



GEOANÁLISIS - LAB
Laboratorio de Concretos, Suelos y Pavimentos

CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA

ESTUDIO PATOLÓGICO DEL PUENTE VEHICULAR
UBICADO EN LA CARRERA 7 ENTRE CALLES 1 Y 1ª,
MUNICIPIO DE POPAYÁN – DEPARTAMENTO DEL CAUCA

SOLICITAN:

ING. DIEGO FERNÁNDO RUIZ
ING. GABRIELA EUGENIA SILVA

ELABORÓ: ING. JOSÉ ANDRÉS MARTÍNEZ DORADO

INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO, ANÁLISIS Y RECOMENDACIONES DE
INGENIERÍA NECESARIOS PARA LA EVALUACIÓN
DE LAS CIMENTACIONES Y SUBESTRUCTURAS

POPAYÁN, MAYO DE 2017

ESTUDIO DE SUELOS-ENSAYOS DE LABORATORIO-CONTROL DE CALIDAD
Calle 42N No.6-28 Barrio Vega de Prieto Tel. 8202306 Cel.3154683980 Popayán
Email: geoanalisislab@hotmail.com



TABLA DE CONTENIDO

- I. PROPÓSITO Y CONTENIDO DEL ESTUDIO DE SUELOS
- II. LOCALIZACIÓN DEL SITIO DE PROYECTO
- III. CRITERIOS GENERALES PARA EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO
- IV. SELECCIÓN DE MUESTRAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO.
- V. DESCRIPCIÓN GEOTÉCNICA DE LOS SUELOS ENCONTRADOS Y CÁLCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LAS UNIDADES DE CONSTRUCCIÓN.
- VI. GEOLOGÍA REGIONAL Y LOCAL
- VII. SISMICIDAD REGIONAL Y LOCAL
- VIII. ANÁLISIS DE ASENTAMIENTOS.
- IX. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES PARA EL DISEÑO GEOTÉCNICO Y CONSTRUCCIÓN DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES
- X. REGISTROS DE CAMPO Y ENSAYOS DE LABORATORIO
- XI. REGISTROS FOTOGRÁFICOS
- XII. LOCALIZACIÓN DE SONDEOS



GEOANALISIS - LAB
Laboratorio de Concretos, Suelos y Pavimentos

I PROPÓSITO Y CONTENIDO DEL ESTUDIO DE SUELOS

El presente estudio tiene por finalidad establecer el Plan de Exploración del subsuelo, los ensayos de campo y laboratorio requeridos para determinar la capacidad de carga y análisis de compresibilidad de los estratos naturales que rodean la cimentación y subestructura del puente vehicular que cruza el Río Molino a la altura de la Carrera 7 entre Calles 1 y 1ª en el Centro Histórico del Municipio de Popayán. Lo anterior se logra a partir de la valoración de parámetros básicos de la Mecánica de Suelos, tales como, resistencia a la compresión simple, ángulos de fricción interna, pesos unitarios de suelos cohesivos o granulares y demás relacionados con el ámbito geológico y de microzonificación sísmica del sitio de la obra.

El Estudio incluye los perfiles estratigráficos de los sondeos y apiques realizados, ensayos de laboratorio, plano de localización de perforaciones, recomendaciones pertinentes a la cota de fundación, capacidad portante del suelo a nivel cimentación, cohesión de suelos cohesivos, asentamientos probables y demás recomendaciones requeridas para la evaluación patológica de la estructura, acorde a la Norma Colombiana de Diseño de Puentes CCP-14, de tal forma que se garantice un comportamiento seguro de las obras públicas.

También incluye la información geotécnica básica para el chequeo de estabilidad de los muros de contención que conforman la subestructura, acorde a la Sección 11 de la citada norma.

II LOCALIZACIÓN DEL SITIO DEL PROYECTO

El puente vehicular sobre el Río Molino se ubica en la zona centro de la ciudad de Popayán en el Departamento del Cauca.

ESTUDIO DE SUELOS-ENSAYOS DE LABORATORIO-CONTROL DE CALIDAD

Calle 42N No.6-28 Barrio Vega de Prieto Tel. 8202306 Cel.3154683980 Popayán

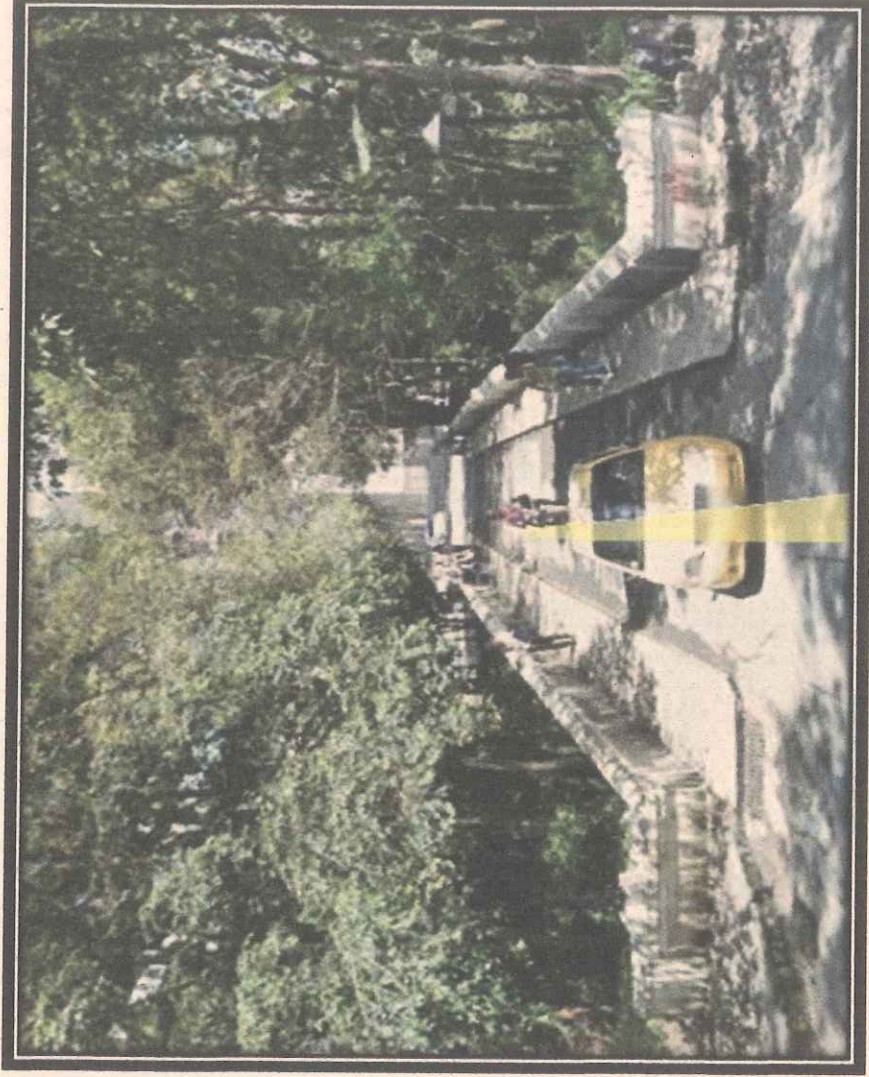
Email:geoanalisislab@hotmail.com



GEOANALISIS - LAB

Laboratorio de Concretos, Suelos y Pavimentos

La Coordenada Geográfica de amarre del sitio por el Sistema de Coordenadas Magna Sirgas es: Latitud 2°26'40.81" NORTE, Longitud 76°36'20.93" ESTE y Cota de 1.735 msnm.



III CRITERIOS GENERALES PARA EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO

La investigación del subsuelo incluyendo perforaciones y ensayos de suelos, debe llevarse de acuerdo con las disposiciones del Artículo 10.4 para proporcionar información pertinente y suficiente para el diseño de unidades de la subestructura.

ESTUDIO DE SUELOS-ENSAYOS DE LABORATORIO-CONTROL DE CALIDAD

Calle 42N No.6-28 Barrio Vega de Prieto Tel. 8202306 Cel.3154683980 Popayán

Email:geoanalisislab@hotmail.com



10.4 - PROPIEDADES DEL SUELO Y LA ROCA	
10.4.2 Exploración del Subsuelo: Como mínimo el Programa de Exploración y pruebas del subsuelo debe obtener información adecuada para analizar la estabilidad y asentamiento de la cimentación con respecto a los siguientes puntos	
PARÁMETROS	OBSERVACIONES Y/O RECOMENDACIONES
Formaciones geológicas presentes	Con las coordenadas geográficas del sitio de la obra se halla la información que permite caracterizar desde el punto de vista Geológico y Geomorfológico la zona sobre la cual se ubica la estructura, identificando los materiales (rocas y suelos) que conforman litológicamente el terreno y otros comportamientos asociados a la meteorización, fallas, origen, entre otros. Se debe realizar una descripción de las geo formas existentes en la zona y su tiempo geológico, según el manual de cimentaciones del INVIAS 2012 las arenas del holoceno, con valores típicos de Vs entre 200 y 225 m/s, son mas susceptibles de licuarse que las del pleistoceno, con Vs mayor que 325 a 350 m/s (4.2.2.4.5)
Ubicación y espesor de las Unidades de Suelos y Rocas	Se realiza un sondeo por subestructura y se adjunta la Tabla Resumen de Exploración donde aparece el espesor y tipo de suelo encontrado.
Propiedades ingenieriles de las unidades de suelo como peso unitario, resistencia al corte y compresibilidad	Se identifican los sitios para toma de muestras de los ensayos que respaldan los parámetros de cohesión y peso unitario, básicos en la expresión de Capacidad de Carga de suelos cohesivos y de la prueba de consolidación que se utiliza para hacer un estimativo de la magnitud de los asentamientos y de la velocidad en que ocurrirán estos. También se incluye el Ensayo de Corte Directo con el que se mide la resistencia a la falla por rotura de los suelos cohesivos y el ángulo de fricción interna que resulta por una parte de la fricción mecánica directa entre granos y por otra parte de la trabazón entre ellos; el valor de este ángulo se relaciona con las resistencias obtenidas en la prueba SPT para suelos granulares, de la densidad, de la forma de los granos y de la gradación. Generalmente para este tipo de estructuras la interacción a nivel de cimentación se hace con respecto al suelo natural de fundación y a nivel del cuerpo del estribo con respecto al material recomendado para el relleno por encima del talón.
Número mínimo de puntos de exploración	De acuerdo a la Tabla 10.4.2-1 se establece hacer un punto de exploración para cada subestructura como mínimo. Se recomienda que las profundidades del Registro de Exploración se amaren a las cotas reales del proyecto.
Longitud mínima de la exploración, Criterio 1	De acuerdo a la Tabla 10.4.2-1 se debe investigar por debajo de la parte inferior de cada muro por lo menos a la profundidad donde el incremento del esfuerzo debido a la carga de cimentación estimada sea menor del 10% del esfuerzo efectivo de sobrecarga existente a esa profundidad (Bulbo de Presiones) y entre una y dos veces la altura del muro.
Longitud mínima de la exploración, Criterio 2	penetrar completamente suelos no aptos para cimentación, por ejemplo, turbas, limos orgánicos o suelos blandos de grano fino y alcanzar material competente con capacidad de carga adecuada, por ejemplo, suelo cohesivo rígido a duro, suelo no cohesivo compacto a denso o roca.
Longitud mínima de la exploración, Criterio 3	En caso de hallar lecho rocoso la profundidad de exploración debe ser lo suficiente para penetrar un mínimo de 3000 mm dentro del manto basal o para descartar la presencia de rocas rodantes muy grandes.



GEOANÁLISIS - LAB **Laboratorio de Concretos, Suelos y Pavimentos**

IV SELECCIÓN DE MUESTRAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO

Con los trabajos de exploración y muestreo se planifica la caracterización física y mecánica del sub-suelo encontrado para la dos UNIDADES DE DISEÑO GEOTÉCNICO, el programa de laboratorio contempló la realización de los siguientes ensayos:

- Sobre muestras seleccionadas se efectuaron granulometrías y Límites de Atterberg, cuyos resultados aportaron los elementos básicos para el análisis de asentamientos y para la clasificación de los suelos mediante los sistemas de la A.A.S.H.T.O. y U.S.C.
- Con las muestras inalteradas de tubos Shelby, se llevaron a cabo compresiones inconfiadas, contenidos de humedad y pesos unitarios, requeridos para el cálculo de la capacidad portante del suelo de fundación.
- La estratificación de suelos encontrados nos indica la profundidad de estratos y los horizontes de suelos orgánicos, cohesivos y granulares.
- Los valores de las resistencias a compresión simple se aplican para determinar el Perfil de Suelo del sitio del Proyecto, punto de arranque para la determinación de los coeficientes sísmicos de carácter geotécnico estipulados en la Sección 3 de la norma colombiana de diseño de puentes.
- Con las perforaciones ejecutadas, los estratos identificados y los ensayos de laboratorio practicados, se procede a calcular la capacidad portante y coeficientes de balasto que permitan chequear la estabilidad y funcionalidad de las estructuras acorde a la Normatividad vigente.

ESTUDIO DE SUELOS-ENSAYOS DE LABORATORIO-CONTROL DE CALIDAD

Calle 42N No.6-28 Barrio Vega de Prieto Tel. 8202306 Cel.3154683980 Popayán

Email:geoanalisislab@hotmail.com



GEOANALISIS - LAB

Laboratorio de Concretos, Suelos y Pavimentos

- Se determina la compacidad relativa y el coeficiente de fricción interna de los mantos de arena limosa.
- Con la prueba de corte directo se determina la cohesión y el ángulo de fricción interna para el chequeo de presiones de suelo por detrás del trasdós de un estribo.

V DESCRIPCIÓN GEOTÉCNICA DE LOS SUELOS ENCONTRADOS Y CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE DE LAS UNIDADES DE CONSTRUCCIÓN

El Programa de Exploración del subsuelo comprende varias etapas, entre ellas la recolección de información, el reconocimiento y la investigación del sitio. El proceso de identificar las capas o estratos de depósitos que subyacen bajo la estructura de diseño tiene como propósito además de caracterizar físicamente los suelos, obtener mediante pruebas indirectas una idea de la consistencia y dureza de los estratos a diferentes profundidades conforme a la reacción de estos a la prueba de Penetración Estándar o SPT descrita en la Norma ASTM D 1586-67.

Las Perforaciones Exploratorias de Campo y muestreo se realizan con la ayuda de barrenas manuales hincadas por percusión. La toma de muestras inalteradas se logra con la ayuda de un muestreador de media caña o cuchara (shelby).

Posteriormente se catalogan los suelos acorde a las gradaciones y Límites de Atterberg por el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) y por la Metodología AASHTO.

Se determina la compacidad, el ángulo de fricción y el potencial de licuación de los estratos arenosos a partir de los resultados de las granulometrías y correlacionando

ESTUDIO DE SUELOS-ENSAYOS DE LABORATORIO-CONTROL DE CALIDAD

Calle 42N No.6-28 Barrio Vega de Prieto Tel. 8202306 Cel.3154683980 Popayán

Email:geoanalisislab@hotmail.com



GEOANALISIS - LAB

Laboratorio de Concretos, Suelos y Pavimentos

el número de golpes in situ N obtenido con las Pruebas de Penetración Estándar (SPT). Cabe resaltar que el número N de la prueba SPT tanto para los suelos cohesivos como para los granulares aparece debidamente detallado en los Perfiles Estratigráficos, de esta manera se brinda una descripción de la cohesión o compacidad relativa de los mantos de suelos en función de la profundidad.

La consistencia del subsuelo de cada unidad se determina a partir de los criterios técnicos que aparecen a continuación:

CONSISTENCIA DEL SUELO **(Inviás E-152-07)**

CONSISTENCIA	qu	
	kg/cm2	Tn/m2
MUY BLANDA	<0,25	2,5
BLANDA	0,25-0,5	2,5-5,0
MEDIANA	0,5-1,0	5 A 10
FIRME	1,0-2,0	10_20
MUY FIRME	2,0-4,0	20_40
DURA	>4,0	>40

CONSISTENCIA DEL SUELO ENSAYO SPT **(Según Terzaghi y Peck)**

CONSISTENCIA SUELO COHESIVO	qu (kg/cm2)	N
MUY BLANDA	<0,25	<2
BLANDA	0,25-0,5	2_4
MEDIANA	0,5-1,0	4_8
FIRME	1,0-2,0	8_15
MUY FIRME	2,0-4,0	15_30
DURA	>4,0	>30

qu: Compresión Simple

CONSISTENCIA DEL SUELO ENSAYO SPT **(Según Límites Atterberg)**

CONSISTENCIA SUELO COHESIVO	INDICE DE CONSISTENCIA
LÍQUIDA	Ic<0,5
BLANDA	0,5<Ic<0,75
RÍGIDA	0,75<Ic<1,0
DURA	Ic>1,0

$$Ic = \frac{LL - W_{nat}}{LL - LP}$$

ESTUDIO DE SUELOS-ENSAYOS DE LABORATORIO-CONTROL DE CALIDAD

Calle 42N No.6-28 Barrio Vega de Prieto Tel. 8202306 Cel.3154683980 Popayán

Email:geoanalisislab@hotmail.com



GEOANALISIS - LAB

Laboratorio de Concretos, Suelos y Pavimentos

La densidad o compacidad relativa de las arenas se correlaciona a partir de los resultados de la Prueba SPT de la siguiente manera:

DENSIDAD RELATIVA DE ARENAS (Según Terzaghi y Peck)		
Dr%	DENOMINACION	N
0-15	MUY SUELTA	0-4
15-35	SUELTA	4-10.
35-65	MEDIANAMENTE DENSA	10-30.
65-85	DENSA	30-35
85-100	MUY DENSA	>50

A continuación se presentan los perfiles estratigráficos para cada unidad de diseño geotécnico y los cuadros resumen que permiten ponderar los valores medios y caracterizar el subsuelo a partir del muestreo y ensayos de laboratorio ejecutados:

ESTUDIO DE SUELOS-ENSAYOS DE LABORATORIO-CONTROL DE CALIDAD

Calle 42N No.6-28 Barrio Vega de Prieto Tel. 8202306 Cel.3154683980 Popayán

Email:geoanalisislab@hotmail.com



GEOANALISIS - LAB

Laboratorio de Concretos, Suelos y Pavimentos

PERFIL ESTRATIGRÁFICO - SONDEO N°1				
MTS	PENETRA ESTANDAR	TIPO DE MUESTRA	MUESTRA	HUMEDAD NATURAL
0.00				
0.80	APIQUE			
1.50			CUCHARA 1	
2.10	3 - 3 - 3		SHELBY 1	
2.70	CONSOLIDACION			
3.40		SHELBY	2	
4.00		SHELBY	3	
4.60	4 - 4 - 5		CUCHARA 3	
5.20	5 - 4 - 5			
5.80		SHELBY	4	
FIN DE LA PERFORACION				

ESTUDIO DE SUELOS-ENSAYOS DE LABORATORIO-CONTROL DE CALIDAD
 Calle 42N No.6-28 Barrio Vega de Prieto Tel. 8202306 Cel.3154683980 Popayán
 Email:geoanalisislab@hotmail.com



ESTUDIO DE SUELOS-ENSAYOS DE LABORATORIO-CONTROL DE CALIDAD
Calle 42N No.6-28 Barrio Vega de Prieto Tel. 8202306 Cel.3154683980 Popayán
Email:geoanalisislab@hotmail.com



GEOANÁLISIS - LAB

Laboratorio de Concretos, Suelos y Pavimentos

CARACTERIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS

OBRA: ESTUDIO PATOLÓGICO PUENTE VEHICULAR SOBRE EL RIO MOLINO

UBICACIÓN: CARRERA 7 ENTRE CALLES 1 Y 1A - POPAYÁN - CAUCA

SOLICITA : ING. DIEGO FERNANDO RUIZ - ING. GABRIELA EUGENIA SILVA

Unidades: Compresión Simple : qu (Tn/m²) ; Peso Unitario Húmedo : Y_h (Tn/m³); Peso Unitario Seco : Y_s (Tn/m³); Cohesión : c (Tn/m²)

Consistencia del Suelo (INVIAS E-152-13): MUY BLANDA :qu<2,5 Tn/m²; BLANDA: 2,5<qu<5,0 Tn/m²; MEDIANA: 5,0<qu<10,0 Tn/m²; FIRME : 10,0<qu<20,0 Tn/m²; MUY FIRME : 20,0<qu<40 Tn/m², DURA: qu>40 Tn/m²

CUADRO RESUMEN DE RESULTADOS DE COMPRESIÓN SIMPLE, PESOS UNITARIOS HÚMEDOS Y SECOS													
UNID	Prof m	SUELO TIPO	SONDEO 1				UNID	SUELO TIPO	SONDEO 2				
			qu	C	Y'h	Y's			qu	C	Y'h	Y's	
1	0-1						2						
	1-2	CL	8	4	1.54	1.15		ML	15.2	7.6	1.57	1.18	
	2-3	CL	10.3	5.15	1.8	1.28		ML	16.3	8.15	1.54	1.22	
	3-4	ML	18.1	9.05	1.71	1.22		ML	17.1	8.55	1.66	1.29	
	4-5												
	5-6												
VALOR MEDIO			12.13	6.07	1.68	1.22							
CONSISTENCIA			FIRME					FIRME					

CUADROS RESUMEN ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT)

OBRA: ESTUDIO PATOLÓGICO PUENTE VEHICULAR SOBRE EL RIO MOLINO

UBICACIÓN: CARRERA 7 ENTRE CALLES 1 Y 1A - POPAYÁN - CAUCA

SOLICITA : ING. DIEGO FERNANDO RUIZ - ING. GABRIELA EUGENIA SILVA

Consistencia del Suelo (Según Terzaghi y Peck) : MUY BLANDA < 2 Golpes; BLANDA: 2-4 Golpes; MEDIA: 4-8 Golpes; FIRME : 8-15 Golpes; MUY FIRME : 15-30 Golpes, DURA: >30 Golpes

UNID	Prof m	SUELO TIPO	SONDEO 1		UNID	SUELO TIPO	SONDEO 2	
			N				N	
1	0-1				2			
	1-2	CL	6			ML	7	
	2-3	CL				ML	8	
	3-4	ML				ML	9	
	4-5	ML	9			SM	10	
	5-6	SM	9					
CONSISTENCIA			FIRME				FIRME	

ESTUDIO DE SUELOS-ENSAYOS DE LABORATORIO-CONTROL DE CALIDAD

Calle 42N No.6-28 Barrio Vega de Prieto Tel. 8202306 Cel.3154683980 Popayán

Email:geoanalisislab@hotmail.com



GEOANÁLISIS - LAB

Laboratorio de Concretos, Suelos y Pavimentos

CUADRO RESUMEN DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS Y LÍMITES DE ATTERBERG

OBRA: ESTUDIO PATOLÓGICO PUENTE VEHICULAR SOBRE EL RÍO MOLINO

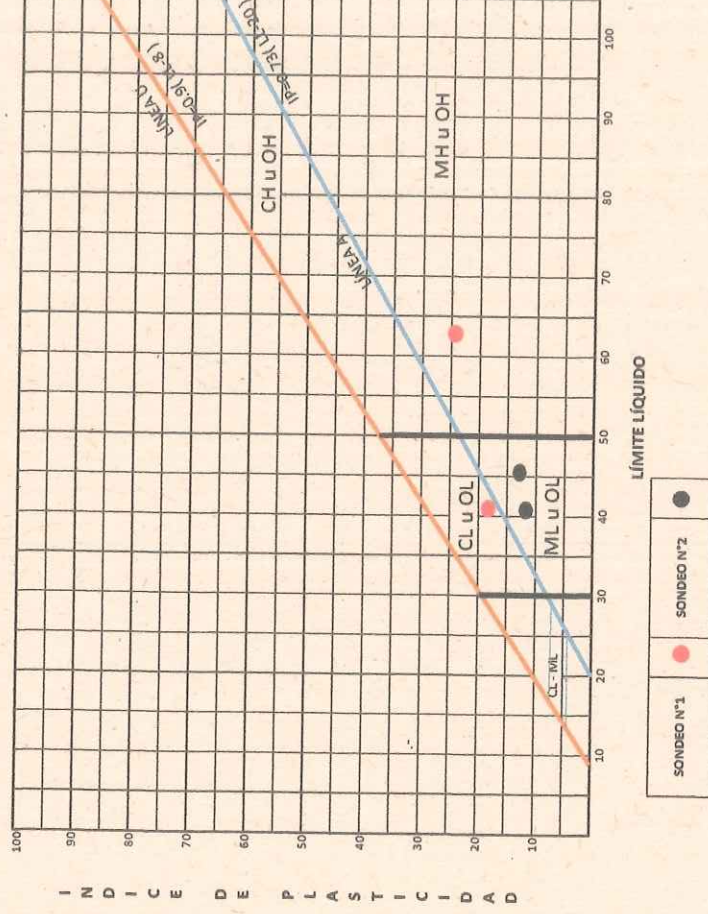
UBICACIÓN: CARRERA 7 ENTRE CALLES 1 Y 1A - POPAYÁN - CAUCA

SOLICITA : ING. DIEGO FERNANDO RUIZ - ING. GABRIELA EUGENIA SILVA

UNIDAD DISEÑO	SONDEO	Df	CLASIFICACIÓN DE SUELOS Y LÍMITES DE ATTERBERG										GRADACIONES				CONSISTENCIA
			SUELO	LL%	LP%	IP%	W%	IL	IC	AASHTO	IG	%RET-4	Pasa-4	Pasa-4 Ret-200	Pasa-200		
1	1	0-1															
		1-1.5	CL	41	22.5	18.5	33.7	0.61	0.39	A-7-6	10	10.8	89.2	24.1	65.1		
		1.5-2															
		2-3.5															
		3.5-4	MH	63	38.5	24.5	40.3	0.1	0.93	A-7-5	18	14.3	85.7	19.1	66.6		LÍQUIDA
2	2	4-5															
		5-6	SM														
		0-1.5															
		1.5-2	ML	46	33.4	12.6	32.7	-0.1	1.06	A-7-5	22	0	100	13.4	86.6		DURA
		2-3															
		3-4															
		4-5	ML	41	29.2	11.8	29	0.0	1.02	A-7-6	9	6.9	93.1	18.6	74.5		DURA
		5-6	SM				9.1			A-2-4	0	25.4	74.6	55.1	19.5		

El Artículo H.2.5 de la NSR-2010 establece los criterios para establecer la diferencia entre suelos no cohesionados o granulares y suelos cohesionados. El Literal H.2.5.1 (b) indica que todos los materiales en los cuales 30% o menos del peso pase por el tamiz No. 200 y que tengan límite líquido LL $\leq$ 30% e índice plástico IP $\leq$ 10% se considera como suelos no cohesionados o granulares. Por tanto para este caso encontrados suelos NETAMENTE COHESIVOS con espesores de 4.6 metros y SUELOS GRANULARES a mayor profundidad.

CARTA DE PLASTICIDAD SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS



M : Limo

C : Arcilla

O : Orgánicos

L : Baja plasticidad (LL < 50)

H : Alta plasticidad (LL > 50)

ESTUDIO DE SUELOS-ENSAYOS DE LABORATORIO-CONTROL DE CALIDAD

Calle 42N No.6-28 Barrio Vega de Prieto Tel. 8202306 Cel.3154683980 Popayán

Email:geoanalisislab@hotmail.com



GEOANALISIS - LAB

Laboratorio de Concretos, Suelos y Pavimentos

IDENTIFICACIÓN DE COLAPSABILIDAD EN FUNCIÓN DE LA PROFUNDIDAD DEL ESTRATO

H.9.3.3.

SONDEO	Prof (m)	Gs (gr/cm3)	Y _w (gr/cm3)	LL	Y _d crit (gr/cm3)	Y _d (gr/cm3)	Y _d /Y _d crit
1	1-2	2.629	1	0.41	1.27	1.15	0.91
	3-4	2.629	1	0.63	0.99	1.22	1.23
2	1-2	2.629	1	0.46	1.19	1.18	0.99
	4-5	2.629	1	0.41	1.27	1.29	1.02

H.9.3.3.1 - Criterio de Evaluación

WL : Límite líquido en fracción decimal

Si $Y_d/Y_{dcrit} > 1$, el suelo es estable o expansivo

Si $Y_d/Y_{dcrit} \leq 1$, el suelo es colapsable

IDENTIFICACIÓN DE SUELOS EXPANSIVOS

NORMA INVIAS E-132

SONDEO	Prof (m)	LL	LP	IP	IC	GRADO EXPANSIÓN	CRITERIO
1	1-2	41	22.5	18.50	16.91	MEDIO	Holtz y Gibbs
	2-3	63	38.5	24.50	26.20	ALTO	Holtz y Gibbs
	3-4	46	33.4	12.60	2.65	MEDIO	Holtz y Gibbs
2	1-2	41	29.2	11.80	2.47	MEDIO	Holtz y Gibbs

CARACTERIZACIÓN DE SUELOS GRANULARES

OBRA: ESTUDIO PATOLÓGICO PUENTE VEHICULAR SOBRE EL RIO MOLINO

UBICACIÓN: CARRERA 7 ENTRE CALLES 1 Y 1A - POPAYÁN - CAUCA

SOLICITA : ING. DIEGO FERNANDO RUIZ - ING. GABRIELA EUGENIA SILVA

SONDEO	D _f	CLASIFICACIÓN		GRADACIONES					D60	D30	D10	C _u	C _c	CLASIFICACIÓN
		SUCS	AASHTO	IG	%RET-4	Pasa-4	Pasa-4 Ret-200	Pasa-200						
1	5.2-5.6	SM	A-2-4	0	17.5	82.5	59.2	23.3	0.9	0.13	0.03	30	0.6	Arena limosa
2	4.6-5.2	SM	A-2-4	0	25.4	74.6	55.1	19.5	1.6	0.16	0.039	41	0.4	Arena limosa

ESTUDIO DE SUELOS-ENSAYOS DE LABORATORIO-CONTROL DE CALIDAD

Calle 42N No.6-28 Barrio Vega de Prieto Tel. 8202306 Cel.3154683980 Popayán

Email:geoanalisislab@hotmail.com



GEOANÁLISIS - LAB

Laboratorio de Concretos, Suelos y Pavimentos

ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA DE SUELOS GRANULARES A PARTIR DE LA PRUEBA SPT

OBRA: ESTUDIO PATOLÓGICO PUENTE VEHICULAR SOBRE EL RÍO MOLINO

UBICACIÓN: CARRERA 7 ENTRE CALLES 1 Y 1A - POPAYÁN - CAUCA

SOLICITA : ING. DIEGO FERNANDO RUIZ - ING. GABRIELA EUGENIA SILVA

Consistencia del Suelo (Según Terzaghi y Peck) : MUY BLANDA < 2 Golpes; BLANDA: 2-4 Golpes; MEDIA: 4-8 Golpes; FIRME : 8-15 Golpes; MUY FIRME : 15-30 Golpes, DURA: >30 Golpes

Prof (m)			SONDEO 1		yh (KN/m3) =		16.8		MH		ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA (φ°)			Prof (m)			SONDEO 2		yh (KN/m3) =		15.9		ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA (φ°)		
			SUELO	N	σv	KN/m2	Cn	Ncorr	Peck	Hatanaka	De	a	SUELO	N	σv	KN/m2	Cn	Ncorr	Peck	Hatanaka					
De	a		0	1.5	OH						0	1.5	MIL												
			1.5	3.4	CL						1.5	4.6	ML												
			3.4	4.6	MIL						4.6	5.8	SM	10	54.06	1.30	13	31	36						
			4.6	5.8	SM	9	58.92	1.26	11	30	35														

yh (Tn/m3) : Peso unitario del suelo cohesivo por encima del estrato de suelo granular

yh (Tn/m3) : Peso unitario del suelo arenoso limoso = 1,50 Tn/m3 (Compacidad suelta a medianamente denso)

SV = z1*yh+z2*vg (z1: espesor suelo cohesivo, z2: espesor del suelo granular hasta la profundidad de análisis)

COMPACIDAD RELATIVA DE SUELOS GRANULARES SEGÚN TERZAGUI Y PECK

OBRA: ESTUDIO PATOLÓGICO PUENTE VEHICULAR SOBRE EL RÍO MOLINO

UBICACIÓN: CARRERA 7 ENTRE CALLES 1 Y 1A - POPAYÁN - CAUCA

SOLICITA : ING. DIEGO FERNANDO RUIZ - ING. GABRIELA EUGENIA SILVA

Consistencia del Suelo (Según Terzaghi y Peck) : MUY BLANDA < 2 Golpes; BLANDA: 2-4 Golpes; MEDIA: 4-8 Golpes; FIRME : 8-15 Golpes; MUY FIRME : 15-30 Golpes, DURA: >30 Golpes

Prof (m)		SONDEO 1				SONDEO 2				DENSIDAD RELATIVA EN FUNCIÓN DE Cr(%)	
		SUELO TIPO	N	DENSIDAD RELATIVA f(N)	Cr(%)	SUELO TIPO	N	DENSIDAD RELATIVA f(N)	Cr(%)		
0	1.5	OH				MIL					
1.5	3.4	CL				MIL					
3.4	4.6	MIL				SM	11	M. DENSA	24.2	Arena Suelta	
4.6	5.8	SM	11	M. DENSA	22.1					Arena Suelta	

M.DENSA: Medianamente densa.

Densidad o compacidad relativa: $Cr = Dr = -2.5 + 0.63 * N - 0.89(N/Po) + 16.89 * (N/Po)^{1/4}$
(Ecuación de Gibbs y Holtz)

Presión efectiva vertical en Kg/cm2: $Po = \gamma (Df + B)$

$\gamma (Tn/m3) = 1.6$ Suelo cohesivo

NOTA : El Manual de Cimentaciones del INVIAS en su literal 4.2.2.4.4 establece que los SUELOS DISPERSOS son aquellos que por la naturaleza de sus minerales y la acción química del agua, son susceptibles a la separación de partículas individuales y a la posterior erosión a través de grietas al estar sometidos a filtración de flujos.

El fenómeno que se genera por el flujo de agua sobre el terreno se denomina TUBIFICACIÓN, la cual se produce por la presencia del nivel freático que produce arrastre de partículas y genera

La Tabla 4.74_Susceptibilidad de los suelos a la Tubificación indica que las arenas limpias, finas, uniformes ($IP < 6\%$), sueltas o deficientemente compactas presentan BAJA RESISTENCIA A LA TUBIFICACIÓN. Esta condición es propia de los suelos aluviales, tal como ocurre en el sitio del proyecto por su cercanía al Río Molino.

ESTUDIO DE SUELOS-ENSAYOS DE LABORATORIO-CONTROL DE CALIDAD

Calle 42N No.6-28 Barrio Vega de Prieto Tel. 8202306 Cel.3154683980 Popayán

Email:geoanalisislab@hotmail.com



POTENCIAL DE LICUACIÓN SEGÚN EL ARTÍCULO 4.2.2.4.5 DEL MANUAL DE DISEÑO DE CIMENTACIONES DEL INVIAS

UNIDAD GEOTÉCNICA 1 - SONDEO 1											
Prof (m)		SUELO TIPO	N	DENSIDAD RELATIVA	Cr(%)	%FINOS	POTENCIAL DE LICUACIÓN (Tabla 4.76)	D60-Cu	MÉTODO KISHIDA	Vs=56*N ^{1/2}	MÉTODO DE SEED
De	a										
0	1.5	OH									
1.5	3.4	CL									
3.4	4.6	MIL									
4.6	5.8	SM	11	M. DENSA	22.1	23.3	BAJO	0.9 - 30	TRANSICION	186	LICUABLE
UNIDAD GEOTÉCNICA 2 - SONDEO 2											
Prof (m)		SUELO TIPO	N	DENSIDAD RELATIVA	Cr(%)	%FINOS	POTENCIAL DE LICUACIÓN (Tabla 4.76)	D60-Cu	MÉTODO KISHIDA	Vs=56*N ^{1/2}	MÉTODO DE SEED
De	a										
0	1.5										
1.5	3.4										
3.4	4.6										
4.6	5.8	SM	11	M. DENSA	24.2	23.3	BAJO	1.6 - 41	TRANSICION	186	LICUABLE

D60-Cu : Diámetro correspondiente al 60 de finos y coeficiente de uniformidad

Vs : Velocidad de Propagación de ondas de corte (m/s)

Las arenas limosas –SM- con presencia de aguas subterráneas presentan una densidad relativa SUELTA a MEDIANAMENTE DENSA, el ángulo de fricción interna se puede aproximar a $\phi = 30^\circ$, tiene propiedades de baja resistencia a la tubificación y presenta señales de potencial de licuación, situaciones geotécnicas que se deben estudiar con más detalle técnico.

Una de las ventajas del manto arenoso es que presenta propiedades de suelo cohesivo friccional (Pasa 200 > 20%), por tanto la cohesión que le brindan los suelos finos mejora el acomodo con las partículas de mayor tamaño y reduce los riesgos de licuación durante los eventos sísmicos.



GEOANALISIS - LAB

Laboratorio de Concretos, Suelos y Pavimentos

Con la información hasta ahora analizada se fijan para el proyecto los siguientes criterios:

- Que el suelo de soporte de cada subestructura está constituido por un manto homogéneo de suelo granular.
- La presión lateral sobre los estribos la producen suelos netamente cohesivos de baja compresibilidad.

Con los datos básicos obtenidos se efectúa el análisis de capacidad portante de cada subestructura siguiendo los siguientes parámetros:

- 1- Se emplean los criterios básicos de diseño de cimentaciones superficiales.
- 2- El objetivo principal del presente estudio es analizar el comportamiento y determinar la capacidad de carga de las cimentaciones bajo las condiciones geotécnicas del suelo de fundación. El nivel de desplante en estos casos permite proteger las obras en contacto con el suelo de los efectos de la socavación lateral y a su vez aporta resistencia a los esfuerzos verticales y a las fuerzas laterales del empuje por presión de suelos.

- 3- Análisis de Capacidad Portante: Se aplica la Ecuación General de la Capacidad de Carga (10.6.3.1.2A-1):

$$q_c = c N_c F_{cs} F_{cd} + q N_q F_{qs} F_{qd} + 0.5 \gamma B N_\gamma F_{ys} F_{yd}$$

En las arenas limosas SM se toma el ángulo de fricción interna menos favorable, hallado a partir de la correlación de las Pruebas SPT con los esfuerzos efectivos del suelo, es decir $\phi = 30^\circ$.

Para esta condición se tienen los siguientes factores de Capacidad de carga según la Tabla 10.6.3.1.2A-1 de la Norma CCP-2014:

$$N_c = 30.1, N_q = 18.4, N_\gamma = 22.4$$

ESTUDIO DE SUELOS-ENSAYOS DE LABORATORIO-CONTROL DE CALIDAD

Calle 42N No.6-28 Barrio Vega de Prieto Tel. 8202306 Cel.3154683980 Popayán

Email: geoanalisislab@hotmail.com



GEOANALISIS - LAB

Laboratorio de Concretos, Suelos y Pavimentos

Fcs, Fqs, Fys : Factores de forma.

Fcd, Fqd, Fyd : Factores de profundidad

Para aplicar los diferentes factores se asume en cimientos de longitud infinita (fundación de un estribo) que $B/L=0$ y $D_f / B \leq 1$ y que:

$q = \gamma D_f$: Sobrecarga efectiva, en Tn/m²

D_f : Profundidad de entrada del cimientto en el suelo, en m

γ : Peso Especifico ponderado del suelo granular en estudio, en Tn/m³

$C = qu / 2 = 0$, la Cohesión en suelos granulares se considera nula.

- 4- Capacidad Portante de Cimientos Superficiales por el Método de Esfuerzos de Trabajo para la Combinación de Carga Muerta + Carga Viva Normal según la tabla H.4.7-1 de la Norma NSR 2010

$$qc = qp / Fs ; \quad Fs \geq 3$$

Para efectos de diseño el Factor de Seguridad se asume $Fs=3$

- 5- Carga Neta de Contacto: El ingeniero calculista debe determinar las cargas verticales del peso propio + carga muerta + carga viva de cada estructura (Cargas de Servicio) para luego dividir las por un área o ancho de zapata propuesto, de tal manera que chequee por Capacidad Portante y por Asentamientos.

$$qn = Ps / A \text{ y para todos los casos } qc \geq qn \text{ ó}$$

$$qn / qp \geq 3.0$$

Dónde:

Ps: Cargas de servicio transmitidas por una columna o muro de la estructura (Tn)

A: Área de la zapata propuesta (m²)

ESTUDIO DE SUELOS-ENSAYOS DE LABORATORIO-CONTROL DE CALIDAD

Calle 42N No.6-28 Barrio Vega de Prieto Tel. 8202306 Cel.3154683980 Popayán

Email: geoanalisislab@hotmail.com



GEOANALISIS - LAB

Laboratorio de Concretos, Suelos y Pavimentos

CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE

ZAPATA CORRIDA L/B>5, ESTRATO DE SUELO TIPO ARENA LIMOSA - SM -

PROYECTO : DIFERENTES PROFUNDIDADES DE EMPOTRAMIENTO Df Y Df / B ≤ 1

q _u	0	γ	1.4	(Tn/m ³)	senoΦ	0.5
c	0	Φ	30	Grados	tgΦ	0.577
Nc	30.1	Nq	18.4		Ny	22.4

Estudio de Patología Estructural del puente vehicular sobre el Río Molino, ubicado en la Carrera 7 entre Calles 1 y 1A, Popayán (Cauca)

Df	B	Fcs	Fcd	q	Fqs	Fqd	Fys	Fyd	qc	qp	Ks	Ks
(m)	(m)								(Tn/m ²)	(Tn/m ²)	Tn/m ³	kg/cm ³
0	2.00	1.02	1.00	0	1.06	1.00	1.0	1.0	30.1	10.04	401.4	0.401
0	2.25	1.02	1.00	0	1.06	1.00	1.0	1.0	33.9	11.29	451.6	0.452
0	2.50	1.02	1.00	0	1.06	1.00	1.0	1.0	37.6	12.54	501.8	0.502
0	2.75	1.02	1.00	0	1.06	1.00	1.0	1.0	41.4	13.80	551.9	0.552
0	3.00	1.02	1.00	0	1.06	1.00	1.0	1.0	45.2	15.05	602.1	0.602
0	3.25	1.02	1.00	0	1.06	1.00	1.0	1.0	48.9	16.31	652.3	0.652
0	3.50	1.02	1.00	0	1.06	1.00	1.0	1.0	52.7	17.56	702.5	0.702
0	3.75	1.02	1.00	0	1.06	1.00	1.0	1.0	56.4	18.82	752.6	0.753
0	4.00	1.02	1.00	0	1.06	1.00	1.0	1.0	60.2	20.07	802.8	0.803
1	2.00	1.02	1.20	1.4	1.06	1.14	1.0	1.0	61.3	20.43	817.1	0.817
1	2.25	1.02	1.18	1.4	1.06	1.13	1.0	1.0	64.6	21.54	861.4	0.861
1	2.50	1.02	1.16	1.4	1.06	1.12	1.0	1.0	68.0	22.67	907.0	0.907
1	2.75	1.02	1.15	1.4	1.06	1.10	1.0	1.0	71.5	23.83	953.3	0.953
1	3.00	1.02	1.13	1.4	1.06	1.10	1.0	1.0	75.0	25.01	1000.3	1.000
1	3.25	1.02	1.12	1.4	1.06	1.09	1.0	1.0	78.6	26.20	1047.8	1.048
1	3.50	1.02	1.11	1.4	1.06	1.08	1.0	1.0	82.2	27.39	1095.7	1.096
1	3.75	1.02	1.11	1.4	1.06	1.08	1.0	1.0	85.8	28.60	1143.9	1.144
1	4.00	1.02	1.10	1.4	1.06	1.07	1.0	1.0	89.4	29.81	1192.3	1.192
1.5	2.00	1.02	1.30	2.1	1.06	1.22	1.0	1.0	79.8	26.61	1064.2	1.064
1.5	2.25	1.02	1.27	2.1	1.06	1.19	1.0	1.0	82.6	27.53	1101.3	1.101
1.5	2.50	1.02	1.24	2.1	1.06	1.17	1.0	1.0	85.6	28.53	1141.0	1.141
1.5	2.75	1.02	1.22	2.1	1.06	1.16	1.0	1.0	88.7	29.57	1182.6	1.183
1.5	3.00	1.02	1.20	2.1	1.06	1.14	1.0	1.0	91.9	30.64	1225.6	1.226
1.5	3.25	1.02	1.18	2.1	1.06	1.13	1.0	1.0	95.2	31.74	1269.8	1.270
1.5	3.50	1.02	1.17	2.1	1.06	1.12	1.0	1.0	98.6	32.87	1314.8	1.315
1.5	3.75	1.02	1.16	2.1	1.06	1.12	1.0	1.0	102.0	34.01	1360.5	1.360
1.5	4.00	1.02	1.15	2.1	1.06	1.11	1.0	1.0	105.5	35.17	1406.7	1.407

Se plantean diferentes profundidades de empotramiento Df y anchos posibles de cimentación del estribo. La condición menos favorable se presenta cuando Df=0 metros.

qc : Capacidad Portante del Suelo para una zapata continua de ancho B a una profundidad Df

qp = qc / FS, donde FS = 3 (Factor de Seguridad)

Se chequea que : qp > qn en todos los casos

NOTA : Con este cuadro el diseñador estructural tiene una idea de las cargas máximas que soporta cualquiera de las cimentaciones propuestas con un Factor de Seguridad de 3 a la profundidad Df señalada

ESTUDIO DE SUELOS-ENSAYOS DE LABORATORIO-CONTROL DE CALIDAD

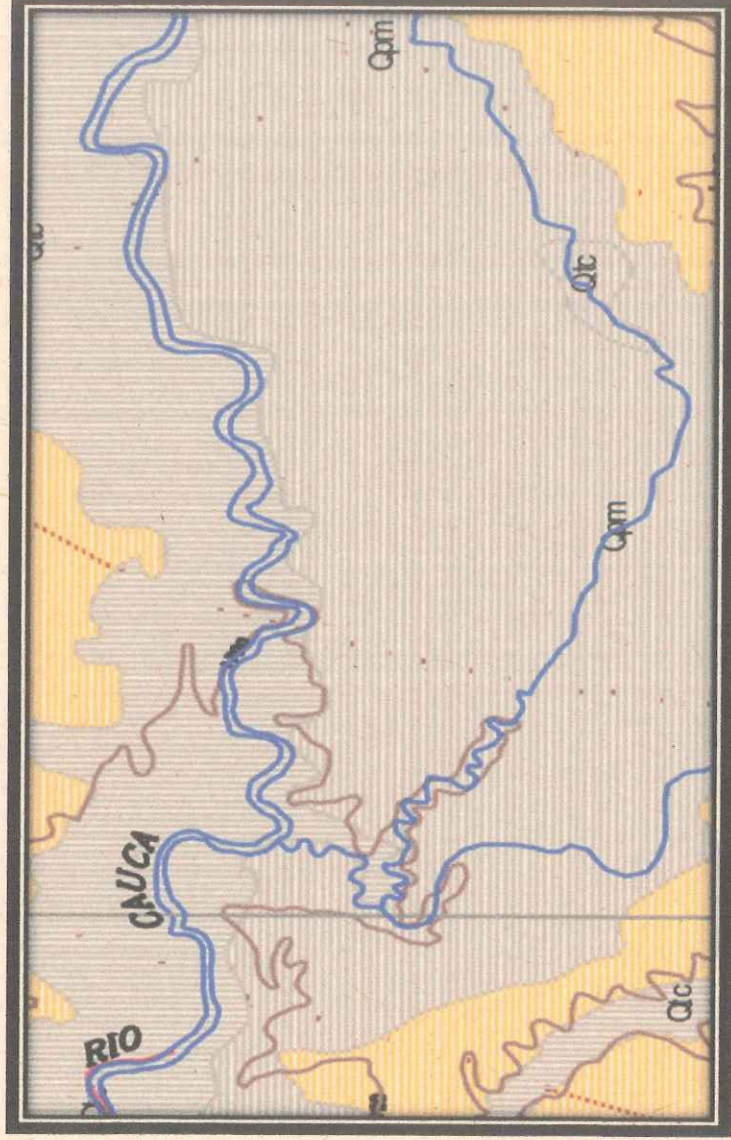
Calle 42N No.6-28 Barrio Vega de Prieto Tel. 8202306 Cel.3154683980 Popayán

Email:geoanalisislab@hotmail.com



GEOANALISIS - LAB
Laboratorio de Concretos, Suelos y Pavimentos

VI GEOLOGÍA REGIONAL Y LOCAL



Geología Regional

La zona del proyecto se localiza según la cartografía geológica del Departamento del Cauca dentro del cuadrángulo N-6 que pertenece a la Formación Popayán (TQv), nombre con el que se denomina a los depósitos casi enteramente volcánicos, que ocupan la vasta altiplanicie de Popayán. Según su nomenclatura estratigráfica corresponde al Eocuaternario y está compuesto por tobas volcánicas y aglomeráticas, cuyas bombas constan principalmente de andesitas de diferentes tipos y con ellas, alternan las tobas volcánicas ordinarias y bancos o capas de cascajos. En el altiplano de Popayán las tobas están profundamente descompuestas, convirtiéndose en limos lateríticos de colores café a amarillo con propiedades baucíticas.

ESTUDIO DE SUELOS-ENSAYOS DE LABORATORIO-CONTROL DE CALIDAD

Calle 42N No.6-28 Barrio Vega de Prieto Tel. 8202306 Cel.3154683980 Popayán

Email: geoanalisislab@hotmail.com



GEOANALISIS - LAB

Laboratorio de Concretos, Suelos y Pavimentos

En general, las rocas y depósitos de la formación Popayán, adoptan en el valle intercordillerano del río Cauca, la forma de un gran abanico aluvial con un patrón de drenaje distributivo. Posiblemente, es el resultado de la superposición de una serie de abanicos aluviales cubiertos posteriormente por ceniza volcánica; los más recientes estarían ubicados hacia el oriente del área.

Desde el punto de vista de la geología regional las rocas y depósitos de la Formación Popayán descansan discordantemente sobre rocas metamórficas de edad Paleozoica pertenecientes al Complejo Arquía y sobre rocas volcánicas cretáceas del Complejo Quebradagrande, las cuales constituyen el flanco occidental de la cordillera Central. En el valle interandino del Río Cauca reposan sobre rocas del Complejo Amaime Barroso de edad cretácea, sobre rocas sedimentarias del terciario que conforman el Grupo del Cauca y cuerpos deíticos del Mioceno Superior que intruyen a las unidades anteriores, igualmente sobre rocas vulcano sedimentarias de la Formación Galeón.

Geología Local

Según el estudio de Microzonificación Sismogeotécnica de Popayán, regionalmente el Municipio está comprendido por el flanco occidental de la Cordillera Central, la depresión intercordillerana del Cauca- Patía, la Cordillera Occidental y las planicies del Pacífico. La Geología Local del área de estudio está constituida por suelos y rocas que pertenecen a la Formación Popayán, de Edad Terciario-Cuaternario y al Complejo Arquía, de posible edad Paleozoica.

El Complejo Arquía se asocia a las rocas que afloran a lado y lado del Río Cauca y se identifican como esquistos verdes, metapelitas, cuarcitas y esquistos negros.

ESTUDIO DE SUELOS-ENSAYOS DE LABORATORIO-CONTROL DE CALIDAD

Calle 42N No.6-28 Barrio Vega de Prieto Tel. 8202306 Cel.3154683980 Popayán

Email:geoanalisislab@hotmail.com



GEOANALISIS - LAB **Laboratorio de Concretos, Suelos y Pavimentos**

El área del proyecto está plenamente ubicada en una subunidad de la Formación Popayán caracterizada por flujos de lodo y Depósitos aluviales del río Molino (Qpm), esta aflora en la parte plana de la subcuenca de Popayán. Se conforma de terrazas aluviales hacia la parte superior y de flujos de lodos que presentan una matriz de arcilla de color gris y café. Hacia el techo existe una capa de lahar de matriz tobácea tamaño limo y arena.

La textura del material de este miembro es granular – fina, presenta granos milimétricos de plagioclasa alterada, de color blanco y brillo perlado. Localmente tiene concentraciones de agujas diminutas de magnetita de brillo metálico reluciente. La Formación Popayán se divide en tres conjuntos: Basal, Medio y Superior. Según Orrego y Paris (1991), la Formación de Popayán se asigna al Terciario-Cuaternario. El conjunto Basal (Tpe,Tph) es Plioceno, el Medio es Pleistoceno (Qps,Qpp) y el Superior es Holoceno (Qpm). La Zona es altamente permeable gracias a la topografía del terreno.

Para nuestro caso en particular el Perfil Estratigráfico se ajusta a los parámetros geológicos locales ya que los limos y arcillas analizados por sus tonalidades cafés, habana, gris y amarilla principalmente son característicos de la Unidad de Flujos y Depósitos Aluviales del río Molino (Qpm). Cabe anotar que en las muestras de suelos los valores calculados de límite líquido mayores de 60 % son propios de los suelos lateríticos que conforman las laderas que hacen parte de la Formación Popayán, los cuales por su composición química son baucíficos. Los suelos aluviales pueden presentar características mineralógicas que los hagan propensos a los fenómenos de tubificación y licuación o de erosión cerca a la superficie.

La baucita es un compuesto que varía susceptiblemente con la humedad y el clima, estos suelos en estado seco pierden su plasticidad porque se cristalizan y en estado

ESTUDIO DE SUELOS-ENSAYOS DE LABORATORIO-CONTROL DE CALIDAD

Calle 42N No.6-28 Barrio Vega de Prieto Tel. 8202306 Cel.3154683980 Popayán

Email:geoanalisislab@hotmail.com



GEOANALISIS - LAB
Laboratorio de Concretos, Suelos y Pavimentos

húmedo presentan resistencias medias a bajas, acompañados de un potencial alto de expansión.

VII SISMICIDAD REGIONAL Y LOCAL

Por su ubicación en el centro del Departamento del Cauca, el Municipio de Popayán hace parte de una región montañosa reciente y de gran actividad tectónica, por ende es susceptible de ser afectado por movimientos sísmicos de diferente intensidad originados por los sistemas de fallas de profundidad variable que atraviesan tanto su territorio, como la región: Los rasgos geológicos y estructurales del sistema de cordillera andino en Colombia, son producto de la interacción de las Placas de Nazca y Suramericana. Respuestas al proceso de colisión con sus formaciones y el vulcanismo.

Ahora se procede a relacionar la información geotécnica del Proyecto con una serie de parámetros consagrados en el Artículo 3.10.2 de la Norma de Diseño y Construcción de Puentes CCP-2014 con el objeto de prescribir un procedimiento que determine los Efectos Locales en los movimientos sísmicos de diseño de la transmisión de las ondas sísmicas en el suelo existente debajo de la Zona de la Obra, los cuales se detallan a continuación:

Procedimiento particular de Sitio (3.10.2.2)

El Municipio de Popayán en el Departamento del Cauca está localizado en la Región 6 de Zona de Amenaza Sísmica **ALTA**. Los movimientos sísmicos de diseño se definen con el Coeficiente de Aceleración Pico del Terreno **PGA=0.30**, el Coeficiente de Aceleración Espectral Horizontal para un periodo de vibración de 0.2 segundos **Ss = 0.60 (Periodo Corto)** y con el Coeficiente de Aceleración Espectral Horizontal para un periodo de vibración de 0.1 segundos **S1 = 0.30 (Periodo Largo)**.

ESTUDIO DE SUELOS-ENSAYOS DE LABORATORIO-CONTROL DE CALIDAD

Calle 42N No.6-28 Barrio Vega de Prieto Tel. 8202306 Cel.3154683980 Popayán

Email:geoanalisislab@hotmail.com



Efectos de Sitio (3.10.3.1)

1. La Resistencia Media al corte no drenada, **Su**, (también aparece como cohesión **C** en este documento) obtenida de ensayos en los estratos de suelos cohesivos no debe exceder un valor máximo de 2.5 kg/cm2:

Su1= 0.607 Kg/cm2 (Valor medio de las muestras de la Unidad 1)

Su2= 0.810 Kg/cm2 (Valor medio de las muestras de la Unidad 2)

Su3= 0.572 Kg/cm2 (Valor obtenido en el ensayo de Corte Directo)

2. Definición del tipo de Perfil de Suelo: Se deben correlacionar los datos de la investigación de campo como el Número Medio de Penetración Estándar, **N**, la Resistencia Media al corte no drenada, **Su**, los valores de Índice de Plasticidad que varían en el rango de $11.8 < IP < 24.5$ % y el contenido de humedad que fluctúa entre $29.1 < W < 40.3$ % en el estrato de suelos cohesivos, para hallar el Perfil del Suelo que mejor se ajuste a las condiciones geotécnicas reales del proyecto.
El número de penetración estándar ponderado para el estrato cohesivo por cada metro de profundidad es de $NSPT = 8$ Golpes y no alcanza a cumplir con el requisito del Tipo de Perfil D.

Para los valores medios de $0.5 < Su < 1.0$ Kg/cm2 se tiene un Perfil de Suelo Tipo D.

Tomando en cuenta estos datos y considerando que los limos y arcillas pueden alcanzar un espesor mayor de 3 metros, valores del Índices de Plasticidad menores de 20% y Humedades Naturales menores de 40%, se debe asumir un **Perfil de Suelo Tipo D** según la Tabla 3.10.3.1-1 de la Norma NSR -2010.

Con el Perfil de Suelo Tipo D y el Coeficiente de Aceleración Pico del Terreno **PGA=0.30** se establece el Factor de Sitio **Fpga = 1.2** (Tabla 3.10.3.2-1), el Coeficiente de Aceleración Espectral Horizontal para un periodo de vibración de 0.2 segundos **Ss = 0.60** se relaciona con un factor de sitio **Fa = 1.32** en el



GEOANALISIS - LAB

Laboratorio de Concretos, Suelos y Pavimentos

intervalo de periodos de vibración cortos, por último el Coeficiente de Aceleración Espectral Horizontal para un periodo de vibración de 0.1 segundos $S1 = 0.30$ se asocia con el factor de sitio $F_v = 1.8$ en el intervalo de periodos de vibración largos.

VIII ANÁLISIS DE ASENTAMIENTOS

- **Asentamientos por Consolidación Primaria**

Esta deformación se da a lo largo del tiempo y ocurre principalmente en suelos cohesivos cuando son sometidos a una carga creciente causada por la construcción de una cimentación. Para nuestro caso no se considera porque la cimentaciones de las subestructuras se apoyan directamente sobre un manto de suelo granular.

De todos modos el ensayo de consolidación nos brinda los siguientes valores característicos para los suelos finos que ocasionan las presiones horizontales sobre los trasdós o paredes verticales de los estribos del puente.

- Esfuerzo Máximo soportado por el suelo cohesivo, $\sigma = 20.10 \text{ Tn/m}^2$
- Relación de vacíos inicial, $eo = 1.250$
- Gravedad Específica, $G_s = 2.629$

- **Asentamientos por Consolidación Secundaria**

Estos no se consideran ya que cualquier suelo orgánico por debajo de las áreas de las cimentaciones debe ser removido y remplazado con un SUELO SELECCIONADO acorde al Artículo 220 de la Norma del Instituto Nacional de Vías 2012.

- **Asentamientos elásticos o instantáneos**

ESTUDIO DE SUELOS-ENSAYOS DE LABORATORIO-CONTROL DE CALIDAD

Calle 42N No.6-28 Barrio Vega de Prieto Tel. 8202306 Cel.3154683980 Popayán

Email:geoanalisislab@hotmail.com



GEOANALISIS - LAB

Laboratorio de Concretos, Suelos y Pavimentos

Los asentamientos elásticos se evidencian en estratos con suelos granulares. Para el presente estudio la profundidad del bulbo de presiones de las cimentaciones recomendadas tiene influencia sobre el estrato de suelo granular del tipo arena limosa que se encuentra en la parte baja sobre el lecho del Río Molino.

Para suelos granulares los asentamientos se pueden calcular con la siguiente expresión:

$$P = 0.6 * q * B / E$$

Donde:

P: Asentamiento instantáneo

q: Presión aplicada por el cimiento

B: Ancho del cimiento

E: Módulo de Young a la profundidad del horizonte del manto arenoso

El Módulo Elástico se puede obtener a partir de las correlaciones con los resultados del ensayo SPT, las arenas alcanzan una compacidad MEDIANAMENTE DENSA, con un valor medio de $N = 11$ Golpes y de acuerdo con la Tabla 6.23 del Manual de Diseño de Cimentaciones del INVIAS se tiene:

$$E = 766 * N \text{ (KN/m}^2\text{)}$$

$$E = 766 * 11 = 8426 \text{ KN/m}^2 = 843 \text{ Tn/m}^2$$



GEOANALISIS - LAB

Laboratorio de Concretos, Suelos y Pavimentos

ASENTAMIENTOS INSTANTÁNEOS EN CIMENTACIONES CORRIDAS

Df	B	L	qc	qp	E	p
(m)	(m)	(m)	(Tn/m ²)	(Tn/m ²)	(Tn/m ²)	(m)
0	2.00	20.00	30.1	10.04	843	0.014
0	2.25	22.50	33.9	11.29	843	0.018
0	2.50	25.00	37.6	12.54	843	0.022
0	2.75	27.50	41.4	13.80	843	0.027
0	3.00	30.00	45.2	15.05	843	0.032
0	3.25	32.50	48.9	16.31	843	0.038
0	3.50	35.00	52.7	17.56	843	0.044
0	3.75	37.50	56.4	18.82	843	0.050
0	4.00	40.00	60.2	20.07	843	0.057
1	2.00	20.00	61.3	20.43	843	0.029
1	2.25	22.50	64.6	21.54	843	0.034
1	2.50	25.00	68.0	22.67	843	0.040
1	2.75	27.50	71.5	23.83	843	0.047
1	3.00	30.00	75.0	25.01	843	0.053
1	3.25	32.50	78.6	26.20	843	0.061
1	3.50	35.00	82.2	27.39	843	0.068
1	3.75	37.50	85.8	28.60	843	0.076
1	4.00	40.00	89.4	29.81	843	0.085
1.5	2.00	20.00	79.8	26.61	843	0.038
1.5	2.25	22.50	82.6	27.53	843	0.044
1.5	2.50	25.00	85.6	28.53	843	0.051
1.5	2.75	27.50	88.7	29.57	843	0.058
1.5	3.00	30.00	91.9	30.64	843	0.065
1.5	3.25	32.50	95.2	31.74	843	0.073
1.5	3.50	35.00	98.6	32.87	843	0.082
1.5	3.75	37.50	102.0	34.01	843	0.091
1.5	4.00	40.00	105.5	35.17	843	0.100

ESTUDIO DE SUELOS-ENSAYOS DE LABORATORIO-CONTROL DE CALIDAD

Calle 42N No.6-28 Barrio Vega de Prieto Tel. 8202306 Cel.3154683980 Popayán

Email:geoanalisislab@hotmail.com



GEOANALISIS - LAB

Laboratorio de Concretos, Suelos y Pavimentos

Por las características geomorfológicas del área del proyecto se da el caso de los asentamientos elásticos o instantáneos en las capas de arenas limosas.

Para el diseño estructural de toda cimentación deben calcularse las excentricidades que haya entre el punto de aplicación de las cargas y el centroíde geométrico de la cimentación. Dichas excentricidades tienen que tenerse en cuenta en el cálculo de la capacidad ante falla, asentamientos totales, diferenciales y giros.

En el cálculo de asentamientos se acepta suponer que el medio es elástico y se pueden usar las soluciones analíticas existentes o métodos numéricos.

Se acepta cualquier distribución de presiones de contacto que satisfaga las siguientes condiciones:

- Que exista equilibrio entre las presiones de contacto y las fuerzas internas y momentos transmitidos por la estructura.
- Que los asentamientos inmediatos más los de consolidación calculados con las presiones de contacto sean de magnitud admisible.
- Que las deformaciones diferenciales instantáneas más las de largo plazo, del sistema subestructura-superestructura, sean de magnitud admisible.

La Capacidad Admisible de diseño para toda cimentación deberá ser el menor valor entre el esfuerzo límite de falla, reducido por el Factor de Seguridad y el que produzca asentamientos iguales a los máximos permitidos según la Sección 10 de la Norma CCP-14.

Para las condiciones de este proyecto se plantea que la capacidad de carga máxima de las cimentaciones produzca asentamientos $\Delta H \leq 10$ cm. Las condiciones geotécnicas del suelo de fundación son buenas para la categoría del tránsito que soporta el puente vehicular, siempre y cuando se dé un manejo adecuado a la erosión y socavación lateral proyectadas para el caudal de banca llena del Río Molino.

ESTUDIO DE SUELOS-ENSAYOS DE LABORATORIO-CONTROL DE CALIDAD

Calle 42N No.6-28 Barrio Vega de Prieto Tel. 8202306 Cel.3154683980 Popayán

Email:geoanalisislab@hotmail.com



IX CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES PARA EL DISEÑO GEOTÉCNICO Y CONSTRUCCIÓN DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES

1. El presente capítulo comprende el conjunto de actividades necesarias para aproximarse a las características geotécnicas del sitio del proyecto, con el fin de establecer las condiciones que limitan su aprovechamiento, los problemas potenciales que puedan presentarse, los criterios geotécnicos y parámetros generales que permitan elaborar una evaluación económica de las inversiones del proyecto.

El estudio presenta en forma general el entorno geológico, características del subsuelo y recomendaciones geotécnicas para la elaboración del diseño estructural, incluyendo los parámetros sísmicos del área, criterios generales de cimentación y obras de adecuación del terreno para la unidad de evaluación geotécnica.

De manera general el suelo natural de fundación para cada subestructura está compuesto por un manto homogéneo de LIMOS INORGÁNICOS DE BAJA PLASTICIDAD (ML) Y ARCILLAS INORGÁNICAS DE BAJA PLASTICIDAD (CL) subyacentes a un manto de ARENA LIMOSA (SM) de compactad suelta.

Los **SUELOS NETAMENTE COHESIVOS**, tiene una consistencia FIRME según los valores medios de resistencia a la compresión simple y los números de golpes del ensayo de penetración estándar (SPT).

Presenta valores de Límite Líquido de 41 a 63 % y de Índices de Plasticidad en el rango de 11.8 a 24.5 % que según la Tabla H.9.1-1 de la norma NSR-2010 se relacionan con suelos con un Potencial de Expansión de MEDIO a ALTO. Desde el punto de vista del Índice de Consistencia del suelo los valores de los límites de

ESTUDIO DE SUELOS-ENSAYOS DE LABORATORIO-CONTROL DE CALIDAD

Calle 42N No.6-28 Barrio Vega de Prieto Tel. 8202306 Cel.3154683980 Popayán

Email: geoanalisislab@hotmail.com



GEOANALISIS - LAB

Laboratorio de Concretos, Suelos y Pavimentos

Atterberg señalan que estos suelos finos presentan una consistencia LÍQUIDA a DURA acorde a los criterios de la Norma Invias E-152-13. Al tratarse de un estrato netamente cohesivo es necesario tomar medidas preventivas para evitar la infiltración de aguas lluvias y humedades indeseables en la periferia de las subestructuras, ya que el cambio de volumen de estos puede ocasionar deformaciones que fisuren los elementos estructurales y de mampostería, debido en gran parte a que la humedad natural varía de 29 hasta 40.3 %, es decir alcanzando rangos superiores al tope del límite Plástico. En estado inalterado el depósito de suelo puede parecer estable, pero un impacto súbito puede conducirlo al estado líquido. Un LL e IP altos indican un suelo hidrófilo y por lo tanto más susceptible a los cambios en el contenido de humedad, que puede conducir a agrietamientos.

Tomando como referencia la Norma ASTM D-2487 para suelos finos observamos que los porcentajes retenidos en el Tamiz 200 mayores del 15% se consideran como **LIMOS CON ARENA Y ARCILLAS DELGADAS CON ARENA**. El Artículo H.2.5.2 de la Norma Sismo resistente Colombiana NSR-2010, establece que si más del 30% del peso de las muestras pasa por el Tamiz N° 200 y si además tienen Límites Líquidos > 30% e Índices Plásticos > 10 % el **suelo es netamente cohesivo**.

Desde el punto de vista del Método de Clasificación de la AASHTO se determinó que los suelos finos se relacionan con las Categoría A-7-5 y A-7-6 de comportamiento MODERADO A POBRE como capa de soporte. La arena limosa SM se aproxima al grupo A-2-4 de buen comportamiento como suelo de soporte, debido en gran parte a sus propiedades cohesivo friccionantes.

Las condiciones de gradación y plasticidad de la arena limosa de origen aluvial existente a partir de los 4.6 metros de profundidad, la clasifican dentro del grupo de

ESTUDIO DE SUELOS-ENSAYOS DE LABORATORIO-CONTROL DE CALIDAD

Calle 42N No.6-28 Barrio Vega de Prieto Tel. 8202306 Cel.3154683980 Popayán

Email: geoanalisislab@hotmail.com



GEOANALISIS - LAB

Laboratorio de Concretos, Suelos y Pavimentos

los **suelos netamente granulares** y de acuerdo a los criterios de la Norma ASTM D-2487 el agregado se denomina como una ARENA LIMOSA (SM). Esta presenta propiedades cohesivo friccionantes de densidad medianamente densa a suelta. Para la caracterización se determina la compacidad relativa, el ángulo de fricción interna y el número de golpes corregido para las muestras de arena, siguiendo los parámetros del capítulo 4 del Manual de Cimentaciones del Instituto Nacional de Vías.

2. Además de evaluar la resistencia de las obras civiles, se debe considerar la geomorfología existente en las postrimerías del lecho del Río Molino, ya que este ha presentado avenidas torrenciales durante el último lustro, por tanto es indispensable conservar y sembrar en las áreas aledañas de reserva ambiental y zonas verdes, semillas o espedones de pasto *Brachiaria decumbens* o *Brachiaria brizantha*. Esto con el fin de impedir el efecto de la erosión y una posible socavación lateral de la subestructura durante la ocurrencia del caudal de crecientemente.

La revegetalización con pastos y plantas de los taludes aguas arriba y aguas debajo del puente vehicular, ayuda a controlar la erosión ya que impermeabiliza la superficie y da consistencia por el entramado mecánico de sus raíces. Al tomar el agua que requieren para vivir extraen la humedad del suelo y de paso ancla el estrato superficial a mantos más profundos. Adicionalmente se debe garantizar que el sistema de drenaje vial abarque toda el área del proyecto, para garantizar el buen direccionamiento de las aguas lluvias y evitar de esta manera saturación de los suelos en la zona de las zarpas y estribos.

3. El suelo arenoso encontrado en las perforaciones es susceptible de tubificarse bajo la acción de movimientos telúricos. Por tanto, se recomienda en laboratorio

ESTUDIO DE SUELOS-ENSAYOS DE LABORATORIO-CONTROL DE CALIDAD

Calle 42N No.6-28 Barrio Vega de Prieto Tel. 8202306 Cel.3154683980 Popayán

Email: geoanalisislab@hotmail.com



GEOANALISIS - LAB

Laboratorio de Concretos, Suelos y Pavimentos

medir la dispersión que da inicio a la tubificación y socavación, mediante las pruebas de Crumb, ensayo de doble hidrómetro y el ensayo de Pinhole Test.

De acuerdo a los parámetros de caracterización, los suelos cohesivos no son susceptibles a ser Colapsables, pero si presentan cierto grado de expansión.

Esta situación obedece a las propiedades hidrófilas de los suelos lateríticos de la Formación Popayán, que les permite absorber su propio peso en agua. En estado fluido pierden sus propiedades mecánicas, pero las recuperan fácilmente con humedades naturales moderadas.

4. Las recomendaciones del presente estudio son de tipo académico y se limitan a los registros de perforación y a los cálculos teóricos. En condiciones reales la perforación y recuperación de muestras se deben ajustar a los protocolos de las Secciones 2 y 3 de la Norma Colombiana de Diseño de Puentes CCP-14.
5. Los valores de los coeficientes que intervienen en el cálculo de las cargas sísmicas horizontales de la estructuras son los siguientes:

Parámetros Básicos para el Análisis Sísmico del Puente vehicular			Valor
Departamento	CAUCA		
Municipio	POPAYÁN		
Región de Amenaza Sísmica			6
Coef. de aceleración pico horizontal del terreno (PGA)			0.30
Coef. De aceleración para periodo corto (Ss)			0.60
Coef. De aceleración para periodo largo (S1)			0.30
Nivel de Amenaza Sísmica			ALTA
Definición del Tipo de Perfil de Suelo			D
Factor de Sitio en el periodo de vibración cero (Fpga)			1.2
Factor de Sitio en el intervalo de periodos de vibración cortos (Fa)			1.32
Factor de Sitio en el intervalo de periodos de vibración largos (Fv)			1.8

ESTUDIO DE SUELOS-ENSAYOS DE LABORATORIO-CONTROL DE CALIDAD

Calle 42N No.6-28 Barrio Vega de Prieto Tel. 8202306 Cel.3154683980 Popayán

Email:geoanalisislab@hotmail.com



GEOANALISIS - LAB

Laboratorio de Concretos, Suelos y Pavimentos

6. La capacidad portante de las **CIMENTACIONES CORRIDAS** para las Unidades de diseño Geotécnico, considerando una capa de soporte compuesta de arenas limosas a diferentes profundidades de empotramiento, son las siguientes:

CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE Y COEFICIENTES DE BALASTO DE CIMENTACIONES CORRIDAS						
Df (m)	B (m)	qc (Tn/m ²)	qp (Tn/m ²)	Ks Tn/m ³	Ks kg/cm ³	
0	2.00	30.1	10.04	401.4	0.401	
0	2.25	33.9	11.29	451.6	0.452	
0	2.50	37.6	12.54	501.8	0.502	
0	2.75	41.4	13.80	551.9	0.552	
0	3.00	45.2	15.05	602.1	0.602	
0	3.25	48.9	16.31	652.3	0.652	
0	3.50	52.7	17.56	702.5	0.702	
0	3.75	56.4	18.82	752.6	0.753	
0	4.00	60.2	20.07	802.8	0.803	
1	2.00	61.3	20.43	817.1	0.817	
1	2.25	64.6	21.54	861.4	0.861	
1	2.50	68.0	22.67	907.0	0.907	
1	2.75	71.5	23.83	953.3	0.953	
1	3.00	75.0	25.01	1000.3	1.000	
1	3.25	78.6	26.20	1047.8	1.048	
1	3.50	82.2	27.39	1095.7	1.096	
1	3.75	85.8	28.60	1143.9	1.144	
1	4.00	89.4	29.81	1192.3	1.192	
1.5	2.00	79.8	26.61	1064.2	1.064	
1.5	2.25	82.6	27.53	1101.3	1.101	
1.5	2.50	85.6	28.53	1141.0	1.141	
1.5	2.75	88.7	29.57	1182.6	1.183	
1.5	3.00	91.9	30.64	1225.6	1.226	
1.5	3.25	95.2	31.74	1269.8	1.270	
1.5	3.50	98.6	32.87	1314.8	1.315	
1.5	3.75	102.0	34.01	1360.5	1.360	
1.5	4.00	105.5	35.17	1406.7	1.407	



El Coeficiente de Balasto está definido como el valor obtenido del cociente entre el incremento de presión de contacto (q) y el desplazamiento esperado (δ) tal como aparece a continuación:

$$K_s = q / \delta \text{ (Tn/m}^3\text{)}$$

Es decir es una relación conceptual entre la presión admisible del suelo y la deformación del suelo, que es muy usada en el diseño por el Método Flexible de zapatas continuas. Existen diferentes expresiones que nos permiten correlacionar la información de campo y obtener un valor racional de este término también conocido como Coeficiente de Winkler:

Método de Bowles obtenido mediante la capacidad última de carga:

$$K_s \text{ (Tn/m}^3\text{)} = 40 q_p \text{ (Tn/m}^2 \text{)}$$

Esta expresión se relaciona con una deformación esperada de 25 mm para la presión de contacto máxima admisible del suelo.

7. Para efectos del chequeo estructural de muros perimetrales de contención en el proyecto, se deben seguir los lineamientos de la Norma Colombiana de Diseño de Puentes, Sección 11_MUROS ESTRIBOS Y PILAS considerando los siguientes parámetros geotécnicos :

- El Suelo Natural de Fundación es una arena limosa (SM)
- Peso Específico Suelo Granular : 1.40 Tn/m³
- Ángulo de fricción interna del Suelo Granular : $\phi = 30^\circ$
- Capacidad portante del suelo granular: Depende del ancho de la cimentación y de la profundidad de empotramiento D_f (Ver literal 6)
- Suelo que ocasiona presión lateral sobre los estribos: Limos y arcillas de baja plasticidad (ML – CL)



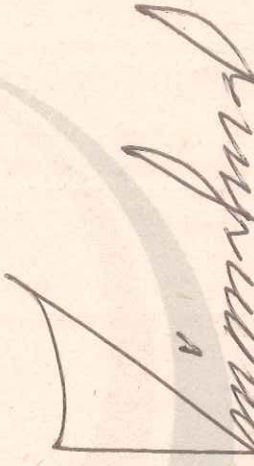
GEOANALISIS - LAB

Laboratorio de Concretos, Suelos y Pavimentos

- Angulo de fricción interna suelo cohesivo : $\phi = 30^\circ$
- Coeficiente de fricción suelo cohesivo – Concreto masivo : $\tan \phi = 0.58$
- Suelo de relleno por detrás de la pantalla vertical: Mezclas de Grava y Arena (GW)
- Peso Específico Grava GW : 2.00 Tn/m³ (Compacta al 95% del Proctor Modificado)
- Angulo de fricción interna suelo GW – Concreto masivo : $\delta = 30^\circ$
- Coeficiente de fricción suelo GW – Concreto masivo : $\tan \delta = 0.58$

(Fuente: Ángulo de fricción entre materiales U.S. Department of the Navy, 1982a)

8. Los Artículos 3.11.5.2 y 11.6.5.6 de la Norma de diseño de puentes indican que no se recomienda el uso de limos o arcillas en el relleno de muros en áreas sísmicamente activas, los materiales granulares deben ser angulares en lugar de redondeadas para garantizar su grado de compactación. Se debe garantizar el drenaje de la estructura por medio de filtros en tubería perforada y una adecuada distribución de lagrimales.


Ing. JOSÉ ANDRÉS MARTÍNEZ DORADO
MAT. 19202-81425 DEL COPNIA
CC. 70.326.139 POPAYÁN

ESTUDIO DE SUELOS-ENSAYOS DE LABORATORIO-CONTROL DE CALIDAD

Calle 42N No.6-28 Barrio Vega de Prieto Tel. 8202306 Cel.3154683980 Popayán

Email: geoanalisislab@hotmail.com



GEOANÁLISIS - LAB
Laboratorio de Concretos, Suelos y Pavimentos

MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD INGENIERO CONSULTOR

El suscrito Ingeniero Civil **JOSÉ ANDRÉS MARTÍNEZ DORADO** con matrícula profesional **19202 -81425 CAUCA** del Copnia, como responsable de este estudio y conforme a lo establecido por la Ley 400 de 1997, Artículo 28 "Experiencia del Ingeniero en Geotecnia" (Título H.1, Literal H.1.1.21: Firma de los Estudios) certifico que cumplo con la Norma y asumo la responsabilidad del presente Estudio Geotécnico exonerando a las autoridades Municipales competentes, conforme a lo establecido por la NSR – 2010 (Ley 400 de 1997, Título III, Capítulo I, Artículos 5 y 6 : Responsabilidad de los diseños), en cualquier caso , situación o eventualidad que pudiera presentarse, en el proyecto al que hace referencia el presente estudio, no se ejecuten conforme a lo estipulado por el mismo, no se asume responsabilidad civil ni penal alguna.

Además por medio del presente Certifico que las Normas utilizadas para el Estudio Geotécnico para el Proyecto denominado **ESTUDIO PATOLÓGICO DEL PUENTE VEHICULAR UBICADO EN LA CARRERA 7 ENTRE CALLES 1 Y 1ª, MUNICIPIO DE POPAYÁN – DEPARTAMENTO DEL CAUCA**, son las que están contempladas en las Norma Colombiana de Diseño de Puentes CCP-2014 y por las Normas de Construcción y Manuales de diseño vigentes del Instituto Nacional de Vías.

Para constancia se firma en Popayán en el mes de Mayo del año 2017.

Atentamente

JOSÉ ANDRÉS MARTÍNEZ DORADO
INGENIERO CIVIL M.P. 19202 - 81425 CAUCA
O.C. 76.326.139 DE POPAYÁN
Cel 311 363 8787

ESTUDIO DE SUELOS-ENSAYOS DE LABORATORIO-CONTROL DE CALIDAD

Calle 42N No.6-28 Barrio Vega de Prieto Tel. 8202306 Cel.3154683980 Popayán

Email:geoanalisislab@hotmail.com



GEOANALISIS - LAB

Laboratorio de Concretos, Suelos y Pavimentos

REPUBLICA DE COLOMBIA
IDENTIFICACION PERSONAL
CEDULA DE CIUDADANIA

NUMERO **76.326.139**
MARTINEZ DORADO

APELLIDOS
JOSE ANDRES

NOMBRES
[Signature]

[Portrait Photo]

FECHA DE NACIMIENTO **13-NOV-1974**
POPAYAN
(CAUCA)

LUGAR DE NACIMIENTO
1.74
ESTATURA

O+
G.S. RH

M
SEXO

12-JUN-1995 POPAYAN
FECHA Y LUGAR DE EXPEDICION

[Fingerprint]

INDICE DERECHO

[Barcode]

REGISTRADOR NACIONAL
Caucas Janet. JUANPABLO TORRES

A 1100100-00163024 M-0076326139-20090716 0013539930A 1 7740100944

REPUBLICA DE COLOMBIA
CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERIA
Y SUS PROFESIONES AUXILIARES

MATRICULA No. **1920281425CAU**
INGENIERO CIVIL
DE FECHA **2000/06/15**

APELLIDOS
MARTINEZ DORADO

NOMBRES
JOSE ANDRES

C.C. **76.326.139**
UNIVERSIDAD
DEL CAUCA

[Portrait Photo]

[Signature]
Presidente del Consejo

ESTUDIO DE SUELOS-ENSAYOS DE LABORATORIO-CONTROL DE CALIDAD

Calle 42N No.6-28 Barrio Vega de Prieto Tel. 8202306 Cel.3154683980 Popayán

Email:geoanalisislab@hotmail.com

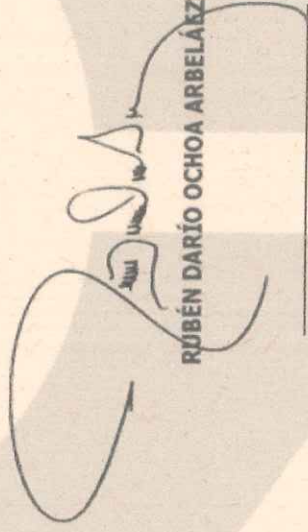
CERTIFICADO DE VIGENCIA Y ANTECEDENTES DISCIPLINARIOS
N° E2017WEB00087149

REPÚBLICA DE COLOMBIA
CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE
INGENIERÍA
COPNIA

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que MARTINEZ DORADO JOSE ANDRES identificado (a) con Cédula de Ciudadanía N° 76326139, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, como INGENIERO CIVIL con Matrícula Profesional N° 19202-81425 CAU desde el (los) quince (15) día(s) del mes de junio del año dos mil (2000).
2. Que la (el) Matrícula Profesional es la autorización que expide el Estado para que el titular ejerza su profesión en todo el territorio de la República de Colombia, de conformidad con lo dispuesto en la Ley 842 de 2003.
3. Que la (el) referida (o) Matrícula Profesional se encuentra vigente, por lo cual el profesional certificado actualmente NO está impedido para ejercer la profesión.
4. Que el profesional NO tiene antecedentes disciplinarios ético-profesionales.
5. Que la presente certificación tiene una validez de seis (6) meses y se expide en Bogotá, D.C., a los ocho (8) días del mes (mayo) del año dos mil diecisiete (2017).


RUBÉN DARÍO OCHOA ARBELÁEZ

Firma del titular (*)

(*) Con el fin de verificar que el titular autoriza su participación en procesos estatales de selección de contratistas. La falta de firma del titular no invalida el Certificado.
El presente es un documento público expedido electrónicamente con firma digital que garantiza su plena validez jurídica y probatoria según lo establecido en la Ley 527 de 1999.

Para verificar la integridad e inalterabilidad del presente documento consulte en el sitio web <http://gdocumental.copnia.gov.co/investiteCSV> indicado el código que se encuentra en el costado izquierdo de este documento

Calle 78 N° 9 - 57 Piso 13 - Bogotá D.C. Pbx: 3220102 - Correo-e: info@copnia.gov.co

www.copnia.gov.co

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA - COPNIA

Calle 78 N° 9 - 57 - Teléfono: 3220102 - Bogotá D.C.

e-mail: info@copnia.gov.co - pqr@copnia.gov.co

www.copnia.gov.co





GEOANÁLISIS - LAB
Laboratorio de Concretos, Suelos y Pavimentos

MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD

El suscrito Geotecnólogo **Luis Enrique Tobar Plaza** con matrícula profesional 19516009060 CAU, Representante legal del laboratorio de suelos concretos y pavimentos GEOANÁLISIS-LAB, se hace responsable por la ejecución de los ensayos de laboratorio para el Estudio Geotécnico del Proyecto denominado **ESTUDIO PATOLÓGICO DEL PUENTE VEHICULAR UBICADO EN LA CARRERA 7 ENTRE CALLES 1 Y 1ª, MUNICIPIO DE POPAYÁN – DEPARTAMENTO DEL CAUCA** y certifica que la información se ajusta a las Normas NTC del Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, ICONTEC, y de la Sociedad Americana para Ensayos y Materiales, ASTM, las cuales forman parte integrante del Reglamento CCP-2014.

Para constancia se firma en Popayán en el mes de Mayo del año 2017.

Atentamente


Luis Enrique Tobar Plaza
Geoanálisis - Lab
MAT 19516009060 CAU

ESTUDIO DE SUELOS-ENSAYOS DE LABORATORIO-CONTROL DE CALIDAD

Calle 42N No.6-28 Barrio Vega de Prieto Tel. 8202306 Cel.3154683980 Popayán

Email: geoanalisislab@hotmail.com



GEOANALISIS - LAB

Laboratorio de Concretos, Suelos y Pavimentos

REPUBLICA DE COLOMBIA
IDENTIFICACION PERSONAL
CEDULA DE CIUDADANIA
10539914
NUMERO
TOBAR PLAZA
APELLIDOS
LUIS ENRIQUE
NOMBRES
REN
FOTOGRAFIA

REPUBLICA DE COLOMBIA
CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERIA
COPNIA
CERTIFICADO DE INSCRIPCION
PROFESIONAL AUXILIAR No.
19516009060CAU
GEOTECNOLOGO
DE FECHA 27/11/2008
LUIS ENRIQUE
TOBAR PLAZA
C.C. 10539914
UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FOTOGRAFIA
Luis Enrique Tobar Plaza
PRESIDENTE DEL CONSEJO

ESTUDIO DE SUELOS-ENSAYOS DE LABORATORIO-CONTROL DE CALIDAD

Calle 42N No.6-28 Barrio Vega de Prieto Tel. 8202306 Cel.3154683980 Popayán

Email:geoanalisislab@hotmail.com



GEOANALISIS - LAB
Laboratorio de Concretos, Suelos y Pavimentos

X. REGISTROS DE CAMPO Y ENSAYOS DE LABORATORIO

ESTUDIO DE SUELOS-ENSAYOS DE LABORATORIO-CONTROL DE CALIDAD

Calle 42N No.6-28 Barrio Vega de Prieto Tel. 8202306 Cel.3154683980 Popayán

Email:geoanalisislab@hotmail.com



ENSAYO DE CORTE DIRECTO

FECHA

26 DE ENERO DE 2017

OBRA

ESTUDIO PATOLOGICO PUENTE VEHICULAR

UBICACIÓN

CARRERA 7 ENTRE CALLES 1 Y 1A, POPAYAN-CAUCA

SOLICITA:

ING DIEGO FERNANDO RUIZ - ING GABRIELA EUGENIA SILVA

MUESTRA:

ARCILLA COLOR GRIS CON VETAS AMARILLAS Y CAFES (DE 2,10 A 2,70 mts)

ALTURA DEL MOLDE cms

2.00

DIAMETRO DEL MOLDE cms

4.97

AREA DEL MOLDE cms²

19.4

VOLUMEN DEL MOLDE cms³

38.8

HUMEDAD NATURAL

40.21

PESO DEL MOLDE + SUELO HUMEDO gr

137.55

PESO MOLDE gr

72.46

PESO UNITARIO HUMEDO gr/cm³

1.678

PRESION NORMAL Kg / cm ² : 0.5	
CARGA Kg	DEFORMACION 0.001"
0 - 3	0 a 111
3 - 6	111 a 179
6 - 9.5	179 a 215

TIEMPO EN SEG	DEFORM EN 0.001"	DEFORM EN cms	CARGA APLICADA Kgs	AREA CORREGIDA cm ²	ESFUERZO CORTANTE Kg / cm ²
	5	0.0127	0.15	18.50	0.01
	10	0.0254	0.62	18.44	0.03
	15	0.0381	1.25	18.38	0.07
	20	0.0508	2.25	18.32	0.12
	30	0.0762	3.56	18.19	0.20
	40	0.1016	4.58	18.07	0.25
	50	0.1270	5.58	17.94	0.31
	60	0.1524	6.25	17.81	0.35
	70	0.1778	7.02	17.68	0.40
	80	0.2032	7.52	17.56	0.43
	90	0.2286	8.98	17.44	0.51
	100	0.2540	9.65	17.31	0.56
	110	0.2794	10.80	17.19	0.63
	120	0.3048	11.52	17.06	0.68
	130	0.3302	12.14	16.94	0.72
	140	0.3556	13.25	16.82	0.79
	150	0.3810	14.12	16.69	0.85
	160	0.4064	14.35	16.57	0.87
	170	0.4318	14.02	16.44	0.85
	180	0.4572	13.89	16.32	0.85
	190	0.4826	13.75	16.19	0.85



ENSAYO DE CORTE DIRECTO

FECHA	26 DE ENERO DE 2017
OBRA	ESTUDIO PATOLOGICO PUENTE VEHICULAR
UBICACIÓN	CARRERA 7 ENTRE CALLES 1 Y 1A, POPAYAN-CAUCA
SOLICITA:	ING DIEGO FERNANDO RUIZ - ING GABRIELA EUGENIA SILVA
MUESTRA:	ARCILLA COLOR GRIS CON VETAS AMARILLAS Y CAFES (DE 2,10 A 2,70 mts)

ALTURA DEL MOLDE cms	2.00
DIAMETRO DEL MOLDE cms	4.97
AREA DEL MOLDE cms ²	19.4
VOLUMEN DEL MOLDE cms ³	38.8
HUMEDAD NATURAL	39.65
PESO DEL MOLDE + SUELO HUMEDO gr	137.80
PESO MOLDE gr	72.46
PESO UNITARIO HUMEDO gr/cm ³	1.684

PRESION NORMAL Kg / cm ² : 1.0	
CARGA Kg	DEFORMACION 0.001"
0 - 6.5	0 a 143
6.5 - 13	143 a 253
13 - 19.5	253 a 380

TIEMPO EN SEG	DEFORM EN 0.001"	DEFORM EN cms	CARGA APLICADA Kgs	AREA CORREGIDA cm ²	ESFUERZO CORTANTE Kg / cm ²
	5	0.0127	0.25	18.50	0.01
	10	0.0254	0.86	18.44	0.05
	15	0.0381	1.45	18.38	0.08
	20	0.0508	2.85	18.32	0.16
	30	0.0762	4.65	18.19	0.26
	40	0.1016	6.52	18.07	0.36
	50	0.1270	8.25	17.94	0.46
	60	0.1524	10.20	17.81	0.57
	70	0.1778	11.21	17.68	0.63
	80	0.2032	12.45	17.56	0.71
	90	0.2286	13.20	17.44	0.76
	100	0.2540	14.45	17.31	0.83
	110	0.2794	15.25	17.19	0.89
	120	0.3048	16.85	17.06	0.99
	130	0.3302	17.90	16.94	1.06
	140	0.3556	18.56	16.82	1.10
	150	0.3810	19.30	16.69	1.16
	160	0.4064	19.35	16.57	1.17
	170	0.4318	18.95	16.44	1.15
	180	0.4572	18.52	16.32	1.13
	190	0.4826	18.49	16.19	1.14



ENSAYO DE CORTE DIRECTO

FECHA: 26 DE ENERO DE 2017
OBRA: ESTUDIO PATOLOGICO PUENTE VEHICULAR
UBICACIÓN: CARRERA 7 ENTRE CALLES 1 Y 1A, POPAYAN-CAUCA
SOLICITA: ING DIEGO FERNANDO RUIZ - ING GABRIELA EUGENIA SILVA
MUESTRA: ARCILLA COLOR GRIS CON VETAS AMARILLAS Y CAFES (DE 2,10 A 2,70 mts)

ALTURA DEL MOLDE cms: 2.00
DIAMETRO DEL MOLDE cms: 4.97
AREA DEL MOLDE cms²: 19.4
VOLUMEN DEL MOLDE cms³: 38.8
HUMEDAD NATURAL: 40.85
PESO DEL MOLDE + SUELO HUMEDO gr: 137.65
PESO MOLDE gr: 72.46
PESO UNITARIO HUMEDO gr/cm³: 1.680

PRESION NORMAL Kg / cm ² : 1,5	
CARGA Kg	DEFORMACION 0,001"
0 - 10	0 a 182
10 - 20	182 a 300
20 - 29	300 a 446

TIEMPO EN SEG	DEFORM EN 0,001"	DEFORM EN cms	CARGA APLICADA Kgs	AREA CORREGIDA cm ²	ESFUERZO CORTANTE Kg / cm ²
	5	0.0127	1.21	18.50	0.07
	10	0.0254	2.52	18.44	0.14
	15	0.0381	3.21	18.38	0.17
	20	0.0508	7.58	18.32	0.41
	30	0.0762	10.25	18.19	0.56
	40	0.1016	13.65	18.07	0.76
	50	0.1270	15.21	17.94	0.85
	60	0.1524	16.85	17.81	0.95
	70	0.1778	17.46	17.68	0.99
	80	0.2032	18.25	17.56	1.04
	90	0.2286	19.65	17.44	1.13
	100	0.2540	20.25	17.31	1.17
	110	0.2794	21.45	17.19	1.25
	120	0.3048	22.25	17.06	1.30
	130	0.3302	23.99	16.94	1.42
	140	0.3556	24.32	16.82	1.45
	150	0.3810	24.02	16.69	1.44
	160	0.4064	23.85	16.57	1.44
	170	0.4318	23.65	16.44	1.44
	180	0.4572	23.20	16.32	1.42
	190	0.4826	22.98	16.19	1.42



FECHA

OBRA

UBICACIÓN

SOLICITA:

MUESTRA:

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

26 DE ENERO DE 2017

ESTUDIO PATOLOGICO PUENTE VEHICULAR

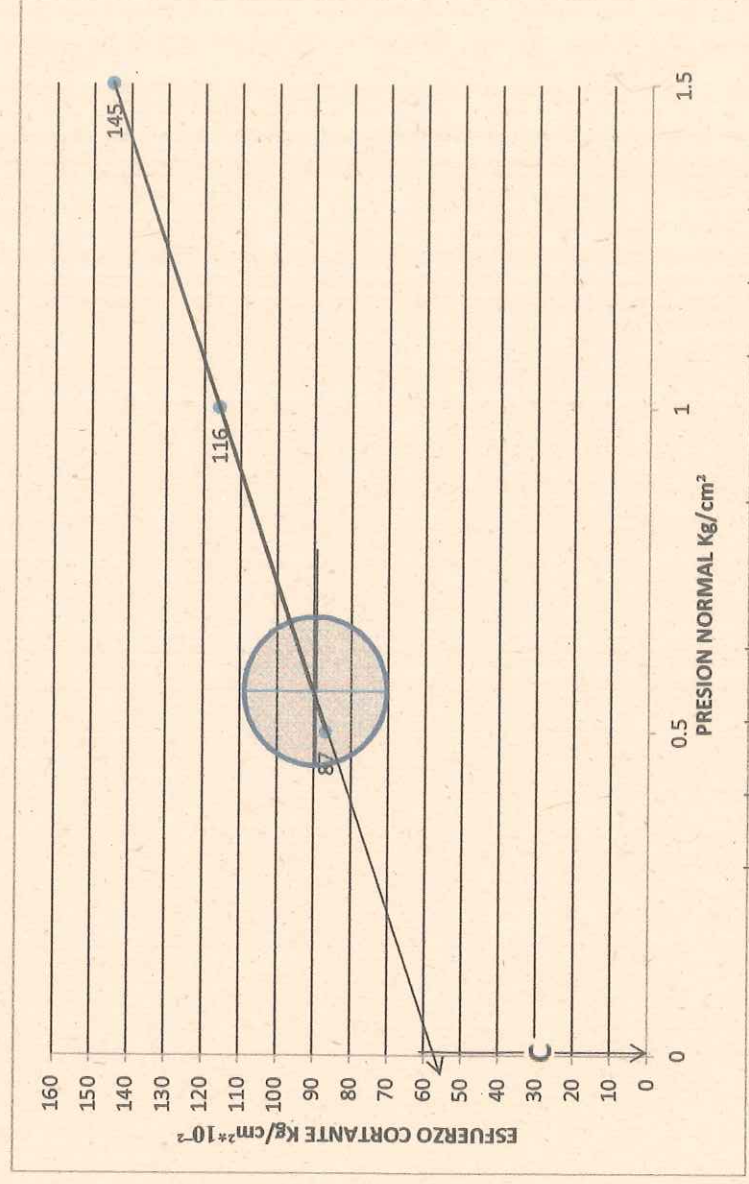
CARRERA 7 ENTRE CALLES 1 Y 1A, POPAYAN-CAUCA

ING DIEGO FERNANDO RUIZ - ING GABRIELA EUGENIA SILVA

ARCILLA COLOR GRIS CON VETAS AMARILLAS Y CAFES

P.N.	0.5	1.0	1.5	Kg / CM ²	C = COHESION = 57,2 Kg / CM ² · 10 ⁻²
E.C.	87	116	145	Kg / cm ² · 10 ⁻²	C = 0,572 Kg / cm ²

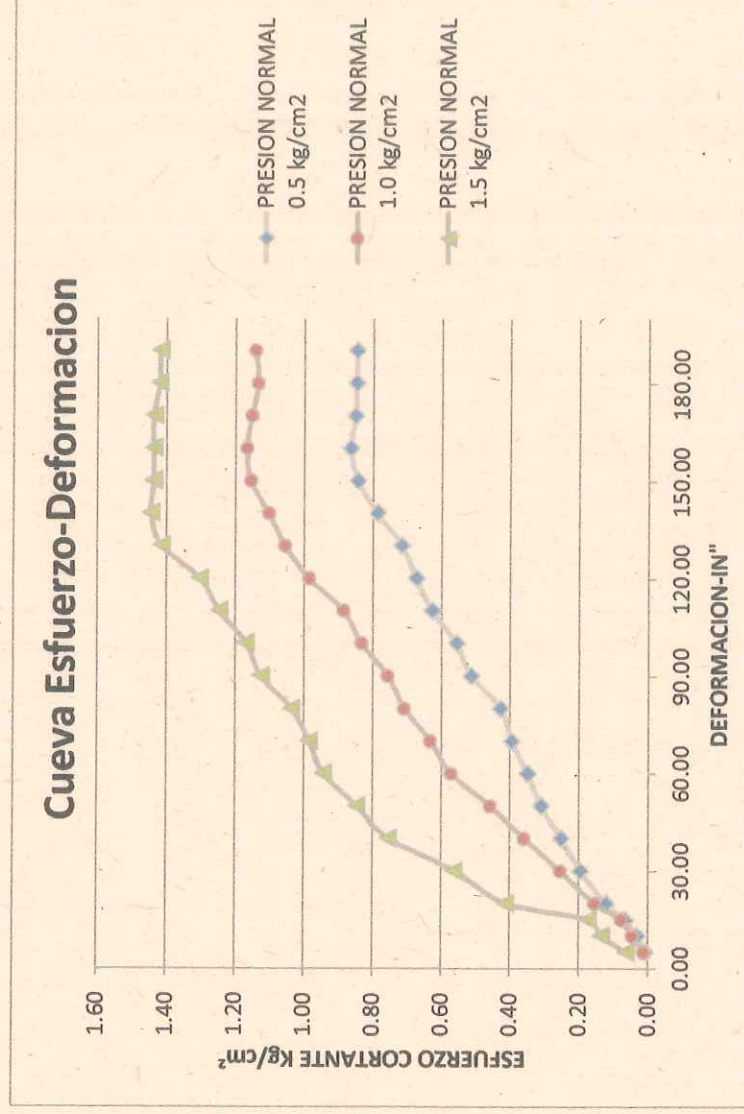
Ø = ANGULO DE FRICCION INTERNA = 30,11°





ENSAYO DE CORTE DIRECTO

FECHA	26 DE ENERO DE 2017
OBRA	ESTUDIO PATOLOGICO PUENTE VEHICULAR
UBICACIÓN	CARRERA 7 ENTRE CALLES 1 Y 1A, POPAYAN-CAUCA
SOLICITA:	ING DIEGO FERNANDO RUIZ - ING GABRIELA EUGENIA SILVA
MUESTRA:	ARCILLA COLOR GRIS CON VETAS AMARILLAS Y CAFES





GEOANALISIS - LAB
Laboratorio de Concretos, Suelos y Pavimentos

OBRA: ESTUDIO PATOLOGICO PUENTE VEHICULAR
UBICACIÓN: CARRERA 7 ENTRE CALLES 1 Y 1A, POPAYAN-CAUCA
SONDEO 1 - DE 2,10 A 2,70 mts
MATERIAL ARCILLA COLOR GRIS CON VETAS AMARILLAS, CAFES Y MATERIAL GRANULAR
SOLICITA: ING DIEGO FERNANDO RUIZ - ING GABRIELA EUGENIA SILVA

CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL DE SUELOS

TIEMPO min.	vt	LECTURA DIAL DE DEFORMACION : (0,001")					
		INCREMENTOS : (Kg / Cm ²)					
		0,0 - 0,5	0,5 - 1,0	1,0 - 2,0	2,0 - 4,0	4,0 - 8,0	
0.5	0.4	22.5	45.3	65.3	86.5	118.2	
0.15	0.5	23.7	47.9	67.4	89.5	120.6	
0.30	0.7	25.6	49.3	70.2	92.5	122.4	
1.00	1.0	27.8	51.3	72.5	95.1	124.7	
2.15	1.5	31.0	53.2	74.6	98.3	127.3	
4.00	2.0	33.6	54.7	75.9	101.0	129.2	
6.15	2.5	35.8	55.8	76.8	103.4	130.7	
9.00	3.0	36.3	56.4	77.4	105.2	131.8	
12.15	3.5	36.5	56.8	78.1	106.0	132.7	
16.00	4.0	36.8	56.9	78.5	106.2	133.8	
20.15	4.5	36.9	57.0	78.6	106.3	134.5	
25.00	5.0	36.9	57.0	78.7	106.3	134.7	
36.00	6.0	36.9	57.0	78.8	106.3	134.8	
49.00	7.0	36.9	57.0	78.8	106.3	134.8	
64.00	8.0	36.9	57.0	78.8	106.3	134.8	
81.00	9.0	36.9	57.0	78.8	106.3	134.8	
100.00	10.0	36.9	57.0	78.8	106.3	134.8	

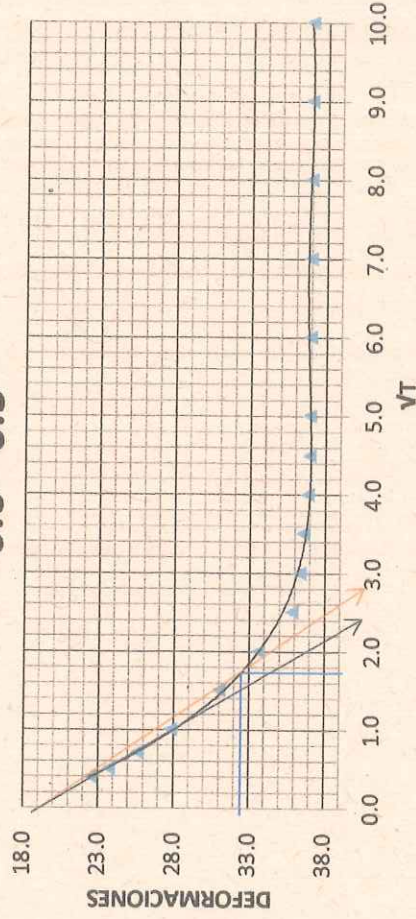
DESCARGA		Δ DE RECUPERACION (0,0001")	
134.8			
133.8	4,0-8,0	134.8	133.8 = 1.0
133	2,0-4,0	133.8	133 = 0.8
132.4	1,0-2,0	133.0	132.4 = 0.6
131.9	0,5-1,0	132.4	131.9 = 0.5
131.2	0,0-0,5	131.9	131.2 = 0.7

Luis Enrique Tobar Plaza
GEOANALISIS - LAB



GRAFICAS DEFORMACION VS Vt

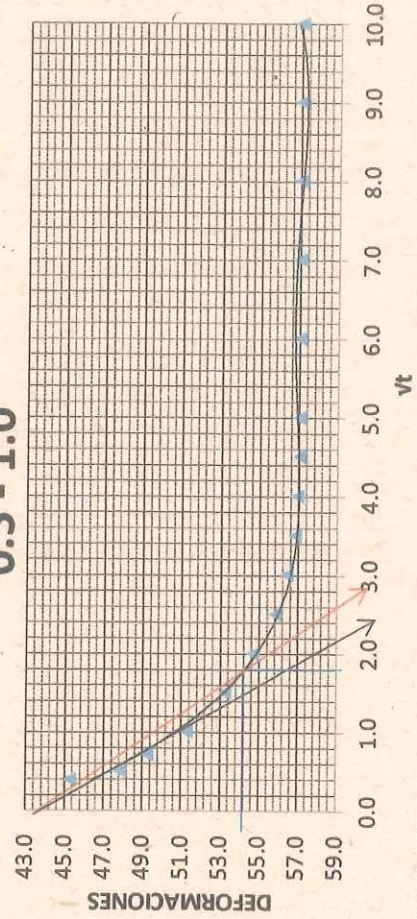
0.0 - 0.5



$$T90 = \frac{1.5 j^2}{\dots} = \min 2.3$$

$$D100 = D0 + 1,11(D90 - D0) = 33.952$$

0.5 - 1.0



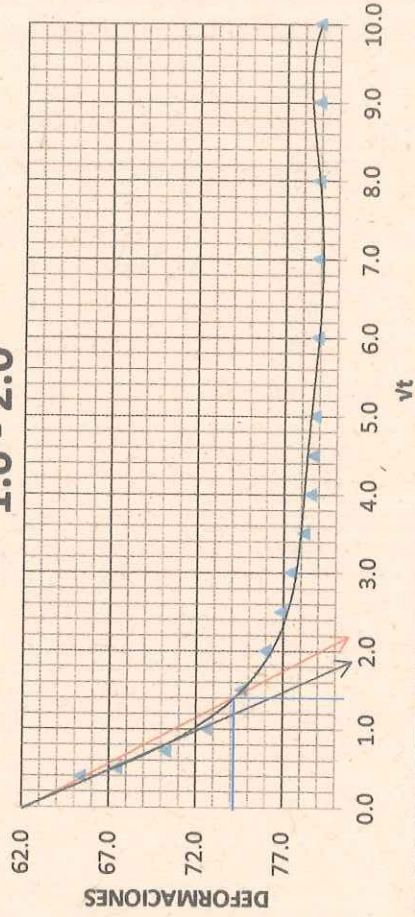
$$T90 = \frac{1.98 j^2}{\dots} = \min 3.9$$

$$D100 = D0 + 1,11(D90 - D0) = 54.992$$



GRAFICAS DEFORMACION VS $\sqrt{t}$

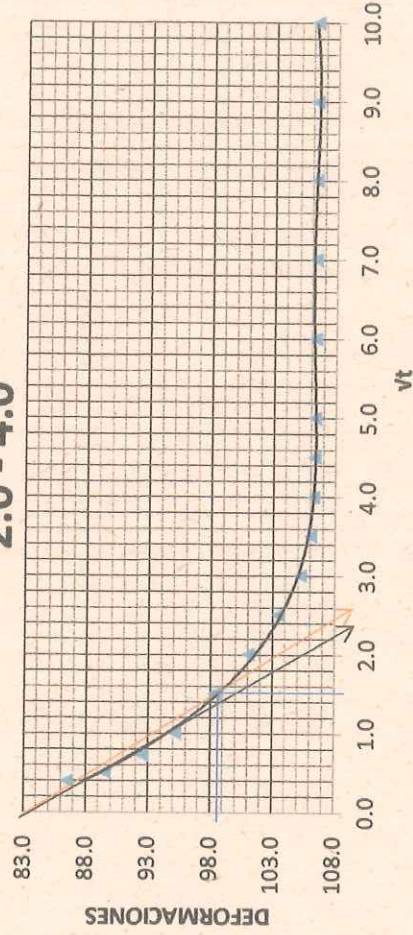
1.0 - 2.0



$T_{90} = 1.4)^2 = \min 2.0$

$D_{100} = D_0 + 1,11(D_{90} - D_0) = 75.498$

2.0 - 4.0

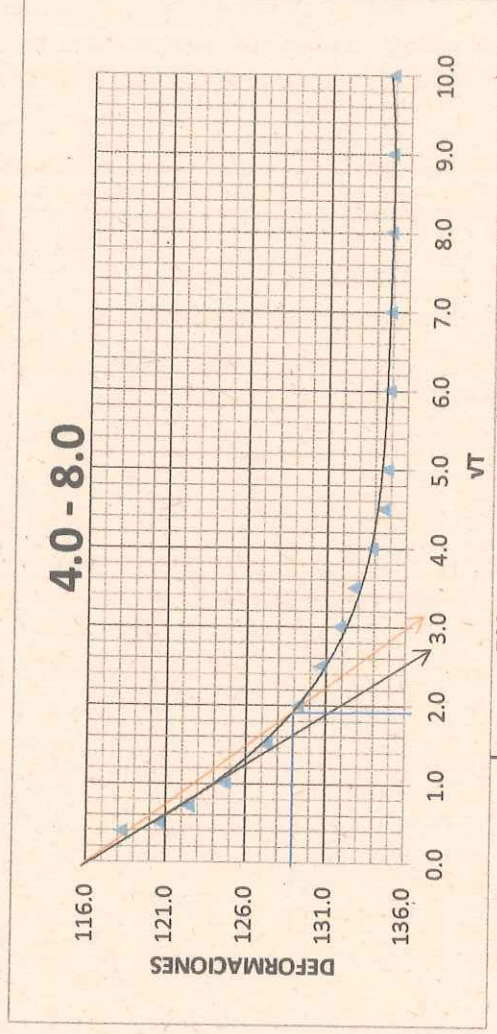


$T_{90} = 1.5)^2 = \min 2.3$

$D_{100} = D_0 + 1,11(D_{90} - D_0) = 100.15$



GRAFICAS DEFORMACION VS VT



$T_{90} = 1.91 j^2 = \min 3.6$

$D_{100} = D_0 + 1,1(D_{90} - D_0) =$

130.275



ENSAYO DE CONSOLIDACION (INV-E - 151-07)

PUENTE CARRERA 7a										SONDEO No : 1		MUESTRA NO:		PROFUNDIDAD : DE 2,10mts A 2,70mts		VALORES CALCULADOS		GRAVEDAD ESPECIFICA(Gs) : 2.629		ALTURA DE SOLIDOS (Hs) : 0.849		AREA : 19.63 cms		VOLUMEN DE VACIOS(Vv) : Cms ³		VOLUMEN DE SOLIDOS(Vs): Cms ³																																																																																					
CONTENIDO DE AGUA		ANTES		DESPUES		CONSTANTES DEL ANILLO		H.T		Cms.		D 100		Altura de		Relacion de		Δe		H'		$(H')^2$		t90 (min)		Av		Mv		Cv		K																																																																															
Kg/cm		Cms.		Cms.		Cms.		Cms.		Cms.		Cms.		Cms.		Cms.		Cms.		Cms.		Cms.		Cms.		Cms.		Cms.		Cms.		Cms.																																																																															
0		2.0000		1.151		1.357		0.102		0.978		0.957		2.25		0.2032		0.0862		0.36081		3.11E-05		0.5		1.9138		1.065		1.255		0.1397		1.8603		1.012		1.192		0.061		0.917		0.841		1.96		0.0614		0.0280		0.36392		1.02E-05		2		1.8082		0.960		1.131		0.074		0.888		0.789		2.25		0.0369		0.0173		0.29750		5.15E-06		4		1.7456		0.897		1.057		0.090		0.854		0.729		3.6481		0.0225		0.0110		0.16940		1.86E-06		8		1.6691		0.820		0.967	



GEOANALISIS - LAB
Laboratorio de Concretos, Suelos y Pavimentos

OBRA:

ESTUDIO PATOLOGICO PUENTE VEHICULAR

UBICACIÓN:

CARRERA 7 ENTRE CALLES 1 Y 1A, POPAYAN-CAUCA

SONDEO

1 - DE 2,10 A 2,70 mts

MATERIAL

ARCILLA COLOR GRIS CON VETAS AMARILLAS, CAFES Y MATERIAL GRANULAR

SOLICITA:

ING DIEGO FERNANDO RUIZ - ING GABRIELA EUGENIA SILVA

CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL DE SUELOS

DESCARGA

CARGA (P) Kg/cm ²	ALTURA TOTAL HT (cms)	Δ DEFORMACION (cms)	ALTURA VACIOS Hv	RELACION VACIOS e
8	1.669		0.820	0.967
4	1.672	0.0025		
			0.823	0.970
2	1.674	0.0020		
			0.825	0.972
1	1.675	0.0015		
			0.827	0.974
0.5	1.676	0.0013		
			0.828	0.975
0.0	1.678	0.0018		
			0.830	0.978

ESTUDIO DE SUELOS- ENSAYOS DE LABORATORIO- CONTROL DE CALIDAD
Calle 42N No.6-28 Barrio Vega de Prieto Tel. 8202306 Cel. 3154683980 Popayán
Email: geotanalisisb@hotmail.com

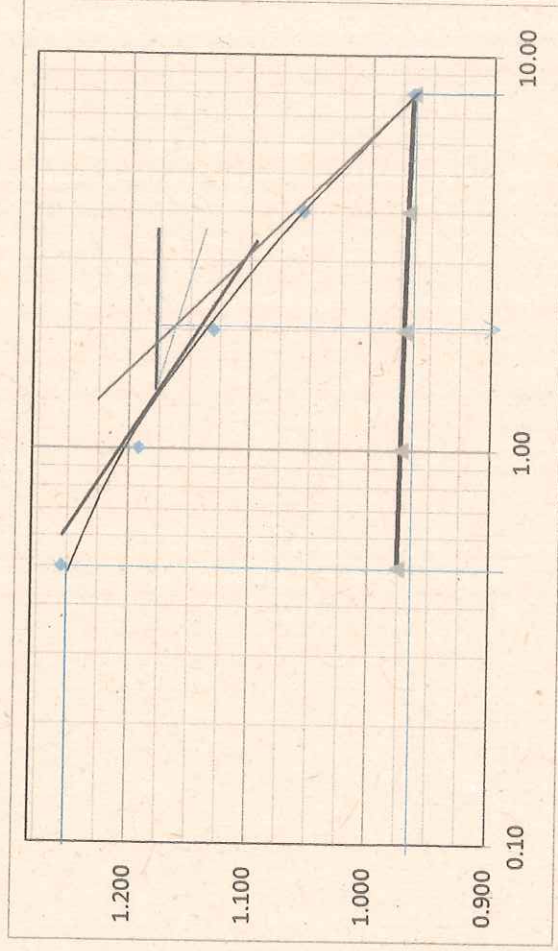


GEOANALISIS - LAB
Laboratorio de Concretos, Suelos y Pavimentos

OBRA: ESTUDIO PATOLOGICO PUENTE VEHICULAR
UBICACIÓN: CARRERA 7 ENTRE CALLES 1 Y 1A, POPAYAN-CAUCA
SONDEO: 1 - DE 2,10 A 2,70 mts
MATERIAL: ARCILLA COLOR GRIS CON VETAS AMARILLAS, CAFES Y MATERIAL GRANULAR
SOLICITA: ING DIEGO FERNANDO RUIZ - ING GABRIELA EUGENIA SILVA

CURVA DE COMPRESIBILIDAD

Relacion de vacios(e) Vs presion (kg/cm²)



PRESION APLICADA = 2,01 Kg/cm²

Cc = 0.240

ym = g/cm³ 1.715

Cc = $\frac{e_{\text{inicial}} - e_{\text{final}}}{\log(G''_{\text{final}} / G''_{\text{inicial}})}$

Cc = $\frac{1.250 - 0.961}{\log (8 / 0.5)}$

ESTUDIO DE SUELOS- ENSAYOS DE LABORATORIO- CONTROL DE CALIDAD
Calle 42N No.6-28 Barrio Vega de Prieto Tel. 8202306 Cel. 3154683980 Popayán
Email: gsoanalisislab@hotmail.com



GEOANALISIS - LAB

Laboratorio de Concretos, Suelos y Pavimentos

OBRA:

ESTUDIO PATOLOGICO PUENTE VEHICULAR

UBICACIÓN:

CARRERA 7 ENTRE CALLES 1 Y 1A, POPAYAN-CAUCA

SONDEO

1 - DE 2,10 A 2,70 mts

MATERIAL

ARCILLA COLOR GRIS CON VETAS AMARILLAS, CAFES Y MATERIAL GRANULAR

SOLICITA:

ING DIEGO FERNANDO RUIZ - ING GABRIELA EUGENIA SILVA

GRAVEDAD ESPECÍFICA

Prueba	1	2
Matraz + Suelo + Agua, g.	675.4	674.7
T°C	24	24
Matraz + Agua, g.	644.9	645.2
Suelo seco, g.	49.2	47.6
Gravedad de Solidos	2.630	2.629
Promedio	2.629	

ESTUDIO DE SUELOS- ENSAYOS DE LABORATORIO- CONTROL DE CALIDAD

Calle 42N No.6-28 Barrio Vega de Prieto Tels. 8202306 Cel. 3154683980 Popayán

Email: geoanalisislab@hotmail.com



ESTUDIO DE SUELOS- ENSAYOS DE LABORATORIO- CONTROL DE CALIDAD
Calle 42N No.6-28 Barrio Vega de Prieto Tel. 8202306 Cel.3154683980 Popayán
Email: gcoanalisia@hotmail.com



Laboratorio de Concretos, Suelos y Pavimentos

OBRA ESTUDIO PATOLOGICO PUENTE VEHICULAR

UBICACION

CARRERA 7 ENTRE CALLES 1 Y 1A, POPAYAN-CAUCA

SONDEO

1 SHELBY

1

PROFUND:

DE DE 1,50 A 2,10 mts

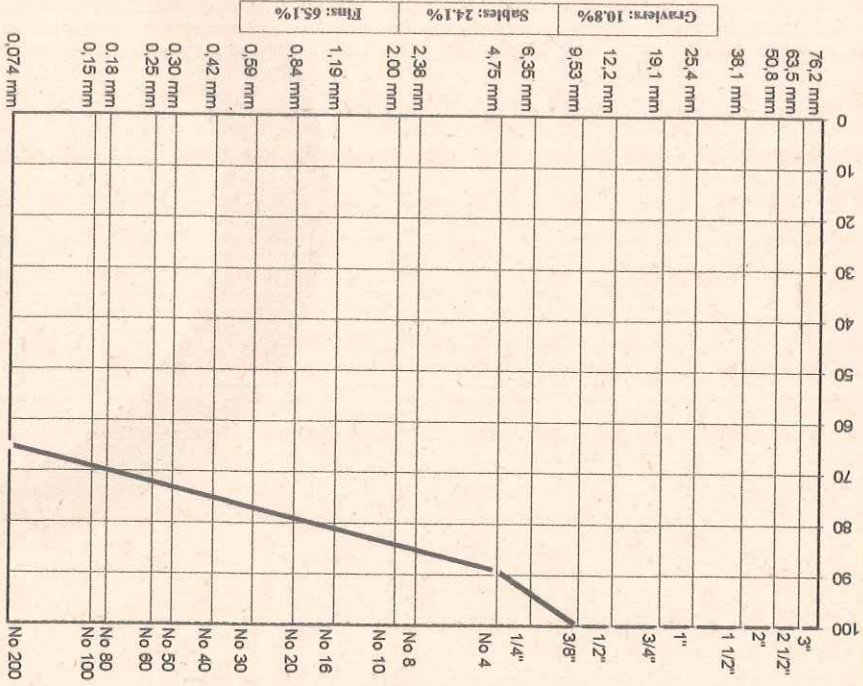
MATERIAL

ARCILLA COLOR GRIS CON VETAS AMARILLAS, CAFES Y MATERIAL GRANULAR

ANALISIS GRANULOMETRICO
LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO
INDICE DE PLASTICIDAD

FECHA

26 DE ENERO DE 2017



OBSERVACIONES

ESTUDIO DE SUELOS- ENSAYOS DE LABORATORIO- CONTROL DE CALIDAD
Calle 42N No.6-28 Barrio Vega de Frito Tel. 8202306 Cel.3154683980 Popayán
Email: geoanalisislab@hotmail.com

AASHTO (I.G.):
U.S.C.S.:
CL

CLASIFICACION

LIMITE LIQUIDO:
LIMITE PLASTICO
INDICE DE PLASTICIDAD
HUMEDAD NATURAL
INDICE DE LIQUIDEZ:

Specific. Resultat

TAMIS	POIS	RETENU	RETENU	PASE
mm	%	%	%	%
P 200	98.25	65.1	0.0	150.8
200	36.32	24.1	65.1	
No 4	16.25	10.8	89.2	
3/8"	0.00	0.0	100.0	
1/2"	0.00	0.0	100.0	
3/4"	0.00	0.0	100.0	
1"	0.00	0.0	100.0	
1 1/2"	0.00	0.0	100.0	
2"	0.00	0.0	100.0	
2 1/2"	0.00	0.0	100.0	
3"	0.00	0.0	100.0	
3 1/2"	0.00	0.0	100.0	
4"	0.00	0.0	100.0	
mm	RETENU	RETENU	PASE	
POIS	%	%	%	150.8

ANALISIS GRANULOMETRICO

LIMITES D' ATTERBERG

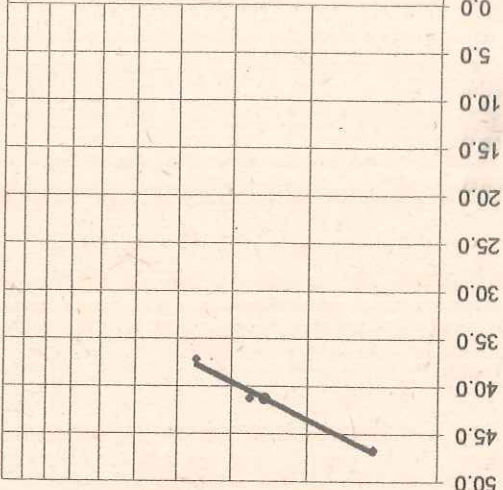
LIMITE LIQUIDO

# DE GOLPES	36	27	14
Peso 1 (g)	28.65	33.88	32.85
Peso 2 (g)	22.26	25.95	24.12
Peso 3 (g)	5.12	6.77	5.45
% Humedad	37.3	41.3	46.8

LIMITE PLASTICO

Peso 1 (g)	24.75	23.46	17.43
Peso 2 (g)	21.40	20.15	14.36
Peso 3 (g)	6.73	5.24	5.25
% Humedad	22.8	22.2	33.7

LIMITE D' ATTERBERG





Laboratorio de Concretos, Suelos y Pavimentos
GEOANALISIS - LAB

ANALISIS GRANULOMETRICO
LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO
INDICE DE PLASTICIDAD

FECHA

26 DE ENERO DE 2017

OBRA

ESTUDIO PATOLOGICO PUENTE VEHICULAR

UBICACIÓN

CARRERA 7 ENTRE CALLES 1 Y 1A, POPAYAN-CAUCA

SONDEO

1
SHELBY

3

PROFUND:

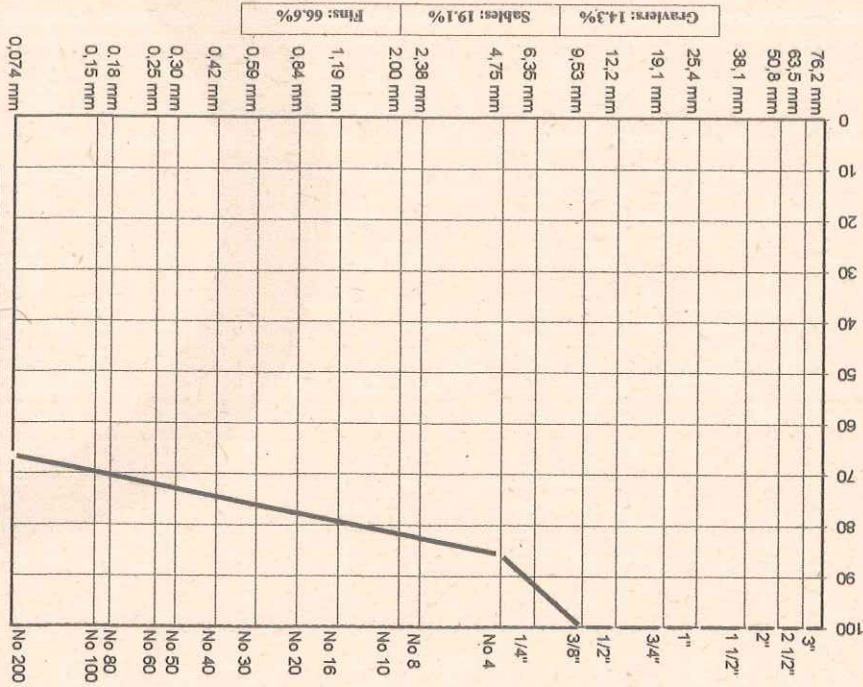
DE DE 3.40 A 4.00 mts

MATERIAL

LIMO COLOR GRIS CON VETAS CAFES Y MATERIAL GRANULAR

OBSERVACIONES

ESTUDIO DE SUELOS- ENSAYOS DE LABORATORIO- CONTROL DE CALIDAD
Calle 42N No.6-28 Barrio Vega de Prieto Tel. 8202306 Cel. 3154683980 Popayán
Email: geonanalisislab@hotmail.com



ANALISIS GRANULOMETRICO			
TAMIS	POIS	RETENU	RETENU
mm	%	%	%
No 200	149.0	100.0	0.0
200	28.45	100.0	0.0
No 4	21.25	100.0	0.0
3/8"	0.00	100.0	0.0
1/2"	0.00	100.0	0.0
3/4"	0.00	100.0	0.0
1"	0.00	100.0	0.0
1 1/2"	0.00	100.0	0.0
2"	0.00	100.0	0.0
2 1/2"	0.00	100.0	0.0
3"	0.00	100.0	0.0
3 1/2"	0.00	100.0	0.0
4"	0.00	100.0	0.0
PASE			
POIDS INL. (g): 149.0			

Specific. Resultat

63.0

38.5

24.5

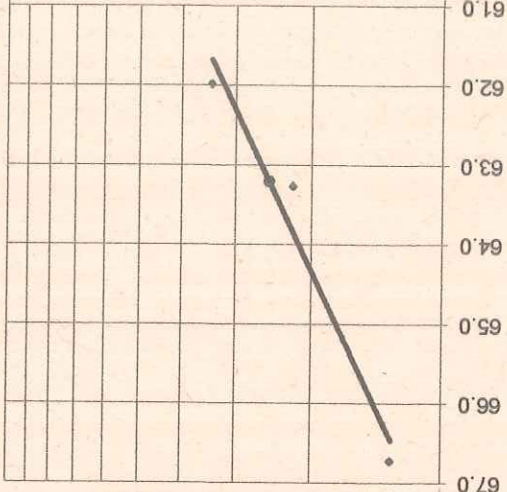
40.3

0.1

LIMITE LIQUIDO:
LIMITE PLASTICO
INDICE DE PLASTICIDAD
HUMEDAD NATURAL
INDICE DE LIQUIDEZ:

AASHTO (I.G.):
U.S.C.S.:
MH
A-7-5 (18)

CLASIFICACION



LIMITE D'ATTERBERG

LIMITE PLASTICO		H.NAT.	
Peso 1 (g)	25.27	22.48	20.56
Peso 2 (g)	19.64	17.72	16.48
Peso 3 (g)	5.07	5.31	6.36
% Humedad	38.6	38.4	40.3

LIMITE LIQUIDO

LIMITE LIQUIDO		H.NAT.	
# DE GOLPES	34	22	13
Peso 1 (g)	29.43	32.75	34.88
Peso 2 (g)	21.26	22.60	24.41
Peso 3 (g)	8.08	6.56	8.72
% Humedad	62.0	63.3	66.7

LIMITES D'ATTERBERG



ARENA COLOR GRIS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO
ÍNDICE DE PLASTICIDAD

FECHA

26 DE ENERO DE 2017

ARENA COLOR GRIS

ANALISIS GRANULOMETRICO

DS INT. (g):

TAMIS		POIS	%	%	PASSE
mm	RETENU	RETENU			
2 1/2"	0.00	0.0	100.0		
2	0.00	0.0	100.0		
1 1/2"	0.00	0.0	100.0		
1"	0.00	0.0	100.0		
3/4"	0.00	0.0	100.0		
1/2"	0.00	0.0	100.0		
3/8"	0.00	0.0	100.0		
No 4	22.40	17.4	82.6		
10	15.48	12.0	70.6		
30	21.93	17.0	53.6		
60	16.10	12.5	41.1		
200	22.96	17.8	23.3		
P 200	30.05	23.3	0.0		

LIMITE LIQUIDO:

Specific.	Resultat
-----------	----------

INDICE DE PLASTICIDAD

N.P.

HUMEDAD NATURAL.

9.3

CLASIFICACION

AASHTO (I.G.):

A-2-4 (0)

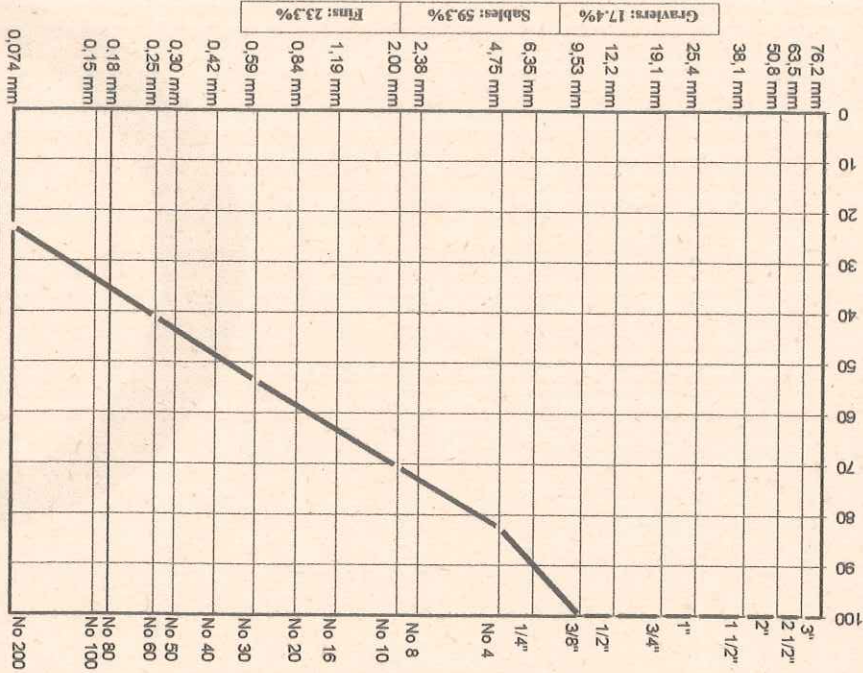
U.S.C.S.:

WS

ESTUDIO DE SUELOS ENSAYOS DE LABORATORIO - CONTROL DE CALIDAD
Calle 42N No.6-28 Barrio Vega de Pnto Tel. 8202306 Cel. 3154683980 Popayán
Email: geconallista@hotmail.com

Email: geognalislalab@hotmail.com

OBSERVACIONES



LIMITES D'ATTERBERG

LIMITE LIQUIDO

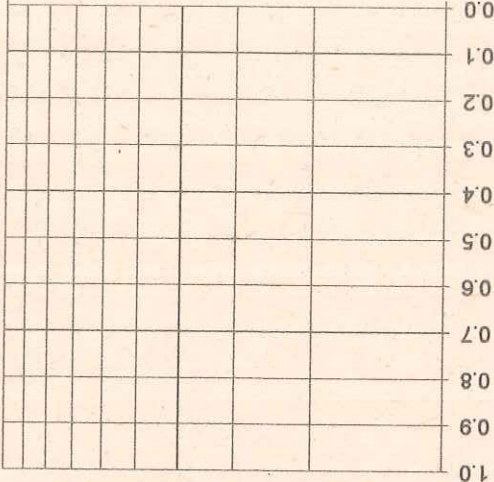
# DE GOLPES	Peso 1 (g)	Peso 2 (g)	Peso 3 (g)	% Humedad

LIMITE PLASTICO

H.NAT.

Peso 1 (g)				
Peso 2 (g)				
Peso 3 (g)				
% Humedad				9.3

LIMITE D'ATTERBERG





GEOANALISIS - LAB

Laboratorio de Concretos, Suelos y Pavimentos

VI 14

FECHA: 26 DE ENERO DE 2017
PROYECTO: ESTUDIO PATOLOGICO PUENTE VEHICULAR
UBICACIÓN: CARRERA 7 ENTRE CALLES 1 Y 1A, POPAYAN-CAUCA
SONDEO: 1 SHELBY
PROFUNDIDAD: DE 1,50 A 2,10 mts
MATERIAL: ARCILLA COOLR GRIS CON VETAS AMARILLAS, CAFES Y MATERIAL GRANULAR
CLASIFICACION: CL

DEFOR. 0.01mm	EF. UNITA AH/H	I-DEF. UNIT.	CARGA KG.	AREA CORREGIDA cms 2	RESISTENCIA Kg/CM2	MEDIDAS DE LA MUESTRA
50	0.005	0.995	1.92	16.7	0.11	DIAMETRO: 4,6 cms
100	0.010	0.990	3.49	16.8	0.21	ALTURA: 10,0 cms
150	0.015	0.985	5.03	16.9	0.30	AREA: 16,6 cms ²
200	0.020	0.980	6.48	17.0	0.38	VOLUMEN: c.c. 166.0
250	0.025	0.975	7.25	17.1	0.42	
300	0.030	0.970	8.84	17.2	0.51	CONTENIDO DE AGUA
350	0.035	0.965	9.94	17.3	0.57	W HUMEDO grs 255.5
400	0.040	0.960	11.08	17.4	0.64	W SECO grs 191.1
450	0.045	0.955	12.01	17.5	0.69	HUMEDAD: % 33.67
500	0.050	0.950	12.89	17.6	0.73	
550	0.055	0.945	13.68	17.7	0.77	
600	0.060	0.940	14.21	17.8	0.80	PESOS UNITARIOS Gr/Cm3
650	0.065	0.935	14.39	17.9	0.80	P.UNIT.HUMEDO: 1.54
700	0.070	0.930	12.02	18.1	0.66	P.UNIT.SECO: 1.15
750	0.075	0.925	10.25	18.2	0.56	
800	0.080	0.920	8.65	18.3	0.47	
850	0.085	0.915		18.4	0.00	
900	0.090	0.910		18.5	0.00	
950	0.095	0.905		18.6	0.00	
1000	0.100	0.900		18.7	0.00	
1050	0.105	0.895		18.8	0.00	
1100	0.110	0.890		18.9	0.00	
1150	0.115	0.885		19.0	0.00	
1200	0.020	0.880		19.1	0.00	
1250	0.025	0.875		19.2	0.00	
1300	0.030	0.870		19.3	0.00	
1350	0.035	0.865		19.4	0.00	
1400	0.040	0.860		19.5	0.00	
1450	0.045	0.855		19.6	0.00	
1500	0.050	0.850		19.7	0.00	
1550	0.055	0.845		19.8	0.00	AREA CORREGIDA Δo
1600	0.060	0.840		19.9	0.00	I-DEFORMACION UNITARIA

OBSERVACIONES

ESTUDIO DE SUELOS- ENSAYOS DE LABORATORIO- CONTROL DE CALIDAD
Calle 42N No.6- 28Barrio Vega de Prieto Tel. 8202306 Cel.3154683980 Popayán
Email:geoanalisislab@hotmail.com



GEOANALISIS - LAB

Laboratorio de Concretos, Suelos y Pavimentos

VI 14

FECHA:

26 DE ENERO DE 2017

PROYECTO:

ESTUDIO PATOLOGICO PUENTE VEHICULAR

UBICACIÓN:

CARRERA 7 ENTRE CALLES 1 Y 1A, POPAYAN-CAUCA

SONDEO:

1 SHELBY 2

PROFUNDIDAD:

DE 2,70 A 3,40 mts

MATERIAL:

ARCILLA COLR GRIS CON VETAS AMARILLAS, CAFES Y MATERIAL GRANULAR

CLASIFICACION:

CL

DEFOR.	EF. UNITA	I-DEF.	CARGA	AREA	RESISTENCIA	MEDIDAS DE LA MUESTRA
0.01mm	AH/H	UNIT.	KG.	CORREGIDA	Kg/CM2	
				cms 2		
50	0.005	0.995	2.43	16.7	0.15	DIAMETRO: 4,6 cms
100	0.010	0.990	3.63	16.8	0.22	ALTURA: 10,0 cms
150	0.015	0.985	4.61	16.9	0.27	AREA: 16,6 cms ²
200	0.020	0.980	5.46	17.0	0.32	VOLUMEN: c.c. 166.0
250	0.025	0.975	6.32	17.1	0.37	
300	0.030	0.970	7.34	17.2	0.43	
350	0.035	0.965	8.39	17.3	0.48	CONTENIDO DE AGUA
400	0.040	0.960	9.63	17.4	0.55	W HUMEDO grs 299.5
450	0.045	0.955	10.78	17.5	0.62	W SECO grs 211.7
500	0.050	0.950	12.21	17.6	0.69	HUMEDAD: % 41.47
550	0.055	0.945	13.63	17.7	0.77	
600	0.060	0.940	15.26	17.8	0.86	PESOS UNITARIOS Gr/Cm3
650	0.065	0.935	16.51	17.9	0.92	P UNIT.HUMEDO: 1.80
700	0.070	0.930	17.59	18.1	0.97	P UNIT.SECO: 1.28
750	0.075	0.925	18.43	18.2	1.01	
800	0.080	0.920	16.87	18.3	0.92	
850	0.085	0.915	18.93	18.4	1.03	
900	0.090	0.910	17.25	18.5	0.93	
950	0.095	0.905	15.23	18.6	0.82	
1000	0.100	0.900	12.02	18.7	0.64	
1050	0.105	0.895		18.8	0.00	
1100	0.110	0.890		18.9	0.00	
1150	0.115	0.885		19.0	0.00	
1200	0.020	0.880		19.1	0.00	
1250	0.025	0.875		19.2	0.00	
1300	0.030	0.870		19.3	0.00	
1350	0.035	0.865		19.4	0.00	
1400	0.040	0.860		19.5	0.00	
1450	0.045	0.855		19.6	0.00	
1500	0.050	0.850		19.7	0.00	
1550	0.055	0.845		19.8	0.00	
1600	0.060	0.840		19.9	0.00	
					AREA CORREGIDA	
					Δo	
					I-DEFORMACION UNITARIA	



OBSERVACIONES

ESTUDIO DE SUELOS- ENSAYOS DE LABORATORIO- CONTROL DE CALIDAD
Calle 42N No.6- 28Barrio Vega de Prieto Tel. 8202306 Cel.3154683980 Popayán
Email:gecanalisislab@hotmail.com



GEOANALISIS - LAB

Laboratorio de Concretos, Suelos y Pavimentos

VI 14

FECHA:

26 DE ENERO DE 2017

PROYECTO:

ESTUDIO PATOLOGICO PUENTE VEHICULAR

UBICACIÓN:

CARRERA 7 ENTRE CALLES 1 Y 1A, POPAYAN-CAUCA

SONDEO:

1 SHELBY 3

PROFUNDIDAD:

DE 3,40 A 4,00 mts

MATERIAL:

LIMO COLR GRIS CON VETAS CAFES Y MATERIAL GRANULAR

CLASIFICACION:

ML

DEFOR. 0.01mm	EF. UNITA AH/H	I-DEF. UNIT.	CARGA KG.	AREA CORREGIDA cms 2	RESISTENCIA Kg/CM2	MEDIDAS DE LA MUESTRA
50	0.005	0.995	3.65	16.7	0.22	DIAMETRO: 4,6 cms
100	0.010	0.990	6.01	16.8	0.36	ALTURA: 10,0 cms
150	0.015	0.985	7.62	16.9	0.45	AREA: 16,6 cms ²
200	0.020	0.980	9.26	17.0	0.54	VOLUMEN: c.c. 166.0
250	0.025	0.975	10.95	17.1	0.63	
300	0.030	0.970	12.75	17.2	0.74	CONTENIDO DE AGUA
350	0.035	0.965	14.51	17.3	0.84	W HUMEDO grs 283.8
400	0.040	0.960	16.39	17.4	0.94	W SECO grs 202.2
450	0.045	0.955	18.13	17.5	1.04	HUMEDAD: % 40.34
500	0.050	0.950	19.88	17.6	1.13	
550	0.055	0.945	21.74	17.7	1.23	PESOS UNITARIOS Gr/Cm3
600	0.060	0.940	23.37	17.8	1.31	P.UNIT.HUMEDO: 1.71
650	0.065	0.935	24.96	17.9	1.39	P.UNIT.SECO: 1.22
700	0.070	0.930	26.52	18.1	1.47	
750	0.075	0.925	27.83	18.2	1.53	
800	0.080	0.920	29.24	18.3	1.60	
850	0.085	0.915	30.50	18.4	1.66	
900	0.090	0.910	31.77	18.5	1.72	
950	0.095	0.905	32.91	18.6	1.77	
1000	0.100	0.900	33.94	18.7	1.81	
1050	0.105	0.895	31.25	18.8	1.66	
1100	0.110	0.890	28.26	18.9	1.50	
1150	0.115	0.885	25.00	19.0	1.32	
1200	0.020	0.880		19.1	0.00	
1250	0.025	0.875		19.2	0.00	
1300	0.030	0.870		19.3	0.00	
1350	0.035	0.865		19.4	0.00	
1400	0.040	0.860		19.5	0.00	
1450	0.045	0.855		19.6	0.00	
1500	0.050	0.850		19.7	0.00	
1550	0.055	0.845		19.8	0.00	
1600	0.060	0.840		19.9	0.00	
					AC=	AREA CORREGIDA Δo
						I-DEFORMACION UNITARIA

OBSERVACIONES

ESTUDIO DE SUELOS- ENSAYOS DE LABORATORIO- CONTROL DE CALIDAD
Calle 42N No.6-28 Barrio Vega de Prieto Tel. 8202306 Cel. 3154683980 Popayán
Email: gsoanalisislab@hotmail.com



ESTUDIO DE SUELOS- ENSAYOS DE LABORATORIO- CONTROL DE CALIDAD
Calle 42N No 6-28 Barrio Vega de Prieto Tel. 8202306 Cel.3154683980 Popayán
Email:geocanalisislab@hotmail.com



Laboratorio de Concretos, Suelos y Pavimentos
GEOANALISIS - LAB

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO
ÍNDICE DE PLASTICIDAD

FECHA

26 DE ENERO DE 2017

OBRA ESTUDIO PATOLÓGICO PUENTE VEHICULAR

UBICACIÓN

CARRERA 7 ENTRE CALLES 1 Y 1A, POPAYÁN-CAUCA

SONDEO

2 SHELBY

PROFUND:

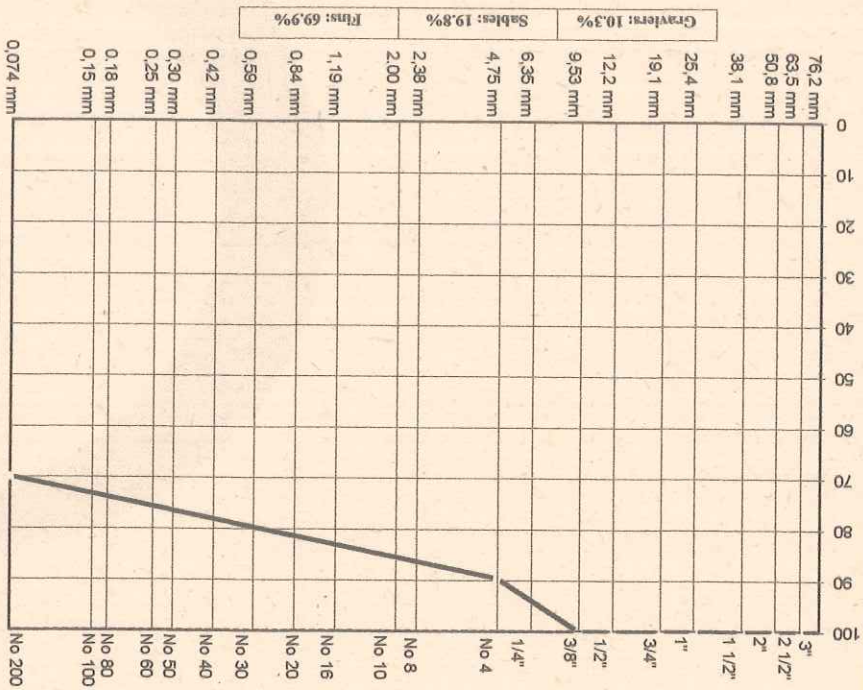
DE DE 1,50 A 2,10 mts

MATERIAL

LIMO COLOR CAFÉ CON GRIS Y MATERIAL GRANULAR

OBSERVACIONES

ESTUDIO DE SUELOS- ENSAYOS DE LABORATORIO- CONTROL DE CALIDAD
Calle 42N No.6-28B Barrio Vega de Prieto Tel. 8202306 Cel.3154683980 Popayán
Email: geoanalisislab@hotmail.com

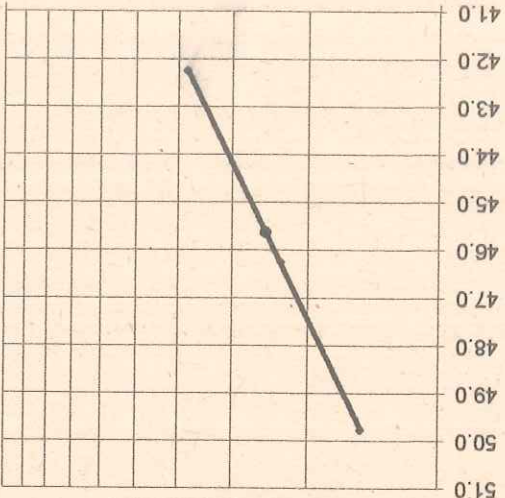


ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO		POIDS INT. (g):	
		128.2	
TAMIS	mm	RETENU	RETENU
POIS		%	%
4"	100.0	0.0	100.0
3 1/2"	100.0	0.0	100.0
3"	100.0	0.0	100.0
2 1/2"	100.0	0.0	100.0
2"	100.0	0.0	100.0
1 1/2"	100.0	0.0	100.0
1"	100.0	0.0	100.0
3/4"	100.0	0.0	100.0
1/2"	100.0	0.0	100.0
3/8"	100.0	0.0	100.0
No 4	13.20	10.3	89.7
200	25.32	19.8	69.9
P 200	89.65	69.9	0.0

LÍMITE LÍQUIDO:	46.0
LÍMITE PLÁSTICO	33.4
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	12.6
HUMEDAD NATURAL	32.7
ÍNDICE DE LIQUIDEZ:	-0.1

AASHTO (I.G.): A-7-5 (10)
U.S.C.S.: ML

CLASIFICACION



LÍMITE D'ATTERBERG

% Humedad	33.3	33.4	32.7
Peso 1 (g)	27.86	27.15	22.44
Peso 2 (g)	22.12	21.89	18.25
Peso 3 (g)	4.90	6.16	5.44

H.NAT.

LÍMITE PLÁSTICO

% Humedad	42.3	46.3	49.8
Peso 1 (g)	32.64	18.72	34.56
Peso 2 (g)	24.42	14.33	26.29
Peso 3 (g)	4.97	4.84	9.68

LÍMITE LÍQUIDO

LÍMITES D'ATTERBERG



Laboratorio de Concretos, Suelos y Pavimentos
GEOANALISIS - LAB

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO
ÍNDICE DE PLASTICIDAD

FECHA

26 DE ENERO DE 2017

OBRA ESTUDIO PATOLÓGICO PUENTE VEHICULAR

UBICACIÓN

CARRERA 7 ENTRE CALLES 1 Y 1A, POPAYAN-CAUCA

SONDEO

2 SHELBY

3

PROFUND:

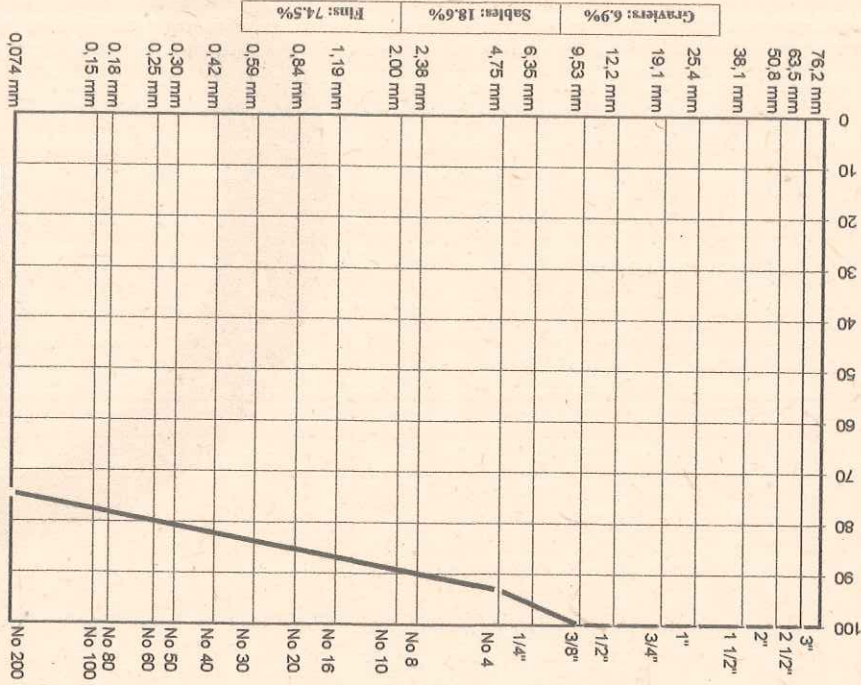
DE 4,00 A 4,60 mts

MATERIAL

LIMO COLOR GRIS CON MATERIAL GRANULAR

OBSERVACIONES

ESTUDIO DE SUELOS-ENSAYOS DE LABORATORIO-CONTROL DE CALIDAD
Calle 42N No.6-28 Barrio Vega de Prieto Tel. 8202306 Cel.3154683980 Popayán
Email: geonanalisislab@hotmail.com

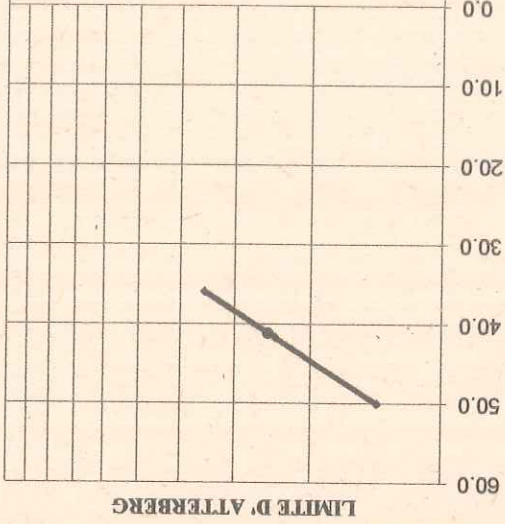


ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	
TAMIS	POIS
mm	RETENU
POIS	RETENU
POIS INI. (g)	142.8
4"	0.00
3 1/2"	0.00
3"	0.00
2 1/2"	0.00
2"	0.00
1 1/2"	0.00
1"	0.00
3/4"	0.00
1/2"	0.00
3/8"	0.00
No. 4	9.87
200	26.58
P 200	106.35
142.8	

Specific. Resultat	41.0
LÍMITE LÍQUIDO:	29.2
LÍMITE PLÁSTICO	11.8
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	29.0
HUMEDAD NATURAL	0.0
ÍNDICE DE LIQUIDEZ	0.0

CLASIFICACION

AASHTO (I.G.):
U.S.C.S.:
ML
A-7-6 (9)



LÍMITE PLÁSTICO	
Peso 1 (g)	28.16
Peso 2 (g)	23.09
Peso 3 (g)	5.85
% Humedad	29.4
H.NAT.	
Peso 1 (g)	16.92
Peso 2 (g)	14.30
Peso 3 (g)	5.89
% Humedad	29.0

LÍMITE LÍQUIDO	
# DE GOLPES	35
Peso 1 (g)	30.15
Peso 2 (g)	23.58
Peso 3 (g)	5.36
% Humedad	36.1
H.NAT.	
Peso 1 (g)	34.52
Peso 2 (g)	25.15
Peso 3 (g)	6.45
% Humedad	50.1

LÍMITES D' ATTERBERG



ARENA COLOR GRIS

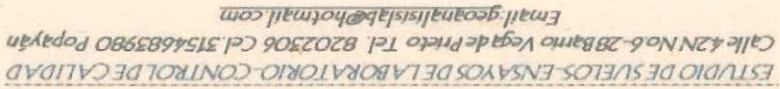
OBRA

FECHA

26 DE ENERO DE 2017

ARENA COLOR GRIS

OBRA



OBSERVACIONES

AASHTO (I.G.):
U.S.C.S.:

WS

CLASIFICACION

HUMEDAD NATURAL.

N.P.

LIMITE LIQUIDO:
LIMITE PLASTICO

Specific.	Resultat
-----------	----------

ANALISIS GRANULOMETRICO

LIMITE LIQUIDO

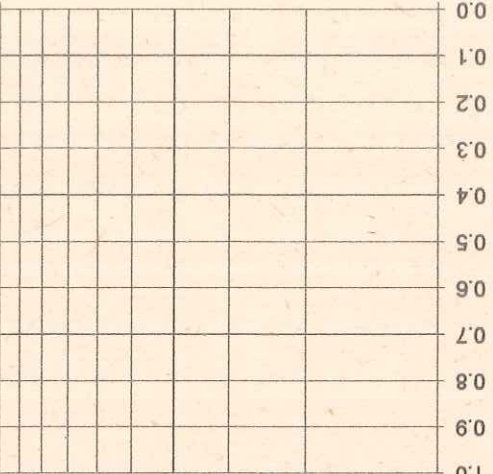
LIMITE PLASTICO

H.NAT.

LIMITE PLASTICO

1.0

LIMITE D'ATTERBERG





GEOANALISIS - LAB

Laboratorio de Concretos, Suelos y Pavimentos

VI 14

FECHA:

26 DE ENERO DE 2017

PROYECTO:

ESTUDIO PATOLOGICO PUENTE VEHICULAR

UBICACIÓN:

CARRERA 7 ENTRE CALLES 1 Y 1A, POPAYAN-CAUCA

SONDEO:

2 SHELBY 1

PROFUNDIDAD:

DE 1,50 A 2,10 mts

MATERIAL:

LIMO COLR CAFÉ CON GRIS Y MATERIAL GRANULAR

CLASIFICACIÓN:

ML

DEFOR. 0.01mm	EF. UNITA AH/H	I-DEF. UNIT.	CARGA KG.	AREA CORREGIDA cms 2	RESISTENCIA Kg/CM2	MEDIDAS DE LA MUESTRA
50	0.005	0.995	2.58	16.7	0.15	DIAMETRO: 4,6 cms
100	0.010	0.990	4.85	16.8	0.28	ALTURA: 10,0 cms
150	0.015	0.985	6.89	16.9	0.41	AREA: 16,6 cms ²
200	0.020	0.980	8.26	17.0	0.49	VOLUMEN: c.c. 166.0
250	0.025	0.975	10.26	17.1	0.60	
300	0.030	0.970	13.56	17.2	0.79	CONTENIDO DE AGUA
350	0.035	0.965	16.00	17.3	0.92	W HUMEDO grs 260.1
400	0.040	0.960	18.54	17.4	1.07	W SECO grs 196.0
450	0.045	0.955	21.25	17.5	1.21	HUMEDAD: % 32.69
500	0.050	0.950	24.26	17.6	1.38	
550	0.055	0.945	25.26	17.7	1.43	PESOS UNITARIOS Gr/Cm3
600	0.060	0.940	26.98	17.8	1.52	P UNIT. HUMEDO: 1.57
650	0.065	0.935	26.99	17.9	1.51	P UNIT. SECO: 1.18
700	0.070	0.930	25.02	18.1	1.38	
750	0.075	0.925	21.25	18.2	1.17	
800	0.080	0.920	18.56	18.3	1.01	
850	0.085	0.915		18.4	0.00	
900	0.090	0.910		18.5	0.00	
950	0.095	0.905		18.6	0.00	
1000	0.100	0.900		18.7	0.00	
1050	0.105	0.895		18.8	0.00	
1100	0.110	0.890		18.9	0.00	
1150	0.115	0.885		19.0	0.00	
1200	0.020	0.880		19.1	0.00	
1250	0.025	0.875		19.2	0.00	
1300	0.030	0.870		19.3	0.00	
1350	0.035	0.865		19.4	0.00	
1400	0.040	0.860		19.5	0.00	
1450	0.045	0.855		19.6	0.00	
1500	0.050	0.850		19.7	0.00	
1550	0.055	0.845		19.8	0.00	
1600	0.060	0.840		19.9	0.00	
					AREA CORREGIDA ΔO	
					AC=	I-DEFORMACION UNITARIA



OBSERVACIONES

ESTUDIO DE SUELOS- ENSAYOS DE LABORATORIO- CONTROL DE CALIDAD
Calle 42N No.6- 28Barrio Vega de Prieto Tel. 8202306 Cel. 3154683980 Popayán
Email: geoanalisislab@hotmail.com



GEOANALISIS - LAB Laboratorio de Concretos, Suelos y Pavimentos

VI 14

FECHA:

26 DE ENERO DE 2017

PROYECTO:

ESTUDIO PATOLOGICO PUENTE VEHICULAR

UBICACIÓN:

CARRERA 7 ENTRE CALLES 1 Y 1A, POPAYAN-CAUCA

SONDEO:

2 SHELBY 2

PROFUNDIDAD:

DE 2,80 A 3,40 mts

MATERIAL:

LIMO COLR CAFÉ CON GRIS Y MATERIAL GRANULAR

CLASIFICACION:

ML

DEFOR. 0.01mm	EF. UNITA A/H/H	I-DEF. UNIT.	CARGA KG.	AREA CORREGIDA cms 2	RESISTENCIA Kg/CM2	MEDIDAS DE LA MUESTRA
50	0.005	0.995	1.25	16.7	0.07	DIAMETRO: 4,6 cms
100	0.010	0.990	3.65	16.8	0.22	ALTURA: 10,0 cms
150	0.015	0.985	6.65	16.9	0.39	AREA: 16,6 cms ²
200	0.020	0.980	9.56	17.0	0.56	VOLUMEN: c.c. 166.0
250	0.025	0.975	12.45	17.1	0.73	
300	0.030	0.970	15.25	17.2	0.89	
350	0.035	0.965	17.25	17.3	1.00	CONTENIDO DE AGUA
400	0.040	0.960	18.26	17.4	1.05	W HUMEDO grs 256.3
450	0.045	0.955	20.02	17.5	1.14	W SECO grs 202.3
500	0.050	0.950	22.25	17.6	1.26	HUMEDAD: % 26.68
550	0.055	0.945	24.12	17.7	1.36	
600	0.060	0.940	26.32	17.8	1.48	PESOS UNITARIOS Gr/Cm3
650	0.065	0.935	27.48	17.9	1.54	P.UNIT.HUMEDO: 1.54
700	0.070	0.930	28.02	18.1	1.55	P.UNIT.SECO: 1.22
750	0.075	0.925	29.66	18.2	1.63	
800	0.080	0.920	25.36	18.3	1.39	
850	0.085	0.915	22.25	18.4	1.21	
900	0.090	0.910	18.79	18.5	1.02	
950	0.095	0.905		18.6	0.00	
1000	0.100	0.900		18.7	0.00	
1050	0.105	0.895		18.8	0.00	
1100	0.110	0.890		18.9	0.00	
1150	0.115	0.885		19.0	0.00	
1200	0.020	0.880		19.1	0.00	
1250	0.025	0.875		19.2	0.00	
1300	0.030	0.870		19.3	0.00	
1350	0.035	0.865		19.4	0.00	
1400	0.040	0.860		19.5	0.00	
1450	0.045	0.855		19.6	0.00	
1500	0.050	0.850		19.7	0.00	
1550	0.055	0.845		19.8	0.00	
1600	0.060	0.840		19.9	0.00	
					AREA CORREGIDA Δo	
					AC=	I-DEFORMACION UNITARIA



OBSERVACIONES

ESTUDIO DE SUELOS- ENSAYOS DE LABORATORIO- CONTROL DE CALIDAD
Calle 42N No.6- 28Barrio Vega de Prieto Tel. 8202306 Cel.3154683980 Popayán
Email:geocanalisislab@hotmail.com



GEOANALISIS - LAB Laboratorio de Concretos, Suelos y Pavimentos

VI 14

FECHA: 26 DE ENERO DE 2017

PROYECTO: ESTUDIO PATOLOGICO PUENTE VEHICULAR

UBICACIÓN: CARRERA 7 ENTRE CALLES 1 Y 1A, POPAYAN-CAUCA

SONDEO: 2 SHELBY 3

PROFUNDIDAD: DE 4,00 A 4,60 mts

MATERIAL: LIMO COLOR GRIS CON MATERIAL GRANULAR

CLASIFICACION: ML

DEFOR. 0.01mm	EF. UNITA AH/H	I-DEF. UNIT.	CARGA KG.	AREA CORREGIDA cms 2	RESISTENCIA Kg/CM2	MEDIDAS DE LA MUESTRA
50	0.005	0.995	2.15	16.7	0.13	DIAMETRO: 4,6 cms
100	0.010	0.990	5.58	16.8	0.33	ALTURA: 10,0 cms
150	0.015	0.985	6.36	16.9	0.38	AREA: 16,6 cms ²
200	0.020	0.980	8.45	17.0	0.50	VOLUMEN: c.c. 166.0
250	0.025	0.975	9.65	17.1	0.56	CONTENIDO DE AGUA W HUMEDO grs 276.3 W SECO grs 214.2 HUMEDAD: % 28.99
300	0.030	0.970	11.02	17.2	0.64	
350	0.035	0.965	13.25	17.3	0.77	
400	0.040	0.960	15.65	17.4	0.90	
450	0.045	0.955	17.85	17.5	1.02	
500	0.050	0.950	20.02	17.6	1.14	PESOS UNITARIOS Gr/Cm3 P.UNIT.HUMEDO: 1.66 P.UNIT.SECO: 1.29
550	0.055	0.945	23.32	17.7	1.32	
600	0.060	0.940	25.45	17.8	1.43	
650	0.065	0.935	27.49	17.9	1.54	
700	0.070	0.930	28.95	18.1	1.60	
750	0.075	0.925	29.65	18.2	1.63	
800	0.080	0.920	30.02	18.3	1.64	
850	0.085	0.915	31.63	18.4	1.72	
900	0.090	0.910	32.25	18.5	1.74	
950	0.095	0.905	32.45	18.6	1.74	
1000	0.100	0.900	32.00	18.7	1.71	
1050	0.105	0.895	30.52	18.8	1.62	
1100	0.110	0.890	27.25	18.9	1.44	
1150	0.115	0.885	23.20	19.0	1.22	
1200	0.020	0.880		19.1	0.00	
1250	0.025	0.875		19.2	0.00	AREA CORREGIDA ΔO I-DEFORMACION UNITARIA
1300	0.030	0.870		19.3	0.00	
1350	0.035	0.865		19.4	0.00	
1400	0.040	0.860		19.5	0.00	
1450	0.045	0.855		19.6	0.00	
1500	0.050	0.850		19.7	0.00	AC= I-DEFORMACION UNITARIA
1550	0.055	0.845		19.8	0.00	
1600	0.060	0.840		19.9	0.00	

OBSERVACIONES

ESTUDIO DE SUELOS-ENSAYOS DE LABORATORIO- CONTROL DE CALIDAD
Calle 42N No.6- 28 Barrio Vega de Prieto Tel. 8202306 Cel.3154683980 Popayán
Email:geonanalisislab@hotmail.com



GEOANALISIS - LAB
Laboratorio de Concretos, Suelos y Pavimentos

XI. REGISTROS FOTOGRÁFICOS

ESTUDIO DE SUELOS-ENSAYOS DE LABORATORIO-CONTROL DE CALIDAD
Calle 42N No.6-28 Barrio Vega de Prieto Tel. 8202306 Cel.3154683980 Popayán
Email:geoanalisislab@hotmail.com



GEOANALISIS - LAB
Laboratorio de Concretos, Suelos y Pavimentos

VI 14

**PROYECTO: ESTUDIO PATOLOGICO PUENTE VEHICULAR SOBRE LA
CARRERA 7a**



**UBICACIÓN: CARRERA 7 ENTRE CALLES 1 Y 1A,
POPAYAN-CAUCA**

26 DE ENERO DE 2017

REGISTRO FOTOGRAFICO

PROYECTO: ESTUDIO PATOLOGICO PUENTE VEHICULAR
UBICACIÓN: CARRERA 7 ENTRE CALLES 1 Y 1A,
POPAYAN-CAUCA



REALIZACION DEL SONDEO 1



MUESTRA INALTERADA TIPO SHELBY

REGISTRO FOTOGRAFICO

PROYECTO: ESTUDIO PATOLOGICO PUENTE VEHICULAR
UBICACIÓN: CARRERA 7 ENTRE CALLES 1 Y 1A,
POPAYAN-CAUCA



REALIZACION DEL SONDEO 2



CONTEO GOLPES SPT



MUESTRA INALTERADA TIPO SHELBY



GEOANALISIS - LAB
Laboratorio de Concretos, Suelos y Pavimentos

XII. LOCALIZACIÓN DE SONDEOS

ESTUDIO DE SUELOS-ENSAYOS DE LABORATORIO-CONTROL DE CALIDAD
Calle 42N No.6-28 Barrio Vega de Prieto Tel. 8202306 Cel.3154683980 Popayán
Email:geoanalisislab@hotmail.com



GEOANALISIS - LAB
Laboratorio de Concretos, Suelos y Pavimentos

VI 14

FECHA:

26 DE ENERO DE 2017

PROYECTO:

ESTUDIO PATOLOGICO PUENTE VEHICULAR

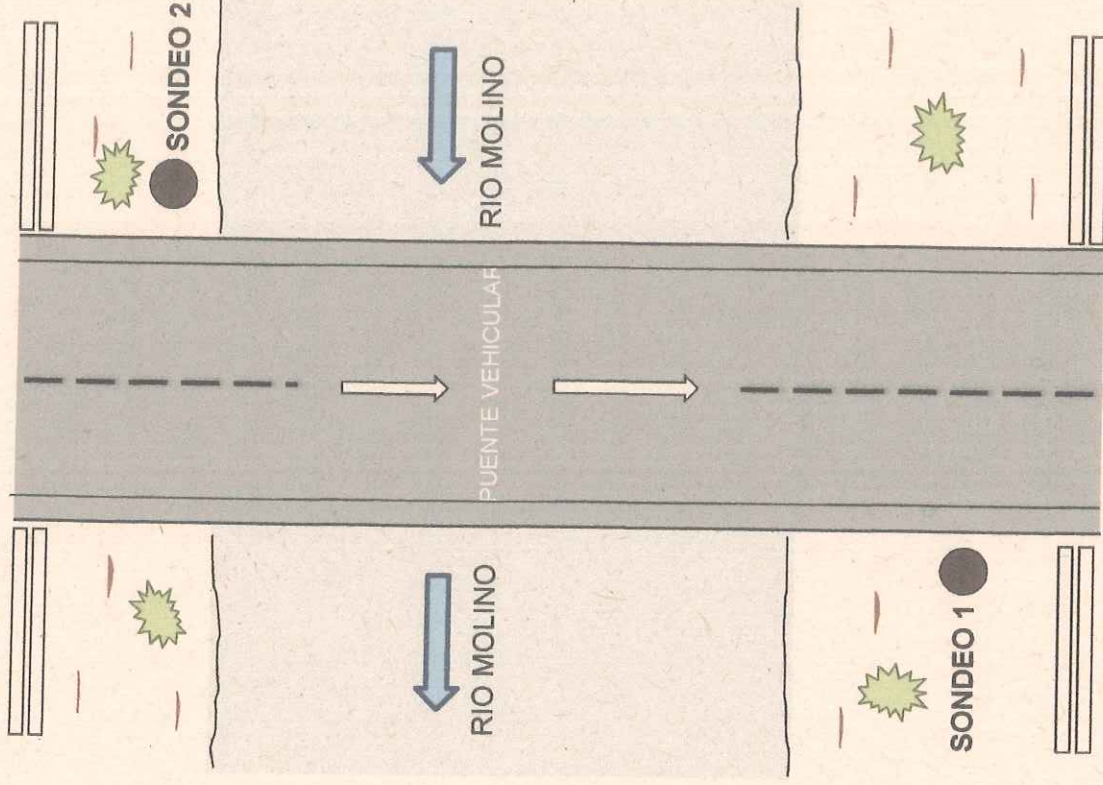
UBICACIÓN:

CARRERA 7 ENTRE CALLES 1 Y 1A, POPAYAN-CAUCA

SOLICITA:

ING DIEGO FERNANDO RUIZ - ING GABRIELA EUGENIA SILVA

UBICACIÓN DE SONDEOS EN PLANTA



ESTUDIO DE SUELOS- ENSAYOS DE LABORATORIO- CONTROL DE CALIDAD
Calle 42N No.6- 28 Barrio Vega de Prieto Tel. 8202306 Cel. 3154683980 Popayán
Email: geoanalisislab@hotmail.com