pasan 100% el tamiz de 3", 37% el tamiz No.4, y 7% el tamiz No.200. El PVS máx. es de 2,028 kg/m³, su Humedad Optima de 2.76%, su PVSS es de 1,544 kg/m³, y su Factor de Abundamiento de 1.31. El volumen efectivo de este Banco es de aproximadamente 544,000 m³, se encuentra actualmente explotado en un 40%.

2- Banco de Materiales Alfonso Solórzano

Este Banco previamente usado en la zona. Se ubica 16.70 al sur del cruce Cárdenas- Colon Mano izquierda, entre las coordenadas 668078E, 1235027N (UTM GWS84). Es Propiedad del Sr. Alfonso Solórzano.

El material de este Banco corresponde a arenas gruesas a medias con gravas GM –GP color café claro, con una clasificación HRB de A-2-5 . Tiene un limite liquido de 43% indice de plasticidad de 8% pasan 100% el tamiz de 3", 41% el tamiz No.4, y 21% el tamiz No.200. Su PVS máx. es de 1,421 kg/m³, su PVSS es de 1,246 kg/m³, y su Factor de Abundamiento de 1.14.

3- Banco de Materiales Zapotillo

Este Banco potencial y de poco uso, esta ubicado 7km al sur del cruce Cadenas- Colon Mano izquierda, entre las coordenadas 675915, 1232254N (UTM GWS84).

El material de este Banco esta constituido de Grava gruesa con arcilla y poca arena, con arenas limosas d GC –GC color café claro, con una clasificación HRB de A-2-5 . Tiene un limite liquido de 49% indice de plasticidad de 7% pasan 100% el tamiz de 3", 87% el tamiz No.4, y 18% el tamiz No.200. Su PVS máx. es de 1,842 kg/m³, su PVSS es de 1,473 kg/m³, y su Factor de Abundamiento de 1.26. Las reservas estimadas son de 10,000 m³.

La explotación de los bancos debe de realizarse en conjunto a pruebas de calidad que garanticen la homogeneidad de los resultados de los materiales de prestamo. Se sugiere seguimiento a la calidad de los materiales y control estructural durante la construcción de la edificación. Los materiales de prestamos certificados para las carpetas de rodamiento se sugieren sean realizados de acuerdo al proporción sugerida en las secciones de diseño de subase.

