

# **ANEXO: D.1**

INFORME ESTUDIO DE SUELOS  
EMPRESA CONSULTORA GUSOG S.R.L.

## 1. ANTECEDENTES

El estudio de suelos del proyecto abarca el análisis de las características de los materiales del suelo natural, los componentes del paquete estructural, considerando la subrasante del terreno y los materiales de yacimientos/canteras y bancos de préstamo que formarán parte de los agregados para los pavimentos y las capas base, sub base y subrasante mejorada del terreno.

### 1.1. Nivel del Estudio

El análisis Geotécnico, Estudio de Suelos y Materiales fue realizado considerando el Proyecto de Construcción del Acceso Vial Planta Separadora de Líquidos Gran Chaco - Yacuiba la cual cuenta con una longitud igual a 4.330km.

Para estos trabajos se realizó la excavación de 20 pozos con una profundidad de 10m cada uno identificando las propiedades de resistencia de los materiales tanto para ser utilizados como materiales del paquete estructural, como así también en sectores donde se identificaron accidentes naturales (cursos de niveles de agua), para los cuales se realiza el análisis geotécnico para las propiedades de resistencia del suelo de fundación.

Considerando las características de ubicación, como así también los tipos de materiales encontrados en el terreno, se considera el análisis en 4 tramos como se muestra a continuación:

- |            |                  |   |                  |
|------------|------------------|---|------------------|
| • Tramo 1: | Progresiva 4+330 | - | Progresiva 3+430 |
| • Tramo 2: | Progresiva 3+430 | - | Progresiva 2+570 |
| • Tramo 3: | Progresiva 2+570 | - | Progresiva 1+320 |
| • Tramo 4: | Progresiva 1+320 | - | Progresiva 0+000 |

### 1.2. Generalidades

El proyecto se desarrolla, en su gran mayoría, sobre el camino existente con un sector que difieren del trazo actual debido a la presencia del ducto de gas de 24" permitiendo de esta manera no contar con la presencia de este ducto por debajo del paquete estructural manteniendo una franja de seguridad al mismo.

## 2. UBICACION Y DESCRIPCION DEL PROYECTO

El sector del proyecto se ubica en el departamento de Tarija, provincia Gran Chaco perteneciente al Municipio de Yacuiba. La vía se encuentra en inmediaciones de la Planta Separadora de Líquidos Gran Chaco con una longitud igual a 4,33km.



*Imagen 1. Ubicación zona del estudio, fuente Google Earth*

Considerando sus características geológicas en el sector se cuenta con depósitos de suelos compuestos por arenas, limos y arcillas dependiendo del sector de deposición, por debajo de estos materiales se encuentra el basamento rocoso conformado por areniscas y lutitas en su mayoría.

Hidrogeológicamente en el sector se pueden presentar niveles freáticos, que afectan a las propiedades de resistencia de los materiales.

### **3. OBJETIVOS**

Los objetivos del proyecto tanto general como específicos consideran la ejecución del acceso vial a la Planta Separadora de Líquidos Gran Chaco.

#### **3.1. Objetivo General**

El objetivo general del proyecto es la realización del Estudio de Suelos -Geotécnico sobre el eje del alineamiento del camino proyectado considerando una longitud de 4,33km identificando las características de los materiales del suelo de fundación (subrasante natural).

### **3.1.1. Objetivos Específicos**

Determinar las condiciones físico-mecánicas del terreno para el emplazamiento de la nueva vía.

Evaluar las condiciones geotécnicas e hidrogeológicas de los suelos de fundación del área donde se emplazarán la vía.

Obtener las características de resistencia y deformabilidad de los materiales que sean representativos del lugar.

Presentar el Diseño de Pavimento adecuado en función a las características de los suelos encontrados en el terreno.

## **4. TRABAJO DE CAMPO**

Los trabajos de campo se iniciaron a partir de la identificación del lugar de trabajo donde se dispusieron los pozos/sondajes en los puntos a ser analizados.

Para esto se distribuyeron pozos a lo largo de la vía con una separación entre puntos de análisis de hasta 250m con dos sondajes en ambos flancos de un curso de río producto de un drenaje del sector. Estos con la finalidad de obtener las propiedades de resistencia de los suelos de fundación para la construcción de un puente que se encuentre acorde al tipo de construcción requerido para los vehículos que circulen por la vía.

La disposición de estos pozos/sondajes se muestra en la siguiente imagen satelital a continuación.



Imagen 2. Ubicación de pozos/sondajes de prospección a lo largo del camino



La toma de muestras fue realizada a 1.5m, 3.0m, 4.5m, 6.0m, 8m y 10m, los dos últimos valores obtenidos cada 2m debido a la homogeneidad de mezclas de suelos a estas profundidades.

Para el desarrollo del proyecto en un corto tiempo se realizaron los trabajos en dos brigadas dispuestas para la excavación manual de los pozos - ensayos y los sondeos hasta una profundidad de 10m.

## 5. ANÁLISIS GEOTÉCNICO DEL CAMINO

Este análisis se desarrolla a lo largo del camino identificando las características de los materiales que componen los distintos tramos identificados (suelos).

### 5.1. Caracterización Geotécnica del Camino

#### 5.1.1. Tramo 1 Progresiva 4+330 - Progresiva 3+430

Este tramo se inicia a partir del cruce con la Ruta F 009 de la Red Vial Fundamental en cercanías con la Ciudad de Yacuiba.

El sector se caracteriza por contar en la parte superior del terreno con una cobertura vegetal con espesor variable de hasta 35cm para pasar a suelo orgánico con una profundidad máxima de 2.20m. En este mismo sector se identificó la presencia de un nivel freático a una profundidad media de 1.70m con sectores que presenta un nivel freático 1.20m hasta 1.80m.

El sector cuenta con una pendiente baja donde la variación en la profundidad del nivel freático se debe a la cercanía con sectores con presencia de agua estancada.

#### 5.1.2. Tramo 2 Progresiva 3+430 - Progresiva 2+570

Este tramo es la continuación de la progresiva 3+430 el cual va de forma paralela a la vía férrea y camino existente cambiando el curso actual hasta en 1km.

Una característica principal de este sector es la presencia mayoritaria de material con cobertura vegetal y por debajo suelo con características orgánicas hasta una profundidad media de 2m con el nivel freático medio a 2.2m.

Este tramo, de forma similar al siguiente, cuenta con una disposición variable en la deposición de los materiales para los primeros metros de profundidad, donde se cuenta con sectores donde se encuentran arenas y por debajo el material orgánico como es el caso de los pozos 6 y 10.

#### 5.1.3. Tramo 3 Progresiva 2+570 - Progresiva 1+320

A partir de la progresiva 2+570 a la progresiva 1+320 se presenta una deposición variable con disposición en el sector superior de arenas en los pozos 11 y 13 a diferencia de los otros sectores donde se cuenta con materiales orgánicos en los primeros metros de profundidad.

En este sector se cuenta con materiales de relleno a una profundidad media igual a 2.2m y el nivel freático a 2.3m considerando los 5 pozos/sondajes que se realizaron en este tramo.

La pendiente que se presenta en el sector es baja de igual forma al Tramo 2, la presencia de cobertura vegetal es superior al contar con zonas con presencia de “curiches” (depósitos de agua) en dos principales sectores, para los cuales se observa una mayor deposición de materia orgánica.

#### **5.1.4. Tramo 4 Progresiva 1+320 - Progresiva 0+000**

Este sector corresponde al último tramo llegando a la progresiva 0+000 en el ingreso a la Planta Separadora de Líquidos Gran Chaco.

El nivel freático se ubica a mayor profundidad hacia el sector de la Planta Separadora. A la vez se cuenta con variación en el contenido de materia orgánica con sectores con espesores de hasta 2m y pozos con recubrimiento reducido hasta nulo.

Este sector presenta zonas con presencia de arcillas de mediana a baja plasticidad obteniendo como resultado valores de expansión en el sector.

## **6. ANÁLISIS DEL MATERIAL DE SUBRASANTE**

A partir de los pozos excavados, se realizaron los ensayos de laboratorio sobre un total de 120 muestras extraídas del terreno. Estos ensayos se observan en los anexos correspondientes al informe.

A partir de los resultados obtenidos en laboratorio, se iniciaron los trabajos de gabinete para obtener los parámetros de resistencia y deformabilidad requeridos para los diseños de pavimentos y geotecnia.

### **6.1. Descripción de los tipos de Suelos encontrados**

Realizado el análisis de laboratorio y la clasificación de suelos se obtuvieron diferentes características de los materiales componentes de la subrasante. Estos materiales según las características de plasticidad y tamaño de las partículas se subdividen en 5 grupos principales, que a su vez se sub-dividen en sub grupos menores como se observa a continuación:

Tipo de Suelo	Grupo	Sub-grupo	Numero de muestras	Porcentaje Grupos
Granular	A-2	A-2-4	17	14
	A-3	A-3	3	3
Fino	A-4	A-4	54	45
	A-6	A-6	36	30
	A-7	A-7-6	10	8
TOTAL			120	100

*Tabla 1. Resumen de resultados de Clasificación de suelos AASTHO.*

### **6.2. Clasificación de suelos SUCS**

Además de emplear el sistema de clasificación AASTHO se realiza clasificación Unificada de Suelos con el fin de obtener los parámetros de resistencia y deformabilidad de los suelos de fundación.

En este aspecto, se obtuvieron seis clases de suelos como se muestra en la siguiente tabla.

Tipo de Suelo	SUELOS GRUESOS			SUELOS FINOS			TOTAL
	SM	SP - SM	SP	CL	ML	CL - ML	
<b>Cantidad de Muestras</b>	32,00	2,00	1,00	60,00	16,00	9,00	<b>120,00</b>
<b>Porcentaje</b>	26,67	1,67	0,83	50,00	13,33	7,50	<b>100,00</b>
	29,17			70,83			

Tabla 2. Resumen de resultados de Clasificación de suelos SUCS.

### 6.3. Ensayo de Compactación T-180 (Proctor Modificado)

Concluidos los ensayos de clasificación de suelos se procedió a la realización de la agrupación de suelos de acuerdo a las características particulares de cada tramo, tomando en cuenta la siguiente agrupación de suelos

Tramo	Plásticos			Valor de Compactación Subrasante
	Índice de grupo			
	0 - 5	6 - 9	10-20	
1	X			$\gamma = 1.692 \text{ (g/cm3)}$ h = 9.5 %
2		X		$\gamma = 1.509 \text{ (g/cm3)}$ h = 14.6 %
3	x			$\gamma = 1.752 \text{ (g/cm3)}$ h = 10.3 %
4			X	$\gamma = 1.526 \text{ (g/cm3)}$ h = 14.2 %
Nota	Los ensayos fueron realizados para los materiales de la subrasante natural identificados para cada tramo			

Tabla 3. Valores de ensayos de Compactación en suelos agrupados.

Estos valores se observan en la anterior tabla considerando la agrupación de los materiales por tramo.

### 6.4. Ensayo CBR sobre materiales de la subrasante natural

A partir de las compactaciones realizadas, se procedió a los ensayos CBR de los distintos tipos de suelos de acuerdo a la norma AASHTO T-193.

Los valores de CBR fueron obtenidos para el 100% y 95% de la densidad seca máxima encontrando los siguientes valores:



- Tramo 1 CBR al 100% cuentan con valor igual a 11%  
CBR al 95% cuentan con valor igual a 6%
- Tramo 2 CBR al 100% cuentan con valor igual a 5%  
CBR al 95% cuentan con valor igual a 3%
- Tramo 3 CBR al 100% cuentan con valor igual a 10%  
CBR al 95% cuentan con valor igual a 6%
- Tramo 4 CBR al 100% cuentan con valor igual a 4%  
CBR al 95% cuentan con valor igual a 3%

De acuerdo a la agrupación de suelos y realizados los ensayos de Compactación y CBR's se obtuvieron los siguientes resultados:

TRAMO	VALOR DEL CBR DE DISEÑO
Tramo 1	6%
Tramo 2	3%
Tramo 3	6%
Tramo 4	3%

Tabla 4. Valores de cálculo de CBR de Diseño en suelos agrupados.

## 6.5. Valores de Módulos Resilientes de la Subrasante

Los valores de los módulos resilientes de la subrasante se obtuvieron a partir de los ensayos CBR mediante correlaciones como se observan en las normas y el Manual de Pavimentos de la AASTHO.

Los valores de módulos resilientes de diseño para cada tramo en particular se obtienen a partir de los resultados de CBR's para cada tipo de suelo en particular.

De esta manera se encontraron los siguientes valores:

TRAMO	MODULO RESILIENTE [kg/cm3]
1	4.4
2	2.8
3	4.4
4	2.8

Tabla 5. Descripción de secciones Homogéneas.

Para fines de cálculo se considera adecuado tomar un valor de módulo resiliente igual 3.5kg/cm3 en función de un CBR igual a 4%.

## 6.6. Sectores de Mejoramiento de la Subrasante

Observadas las características de los materiales de fundación, se pueden identificar, en general, que los cuatro tramos no cuentan con propiedades adecuadas para formar parte de los materiales de subrasante. Estos materiales se encuentran constituidos por limos y arcillas de mediana plasticidad, los cuales deben ser cambiados por otros materiales que cumplan con requisitos mínimos de resistencia, para esto se considera adecuado valores mínimos de CBR de 15% y valores de expansión bajos.

A la vez existen otros sectores en los cuales la presencia de suelo es escasa donde se cuenta con material rocoso como material de fundación. En estos sectores se deberán realizar otras consideraciones para la conformación del paquete estructural.

## 7. ANÁLISIS DE BANCOS DE PRÉSTAMO - CANTERAS

El estudio de Bancos de Préstamo fue desarrollado a partir de sectores identificados por personal de YPFB y reconocido por la Consultora. Para esto fueron identificados 3 sectores para análisis ubicados en cercanías de la zona de estudio. La toma de muestras fue realizada en cada sector donde ya se contaba con materiales dispuestos para ser utilizados como suelos para capa base, sub base y cambio de material para terraplén como es el caso del sector Ojo de Agua, el cual es utilizado en los trabajos del sector de la Planta.

### 7.1. Banco de Préstamo Ojo de Agua

Este constituye el banco más cercano al sector. El mismo se encuentra ubicado entre las coordenadas 431829E – 7580380N y 431960E – 7580753N, a una distancia aproximada de la planta de 16.8km.

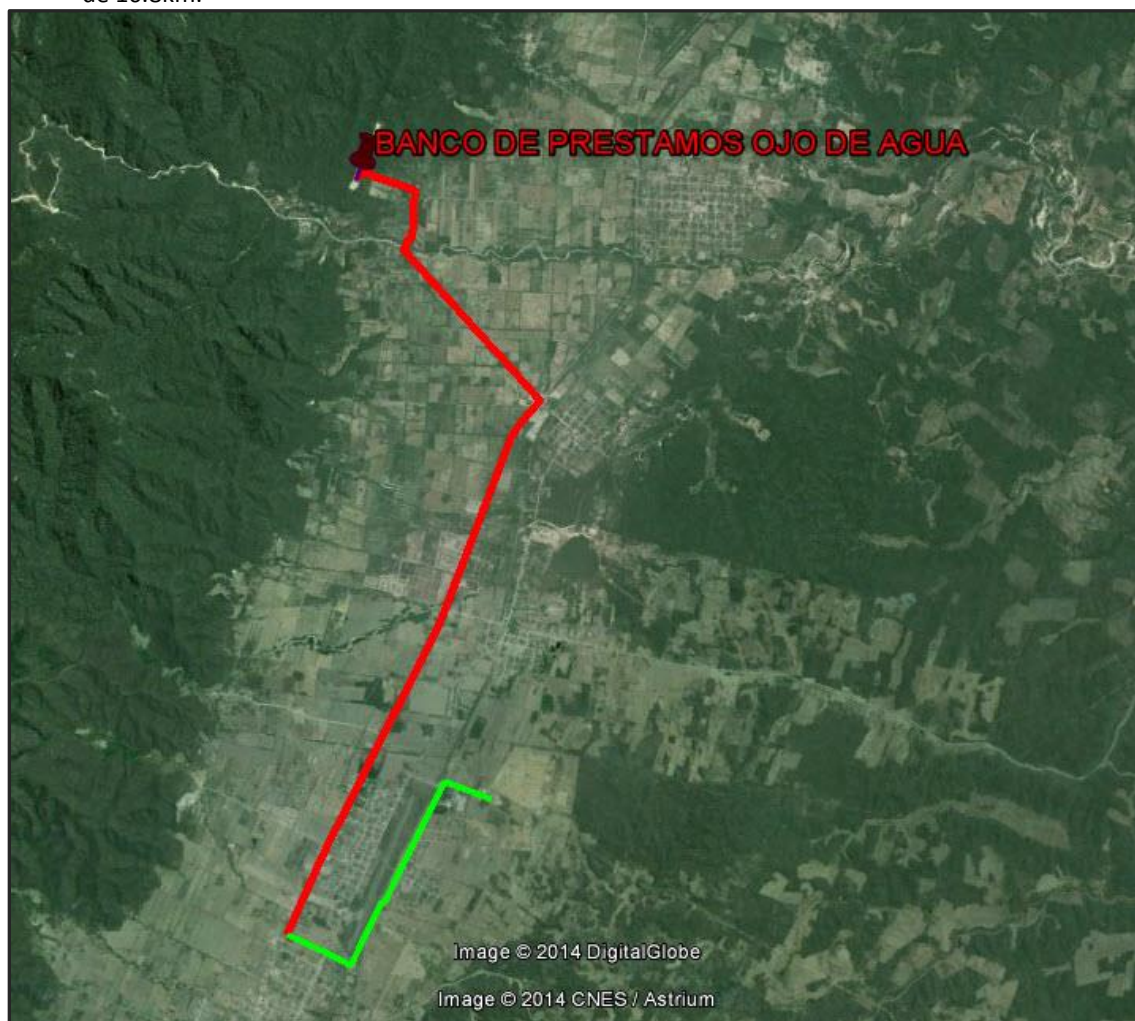


Imagen 3. Ubicación Banco de Préstamo Ojo de Agua.

Estos yacimientos pueden ser empleados para su uso como terraplén para la ubicación del paquete estructural y estar ubicado sobre un cambio de material en la parte inferior del mismo (suelo – cemento).

Realizados los ensayos de compactación AASHTO T-180, se obtuvo un valor de densidad máxima seca media igual a  $1.950\text{g/cm}^3$  para un porcentaje de humedad óptima media de 7.2%. Con estos valores se realizaron los ensayos CBR obteniendo un valor medio para el 100% de la densidad máxima igual a 38%.

El valor del desgaste de los ángeles par este material cuenta con un valor medio de 28,9% y mediante ensaye de durabilidad con sulfato de sodio realizado a 5 ciclos se observa una perdida media igual a 2.7% para agregados gruesos y 2.4% para agregados finos.

### 7.1.1. Banco de Préstamo Caraparí

Este Banco de préstamo se ubica en el camino que comunica con la localidad de Caraparí, de donde proviene el nombre de la Cantera.

El sector se caracteriza por contar con materiales de resistencia media a alta como se pudo observar con los ensayos realizados en el sector. Este se ubica entre las coordenadas 426817E – 7580580N a 426852E – 7580891N con una longitud aproximada hasta el sector de la Planta Separadora igual a 25.4km.

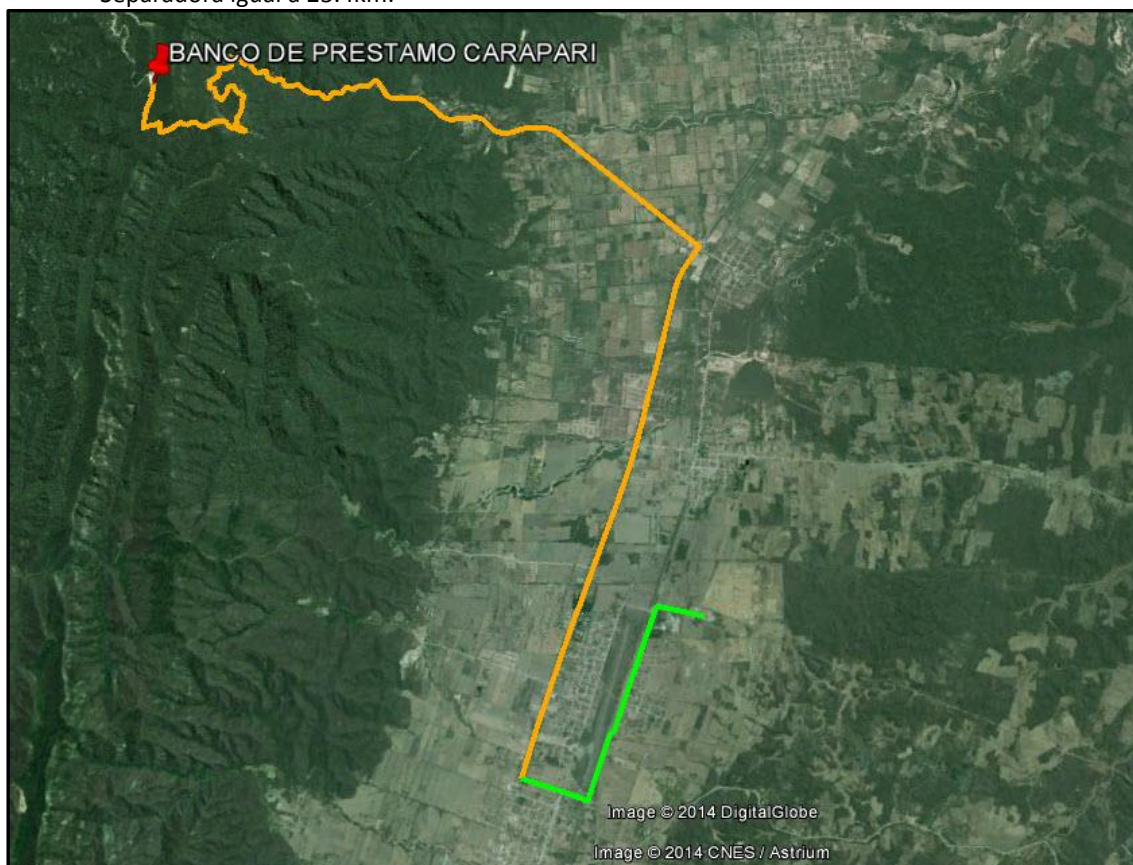


Imagen 4. Ubicación Banco de Préstamo Caraparí.



Realizados los ensayos de compactación AASHTO T-180, se obtuvo un valor de densidad máxima seca media igual a  $2,234 \text{ g/cm}^3$  para un porcentaje de humedad óptima media de 4.6%. Con estos valores se realizaron los ensayos CBR obteniendo un valor medio para el 95% de la densidad máxima igual a 77%.

El valor del desgaste de los ángeles par este material cuenta con un valor medio de 24.8% y mediante ensaye de durabilidad con sulfato de sodio realizado a 5 ciclos se observa una perdida media igual a 0.2% para agregado grueso y 1.9% para la fracción fina.

### 7.1.2. Banco de Préstamo Cantera Lozano

Esta cantera se encuentra ubicada en dirección hacia la Ciudad de Villamontes con una distancia media a partir de la Planta igual a 66.6km entre coordenadas 452428E – 7623250N a 452473E – 7623279N.

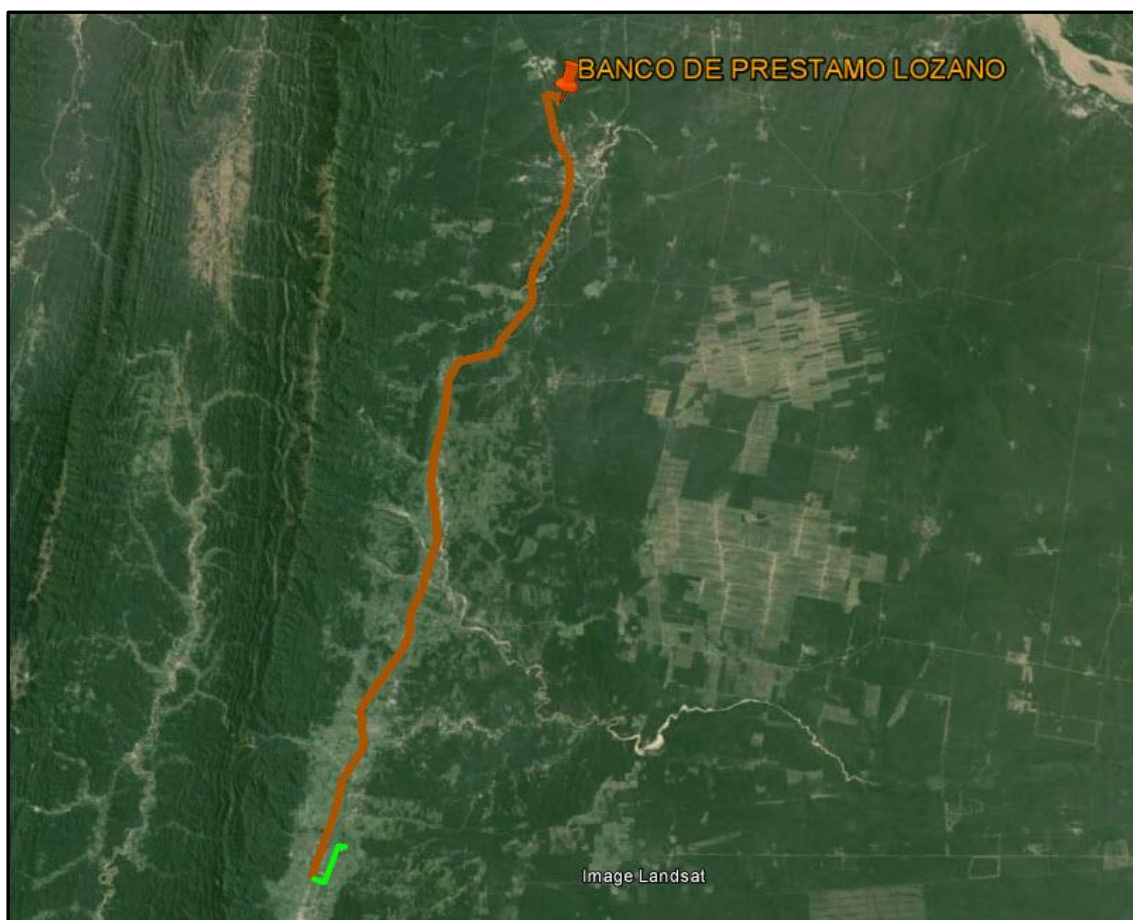


Imagen 5. Ubicación Banco de préstamo Lozano

El material producto del triturado no cuenta con plasticidad. Los ensayos de compactación muestran valores para la densidad seca máxima medios, igual a  $2,207 \text{ g/cm}^3$  para una humedad óptima de 6.1%, a partir de los cuales se desarrollaron ensayos CBR considerando un valor igual al 95% de la densidad máxima seca, obteniendo un valor igual a 60%.

Mediante ensayos de desgaste de los Ángeles se obtuvo un valor de 14.7% para un valor de pérdida igual a 3% realizando el ensayo de durabilidad con sulfato de sodio a cinco ciclos.

## **8. EXIGENCIAS DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN**

### **8.1. Exigencias Mínimas de Calidad para los Materiales de Capa Sub-Base**

Los materiales de la capa base pueden ser utilizados para el material de la sub-base. Las características que debe cumplir este material se describen a continuación:

Los valores del CBR de laboratorio no deben ser menores a 40% considerando el 97% de la densidad seca máxima del ensayo Proctor Modificado T-180D.

La gradación del material debe contar con las siguientes características:

Las partículas deben contar con una consistencia dura ya sean materiales naturales o de trituration.

El porcentaje del material que pasa el Tamiz Nº 200 no deberá ser mayor que 2/3 de la fracción que pasa el tamiz Nº 40.

Las características de gradación deben cumplir con los valores recomendados en las Normas AASHTO Gradación B T-11, T-27.

Los valores máximos del contenido de humedad correspondiente a los límites de consistencia deben cumplir con las siguientes características:

Los valores del límite líquido no deben superar el 25% del contenido de humedad.

Los valores del índice de plasticidad debe ser menor a 6%.

### **8.2. Exigencias Mínimas de Calidad para los Agregados del Pavimento.**

El valor del ensayo de Desgaste de los Ángeles no deberá exceder el 40%. La durabilidad con sulfato de sodio debido a la pérdida por inmersión no debe ser mayor a 12%.

Los agregados deben contar con características de laminaridad menores a 15%.

Las condiciones granulométricas deben estar acordes a los valores que se muestran en las Especificaciones Granulométricas para Mezclas de Concreto Asfáltico del Instituto del Asfalto de los Estados Unidos.

Las partículas para la conformación de agregados deben estar de acuerdo a las normas AASHTO M 43-54 para el agregado grueso.

Las partículas componentes del agregado fino para el hormigón deben cumplir con las exigencias de granulometría mostradas en la norma AASHTO M6-65 y un valor de equivalente arena mayor a 75%.

Las partículas deben contar con por lo menos 75% de caras fracturadas para las partículas retenidas en el Tamiz Nº 4.

Estos materiales pueden ser obtenidos mediante un proceso de trituración o con una correcta clasificación de material natural que lleguen a cumplir con las características mencionadas anteriormente.

### **8.3. Consideraciones para el material del Cuerpo del Terraplén.**

Tomando en cuenta que el camino existente deberá ser ampliado para cumplir con las características del diseño geométrico, la reutilización de los materiales obtenidos en la excavación para ser utilizados como materiales de relleno llega a abaratar los costos de construcción pero cumpliendo con las consideraciones requeridas.

Realizado el estudio de suelos se puede observar la predominancia de suelos granulares y la presencia de materiales granulares y materiales rocosos que pueden emplearse para conformar el material de subrasante. Para esto se requiere que el material cuente con un valor de CBR mayor a 10%.

En el caso de que los materiales cuenten con valores de CBR menores al indicado estos pueden conformar parte del cuerpo del terraplén obteniendo una capa de material de subrasante mejorada.



## 8.4. Ensayes de Laboratorio

### 8.4.1. Análisis de Clasificación SUCS - AASTHO

El análisis de clasificación fue realizado empleando los sistemas SUCS y AASTHO a partir de la granulometría de los materiales y los límites de Atterberg que estos presentan.

Estos análisis de laboratorio se muestran en el presente informe en los anexos correspondientes además de los resultados obtenidos con los ensayos de penetración y correlaciones empírico teóricas.

TABLA RESUMEN COMPLETA											
POZO	POZO (m)	HUMEDAD	L.L.	L.P.	I.P.	% QUE PASA EN PESO				CLASIFICACIÓN SUCS	CLASIFICACIÓN AASTHO
	PROFUNDIDAD	NATURAL %				Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 200		
1	1,50	5,08	NP	NP	NP	100,00	100,00	73,10	58,40	ML	A - 4 (5)
	3,00	5,81	NP	NP	NP	100,00	100,00	81,70	43,40	SM	A - 4 (2)
	4,50	7,04	NP	NP	NP	100,00	100,00	66,00	37,40	SM	A - 4 (1)
	6,00	8,59	NP	NP	NP	100,00	100,00	61,20	46,70	SM	A - 4 (2)
	8,00	9,73	NP	NP	NP	100,00	100,00	49,40	28,00	SM	A - 2 - 4 (0)
2	10,00	10,07	NP	NP	NP	100,00	100,00	62,50	39,60	SM	A - 4 (1)
	1,50	15,01	27,74	17,39	10,35	100,00	100,00	85,70	61,50	CL	A - 4 (0)
	3,00	17,24	24,54	15,34	9,20	100,00	100,00	83,10	55,70	CL	A - 4 (0)
	4,50	18,24	29,72	17,81	11,91	100,00	100,00	89,70	70,30	CL	A - 6 (8)
	6,00	19,71	31,46	18,72	12,74	100,00	100,00	90,70	80,60	CL	A - 6 (9)
3	8,00	20,13	33,68	18,62	15,06	100,00	100,00	87,80	71,00	CL	A - 6 (10)
	10,00	21,63	36,30	19,93	16,36	100,00	100,00	92,80	84,60	CL	A - 6 (11)
	1,50	6,58	NP	NP	NP	100,00	100,00	38,10	22,20	SM	A - 2 - 4 (0)
	3,00	7,64	NP	NP	NP	100,00	100,00	67,70	39,60	SM	A - 4 (1)
	4,50	8,93	NP	NP	NP	100,00	100,00	82,50	47,60	SM	A - 4 (2)
4	6,00	9,47	NP	NP	NP	100,00	100,00	28,10	16,00	SM	A - 2 - 4 (0)
	8,00	7,37	NP	NP	NP	100,00	100,00	60,00	36,50	SM	A - 4 (0)
	10,00	10,75	NP	NP	NP	100,00	100,00	77,10	39,60	SM	A - 4 (1)
	1,50	8,32	NP	NP	NP	100,00	100,00	79,20	55,40	ML	A - 4 (2)
	3,00	9,45	NP	NP	NP	100,00	100,00	74,10	67,60	ML	A - 4 (6)
5	4,50	11,82	NP	NP	NP	100,00	100,00	69,00	51,30	ML	A - 4 (3)
	6,00	12,45	NP	NP	NP	100,00	100,00	83,10	44,30	SM	A - 4 (2)
	8,00	13,04	NP	NP	NP	100,00	100,00	85,20	39,50	SM	A - 4 (1)
	10,00	13,56	NP	NP	NP	100,00	100,00	58,30	19,60	SM	A - 4 (0)
	1,50	8,13	NP	NP	NP	100,00	100,00	87,10	62,70	ML	A - 4 (5)
6	3,00	9,63	NP	NP	NP	100,00	100,00	89,50	76,70	ML	A - 4 (8)
	4,50	10,87	22,61	16,83	5,78	100,00	100,00	84,20	70,50	CL - ML	A - 4 (7)
	6,00	14,06	20,83	13,62	7,21	100,00	100,00	78,50	59,70	CL	A - 4 (5)
	8,00	16,79	26,94	17,29	9,65	100,00	100,00	88,40	59,50	CL	A - 4 (5)
	10,00	17,88	25,31	16,52	8,79	100,00	100,00	82,10	66,80	CL	A - 4 (6)
7	1,50	11,79	32,39	18,53	13,86	100,00	100,00	90,50	77,90	CL	A - 4 (9)
	3,00	12,89	34,43	19,05	15,38	100,00	100,00	93,80	86,10	CL	A - 6 (10)
	4,50	15,11	21,94	14,91	7,03	100,00	100,00	82,50	60,50	CL	A - 4 (5)
	6,00	10,42	NP	NP	NP	100,00	100,00	47,80	24,20	SM	A - 2 - 4 (0)
	8,00	16,40	NP	NP	NP	100,00	100,00	78,70	69,70	ML	A - 4 (7)
8	10,00	18,26	NP	NP	NP	100,00	100,00	72,40	57,80	ML	A - 4 (4)
	1,50	12,23	29,21	17,88	11,33	100,00	100,00	73,40	64,80	CL	A - 6 (6)
	3,00	14,16	35,22	18,55	16,37	100,00	100,00	87,40	79,90	CL	A - 6 (11)
	4,50	16,37	32,39	18,53	13,86	100,00	100,00	84,80	52,60	CL	A - 6 (4)
	6,00	19,12	38,77	20,33	18,44	100,00	100,00	91,60	85,70	CL	A - 6 (11)
9	8,00	21,62	36,73	19,42	17,31	100,00	100,00	95,70	88,30	CL	A - 6 (11)
	10,00	23,23	32,13	17,21	14,92	100,00	100,00	83,50	70,10	CL	A - 6 (9)
	1,50	17,57	33,14	18,90	14,24	100,00	100,00	82,60	71,40	CL	A - 6 (9)
	3,00	18,89	40,67	19,51	21,16	100,00	100,00	98,10	96,80	CL	A - 7 - 6 (14)
	4,50	21,53	42,56	20,47	22,09	100,00	100,00	98,80	97,60	CL	A - 7 - 6 (14)
10	6,00	23,81	41,25	21,30	19,95	100,00	100,00	95,80	90,30	CL	A - 7 - 6 (13)
	8,00	26,44	39,39	20,26	19,13	100,00	100,00	92,80	85,60	CL	A - 6 (12)
	10,00	28,12	35,03	18,12	16,91	100,00	100,00	88,40	79,90	CL	A - 6 (11)
	1,50	12,30	21,82	14,61	7,21	100,00	100,00	71,70	59,50	CL	A - 4 (5)
	3,00	16,02	25,09	16,62	8,47	100,00	100,00	81,50	66,90	CL	A - 4 (6)
11	4,50	18,76	37,79	19,53	18,26	100,00	100,00	93,60	80,30	CL	A - 6 (11)
	6,00	19,92	36,51	19,93	16,58	100,00	100,00	83,60	72,40	CL	A - 6 (10)
	8,00	22,19	32,40	17,30	15,10	100,00	100,00	68,00	58,70	CL	A - 6 (7)
	10,00	23,87	28,50	16,17	12,33	100,00	100,00	85,20	62,40	CL	A - 6 (6)
	1,50	7,29	NP	NP	NP	100,00	100,00	28,20	14,10	SM	A - 2 - 4 (0)
12	3,00	7,93	19,82	13,52	6,30	100,00	100,00	76,10	57,80	CL - ML	A - 4 (4)
	4,50	10,62	17,73	12,88	4,85	100,00	100,00	87,20	64,70	CL - ML	A - 4 (6)
	6,00	12,04	16,73	12,45	4,28	100,00	100,00	85,10	72,40	CL - ML	A - 4 (7)
	8,00	16,25	24,17	16,32	7,85	100,00	100,00	81,20	60,10	CL	A - 4 (5)
	10,00	18,43	27,80	16,91	10,89	100,00	100,00	89,10	78,60	CL	A - 6 (8)

Tabla 6. Resumen de Resultados Sistema de Clasificación SUCS, pozos 1 al 10.

TABLA RESUMEN COMPLETA											
POZO	POZO (m)	HUMEDAD NATURAL %	L.L.	L.P.	I.P.	% QUE PASA EN PESO				CLASIFICACIÓN SUCS	CLASIFICACIÓN AASTHO
	PROFUNDIDAD					Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 200		
11	1,50	4,55	NP	NP	NP	100,00	100,00	76,00	59,30	ML	A - 4 (5)
	3,00	5,74	NP	NP	NP	100,00	100,00	66,00	51,40	ML	A - 4 (3)
	4,50	8,34	22,66	15,70	6,96	100,00	100,00	78,20	61,50	CL - ML	A - 4 (5)
	6,00	13,22	23,95	15,81	8,13	100,00	100,00	89,50	60,60	CL	A - 4 (5)
	8,00	17,13	27,80	16,91	10,89	100,00	100,00	91,70	70,20	CL	A - 6 (7)
12	10,00	20,41	26,56	17,14	9,43	100,00	100,00	88,10	79,40	CL	A - 4 (8)
	1,50	8,84	NP	NP	NP	100,00	100,00	58,60	39,80	SM	A - 4 (1)
	3,00	10,11	NP	NP	NP	100,00	100,00	41,40	28,20	SM	A - 2 - 4 (0)
	4,50	10,92	NP	NP	NP	100,00	100,00	87,70	59,40	SM	A - 4 (5)
	6,00	12,00	NP	NP	NP	100,00	100,00	47,20	33,30	SM	A - 2 - 4 (0)
13	8,00	12,76	NP	NP	NP	100,00	100,00	55,40	16,10	SM	A - 2 - 4 (0)
	10,00	13,54	NP	NP	NP	100,00	100,00	50,30	18,90	SM	A - 2 - 4 (0)
	1,50	8,55	NP	NP	NP	100,00	100,00	36,90	28,00	SM	A - 2 - 4 (0)
	3,00	20,01	34,06	18,42	15,64	100,00	100,00	86,20	69,10	CL	A - 6 (9)
	4,50	24,02	38,15	19,90	18,25	100,00	100,00	83,20	72,70	CL	A - 6 (10)
14	6,00	26,69	42,63	20,47	22,16	100,00	100,00	93,80	86,50	CL	A - 7 - 6 (14)
	8,00	27,24	44,14	19,99	24,15	100,00	100,00	95,90	90,10	CL	A - 7 - 6 (15)
	10,00	27,92	46,80	20,73	26,07	100,00	100,00	98,90	97,10	CL	A - 7 - 6 (16)
	1,50	14,11	30,22	17,81	12,41	100,00	100,00	70,00	55,60	CL	A - 6 (5)
	3,00	16,90	39,05	20,33	18,72	100,00	100,00	89,70	82,60	CL	A - 6 (12)
15	4,50	19,38	30,27	16,72	13,55	100,00	100,00	70,30	62,40	CL	A - 6 (6)
	6,00	21,70	40,42	19,95	20,47	100,00	100,00	93,60	87,40	CL	A - 6 (13)
	8,00	23,81	40,67	21,40	19,27	100,00	100,00	89,80	83,50	CL	A - 6 (12)
	10,00	25,63	32,17	17,12	15,05	100,00	100,00	80,70	72,20	CL	A - 6 (9)
	1,50	16,35	22,83	14,13	8,70	100,00	100,00	69,10	57,50	CL	A - 4 (4)
16	3,00	17,90	29,20	18,03	11,17	100,00	100,00	86,90	65,20	CL	A - 6 (6)
	4,50	18,89	NP	NP	NP	100,00	100,00	70,50	54,40	ML	A - 4 (4)
	6,00	21,72	NP	NP	NP	100,00	100,00	53,70	21,10	SM	A - 2 - 4 (0)
	8,00	22,45	NP	NP	NP	100,00	100,00	47,80	36,50	SM	A - 4 (0)
	10,00	22,89	NP	NP	NP	100,00	100,00	24,00	9,50	SP - SM	A - 3 (0)
17	1,50	10,98	NP	NP	NP	100,00	100,00	41,60	23,60	SM	A - 2 - 4 (0)
	3,00	11,65	NP	NP	NP	100,00	100,00	87,60	39,90	SM	A - 4 (1)
	4,50	12,88	16,57	12,44	4,13	100,00	100,00	67,60	52,30	CL - ML	A - 4 (3)
	6,00	14,37	21,78	14,91	6,87	100,00	100,00	72,50	60,70	CL - ML	A - 4 (5)
	8,00	16,12	17,77	12,84	4,93	100,00	100,00	62,90	55,30	CL - ML	A - 4 (4)
18	10,00	17,86	18,89	13,16	5,73	100,00	100,00	36,00	24,20	CL - ML	A - 2 - 4 (0)
	1,50	5,87	NP	NP	NP	100,00	100,00	59,20	25,50	SM	A - 2 - 4 (0)
	3,00	9,58	NP	NP	NP	100,00	100,00	83,60	54,50	ML	A - 4 (2)
	4,50	11,30	NP	NP	NP	100,00	100,00	88,10	67,30	ML	A - 4 (6)
	6,00	13,09	NP	NP	NP	100,00	100,00	89,60	71,50	ML	A - 4 (7)
19	8,00	14,48	NP	NP	NP	100,00	100,00	90,50	61,70	ML	A - 4 (5)
	10,00	15,34	NP	NP	NP	100,00	100,00	84,50	57,40	ML	A - 4 (4)
	1,50	9,67	40,17	20,86	19,31	100,00	100,00	85,60	79,60	CL	A - 6 (13)
	3,00	15,15	40,62	19,59	21,03	100,00	100,00	92,70	88,60	CL	A - 6 (13)
	4,50	18,69	42,76	22,40	20,36	100,00	100,00	90,90	83,80	CL	A - 7 - 6 (13)
20	6,00	21,41	43,68	20,90	22,78	100,00	100,00	94,80	91,60	CL	A - 7 - 6 (14)
	8,00	25,31	45,50	21,73	23,77	100,00	100,00	96,40	92,20	CL	A - 7 - 6 (15)
	10,00	26,82	48,51	22,91	25,60	100,00	100,00	98,40	97,20	CL	A - 7 - 6 (16)
	1,50	6,33	NP	NP	NP	100,00	100,00	36,90	12,60	SM	A - 2 - 4 (0)
	3,00	13,22	28,27	16,00	12,27	100,00	100,00	85,80	77,10	CL	A - 6 (9)
20	4,50	19,49	36,14	19,43	16,71	100,00	100,00	90,80	84,40	CL	A - 6 (11)
	6,00	21,41	26,98	16,97	10,01	100,00	100,00	81,50	69,80	CL	A - 4 (7)
	8,00	22,85	38,33	20,14	18,19	100,00	100,00	94,40	87,70	CL	A - 6 (11)
	10,00	24,12	32,16	18,03	14,13	100,00	100,00	88,00	69,10	CL	A - 6 (9)
	1,50	12,87	26,53	17,22	9,31	100,00	100,00	83,70	58,00	CL	A - 4 (5)
20	3,00	8,57	NP	NP	NP	100,00	100,00	68,80	4,90	SP	A - 3 (0)
	4,50	9,22	NP	NP	NP	100,00	100,00	51,30	10,10	SP - SM	A - 3 (0)
	6,00	9,57	NP	NP	NP	100,00	100,00	34,80	16,80	SM	A - 2 - 4 (0)
	8,00	9,97	NP	NP	NP	100,00	100,00	77,50	29,20	SM	A - 2 - 4 (0)
	10,00	10,49	NP	NP	NP	100,00	100,00	57,70	36,20	SM	A - 4 (0)

Tabla 7. Resumen de Resultados Sistema de Clasificación SUCS, pozos 11 al 20.

Como se observa en la tabla resumen de resultados los suelos presentes en el terreno corresponden a materiales finos de forma predominante; en los primeros metros de exploración se presentan arenas finas para pasar en el sector bajo a suelos limo arcillosos de mediana plasticidad.

Los niveles freáticos en terreno se encuentran a partir de 0.8m hasta más de 5m siendo el periodo de estiaje el presente para la exploración de suelos pudiendo estos niveles ascender en época de lluvias por el efecto de capilaridad en los suelos, ya que debido al tamaño de sus partículas el nivel puede subir hasta 3m (método de Hazen).

## **8.5. Ensayos SPT**

Estos se realizan para cada muestra extraída en terreno; para esto se utilizó el aparato de penetración estándar tomando los índices de penetración para 15cm, 30cm y 45cm.

Estos resultados se observan en la tabla de ensayos de campo con las magnitudes corregidas para la obtención de índices N<sub>70</sub>, N<sub>60</sub> y N<sub>55</sub> requeridos para el cálculo con la obtención de los valores energéticos corregidos.

## **8.6. ANÁLISIS DE RESULTADOS**

### **8.6.1. Capacidad de Soporte Admisible (1")**

Los resultados de la capacidad de soporte se obtienen a partir de los índices de penetración en el terreno, considerando los casos desfavorables de estos análisis. En la tabla a continuación se presenta un cálculo con los resultados del ensayo SPT. Para los análisis de capacidad de soporte admisible se consideran resultados análogos a un valor de factor de seguridad de 3, considerando la saturación de los suelos de acuerdo a lo encontrado en terreno.

POZO	PROFUNDIDAD [m]	Clasificación SUCS	CAPACIDAD DE SOPORTE ADMISIBLE [kg/cm <sup>2</sup> ]		POZO	PROFUNDIDAD [m]	Clasificación SUCS	CAPACIDAD DE SOPORTE ADMISIBLE [kg/cm <sup>2</sup> ]	
			Suelo Seco	Suelo Saturado				Suelo Seco	Suelo Saturado
1	1,5	ML	0,25	0,13	6	1,5	CL	0,75	0,38
	3,0	SM	0,90	0,45		3,0	CL	1,02	0,51
	4,5	SM	0,90	0,45		4,5	CL	1,50	0,75
	6,0	SM	1,16	0,58		6,0	SM	1,47	0,74
	8,0	SM	1,32	0,66		8,0	ML	1,30	0,65
	10,0	SM	1,61	0,81		10,0	ML	1,45	0,73
2	1,5	CL	0,55	0,28	7	1,5	CL	0,25	0,13
	3,0	CL	0,80	0,40		3,0	CL	0,90	0,45
	4,5	CL	0,80	0,40		4,5	CL	1,38	0,69
	6,0	CL	1,38	0,69		6,0	CL	1,71	0,86
	8,0	CL	1,38	0,69		8,0	CL	1,02	0,51
	10,0	CL	1,85	0,93		10,0	CL	1,26	0,63
3	1,5	SM	1,08	0,54	8	1,5	CL	0,37	0,19
	3,0	SM	1,00	0,50		3,0	CL	0,55	0,28
	4,5	SM	1,24	0,62		4,5	CL	0,75	0,38
	6,0	SM	1,47	0,74		6,0	CL	0,80	0,40
	8,0	SM	1,75	0,88		8,0	CL	1,14	0,57
	10,0	SM	1,90	0,95		10,0	CL	1,50	0,75
4	1,5	ML	0,25	0,13	9	1,5	CL	0,37	0,19
	3,0	ML	0,40	0,20		3,0	CL	0,75	0,38
	4,5	ML	0,50	0,25		4,5	CL	0,90	0,45
	6,0	SM	1,16	0,58		6,0	CL	0,75	0,38
	8,0	SM	1,24	0,62		8,0	CL	1,57	0,79
	10,0	SM	1,47	0,74		10,0	CL	1,71	0,86
5	1,5	ML	0,25	0,13	10	1,5	SM	0,70	0,35
	3,0	ML	0,40	0,20		3,0	CL - ML	1,14	0,57
	4,5	CL - ML	0,63	0,32		4,5	CL - ML	0,93	0,47
	6,0	CL	1,02	0,51		6,0	CL - ML	1,41	0,71
	8,0	CL	0,90	0,45		8,0	CL	1,50	0,75
	10,0	CL	1,26	0,63		10,0	CL	1,57	0,79

Tabla 8. Resumen de resultados Capacidad de Soporte Admisible pozos 1 al 10.

POZO	PROFUNDIDAD [m]	Clasificación SUCS	CAPACIDAD DE SOPORTE ADMISIBLE [kg/cm <sup>2</sup> ]		POZO	PROFUNDIDAD [m]	Clasificación SUCS	CAPACIDAD DE SOPORTE ADMISIBLE [kg/cm <sup>2</sup> ]	
			Suelo Seco	Suelo Saturado				Suelo Seco	Suelo Saturado
11	1,5	ML	0,40	0,20	16	1,5	SM	0,60	0,30
	3,0	ML	0,60	0,30		3,0	SM	0,80	0,40
	4,5	CL - ML	0,70	0,35		4,5	CL - ML	1,14	0,57
	6,0	CL	1,26	0,63		6,0	CL - ML	1,41	0,71
	8,0	CL	1,50	0,75		8,0	CL - ML	1,41	0,71
	10,0	CL	1,57	0,79		10,0	CL - ML	1,65	0,83
12	1,5	SM	1,00	0,50	17	1,5	SM	0,60	0,30
	3,0	SM	1,08	0,54		3,0	ML	0,84	0,42
	4,5	SM	1,24	0,62		4,5	ML	0,84	0,42
	6,0	SM	1,24	0,62		6,0	ML	1,20	0,60
	8,0	SM	1,40	0,70		8,0	ML	1,25	0,63
	10,0	SM	1,75	0,88		10,0	ML	1,45	0,73
13	1,5	SM	0,40	0,20	18	1,5	CL	0,75	0,38
	3,0	CL	1,02	0,51		3,0	CL	0,80	0,40
	4,5	CL	1,50	0,75		4,5	CL	1,02	0,51
	6,0	CL	1,57	0,79		6,0	CL	1,02	0,51
	8,0	CL	1,71	0,86		8,0	CL	1,26	0,63
	10,0	CL	1,92	0,96		10,0	CL	1,02	0,51
14	1,5	CL	0,37	0,19	19	1,5	SM	0,90	0,45
	3,0	CL	0,75	0,38		3,0	CL	0,90	0,45
	4,5	CL	1,26	0,63		4,5	CL	1,02	0,51
	6,0	CL	1,02	0,51		6,0	CL	1,50	0,75
	8,0	CL	1,50	0,75		8,0	CL	1,71	0,86
	10,0	CL	1,71	0,86		10,0	CL	1,85	0,93
15	1,5	CL	0,37	0,19	20	1,5	CL	0,55	0,28
	3,0	CL	0,55	0,28		3,0	SP	1,10	0,55
	4,5	ML	0,75	0,38		4,5	SP - SM	1,48	0,74
	6,0	SM	1,08	0,54		6,0	SM	1,75	0,88
	8,0	SM	1,24	0,62		8,0	SM	2,05	1,03
	10,0	SP - SM	1,93	0,97		10,0	SM	2,54	1,27

Tabla 9. Resumen de resultados Capacidad de Soporte Admisible Pozos 11 al 20.

Como se puede ver en la tabla anterior, los valores de la capacidad de soporte admisible presentan magnitudes regulares a bajas, que para la mayoría de los casos, para muestras de hasta 6m de profundidad se presentan valores por debajo de 1kg/cm<sup>2</sup>.

## 8.7. Valores de Cohesión y Ángulo de Fricción Interna

Tanto los valores de cohesión como del ángulo de fricción interna fueron obtenidos a partir del índice de penetración para una corrección de energía igual a N<sub>60</sub> en función de las características granulométricas y de límites de consistencia de los suelos.



POZO	PROFUNDIDAD [m]	Clasificación SUCS	ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA $\phi$ (°)	COHESIÓN [kg/cm <sup>2</sup> ]	POZO	PROFUNDIDAD [m]	Clasificación SUCS	ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA $\phi$ (°)	COHESIÓN [kg/cm <sup>2</sup> ]
1	1,5	ML	21,6	0,00	6	1,5	CL	19,1	0,04
	3,0	SM	26,7	0,00		3,0	CL	19,7	0,08
	4,5	SM	26,7	0,00		4,5	CL	20,4	0,10
	6,0	SM	27,5	0,00		6,0	SM	28,5	0,00
	8,0	SM	28,0	0,00		8,0	ML	24,0	0,00
	10,0	SM	29,0	0,00		10,0	ML	24,6	0,00
2	1,5	CL	18,9	0,04	7	1,5	CL	18,5	0,04
	3,0	CL	19,3	0,07		3,0	CL	19,5	0,09
	4,5	CL	19,3	0,12		4,5	CL	20,3	0,12
	6,0	CL	20,3	0,16		6,0	CL	21,0	0,18
	8,0	CL	20,3	0,22		8,0	CL	19,7	0,23
	10,0	CL	21,3	0,28		10,0	CL	20,1	0,27
3	1,5	SM	27,3	0,00	8	1,5	CL	18,7	0,04
	3,0	SM	27,0	0,00		3,0	CL	18,9	0,09
	4,5	SM	27,8	0,00		4,5	CL	19,1	0,14
	6,0	SM	28,5	0,00		6,0	CL	19,3	0,18
	8,0	SM	29,5	0,00		8,0	CL	19,9	0,24
	10,0	SM	30,1	0,00		10,0	CL	20,4	0,29
4	1,5	ML	21,6	0,00	9	1,5	CL	18,7	0,03
	3,0	ML	21,8	0,00		3,0	CL	19,1	0,07
	4,5	ML	22,0	0,00		4,5	CL	19,5	0,13
	6,0	SM	27,5	0,00		6,0	CL	19,1	0,17
	8,0	SM	27,8	0,00		8,0	CL	20,6	0,22
	10,0	SM	28,5	0,00		10,0	CL	21,0	0,26
5	1,5	ML	21,6	0,00	10	1,5	SM	26,2	0,00
	3,0	ML	21,8	0,00		3,0	CL - ML	21,6	0,06
	4,5	CL - ML	20,6	0,10		4,5	CL - ML	21,2	0,09
	6,0	CL	19,7	0,14		6,0	CL - ML	22,2	0,12
	8,0	CL	19,5	0,19		8,0	CL	20,4	0,18
	10,0	CL	20,1	0,24		10,0	CL	20,6	0,25

Tabla 10. Resumen de resultados Parámetros de Resistencia pozos 1 al 10.

POZO	PROFUNDIDAD [m]	Clasificación SUCS	ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA $\phi$ (°)	COHESIÓN [kg/cm <sup>2</sup> ]	POZO	PROFUNDIDAD [m]	Clasificación SUCS	ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA $\phi$ (°)	COHESIÓN [kg/cm <sup>2</sup> ]
11	1,5	ML	21,8	0,00	16	1,5	SM	25,9	0,00
	3,0	ML	22,3	0,00		3,0	SM	26,4	0,00
	4,5	CL - ML	20,8	0,10		4,5	CL - ML	21,6	0,09
	6,0	CL	20,1	0,14		6,0	CL - ML	22,2	0,13
	8,0	CL	20,4	0,20		8,0	CL - ML	22,2	0,17
	10,0	CL	20,6	0,24		10,0	CL - ML	22,9	0,21
12	1,5	SM	27,0	0,00	17	1,5	SM	25,9	0,00
	3,0	SM	27,3	0,00		3,0	ML	22,7	0,00
	4,5	SM	27,8	0,00		4,5	ML	22,7	0,00
	6,0	SM	27,8	0,00		6,0	ML	23,6	0,00
	8,0	SM	28,3	0,00		8,0	ML	23,8	0,00
	10,0	SM	29,5	0,00		10,0	ML	24,6	0,00
13	1,5	SM	25,6	0,00	18	1,5	CL	19,1	0,05
	3,0	CL	19,7	0,08		3,0	CL	19,3	0,09
	4,5	CL	20,4	0,13		4,5	CL	19,7	0,14
	6,0	CL	20,6	0,19		6,0	CL	19,7	0,19
	8,0	CL	21,0	0,27		8,0	CL	20,1	0,26
	10,0	CL	21,5	0,34		10,0	CL	19,7	0,34
14	1,5	CL	18,7	0,04	19	1,5	SM	26,7	0,00
	3,0	CL	19,1	0,09		3,0	CL	19,5	0,08
	4,5	CL	20,1	0,12		4,5	CL	19,7	0,13
	6,0	CL	19,7	0,19		6,0	CL	20,4	0,15
	8,0	CL	20,4	0,24		8,0	CL	21,0	0,24
	10,0	CL	21,0	0,28		10,0	CL	21,3	0,27
15	1,5	CL	18,7	0,04	20	1,5	CL	18,9	0,04
	3,0	CL	18,9	0,08		3,0	SP	26,2	0,00
	4,5	ML	22,5	0,00		4,5	SP - SM	27,5	0,00
	6,0	SM	27,3	0,00		6,0	SM	29,5	0,00
	8,0	SM	27,8	0,00		8,0	SM	30,8	0,00
	10,0	SP - SM	29,0	0,00		10,0	SM	32,6	0,00

Tabla 11. Resumen de resultados Parámetros de Resistencia pozos 11 al 20.

Los valores que se presentan en las anteriores tablas pertenecen a los valores de los parámetros de resistencia de cada pozo a las distintas profundidades que se muestran.

## 8.8. MÓDULO DE DEFORMACIÓN

Los valores del módulo de deformación de las muestras se obtienen de los índices de penetración corregidos para una energía igual a  $N_{55}$  para cada tipo de material con especial énfasis en la plasticidad de los materiales que brindan magnitudes más elevadas que en el caso de contar con materiales puramente granulares que no permiten una deformación alta sin existir la falla de los mismos.

A continuación se muestra una tabla que resume los resultados del módulo de deformación para cada muestra ensayada y profundidad alcanzada.

POZO	PROFUNDIDAD [m]	Clasificación SUCS	MÓDULO DE DEFORMACIÓN (kPa)	POZO	PROFUNDIDAD [m]	Clasificación SUCS	MÓDULO DE DEFORMACIÓN (kPa)
1	1,5	ML	3.825	6	1,5	CL	4.597
	3,0	SM	7.800		3,0	CL	9.514
	4,5	SM	7.800		4,5	CL	11.629
	6,0	SM	9.000		6,0	SM	10.500
	8,0	SM	9.600		8,0	ML	6.975
	10,0	SM	11.100		10,0	ML	7.875
2	1,5	CL	4.226	7	1,5	CL	4.330
	3,0	CL	8.210		3,0	CL	9.722
	4,5	CL	13.173		4,5	CL	13.790
	6,0	CL	17.914		6,0	CL	20.318
	8,0	CL	25.190		8,0	CL	26.455
	10,0	CL	32.401		10,0	CL	31.389
3	1,5	SM	8.700	8	1,5	CL	4.637
	3,0	SM	8.100		3,0	CL	10.733
	4,5	SM	9.300		4,5	CL	16.393
	6,0	SM	10.500		6,0	CL	20.955
	8,0	SM	12.000		8,0	CL	27.479
	10,0	SM	13.200		10,0	CL	32.788
4	1,5	ML	3.825	9	1,5	CL	3.895
	3,0	ML	4.050		3,0	CL	8.056
	4,5	ML	4.500		4,5	CL	15.182
	6,0	SM	9.000		6,0	CL	19.533
	8,0	SM	9.300		8,0	CL	25.212
	10,0	SM	10.500		10,0	CL	29.568
5	1,5	ML	3.825	10	1,5	SM	6.900
	3,0	ML	4.050		3,0	CL - ML	6.624
	4,5	CL - ML	7.719		4,5	CL - ML	8.026
	6,0	CL	15.581		6,0	CL - ML	10.359
	8,0	CL	22.147		8,0	CL	21.135
	10,0	CL	27.079		10,0	CL	28.556

Tabla 12. Resumen de resultados Parámetros de Deformabilidad pozos 1 al 10.

Los valores presentan magnitudes regulares a bajas en función del contenido de los minerales arcillosos.

POZO	PROFUNDIDAD [m]	Clasificación SUCS	MÓDULO DE DEFORMACIÓN (kPa)	POZO	PROFUNDIDAD [m]	Clasificación SUCS	MÓDULO DE DEFORMACIÓN (kPa)
11	1,5	ML	4.050	16	1,5	SM	6.600
	3,0	ML	4.725		3,0	SM	7.500
	4,5	CL - ML	8.013		4,5	CL - ML	8.140
	6,0	CL	15.969		6,0	CL - ML	10.891
	8,0	CL	22.845		8,0	CL - ML	12.865
	10,0	CL	27.529		10,0	CL - ML	16.074
12	1,5	SM	8.100	17	1,5	SM	6.600
	3,0	SM	8.700		3,0	ML	5.400
	4,5	SM	9.300		4,5	ML	5.400
	6,0	SM	9.300		6,0	ML	6.525
	8,0	SM	10.200		8,0	ML	6.750
	10,0	SM	12.000		10,0	ML	7.875
13	1,5	SM	6.300	18	1,5	CL	5.171
	3,0	CL	9.568		3,0	CL	10.705
	4,5	CL	15.178		4,5	CL	15.846
	6,0	CL	21.887		6,0	CL	22.149
	8,0	CL	30.302		8,0	CL	30.088
	10,0	CL	39.227		10,0	CL	38.897
14	1,5	CL	4.444	19	1,5	SM	7.800
	3,0	CL	10.218		3,0	CL	8.858
	4,5	CL	13.692		4,5	CL	14.691
	6,0	CL	21.174		6,0	CL	16.762
	8,0	CL	27.557		8,0	CL	26.950
	10,0	CL	31.480		10,0	CL	30.833
15	1,5	CL	4.052	20	1,5	CL	4.117
	3,0	CL	8.626		3,0	SP	8.970
	4,5	ML	4.950		4,5	SP - SM	9.000
	6,0	SM	8.700		6,0	SM	12.000
	8,0	SM	9.300		8,0	SM	14.400
	10,0	SP - SM	11.100		10,0	SM	18.000

Tabla 13. Resumen de resultados Parámetros de Deformabilidad pozos 11 al 20.

En el caso de los resultados encontrados en el terreno se presentan magnitudes regulares a bajas en los materiales con matriz limosa, contando con mayores magnitudes para materiales con contenido de arcillas debido a que la cohesión de estos permite contar con mayores deformaciones elásticas que en el caso de los suelos puramente friccionantes.

La tendencia de los valores de módulo de deformación es a incrementarse en profundidad. Estas magnitudes permiten estimar de forma más aproximada a la realidad comportamientos deformacionales en función de las cargas a las que puedan ser sometidos los materiales en el terreno.

Los valores del módulo de deformación, de forma similar a los valores de capacidad de soporte, tienden a disminuir debido a la pérdida de confinamiento y saturación de los suelos siendo dependientes de la profundidad a la que se encuentran debido a la disposición de los esfuerzos principales mayores y menores y el ángulo de fricción interna para los valores del coeficiente de empuje geostático.

# **ANEXO: D.2**

ESTUDIO DE SUELOS PROPIOS

## ENSAYE DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS

**PROYECTO:** ESTUDIO DE SUELOS PROYECTO RE-DISEÑO DEL PAVIMENTO RIGIDO, MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE LA BASE CON SUELO CEMENTO, PARA EL "ACCESO VIAL DE LA PLANTA SEPARADORA DE LIQUIDOS GRAN CHACO-YACUIBA"

**UBICACION:** GRAN CHACO-YACUIBA **FECHA:** MARZO-2016

**CLIENTE:** SOLARES RIVERO RENE ALVARO **REFERENCIA:** MUESTRA 1

**LABORATORISTA:** TEC. DANIEL DE LA BARRA **PROFUNDIDAD:** 1.5 m

DATOS DE LA MUESTRA TOTAL		
PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA		gr
PESO RETENIDO TAMIZ N° 10		gr
PESO PASA TAMIZ N° 10 HUMEDO		gr
PESO PASA TAMIZ N° 10 SECO		gr
PESO TOTAL MUESTRA SECA		gr

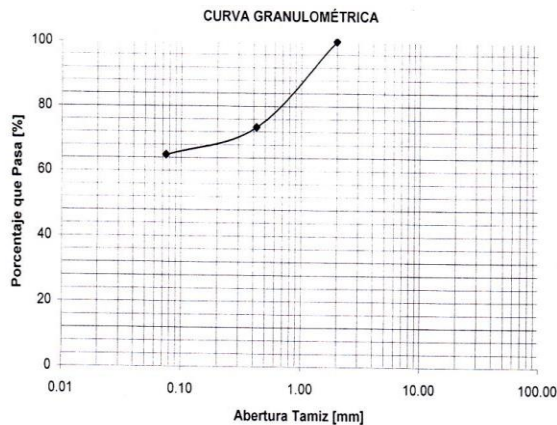
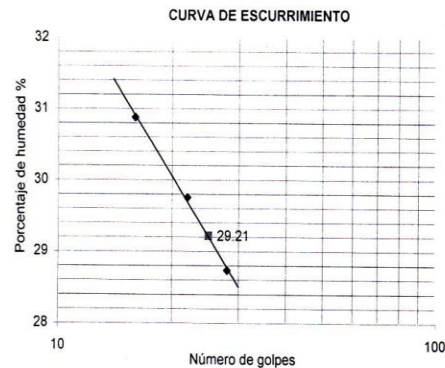
DATOS DEL AGREGADO FINO		
PASA N° 10 HUMEDO	100.0	gr
PASA N° 10 SECO	99.2	gr

DETERMINACION DE HUMEDADES		
	NATURAL	HIGROS.
TARA N°	73	74
PESO TARA + MUESTRA HUMEDA	285.50	150.30
PESO TARA + MUESTRA SECA	259.10	149.50
PESO DEL AGUA	26.40	0.80
PESO DE LA TARA	43.20	50.30
PESO MUESTRA SECA	215.90	99.20
CONTENIDO DE AGUA %	12.23	0.81

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO			
TARA N°	121	122	123
NUMERO DE GOLPES	16	22	28
PESO TARA + MUESTRA HUMEDA	40.77	44.47	41.55
PESO TARA + MUESTRA SECA	34.24	37.25	35.12
PESO DEL AGUA	6.53	7.22	6.43
PESO DE LA TARA	13.09	12.98	12.74
PESO MUESTRA SECA	21.15	24.27	22.38
CONTENIDO DE AGUA %	30.87	29.75	28.73
LIMITE LIQUIDO	29.19	29.27	29.17

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO		
TARA N°	124	125
PESO TARA + MUESTRA HUMEDA	29.23	29.43
PESO TARA + MUESTRA SECA	26.77	26.91
PESO DEL AGUA	2.46	2.52
PESO DE LA TARA	13.01	12.82
PESO MUESTRA SECA	13.76	14.09
CONTENIDO DE AGUA %	17.88	17.89

ENSAYE DE GRANULOMETRIA POR TAMIZADO				
TAMIZ N°	ABERTURA EN (mm)	RETENIDO ACUMULADO		% QUE PASA DEL TOTAL
		gr	%	
3"	76.20			
2 1/2"	63.50			
2"	50.80			
1 1/2"	38.10			
1"	25.40			
3/4"	19.00			
3/8"	9.50			
No 4	4.75			
No 10	2.00			100.0
No 40	0.43	26.4	26.6	73.4
No 200	0.08	34.9	35.2	64.8



RESUMEN	
PORCENTAJE DE GRAVAS	0.0
PORCENTAJE DE ARENAS	35.2
PORCENTAJE DE FINOS	64.8
HUMEDAD NATURAL	12.23
LIMITE LIQUIDO	29.21
LIMITE PLASTICO	17.88
INDICE DE PLASTICIDAD	11.33

CLASIFICACIÓN UNIFICADA - AASHO		
POZO	SUELO	FINO
1	CL	A - 6 (6)
PROF. 1.50 Mts	ARCILLA ARENOSA	

*Daniel F. De La Barra Leayza*  
**Daniel F. De La Barra Leayza**  
 Registro H. A. M. Lab. 007  
 Técnico en Suelos y Hormigones



## ENSAJE DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS

**PROYECTO:** ESTUDIO DE SUELOS PROYECTO RE-DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO, MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE LA BASE CON SUELO CEMENTO, PARA EL "ACCESO VIAL DE LA PLANTA SEPARADORA DE LÍQUIDOS GRAN CHACO-YACUIBA"

**UBICACION:** GRAN CHACO-YACUIBA

**CLIENTE:** SOLARES RIVERO RENE ALVARO

**LABORATORISTA:** TEC. DANIEL DE LA BARRA

**FECHA:** MARZO-2016

**REFERENCIA:** MUESTRA 2

**PROFUNDIDAD:** 1.5 m

DATOS DE LA MUESTRA TOTAL		
PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA		gr
PESO RETENIDO TAMIZ N° 10		gr
PESO PASA TAMIZ N° 10 HUMEDO		gr
PESO PASA TAMIZ N° 10 SECO		gr
PESO TOTAL MUESTRA SECA		gr

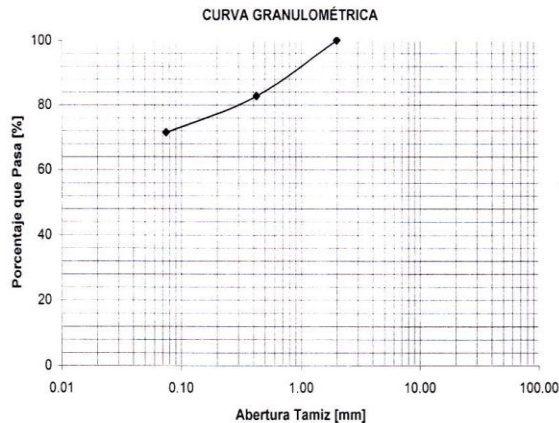
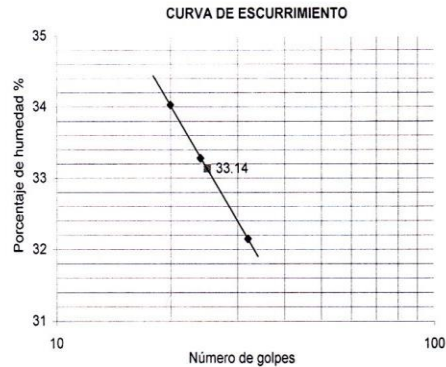
DATOS DEL AGREGADO FINO		
PASA N° 10 HUMEDO	100.0	gr
PASA N° 10 SECO	99.1	gr

DETERMINACION DE HUMEDADES		
	NATURAL	HIGROS.
TARA N°	85	86
PESO TARA + MUESTRA HUMEDA	471.60	165.90
PESO TARA + MUESTRA SECA	411.60	165.00
PESO DEL AGUA	60.00	0.90
PESO DE LA TARA	70.10	65.90
PESO MUESTRA SECA	341.50	99.10
CONTENIDO DE AGUA %	17.57	0.91

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO			
TARA N°	61	62	63
NUMERO DE GOLPES	20	24	32
PESO TARA + MUESTRA HUMEDA	41.97	43.67	45.67
PESO TARA + MUESTRA SECA	36.53	37.84	39.64
PESO DEL AGUA	5.44	5.83	6.03
PESO DE LA TARA	20.54	20.32	20.88
PESO MUESTRA SECA	15.99	17.52	18.76
CONTENIDO DE AGUA %	34.02	33.28	32.14
LIMITE LIQUIDO	33.07	33.11	33.22

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO		
TARA N°	64	65
PESO TARA + MUESTRA HUMEDA	35.80	37.19
PESO TARA + MUESTRA SECA	33.41	34.60
PESO DEL AGUA	2.39	2.59
PESO DE LA TARA	20.74	20.92
PESO MUESTRA SECA	12.67	13.68
CONTENIDO DE AGUA %	18.86	18.93

ENSAJE DE GRANULOMETRIA POR TAMIZADO				
TAMIZ N°	ABERTURA EN (mm)	RETENIDO ACUMULADO gr	%	% QUE PASA DEL TOTAL
3"	76.20			
2 1/2"	63.50			
2"	50.80			
1 1/2"	38.10			
1"	25.40			
3/4"	19.00			
3/8"	9.50			
No 4	4.75			
No 10	2.00			100.0
No 40	0.43	17.2	17.4	82.6
No 200	0.08	28.3	28.6	71.4



RESUMEN	
PORCENTAJE DE GRAVAS	0.0
PORCENTAJE DE ARENAS	28.6
PORCENTAJE DE FINOS	71.4
HUMEDAD NATURAL	17.57
LIMITE LIQUIDO	33.14
LIMITE PLASTICO	18.90
INDICE DE PLASTICIDAD	14.24

CLASIFICACIÓN UNIFICADA - AASHO		
POZO	SUELO	FINO
2	CL	A - 6 (9)
PROF. 1.50 Ms	ARCILLA ARENOSA	

**Daniel F. De La Barra Loayza**  
 Registro H. A. M. Lab. 001  
 Técnico en Suelos y Hormigones

# ENSAJE DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS

**PROYECTO:** ESTUDIO DE SUELOS PROYECTO RE-DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO, MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE LA BASE CON SUELO CEMENTO, PARA EL "ACCESO VIAL DE LA PLANTA SEPARADORA DE LIQUIDOS GRAN CHACO-YACUIBA"

**UBICACION:** GRAN CHACO-YACUIBA

**CLIENTE:** SOLARES RIVERO RENE ALVARO

**LABORATORISTA:** TEC. DANIEL DE LA BARRA

**FECHA:** MARZO-2016

**REFERENCIA:** MUESTRA 3

**PROFUNDIDAD:** 1.5 m

DATOS DE LA MUESTRA TOTAL		
PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA		gr
PESO RETENIDO TAMIZ Nº 10		gr
PESO PASA TAMIZ Nº 10 HUMEDO		gr
PESO PASA TAMIZ Nº 10 SECO		gr
PESO TOTAL MUESTRA SECA		gr

DATOS DEL AGREGADO FINO		
PASA Nº 10 HUMEDO	100.0	gr
PASA Nº 10 SECO	99.3	gr

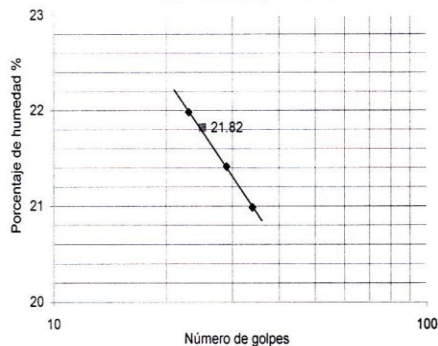
DETERMINACION DE HUMEDADES		
	NATURAL	HIGROS.
TARA Nº	97	98
PESO TARA + MUESTRA HUMEDA	500.40	152.40
PESO TARA + MUESTRA SECA	451.20	151.70
PESO DEL AGUA	49.20	0.70
PESO DE LA TARA	51.30	52.40
PESO MUESTRA SECA	399.90	99.30
CONTENIDO DE AGUA %	12.30	0.70

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO			
TARA N°	101	102	103
NUMERO DE GOLPES	23	29	34
PESO TARA + MUESTRA HUMEDA	42.43	40.32	39.54
PESO TARA + MUESTRA SECA	37.28	35.49	35.01
PESO DEL AGUA	5.15	4.83	4.53
PESO DE LA TARA	13.85	12.93	13.42
PESO MUESTRA SECA	23.43	22.56	21.59
CONTENIDO DE AGUA %	21.98	21.41	20.98
LIMITE LIQUIDO	21.75	21.84	21.87

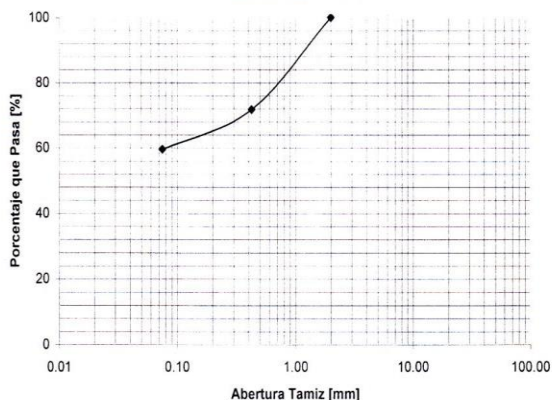
DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO		
TARA Nº	104	105
PESO TARA + MUESTRA HUMEDA	30.70	29.54
PESO TARA + MUESTRA SECA	28.47	27.38
PESO DEL AGUA	2.23	2.16
PESO DE LA TARA	13.24	12.56
PESO MUESTRA SECA	15.23	14.82
CONTENIDO DE AGUA %	14.64	14.57

ENSAJE DE GRANULOMETRIA POR TAMIZADO				
TAMIZ Nº	ABERTURA EN (mm)	RETENIDO ACUMULADO		% QUE PASA DEL TOTAL
3"	76.20	gr	%	
2 1/2"	63.50			
2"	50.80			
1 1/2"	38.10			
1"	25.40			
3/4"	19.00			
3/8"	9.50			
No 4	4.75			
No 10	2.00			100.0
No 40	0.43	28.1	28.3	71.7
No 200	0.08	40.2	40.5	59.5

CURVA DE ESCURRIMIENTO



CURVA GRANULOMÉTRICA



RESUMEN	
PORCENTAJE DE GRAVAS	0.0
PORCENTAJE DE ARENAS	40.5
PORCENTAJE DE FINOS	59.5
HUMEDAD NATURAL	12.30
LIMITE LIQUIDO	21.82
LIMITE PLASTICO	14.61
INDICE DE PLASTICIDAD	7.21

CLASIFICACIÓN UNIFICADA - AASHO		
POZO	SUELO	FINO
3	CL	A - 4 (5)
PROF. 1.50 Mts	ARCILLA ARENOSA	

*Daniel De La Barra*  
**Daniel F. De La Barra Leyza**  
 Registro H. A. M. Lab. 001  
 Técnico en Suelos y Hormigones

## ENSAJE DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS

**PROYECTO:** ESTUDIO DE SUELOS PROYECTO RE-DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO, MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE LA BASE CON SUELO CEMENTO, PARA EL "ACCESO VIAL DE LA PLANTA SEPARADORA DE LÍQUIDOS GRAN CHACO-YACUIBA"

**UBICACIÓN:** GRAN CHACO-YACUIBA

**CLIENTE:** SOLARES RIVERO RENE ALVARO

**LABORATORISTA:** TEC. DANIEL DE LA BARRA

**FECHA:** MARZO-2016

**REFERENCIA:** MUESTRA 4

**PROFUNDIDAD:** 1.5 m

DATOS DE LA MUESTRA TOTAL		
PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA		gr
PESO RETENIDO TAMIZ Nº 10		gr
PESO PASA TAMIZ Nº 10 HUMEDO		gr
PESO PASA TAMIZ Nº 10 SECO		gr
PESO TOTAL MUESTRA SECA		gr

DATOS DEL AGREGADO FINO		
PASA Nº 10 HUMEDO	100.0	gr
PASA Nº 10 SECO	99.3	gr

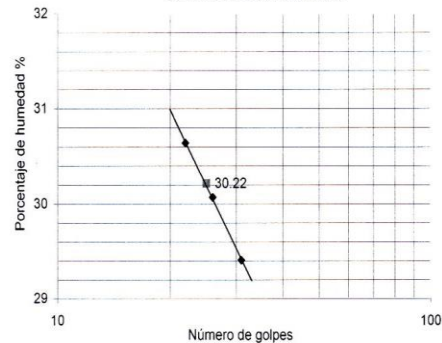
DETERMINACIÓN DE HUMEDADES		
	NATURAL	HIGROS.
TARA Nº	45	46
PESO TARA + MUESTRA HUMEDA	232.40	150.90
PESO TARA + MUESTRA SECA	210.10	150.20
PESO DEL AGUA	22.30	0.70
PESO DE LA TARA	52.10	50.90
PESO MUESTRA SECA	158.00	99.30
CONTENIDO DE AGUA %	14.11	0.70

DETERMINACIÓN DEL LIMITE LÍQUIDO			
TARA Nº	41	42	43
NÚMERO DE GOLPES	22	26	31
PESO TARA + MUESTRA HUMEDA	41.06	42.99	45.58
PESO TARA + MUESTRA SECA	36.06	37.59	39.69
PESO DEL AGUA	5.00	5.40	5.89
PESO DE LA TARA	19.74	19.63	19.66
PESO MUESTRA SECA	16.32	17.96	20.03
CONTENIDO DE AGUA %	30.64	30.07	29.41
LÍMITE LÍQUIDO	30.15	30.23	30.27

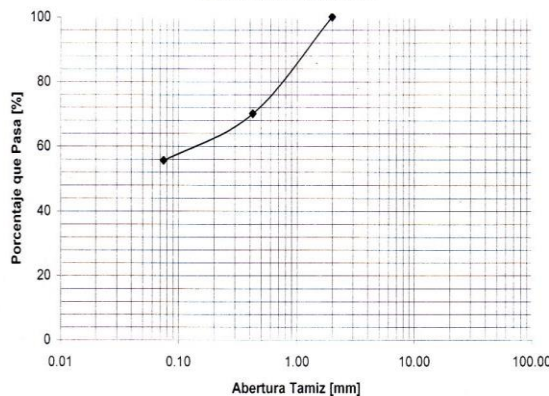
DETERMINACIÓN DEL LIMITE PLÁSTICO		
TARA Nº	44	45
PESO TARA + MUESTRA HUMEDA	35.78	37.67
PESO TARA + MUESTRA SECA	33.25	34.87
PESO DEL AGUA	2.53	2.80
PESO DE LA TARA	19.07	19.12
PESO MUESTRA SECA	14.18	15.75
CONTENIDO DE AGUA %	17.84	17.78

ENSAJE DE GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO				
TAMIZ Nº	ABERTURA EN (mm)	RETENIDO ACUMULADO		% QUE PASA DEL TOTAL
		gr	%	
3"	76.20			
2 1/2"	63.50			
2"	50.80			
1 1/2"	38.10			
1"	25.40			
3/4"	19.00			
3/8"	9.50			
No 4	4.75			
No 10	2.00			100.0
No 40	0.43	29.8	30.0	70.0
No 200	0.08	44.1	44.4	55.6

CURVA DE ESCURRIMIENTO



CURVA GRANULOMÉTRICA



RESUMEN	
PORCENTAJE DE GRAVAS	0.0
PORCENTAJE DE ARENAS	44.4
PORCENTAJE DE FINOS	55.6
HUMEDAD NATURAL	14.11
LÍMITE LÍQUIDO	30.22
LÍMITE PLÁSTICO	17.81
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	12.41

CLASIFICACIÓN UNIFICADA - AASHO		
POZO	SUELO	FINO
4	CL	A - 6 (5)
PROF 1.50 Mts	ARCILLA ARENOSA	

**Daniel F. De La Barra Loayza**  
 Registro H. A. M. Lab. 001  
 Técnico en Suelos y Hormigones



## ENSAYO DE COMPACTACION O PROCTOR

AASTHO T - 180 - D

**PROYECTO:**

ESTUDIO DE SUELOS PROYECTO RE-DISEÑO  
DEL PAVIMENTO RIGIDO, MEDIANTE LA  
ESTABILIZACIÓN DE LA BASE CON SUELO  
CEMENTO, PARA EL "ACCESO VIAL DE LA  
PLANTA SEPARADORA DE LIQUIDOS GRAN  
CHACO-YACUIBA"

**UBICACION:**

GRAN CHACO-YACUIBA

**CLIENTE:**

SOLARES RIVERO RENE ALVARO

**REFERENCIA:**

MUESTRAS 1-4

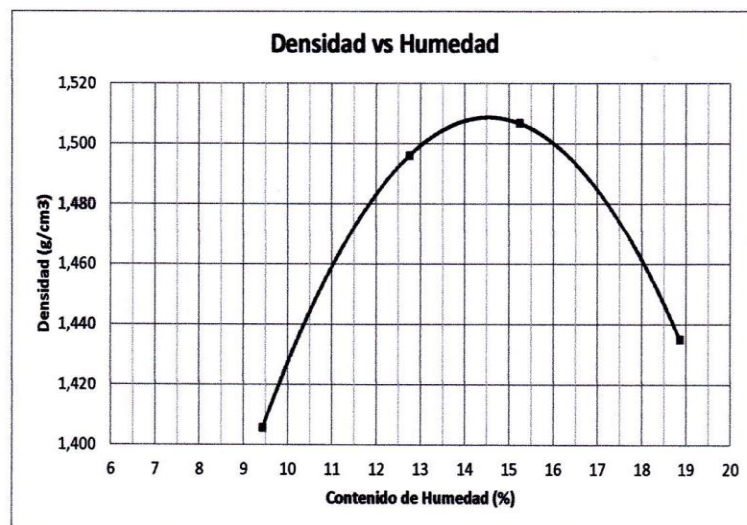
**DENSIDAD MAXIMA**

**1,509 (gr/cm<sup>3</sup>)**

**HUMEDAD OPTIMA**

**14,6 %**

No. De Ensayo	Peso Húmedo	Peso Molde	Volumen Molde	Densidad Húmeda	% Humedad	Densidad Seca
1	6970	3709	2120	1,538	9,43	1,406
2	7285	3709	2120	1,687	12,75	1,496
3	7390	3709	2120	1,736	15,24	1,507
4	7325	3709	2120	1,706	18,86	1,435
5						



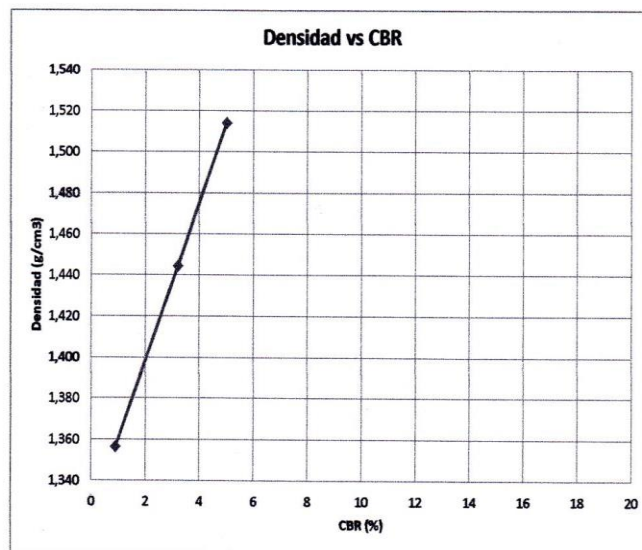
*Daniel De La Barra*  
Daniel P. De La Barra Loayza  
Registro M. A. M. Lab. 001  
Técnico en Suelos y Hormigones

## ENSAYO: INDICE DE SOPORTE DE CALIFORNIA

**PROYECTO:** ESTUDIO DE SUELOS PROYECTO RE-DISEÑO DEL PAVIMENTO RIGIDO, MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE LA BASE CON SUELO CEMENTO, PARA EL "ACCESO VIAL DE LA PLANTA SEPARADORA DE LÍQUIDOS GRAN CHACO-YACUIBA"  
**UBICACION:** GRAN CHACO-YACUIBA  
**FECHA:** MARZO-2016  
**CLIENTE:** SOLARES RIVERO RENE ALVARO  
**REFERENCIA:** MUESTRAS 1-4  
**LABORATORISTA:** TEC. DANIEL DE LA BARRA  
**PROFUNDIDAD:** 1.5 m

PESO MOLDE	PESO DE M+S+a	PESO S+a	VOLUMEN MOLDE	HUMEDAD REAL	PROBETA EMBEBIDA	HUMEDAD PROB. EMB	DENSIDAD HUMEDA	DENSIDAD SECA	LECTURA				HINCHA %
									1er día	2do día	3er día	4to día	
4720	8010	3290	2114	14,72	8236	18,4	1,556	1,357	83	128	294	369	3,7
4862	8326	3464	2094	14,52	8595	19,0	1,654	1,445	118	252	374	475	4,8
4594	8334	3740	2154	14,67	8725	21,0	1,736	1,514	156	354	452	584	5,9

PENETRACION		0,63	1,27	1,9	2,54	3,17	3,81	5,08	7,62	10,16	12,7	CBR ADOPT
		-	-	-	a	-	-	b	-	-	-	
12 GOLPES	Lectura Dial	1,7	2,8	3,6	4,5	5,2	5,6	6,5	8			1
	Lectura Corregida				4,5			6,5				
	CBR	-	-	-	1,0	-	-	1,0				
25 GOLPES	Lectura Dial	4,2	8,1	11,2	14,8	17,6	20	24,2	31,8			3
	Lectura Corregida				14,8			24,2				
	CBR	-	-	-	3,3	-	-	3,6				
56 GOLPES	Lectura Dial	7,5	12,5	17,9	22,8	26,6	29,4	34,5	42,6			5
	Lectura Corregida				22,8			34,5				
	CBR	-	-	-	5,1	-	-	5,1				



LL	IP	H.R.B	PROCTOR	
		e I.G.	H. OPT.	D. MAX
			14.6	1509

DENSID.	1,357	1,445	1,514
%	89,9	95,7	100,3
CBR	1	3	5

H. DE MOLDE			
TARA	50	44	18
P. HUM	320,5	362,5	242,6
P. SECO	291,0	328,0	223,0
P. TARA	90,6	90,4	89,4
% HUM.	14,72	14,52	14,67

CBR al 100% =	5 %
CBR al 95% =	3 %

  
**Daniel F. De La Barra**  
 Registro H. A. M. Lab 001  
 Técnico en Suelos y Hormigones