

**INFORME DE LA PASANTÍA EN AUXILIARES DE INGENIERIA EN EL
CONVENIO 2141 DEL 2014 UNIVERSIDAD DEL CAUCA - INVIAS**



PRESENTADO POR:
KELLY JOHANA AGUIRRE CASTRO
Código: 04102086
JOSE ANDRES DAZA ANDRADE
Código: 04101048

UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA
POPAYÁN-CAUCA
2015

**INFORME DE LA PASANTÍA EN AUXILIARES DE INGENIERIA EN EL
CONVENIO 2141 DEL 2014 UNIVERSIDAD DEL CAUCA - INVIAS**



PRESENTADO POR:
KELLY JOHANA AGUIRRE CASTRO
Código: 04102086
JOSE ANDRES DAZA ANDRADE
Código: 04101048

DIRECTOR:
ING. JULIA RUIZ

UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA
POPAYÁN-CAUCA

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	1
1. ANTECEDENTES	6
2. JUSTIFICACIÓN	7
3. OBJETIVOS DE LA PASANTIA.....	8
3.1. Objetivos generales	8
3.2. Fuente de información para el estudio.	¡Error! Marcador no definido.
4. MARCO TEÓRICO	12
4.1. DESCRIPCIÓN DE LOS GRUPOS Y SUBGRUPOS DE CLASIFICACIÓN.....	13
4.2. EL ÍNDICE DE GRUPO.....	15
4.3. PROCEDIMIENTO PARA LA CLASIFICACIÓN.....	17
4.4. EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA CLASIFICACIÓN	¡Error! Marcador no definido.9
4.5. CONO DINAMICO DE PENETRACION (PDC)	200
4.6. RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)	354
4.7. INDICE DE CONSISTENCIA.	¡Error! Marcador no definido.
4.8. DEFELECTÓMETRO DE IMPACTO (F.W.D) PARA DETERMINAR EL MODULO RESILISILIENCIA	46
4.9. INDICE DE CORRELACION ENTRE VARIABLES CUANTITATIVAS DEFINICIÓN DE RELACIÓN ENTRE VARIABLES.....	51
5. METODOLOGIA.....	¡Error! Marcador no definido.
6. ANALISIS DE RESULTADOS	57
7. CONCLUSIONES.....	78
8. BIBLIOGRAFIA	74
9. ANEXOS.....	75

INTRODUCCIÓN

Este informe está enmarcado en el convenio 2141 del 2014 que se tiene entre **INVIAS -UNIVERSIDAD DEL CAUCA**, en el enfoque específico del estudio de las propiedades dinámicas de los suelos Colombianos, asumiendo la perspectiva de presentar de manera precisa el procedimiento para clasificar los suelos de la base de datos de la empresa CITEC Ltda. en 12 grupos utilizando el método de clasificación ASSTHO, teniendo en cuenta que se requiere información pertinente sobre algunas características esenciales de los suelos a estudiar. Además, se pretende verificar las correlaciones existentes entre CBR, PDC y Módulo Resiliente y buscar posibles correlaciones entre el INDICE DE CONSISTENCIA, CBR y PDC. Esta información se obtuvo a partir de los ensayos de laboratorio normados por el INVIAS; donde las pruebas necesarias para obtener los datos de clasificación del suelo y las correlaciones son: Análisis granulométrico, límite líquido y plástico e índice de plasticidad, los cuales permiten obtener la distribución de tamaños de partícula del suelo y los contenidos de humedad entre diferentes estados de consistencia.

La clasificación es útil para determinar la calidad relativa de los materiales para uso en la construcción de subrasantes, terraplenes y rellenos; sin embargo, el diseño detallado de las diversas estructuras viales exige datos adicionales sobre la resistencia o las características de comportamiento del suelo bajo las condiciones de servicio previstas.

En este documento se describe el método de clasificación utilizado, qué tipo de nomenclatura, factores a tener en cuenta a la hora de clasificar suelos y otras consideraciones, seguidamente se comparan los resultados obtenidos en el laboratorio de la empresa CITEC Ltda. Ingeniería y Geotecnia, con los resultados proporcionados por la UNIVERSIDAD DEL CAUCA, con el fin de verificar si esta clasificación está acorde con los datos obtenidos, además se analizó la influencia

del agua en la relación de soporte de estos suelos. Sobre la información obtenida del Plan de Movilidad de la ciudad de Popayán se aplicó un método estadístico de regresión obteniendo las correlaciones requeridas.

Dado que hallar correlaciones para cada sector del país es un tema muy extenso, hemos limitado el alcance de este trabajo en un sector específico de la ciudad de Popayán, de tal forma que fuera posible conseguir la información de datos de campo y los resultados de laboratorio requerida para tal fin. En cuanto a la parte académica de este informe, el Director de la Pasantía se encontró comprometido con la orientación y supervisión de esta actividad.

1. ANTECEDENTES

A lo largo de la historia del diseño de pavimento el ensayo CBR se ha constituido en la base objetiva a través de la cual se obtiene la información necesaria para obtener parámetros que indiquen en la forma más aproximada la resistencia de un suelo específico cuando se encuentra en un estado determinado de humedad y compactación. En Colombia particularmente es práctica habitual el empleo del ensayo CBR para determinar la resistencia de los suelos con fines de diseño de pavimentos; sin embargo, la dinámica del conocimiento ha permitido la implementación de nuevas técnicas y tecnologías tendientes a establecer nuevas formas de hallar la medición de la resistencia del suelo para el mismo fin. En la actualidad se utiliza en el mundo de la ingeniería civil el Penetrómetro Dinámico de Cono o PDC con el que se pretende también investigar el suelo de fundación de la estructura de un pavimento y a su vez obtener el valor del Módulo Resiliente mediante correlaciones entre el CBR o el PDC tomados a una misma profundidad. Adicionalmente a esto, la Universidad del Cauca a partir de la recopilación de la información, análisis y resultados obtenidos en la exploración de campo durante la cual se obtuvieron muestras de suelo inalteradas, se hicieron mediciones de resistencia tanto en campo como en laboratorio, datos que fueron requeridos para el Plan de Movilidad del Municipio de Popayán realizada entre esta Institución y la firma CITEC Ltda. Ingeniería y Geotecnia; como consecuencia de esto, se presenta la información concerniente a la identificación visual de los diferentes estratos observados durante las labores de exploración de campo lo que permitió obtener de primera mano el conocimiento de un perfil básico del terreno.

De igual manera se busca chequear la aplicabilidad de las correlaciones dadas por la AASHTO entre PDC-CBR, CBR-MODULO RESILIENTE para los suelos de la región y analizar la posible correlación INDICE DE CONSISTENCIA-CBR,

utilizando datos de PDC, CBR e INDICE DE CONSISTENCIA tomados en campo a una misma profundidad.

Con toda la información obtenida de la empresa CITEC Ltda. Ingeniería y Geotecnia sobre caracterización de suelos junto con los diferentes parámetros de resistencia y soporte se pretende encontrar suelos clasificados como A4, A5, A6, A7-5, A7-6, que corresponden a la clasificación de la AASHTO, para que luego la UNIVERSIDAD DEL CAUCA determine mediante ensayos de laboratorio su Modulo Resiliente y sus propiedades, abarcando todos los grupos de suelo para contar con algunos valores típicos que sirvan de referencia a los ingenieros en los estudios de diseño para pavimentos.

2. JUSTIFICACIÓN

Con el crecimiento del país y la inclusión de nuevas zonas del territorio colombiano al sistema vial surge la necesidad de construir nuevas vías o ampliar las existentes, buscando mayor comodidad, seguridad como también rapidez y economía.

El conocimiento de correlaciones confiables para los suelos de la región resulta fundamental para simplificar la investigación geotécnica, por lo que Este trabajo tiene como fin verificar las correlaciones existentes dadas por la AASHTO sobre CBR, PDC y MODULO RESILIENTE y hallar posibles correlaciones entre INDICE DE CONSISTENCIA y CBR que permitan el debate de estos parámetros que se plantean en el manual de diseño de pavimentos flexibles de bajos, medios y altos volúmenes de tránsito, el cual busca brindar seguridad, durabilidad, comodidad y economía en las carreteras colombianas. Estos resultados son revisados por un Director quien desempeño entre otras funciones la de asesorar, supervisar, revisar y evaluar por medio de informes el avance y desarrollo de la pasantía, como también generar una motivación para la continuación de la labor investigativa una vez haya obtenido el título como ingeniero civil.

Teniendo en cuenta los anteriores planteamientos es primordial para un profesional de la Universidad del Cauca, adquirir experiencia y aplicar los conocimientos obtenidos en la formación universitaria en la búsqueda de la información más acertada enfocados hacia el desarrollo de actividades que le permita también sentar las bases para nuevas teorías en la amplia rama de los suelos.

3. OBJETIVOS DE LA PASANTIA

3.1. Objetivos generales

- Encontrar en la base de datos de la empresa CITEC Ltda. Ingeniería y Geotecnia los suelos clasificados por la AASHTO como A4, A5, A6, A7-5, A7-6, conociendo sus características y ubicación geográfica, con el fin de que la UNIVERSIDAD DEL CAUCA tome muestras de estos y defina su Modulo resiliente.
- Analizar el comportamiento de los suelos seleccionados de la base de datos para la investigación, frente a la acción del agua.
- Verificar la aplicabilidad de las correlaciones más utilizadas entre el PDC y CBR los suelos de la ciudad de Popayán. Utilizando los datos obtenidos en el estudio para Movilidad Futura SAS, realizado por la Universidad del Cauca.
- Verificar la aplicabilidad de las correlaciones más utilizadas entre el CBR y Modulo resiliente en los suelos de la ciudad de Popayán. Utilizando los datos obtenidos en el estudio para Movilidad Futura SAS, realizado por la Universidad del Cauca.

- Realizar la posible correlación entre el INDICE de CONSISTENCIA y CBR para suelos finos en general, entregados en los estudios para los diseños de pavimentos realizados para Movilidad Futura.
- Realizar la posible correlación entre el INDICE de CONSISTENCIA y CBR para suelos finos tipo ML y MH.

Las correlaciones anteriores se determinaran solo con los estudios realizados para el Plan de Movilidad Vial del Municipio de Popayán.

3.2. Fuente de información para el estudio.

Se recolectó información de la base de datos correspondientes a investigaciones geotécnicas realizadas en Colombia por la empresa CITEC Ltda. Ingeniería y Geotecnia.

La información se procesó de manera tal, que el análisis brindara a la Universidad del Cauca la posible ejecución de un muestreo de suelos en la región, permitiendo desarrollar la investigación en este campo, incluido en el marco del convenio para desarrollar los manuales de diseño de pavimentos flexibles.

- ✓ Clasificar por el método de la AASHTO los suelos proporcionados por la empresa CITEC Ltda. Ingeniería y Geotecnia.
- ✓ Identificar los suelos que cumplan con las especificaciones insertas en la **Tabla N°1.**
- ✓ Ubicar geográficamente cada uno de los suelos especificados.

- ✓ Obtener información respectiva sobre profundidades, porcentaje pasa del tamiz #200, límite líquido y plástico, humedad natural e índice de consistencia de los suelos ya ubicados.

Para el desarrollo referente al segundo objetivo

- Obtener la información respectiva de los CBR realizados a las muestras tomadas por la UNIVERSIDAD DEL CAUCA en la investigación de suelos y materiales viales en el marco del convenio para realizar los manuales de diseño de pavimentos flexibles.

Para el desarrollo referente a los objetivos tercero al sexto.

- Informes de investigación geotécnico realizado por CITEC Ltda. Ingeniería y geotecnia para la universidad del cauca en el marco del convenio con Movilidad Futura Popayán.
- Información de la investigación geotécnica realizada para Movilidad Futura de los estudios directamente por la Universidad del Cauca.

Tabla No 1. Descripción de los suelos a evaluar en la investigación.

No DE SUELO	CLASIFICACION AASHTO	DESCRIPCIÓN DEL SUELO	ARTICULO INV.
1	-	Corona de terraplén, suelos seleccionados.	220
2	-	Corona de teraplén, suelos adecuados	-
3	A-4	A-4, Posición inferior respecto a las fronteras. IP cercanos a 0 y LL significativamente menores del 40%	-
4	A-4	A-4. Posición superior respecto a las fronteras. IP cercanos o iguales a 10 y LL cercano del 40% pero no mayores a 40.	-
5	A-5	A-5, Posición inferior respecto a las fronteras. IP cercanos a 0 y LL significativamente mayores a 40%.	-
6	A-5	A-5, Posición superior respecto a las fronteras. IP cercanos o iguales a 10 y LL significativamente mayores a 40%.	-
7	A-6	A-6, Posición inferior respecto a las fronteras. IP cercanos a 10 y LL significativamente menores de 40%.	-
8	A-6	A-6, Posición superior respecto a las fronteras. IP significativamente mayores a 10 y LL significativamente cercano a 40% pero no mayores a 40.	-
9	A-7-5	A-7-5. Posición inferior respecto a las fronteras. IP cercanos a 10 y LL ligeramente mayores de 40%, IP significativamente menor que LL-30	-
10	A-7-5	A-7-5, Posición superior respecto a las fronteras. IP cercanos a 10 y LL significativamente mayores de 40%, IP cercano a LL-30 pero menor que LL-30	-
11	A-7-6	A-7-6, Posición inferior respecto a las fronteras. IP ligeramente mayor a LL-30 y LL ligeramente mayores de 40%.	-
12	A-7-6	A-7-6, Posición superior respecto a las fronteras. IP significativamente mayor que LL-30 y LL significativamente mayores de 40%.	-

Fuente: Universidad del Cauca

Esta etapa del estudio se realizó con toda la información sobre los suelos y terraplenes que se encontraba en la empresa CITEC Ltda. Ingeniería y Geotecnia. La UNIVERSIDAD DE CAUCA realizó su respectiva selección y nos brindó la información necesaria sobre los CBR.

4. MARCO TEÓRICO

El suelo puede ser clasificado, de manera usual como Granular o Limo-Arcilloso, pero estos términos son generales y cubren una gran gama de propiedades físico-mecánicas, por esta razón se requieren medios de clasificación adicionales para determinar el uso del suelo.

Algunos métodos de clasificación propuestos son:

- Sistema Unificado de Clasificación de Suelos USCS.
- American Association of State Highway Officials AASHTO.
- Sistema Británico (BS).
- Sistema de la Federal Aviation Administration (FAA).

En 1945 nace el sistema de clasificación AASHO el cual ha derivado en la actualidad como AASHTO, este sistema describe un procedimiento para clasificar los suelos en un total de 7 grupos, basándose en los ensayos de laboratorio de granulometría, límite de Atterberg, humedad e índice de plasticidad. A la vez estos convergen alrededor del denominado “índice de grupo” para comparar diferentes suelos dentro de un mismo conjunto de similares características.

El método AASHTO es un método utilizado principalmente para obras viales entre otros usos.

Como procedimiento estandarizado para la obtención de los resultados analizados se acudió a los procesos previstos en las siguientes normas:

- Preparación de muestras: de acuerdo a la norma INV E- 10 e INV E-107.

- Análisis granulométrico: de acuerdo a la norma INV E-123.
- Determinación del LL y LP: de acuerdo con la norma INV E-125 e INV E-126.
- Determinación de humedad del suelo: de acuerdo con la norma INV E-122.
- Clasificación de suelos y de mezclas de suelos y agregados con fines de construcción de carreteras (Sistema AASTHO): de acuerdo con la norma INV E-180-13

4.1. DESCRIPCIÓN DE LOS GRUPOS Y SUBGRUPOS DE CLASIFICACIÓN

De acuerdo con el sistema AASHTO, los suelos se dividen en dos grupos mayores, como se muestra en la Tabla No.2. Ellos son los granulares, con 35% o menos de pasante por el tamiz No.200 y los limo-arcillosos, que contienen más de 35% pasando por dicho tamiz.

Para efectos prácticos de este trabajo, se describe a continuación solo los materiales limosos y arcillosos¹.

GRUPO A-4: el material típico de este grupo es un suelo limoso no plástico o moderadamente plástico, en el que generalmente el 75% o más pasa el tamiz No 200. El grupo incluye, también, mezcla de limo fino con grava y arena, en las cuales hasta el 64% queda retenido en el tamiz No 200. Estos suelos son muy comunes y su textura varía desde el loam arenoso hasta el loam limoso y arcilloso. Con una humedad apropiada, sin embargo frecuentemente presenta afinidad por el agua y sufren expansión perdiendo la mayor parte de su estabilidad, a menos que se encuentren aproximadamente compactados y drenados.

GRUPO A-5: El material característico de este grupo es similar al descrito anteriormente, excepto que su carácter es usualmente diatomáceo o micáceo,

¹ Norma INV – 180 / 2013 Clasificación de Suelos y Mezclas de suelos y agregados con fines de construcción de carreteras, Pág: 3

puediendo ser altamente elástico, como lo dan a entender los elevados valores de su límite líquido. Estos suelos no son tan frecuentes como los A-4 y presentan un comportamiento resiliente tanto en condición humedad como semi-seca. Además, son propensos a la erosión y a la inestabilidad cuando no están adecuadamente drenados. Asimismo, requieren un cuidadoso control de la humedad para lograr una adecuada compactación.

GRUPO A-6: El material típico de este grupo es un suelo arcilloso plástico con un 75% o más pasando el tamiz No 200. El grupo comprende, también, mezclas de suelo arcilloso fino hasta con 64% de arena y grava retenida en el tamiz No 200. Los materiales de este grupo suelen presentar importantes cambios volumétricos entre los estados húmedo y seco. Su existencia es muy común y son ampliamente utilizados en la construcción de rellenos. Cuando su humedad esta adecuadamente controlada, son fáciles de compactar con rodillos neumáticos o pata de cabra. Los suelos de este grupo presentan una resistencia relativamente alta cuando se encuentran en esta seco, pero pierden mucho de ella al absorber agua. La presión capilar del agua que se ejerce por el secado es de tal intensidad, que acerca las partículas del suelo formando una, masa compacta y densa. Este proceso se pone en evidencia por la formación de grietas de contracción en épocas de sequía.

GRUPO A-7: Los materiales típicos y los problemas asociados con índice plásticos moderados en relación con el límite líquido. Estos suelos pueden ser altamente elásticos y son propensos a cambios de volumen considerables.

SUBGRUPO A-7-5: Comprenden materiales con índices plásticos moderados en relación con el límite líquido. Estos suelos pueden ser altamente elásticos y son propensos a cambios de volumen considerables².

² IBID 1 Pág:4

Tabla No 2. Sistema de clasificación AASHTO

Clasificación general	Materiales granulares (35% o menos pasa el tamiz #200)							Materiales limoarcillosos (más de 35% pasa el tamiz #200)			
	A-1		A-3 ^A	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7 A-7-5 A-7-6
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				
Tamizado, % que pasa											
No. 10 (2.00mm)	50 máx.	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
No. 40 (425µm)	30 máx.	50 máx.	51 mín.	...	...	...	...	...	...	...	...
No. 200 (75µm)	15 máx.	25 máx.	10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	36 mín.	36 mín.	36 mín.
Consistencia											
Límite líquido	...		...	B				40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.
Índice de plasticidad	6 máx.		N.P.	B				10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín. ^B
Tipos de materiales característicos	Cantos, grava y arena		Arena fina	Grava y arena limoarcillosas				Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Calificación	Excelente a bueno							Regular a malo			

^A La colocación de A3 antes de A2 en el proceso de eliminación de izquierda a derecha no necesariamente indica superioridad de A3 sobre A2.

^B El índice de plasticidad del subgrupo A-7-5 es igual o menor que LL-30. El índice de plasticidad del subgrupo A-7-6 es mayor que LL-30.

Fuente: Norma INV – 180 / 2013 Clasificación de Suelos y Mezclas de suelos³

4.2. EL ÍNDICE DE GRUPO

Es un parámetro numérico ideado para evaluar cuantitativamente los materiales granulares con arcilla y los materiales limo arcilloso, el cual se basa en las siguientes condiciones⁴.

Los materiales granulares con arcilla de los grupos A-2- y A-2-7 y los limo arcillosos de los grupos A-4, A-5, A-6 y A-7 varían en su comportamiento como material de subrasante desde el equivalente a los suelos buenos A-2-4 y A-2-5, hasta el regular y pobre, requiriendo una capa de material de sub-base o un espesor mayor de la capa de base para soportar adecuadamente las cargas de tránsito.

³IBID 2, Pág:5

⁴IBID 2, Pág:7

- El porcentaje mínimo que pasa por el tamiz No 200 es de 35 sin tener en cuenta la plasticidad, y 15 cuando los índices plásticos son mayores que 10.
- Se consideran críticos los límites líquidos de 40 o mayores.
- Para suelos no plásticos o cuando el límite líquido no puede ser determinado, se considera que el índice de grupo es cero (0).
- No hay límite superior para el índice de grupo obtenido con la fórmula.
- Bajo condiciones promedio de drenaje y compactación adecuadas, el valor soporte de una subrasante puede ser considerado inversamente proporcional al valor de su índice de grupo. Un índice de grupo igual a cero (0) indica un material de buen comportamiento como subrasante, mientras que otro de veinte (20) o más refleja un material de muy pobre comportamiento.

$$IG = \left[\frac{F - 35}{100} \right] \cdot 2 + 0,005 * \left[\frac{LL - 40}{100} \right] + 0,01 * \left[\frac{F - 15}{100} \right] * \left[\frac{IP - 10}{100} \right]$$

Dónde:

F: Porcentaje de material que pasa por el tamiz No 200, expresado como un número entero. Este valor se expresa en función del material que pasa por el tamiz 3”.

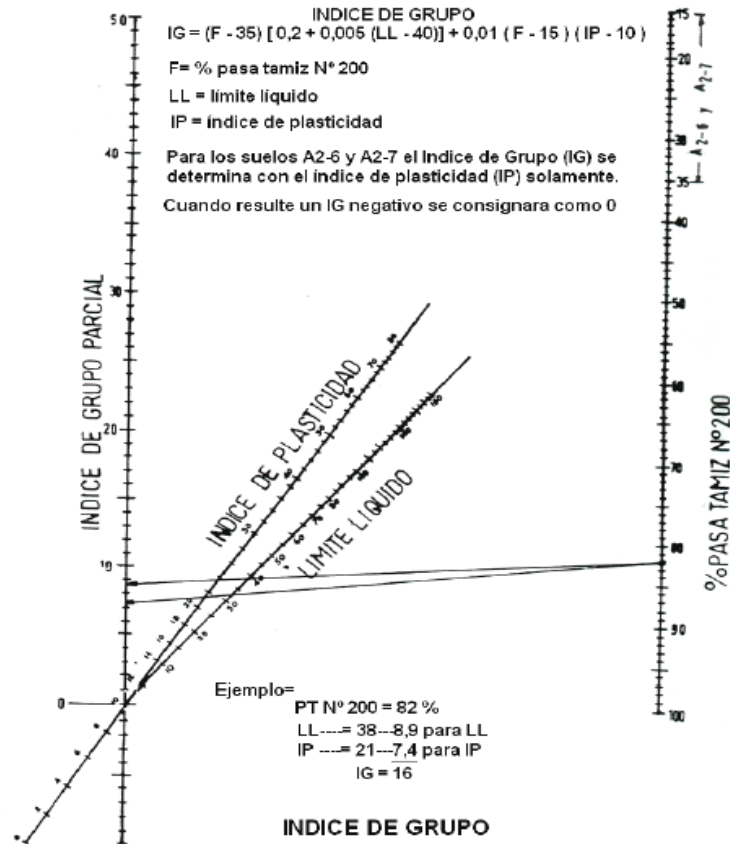
LL: límite líquido

IP: índice plástico

Se tomara el número entero más cercano al valor obtenido al realizar el cálculo.

De modo alternativo, el índice de grupo del suelo se puede determinar con ayuda de la figura No 1.

Figura No 1. Abaco para determinar el índice de grupo[1].



Fuente: Norma INV – 180 / 2013 Clasificación de Suelos y Mezclas de suelos y agregados con fines de construcción de carreteras

NOTA: cuando el valor calculado resulta negativo, el índice de grupo será registrado como cero (0).

4.3. PROCEDIMIENTO PARA LA CLASIFICACIÓN

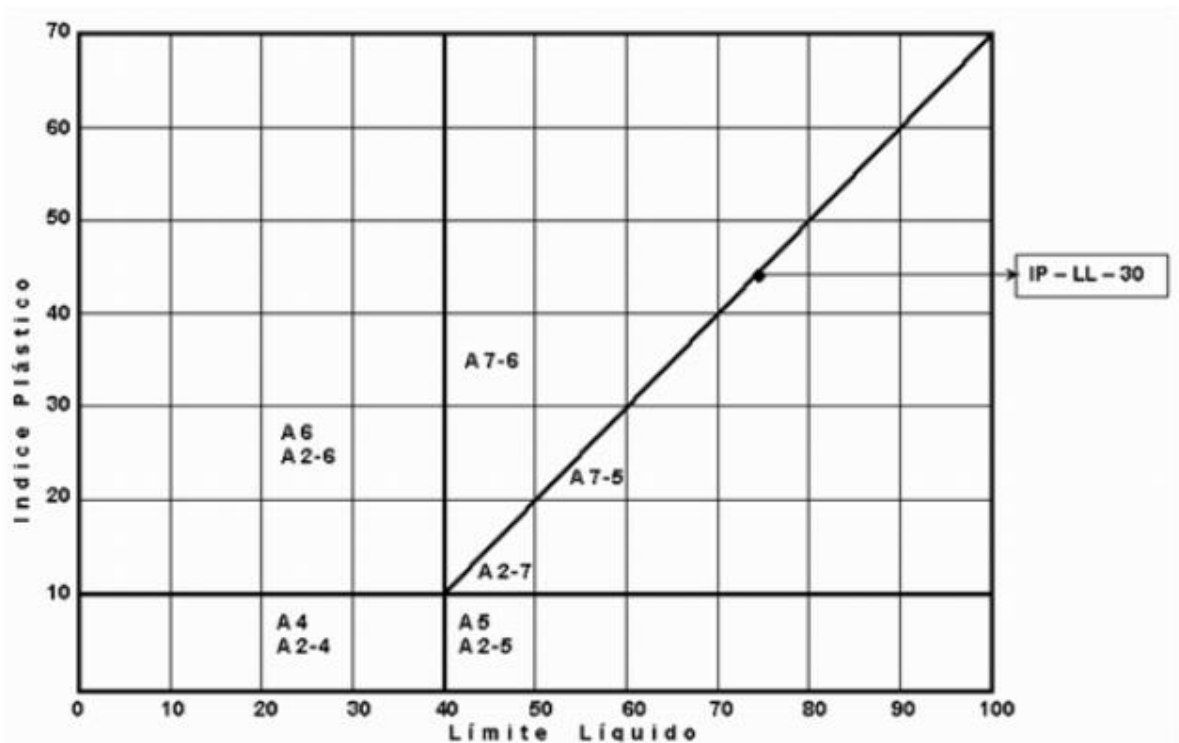
1. Se realiza a partir de la información obtenida de granulometría, límite líquido e índice de plasticidad.⁵

⁵IBID 4, Pág:6

2. Posteriormente se ingresa a la **tabla No.2**, procediendo de izquierda a derecha, hasta encontrar el primer grupo al cual se ajustan los resultados de la información anterior, grupo que constituirá la clasificación del suelo.

3. Para la elección de los subgrupos, se hará la selección correspondiente como se muestra en la **tabla No 2**.

Tabla No 3. Diagrama para diferenciar los grupos.



4. **Fuente:** Norma INV – 180 / 2013 Clasificación de Suelos y Mezclas de suelos y agregados con fines de construcción de carreteras

NOTA: Todos los valores límites de ensayos se encuentran como números enteros; por lo tanto si aparecen números decimales estos serán convertidos a un número entero más próximo para los fines de la clasificación⁶.

⁶IBID 5,

4.3.2. Ejemplo de Clasificación

Clasificar por el sistema AASHTO y calcular el índice de grupo de un suelo que presenta las siguientes características (INV, E-180, 13):

- Pasa tamiz No 200: 55%
- Límite líquido: 40%
- Índice de plasticidad: 25%

Como el porcentaje que pasa el tamiz No 200 es mayor de 35%, el suelo es limo-arcilloso y su clasificación se busca en la tabla a partir del grupo A-4, encontrándose que, por sus valores de límite líquido e índice plástico, encaja en el grupo A-7-6.

El índice de grupo se calcula con la fórmula:

$$IG : (55 - 35) * 0,2 + 0,005 * (40 - 40) + 0,01 * (55 - 15) * (55 - 10) = 4,0 + 6,0 = 10^7$$

4.4. EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA CLASIFICACIÓN

Selección del tipo de máquina para compactación en función del tipo de suelo según la clasificación AASHTO (Dujisin y Rutland, 1974).⁸

Clasificación del comportamiento del equipo:

1. Excelente
2. Bueno
3. Regular

⁷IBID 6, Pág:10

⁸ESCUELA DE INGENIEROS MILITARES, PRESENTACIÓN DIAPOSITIVA 6, consultada junio de 2015 [On line] disponible en <http://www.slideshare.net/edwinvigoya/05-terzaghi-3-19098075>

4. Deficiente
5. Inadecuado

Tabla No 4. Tipo de maquina en función de suelo

	A-1-a	A-1-b	A-3	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7	A-4	A-5	A-6	A-7
Rodillo Liso	1	2	2	1	1	1	2	2	3	3	4
Rodillo Neumático	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	3
Rodillo Pata de Cabra	5	5	5	4	4	3	2	2	1	1	1
Pisón impacto	2	2	1	2	2	2	4	4	4	4	4
Rodillo vibratorio	1	1	1	1	1	3	4	3	3	5	5

Fuente: Presentación Clasificación de Suelos Escuela de Ingenieros Militares

4.5. CONO DINAMICO DE PENETRACION (PDC)

4.5.1. Definición

“La penetración medida es una función de la resistencia al corte “in situ” de los materiales y el perfil en profundidad, da una indicación de las propiedades de los materiales de todas las capas de la estructura hasta una profundidad de auscultación determinada”.

“El instrumento P.D.C, mide la penetración por golpe a través de las distintas capas componentes de la estructura de un pavimento. Esta penetración es función de la resistencia al corte “in situ” de los materiales del paquete estructural. El perfil en profundidad brinda por lo tanto, una indicación de las propiedades en el lugar de los materiales de los diferentes estratos componentes en las condiciones reales en que se encuentran en el momento del ensayo.”⁹

⁹OSORIO, José; CASAS, Ana, MONOGRAFÍA Correlación PDC con CBR para suelos en la localidad de Suba, Universidad Militar Nueva Granada Pág.18

4.5.2. Aplicaciones y Definiciones

Entre los usos del ensayo podemos destacar:

- Reconocimiento rápido del terreno.
- Verificación de la eficiencia de los equipos de compactación utilizados en obra.
- Detección e identificación de incoherencias en alguna o algunas de las capas una vez construidas.
- Seguimiento del comportamiento estructural de la vía y análisis de la influencia de las solicitaciones (tránsito y clima).
- Determinar el C.B.R de la Sub-rasante.
- Adecuado para establecer condiciones de compacidad de estratos arenoso sueltos a densos y condiciones de consistencia de estratos arcillosos de consistencia media firme.
- Debido a su carácter dinámico no es muy adecuado o confiable para los suelos arcillosos sensitivos de consistencia media a baja.
- En suelos arenosos el resultado está influenciado por la densidad relativa del suelo y por el nivel de confinamiento.
- Para arenas muy finas y limos arenosos saturados con densidades relativas superiores a la crítica el resultado puede ser anormalmente alto debido a las presiones de poros negativas generadas por la dilatación, con el consecuentes aumento instantáneo de los esfuerzos efectivos y de la resistencia.
- Adecuado para complementar exploraciones de suelo, cambiándolo con perforaciones, muestreos, sondeos y otros ensayos de campo reduciendo costos y tiempo y cubriendo grandes áreas con suficiente información.

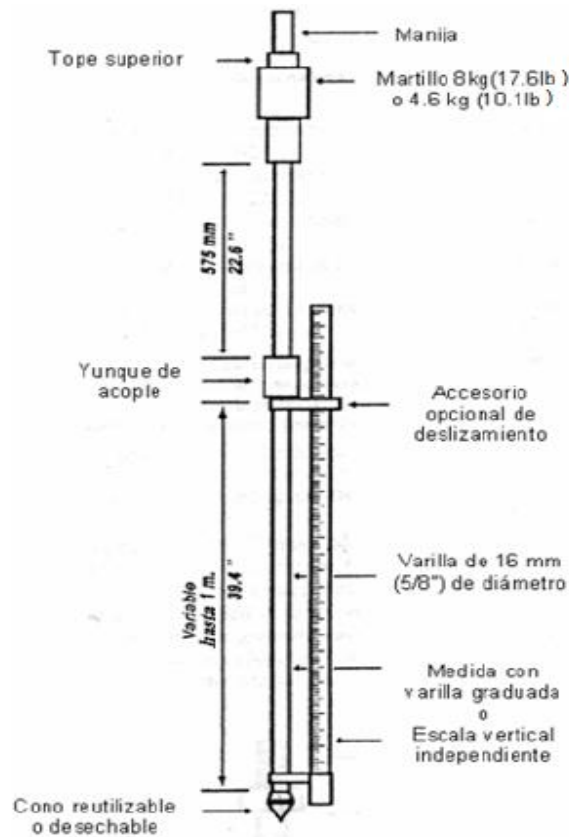
4.5.3. Descripción del Equipo

El equipo P.D.C., consta de 3 cuerpos principales:

- La regla de medición de la profundidad calibrada en centímetros y pulgadas.
- La lanza de penetración y en el extremo roscado de un cono de acero templado con un ángulo de 60°.
- El eje guía, en el cual se encuentra instalada la masa de caída libre montada bajo un tope superior y uno inferior.

El principio de funcionamiento es muy simple; una sonda con su extremo en forma de cono penetra a través de las capas del terreno en forma continua bajo la acción dinámica de una masa “M” que cae libremente desde una altura “H”, ambas fijas y pre-establecidas. Este ensayo no toma muestras.

Figura No2. Equipo P.D.C



Fuente: Norma INV – 172 Uso de Penetrómetro Dinámico de Cono en aplicaciones de pavimentos a poca profundidad

4.5.4. Descripción del Ensayo P.D.C

Operación Del Aparato

Se exigen dos personas para operar el P.D.C. una persona (operador) sostiene el dispositivo por su mango en una posición vertical y golpea ligeramente el dispositivo usando el martillo hasta que la base del cono este a ras con la superficie de la tierra. La segunda persona (registrador) chequea el dispositivo para una lectura cero sosteniendo la escala vertical entre la superficie y el yunque.

Toma De Lecturas

El marcador de profundidad debe leer cero (0) milímetros en la escala vertical. En suelos débiles, el peso propio del dispositivo hundirá el cono con su cero lectura. En este, caso la lectura de cero-golpe de penetración es registrada, en milímetros, como medida actual preliminar de profundidad. El martillo se levanta hasta que hace un ligero contacto con la manija, pero sin golpearla y se deja caer. El martillo debe permitírsele dejar caer libremente con un movimiento de la mano. Tanto el operador como el registrador deben guardar el registro del número de golpes del martillo entre las medidas. El registrador es responsable de registrar el número de golpes del martillo entre las medidas. Él también es responsable de medir y registrar la penetración después de cada set de golpes del martillo. Se graban medidas de penetración al milímetro más cercano.

Extracción Del Aparato

Una vez completado el ensayo, el penetrómetro deber ser extraído, utilizando el gato de extracción cuando se utilice un cono de tipo reutilizable. Cuando se utilice un cono de tipo desechable, el dispositivo se extrae dirigiendo el martillo hacia arriba y golpeándolo contra la manija.

Cuidados Y Mantenimiento

Antes de comenzar el ensayo, se debe inspeccionar el dispositivo P.D.C en las partes que puedan sufrir daños por fatiga, en particular en el ensamble y en la manija y se debe verificar que no exista un excesivo desgaste de la varilla ni del cono reutilizable. Todas las juntas deben ser ajustadas con seguridad, incluyendo el yunque de ensamble y el cono reutilizable a la varilla de ensayo.

El P.D.C debe guardarse limpio, y debe quitarse todo el suelo de la vara de penetración y del cono antes de cada prueba. Una aplicación ligera de lubricante o de aceite debe aplicarse a la vara que desliza el martillo antes de su uso.

En suelos con agregado grueso, el P.D.C puede intentar penetrar el suelo con un grado de inclinación en lugar de una posición vertical. El operador no debe aplicar fuerza en el asa del PDC en un esfuerzo por obligarle a penetrar la tierra verticalmente, esto causara que la vara del asa superior se fatigue y se rompa en el punto en donde se atornilla con el yunque. En cambio, la prueba debe detenerse cuando el asa se desvía más de 3 pulgadas lateralmente de la posición vertical o si luego de 5 golpes el aparato no ha avanzado más de 2mm y en consecuencia se deberá intentar una nueva prueba en otro lugar.

Profundidades De Penetración

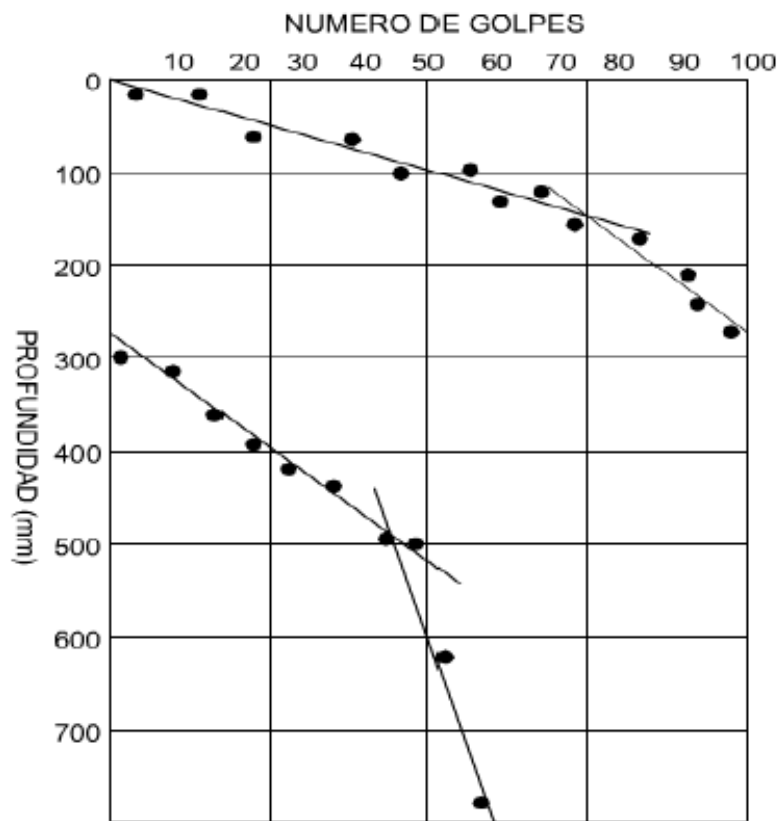
La profundidad de penetración variara de acuerdo con la aplicación que se va a dar a los resultados del ensayo. Para aplicaciones viales típicas, se considera adecuada una penetración inferior a 900 mm, para evaluación de propiedades de los materiales se puede hasta una profundidad de 100 mm bajo la superficie. La profundidad de penetración se puede incrementar utilizando extensiones en la varilla inferior; sin embargo, si se emplean extensiones se debe tener cuidado cuando se empleen las correlaciones para estimar otros parámetros, ya dichas correlaciones son solamente apropiadas para la configuración específica del P.D.C.

4.5.5. Análisis de Datos

Curva P.D.C

Consiste en una representación del progreso de la penetración del equipo a través de la estructura del pavimento en profundidades. Las ordenadas indican las profundidades en milímetro y las abscisas el número acumulado de golpes para alcanzar dichas profundidades. La curva mostrara claramente un perfil de las diferentes capas resistentes. El índice de penetración (DN) de ese suelo se calcula a partir de las pendientes que generan los puntos.

Figura No3. Curva P.D.C



Fuente: Monografía OSORIO, José; CASAS, Ana Pág.20

Numero P.D.C (DN)

Define el desplazamiento vertical descendente del cono del P.D.C producido por la caída del martillo deslizante, en otras palabras es la penetración a través de una capa específica mediada en mm/golpe. Los suelos de consistencia dura o muy resistente requieren un alto número de golpes o caídas del martillo para alcanzar una penetración determinada, por lo tanto el DN será bajo.

Por ejemplo:

$$DN = \frac{20mm}{2 \text{ golpes}} = \frac{10mm}{golpe}$$

4.5.6. Aplicaciones Metodológicas del P.D.C.

Relación Entre La Resistencia De Penetración (P.D.C.) Y El California Bearing Ratio (CBR)

Amplias investigaciones han sido ejecutadas para desarrollar relaciones empíricas entre la resistencia de penetración P.D.C. y las mediciones de CBR. Con base en los resultados de estudios pasados, muchas de las relaciones entre P.D.C y C.B.R tienen la siguiente forma:

$$\mathbf{\text{Log (CBR) = a + b * Log(DN)}} \quad (1)$$

Dónde:

DN: índice de penetración P.D.C (mm/golpe)

a: constante que oscila generalmente entre 2,44 a 2,70

b: constante que oscila generalmente entre -1,07 a -1,27

Kleyn dirigió pruebas de P.D.C en 2000 muestras de material de pavimentos en moldes normales y determinando el correspondiente C.B.R directamente. Basados en sus resultados la correlación siguiente fue recomendada:

$$\text{Log (CBR)} = 2,62 - 1,27 * \text{Log(DN)}$$

Basado en un estudio de campo, Smith-Pratt sugirieron la siguiente correlación:

$$\text{Log (CBR)} = 2,56 - 1,15 * \text{Log(DN)}$$

Livneh e Ishia dirigieron una correlación entre el DN y los valores de C.B.R in-situ usando una amplia gama de muestras de suelo de grano fino compactado e inalterado, con y sin saturación. Compacto suelos granulares en moldes flexibles con presiones laterales variables y controladas. La relación siguiente se obtuvo entre el C.B.R y el DN:

$$\text{Log (CBR)} = 2,2 - 0,71 * \text{Log(DN)}^{1.5}$$

Harrison también sugirió las siguientes correlaciones para diferentes suelos:

Para suelos arcillosos PR>10 (mm/golpe)

$$\text{Log (CBR)} = 2,56 - 1,16 * \text{Log(DN)}$$

Para suelos granulares PR<10 (mm/golpe)

$$\text{Log (CBR)} = 2,70 - 1,12 * \text{Log(DN)}$$

Para una gama amplia de materiales granulares y cohesivos, el cuerpo del ejército americano de Ingenieros encontró la relación descrita a continuación, esta ecuación ha sido adoptada por muchos investigadores:

$$\text{Log (CBR)} = 2,465 - 1,12 * \text{Log(DN)} \text{ o } \text{CBR} = \frac{292}{\text{DN}^{1.12}}$$

Un resumen de algunas correlaciones es presentada en la **Tabla No1**:

Tabla No 5. Correlaciones entre P.D.C y C.B.R

AUTOR	CORRELACION	OBSERVACIONES
Kleyn y Van Heerden	$CBR = 428.5(DN)^{-1.28}$	
TRL Overseas Road	$CBR = 302(DN)^{-1.057}$	
Cuerpo de Ingenieros (USA)	$CBR = 292(DN)^{-1.12}$	No aplica a suelos CL con $CBR < 10$, ni a suelos CH
	$CBR = 58.8(DN)^{-2.0}$	Aplica a suelos CL con $CBR < 10$
	$CBR = 343.3(DN)^{-1.0}$	Aplica a suelos CH
Coonse (19999)	$\text{Log}(CBR) = 2,53 - 1.14 * \text{Log}(DN)$	Suelo piedemonte residual
NCDOT (1998)	$\text{Log}(CBR) = 2,60 - 1.07 * \text{Log}(DN)$	Agregado base y cohesivo
Ese et al. (1995)	$\text{Log}(CBR) = 2,44 - 1.07 * \text{Log}(DN)$	Agregado base
Webster et al. (1992)	$\text{Log}(CBR)(0.2") = 2,27 - 0.8728 * \text{Log}(DN)$	Varios tipos de suelo
Livneh et al. (1992)	$\text{Log}(CBR) = 2,45 - 1.12 * \text{Log}(DN)$	Suelo granular y cohesivo
Livneh et al. (1987)	$\text{Log}(CBR) = 2,56 - 1.16 * \text{Log}(DN)$	Suelo granular y cohesivo

Fuente: Los Autores

Tabla No 6. Correlaciones entre P.D.C y C.B.R hechas en Colombia

AUTOR	CORRELACION	OBSERVACIONES
MOPT Colombia (1992)	$CBR = 567.0(DN)^{-1.40}$	

CORASFALTOS Ing. Jhon Wilson Correa	$\text{Log (CBR)(0.1")} = 2,05 - 0,7708 * \text{Log(DN)}$ $\text{Log (CBR)(0.2")} = 2,27 - 0,8728 * \text{Log(DN)}$	Caracterización de subrasantes y determinación de la relación entre ensayos de uso generalizado
UNIVERSIDAD DEL CAUCA Ing. Eugenio Chavarro Barreto	$\text{Log (CBR)(0.1")} = 2,05 - 1,12 * \text{Log(DN)}$	Método actual para determinar la resistencia de los suelos cohesivos
UNIVERSIDAD DE NARIÑO Ing. Hugo Coral Moncayo	$\text{Log (CBR)(0.1")} = 2,18 - 0,9342 * \text{Log(DN)}$ $\text{Log (CBR)(0.2")} = 2,18 - 0,9342 * \text{Log(DN)}$	

Fuente: Los Autores

La Escuela de Ingeniería de Transporte y Vías –UPTC, presento una síntesis de los resultados obtenidos de ensayo de correlación para 24 muestras de CL y CH. A todas las muestras se le realizaron pruebas de P.D.C, C.B.R inalterado (con molde), humedad y densidad (de laboratorio y con densímetro nuclear).

Los moldes presentados en dicho artículo resultan especialmente aplicables para suelos de características similares a las encontradas en Tunja y sus alrededores (suelos cohesivos de baja y alta plasticidad). El molde desarrollado por la UPTC en su informe es similar al desarrollado por Bateman para suelos cohesivos de la ciudad de Bogotá.

$$\text{CBR} = 37,9(\text{DN})^{-0,69}$$

La ecuación fue la siguiente:

$$\text{CBR} = 30,52(\text{DN})^{-0,62} \text{ o } \text{Log (CBR)} = 1,48 - 0,62 * \text{Log(DN)}$$

Determinaron el C.B.R partir de DN y la humedad aplicable en suelos tipos CL:

$$\text{Log (CBR)} = 15,18 - 0,62 * \text{Log(DN)} - 0,08 * H$$

Correlaciones de DN con la humedad natural del suelo y los límites de Atterberg:

$$W = [0.485 * (DN^{-0.575} - 2.0) * IP] + LP \text{ Arcillas de baja plasticidad (CL)}$$

$$W = [0.629 * (DN^{-0.36} - 2.0) * IP] + LP \text{ Arcillas de alta plasticidad (CH)}$$

Relación Entre La Resistencia De Penetración (P.D.C.) Y El Modulo Elástico (Es)

Existen ecuaciones que relacionan el DN directamente con el módulo de la subrasante. PEN et al. Sugiere dos relaciones entre el modulo elástico de la subrasante (Es) en MPa en mm/golpe como se define en las siguientes ecuaciones:

$$\mathbf{Log (Es) = 3.25 - 0.89 * Log(DN)}$$

$$\mathbf{Log (Es) = 3.652 - 1.17 * Log(DN)}$$

Chua et al. Presentó una nueva aproximación teórica para modelar e interpretar los resultados de DN con ángulo de vértice de cono de 60°. Un modelo unidimensional para el análisis de penetración de un proyecto rígido dentro de un material perfectamente sellado fue usado para recalcular el modulo elástico del medio designado.

Chua desarrollo relaciones teóricas entre DN y el modulo elástico, es el cual es función de las diferencias de tensión principales en el momento de falla ($2 \zeta O$) como sigue:

$$\mathbf{Log (Es) = B - 0.4 * Log(DN)}$$

Donde Es esta en MPa y B es un valor constante que depende del valor de $2 \zeta O$. Los resultados de los análisis de regresión conducidos por Chen et al., entre el

modulo elástico recalculado FWD (MFWD en MPa) y el DN resulta en el modelo siguiente:

Para 10 mm/golpe <DN< 60 mm/golpe

$$\text{MFWD} = 338(\text{DN})^{-0.39}$$

Tabla 7. Valores de B para cálculo de Modulo Resiliente

TIPO DE SUELOS	2 ζO	B
Arcila plásticas	25	2.22
Suelos arcillosos	50	2.44
Suelos limosos	75	2.53
Suelos arenoso	150	2.63

Fuente: LACERA, Gabriel Pág. 28

De Beer et al. También propuso una correlación entre el modulo elástico (Es) y el DN el cual tiene una forma similar a la relación de C.B.R, y se muestra en la ecuación siguiente:

$$\text{Log (Es)} = 3.05 - 1.07 * \text{Log(DN)}$$

Hassan (1996) indico que la correlación del MR con el DN es significativa al contenido óptimo de humedad ±20%. Hassan desarrollo un modelo de regresión simple de la siguiente forma:

$$\text{MR (psi)} = 7013.065 - 2040.783 * \text{LN(DN)}$$

Donde DN está en Pul/golpe

Chai y Roslie también desarrollaron una relación entre le modulo calculado anteriormente y el valor DN en la siguiente forma:

$$\text{E(back)} = 2224 * \text{DN} - 0.996$$

George y Uddin (2000) desarrollaron relaciones entre MR y DN como función del contenido de humedad, límite líquido y densidad. Debido a los requerimientos de MDOT para ser capaces de correlacionar MR en tiempo real, ellos también proveyeron relaciones más simples entre MR y DN.

Para suelos de granos finos la relación siguiente fue desarrollada:

$$MR = 5321.1(DN)^{-0.492}$$

La relación para suelos de grano grueso es de la siguiente forma:

$$MR = 235.3(DN)^{-0.475}$$

Relación Entre el Índice de Penetración Y La Resistencia a La Penetración Standard (SPT).

Sowers and Hedges y luego Livneh e Ishai, desarrollaron una correlación entre el DN y la resistencia a la penetración Standard (STP, ASTM D1586-64). La ecuación de correlación es de la forma:

$$\text{Log (DN)} = A + B * \text{Log(SPT)}$$

Valido para DN < 0.40 pul/golpe (< 10 mm/golpe)

Relación Entre el Índice de Penetración Y La Resistencia Cortante de Materiales Cohesivos.

Ayers et al (1989) realizó un estudio de laboratorio para determinar la relación entre el DN y el esfuerzo cortante (cohesión (c) y ángulo de fricción interno (θ)), propiedades de los materiales granulares de baja cohesión. Ayers predijo una ecuación de la forma:

$$DS = A - B * (DN)$$

Dónde:

DS: desviación del esfuerzo de falla. (Para presiones de 5,15 y 30 psi (35, 103 y 207 Kpa)). La selección de las ecuaciones de predicción apropiadas requiere una estimación de la presión de confinamiento de las condiciones de carga por debajo del terreno como un indicativo para requerir una investigación adicional.

4.5.7. Otras Aplicaciones

El ensayo P.D.C puede ser aplicado de varias maneras en la caracterización de materiales de base y en subrasante. Quizás la mejor cualidad del P.D.C sea la de entregar un registro continuo de la resistencia del suelo con la profundidad. Graficando el índice de penetración DN contra la profundidad, se puede observar un perfil que muestra los espesores de las capas y las condiciones de esfuerzos en que se encuentran. Este puede ser particularmente útil en casos en que no se encuentren los diseños originales de construcción o que estos no se hubieran realizado.

El DN puede ser usado en áreas confinadas como interiores de edificaciones para evaluar asentamientos de fundaciones o usarse en sitios congestionados con árboles, topografía difícil, suelos blandos, etc.).

El DN puede ser útil para el control de calidad de rellenos con materiales cohesivos y finos, en la aplicación de control de calidad de capas de base granulares compactadas, durante la compactación de rellenos de zanjas de desagüe de pavimentos y en la evaluación de capas de pavimentos.

4.5.8. Factores que afectan los Resultados del P.D.C.

Efectos Del Material

Varios investigadores han estudiado la influencia de varios factores en el P.D.C, Kleyn y Savage (1982) indicaron que el contenido de humedad, gradación, densidad y plasticidad son propiedades del material importantes que influyen en el P.D.C. concluyó que para suelos de grano fino, el % de humedad, la clasificación del suelo, la densidad seca y las presiones de confinamiento influyen en el P.D.C. para suelos de grano grueso, el coeficiente de uniformidad y las presiones de confinamiento son variables importantes.

Efectos De Confinamiento Vertical

Livneh, et al. (1995) realizó un estudio del efecto de confinamiento vertical en los valores de resistencia del P.D.C. en la evaluación de pavimentos y subrasantes. Los resultados mostraron que no hay efecto de confinamiento vertical por la estructura rígida del pavimento o por capas cohesivas superiores en los valores de P.D.C de capas de subrasante de baja cohesividad. Además, sus hallazgos indicaron que no existe efectos de confinamiento vertical debido a capas granulares superiores en los valores de P.D.C de subrasantes cohesivas por debajo de ellas. Hay sin embargo, efectos de confinamiento vertical debido a capas asfálticas superiores en los valores de P.D.C de las capas de pavimento granulares. Estos efectos de confinamiento normalmente producen una disminución de los valores de P.D.C. cualquier diferencia entre los valores de confinamiento e incofinamiento en la estructura rígida o en el caso de materiales granulares es debido a la fricción desarrollada en la varilla del P.D.C. a causa de una penetración inclinada o por un colapso de material granular en la superficie de la vara durante la penetración.

Efecto De Fricción Lateral

Puesto que el dispositivo de P.D.C no es completamente vertical mientras penetra a través del suelo, la resistencia de penetración sería aparentemente más alta debido a la fricción lateral. Este aparente incremento de resistencia también puede ser causado cuando se penetra en un material granular colapsable. Este efecto es generalmente pequeño en suelos cohesivos. Livneh (2000) hizo pensar en el uso de un factor de corrección para corregir los valores de P.D.C/C.B.R por el efecto de fricción lateral.

4.6. RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)

4.6.1. Definición de C.B.R

El C.B.R se define como la relación entre el esfuerzo requerido para introducir un pistón normalizado dentro de suelo que se ensaya y el esfuerzo requerido para introducir el mismo hasta una misma profundidad en una muestra patrón de piedra triturada. Esta relación se expresa en porcentaje:

$$CBR = \frac{\text{ESFUERZO EN EL SUELO ENSAYADO}}{\text{ESFUERZO EN LA MUESTRA PATRON}} * 100$$

4.6.2. Valores de Carga Unitaria

Los valores de esfuerzo para las diferentes profundidades de penetración dentro de la muestra patrón, son indicados en la siguiente tabla:

Tabla No8. Relación de esfuerzo-penetración para la muestra patrón (C.B.R)

PENETRACION (Pulg)	ESFUERZO lb/pulg ²
0.1	1000
0.2	1500
0.3	1900
0.4	2300

Fuente: LACERA, Gabriel Pág. 35

Usualmente el C.B.R, se basa para una penetración de 0.1”, sin embargo, si el valor de C.B.R a una penetración de 0.2” es mayor, el ensayo debe repetirse. Si en un segundo ensayo se produce nuevamente un valor de C.B.R mayor de 5 mm de penetración, dicho valor será aceptado como valor del ensayo. Los ensayos de C.B.R se hacen sobre muestras compactas con un contenido de humedad óptimo, obtenido del ensayo de compactación PROCTOR.

4.6.3. Energías De Compactación

Los ensayos de C.B.R se hacen usualmente sobre muestras compactadas al contenido de humedad óptimo para el suelo específico determinado, utilizando el ensayo de compactación proctor modificado. En la siguiente tabla se muestran los métodos de las normas INV E-141 ó INV E-142 y sus respectivas energías de compactación:

Tabla No9. Energías de compactación para las normas INV E-141 e INV E-142

NORMA	METODO	GOLPES/ CAPA	CAPAS	PESO DEL MARTILLO (N)	DIAMETRO (Pulg)
INV E-141	A	25	3	24.5	4
	B	25	3		4
	C	56	3		6
INV E-142	A	25	5	44.5	4
	B	25	5		4
	C	56	5		6

Fuente: Los Autores

4.6.4. Aplicaciones C.B.R

El C.B.R se aplica para la evaluación de la calidad relativa de suelos de subrasante, algunos materiales de sub-base y bases granulares, incluyendo materiales reciclados, para su empleo en pavimentos de carreteras y pistas de aterrizaje. La siguiente tabla da una clasificación típica:

Tabla No10. Clasificación de los suelos de acuerdo al valor de C.B.R

CBR	CLASIFICACION GENERAL	USOS	SISTEMA DE CLASIFICACION	
			UNIFICADO	AASHTO
0-3	Muy pobre	Subrasante	OH,CH,MH,OL	A5,A6, A7
3-7	Pobre a regular	Subrasante	OH,CH,MH,OL	A4,A5, A6, A7
7-20	Regular	Sub-base	OL, CL,ML,SC,SM,S P	A2, A4,A6,A7
20-50	Bueno	Base, sub-base	GM, GC, SW,SP,GP	A1b, A2-5, A3, A2-6
>50	excelente	Base	GW,GM	A1-a, A2-4, A3

Fuente: LACERA, Gabriel Pág. 36¹⁰

Con el resultado del C.B.R se puede clasificar la subrasante, base o sub-base:

¹⁰ LACER, Gabriel. Trabajo de grado, CORRELACIÓN ENTRE LOS VALORES DE RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN CÓNICA D.C.P Y EL VALOR DE RELACIÓN DE SOPORTE C.B.R DE SUELOS PARA LA REGIÓN GEOLÓGICA DEL ÁREA LOCAL DE VALLEDUPAR, Universidad Industrial de Santander, 2006, Pág.

Tabla No11. Clasificación de la subrasante de acuerdo al valor de C.B.R

CBR	CLASIFICACION
0-5	Subrasante muy mala
5-10	Subrasante mala
10-20	Subrasante regular a buena
20-30	Subrasante muy buena
30-50	Sub-base buena
50-80	Base buena
80-100	Base muy buena

Fuente: LACERA, Gabriel Pág. 36¹¹

4.6.5. Variante del ensayo de C.B.R

El ensayo de C.B.R puede ser efectuado tanto en el terreno, ensayando el suelo con su humedad natural o sometiénolo a saturación previa, como en el laboratorio sobre muestras inalteradas o compactas allí. Las muestras inalteradas deberán ensayarse con su contenido natural de humedad, mientras que las compactadas en el laboratorio pueden probarse luego de inmersión o no, de acuerdo a las condiciones esperadas en el terreno.

Para las muestras preparadas en el laboratorio, se considera que pueden establecer tres procedimientos: preparación, ensayo y selección de resistencia de los suelos de acuerdo alas características de los mismos.¹²

¹¹IBID 10 Pág. 36

¹²OSORIO, José; CASAS, Ana, MONOGRAFÍA Correlación PDC con CBR para suelos en la localidad de Suba, Universidad Militar Nueva Granada Pág. 37

4.6.6. El Método C.B.R

Los ensayos de C.B.R se hacen usualmente sobre muestras compactadas al contenido de humedad óptimo para un suelo específico, utilizando el ensayo de compactación estándar o modificada del experimento.

El método C.B.R comprende los 3 ensayos siguientes:

- Determinación de la densidad y humedad.
- Determinación de las propiedades expansivas del material.
- Determinación de la resistencia a la penetración.

El comportamiento de los suelos varía de acuerdo a su grado de alteración (inalterado y alterado) y a su granulometría y características físicas (granulares, fino, pocos plásticos). El método a seguir para determinar el C.B.R será diferente en cada caso.

4.6.7. Relación de soporte sobre muestra Inalterada

Este método está proyectado, aunque no limitado para la evaluación de la resistencia de materiales que contengan tamaños máximos de partículas de menos de $\frac{3}{4}$ ".¹³

Los resultados del ensayo C.B.R para materiales con porcentajes altos de partículas retenidas en el tamiz No4, son más variables que los de los materiales más finos, se pueden requerir más pruebas para estos materiales, con el fin de establecer un valor confiable de C.B.R.

¹³ Norma INV – 148 / 2013 CBR de suelos compactados en el Laboratorio y sobre muestra inalterada, Pág: 1

Equipo Para La Compactación

- Molde de diámetro:6", altura:7" y un collarín de 2"
- Disco espaciador de acero diámetro:5 15/16" y altura 2.5"
- Trípode y extensómetro con aprox. 0.001"
- Pesas de plomo anular de 5 lb c/u (2 pesas)

Equipo Para La Prueba De Penetración

- Pistón de sección circular diámetro: 2"
- Aparato para aplicar la carga: prensa hidráulica $V=1.27$ mm/min (0,05"/min).con anillo calibrado.
- Equipo misceláneo: balanza, horno, tamices, papel filtro, tanques para inmersión de muestra a saturar, cronometro, extensómetros.

Procedimiento Para El Ensayo

- Se hincan un molde de filo cortante, de 6" de diámetro, se puede hacer presión o dando golpes suaves con un mazo de madera sobre un durmiente del mismo material.
- A medida que el molde se va hincando, se ayuda excavando y retirando el suelo que queda por su parte exterior.
- Se debe vigilar que el molde no se golpee estando completamente lleno, para evitar la compactación del suelo que ha de constituir la muestra. Si ello ocurre, la muestra se deberá descartar y se tomara otra en un sitio próximo.
- Cuando el molde se llene, se corta por la parte inferior, se enrasa esta cara y se parafina amabas caras.

- Se colocan a los moldes etiquetas de identificación y se embala en una caja de madera, relleno el espacio libre con un material apropiado para amortiguar los golpes.¹⁴

Determinación De La Expansión Del Material

- Sobre la superficie libre de la muestra se colocara papel filtro y se montara el plato con el vástago graduable. Luego sobre el plato se colocara varias pesas de sobrecarga necesarias para producir una presión equivalente a la originada por todas las capas de pavimento. La sobrecarga mínima será de 10 lb.
- Se colocara el molde dentro de un tanque lleno de agua.
- Se montara el trípode con un extensómetro y se toma una lectura inicial y se tomara cada 24 horas.
- Al cabo de las 96 horas o antes si el material es arenoso se anota la lectura final para calcular la expansión.

$$EXPANSION = \frac{Lectura\ Final - Lectura\ Inicial}{Lectura\ Inicial} * 100$$

Los adobes, suelos orgánicos y algunos suelos cohesivos tienen expansiones muy grandes generalmente mayor del 10%.¹⁵

Determinación de la Resistencia a la Penetración

- Si no es necesario sumergir la muestra en agua, se colocara sobre ella la pesa anular y se montara las pesas de sobrecarga, de tal modo que se obtenga una sobrecarga semejante a la del pavimento a construirse.

¹⁴ IBID 11 Págs. 8 y 9

¹⁵ IBID 12 Pág. 11

- Si la muestra ha sido sumergida en agua para medir su expansión, y después que haya sido drenada, se colocara la pesa anular y encima las pesas de sobrecarga que tenía la muestra cuando estaba sumergida en agua.
- El molde con la muestra y la sobrecarga, se coloca debajo de la prensa y se asienta el pistón sobre la muestra, aplicando una sobrecarga de 10 lb.
- Una vez asentado el pistón, se coloca en cero el extensómetro que mide la penetración y el dial del extensómetro también se coloca en cero.
- Se hincan el pistón en un incremento de 0.025" a la velocidad de 0.05"/minuto y se leen las cargas totales que han sido necesario aplicar hasta hincar el pistón de 0.50".
- Una vez hincado el pistón hasta 0.50", se suelta la carga lentamente, se retira el molde de la prensa y se quitan las pesas y la base metálica perforada.
- Se determina el contenido de humedad de la muestra. Para el campo, bastara determinar el contenido de humedad correspondiente a la parte superior de la muestra pero en el laboratorio se recomienda tomar el promedio de los diferentes contenidos de humedad (parte superior e inferior).

Cálculo del C.B.R

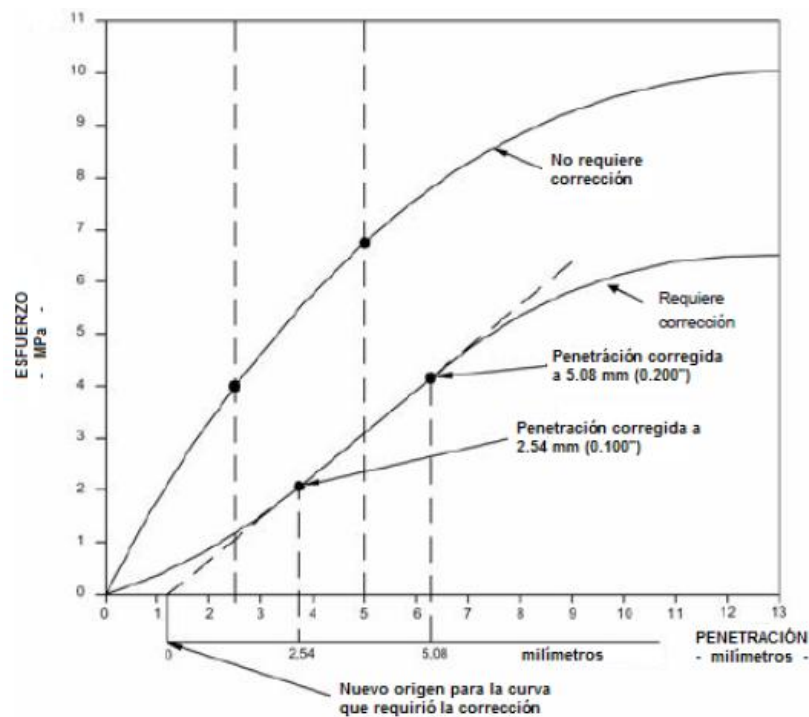
Las lecturas tomadas, tanto de las penetraciones como de las cargas, se representan gráficamente en un sistema de coordenadas. Si la curva esfuerzo/penetración resulta cóncava hacia arriba en su parte inicial, debido a las irregularidades en la superficie de la muestra o a otras causas y, en tal eventualidad, el punto cero de la curva se debe ajustar.

La corrección consiste en trazar una tangente a la curva en el origen de esa curva (penetración cero) para la determinación de las presiones correspondientes a 0.1" y 0.2".

Se calculan los valores de C.B.R corregidas para 0.1 y 0.2" de penetración, adoptándose el mayor como representativo.

Si el C.B.R correspondiente a 0.2" es superior al C.B.R de 0.1" deberá repetirse el ensayo. Si esta prueba arroja un valor similar al obtenido previamente, se tomará como resultado de la relación de soporte (CBR) el proporcionado por 0,2" de penetración.

Figura No4. Curvas de Penetración- Esfuerzo



Fuente: Norma INV –148 / 2013 C.B.R. de suelos compactados en el laboratorio y sobre muestra inalterada

4.6.8. Aplicaciones metodológicas del C.B.R

Correlación Entre Relación De Soporte De California (C.B.R) Y El Índice De Grupo (IG)

La grafica para el cálculo de pavimentos flexibles presentada por el Departamento de Carreteras del Estado de Colorado (1947), incluía la primera relación entre el IG de los suelos y su capacidad portante, medida a través del ensayo CBR. A partir de la información de la gráfica el doctor Celestino Ruiz estableció la siguiente relación:

$$IG = K * e^{-q*(CBR)}$$

Dónde:

e: base de los logaritmos naturales

K: valor del índice de grupo para el cual el C.B.R es igual a cero.

q: coeficiente angular de la recta semi- Logarítmica que vincula las 2 variables.

Al analizar la información incluida en la gráfica de diseño del Estado de Colorado, el doctor Ruiz obtuvo la siguiente ecuación numérica:

$$IG = 26 * e^{-0.163*(CBR)}$$

Correlación Entre Relación De Soporte De California (C.B.R) Y El Módulo Resiliente

El manual de Diseño de Estructuras de Pavimento de 1993 de la AASHTO ha adoptado la siguiente ecuación, la cual fue propuesta por Huekelom y Klomp.

$$\text{MR (Psi)} = 1500 * \text{CBR} \quad \text{MR (Mpa)} = 10.34 * \text{CBR}$$

Esta correlación solo es admisible para suelos finos con $\text{CBR} \leq 10$.

Los módulos elásticos de las cuales esta correlación fue desarrollada fueron del orden de 750 a 300 veces el C.B.R. también, la formula se limita a los suelos de grano fino con un C.B.R sumergido de 10 o menos.

Chen indicó que puede usarse la siguiente ecuación del Cuerpo de Ingenieros para calcular el C.B.R y luego usando la ecuación siguiente:

$$\text{MR (Psi)} = 2550 * \text{C.B.R}^{0.64} \quad \text{MR (Mpa)} = 17.58 * \text{C.B.R}^{0.64}$$

4.7. INDICE DE CONSISTENCIA.

Con el índice de consistencia puede evaluarse la consistencia actual que presenta el suelo en base al límite líquido, índice de plasticidad y el contenido de humedad actual que presente el suelo.

La consistencia del suelo permite generar una idea de la eventual resistencia de este en condiciones in situ.

$$IC = \frac{LL - W}{LL - Ip}$$

Dónde:

IC: índice de consistencia del suelo

W: contenido de humedad actual del suelo

LL: limite líquido

IP: índice de plasticidad

4.8. DEFELECTÓMETRO DE IMPACTO (F.W.D) PARA DETERMINAR EL MODULO RESILIENTE.

El módulo resiliente se usa como parámetro de la capacidad de soporte del suelo de cimentación de la vía, este puede ser obtenido a través de los ensayos de laboratorio, de igual forma los obtenidos en el campo por medio del uso del deflectómetro de Impacto o también por medio de las correlaciones entre el MR y la prueba de C.B.R como otra alternativa.

4.8.1. Características de la Subrasante

La Subrasante es la capa en la que se apoya la estructura del pavimento y la característica especial que define la propiedad de los materiales que componen la subrasante, se conoce como Módulo de Resiliencia (MR).¹⁶

Existen diferentes métodos para medir la resistencia de los suelos de la subrasante que han sido sometidos a cargas dinámicas de tránsito, entre los cuales están los siguientes:

- Relación de Valor Soporte de California (C.B.R, California Bearing Ratio).
- Valor de resistencia Hveem (Valor R).
- Ensayo de plato de carga (Valor k).
- Penetración dinámica con cono Módulo resiliente (MR), para pavimentos flexibles.
- Módulo de reacción (Mk) para pavimentos rígidos.

El módulo resiliente se define como aquel que relaciona las tensiones aplicadas y las deformaciones recuperables.

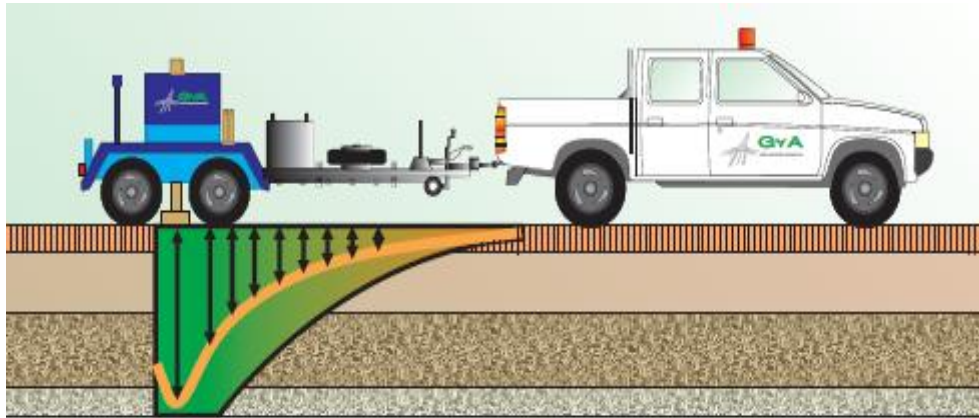
¹⁶PULIDO, Fredy. Universidad Pontificia Bolivariana, CBR vs DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO (FWD) PARA DETERMINAR EL MÓDULO DE RESILIENCIA EN LA SUBRASANTE EN EL DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO. 2011. Pág. 2

El módulo de resiliencia es una medida de la propiedad elástica de los suelos que reconoce a su vez las características no lineales de su comportamiento. El módulo de resiliencia puede ser usado directamente para el diseño de pavimentos flexibles, pero también puede ser convertido a un módulo de reacción de la subrasante (valor k) para el diseño de pavimentos rígidos.

4.8.2. Descripción del ensayo del Deflectómetro de impacto

El Deflectómetro de Impacto es un equipo que mide las deformaciones verticales (cuenco de deflexiones) generadas por una carga de impacto aplicada sobre la superficie de un pavimento. Este equipo es capaz de aplicar una carga que modela, en forma adecuada, la magnitud y características dinámicas de las cargas que imponen los vehículos sobre los pavimentos y mide la respuesta de éstos en forma bastante precisa. El equipo se encuentra constituido por cuatro sistemas principales; sistema de control, sistema de procesamiento, sistema de aplicación de cargas, y sistema de medición de cargas y deflexiones. Físicamente los dos primeros sistemas se encuentran instalados en un vehículo de arrastre y los otros dos en un remolque. La característica principal del Deflectómetro de Impacto radica en el sistema de aplicación de carga, ya que permite generar impulsos de carga que modelan en forma bastante aproximada tanto la magnitud como la duración de las cargas que imponen los vehículos al pavimento.

Figura No5. Deflectómetro de Impacto



Fuente: Ficha Técnica DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO Dynatest HWD 8081

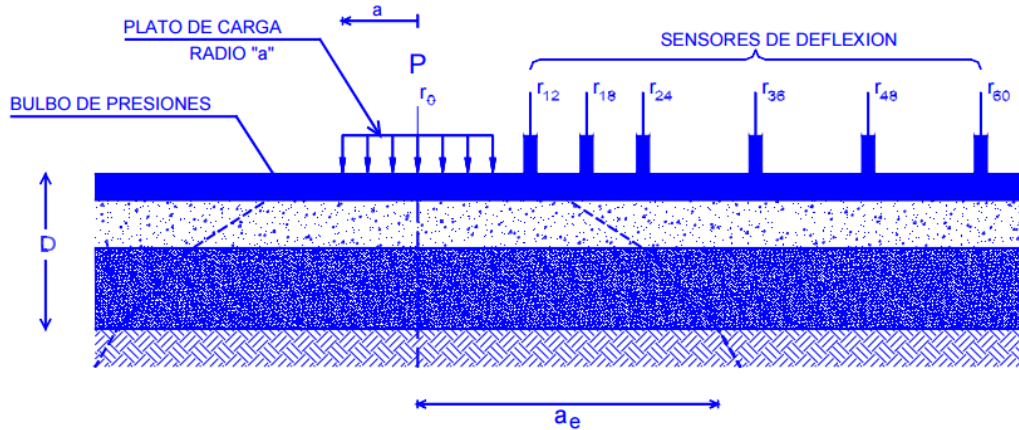
La medida de las deflexiones se realizan mediante 7 sensores (geófonos) que se sitúan uno debajo de la placa de carga y los otros 6 a distancias variables de hasta 2.5 metros del punto de impacto. Existe la posibilidad de colocar sensores a ambos lados de la placa de carga. El uso de geófonos en la medida de las deflexiones elimina la necesidad de un sistema de referencia, obteniéndose valores hasta 10^{-3} , con una precisión de 0.5%.

Calculo del Módulo Resiliente

La deflectometría de impacto permite determinar el módulo resiliente (M_R) y el módulo efectivo del pavimento (E_p) mediante el método de retroanálisis propuesto por la AASHTO, el cual brinda un valor que puede ser utilizado en la evaluación de la capacidad estructural del pavimento. En este método el pavimento se modela como un conjunto de dos capas, una correspondiente a todas las capas sobre la subrasante y otra correspondiente a la subrasante.¹⁷

¹⁷IBID 16. Pág. 4

Figura No6. Esquema de medición de deflexiones con Deflectómetro de Impacto.



Fuente: PULIDO, Fredy. Universidad Pontifica Bolivariana

El módulo resiliente de la subrasante se calcula usando la siguiente ecuación:

$$MR = \frac{0.24 * P}{dr * r}$$

Dónde:

MR= Módulo resiliente de la subrasanteretrocalculado.

P= Carga aplicada.

dr= deflexión a una distancia "r" desde el centro de la carga.

r= Distancia desde el centro de la carga.

El uso de la ecuación anterior debe considerar las siguientes dos condiciones.

- La deflexión debe ser medida a una distancia suficientemente alejada del plato de carga como para que esta se deba solo a la deformación en la subrasante y sea independiente del efecto de las capas superiores y además se pueda considerar la carga aplicada sobre el plato como una carga puntual que valida el uso de la ecuación anterior.

- La distancia no debe ser muy grande ya que las deflexiones podrían ser muy pequeñas y difíciles de medir con la exactitud necesaria.

La distancia mínima a utilizar en la ecuación anterior debe cumplir con la siguiente condición:

$$r \geq 0.7 * ae$$

$$ae = \sqrt{a^2 + \left(D * \sqrt[3]{\frac{Ep}{MR}} \right)^2}$$

Donde:

ae= Radio del vulvo de presiones a nivel de la subrasante.

a= Radio de plato de carga.

D= Espesor total del pavimento sobre la subrasante.

Ep= Módulo efectivo del pavimento.

Para verificar si la deflexión utilizada cumple con la distancia mínima se debe conocer primero el módulo efectivo del pavimento (Ep), el cual se debe determinar mediante la siguiente ecuación:

$$d_0 = 1.5 * p * a * \left(\frac{1}{MR * \sqrt{1 + \left(\frac{D}{a} * \sqrt[3]{\frac{Ep}{MR}} \right)^2}} + \frac{\left(1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{D}{a} \right)^2}} \right)}{Ep} \right)$$

Donde:

d0= Deflexión máxima en el centro de plato de carga, ajustada a la temperatura normalizada de 20°C.

p= Presión del plato de carga.

a= Radio del plato de carga.

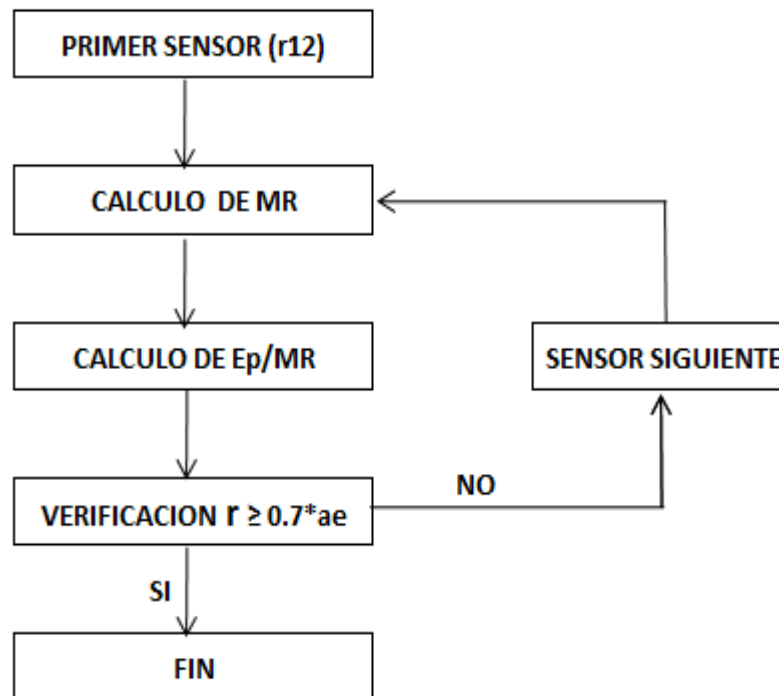
D= Espesor total del pavimento sobre la subrasante.

Ep= Módulo efectivo del pavimento.

MR= Módulo resiliente de la subrasante.

El proceso antes descrito se puede automatizar mediante programas computacionales que siguen el proceso iterativo:

Figura No7. Algoritmo del método de retroanálisis propuesto AASHTO.



Fuente: Los Autores

4.9. INDICE DE CORRELACION ENTRE VARIABLES CUANTITATIVAS DEFINICIÓN DE RELACIÓN ENTRE VARIABLES

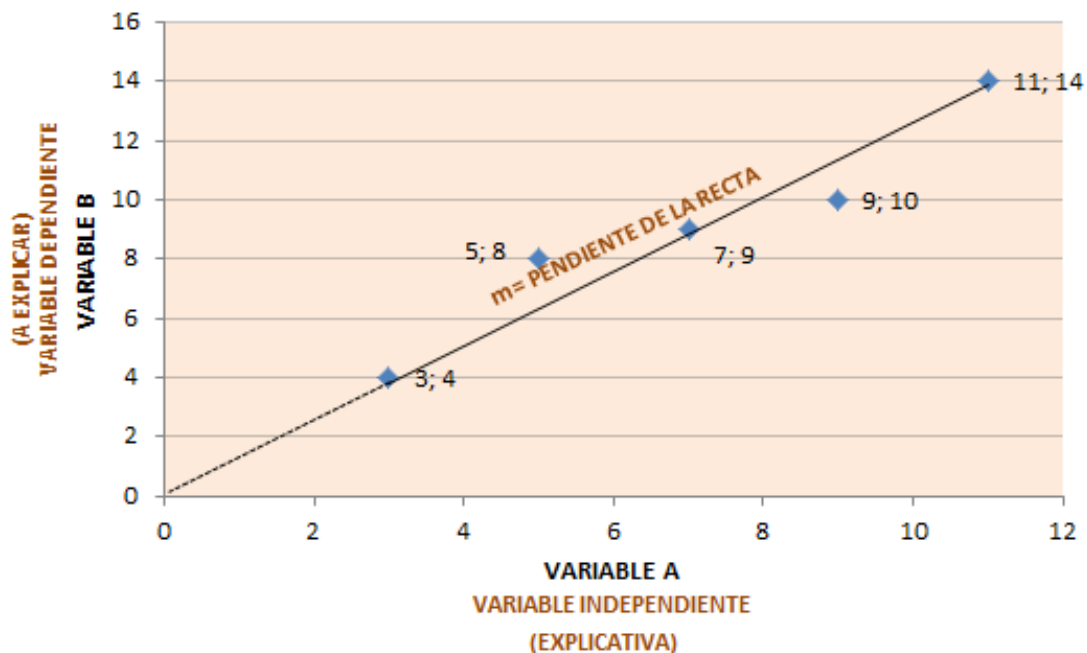
“Se considera que 2 variables cuantitativas están relacionadas entre sí cuando los valores de una de ellas varían de forma sistemática con respecto a los valores equivalentes de la otra; en otras palabras, si tenemos 2 variables, A y B, existe

relación entre ellas si al aumentar los valores de A se modifican los de B siguiendo cierta ley.”¹⁸

Ejemplo:

Figura No8. Definición de Relación Entre Variables

VARIABLE A	VARIABLE B
3	4
5	8
7	9
9	10
11	14



Fuente: Los Autores

¹⁸LACER, Gabriel. Trabajo de grado, CORRELACIÓN ENTRE LOS VALORES DE RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN CÓNICA D.C.P Y EL VALOR DE RELACIÓN DE SOPORTE C.B.R DE SUELOS PARA LA REGIÓN GEOLÓGICA DEL ÁREA LOCAL DE VALLEDUPAR, Universidad Industrial de Santander, 2006, Pág. 61

Un gráfico de dispersión como el mostrado en la **Figura No8**. Es la forma más sencilla de comprobar la relación entre variables. En él se ha graficado también la tendencia de la distribución; plasmada como una recta que trata de ajustarse a los puntos del gráfico.

4.9.1. Componentes elementales de relación entre variable

La relación entre 2 variables cuantitativas queda representada mediante la línea de mejor ajuste, que es la que esquematiza las condiciones de la nube de puntos y de la relación. Los componentes elementales de una línea de ajuste y por extensión de una relación entre 2 variables son:

- La fuerza
- El sentido
- La forma

La Fuerza

Mide el grado en que la línea representa a la nube de puntos. Si la nube es estrecha y alargada una línea recta representara adecuadamente a la nube de puntos y a la relación y por lo tanto esta será fuerte. Si por el contrario, la nube de puntos tiene una tendencia elíptica o circular, una línea recta que trate de representar a la misma será consecuencia de una relación débil y poco representativa, con amplias residuos.

El Sentido

El sentido de la relación se refiere a como varan los valores de B con respecto a A. si al crecer los valores de la variable A lo hacen los de B, será una relación positiva. Si al aumentar A, disminuye B, será una relación negativa.

La Forma

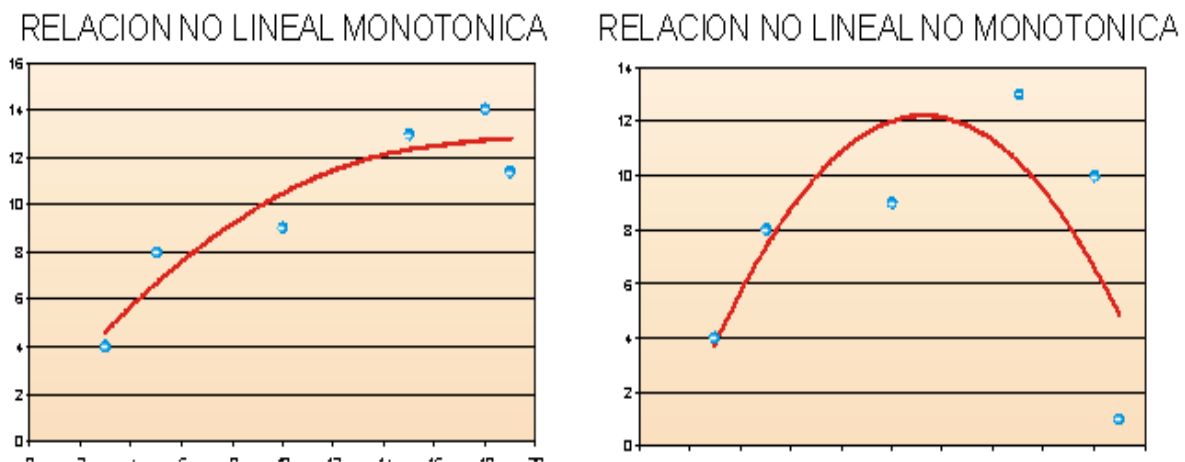
Establece el tipo de línea a emplear para definir el mejor ajuste. Se pueden emplear 3 tipos de líneas: una línea recta, una curva monotónica y una curva no monotónica¹⁹.

- **Recta:** se admite que existe una proporción entre la diferencia entre 2 valores de A y la diferencia entre 2 valores de B. a ese factor de ajuste entre ambas series se le llama pendiente de la recta, y se asume que es constante a lo largo de toda la recta de ajuste.
- **Curva monotónica:** ese factor de proporción entre 2 variables no es constante a lo largo de toda la recta, y por lo tanto la pendiente de la misma variable en su recorrido. Se dice entonces que la línea de ajuste es no lineal monotónica, puesto que la línea se ha convertido en curva. Sin embargo, lo que no varía es el sentido de la relación: si la relación es positiva lo será a lo largo de todo el recorrido de la curva y si es negativa, será negativa toda la curva.
- **Curva no monotónica:** varía tanto la pendiente de la curva como el sentido de la relación, que en unos sectores puede ser positiva (ascendente) y en otros sectores negativa (descendente)²⁰.

¹⁹ IBID 18, Pág. 62

²⁰ IBID 18.

Figura No9. Relaciones No Lineales Monotónica y no Monotónica



Fuente:LACERA, Gabriel Pág. 64

4.9.2. Cálculo de las líneas de ajuste y sus Ecuaciones

El primer paso para la obtención de la línea de ajuste es escoger el método de representación, que puede ser alguno de los siguientes:

TIPOS DE REPRESENTACION DE LA LÍNEA DE AJUSTE:

- Lineal
 - Línea recta $\rightarrow y = mx + b$
donde m es la pendiente y b es la intersección
- No Lineal
 - Polinómica $\rightarrow y = b + c_1 x + c_2 x^2 + c_3 x^3 + \dots$
donde b y c_1, \dots, c_n son constantes
 - Logarítmica $\rightarrow y = c \ln x + b$
donde c y b son constantes y \ln es la función del logaritmo neperiano
 - Exponencial $\rightarrow y = ce^{bx}$
donde c y b son constantes y e es la función del logaritmo neperiano
 - Potencial $\rightarrow y = cx^b$
donde c y b son constantes

Fuente:LACERA, Gabriel Pág. 64

Ecuación De Regresión Lineal Simple

Es aquella recta en la que las diferencias elevadas al cuadrado entre los valores calculados por la ecuación de la recta y los valores reales de la serie, son las menores posibles. La ecuación general de la recta tiene la forma:

$$Y = mx + b$$

Con esta sencilla ecuación podemos calcular para cualquier punto de una recta, el valor que tomaría Y a partir del conocimiento de su valor X, de la pendiente de la recta (m) y del punto de corte sobre las ordenadas (b). El cálculo de la pendiente m se obtiene poniendo en relación el incremento de las X con el incremento de las Y, para una distancia dada, de la forma:

$$m = \frac{\Delta Y}{\Delta X}$$

El parámetro b es el valor que adquiere el punto de corte de la recta representada con el eje cartesiano de las Y (ordenada). Dicho de otra forma, b es el valor de Y para X=0, que se puede deducir con la ecuación general si conocemos la pendiente de la recta. Para series de puntos no alineados sobre las que buscamos la recta que mejor se ajuste a su distribución, el cálculo de m y de b se realiza de la siguiente manera:

$$m = \frac{\sum((X_i - \bar{X}) * (Y_i - \bar{Y}))}{\sqrt{\sum(X_i - \bar{X})^2}} \quad b = - m * \bar{X} + \bar{Y}$$

Donde \bar{X} e \bar{Y} son las medias de X e Y respectivamente.

Son datos conocidos pues proceden de los puntos de muestreo graficados a partir de las series de datos.

En realidad, calculando el parámetro m , ya podemos aplicar la ecuación general de la recta; en primer lugar para $x=0$, con lo que obtenemos b , y en segundo lugar para otro punto x que queramos. Con ellos obtendremos los valores de Y y correspondientes, pudiendo en consecuencia dibujar dos puntos sobre el gráfico que, unidos, darán lugar a la recta de tendencia.

El problema de la línea de mínimos cuadrados y de las regresiones lineales simples es que no son resistentes a valores extremos en las series, que pudieran ser anomalías en los datos. Este método, por tanto, puede ser engañoso si se dispone de muy pocos datos y valores extremos en los mismos.

Coeficiente de correlación Lineal de Pearson

El coeficiente de correlación Lineal de Pearson es un índice estadístico que permite definir de forma más concisa la relación entre dos variables. Su resultado es un valor que fluctúa entre -1 (Correlación perfecta de sentido negativo) y $+1$ (Correlación perfecta de sentido positivo). Cuanto más cercanos al 0 sean los valores, indican una mayor debilidad de la relación o incluso, ausencia de correlación entre las dos variables.

Su cálculo se basa en la expresión:

$$r = \frac{C(x * y)}{\sigma_x * \sigma_y}$$

Dónde:

- $C(x * y)$ Es la covarianza de las dos variables

- $\sigma_x * \sigma_y$ Es el producto de las desviaciones típicas de las dos variables.

O lo que es lo mismo: el coeficiente de correlación lineal de Pearson se calcula a partir de la covarianza de las dos series, dividido por el producto de las desviaciones típicas de las dos series, es decir:

$$r = \frac{\frac{1}{n} \sum ((X_i - \bar{X}) * (Y_i - \bar{Y}))}{\sqrt{\frac{1}{n} \sum (Y_i - \bar{Y})^2} * \sqrt{\frac{1}{n} \sum (X_i - \bar{X})^2}}$$

Normalmente se utiliza la desviación típica “verdadera” y no la muestral: obsérvese que la sumatoria de los residuos al cuadrado se multiplica 1/n y no por 1/(n-1). La interpretación del índice de Pearson es la siguiente:

- $r=1$ Indica que la correlación es positiva
- $r=0$ Indica la inexistencia de correlación
- $r=-1$ Indica que la correlación es negativa

El coeficiente de correlación lineal también puede determinarse de acuerdo con la siguiente expresión:

$$r^2 = \frac{\sum (Y_i - Y_p)^2 - \sum (Y_i - Y_{ci})^2}{\sum (Y_i - Y_p)^2} = \frac{St^2 - Sr^2}{St^2}$$

Dónde:

- Y_i Son los valores reales obtenidos en campo
- Y_{ci} Son los valores obtenidos por medio de la ecuación de regresión

$$Y_p = \frac{\sum Y_i}{n}$$

5. METODOLOGIA

Para el desarrollo y ejecución de este trabajo inicialmente se conoció la información que brindó la empresa CITEC Ltda. Ingeniería y Geotecnia, sobre los estudios de suelos y terraplenes realizados con el fin de verificar su clasificación por la AASTHO y así poder conocer las respectivas propiedades mecánicas y ubicación geográfica de los suelos especificados por el proyecto. El uso de herramientas informáticas como Excel y de la norma AASHTO fue necesario para realizar un respectivo cuadro donde se presentará toda la información sobre los suelos preseleccionados.

Estos datos fueron entregados a la Universidad del Cauca, donde se escogieron los tipos de suelos teniendo en cuenta la ubicación, profundidad y características particulares de acuerdo al grupo perteneciente.

A los 16 datos seleccionados por la UNIVERSIDAD DEL CAUCA, se les realizaron nuevamente los siguientes ensayos: límites de Atterberg, granulometría, CBR sin inmersión al 95% de la densidad máxima en la rama seca, al 95% de la densidad máxima de la rama húmeda y CBR con inmersión al 95% de la densidad máxima de la rama seca. De acuerdo a la información anterior se calculó la siguiente relación:

$$\frac{\text{CBR SUMERGIDO (RAMA SECA)}}{\text{CBR SIN SUMERGIR (RAMA SECA)}} * 100$$

NOTA: De los 16 suelos preseleccionados por la UNIVERSIDAD DEL CAUCA solo se trabajaron con 14, ya que dos de ellos no cumplían con los requisitos para realizar el objetivo deseado.

Para el desarrollo y ejecución de la segunda parte de este trabajo inicialmente se conoció la información que nos brindó la Universidad Del Cauca, sobre los estudios de suelos realizados en el Plan de Movilidad de la ciudad de Popayán, con el fin de poder obtener de estos, los valores correspondientes al PDC, CBR, Modulo Resiliente y las propiedades físico- mecánicas.

Una vez organizados estos datos con su respectivo sector, se realizó una etapa de documentación que consistió en un periodo de investigación por medio del cual se recolectó toda la información existente para desarrollar el marco teórico y analizar aquellas investigaciones desarrolladas para este fin.

Las ecuaciones utilizadas para verificar la aplicabilidad correlaciones entre C.B.R en función del PDC para los suelos dela ciudad de Popayán, son las siguientes:

- Ecuación de Kleyn y Van Heerden:

$$\mathbf{CBR = 428.5(DN)^{-1.28}}$$

- Ecuación de TRL Overseas Road:

$$\mathbf{CBR = 302(DN)^{-1.057}}$$

- Cuerpo de Ingeniero (USA):

No aplica a suelos CL con $CBR < 10$, ni a suelos CH.

$$\mathbf{CBR = 292(DN)^{-1.12}}$$

- Ecuación MOPT Colombia (1992):

$$\mathbf{CBR = 567.0(DN)^{-1.40}}$$

Las ecuaciones utilizadas para verificar las correlaciones entre Modulo Resiliente en función del CBR son las siguientes:

- La ecuación de Huekelom y Klomp:

$$\mathbf{MR (Mpa) = 10.34 * CBR}$$

- La ecuación AASHTO T 493:

$$\mathbf{MR (MPa) = 17.58(CBR)^{0.94}}$$

Para realizar las correlaciones entre C.B.R con PDC, PDC e Índice de Consistencia, CBR e Índice Consistencia, Modulo Resiliente con PDC, fue necesario seguir el siguiente procedimiento:

- Se recolectó la información de los 12 Sub-sectores, de tal forma que se obtuvieran los datos necesarios (profundidad, C.B.R, PDC, Índice de Consistencia).
- Para la selección de los datos representativos se tuvo en cuenta que el número PDC (DN) y el C.B.R coincidieran en su profundidad.
- Una vez establecidos los datos necesarios, se recopilaron en tablas para tener una nube de datos.
- Una vez graficados los datos, se determina una línea de tendencia que represente las correlaciones con su respectiva ecuación.
- Una vez determinada la ecuación de la correlación, se compararon los datos tomados en campo con los valores que la correlación nos permite estimar.
- Finalmente en una misma grafica se colocaron los datos que las correlaciones nos brindan con los valores determinados en campo (valores reales), para realizar las respectivas conclusiones.

Las pruebas de campo (Ensayo de C.B.R, P.D.C, Modulo Resiliente y las propiedades físico- mecánicas) se realizaron para el Plan de Movilidad de la

ciudad de Popayán y fueron efectuadas en las instalaciones del laboratorio de la Universidad del Cauca.

El plan de Movilidad de la ciudad de Popayán trabajo la exploración y muestreo de diferentes sectores de los cuales solo fue posible encontrar información de algunos, a continuación se mostrará los sub-sectores que se trabajaron y su respectiva localización:

✓ **Sub-sector 2.4**

Calle 7 entre carrera 3 y carrera 11

Calle 8 entre carrera 4 y carrera 11

Carrera 3 entre calle 7 y calle 8

✓ **Sub-sector 3.1**

Calle 5 desde el sector sombrilla

Carrera 35 hasta la intersección con la variante, salida a El Tambo

✓ **Sub-sector 3.4**

Calle 4 entre carrera 17 y carrera 22

Calle 5 entre carrera 17 y carrera 25

✓ **Sub-sector 4.1**

Calle 7 entre carrera 11 y carrera 14

Calle 8 entre carrera 11 y carrera 15

Calle 8 entre carrera 11 y carrera 14

Carrera 14 entre calle 8 y calle 4

✓ **Sub-sector 4.2**

Carrera 3 entre calle 8 y calle 13

Carrera 4 entre calle 8 y calle 13

Carrera 9 entre calle 8 y calle 13

✓ **Sub-sector 4.3**

Calle 13 entre carrera 3 y carrera 9

✓ **Sub-sector 4.4**

Calle 13 entre carrera 9 y carrera 17

✓ **Sub-sector 5.3**

Calle 18 norte entre calle 6 y carrera 9

✓ **Sub-sector 5.4**

Carrera p Pte. Rio Molino a carrera 11 Terminal
Terminal a Glorieta Bolívar
Glorieta Bolívar a Glorieta Antonio Nariño

✓ **Sub-sector 5.5**

Carrera 9 entre Glorieta Chirimía y calle 8

6. ANALISIS DE RESULTADOS

6.1 Resultados de la primera parte

De la lista de suelos entregados se puede observar que de los 350 suelos finos clasificados, la mayoría corresponden al departamento del Cauca seguido por los de Nariño como se puede observar en la **tabla No 12**.

Tabla No12. Cantidad de suelos encontrados por departamento.

DEPARTAMENTO	A-4	A-5	A-6	A-7-5	A-7-6
CAUCA	42	30	45	82	26
NARIÑO	40	0	26	20	28
OTROS	0	0	0	4	1
TOTAL	82	30	71	106	55

Fuente: Los Autores

Los suelos identificados de la base de datos de CITEC Ltda. De utilidad para el estudio de investigación de suelos de subrasante, se presentan en el ANEXO 1

Se aprecia fácilmente que en el departamento del Cauca es posible encontrar diversos tipos de suelo, predominando los suelos tipo A-7-5, además de ser el tipo de suelo que más se encuentra generalmente, mientras que en el departamento de Nariño prevalece el suelo A-4 que carece de plasticidad por la alta presencia

de limos, por otra parte es de notar que en este departamento no se encontró ningún suelo tipo A-5.

Tabla No13. resultados de los suelos entregados por la UNIVERSIDAD DEL CAUCA

SISTEMA DE CLASIFICACION		LIMITES DE ATTERBERG		IP	PASA 200	IG	C.B.R (%)			CBR CONSERVADO (CBR SUMERGIDO/CBR SIN SUMERGIR)*100	LOCALIZACIÓN
AASHTO	S.U.C.S	LL	LP				95% DMAX RAMA SECA	95% DMAX RAMA HUMEDA	CBR SUMERGIDO DE LAS PROBETAS COMPACTADAS AL 95% DMAX RAMA SECA		
A-4	CL-ML	28	21	7	11	5	28	23	31	100	Guachicono Corona de Terraplén
	ML	29	22	7	57	2	50,2	5,2	10	19,92	La Unión PR 71+700
	ML	23	19	4	42	1	54	21,8	5,2	9,63	Florencia - Cauca
A-6	CL	35	14	21	61	10	62,9	11,2	0,7	1,11	Amarillo Barranquilla
	CL	36	13	23	59	10	82,7	4,3	2,1	2,54	Café Barranquilla
	CL	38	14	24	63	12	71,7	11,2	2,1	2,93	Vía Remolino - Mojarras
	CL	36	19	17	85	14	60,9	16,9	5,2	8,54	Vía Mayo - La Unión
	ML	36	18	18	65	9	51,7	7	4,5	8,7	Chachagui - El Cano
A-7-5	MH	73	42	31	79	29	40,7	2,3	2,9	7,13	Pueblillo
	ML	46	34	12	87	14	34,1	7,1	1,7	4,99	La Sierra
	ML	49	31	18	85	40	66,8	20,7	5,5	8,23	Vía Pasto - Mocoa
	MH	66	41	25	92	31	70,7	5,8	1	1,41	Vía Mojarras - Popayán
A-7-6	CL	43	20	23	59	11	42,8	4,2	32,7	76,4	La Unión PR 71+750
	ML	41	25	16	85	14	45,4	5,9	6,6	14,54	Peaje Bordo - Mojarras

Fuente: Los Autores

Las posibles diferencias entre los resultados entregados por la Universidad del Cauca y la empresa CITEC Ltda. pueden ser origen de errores involucrados en los ensayos realizados como se explica a continuación:

- La heterogeneidad en los resultados obtenidos tiene una gran influencia al momento del procedimiento correspondiente a la toma de muestras, puesto que fueron tomadas en épocas del año muy distintas y en sitios cercanos más no exactamente en la misma ubicación.
- En los contenidos de humedad, las muestras pueden absorber humedad al dejarlas a temperatura ambiente después de sacarlas del horno, influyendo al momento de realizar el peso seco del suelo.
- En el análisis granulométrico por tamizaje, el error puede estar relacionado con la pérdida o adición de material durante el proceso de tamizado, además de malla en mal estado.
- Al exponer las muestras al secado al horno, puede existir pérdidas debido a que si la muestra contiene materia orgánica, esta se quemará y ese peso se perderá.
- La experiencia y sensibilidad del laboratorista juega un papel fundamental al momento de obtener resultados representativos de las propiedades de los suelos, puesto que gran parte de la exactitud recae al momento de realizar los ensayos a las respectivas muestras de suelo.

Es importante mencionar que, además de las fuentes de errores antes mencionados, en todos los ensayos realizados se puede incluir el error humano.

De los 14 suelos entregados por la UNIVERSIDAD DEL CAUCA se puede observar que la mayoría de ellos tiene un CBR sin inmersión mayor que con

inmersión, pero hay suelos que al momento de ser compactados por la rama húmeda su valor de resistencia disminuyemás que si se llevara a inmersión por la rama seca.

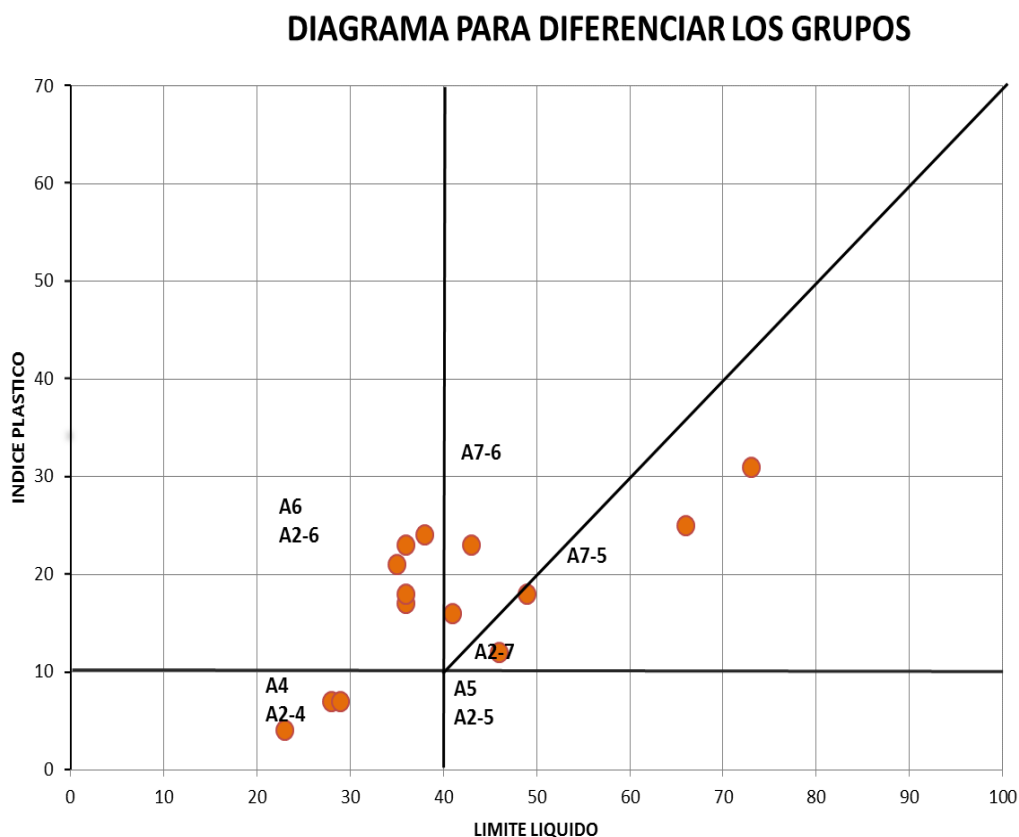
Los suelos finos compactados por la rama seca, presentan un CBR mucho mayor que aquellos que fueron compactados por rama húmeda,mostrando el comportamiento típico de suelos con minerales arcillosos que en estado seco tienen buen comportamiento a la acción de las cargas y a medida que incrementa su humedad se torna poco resistente.

Una de las causas de la disminución de la relación de soporte en los suelos sumergidos puede ser la compactación del 95% en la rama seca antes de llevarlos a inmersión, debido a su altopotencial expansivo al contacto con el agua, por lo que es recomendable compactar suelos finos a energías bajas para estabilizarlo y controlar suexpansión.

Como era de esperarse, la mayoría de los suelos llevados a inmersión por la rama seca, que se encontraban en un estado crítico, arrojaron valores de relación de soporte menores a aquellos que fueron compactados por la rama húmeda, quienes no se encontraban en constante contacto con el agua permitiendo un mejor comportamiento frente a la acción de las cargas.

El comportamiento de los suelos A-7-6 en inmersión por la rama seca se sobrellevó de mejor manera en este estado crítico, que cuando fueron compactados por la rama húmeda, arrojando mayores valores de resistencia en el ensayo CBR.

Figura No10. Diagrama para diferenciar los grupos



Fuente: Los Autores

6.2. Análisis de las correlaciones.

A continuación se presenta un cuadro resumen de los suelos encontrados del Plan de Movilidad de la ciudad de Popayán con sus respectivos resultados de ensayos.

Tabla No14. Resumen de los datos del Plan de Movilidad de la ciudad de Popayán

SUB-SECTOR 3.4									
APIQUE No	CLASIFICACION SUCS	PROF. (M)	CBR	PDC	Wn%	LL%	LP%	IP	IC
AP#1	MH	0,5	3,8	35	63,9	92,6	53,1	39,5	0,73
AP#2	MH	0,33	2,9	45	68,8	97,4	56,5	40,9	0,7
AP#3	MH	0,3	3,4	41	49,8	74,5	46,9	27,6	0,89
AP#4	MH	0,26	9,7	32	71	95,4	60,6	34,8	0,7

AP#5	MH	0,28	2,7	44,4	45	56,7	33	23,7	0,49
AP#6	MH	0,4	3,2	40	39,6	62,5	38,4	24,1	0,95
AP#7	ML	0,45	8,3	23	32,6	42,3	26,8	15,5	0,63
AP#8	MH	0,5	5,4	15	49,7	73,2	39,3	33,9	0,69
AJR#1	MH	0,6	5	32	30,3	50,9	31,1	19,8	1,04
AJR#2	MH	0,25	2,8	47	53,9	80,9	46,1	34,8	0,78
SUB-SECTOR 4.1									
APIQUE No	CLASIFICACION SUCS	PROF. (M)	CBR	PDC	Wn%	LL%	LP%	IP	IC
AP#13	MH	0,25	8,8	21	86,1	115,7	61,7	54	0,55
AP#14	MH	0,3	5,3	29	47	79,7	36,3	43,3	0,76
AP#15	MH	0,38	3,4	36	46,9	76,6	41,2	35,3	0,84
AP#16	MH	0,31	6,1	27,5		64,5	42,4	22,1	2,92
AP#17	MH	0,37	1,7	37	3,1		NP		
AP#18	MH	0,2	3,1	37	48,7	89	53,6	35,3	1,14
AP#19	MH	0,62	4,4	32	49,3	80,9	43,5	37,5	0,84
SUB-SECTOR 3.1									
APIQUE No	CLASIFICACION SUCS	PROF. (M)	CBR	PDC	Wn%	LL%	LP%	IP	IC
A#1	MH	0,72	12	20	8,9	108,3	53,4	54,9	1,81
A#2	MH	0,5	4,2	37	93,7	137,3	74,9	62,4	0,7
A#3	MH	0,26	7,7	18	64,3	95,6	52,1	43,5	0,72
SUB-SECTOR 4.4									
APIQUE No	CLASIFICACION SUCS	PROF. (M)	CBR	PDC	Wn%	LL%	LP%	IP	IC
AP#9	MH	0,5	12,7	18	38,3	64,8	34,8	30	0,88
AP#10	MH	0,68	9,3	19,8	49,6	77,8	44,7	33	0,85
AP#11	MH	0,38	3,7	34,8	61,7	63,4	31,5	32	0,05
AP#12	MH	0,5	7,1	24,6	74,6	79,5	45,9	33,5	0,15
SUB-SECTOR 2.4									
APIQUE No	CLASIFICACION SUCS	PROF. (M)	CBR	PDC	Wn%	LL%	LP%	IP	IC
AMP-1	MH	0,9	2,4	45	36,8	65	32,4	32,6	0,87
AMP-2	MH	0,6	3,4	40	29,9	68,6	38,5	30,1	1,29
AMP-3	MH	0,9	6	33,7	76,8	95,2	49,2	46	0,4
AMP-4	MH	0,36	4,5	34,8	36,1	51,3	29	22,3	0,68
SUB-SECTOR 4.3									
APIQUE No	CLASIFICACION SUCS	PROF. (M)	CBR	PDC	Wn%	LL%	LP%	IP	IC

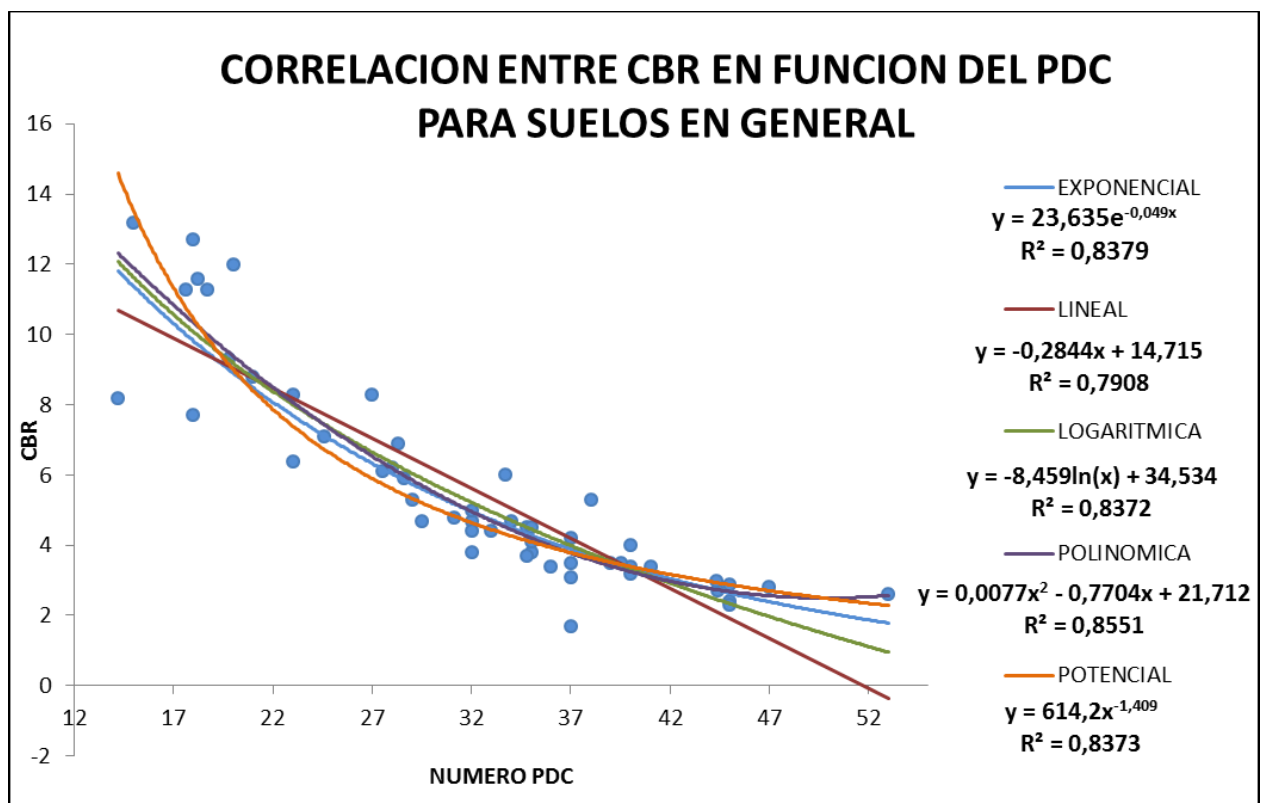
A-7	CH	1,21	4,1	35	45,4	66,4	32	34,4	0,61
A-8	MH	0,6	3,5	39,5	67,3	89,8	58,8	31	0,73
SUB-SECTOR 4.2									
APIQUE No	CLASIFICACION SUCS	PROF. (M)	CBR	PDC	Wn%	LL%	LP%	IP	IC
AP#1	MH	0,55	2,3	45	36,2	64,5	33,3	31,2	0,91
AP#2	ML	0,33	3	44,3	42,5	40,5	25,5	15	-0,13
AP#3	CL	0,57	3,5	39	28,7	49,4	23	26,4	0,78
AP#4	MH	0,66	4,5	35	81,5	56,6	39,5	17,1	-1,46
AP#5	MH	0,56	3,8	32	43,4	52,1	31,9	20,2	0,43
AP#6	MH	0,44	2,6	53	38,4	61,7	32,7	29	0,8
SUB-SECTOR 5.5									
APIQUE No	CLASIFICACION SUCS	PROF. (M)	CBR	PDC	Wn%	LL%	LP%	IP	IC
A-21	CH	0,67	11,6	18,2	75,6	89,8	51,7	38,1	0,37
A-22	CH	0,33	8,3	27	16,3	69,8	30,9	39	1,37
A-23	MH	0,76	3,5	37	58,6	90,5	51	39,5	0,81
A-24	MH	0,48	11,3	18,7	8,4	94,8	54	40,9	2,11
A-25	MH	0,4	6,9	28,3	66,4	76,5	53,8	22,8	0,44
SUB-SECTOR 5.5									
APIQUE No	CLASIFICACION SUCS	PROF. (M)	CBR	PDC	Wn%	LL%	LP%	IP	IC
A-26	MH	0,78	5,9	28,6	71,5	105	71,1	33,9	0,99
A-28	MH	0,56	8,2	14,2	39,6	51,9	33,6	18,2	0,68
A-29	CH	0,54	4	40	38,2	59,2	28,9	30,3	0,69
A-30	MH	0,59	4,7	29,5	102,3	141,6	67,5	74,2	0,53
SUB-SECTOR 2.1									
APIQUE No	CLASIFICACION SUCS	PROF. (M)	CBR	PDC	Wn%	LL%	LP%	IP	IC
A-1	CH	0,35	6,2	28	35,9	56,8	26,5	30,3	0,69
A-2	MH	0,35	5,3	38	80,6	100,9	63,4	37,5	0,54
A-3	CL	0,6	4,7	34	27,2	36,2	22,8	13,4	0,67
A-4	ML	0,45	6,4	23	47,7	48,9	35,5	13,4	0,09
SUB-SECTOR 5.3									
APIQUE No	CLASIFICACION SUCS	PROF. (M)	CBR	PDC	Wn%	LL%	LP%	IP	IC
A-38	MH	0,5	4,4	33	56,2	67,6	42,4	25,2	0,45
A-39	MH	0,37	11,3	17,6	76,1	82,2	56,2	26	0,23
A-40	MH	0,52	4,8	31,1	49,6	87,2	35,2	52	0,72

Fuente: Los Autores

La regresión lineal simple y los métodos de regresión múltiple se usaron para analizar los datos obtenidos. El coeficiente de correlación (r^2) se utilizó para averiguar la bondad de ajuste y oscila desde 0 a 1, si r^2 es mayor de 0.8, la correlación se considera como aceptable.

Correlación Del CBR En Función Del PDC Para Suelos en General

Figura No11. Variación de CBR in situ con PDC



Fuente: Los Autores

En la **Figura No11**. Se puede observar que en los 5 diferentes tipos de regresiones planteados se presentan líneas tendencias muy acertadas al comportamiento de la nube de datos, presentando valores para el Coeficiente de Correlación (r^2) cercanos a 1, que indican la confiabilidad de la correlación presentada.

Se encontró que la ecuación que más se ajusta es la ecuación polinómica ya que tiene el Coeficiente de correlación (r^2) más alto de todas, pero por manejabilidad se escogerá la ecuación potencial, la cual también posee un valor de r^2 adecuado.

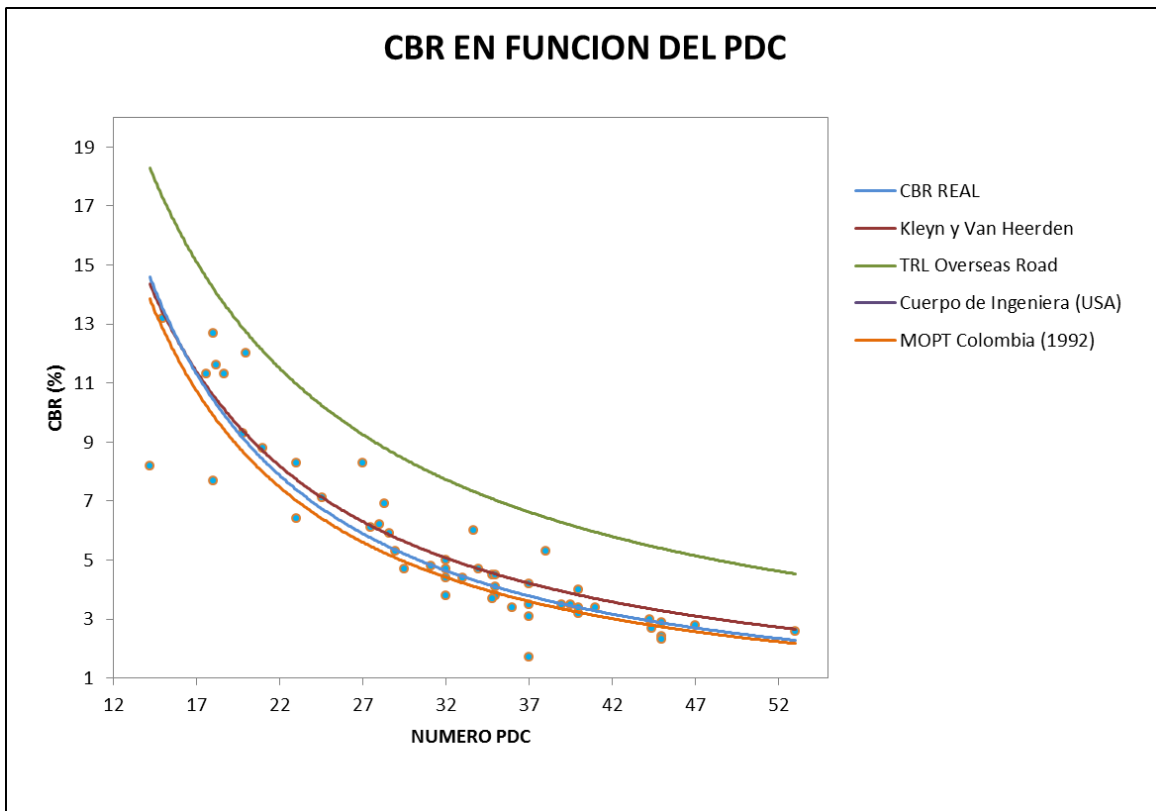
$$CBR = 614.2 * (DN)^{-1.409}$$

$$r^2=0,8373, N=52$$

Dónde CBR es el valor del CBR en %, N es el número de datos de prueba y DN es el índice de penetración en mm/golpe.

Verificación De La Correlación CBR En Función Del PDC Para Suelos En General

Figura No 12. Verificación del CBR en función del PDC



Fuente: Los Autores

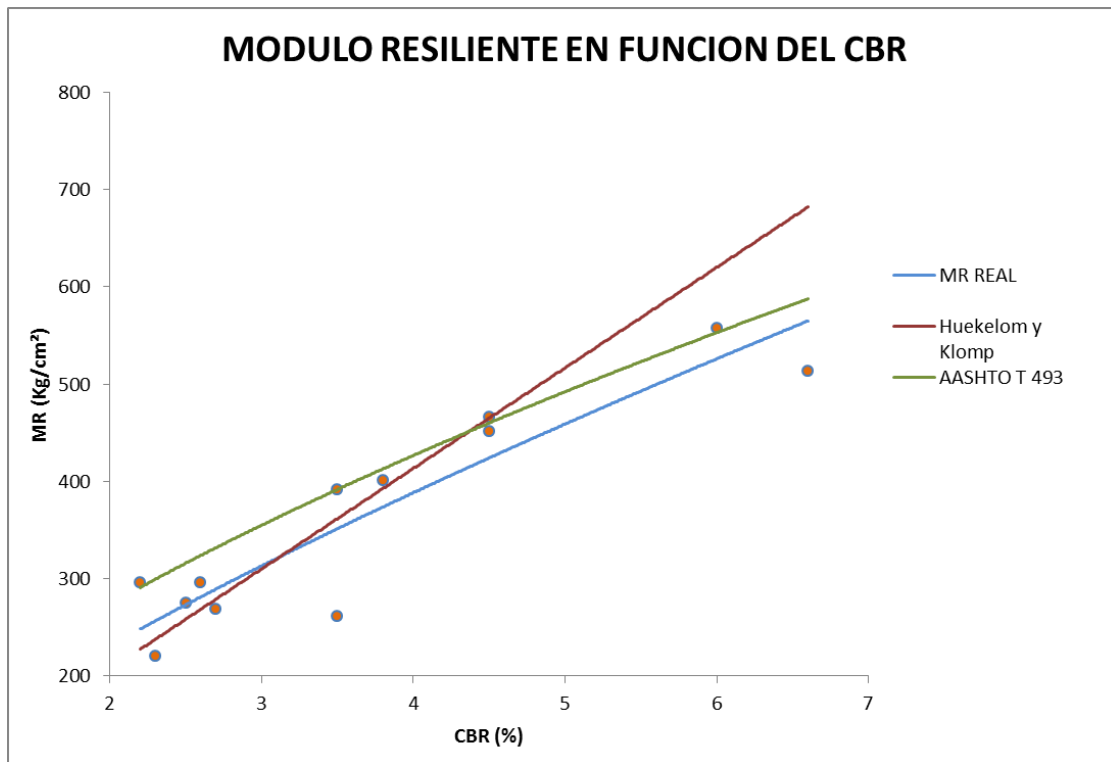
De la **Figura No12**. Se puede observar la confiabilidad de las correlaciones en cuanto a la línea de tendencia en relación a los datos, sin embargo, la ecuación propuesta por TRL Overseas Road, proyecta valores de CBR muchos mayores a los reales obtenidos, caso contrario, con la correlación de la MOPT de Colombia que arroja valores de CBR muy cercanos a los reales, verificando la confiabilidad de su uso para este tipo de suelos.

Cabe resaltar que el tipo de curva de las correlaciones trabajadas es de tipo potencial, arrojando un mejor ajuste a las líneas de tendencia de la nube de datos a trabajar.

Verificación De La Correlación Modulo Resiliente (MR) En Función Del CBR Para Suelos En General

Para realizar esta verificación solo se contó con 12 muestras ya que durante el Plan de Movilidad solo se le realizaron ensayos de Deflectometría de Impacto a algunas vías.

Figura No13. Verificación del Módulo Resiliente en función del CBR



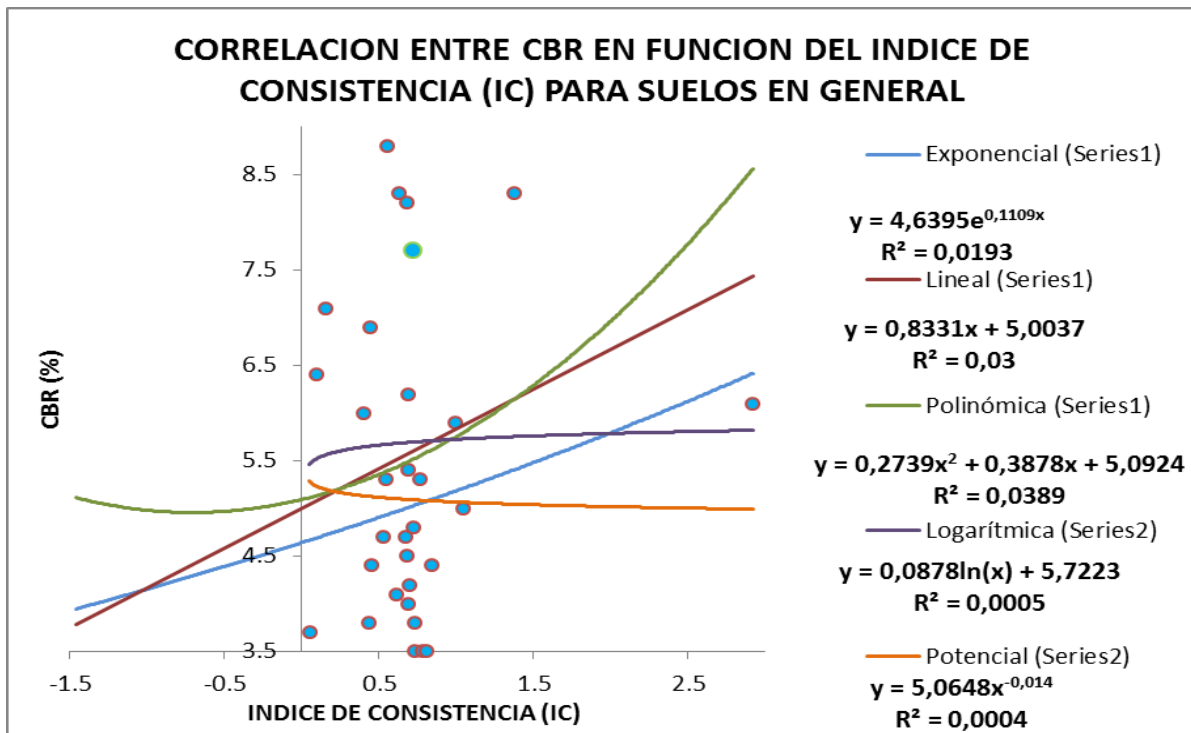
Fuente: Los Autores

De la **Figura No13**. Se observan las líneas de tendencia de las ecuaciones propuestas para verificar la correlación del Módulo Resiliente y CBR, donde se observa a simple vista la dispersión que se tiene respecto a los datos obtenidos, arrojando ambos valores de Módulo Resiliente mayores a reales; sin embargo, la correlación AASHTO T 493, es la que mejor se adapta a la tendencia de la nube de datos.

Debido a la falta de datos, no es posible estar seguros de la verdadera tendencia de los valores del Módulo Resiliente, ni realmente cuál de las ecuaciones propuestas presenta un mejor ajuste a la tendencia de los datos.

Correlación CBR -Índice de Consistencia (IC) Para Suelos en General

Figura No14. Correlación del CBR en función del Índice De Consistencia (IC) para suelos en general



Fuente: Los Autores

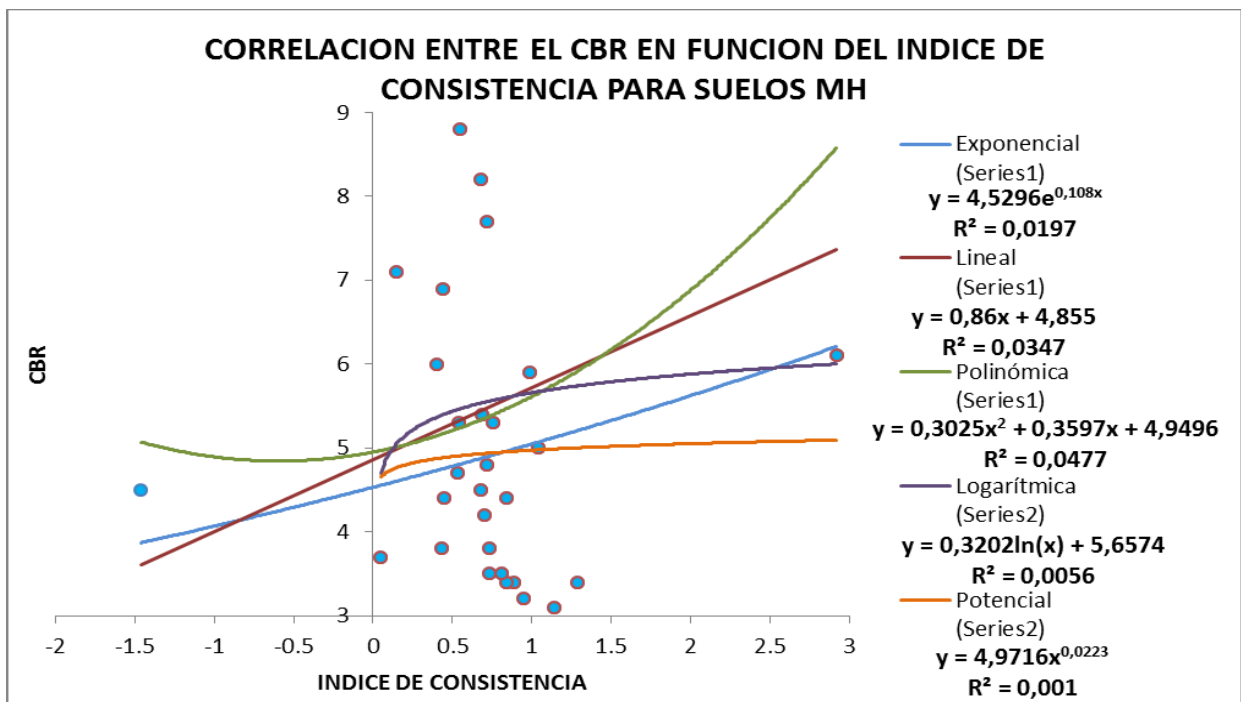
Es claro según la **Figura No14**. La no existencia de una ecuación que se ajuste a la nube de datos dada entre el CBR y el Índice de Consistencia, dado a la extrema dispersión que existe entre los datos, además de los valores del Coeficiente de correlación (r^2) que están muy cercanos a cero, comprobando de nuevo la no posible correlación entre estos datos.

Un parámetro como el CBR, de gran importancia en el diseño de los pavimentos, no puede ser calculado de manera indirecta mediante el uso del índice de consistencia, puesto que solo comparte un parámetro (humedad) excluyendo otros

de gran importancia como densidad, granulometría del material y grados de compactación.

Correlación CBR-Índice De Consistencia (IC) Para Suelos en MH (Limos de Alta Compresibilidad)

Figura No13. Correlación del CBR en función del Índice De Consistencia (IC) para suelos en MH



Fuente: Los Autores

Según la **Figura No15**. No es posible encontrar una correlación adecuada para calcular el valor de relación de soporte CBR en función del Índice de Consistencia para suelos MH, donde los valores del Coeficiente de correlación (r^2) son muy cercanos a cero, verificando la no existencia de correlación alguna entre estos dos datos. La grafica además muestra claramente la dispersión de los datos en

comparación a las ecuaciones planteadas, que por mucho, están alejadas de los valores reales.

Para realizar la correlación entre, CBR e INDICE DE CONSISTENCIA se trabajó con un total de 51 muestras en general, de las cuales 41 son clasificadas como MH, los otros 10 suelos sobrantes están clasificados como ML y CL, lo que significan que son muy pocas para realizar correlaciones específicas con estos tipos de suelos.

Es de notar que fue necesario trabajar con dos series de datos para estas correlaciones ya que hay líneas de ajuste como la logarítmica y la potencial que no permiten valores negativos.

Se puede observar que el Coeficiente de correlación (r^2) de estas correlaciones está en el rango de 0.004-0.05, lo que significa que no existe correlación posible para esta serie de datos, lo que indica que lo más probable es que no haya homogeneidad en los datos representativos.

7. CONCLUSIONES

- La clasificación de suelos de gran importancia para predecir el comportamiento del suelo de una manera general, junto con sus posibles usos en el campo de la ingeniería.
- Una correcta clasificación puede llegar a predecir el comportamiento del suelo frente a cambios de humedad,
- Una de las partes de mayor cuidado durante el proceso de clasificación de suelos se centra en la etapa de ejecución de los ensayos, teniendo en cuenta que estos tienen aspectos que pueden llegar a ser subjetivos como por ejemplo, la realización del ensayo de límite plástico, donde la apreciación del operador juega un papel fundamental al momento de determinar la humedad constituyéndose este en el factor más sensible del ensayo en cuanto a su resultado final.
- Las características particulares de un suelo compuesto están casi enteramente determinadas por las propiedades de la fracción más fina.
- En el campo se pueden encontrar una gran variedad de suelos que, dependiendo tanto del lugar como de la profundidad en la que este se encuentre, varían sus características. Es debido a esto que es importante determinar el tipo de suelo para conocer sus principales propiedades y a partir de esta información poder tomar decisiones al momento del diseño.
- Al realizar los ensayos, es importante garantizar que las muestras obtenidas del campo sean representativas para realizar conclusiones acertadas y poder ligarlas a la totalidad del suelo del cual se obtuvieron dichas muestras.
- El sistema de clasificación de la AASHTO utiliza además un índice de grupo para comprobar diferentes suelos dentro de un mismo grupo.
- El método AASHTO tiene parámetros bien definidos para definir el suelo en la construcción de carreteras, estos parámetros hablan de que a medida que se avanza de izquierda a derecha en la **tabla No.2** el suelo disminuye su calidad y resistencia, por otro lado a medida de que el índice de grupo disminuye es un suelo apto para la construcción de carreteras.

- El método AASHTO no da a conocer las características físicas del suelo ya que en si fundamentación no existe el análisis granulométrico para suelos finos, a pesar de que para suelos gruesos si lo hay.
- El método AASHTO no indica si un suelo tiene buena plasticidad o si contiene otros tipos de materiales dentro de la muestra.
- El excesivo aumento de la humedad por presencia de agua en suelos finos, ocasiona una notable perdida de su capacidad para resistir cargas a la que se es sometido.
- La resistencia de los suelos, en especial los finos, está directamente relacionada con sus condiciones de humedad y de densidad.
- Compactar suelos finos con humedades bajas para conseguir altas densidades y altas resistencias, no constituye una buena práctica, ya que el suelo se debilita considerablemente con el humedecimiento, lo que se traduce en perdida posteriores de densidad y de resistencia e incremento en la expansión.
- Debido a que todas las obras de Ingeniería Civil son apoyadas sobre el suelo además de utilizarlo como elemento de construcción, sin importar el tipo o tamaño de la obra, es de gran importancia conocer la clasificación, estabilidad y comportamiento del material para obtener el mejor rendimiento posible en la zona donde será utilizado.
- No se recomienda utilizar el grupo de ecuaciones halladas entre CBR-PDC ya que los datos resultan escasos para trabajar dichas correlaciones. Se recomienda aumentar el número de datos para mayor confiabilidad.
- Los resultados de Modulo Resiliente obtenido con la ecuación de Huekelom y Klomp y la ecuación AASHTO T 493 son mayores que los obtenidos en campo, en este caso, para los suelos localizados en el Plan de Movilidad de la ciudad de Popayán, por lo tanto, se puede incurrir en un margen de error en el momento de seleccionar el MR de diseño para pavimentos.
- Se recomienda calibrar una ecuación entre CBR en función del PDC y para cada zona del país, con una mayor cantidad de datos y un alcance más extenso,

de tal forma que sea más confiable en el futuro utilizar el PDC para la evaluación del soporte del suelo para proyectos viales en Colombia.

- Teniendo en cuenta los resultados de la verificación del MR y CBR presentados en este trabajo, no es 100% confiable la correlaciones entre estos como se hace en la actualidad en algunos estudios de suelos para pavimentos.
- El uso del deflectómetro de impacto es igualmente valido como instrumento de diseño en las estructuras de pavimento, ya que este método arroja valores muy cercanos a la obtención del MR con respecto al método del CBR. En Colombia hace falta incentivar el uso del deflectómetro de impacto como herramienta de diseño de pavimentos, ayudando a disminuir los tiempos de toma de muestras en campo y en la elaboración de diseños.
- El Comportamiento del suelo ante los valores de índice de penetración (DN) puede resultar menores (elevada resistencia) por las características granulométricas del suelo, lo cual se puede comprobar en el tamizado para la clasificación del suelo, esta posibilidad puede resultar hasta un tamaño máximo de las partículas de 3/4", en 5%, en un suelo bien gradado, mayor de este tamaño ocasiona el rechazo del equipo de PDC.

8. BIBLIOGRAFIA

- Curso Laboratorista Vial Volumen I, GEOTECNIA.

- INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS, Normas de ensayo de materiales 2013 INVIAS, INV E-180, 172,
- WIKIPEDIA, CLASIFICACION DE SUELOS, [On line] disponible en https://es.wikipedia.org/wiki/Clasificaci%C3%B3n_de_suelos
- GEOTECNIA.
<<http://www.unalmed.edu.co/~geotecni/GG-11.pdf>>
- BRIZUELA, Daniel, MECÁNICA DE SUELOS, UNIVERSIDAD DEL CAUCA. [On line] disponible en <ftp://ftp.unicauca.edu.co/cuentas/harenas/docs/MATERIALES%20%201-2015/CONCEPTOS%20Y%20YLECTURAS/CLASIFICACION%20SUELOS.pdf>
- ESCUELA DE INGENIEROS MILITARES, PRESENTACIÓN DIAPOSITIVA 6, consultada junio de 2015 [On line] disponible en <http://www.slideshare.net/edwinvigoya/05-terzaghi-3-19098075>
- VARGAS, Juan, EVALUACIÓN DE LOS MÉTODOS AASHTO Y USCS EN LA CARACTERIZACIÓN DEL SUELO DEL BARRIO MOCHUELO BAJO EN LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR -PROPUESTA DE UNA METODOLOGÍA PARTICULAR. UNIMINUTO 2009 [On line] disponible en http://repository.uniminuto.edu:8080/jspui/bitstream/10656/1391/1/TIC_VargasMesaJuan_2009.pdf
- PROYECTOS DE GEOTECNIA
<http://sirio.ua.es/proyectos/manual_%20carreteras/02010103.pdf>

- CLASIFICACION DE SUELOS SEGUN LA AASHTO.<<http://fjq.cl/2010/05/clasificacion-de-suelos-segun-aashto.html>>
- LACER, Gabriel. Trabajo de grado, CORRELACIÓN ENTRE LOS VALORES DE RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN CÓNICA D.C.P Y EL VALOR DE RELACIÓN DE SOPORTE C.B.R DE SUELOS PARA LA REGIÓN GEOLÓGICA DEL ÁREA LOCAL DE VALLEDUPAR, Universidad Industrial de Santander, 2006.
- Rico A. Castillo H. LA INGENIERIA DE SUELOS EN LAS VIAS TERRESTRES. Volumen 1.
- Bowles J, MANUAL DE LABORATORIO DE SUELOS EN INGENIERIA CIVIL
- Terzaghi K, MECANICA DE SUELOS EN LA INGENIERÍA PRÁCTICA.
- MODELOS DE CORRELACIÓN ENTRE EL PDC Y CBR INALTERADO PARA SUELOSCOHESIVOS. Gonzalo PerezBuitrado Ing. Transporte y vías QPTC. Esp. y Mag. Víasterrestres UNICAUCA ProfesorEscuela de Ingeniería de Transporte y Vías.
- K.A.K. Karunaprema and A.G.H.J. Edirisinghe, “ESTUDIO DE LABORATORIO PARA ESTABLECER ALGUNAS RELACIONES ÚTILES PARA EL USO DEL CON DINÁMICO DE PENETRACIÓN”. Departamento de Ingeniería Civil. Universidad de Peradeniya, Peradeniya, Sri Lanka. 2002.

9. ANEXOS

1. LISTA DE SUELOS IDENTIFICADOS EN LA BASE DE DATOS DE CITEC LTDA.

SUELOS A-4(a):

No	PROYECTO	UBICACIÓN			PROF. (m)	% PASA TAMIZ No 200	W%	LL (%)	LP (%)	IP	IG
		DEPARTAMENTO	SECTOR	LOCALIZACIÓN							
1	Condominio ANGELICA DEL MAYO (ESTUDIO PARA FUNDACIONES)	Nariño	Vereda EL MAYO	NOR ORIENTE DE LA UNION- NARIÑO, MARGEN DERECHA VIA LA UNION- POPAYAN	0.65-1.35	88	12,7	28	23,7	4,3	3,0
2	Condominio ANGELICA DEL MAYO	Nariño	Vereda EL MAYO	NOR ORIENTE DE LA UNION- NARIÑO, MARGEN DERECHA VIA LA UNION- POPAYAN	0.00-0.05	93,8	34,6	26,4	21,1	5,3	4,0
3	ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD	Cauca	VÍA MOJARRAS - POPAYÁN - RUTA 2503	PR 88+0500	3			21,7	18,3	3,4	0,0
4	ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD	Cauca	VÍA MOJARRAS - POPAYÁN - RUTA 2503	PR 88+0500	4			26,9	20,6	6,3	0,0
5	ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD	Cauca	VÍA MOJARRAS - POPAYÁN - RUTA 2503	PR 88+0500	4			23,5	18,6	4,9	0,0
6	ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD	Cauca	VÍA MOJARRAS - POPAYÁN - RUTA 2503	PR 88+0500	2			29,6	26,3	3,3	0,0
7	ESTUDIOS Y DISEÑOS PAVIMENTO	Cauca	VIA CANO-MOJARRAS	PR73+600 (Derecha)	0,25	42	3,2	12,8	9,3	3,6	0,0
8	Mantenimiento VIA ROSAS -LA VEGA- SAN SEBASTIAN -BOLIVAR-STA ROSA.	Cauca	La Sierra- La vega- Santiago	PR 54+100	0,5	58,6	12,6	28,9	19,8	9,1	3,0
9	PAVIMENTO VIA ROSAS - LA SIERRA - SAN MIGUEL	Cauca	LA SIERRA - LA VEGA - SANTIAGO	PR 77 + 978	2,9	83,7	12,4	33,3	30,6	2,7	3,0
10	ESTUDIO DE SUELOS PARA DISEÑO DE PAVIMENTOS, VIA CANO - MOJARRAS- POPAYAN	Cauca	PR32+500 AL PR36+000	PR33+700	0,60	70,5	25,1	29,7	27,9	1,8	1,0
11	CONSTRUCCION DE MURO	Nariño	La Unión	PR 72+330	4,90-5,50	74,2	14,9	27,5	18,4	9,1	5,0
12	Condominio ANGELICA DEL MAYO (ESTUDIO PARA FUNDACIONES)	Nariño	Vereda EL MAYO	NOR ORIENTE DE LA UNION- NARIÑO, MARGEN DERECHA VIA LA UNION- POPAYAN	0.00-1.05	86,5	34,6	27,8	19	8,8	6,0
13	Condominio ANGELICA DEL MAYO (ESTUDIO PARA FUNDACIONES)	Nariño	Vereda EL MAYO	NOR ORIENTE DE LA UNION- NARIÑO, MARGEN DERECHA VIA LA UNION- POPAYAN	1.40-1.80	94,6	34,6	26,8	18,3	8,5	7,0
14	Condominio ANGELICA DEL MAYO (ESTUDIO PARA FUNDACIONES)	Nariño	Vereda EL MAYO	NOR ORIENTE DE LA UNION- NARIÑO, MARGEN DERECHA VIA LA UNION- POPAYAN	1.10-1.40	93,2	34,6	27,5	18,2	9,3	7,0
15	Condominio ANGELICA DEL MAYO (ESTUDIO PARA FUNDACIONES)	Nariño	Vereda EL MAYO	NOR ORIENTE DE LA UNION- NARIÑO, MARGEN DERECHA VIA LA UNION- POPAYAN	0.70-1.30	91	34,6	26,1	19,4	6,7	5,0
16	Condominio ANGELICA DEL MAYO (ESTUDIO PARA FUNDACIONES)	Nariño	Vereda EL MAYO	NOR ORIENTE DE LA UNION- NARIÑO, MARGEN DERECHA VIA LA UNION- POPAYAN	1.30-1.90	89,4	34,6	25,1	19,1	6	4,0
17	Condominio ANGELICA DEL MAYO (ESTUDIO PARA FUNDACIONES)	Nariño	Vereda EL MAYO	NOR ORIENTE DE LA UNION- NARIÑO, MARGEN DERECHA VIA LA UNION- POPAYAN	2.85-3.69	89,5	34,6	25,5	16,9	8,6	6,0
18	CONSTRUCCION MURO	Nariño	La Unión	PR 71+739	4,20-4,80	48,5	35,1	23	15,6	7,4	1,0
19	CONSTRUCCION MURO	Nariño	La Unión	71+750	4,35	60,3	19	28,5	20,6	7,9	3,0
20	PAVIMENTO DE LA VÍA LA PLATA - VALENCIA - GUADUALEJO	HUILA- CAUCA	HUILA- CAUCA	PR63+180 AL PR 88+200	0,2	45,6		25,8	17,4	8,4	1,0

No	PROYECTO	UBICACIÓN			PROF. (m)	% PASA TAMIZ No 200	W%	LL (%)	LP (%)	IP	IG
		DEPARTAMENTO	SECTOR	LOCALIZACIÓN							
21	ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD	Cauca	VÍA MOJARRAS - POPAYÁN - RUTA 2503	PR 88+0500	2			27,6	20,4	7,2	0,0
22	ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD	Cauca	VÍA MOJARRAS - POPAYÁN - RUTA 2503	PR 88+0500	2			29,2	21,3	8	0,0
23	ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD	Cauca	VÍA MOJARRAS - POPAYÁN - RUTA 2503	PR 88+0500	2			23,8	15,5	8,2	0,0
24	CONSTRUCCION MURO	Nariño	La Unión	PR 60+505	5,2	82,5	27,9	25,5	16,3	9,2	6,0
25	CONSTRUCCION MURO	Nariño	La Unión	PR 60+505	1,1	82,5	25,5	25	18,4	6,6	4,0
26	CONSTRUCCION MURO	Nariño	VIA BUESACO-LA UNION	Pilar No 1	8,1	79	8,3	29,6	21,1	8,5	6,0
27	CONSTRUCCION MURO	Nariño	VIA BUESACO-LA UNION	Pilar No 7	8,1	79	3,9	25,4	19,5	5,9	3,0
28	CONSTRUCCION MURO	Nariño	VIA BUESACO-LA UNION	Keisson No 7	12,9	79	8,9	27,8	20,3	7,5	5,0
29	MUROS DE CONTENCIÓN	Cauca	La Sierra	Vía la Sierra - La vega - Santa Rosa PR 103+222	2	44	13,3	25,9	16,7	9,2	1,0
30	MANTENIMIENTO Y MEJORAMIENTO DE LA VIA LA SIERRA - SAN SEBASTIAN - SANTA ROSA	Cauca	La Sierra	Vía la Sierra - La vega - San Sebastian PR22+250	2,1	61	52,2	29,2	20,6	8,6	3,0
35	URBANIZACION BOSQUES DE SANTA ANA	Nariño	TUMACO	KM 21 VEREDA INGUAPÍ LA CHIRCANA-TUMACO-NARIÑO	1,4		32,5	40,2	33,1	7,1	0,0
36	URBANIZACION BOSQUES DE SANTA ANA	Nariño	TUMACO	KM 21 VEREDA INGUAPÍ LA CHIRCANA-TUMACO-NARIÑO	2,4		35,1	39,5	29,3	10	0,0

SUELOS A-4-(b):

No	PROYECTO	UBICACIÓN			PROF. (m)	% PASA TAMIZ No 200	W%	LL	LP	IP	IG
		DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	LOCALIZACIÓN				(%)	(%)		
1	Mantenimiento VIA ROSAS -LA VEGA- SAN SEBASTIAN -BOLIVAR-STA ROSA.	Cauca	La Sierra- La vega- Santiago	PR 54+100	7,8	63	33,5	38,8	30,3	8,5	5
2	PAVIMENTO VIA ROSAS-LA SIERRA-SAN MIGUEL	Cauca	ROSAS - LA SIERRA	PR6+635	6,8	53,1	9,1	39	29,4	9,6	3
3	Condominio ANGELICA DEL MAYO (ESTUDIO PARA FUNDACIONES)	Nariño	Vereda EL MAYO	NOR ORIENTE DE LA UNION- NARIÑO, MARGEN DERECHA VIA LA UNION- POPAYAN	0.30-0.90	88,6	34,6	33,9	26,8	7,1	7
4	Condominio ANGELICA DEL MAYO (ESTUDIO PARA FUNDACIONES)	Nariño	Vereda EL MAYO	NOR ORIENTE DE LA UNION- NARIÑO, MARGEN DERECHA VIA LA UNION- POPAYAN	1.40-1.80	89,6	34,6	31	24,2	6,8	6
5	Condominio ANGELICA DEL MAYO (ESTUDIO PARA FUNDACIONES)	Nariño	Vereda EL MAYO	NOR ORIENTE DE LA UNION- NARIÑO, MARGEN DERECHA VIA LA UNION- POPAYAN	3.25-4.40	88,3	34,6	30,5	21,3	9,2	8
6	Pavimento VIA LA LUPA- GUACHICONO- BOLIVAR	Cauca	Bolivar	PR 32+ 842 Margen Izquierda	5,1	39,1	32,2	30,6	24,2	6,3	0
7	CONSTRUCCION CONDOMINIO ALTOS DE SAN RAFAEL (ESTUDIO DE SUELOS PARA FUNDACIONES)	Nariño	LA UNION	SECTOR SUR CABECERA MUNICIPAL MARGEN IZQUIERDA ANTIGUA VIA PANAMERICANA- PASTO- POPAYAN	1.95-2.25	85,4	21,2	30,2	21,3	8,9	7
8	CONSTRUCCION CONDOMINIO ALTOS DE SAN RAFAEL (ESTUDIO DE SUELOS PARA FUNDACIONES)	Nariño	LA UNION	SECTOR SUR CABECERA MUNICIPAL MARGEN IZQUIERDA ANTIGUA VIA PANAMERICANA- PASTO- POPAYAN	5.70-6.0	85,4	21,6	31,3	21,6	9,8	8
9	MURO DE CONTENCION	Nariño	Berruecos	a 200 m aprox de PR 80+100 via principal.	5.7-6.00	99,7	14	37,5	30,2	7,2	10
10	MEJORAMIENTO VIAS ACCESO CENTRO DE ACOPIO	Nariño	MUNICIPIO DE GUAITARILLA	Entre eje No 2 y 4	0,62	61,2	28,7	31	20,9	10	4
11	MEJORAMIENTO VIAS ACCESO CENTRO DE ACOPIO	Nariño	MUNICIPIO DE GUAITARILLA	Sobre eje No 2 y 1- Esquina	0,61	60,3	23,5	31,3	23	8	3
12	PAVIMENTACION VIAS ACCESO VIA VEREDA LOMA ALTA	Nariño	# 2- MUNICIPIO DE ILES	SOBRE CARRERA 6, JUNTO A CASA 7-97	0,55	52	47	35,5	27	8,5	2
13	PAVIMENTACION VIAS ACCESO VIA VEREDA LOMA ALTA	Nariño	# 1 - MUNICIPIO DE ILES	SOBRE CARRERA 4, a 20 m DE LA CALLE 5 .	0,5	67,5	31,5	32,5	25,1	7,4	4
14	ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD	Cauca	VÍA MOJARRAS - POPAYÁN - RUTA 2503	PR 88+0500	6			31,8	22,3	9,5	0
15	ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD	Cauca	VÍA MOJARRAS - POPAYÁN - RUTA 2503	PR 88+0500	2			36,1	29,2	6,8	0
16	ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD	Cauca	VÍA MOJARRAS - POPAYÁN - RUTA 2503	PR 88+0500	6			39,3	33,7	5,6	0
17	ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD	Cauca	VÍA MOJARRAS - POPAYÁN - RUTA 2503	PR 88+0500	6			31,8	24,8	7,1	0
18	ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD	Cauca	VÍA MOJARRAS - POPAYÁN - RUTA 2503	PR 88+0500	7,5			34,8	27,5	7,4	0
19	ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD	Cauca	VÍA MOJARRAS - POPAYÁN - RUTA 2503	PR 88+0500	8			39,4	31,4	7,8	0

No	PROYECTO	UBICACIÓN			PROF. (m)	% PASA TAMIZ No 200	W%	LL (%)	LP (%)	IP	IG
		DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	LOCALIZACIÓN							
20	CONSTRUCCION MURO	Nariño	La Unión	PR 71+739	4,20-4,50	74,2	19,9	29,1	19,6	9,5	5
21	CONSTRUCCION CONDOMINIO ALTOS DE SAN RAFAEL (ESTUDIO DE SUELOS PARA FUNDACIONES)	Nariño	LA UNION	SECTOR SUR CABECERA MUNICIPAL MARGEN IZQUIERDA ANTIGUA VIA PANAMERICANA- PASTO- POPAYAN	2.1-2.3	85,6	16	27,4	17,8	9,6	7
22	PAVIMENTO VIA ROSAS-LA SIERRA-SAN MIGUEL	Cauca	ROSAS - LA SIERRA	PR6+655	7,1	59,2	9	36,1	28	8,1	4
23	PAVIMENTO VIA ROSAS-LA SIERRA-SAN MIGUEL	Cauca	ROSAS - LA SIERRA	PR6+635	5,2	49,6	8	33,8	26	7,8	2
24	PAVIMENTO VIA ROSAS-LA SIERRA-SAN MIGUEL	Cauca	ROSAS - LA SIERRA	PR 6+600	4,4	47	12,1	34,1	24,2	9,9	2
25	ESTUDIOS Y DISEÑOS PAVIMENTO	Cauca	VIA CANO-MOJARRAS	PR73+600 (Derecha)	0,45	40	6,2	31,8	22,2	9,6	1
26	PAVIMENTO VIA ROSAS-LA SIERRA-SAN MIGUEL	Cauca	ROSAS - LA SIERRA	PR 3 + 940	3,5		18,8	28,9	19	9,9	0
27	PAVIMENTO VIA ROSAS-LA SIERRA-SAN MIGUEL	Cauca	ROSAS - LA SIERRA	PR 3 + 949	3,9		18,8	29,2	19,2	10	0
28	PAVIMENTO VIA ROSAS - LA SIERRA - SAN MIGUEL - SA SEBASTIAN - SANTIAGO - SANTA ROSA	Cauca	LA SIERRA - LA VEGA - SANTIAGO	PR 77 + 978	0,5	66	20,8	44,7	36,6	8,1	6
29	PAVIMENTO VIA ROSAS - LA SIERRA - SAN MIGUEL	Cauca	LA SIERRA - LA VEGA - SANTIAGO	PR 77 + 978	3,5	80,4	32	37,8	33	4,8	5
30	PAVIMENTO VIA ROSAS - LA SIERRA - SAN MIGUEL	Cauca	LA SIERRA - LA VEGA - SANTIAGO	PR 77 + 978	4,1	70,9	30,8	35,3	27,4	7,9	5
31	PAVIMENTO VIA ROSAS - LA SIERRA - SAN MIGUEL	Cauca	LA SIERRA - LA VEGA - SANTIAGO	PR 77 + 978	1,3	73,1	39,5	34,8	29,9	4,9	4
32	PAVIMENTO VIA ROSAS - LA SIERRA - SAN MIGUEL	Cauca	LA SIERRA - LA VEGA - SANTIAGO	PR 77 + 976	4,1	57,5	29,5	34,5	30,6	3,9	1
33	PAVIMENTO VIA ROSAS - LA SIERRA - SAN MIGUEL	Cauca	LA SIERRA - LA VEGA - SANTIAGO	PR 77 + 976	6,6	55,9	12,4	34,9	25,2	9,7	4
34	PAVIMENTO LA SIERRA	CAUCA	LA SIERRA	PR 1+ 580	6,5	46,4	14,8	40,6	36,4	4,3	1
35	ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD	Cauca	VÍA MOJARRAS - POPAYÁN - RUTA 2503	PR 98+0400	2			40	32,6	7,7	0
36	ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD	Cauca	VÍA MOJARRAS - POPAYÁN - RUTA 2503	PR 98+0400	6,5			40,5	33,9	6,6	0

SUELOS A-5-(a):

No	PROYECTO	UBICACIÓN			PROF. (m)	% PASA TAMIZ No 200	W(%)	LL (%)	LP (%)	IP	IG
		DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	LOCALIZACIÓN							
1	ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD	Cauca	VÍA MOJARRAS - POPAYÁN - RUTA 2503	PR 98+0200	4			49,6	47,4	2,2	0
2	ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD	Cauca	VÍA MOJARRAS - POPAYÁN - RUTA 2503	PR 98+0200	1,5			43,4	40	3,6	0
3	ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD	Cauca	VÍA MOJARRAS - POPAYÁN - RUTA 2503	PR 98+0200	4			49,1	44,4	4,8	0
4	ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD	Cauca	VÍA MOJARRAS - POPAYÁN - RUTA 2503	PR 98+0200	6			49,8	46,7	3,1	0
5	ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD	Cauca	VÍA MOJARRAS - POPAYÁN - RUTA 2503	PR 98+0200	3			49,6	47,5	2,1	0
6	REMODELACION VIVIENDA HABITACIONAL	Cauca	BARRIO VALENCIA- POPAYAN		5.66-6.71		50,6	50,1	47,8	2,3	0
7	SOLUCION INESTABILIDAD VIA ACCESO	Cauca	Mondomo	PCH DE MONDOMO.	2,95		24,7	42,3	33,1	9,2	0
8	ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD	Cauca	VÍA MOJARRAS - POPAYÁN - RUTA 2503	PR 97+0600	3			43,5	35,1	8,4	0
9	ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD	Cauca	VÍA MOJARRAS - POPAYÁN - RUTA 2503	PR 98+0200	4			41,3	34,6	6,5	0
10	ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD	Cauca	VÍA MOJARRAS - POPAYÁN - RUTA 2503	PR 98+0400	5			41	32,3	8,7	0
11	ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD	Cauca	VÍA MOJARRAS - POPAYÁN - RUTA 2503	PR 98+0400	5			42,8	34,9	7,9	0
12	PAVIMENTO VIA ROSAS- LA SIERRA-SAN MIGUEL	Cauca	ROSAS - LA SIERRA	PR 3 + 985	0,60 - 0,90		22,45	41,9	32,5	9,4	0
13	ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD	Cauca	VÍA MOJARRAS - POPAYÁN - RUTA 2503	PR 98+0200	2			44,4	38,1	6,3	0
14	PAVIMENTO VIA ROSAS- LA SIERRA-SAN MIGUEL	Cauca	ROSAS - LA SIERRA	PR 3 + 960	0,60		22,45	40,1	33,5	7	0

SUELOS A-5-(b):

No	PROYECTO	UBICACIÓN			PROF. (m)	% PASA TAMIZ No 200	W(%)	LL	LP	IP	IG
		DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	LOCALIZACIÓN				(%)	(%)		
1	PAVIMENTO VIA LA LUPA - GUACHICONO - BOLIVAR	Cauca	PLAYAS DEL SANJORGE - BOLIVAR	PR 32+822 MARGEN DERECHA	3,3	68,7	32,2	47,8	40	7,8	7
2	ESTUDIO DE SUELOS CENTRO AGROPECUARIO REGIONAL CAUCA	Cauca	Popayan	INTERNADO, ENFERMERIA Y AUDITORIO	3,15			55,7	47,2	8,6	0
3	ESTUDIO DE SUELOS CENTRO AGROPECUARIO REGIONAL CAUCA	Cauca	Popayan	ESTABLOS	4,6			46,3	39	7,2	0
4	ESTUDIO DE SUELOS CENTRO AGROPECUARIO REGIONAL CAUCA	Cauca	Popayan	KIOSKO FLORES	1,5			59,7	50	9,7	0
5	SOLUCION INESTABILIDAD VIA ACCESO	Cauca	Mondomo	PCH DE MONDOMO.	2.10-2.35		25,2	47,9	42,5	5,5	0
6	ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD	Cauca	VÍA MOJARRAS - POPAYÁN - RUTA 2503	PR 98+0400	2			46	39,1	7	0
7	ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD	Cauca	VÍA MOJARRAS - POPAYÁN - RUTA 2503	PR 98+0200	4			46	38,4	7,6	0
8	ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD	Cauca	VÍA MOJARRAS - POPAYÁN - RUTA 2503	PR 98+0200	11			55,1	44,6	10	0
9	ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD	Cauca	VÍA MOJARRAS - POPAYÁN - RUTA 2503	PR 98+0400	2			46,4	37,4	9,01	0
10	IMPLANTACION HOGAR MULTIPLE ICBF	Cauca	COSTADOS SUR ORIENTAL DE ROSAS	AL LADO DE LA CANCHA DE FUTBOL	2,5		100,7	78,4	69,5	8,9	0
11	IMPLANTACION HOGAR MULTIPLE ICBF	Cauca	COSTADOS SUR ORIENTAL DE ROSAS	AL LADO DE LA CANCHA DE FUTBOL	2,5		100,7	46,7	40,2	6,5	0
12	MANTENIMIETNO Y MEJORAMIENTO VIA LA SIERRA - SAN SEBASTIAN - STA ROSA	Cauca	VIA LA SIERRA-LA VEGA - SANTA ROSA	PR 132 + 708	5,5	37	46,5	65,9	58,8	7,1	0
13	PAVIMENTO VIA ROSAS - LA SIERRA - SAN MIGUEL - SA SEBASTIAN - SANTIAGO - SANTA ROSA	Cauca	LA SIERRA - LA VEGA - SANTIAGO	PR 77 + 978	0,5	66	20,8	44,7	36,3	8,4	6
14	Viviendas	Cauca	Popayan	Barrio campobello frente al condomio Campo Verde	2,5			42,9	33	9,9	0
15	PAVIMENTO VIA ROSAS-LA SIERRA-SAN MIGUEL	Cauca	ROSAS - LA SIERRA	PR3 + 964	2,90		39,09	46,0	35,6	10,4	0
16	ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD	Cauca	VÍA MOJARRAS - POPAYÁN - RUTA 2503	PR 88+0500	1			46,5	36,1	10	0

SUELOS A-6(a):

No	PROYECTO	UBICACIÓN			PROF. (m)	% PASA TAMIZ No 200	W(%)	LL (%)	LP (%)	IP	IG
		DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	LOCALIZACIÓN							
1	Condominio ANGELICA DEL MAYO (ESTUDIO PARA FUNDACIONES)	Nariño	VEREDA EL MAYO	NOR ORIENTE DE LA UNION- NARIÑO, MARGEN DERECHA VIA LA UNION- POPAYAN	4.90-5.20	90,7	34,6	33,5	22,3	11,2	10,0
2	Condominio ANGELICA DEL MAYO (ESTUDIO PARA FUNDACIONES)	Nariño	VEREDA EL MAYO	NOR ORIENTE DE LA UNION- NARIÑO, MARGEN DERECHA VIA LA UNION- POPAYAN	1.85-1.96	85,9	34,6	34,5	20,4	14,1	12,0
3	Condominio ANGELICA DEL MAYO (ESTUDIO PARA FUNDACIONES)	Nariño	VEREDA EL MAYO	NOR ORIENTE DE LA UNION- NARIÑO, MARGEN DERECHA VIA LA UNION- POPAYAN	1.35-1.85	91,2	34,6	40,2	25,5	14,7	15,0
4	Condominio ANGELICA DEL MAYO (ESTUDIO PARA FUNDACIONES)	Nariño	VEREDA EL MAYO	NOR ORIENTE DE LA UNION- NARIÑO, MARGEN DERECHA VIA LA UNION- POPAYAN	1.20-2.25	86,2	34,6	29,6	17,4	12,2	9,0
5	Condominio ANGELICA DEL MAYO (ESTUDIO PARA FUNDACIONES)	Nariño	VEREDA EL MAYO	NOR ORIENTE DE LA UNION- NARIÑO, MARGEN DERECHA VIA LA UNION- POPAYAN	1.90-3.25	91,4	34,6	31,1	19,1	12,0	10,0
6	Condominio ANGELICA DEL MAYO (ESTUDIO PARA FUNDACIONES)	Nariño	VEREDA EL MAYO	NOR ORIENTE DE LA UNION- NARIÑO, MARGEN DERECHA VIA LA UNION- POPAYAN	0.5-1.40	90,6	34,6	36,8	22,5	14,3	13,0
7	Condominio ANGELICA DEL MAYO (ESTUDIO PARA FUNDACIONES)	Nariño	VEREDA EL MAYO	NOR ORIENTE DE LA UNION- NARIÑO, MARGEN DERECHA VIA LA UNION- POPAYAN	0.90-1.80	89,2	34,6	31,6	17,0	14,6	12,0
8	PAVIMENTO VIA ROSAS-LA SIERRA-SAN MIGUEL	Cauca	ROSAS - LA SIERRA	PR6+573	1,8	55,6	11,2	38,3	26,8	11,6	5,0
9	ESTUDIOS Y DISEÑO DE PAVIMENTOS	Cauca	CENTRO DE CONVENCIONES	PARQUEADERO	0,6	72,2	19,1	36	23	13	8,0
10	CONSTRUCCION CONDOMINIO ALTOS DE SAN RAFAEL. (ESTUDIO DE SUELOS PARA FUNDACIONES)	Nariño	LA UNION	SECTOR SUR CABECERA MUNICIPAL MARGEN IZQUIERDA ANTIGUA VIA PANAMERICANA- PASTO- POPAYAN	5.2-5.9	82,8	30,6	32,4	21,3	11,1	8,0
11	CONSTRUCCION CONDOMINIO ALTOS DE SAN RAFAEL.	Nariño	LA UNION	SECTOR SUR CABECERA MUNICIPAL MARGEN IZQUIERDA ANTIGUA VIA PANAMERICANA- PASTO- POPAYAN	5.15-6.05	87,3	28,3	33,2	20,2	13	11,0
12	PAVIMENTO VIA ROSAS - LA SIERRA - SAN MIGUEL (ESTUDIO DE SUELOS PARA FUNDACIONES)	Nariño	LA SIERRA- LA VEGA- SANTIAGO	PR79+978	4,8	64,9	27,7	36,3	23,6	12,7	7,0
13	CONTRATO No 1255 DE 2011 MEJORAMIENTO CARRETERA ZONA SUR OCC.GRUPO 2		PR 114+500-PR 115+500 (CERCA A MOJARRAS)	PR 114+650	1,05	55,2	29,6	34,8	22,3	12,5	5,0
14	MANTENIMIENTO Y MEJORAMIENTO VIA CANO-MOJARRAS		PR 55+000 AL PR 58+050 (CERCA AL TUNEL DE LA LLANA).	PR 55+600 .	0,65	57,9	29,6	26	13	13	4,0
15	VIVIENDA PARA DESPLAZADOS	CAUCA	CORINTO	CORINTO	0,9	89	20,7	33,7	20,3	13,4	12,0
16	VIVIENDA PARA DESPLAZADOS	CAUCA	CORINTO	CORINTO	1,5	92	21,1	34,5	20,2	14,3	13,0
17	REMODELACION VIVIENDA HABITACIONAL	CAUCA	BARRIO VALENCIA- POPAYAN	CORINTO	2-2.9		66,1	29,8	14,8	15,0	0,0
18	ESTUDIOS Y DISEÑOS PAVIMENTO	CAUCA	VIA CANO-MOJARRAS	PR73+600 (Derecha)	0,7	46,9	4,7	28,4	13,5	14,8	3,0
19	PAVIMENTO VIA EL EMPATE - PUENTE QUIÑA - PR 2+300		EL EMPATE - SAN JOSE DE ALBAN	PR 0+980 IZQ	1,80	44,2	9,80	31,8	19,1	12,8	2,0
20	ESTUDIO DE SUELO INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA CAPISISCO	CAUCA	INZA	12 Km DE LA CABECERA MUNICIPAL DE INZA VIA LA PLATA- HUILA	1,9	72,2	27	31,5	17	14,5	8,0

No	PROYECTO	UBICACIÓN			PROF. (m)	% PASA TAMIZ No 200	W(%)	LL (%)	LP (%)	IP	IG
		DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	LOCALIZACIÓN							
21	ESTUDIO DE SUELO INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA	CAUCA	INZA	12 Km DE LA CABECERA MUNICIPAL DE INZA VIA LA PLATA- HUILA	0,3	42,1	20,8	36,4	22,5	13,9	2,0
22	ESTUDIO DE SUELO INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA	CAUCA	INZA	12 Km DE LA CABECERA MUNICIPAL DE INZA VIA LA PLATA- HUILA	0,9	38,8	23,3	33,1	22,1	11	1,0
23	CONSTRUCCION MUROS DE CONTENCION	CAUCA	LA SIERRA	LA CUCHILLA-BOTADERO	5.40-6.00	73,3	59,3	28,5	16,9	11,6	6,0
24	CONSTRUCCION MUROS DE CONTENCION	CAUCA	LA SIERRA	LA CUCHILLA-BOTADERO	1,05-1,80	75,2	59,3	34,4	21,4	13	9,0
25	MUROS DE CONTENCION	CAUCA	VIA LA LUPA -BOLIVAR	PR 35+536	4	50,0	21,4	33,0	22,2	10,9	3,0
26	CONSTRUCCION MURO	Cauca	VIA LUPA- BOLIVAR	PR 35+526	5	63,3	10,7	32,9	19,9	13,1	6,0
27	CONSTRUCCION MURO	Cauca	VIA LUPA- BOLIVAR	PR 35+526	7	53,5	54	33,1	18,5	14,6	5,0
28	MUROS DE CONTENCION	Cauca	VIA LA SIERRA-LA VEGA - SANTA ROSA	PR 103 + 222	1,5	37,7	17,1	31,1	16,5	14,6	1,0
29	MUROS DE CONTENCION	Cauca	VIA LA SIERRA-LA VEGA - SANTA ROSA	PR 103 +243	3,5	38,5	10,8	24,9	12,7	12,2	1,0
30	MANTENIMIENTO Y MEJORAMIENTO VIA LA SIERRA - LA VEGA - SAN SEBASTIAN	Cauca	VIA LA SIERRA-LA VEGA - SANTA ROSA	PR 109 + 700	2,5	55,7	23,1	32,1	18	14,1	5,0
31	MANTENIMIENTO Y MEJORAMIENTO VIA LA SIERRA - LA VEGA - SAN SEBASTIAN	Cauca	VIA LA SIERRA-LA VEGA - SANTA ROSA	PR 109 + 727	0,7	39,9	16,2	31,9	17,1	14,8	2,0
32	MANTENIMIENTO Y MEJORAMIENTO VIA LA SIERRA - LA VEGA - SAN SEBASTIAN	Cauca	VIA LA SIERRA-LA VEGA - SANTA ROSA	PR 109 + 727	4,25	37,2	10,3	31,3	17,2	14,1	1,0
33	MANTENIMIENTO VIA ROSAS -LA VEGA- SAN SEBASTIAN -BOLIVAR-STA ROSA	Cauca	LA SIERRA - LA VEGA - SANTIAGO	PR 54+088 DERECHA	1,47	81,1	5	33,6	16,2	17,4	13,0
34	CONSTRUCCION CONDOMINIO ALTOS DE SAN RAFAEL. (ESTUDIO DE SUELOS PARA FUNDACIONES)	Nariño	LA UNION	SECTOR SUR CABECERA MUNICIPAL MARGEN IZQUIERDA ANTIGUA VIA PANAMERICANA- PASTO- POPAYAN	3.75-4.05	86,7	25,3	36,4	20,2	16,2	14,0
35	CONSTRUCCION MURO	NARIÑO	LA UNION	PR 71+750	6,0	75,4	22,2	35,5	19,6	15,9	11,0
36	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA PAVIMENTO	Cauca	CENTRO DE COMVENIONES	PARQUEADERO	0,3	49,1	10,1	30,4	11,4	19,0	5,0
37	MUROS DE CONTENCION VIA LA LUPA - BOLIVAR	Cauca	VIA LA LUPA -BOLIVAR (BOLIVAR)	PR 35+536	6	85,3	17,4	32,3	14,6	17,7	14,0
38	MUROS DE CONTENCION VIA LA LUPA - BOLIVAR	Cauca	VIA LA LUPA -BOLIVAR (BOLIVAR)	PR 35+529	2,5	72,2	23,3	33,5	17,7	15,8	10,0
39	CONSTRUCCION MURO	NARIÑO	LA UNION	PR 71+750	6,0	75,4	22,2	35,5	19,6	15,9	11,0
40	CONSTRUCCION MURO	Cauca	VIA LUPA- BOLIVAR	PR 35+536	2	74	21,8	34,2	17,9	16,2	10,0

No	PROYECTO	UBICACIÓN			PROF. (m)	% PASA TAMIZ No 200	W(%)	LL (%)	LP (%)	IP	IG
		DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	LOCALIZACIÓN							
41	CONSTRUCCION MURO	Cauca	VIA LUPA- BOLIVAR	PR 35+536	6	85,3	17,4	32,3	14,6	17,7	14,0
42	PAVIMENTO LA SIERRA	Cauca	LA SIERRA	PR 1+550	4,6	44,4	12,7	31,5	15,4	16,1	3,0
43	MUROS DE CONTENCIÓN	Cauca	VIA LA SIERRA-LA VEGA - SANTA ROSA	PR 103 + 243	1,25	43	4,7	28,8	10,6	18,2	3,0
44	MANTENIMIENTO Y MEJORAMIENTO VIA LA SIERRA - LA VEGA - SAN SEBASTIAN	Cauca	VIA LA SIERRA-LA VEGA - SANTA ROSA	PR 109 + 739	0,6	44,7	18,3	32,6	15	17,6	4,0
45	Condominio ANGELICA DEL MAYO (ESTUDIO PARA FUNDACIONES)	Nariño	VEREDA EL MAYO	NOR ORIENTE DE LA UNION- NARIÑO, MARGEN DERECHA VIA LA UNION- POPAYAN	0.90-1.85	84,80	22,3	28,5	18,0	10,4	7,0
46	MUROS DE CONTENCIÓN VIA LA LUPA - BOLIVAR	Cauca	VIA LA LUPA -BOLIVAR (BOLIVAR)	PR 35+536	4	50,0	21,4	33,0	22,2	10,9	3,0
47	Condominio ANGELICA DEL MAYO (ESTUDIO PARA FUNDACIONES)	Nariño	VEREDA EL MAYO	NOR ORIENTE DE LA UNION- NARIÑO, MARGEN DERECHA VIA LA UNION- POPAYAN	0.90-1.85	84,8	22,3	28,5	18,0	10,5	7,0
48	Condominio ANGELICA DEL MAYO (ESTUDIO PARA FUNDACIONES)	Nariño	VEREDA EL MAYO	NOR ORIENTE DE LA UNION- NARIÑO, MARGEN DERECHA VIA LA UNION- POPAYAN	0.00-0.65	96,7	34,6	37,6	27,1	10,5	12,0
49	Emergencia vial- muros de contencion	Cauca	ROSAS - LA SIERRA	PR 3+ 932	4,65		18,8	29,3	18,4	10,9	0,0
50	ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD	Cauca	VÍA MOJARRAS - POPAYÁN - RUTA 2503	PR 98+0400	2			35,8	25,0	10,7	0,0

SUELOS A-6-(b):

No	PROYECTO	UBICACIÓN			PROF. (m)	% PASA TAMIZ No 200	W(%)	LL	LP	IP
		DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	LOCALIZACIÓN				(%)	(%)	
1	PAVIMENTO DE LA VIA TRONCAL NORTE DE NARIÑO	Nariño	EL EMPATE - LA UNION	PR 59+120	5,80			40	19	21
2	Condominio ANGELICA DEL MAYO (ESTUDIO PARA FUNDACIONES)	Nariño	VEREDA EL MAYO	NOR ORIENTE DE LA UNION- NARIÑO, MARGEN DERECHA VIA LA UNION- POPAYAN	0.60-0.90	89,6	34,6	39,4	17,4	22,0
3	MUROS DE CONTENCIÓN VIA LA LUPA - BOLIVAR	Cauca	VIA LA LUPA -BOLIVAR (BOLIVAR)	PR 35+529	4	100	10,7	38	20	18
4	VIVIENDA PARA DESPLAZADOS	CAUCA	CORINTO	CORINTO	0,8	96,7	13,5	38	19	19
5	ESTUDIOS Y DISEÑOS PAVIMENTO	NARIÑO	CARTAGO	FRENTE AL DISCOBAR KACAO	1	73,3	54,6	39,5	23,2	16,3
6	CONSTRUCCION MUROS DE CONTENCIÓN	CAUCA	LA SIERRA	LA CUCHILLA-BOTADERO	5,51-6,45	81,7	59,3	38	15	23
7	PAVIMENTO DE LA VIA TRONCAL NORTE DE NARIÑO	NARIÑO	EL EMPATE - LA UNION	PR 59+120	5,80			39,6	18,9	20,7
8	ESTUDIOS Y DISEÑOS PAVIMENTO	NARIÑO	CARTAGO	CARRERA 2 CASA # 1 A 27 MARGEN DERECHA.	0,5	73,3	46,6	39,5	23,2	16,3
9	CONSTRUCCION MURO	Cauca	VIA LUPA- BOLIVAR	PR 35+526	1,5	50,5	26	37	19	19
10	CIUDADELA COMERCIAL ELITE VENTEÑO	Nariño	LA UNIÓN	SALIDA AL SUR DE LA UNIÓN, MARGEN IZQUIERDA VIA LA UNION -PASTO	2,2	53,8	18	38	17	21
11	PAVIMENTO LA SIERRA	Cauca	LA SIERRA	PR1+580	3	72,4	11,4	32	17	15
12	CENTRO COMUNITARIO DE SALUD SAN FRANCISCO	Cauca	VEREDA SANTA RITA- MPIO TORIBIO	CENTRO COMUNITARIO DE SALUD SAN FRANCISCO- A 15 MIN DEL CASCO URBANO DE TORIBIO	0,9	95,7	61,4	40	23	16
13	MUROS DE CONTENCIÓN	Cauca	VIA LA SIERRA-LA VEGA - SANTA ROSA	PR 103 + 222	0,5	41,9	18,8	40	17	22
14	PAVIMENTO VIA ROSAS-LA SIERRA-SAN MIGUEL	Cauca	ROSAS - LA SIERRA	PR 6+600	5,6	56,6	12,4	39,4	28,3	11,1
15	PAVIMENTO VIA LA LUPA - GUACHICONO - BOLIVAR	Cauca	LAYAS DEL SANJORGE - BOLIVAR	PR 32+822 MARGEN DERECHA	3,3	56,8	20,7	37,6	25,3	12,2
16	PAVIMENTO DE LA VÍA LA PLATA - VALENCIA - GUADUALEJO	(MUNICIPIOS DE HUILA Y CAUCA)	PR63+180 AL PR 88+200	PR70+001	0,3	40,6		37,1	22,9	14,1
17	CONSTRUCCION MURO	NARIÑO	LA UNION	PR 71+750	1,50-3,30	75,1	40,4	40	26	13
18	CONSTRUCCION MURO	NARIÑO	LA UNION	PR 71+750	1,50-3,30	66,5	40,4	39,5	26,3	13,2
19	CONSTRUCCION MURO	Cauca	VIA LUPA- BOLIVAR	PR 35+505	1	80,4	24,3	39	24	15
20	CONSTRUCCION CONDOMINIO ALTOS DE SAN RAFAEL. (ESTUDIO DE SUELOS PARA FUNDACIONES)	Nariño	LA UNION	SECTOR SUR CABECERA MUNICIPAL MARGEN IZQUIERDA ANTIGUA VIA PANAMERICANA- PASTO- POPAYAN	2.10-2.40	83,6	41,1	39	25	14
21	Condominio ANGELICA DEL MAYO (ESTUDIO PARA FUNDACIONES)	Nariño	VEREDA EL MAYO	NOR ORIENTE DE LA UNION- NARIÑO, MARGEN DERECHA VIA LA UNION- POPAYAN	0.00-0.65	96,70909091	34,6	37,6	27,1	10,5

SUELOS A-7-5-(a):

No	PROYECTO	UBICACIÓN			PROF. (m)	% PASA TAMIZ No 200	W(%)	LL (%)	LP (%)	IP	IG
		DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	LOCALIZACIÓN							
1	TORRES DEL CAMPESTRE	Cauca	Popayan	Club Campestre	6,7	64,7	41,6	46,5	32,9	13,6	9
2	MANTENIMIENTO VIA ROSAS -LA VEGA- SAN SEBASTIAN -BOLIVAR-STA ROSA	Cauca	LA SIERRA - LA VEGA - SANTIAGO	PR 54 + 100	3,15	55,9	15,4	43	30,6	12,4	5
3	MANTENIMIENTO VIA ROSAS -LA VEGA- SAN SEBASTIAN -BOLIVAR-STA ROSA	Cauca	LA SIERRA - LA VEGA - SANTIAGO	PR 54 + 100	7,4	71,6	31,2	54,7	33,2	21,5	17
4	MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO VIAS LA SIERRA - LA VEGA - SAN SEBASTIAN	Cauca	LA SIERRA - LA VEGA - SANTA ROSA	PR 22 + 250	3,15	96,4	49,6	58,4	36,7	21,7	27
5	MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO VIAS LA SIERRA - LA VEGA - SAN SEBASTIAN	Cauca	LA SIERRA - LA VEGA - SANTA ROSA	PR 22 + 250	5,15	98,3	43,3	53,3	42,5	10,8	18
6	MANTENIMIENTO Y MEJORAMIENTO DE LA VIA LA SIERRA - SAN SEBASTIAN - SANTA ROSA	Cauca	LA SIERRA - LA VEGA - SANTA ROSA	PR 132 + 700	6	37,7	39,5	53,9	33,8	20,1	3

SUELOS A-7-5-(b):

No	PROYECTO	UBICACIÓN			PROF. (m)	% PASA TAMIZ No 200	W(%)	LL	LP	IP	IG
		DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	LOCALIZACIÓN				(%)	(%)		
1	MURO DE CERRAMIENTO Y ALOJAMIENTOS	Cauca	Silvia	Penitenciaria	1,2	93,1	42,3	64,7	39,3	25,4	31
2	MURO DE CERRAMIENTO Y ALOJAMIENTOS	Cauca	Silvia	Penitenciaria	2,1	96,1	56,4	66,8	44,2	22,6	31
3	MURO DE CERRAMIENTO Y ALOJAMIENTOS	Cauca	Silvia	Penitenciaria	1,8	100	67,4	77,3	56	21,3	35
4	TORRES DEL CAMPESTRE	Cauca	Popayan	Club Campestre	2,2	70,4	62,4	85,4	56,7	28,7	25
5	TORRES DEL CAMPESTRE	Cauca	Popayan	Club Campestre	5,1	73,5	64,5	80,5	42,7	37,8	32
6	TORRES DEL CAMPESTRE	Cauca	Popayan	Club Campestre	2	67,5	105,2	176,8	97,5	79,3	65
7	ESTUDIO DE SUELOS PARA RECUPERACION SENDERO ECOLOGICO DEL CERRO DE LAS TRES CRUCES - POPAYAN	Cauca	Popayan	K2 + 860	0,45	86,2	46,4	76,6	39,7	36,9	39
8	ESTUDIO DE SUELOS PARA RECUPERACION SENDERO ECOLOGICO DEL CERRO DE LAS TRES CRUCES - POPAYAN	Cauca	Popayan	K2 + 055	0,1	92,9	37,3	59,9	38,9	21	26
9	ESTUDIO DE SUELOS PARA RECUPERACION SENDERO ECOLOGICO DEL CERRO DE LAS TRES CRUCES - POPAYAN	Cauca	Popayan	K1 + 524	0,1	90,4	48,1	74,3	45,6	28,7	35
10	ESTUDIO DE SUELOS PARA RECUPERACION SENDERO ECOLOGICO DEL CERRO DE LAS TRES CRUCES - POPAYAN	Cauca	Popayan	K0 + 802	0,1	70,5	25,1	80,2	43,3	36,9	29
11	ESTUDIO DE SUELOS PARA AMPLIACIÓN PLANTA FISICA DE LA ADMINISTRACION MUNICIPAL DE SILVIA	Cauca	Silvia	PARTE POSTERIOR, ARCHIVO Y ALMACEN - BODEGA	0,9	61,2	29,2	71	38,6	32,4	20
12	ESTUDIO DE SUELOS PARA CONSTRUCCION AUDITORIO COLEGIO JOSE ANTONIO GALAN	Nariño	Iles	ANTIGUA SEDE INSTITUCION EDUCATIVA JOSE ANTONIO GALAN	0,3	93,9	31,6	93,2	49,6	43,6	54
13	ESTUDIO DE SUELOS PARA CONSTRUCCIÓN ZODME	Cauca	Popayan	PROYECTO PARQUE DE LAS GARZAS	0,9	39,6	29,2	71	38,6	32,4	7
14	ESTUDIO DE SUELOS PARA AMPLIACIÓN PLANTA FISICA DE LA ADMINISTRACION MUNICIPAL DE SILVIA	Cauca	Silvia	PARTE POSTERIOR, ARCHIVO Y ALMACEN - BODEGA	3,8	61	66,2	71	55,1	15,9	12
15	ESTUDIO DE SUELOS PARA CONSTRUCCION AUDITORIO COLEGIO JOSE ANTONIO GALAN	Nariño	Iles	ANTIGUA SEDE INSTITUCION EDUCATIVA JOSE ANTONIO GALAN	0,35	88,8	31,6	55,6	30,6	25	26
16	ESTUDIO DE SUELOS PARA CONSTRUCCION AUDITORIO COLEGIO JOSE ANTONIO GALAN	Nariño	Iles	ANTIGUA SEDE INSTITUCION EDUCATIVA JOSE ANTONIO GALAN	4	91,7	31,6	96	58,9	37,1	48
17	ESTUDIO DE SUELOS PARA AMPLIACIÓN PLANTA FISICA DE LA ADMINISTRACION MUNICIPAL DE SILVIA	Cauca	Silvia	PARTE POSTERIOR, ARCHIVO Y ALMACEN - BODEGA	0,9	66,8	38	56,2	40,2	16	12
18	Mejoramiento y reparación de polideportivos Municipio de Popayán, Cauca	Cauca	Popayan	Cancha baloncesto cubierta barrio La Paz	0,5	93,6	44,6	88,8	49	39,8	49
19	Mejoramiento y reparación de polideportivos Municipio de Popayán, Cauca	Cauca	Popayan	Polideportivo Barrio Lomas de Granada 1	0,7	95,8	59	52,2	34,3	17,9	22
20	Mejoramiento y reparación de polideportivos Municipio de Popayán, Cauca	Cauca	Popayan	Margen derecha cancha micro-futbol Barrio Tomas	0,5	93,5	37,1	68,5	30,7	37,8	42

No	PROYECTO	UBICACIÓN			PROF. (m)	% PASA TAMIZ No 200	W(%)	LL (%)	LP (%)	IP	IG
		DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	LOCALIZACIÓN							
21	URBANIZACIÓN TORRES DE MILANO	Cauca	Popayan	Variante Norte, Urbanización torres de MILANO Sondeo 1	0,6	88,8	79,3	115,4	81,1	34,3	49
22	URBANIZACIÓN TORRES DE MILANO	Cauca	Popayan	Variante Norte, Urbanización torres de MILANO Sondeo 2	0,6	88	90,7	108,3	92,5	15,8	33
23	Pavimentación de un tramo de la vía que va desde las ladrilleras del municipio de La Cruz hacia la entrada este mismo.	Cauca	Popayan	PR 30 + 500 Margen izq.	1,8	62,1	26,6	57,9	33	24,9	15
24	ESTUDIO DE SUELOS PARA DISEÑO DE PAVIMENTOS, VIA CANO - MOJARRAS-POPAYAN	Nariño	Chachagüi	PR 32 + 520	0,6	86,2	31	66,3	48,4	17,9	23
25	ESTUDIO DE SUELOS PARA DISEÑO DE PAVIMENTOS, VIA CANO - MOJARRAS-POPAYAN	Nariño	Chachagüi	PR 32 + 930	0,65	84,3	51	45,5	31,7	13,8	14
26	ESTUDIO DE SUELOS PARA DISEÑO DE PAVIMENTOS, VIA CANO - MOJARRAS-POPAYAN	Nariño	Chachagüi	PR 33 + 300	0,7	90,4	31,4	52,8	37,5	15,3	19
27	ESTUDIO DE SUELOS PARA DISEÑO DE PAVIMENTOS, VIA CANO - MOJARRAS-POPAYAN	Nariño	Chachagüi	PR 34 + 200	0,7	52,5	15,3	66,3	48,4	17,9	9
28	DISEÑO DE PAVIMENTO PR 36+000 AL PR 37+000	Nariño	Cano	PR 36 + 000	0,9	73,3	35	61	36,7	24,3	20
29	ESTUDIO DE SUELOS PARA DISEÑO DE PAVIMENTOS, VIA CERRO DE LAS TRES CRUCES - POPAYAN	Cauca	Popayan	PR 0 + 800	0,45	86,2	46,4	76,6	39,7	36,9	39
30	ESTUDIO DE SUELOS PARA DISEÑO DE PAVIMENTOS, VIA CERRO DE LAS TRES CRUCES - POPAYAN	Cauca	Popayan	PR 1 + 200	0,1	92,9	37,3	59,9	38,9	21	26
31	ESTUDIO DE SUELOS PARA DISEÑO DE PAVIMENTOS, VIA CERRO DE LAS TRES CRUCES - POPAYAN	Cauca	Popayan	PR 1 + 800	0,1	90,4	48,1	74,3	45,6	28,7	35
32	ESTUDIO DE SUELOS PARA DISEÑO DE PAVIMENTOS, VIA CERRO DE LAS TRES CRUCES - POPAYAN	Cauca	Popayan	PR 2 + 200	0,1	70,5	25,1	80,2	43,3	36,9	29
33	MANTENIMIENTO Y PAVIMENTO DE LA VIA YACUANQUER - CONSACA (RIO AZUFRAL)	Nariño	VIA YACUANQUER - CONSACA (RIO AZUFRAL)	PR 29 + 120	1	86,2	53,7	84,1	49,6	34,5	39
34	MANTENIMIENTO Y PAVIMENTO DE LA VIA YACUANQUER - CONSACA (RIO AZUFRAL)	Nariño	VIA YACUANQUER - CONSACA (RIO AZUFRAL)	PR 29 + 0,30 Margen izquierda	0,45	92,9	57,8	92,6	52,3	40,3	50
35	MANTENIMIENTO Y PAVIMENTO DE LA VIA YACUANQUER - CONSACA (RIO AZUFRAL)	Nariño	VIA YACUANQUER - CONSACA (RIO AZUFRAL)	PR 28 + 820	1	84,3	19,9	97,7	59,5	38,2	44
36	MANTENIMIENTO Y PAVIMENTO DE LA VIA YACUANQUER - CONSACA (RIO AZUFRAL)	Nariño	VIA YACUANQUER - CONSACA (RIO AZUFRAL)	PR 27 + 750	1	84,3	16,5	91,7	59	32,7	38
37	CONSTRUCCION MURO EN PR 71+750	Nariño	La Union	PR 71 + 750	1-1,5	74,2	22,8	45,4	32,9	12,5	10
38	CONSTRUCCION MURO EN PR 71+750	Nariño	La Union	PR 71 + 750	0-0,75	75,5	29,3	51,5	31,5	20	16
39	ESTUDIOS Y DISEÑOS PAVIMENTOS	Nariño	La Union	PR 69 + 703	3,3 - 4,2	73,3	35	49,2	32,3	16,9	13

No	PROYECTO	UBICACIÓN			PROF. (m)	% PASA TAMIZ No 200	W(%)	LL	LP	IP	IG
		DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	LOCALIZACIÓN				(%)	(%)		
40	CONTRATO DE CONSULTORIA PARA LA RECUPERACION DEL COLICEO DE GUAPI	Cauca	Guapi	Cabecera municipal de Guapi	3	66,3	50,8	54,5	30,7	23,8	16
41	CONTRATO DE CONSULTORIA PARA LA RECUPERACION DEL COLICEO DE GUAPI	Cauca	Guapi	Cabecera municipal de Guapi	4,1	69,7	54,5	50,4	30,3	20,1	14
42	CONSTRUCCION EDIFICIO ALCALDIA SILVIA	Cauca	Silvia	Alcaldia Silvia Sond 1	0,9	68,5	38,8	55,2	40,2	15	12
43	CONSTRUCCION EDIFICIO ALCALDIA SILVIA	Cauca	Silvia	Alcaldia Silvia Sond 2	3,8 - 4,55	67,9	66,2	70,1	55,1	15	14
44	CONSTRUCCION EDIFICIO ALCALDIA SILVIA	Cauca	Silvia	Alcaldia Silvia Sond 3	2,45 - 3,35	58	76,3	95	68,3	26,7	18
45	CONSTRUCCION EDIFICIO ALCALDIA SILVIA	Cauca	Silvia	Alcaldia Silvia Sond 3	4,00 - 5,20	58	62,9	66,2	48,9	17,3	11
46	CONSTRUCCION EDIFICIO ALCALDIA SILVIA	Cauca	Silvia	Alcaldia Silvia Sond 4	2,65 - 3,30	72,3	48,7	66,2	44	22,2	19
47	PAVIMENTO VIA ROSAS-LA SIERRA-SAN MIGUEL	Cauca	Rosas	PR 6 + 573	3,2	61,4	13,6	46,6	33,1	13,5	8
48	PAVIMENTO VIA ROSAS-LA SIERRA-SAN MIGUEL	Cauca	Rosas	PR 6 + 650	1,45	42,2	16,3	42,2	30,7	11,5	2
49	PAVIMENTO DE LA VIA TRONCAL NORTE DE NARIÑO	Nariño	La Union	PR 59 + 120	3,5			55,1	44,6	10,5	0
50	PUENTE PEATONAL VILLA DEL VIENTO - POPAYAN	Cauca	Popayan	CRRA 9 CON CALLE 54N, CASA DEMOLIDADA Sond 1	2,1	69,7	63,7	73	44,6	28,4	23
51	PUENTE PEATONAL VILLA DEL VIENTO - POPAYAN	Cauca	Popayan	CRRA 9 CON CALLE 54N, CASA DEMOLIDADA Sond 2	2	69,2	58,3	69,8	54	15,8	15
52	PUENTE PEATONAL VILLA DEL VIENTO - POPAYAN	Cauca	Popayan	CRRA 9 CON CALLE 54N, CASA DEMOLIDADA Sond 2	4,5	96,1	66,1	76,7	62,5	14,2	27
53	MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO VIAS LA SIERRA - LA VEGA - SAN SEBASTIAN	Cauca	LA SIERRA - LA VEGA - SANTA ROSA	PR 22 + 250	1	89,4	21,5	78,3	30,9	47,4	49
54	MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO VIAS LA SIERRA - LA VEGA - SAN SEBASTIAN	Cauca	LA SIERRA - LA VEGA - SANTA ROSA	PR 22 + 250	4	80,2	47,7	80,5	44	36,5	35
55	MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO VIAS LA SIERRA - LA VEGA - SAN SEBASTIAN	Cauca	LA SIERRA - LA VEGA - SANTA ROSA	PR 22 + 250	4,2	83,2	52,3	82,6	40	42,6	42
56	MANTENIMIENTO Y MEJORAMIENTO DE LA VIA LA SIERRA - SAN SEBASTIAN - SANTA ROSA	Cauca	LA SIERRA - LA VEGA - SANTA ROSA	PR 132 + 700	0,5	81,1	93,7	166,1	84,9	81,2	85
57	MANTENIMIENTO Y MEJORAMIENTO DE LA VIA LA SIERRA - SAN SEBASTIAN - SANTA ROSA	Cauca	LA SIERRA - LA VEGA - SANTA ROSA	PR 132 + 700	1	66,2	90,7	109,5	64,1	45,4	35
58	MANTENIMIENTO Y MEJORAMIENTO DE LA VIA LA SIERRA - SAN SEBASTIAN - SANTA ROSA	Cauca	LA SIERRA - LA VEGA - SANTA ROSA	PR 132 + 700	1,5	83	69,1	90,6	55,5	35,1	39
59	MANTENIMIENTO Y MEJORAMIENTO DE LA VIA LA SIERRA - SAN SEBASTIAN - SANTA ROSA	Cauca	LA SIERRA - LA VEGA - SANTA ROSA	PR 132 + 700	6	37,7	39,5	53,9	33,8	20,1	3
60	MANTENIMIENTO Y MEJORAMIENTO DE LA VIA LA SIERRA - SAN SEBASTIAN - SANTA ROSA	Cauca	LA SIERRA - LA VEGA - SANTA ROSA	PR 132 + 700	6,6	46,4	28,9	67,8	37,2	30,6	10

No	PROYECTO	UBICACIÓN			PROF. (m)	% PASA TAMIZ No 200	W(%)	LL	LP	IP	IG
		DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	LOCALIZACIÓN				(%)	(%)		
61	MANTENIMIENTO Y MEJORAMIENTO DE LA VIA LA SIERRA - SAN SEBASTIAN - SANTA ROSA	Cauca	LA SIERRA - LA VEGA - SANTA ROSA	PR 132 + 708	4,25	37,3	53,4	60,9	32,9	28	5
62	MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO VIAS LA SIERRA - LA VEGA - SAN SEBASTIAN	Cauca	LA SIERRA - LA VEGA - SANTA ROSA	PR 89 + 917	3,75	50,3	87,8	98,1	81,7	16,4	10
63	PUENTE PEATONAL VILLA DEL VIENTO - POPAYAN	Cauca	Popayan	CRRA 9 CON CALLE 54N, CASA DEMOLIDADA Sond 2	0,65	69,2	59,7	74,2	57,9	16,3	16
64	PUENTE PEATONAL VILLA DEL VIENTO - POPAYAN	Cauca	Popayan	CRRA 9 CON CALLE 54N, CASA DEMOLIDADA Sond 2	3,2	96,1	58,4	63,3	48,4	14,9	23
65	PUENTE PEATONAL VILLA DEL VIENTO - POPAYAN	Cauca	Popayan	CRRA 9 CON CALLE 54N, CASA DEMOLIDADA Sond 2	8,5	78,8	115	109,4	80,4	29	36
66	CONSTRUCCION VIVIENA Y PISCINA EN PARCELACIÓN LOS ALPES	Cauca	Popayan	PARCELACION LOS ALPES	2,95	88	58,6	81,7	48,7	33	38
67	CONSTRUCCION VIVIENA Y PISCINA EN PARCELACIÓN LOS ALPES	Cauca	Popayan	PARCELACION LOS ALPES	2,3	83,6	63,9	88,3	58,3	30	35
68	PROYECTO PARA CONSTRUCCION DE LA NUEVA PLAZA DE COMERCIO	Huila	Salado Blanco	Sondeo 1	0,75	90	26	79,2	43,7	35,5	41
69	PROYECTO PARA CONSTRUCCION DE LA NUEVA PLAZA DE COMERCIO	Huila	Salado Blanco	Sondeo 5	1,8	94,4	39,8	56,5	24,9	31,6	34
70	PROYECTO PARA CONSTRUCCION DE LA NUEVA PLAZA DE COMERCIO	Huila	Salado Blanco	Sondeo 5	1,1	92,1	48,1	96,1	36,5	59,6	66
71	PROYECTO PARA CONSTRUCCION DE LA NUEVA PLAZA DE COMERCIO	Huila	Salado Blanco	Sondeo 7	1,5	96,9	19,5	85,3	42,1	43,2	54
72	ESTUDIOS MEJORAMIENTO VIA PIENDAMO-SILVIA-TOTORO	Cauca	Silvia	PR 25 + 000 - PR 42+ 000	1,1	38,6	60,1	67,8	39,5	28,3	6
73	ESTUDIOS MEJORAMIENTO VIA PIENDAMO-SILVIA-TOTORO	Cauca	Silvia	PR 25 + 000 - PR 42+ 000	0,15	95,6	54,7	73,4	45,3	28,1	37
74	ESTUDIOS MEJORAMIENTO VIA PIENDAMO-SILVIA-TOTORO	Cauca	Silvia	PR 25 + 000 - PR 42+ 000	0,1	83,7	52,5	77,3	39,5	37,8	38
75	ESTUDIOS MEJORAMIENTO VIA PIENDAMO-SILVIA-TOTORO	Cauca	Silvia	PR 25 + 000 - PR 42+ 000	0,1	89,1	49	73,6	36,5	37,1	40
76	TORRES DEL CAMPESTRE	Cauca	Popayan	Club Campestre S#1	5,1-5,4	73,5	64,5	80,5	42,7	37,8	32
77	TORRES DEL CAMPESTRE	Cauca	Popayan	Club Campestre S#1	2,2-2,6	70,4	62,4	85,4	56,7	28,7	25
78	TORRES DEL CAMPESTRE	Cauca	Popayan	Club Campestre S#2	2 - 2,4	67,5	105,2	176,8	97,5	79,3	65
79	TORRES DEL CAMPESTRE	Cauca	Popayan	Club Campestre S#2	6,7 - 7	64,7	41,6	46,5	32,9	13,6	9
80	ESTUDIO DE SUELOS EDIFICACION DE 3 PLANTAS	Cauca	Popayan	Ciudad Jardin (Frente al colegio Franciscanas)	2,3 - 2,75	80,3	59,2	60,8	40,8	20	20

No	PROYECTO	UBICACIÓN			PROF. (m)	% PASA TAMIZ No 200	W(%)	LL (%)	LP (%)	IP	IG
		DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	LOCALIZACIÓN							
81	ESTUDIO DE SUELOS EDIFICACION DE 3 PLANTAS	Cauca	Popayan	Ciudad Jardin (Frente al colegio Franciscanas)	4,65 - 5,00	81	59,7	75,1	36,4	38,7	36
82	ESTUDIO DE SUELOS PARA TERCERA PLANTA VIVIENDA BARRIO SANTA CLARA	Cauca	Popayan	Santa Clara	2,35	82,7	90,8	98,3	53,8	44,5	47
83	ESTUDIO DE SUELOS PARA TERCERA PLANTA VIVIENDA BARRIO SANTA CLARA	Cauca	Popayan	Santa Clara	4,2	77,6	94,4	130,8	65,4	65,4	63
84	MURO DE CONTENCIÓN	Cauca	Paletara	PR 37 + 230	1,95	97,8	52,5	72,2	51,9	20,3	31
85	MURO DE CONTENCIÓN	Cauca	Paletara	PR 37 + 230	3,15	96	50,8	66,1	43,1	23	31
86	MURO DE CONTENCIÓN	Cauca	Paletara	PR 37 + 230 S#2	3,9	96,8	50,4	75,7	43,8	31,9	41
87	MURO DE CONTENCIÓN	Cauca	Paletara	PR 37 + 230 S#2	1,95	97	59,3	86,1	57,6	28,5	42
88	MURO DE CERRAMIENTO	Cauca	Santander de Quilichao	Penitenciaria y carceleria	6	47,2	39,5	56,3	37,1	19,2	6
89	MURO DE CERRAMIENTO	Cauca	Santander de Quilichao	Penitenciaria y carceleria	1,35	56,1	39,9	52,9	34,9	18	9
90	MURO DE CERRAMIENTO	Cauca	Santander de Quilichao	Penitenciaria y carceleria	3	43,8	37,5	51	34,5	16,5	4
91	MURO DE CONTENCIÓN	Cauca	Timbio	Via Timbio - Paispamba K0+780	0,7	97,3	56,4	86,9	55,4	31,5	45
92	ESTUDIO DE SUELOS PARA EDIFICACION DE 3 PLANTAS	Cauca	Popayan	Barrio Ciudad Jardin	2,3 - 2,75	80,3	59,2	60,8	40,8	20	20
93	ESTUDIO DE SUELOS PARA EDIFICACION DE 3 PLANTAS	Cauca	Popayan	Barrio Ciudad Jardin	4,65 - 5,00	80,3	59,7	75,1	36,4	38,7	36
94	CIUDADELA COMERCIAL ELITE VENTEÑO	Nariño	La Union	Salida al Sur via La Union - Pasto S#1	2,05	66,3	20,5	56,5	24,9	31,6	20
95	CIUDADELA COMERCIAL ELITE VENTEÑO	Nariño	La Union	Salida al Sur via La Union - Pasto S#9	2,05	94,9	34,3	77,8	62,2	15,6	28
96	CIUDADELA COMERCIAL ELITE VENTEÑO	Nariño	La Union	Salida al Sur via La Union - Pasto S#10	1,9	93,3	41,3	122,9	86	36,9	57
97	CIUDADELA COMERCIAL ELITE VENTEÑO	Nariño	La Union	Salida al Sur via La Union - Pasto S#10	2,1	93,3	105,9	122,9	86	36,9	57
98	MUROS DE CONTENCIÓN	CAUCA	PIEDRA SENTADA -EL TAMBO	PR 43 + 563	3,6		40,2	55,5	36,8	18,6	0
99	MUROS DE CONTENCIÓN	CAUCA	PIEDRA SENTADA -EL TAMBO	PR 43 + 563	2,5		41,3	79,3	35,5	43,8	0
100	MUROS DE CONTENCIÓN	CAUCA	PIEDRA SENTADA -EL TAMBO	PR 43 + 563	1,4		42,8	78,6	35,6	43	0

SUELOS A-7-6-(a):

No	PROYECTO	UBICACIÓN			PROF. (m)	% PASA TAMIZ No 200	W(%)	LL (%)	LP (%)	IP	LL-30	IG
		DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	LOCALIZACIÓN								
1	SOLUCION INESTABILIDAD VIA ACCESO	CAUCA	PCH DE MONDOMO.		3.60-4.35		51,1	47,5	23,5	24,0	17,5	0
2	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA PAVIMENTO DE PARQUEADERO	CAUCA	POPAYAN	CENTRO DE CONVENCIONES CASA DE LA MONEDA	0,75	56,41	25,48	42,11	25,49	16,62	12,11	7
3	URBANIZACION BOSQUES DE SANTA ANA	NARIÑO	TUMACO	KM 21 VEREDA INGUAPÍ LA CHIRCANA	0,25		39,7	46	25,1	20,9	16	0
4	MANTENIMIENTO VIA ROSAS- LA VEGA - SAN SEBASTIAN - BOLIVAR - STA ROSA	CAUCA	LA SIERRA - LA VEGA - SANTIAGO	PR 54+092	5,7	52,1	21,2	47,4	29	18,4	17,4	7
5	PAVIMENTACION VIAS CASCO URBANO GUACHUCAL.	NARIÑO	MUNICIPIO DE GUACHUCAL	CARRERA 7 FRENTE A CASA N° 2-51	0,9	66	5,6	49,4	29	20,3	19,4	13
6	PAVIMENTACION VIAS CASCO URBANO GUACHUCAL.	NARIÑO	MUNICIPIO DE GUACHUCAL	CARRERA 7 FRENTE A CASA N° 2-52	0,7	92,3	5,6	40,2	28,5	11,7	10,2	13
7	PAVIMENTACION VIAS CASCO URBANO GUACHUCAL.	NARIÑO	MUNICIPIO DE GUACHUCAL	CARRERA 7 FRENTE A CASA N° 2-52	0,45	62,5	5,6	41,6	27,8	13,8	11,6	8
8	MEJORAMIENTO VIAS ACCESO CENTRO DE ACOPIO	NARIÑO	MUNICIPIO DE GUAITARILLA	PLAZA DE MERCADO SOBRE EJE N°3	0,55	64,5	25,6	47,2	27,7	19,5	17,2	12
9	MEJORAMIENTO VIAS ACCESO CENTRO DE ACOPIO	NARIÑO	MUNICIPIO DE GUAITARILLA	INTERSECCION EJE 3 Y EJE 4	0,5	67	23,7	44,3	26,6	17,7	14,3	11
10	MEJORAMIENTO VIAS ACCESO CENTRO DE ACOPIO	NARIÑO	MUNICIPIO DE GUAITARILLA	ENTRE EJE N°3 Y 1- INTERSECCION GALERIA	0,55	55,6	28	44,5	27,6	16,9	14,5	7
11	MEJORAMIENTO VIAS ACCESO CENTRO DE ACOPIO	NARIÑO	MUNICIPIO DE GUAITARILLA	EJE N° 1y 6 INTERSECC FRENTE A COLISEO	1	61,7	21,6	47	22,3	24,7	17	13
12	MEJORAMIENTO VIAS ACCESO CENTRO DE ACOPIO	NARIÑO	MUNICIPIO DE GUAITARILLA	EJE N° 1 Y ESQUINA CANCHA DE CHAZA,	1,3	64,2	43,9	47	24,7	22,3	17	13
13	CONSTRUCCION MURO	NARIÑO	LA UNION.	PR 71+739	2,70-3,50	82,5	31,6	45,5	28,5	17	15,5	16
14	URBANIZACION BOSQUES DE SANTA ANA	NARIÑO	TUMACO	A 21 KM DE TUMACO- VDA INGUAPI LA CHIRCANA	2,4		35,14	39,5	29,32	10,18	9,5	0
15	CONSTRUCCION CONDOMINIO ALTOS DE SAN RAFAEL (ESTUDIO DE SUELOS PARA FUNDACIONES)	NARIÑO	LA UNION	SECTOR SUR CABECERA MUNICIPAL MARGEN IZQUIERDA ANTIGUA VIA PANAMERICANA- PASTO- POPAYAN	6.90-7.80	85,37	14,93	45,32	25,47	19,85	15,32	18
16	CONSTRUCCION CONDOMINIO ALTOS DE SAN RAFAEL (ESTUDIO DE SUELOS PARA FUNDACIONES)	NARIÑO	LA UNION	SECTOR SUR CABECERA MUNICIPAL MARGEN IZQUIERDA ANTIGUA VIA PANAMERICANA- PASTO- POPAYAN	0.50-0.90	88,12	34,57	53,6	25,5	28,1	23,6	27
17	Condominio ANGELICA DEL MAYO (ESTUDIO PARA FUNDACIONES)	NARIÑO	VEREDA EL MAYO	NARIÑO, MARGEN DERECHA VIA LA UNION- POPAYAN	2.80-4.60	91,59	34,57	42,7	26,47	16,23	12,7	17
18	Condominio ANGELICA DEL MAYO (ESTUDIO PARA FUNDACIONES)	NARIÑO	VEREDA EL MAYO	NOR ORIENTE DE LA UNION- NARIÑO, MARGEN DERECHA VIA LA UNION- POPAYAN	0.65-1.05	87,59	34,57	61	23,79	37,21	31	36

No	PROYECTO	UBICACIÓN			PROF. (m)	% PASA TAMIZ No 200	W(%)	LL (%)	LP (%)	IP	LL-30	IG
		DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	LOCALIZACIÓN								
19	ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD	CAUCA	PR101+0000 VÍA MOJARRAS - POPAYÁN - RUTA 2503	PR101+0000 VÍA MOJARRAS - POPAYÁN - RUTA 2503	3,00			41,01	28,48	12,53	11,01	0
20	PAVIMENTO VIA ROSAS-LA SIERRA-SAN MIGUEL	CAUCA	MUNICIPIO DE LA SIERRA-ROSAS - LA SIERRA	PR 3 + 973	4		25,7	43,4	28,7	14,7	13,4	0
21	PAVIMENTO VIA ROSAS-LA SIERRA-SAN MIGUEL	CAUCA	MUNICIPIO DE LA SIERRA-ROSAS - LA SIERRA	PR 6 + 671	0,7			47,2	27,5	19,7	17,2	0
22	PAVIMENTO VIA ROSAS-LA SIERRA-SAN MIGUEL	CAUCA	MUNICIPIO DE LA SIERRA-ROSAS - LA SIERRA	PR 6 + 675	1,5		19,13	38,8	26,6	12,1	8,8	0
23	MUROS DE CONTENCION VIA LA LUPA - BOLIVAR	CAUCA	VIA LA LUPA -BOLIVAR	PR35 + 488	3,3	95,8	47,1	48,7	25,6	23,1	18,7	25
24	MUROS DE CONTENCION VIA LA LUPA - BOLIVAR	CAUCA	VIA LA LUPA -BOLIVAR	PR35 + 498	2,4	85,2	35,3	44	24,4	19,7	14	18
25	MUROS DE CONTENCION VIA LA LUPA - BOLIVAR	CAUCA	VIA LA LUPA -BOLIVAR	PR 35+505	3,5	99,9	19,8	49,5	26,6	22,9	19,5	27
26	ESTUDIO DE SUELOS PARA TERCERA PLANTA VIVIENDA UNIFAMILIAR BARRIO PALACE	CAUCA	POPAYAN	BARRIO PALACE- CALLE 26 CN # 6 B- 04	1,35	93,9	32,6	45	27,4	17,7	15	19
27	ESTUDIOS Y DISEÑOS PAVIMENTO	CAUCA	VIA CANO-MOJARRAS	PR77+550 (Izquierda)	0,5	39,4	4,5	43,2	29,5	13,7	13,2	2
28	CONSTRUCCION MURO	NARIÑO	LA UNION	PR 71+739	2,70-3,50	82,49	31,65	45,5	28,5	16,99	15,5	16
29	CEBADAL, CONSACÁ, SANDONÁ, PASTO, DE LA RUTA 2501B	NARIÑO	PR58+100 AL PR 58+750	PR58+110	0,45	74,5	36,8	43,9	22,4	21,5	13,9	16
30	CONSTRUCCION MURO	NARIÑO	LA UNION.	PR 71+739	2,70-3,50	74,2	59,3	45,5	28,5	17	15,5	13
31	CONSTRUCCION UNIDADES DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL PTAR	CAUCA	VALLE DEL ORTIGAL-POPAYÁN	LOTE ENTRE BARRIO LOMAS DE GRANADA- ORTICAL Y EL RIO CAUCA	2,05	83,6	34	42,4	29,2	13,1	12,4	12
32	ESTUDIO DE SUELOS PARA TERCERA PLANTA VIVIENDA UNIFAMILIAR BARRIO SANTA CLARA	CAUCA	POPAYAN	COMUNA 5	1,35	43,07	31,56	45,03	27,38	17,65	15,03	4
33	ESTUDIOS Y DISEÑOS PAVIMENTO	NARIÑO	EL EMPATE-LA UNION	PR 69+703 S#3	0,6 - 1,5	73,26	35,03	42	29,21	12,79	12	10
34	CONSTRUCCION MURO	NARIÑO	LA UNION.	PR 60+505	1,3	82,52	27,93	43,5	24,91	18,6	13,5	16
35	CONSTRUCCION MUROS DE CONTENCION	CAUCA	LA SIERRA	LA CUCHILLA-BOTADERO	5,25-6,15	80,76	59,33	42,5	27,16	15,34	12,5	13
36	CONSTRUCCION DE LA NUEVA PLAZA DE COMERCIO	HUILA	SALADOBLANCO	FRENTE AL VIVERO EL JARDIN (CARRERA 3)	1,25	53,9	23,9	40,2	23,3	16,9	10,2	6
37	ESTUDIO DE SUELOS PARA CONSTRUCCION AUDITORIO COLEGIO JOSE ANTONIO GALAN	NARIÑO	ILES	BAJO EL TABLERO DE LA CANCHA DE BALONCESTO	1,35	93,9	31,6	45	27,4	17,7	15	19
38	CONSTRUCCIÓN E LA BASCULA EN EL RELLENO SANITARIO EL PICACHO	CAUCA	POPAYÁN		4,9	70	40,9	49,4	25	24,4	19,4	17
39	CONSTRUCCIÓN DE LA BASCULA EN EL RELLENO SANITARIO EL PICACHO	CAUCA	POPAYÁN	EXISTE UN DESVIO A MANO DERECHA VIA LA YUNGA, Y A NO	5,5	88,7	43,2	42,8	24,6	18,3	12,8	18

No	PROYECTO	UBICACIÓN			PROF. (m)	% PASA TAMIZ No 200	W(%)	LL (%)	LP (%)	IP	LL-30	IG
		DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	LOCALIZACIÓN								
40	CONSTRUCCIÓN DE LA BASCULA EN EL RELLENO SANITARIO EL PICACHO	CAUCA	POPAYÁN	VIA POPAYAN. EL TAMBO PR 48, EXISTE UN DESVIO A MANO DERECHA VIA LA YUNGA, Y A NO MAS DE 13 KM SE ENCUENTRA ESTE.	6,6	55,8	37,5	52	23,8	28,2	22	13
41	CIUADELA COMERCIAL ELITE VENTEÑO	NARIÑO	LA UNIÓN	SALIDA AL SUR DE LA UNIÓN, MARGEN IZQUIERDA VIA LA UNION -PASTO	1,8	50	15,4	52,9	25,1	27,8	22,9	10
42	CIUADELA COMERCIAL ELITE VENTEÑO	NARIÑO	LA UNIÓN	SALIDA AL SUR DE LA UNIÓN, MARGEN IZQUIERDA VIA LA UNION -PASTO	1,8	88,8	30,7	52,8	31,1	21,7	22,8	23
43	CIUADELA COMERCIAL ELITE VENTEÑO	NARIÑO	LA UNIÓN	SALIDA AL SUR DE LA UNIÓN, MARGEN IZQUIERDA VIA LA UNION -PASTO	2,2	85,9	32,3	45,8	22,9	22,9	15,8	21
44	PAVIMENTACION VIAS CASCO URBANO GUACHUCAL.		MUNICIPIO DE GUACHUCAL	CARRERA 7 FRENTE A CASA N° 2-50	4,3	77,8	24,3	56,8	27,7	29,1	26,8	24
45	MEJORAMIENTO DE LA PALNTA FISICA	VALLE DEL CAUCA	SANTANDER DE QUILICHAO	INSTITUCION EDUCATIVA LIMBANIA	0,9	78,8	29,3	61,6	28,3	33,3	31,6	28
46	ESTUDIO DE SUELOS PARA CONSTRUCCION AUDITORIO COLEGIO JOSE ANTONIO GALAN	Nariño	Iles	ANTIGUA SEDE COLEGIO ANTONIO GALÁN	1,35	93,9	31,6	45	27,4	17,6	15	19
47	Mejoramamiento y reparación de polideportivos Municipio de Popayán, Cauca	Cauca	Popayan	Polideportivo Barrio Alfonso López	0,5	94	53,1	55,2	24,9	30,3	25,2	32

SUELOS A-7-6-(b):

No	PROYECTO	UBICACIÓN			PROF. (m)	% PASA TAMIZ No 200	W(%)	LL	LP	IP	LL-30	IG
		DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	LOCALIZACIÓN				(%)	(%)			
1	Condominio ANGELICA DEL MAYO (ESTUDIO PARA FUNDACIONES)	NARIÑO	VEREDA EL MAYO	NOR ORIENTE DE LA UNION- NARIÑO, MARGEN DERECHA VIA LA UNION- POPAYAN	0.65-1.05	87,59	34,57	61	23,79	37,2	31	36
2	VIA ROSAS-LA SIERRA	CAUCA	ROSAS - LA SIERRA	PR 4 + 350	4,85 - 4,95		21,3	88	25,8	62,2	58	0
3	CONSTRUCCION MUROS	CAUCA	VIA ROSAS-LA SIERRA	PR 1+030	1,60-2,70	84,3	5,5	68	16,2	51,8	38	46
4	CONSTRUCCION CONDOMINIO ALTOS DE SAN RAFAEL (ESTUDIO DE SUELOS PARA FUNDACIONES)	NARIÑO	LA UNION	SECTOR SUR CABECERA MUNICIPAL MARGEN IZQUIERDA ANTIGUA VIA PANAMERICANA- PASTO- POPAYAN	1.80-2.10	84,8	33,24	57,2	20,87	36,3	27,2	33
5	CONSTRUCCION CONDOMINIO ALTOS DE SAN RAFAEL	MUNICIPIOS DE HUILA Y CAUCA	PR63+180 AL PR 88+200	PR70+400	0,6	43,972		45,1	20,9	24,2	15,1	6
6	PAVIMENTO DE LA VÍA LA PLATA - VALENCIA - GUADUALEJO	CAUCA	CENTRO DE DESARROLLO INFANTIL		0,9	62,3	12	49	18	31,1	19	17
7	CENTRO DE DESARROLLO INFANTIL	CAUCA	LA SIERRA	PR1+580	3,6	41,8	14,3	41,8	19,1	22,8	11,8	5
8	PAVIMENTO LA SIERRA	NARIÑO	LA UNIÓN	SALIDA AL SUR DE LA UNIÓN, MARGEN IZQUIERDA VIA LA UNION -PASTO	2	51,9	11,6	44,2	19,9	24,3	14,2	9

2. TABLA DE VALORES PARA CBR EN FUNCION DEL PDC

APIQUE No.	CLASIFICACION S.U.C.S	PROF (m).	CBR REAL	PDC REAL	CBR POR CORRELACIÓN			
					Kleyn y Van Heerden	TRL Overseas Road	Cuerpo de Ingenieros (USA)	MOPT Colombia (1992)
							No aplica a suelos CL con CBR<10, ni a suelos CH	
					$CBR = 428.5 * (DN)^{-1.28}$	$CBR = 302 * (DN)^{-1.057}$	$CBR = 292 * (DN)^{-1.12}$	$CBR = 567 * (DN)^{-1.40}$
AP#1	MH	0,5	3,8	35	4,5	7	5,4	3,9
AP#2	MH	0,33	2,9	45	3,3	5,4	4,1	2,7
AP#3	MH	0,3	3,4	41	3,7	6	4,6	3,1
AP#4	MH	0,26	4,7	32	5,1	7,7	6	4,4
AP#5	MH	0,28	2,7	44,4	3,3	5,5	4,2	2,8
AP#6	MH	0,4	3,2	40	3,8	6,1	4,7	3,2
AP#7	ML	0,45	8,3	23	7,7	11	8,7	7
AP#8	MH	0,5	13,2	15	13,4	17,3	14,1	12,8
AJR#1	MH	0,6	5	32	5,1	7,7	6	4,4
AJR#2	MH	0,25	2,8	47	3,1	5,2	3,9	2,6
AP#13	MH	0,25	8,8	21	8,7	12,1	9,6	8
AP#14	MH	0,3	5,3	29	5,8	8,6	6,7	5,1
AP#15	MH	0,38	3,4	36	4,4	6,8	5,3	3,8
AP#16	MH	0,31	6,1	27,5	6,2	9,1	7,1	5,5
AP#17	MH	0,37	1,7	37	4,2	6,6	5,1	3,6
AP#18	MH	0,2	3,1	37	4,2	6,6	5,1	3,6
AP#19	MH	0,62	4,4	32	5,1	7,7	6	4,4
A#1	MH	0,72	12	20	9,3	12,7	10,2	8,6
A#2	MH	0,5	4,2	37	4,2	6,6	5,1	3,6
A#3	MH	0,26	7,7	18	10,6	14,2	11,5	9,9
AP#9	MH	0,5	12,7	18	10,6	14,2	11,5	9,9
AP#10	MH	0,68	9,3	19,8	9,4	12,9	10,3	8,7
AP#11	MH	0,38	3,7	34,8	4,6	7,1	5,5	3,9
AP#12	MH	0,5	7,1	24,6	7,1	10,2	8,1	6,4
AMP-1	MH	0,9	2,4	45	3,3	5,4	4,1	2,7

APIQUE No.	CLASIFICACION S.U.C.S	PROF (m).	CBR REAL	PDC REAL	CBR POR CORRELACIÓN			
					Kleyn y Van Heerden	TRL Overseas Road	Cuerpo de Ingenieros (USA)	MOPT Colombia (1992)
							No aplica a suelos CL con CBR<10, ni a suelos CH	
$CBR = 428.5 * (DN)^{-1.28}$	$CBR = 302 * (DN)^{-1.057}$	$CBR = 292 * (DN)^{-1.12}$	$CBR = 567 * (DN)^{-1.40}$					
AMP-2	MH	0,6	3,4	40	3,8	6,1	4,7	3,2
AMP-3	MH	0,9	6	33,7	4,7	7,3	5,7	4,1
AMP-4	MH	0,36	4,5	34,8	4,6	7,1	5,5	3,9
A-7	CH	1,21	4,1	35	4,5	7	-	3,9
A-8	MH	0,6	3,5	39,5	3,9	6,2	4,8	3,3
AP#1	MH	0,55	2,3	45	3,3	5,4	4,1	2,7
AP#2	ML	0,33	3	44,3	3,3	5,5	4,2	2,8
AP#3	CL	0,57	3,5	39	3,9	6,3	-	3,4
AP#4	MH	0,66	4,5	35	4,5	7	5,4	3,9
AP#5	MH	0,56	3,8	32	5,1	7,7	6	4,4
AP#6	MH	0,44	2,6	53	2,7	4,5	3,4	2,2
A-21	CH	0,67	11,6	18,2	10,4	14,1	-	9,8
A-22	CH	0,33	8,3	27	6,3	9,3	-	5,6
A-23	MH	0,76	3,5	37	4,2	6,6	5,1	3,6
A-24	MH	0,48	11,3	18,7	10,1	13,7	11	9,4
A-25	MH	0,4	6,9	28,3	5,9	8,8	6,9	5,3
A-26	MH	0,78	5,9	28,6	5,9	8,7	6,8	5,2
A-28	MH	0,56	8,2	14,2	14,4	18,3	15	13,8
A-29	CH	0,54	4	40	3,8	6,1	-	3,2
A-30	MH	0,59	4,7	29,5	5,6	8,4	6,6	5
A-1	CH	0,35	6,2	28	6	8,9	-	5,3
A-2	MH	0,35	5,3	38	4,1	6,5	5	3,5
A-3	CL	0,6	4,7	34	4,7	7,3	-	4,1
A-4	ML	0,45	6,4	23	7,7	11	8,7	7
A-38	MH	0,5	4,4	33	4,9	7,5	5,8	4,2
A-39	MH	0,37	11,3	17,6	10,9	14,6	11,8	10,2
A-40	MH	0,52	4,8	31,1	5,3	8	6,2	4,6

3. TABLA DE VALORES PARA MODULO RESILIENTE EN FUNCION DEL CBR

APIQUE No.	MR REAL (Kg/cm ²)	C.B.R REAL	MODULO RESILIENTE POR CORRELACIÓN			
			Huekelom y Klomp		AASHTO T 493	
			MR=10.34*CBR (Mpa)	MR=103.4*CBR (Kg/cm ²)	MR=17.58*CBR ^{0,94} (Mpa)	MR=175.8*CBR ^{0,94} (Kg/cm ²)
No.1	513	6,6	68	682	59	588
No.2	275	2,5	26	259	32	316
No.3	261	3,5	36	362	39	392
No.4	296	2,2	23	227	29	291
No.5	557	6	62	620	55	553
No.6	466	4,5	47	465	46	460
No.7	220	2,3	24	238	30	300
No.8	269	2,7	28	279	33	332
No.9	392	3,5	36	362	39	392
No.10	451	4,5	47	465	46	460
No.11	401	3,8	39	393	41	413
No.12	296	2,6	27	269	32	324

4. TABLA DE VALORES DE LA CORRELACION ENTRE CBR EN FUNCION DEL PDC

APIQUE No.	CLASIFICACION S.U.C.S	PROF (m).	CBR REAL	INDICE PDC REAL	ECUACION LINEAL	ECUACION POTENCIAL	ECUACION EXPONENCIAL	ECUACION LOGARITMICA	ECUACION POLINOMICA
					$CBR = -0,2844 * DN + 14,715$	$CBR = 614.2 * DN^{-1.409}$	$CBR = 23.3 * e^{-0.049 * DN}$	$CBR = -8.459 * \ln(DN) + 34.534$	$CBR = 0.0077 * (DN^2) - 0.7704 * DN + 21.712$
AP#1	MH	0,5	3,8	35	4,8	4,1	4,2	4,5	4,2
AP#2	MH	0,33	2,9	45	1,9	2,9	2,6	2,3	2,6
AP#3	MH	0,3	3,4	41	3,1	3,3	3,1	3,1	3,1
AP#4	MH	0,26	4,7	32	5,6	4,7	4,9	5,2	4,9
AP#5	MH	0,28	2,7	44,4	2,1	2,9	2,6	2,4	2,7
AP#6	MH	0,4	3,2	40	3,3	3,4	3,3	3,3	3,2
AP#7	ML	0,45	8,3	23	8,2	7,4	7,5	8	8,1
AP#8	MH	0,5	13,2	15	10,4	13,5	11,2	11,6	11,9
AJR#1	MH	0,6	5	32	5,6	4,7	4,9	5,2	4,9
AJR#2	MH	0,25	2,8	47	1,3	2,7	2,3	2	2,5
AP#13	MH	0,25	8,8	21	8,7	8,4	8,3	8,8	8,9
AP#14	MH	0,3	5,3	29	6,5	5,3	5,6	6,1	5,8
AP#15	MH	0,38	3,4	36	4,5	3,9	4	4,2	4
AP#16	MH	0,31	6,1	27,5	6,9	5,8	6,1	6,5	6,3
AP#17	MH	0,37	1,7	37	4,2	3,8	3,8	4	3,7
AP#18	MH	0,2	3,1	37	4,2	3,8	3,8	4	3,7
AP#19	MH	0,62	4,4	32	5,6	4,7	4,9	5,2	4,9
A#1	MH	0,72	12	20	9	9	8,7	9,2	9,4
A#2	MH	0,5	4,2	37	4,2	3,8	3,8	4	3,7
A#3	MH	0,26	7,7	18	9,6	10,5	9,6	10,1	10,3
AP#9	MH	0,5	12,7	18	9,6	10,5	9,6	10,1	10,3
AP#10	MH	0,68	9,3	19,8	9,1	9,1	8,8	9,3	9,5
AP#11	MH	0,38	3,7	34,8	4,8	4,1	4,2	4,5	4,2
AP#12	MH	0,5	7,1	24,6	7,7	6,7	7	7,4	7,4
AMP-1	MH	0,9	2,4	45	1,9	2,9	2,6	2,3	2,6
AMP-2	MH	0,6	3,4	40	3,3	3,4	3,3	3,3	3,2
AMP-3	MH	0,9	6	33,7	5,1	4,3	4,5	4,8	4,5
AMP-4	MH	0,36	4,5	34,8	4,8	4,1	4,2	4,5	4,2
A-7	CH	1,21	4,1	35	4,8	4,1	4,2	4,5	4,2
A-8	MH	0,6	3,5	39,5	3,5	3,5	3,4	3,4	3,3
AP#1	MH	0,55	2,3	45	1,9	2,9	2,6	2,3	2,6
AP#2	ML	0,33	3	44,3	2,1	2,9	2,7	2,5	2,7
AP#3	CL	0,57	3,5	39	3,6	3,5	3,4	3,5	3,4
AP#4	MH	0,66	4,5	35	4,8	4,1	4,2	4,5	4,2

APIQUE No.	CLASIFICACION S.U.C.S	PROF (m).	CBR REAL	INDICE PDC REAL	ECUACION LINEAL	ECUACION POTENCIAL	ECUACION EXPONENCIAL	ECUACION LOGARITMICA	ECUACION POLINOMICA
					$CBR = -0,2844 * DN + 14,715$	$CBR = 614.2 * DN^{-1.409}$	$CBR = 23.3 * e^{-0.049 * DN}$	$CBR = -8.459 * \ln(DN) + 34.534$	$CBR = 0.0077 * (DN^2) - 0.7704 * DN + 21.712$
AP#5	MH	0,56	3,8	32	5,6	4,7	4,9	5,2	4,9
AP#6	MH	0,44	2,6	53	-0,4	2,3	1,7	0,9	2,5
A-21	CH	0,67	11,6	18,2	9,5	10,3	9,6	10	10,2
A-22	CH	0,33	8,3	27	7	5,9	6,2	6,7	6,5
A-23	MH	0,76	3,5	37	4,2	3,8	3,8	4	3,7
A-24	MH	0,48	11,3	18,7	9,4	9,9	9,3	9,8	10
A-25	MH	0,4	6,9	28,3	6,7	5,5	5,8	6,3	6,1
A-26	MH	0,78	5,9	28,6	6,6	5,4	5,7	6,2	6
A-28	MH	0,56	8,2	14,2	10,7	14,6	11,6	12,1	12,3
A-29	CH	0,54	4	40	3,3	3,4	3,3	3,3	3,2
A-30	MH	0,59	4,7	29,5	6,3	5,2	5,5	5,9	5,7
A-1	CH	0,35	6,2	28	6,8	5,6	5,9	6,3	6,2
A-2	MH	0,35	5,3	38	3,9	3,7	3,6	3,8	3,6
A-3	CL	0,6	4,7	34	5	4,3	4,4	4,7	4,4
A-4	ML	0,45	6,4	23	8,2	7,4	7,5	8	8,1
A-38	MH	0,5	4,4	33	5,3	4,5	4,6	5	4,7
A-39	MH	0,37	11,3	17,6	9,7	10,8	9,8	10,3	10,5
A-40	MH	0,52	4,8	31,1	5,9	4,8	5,1	5,5	5,2

**5. TABLA DE VALORES DE LA
CORRELACION DEL PDC EN FUNCION
DEL INDICE DE CONSISTENCIA PARA
SUELOS EN GENERAL**

APIQUE No	PROF. (M)	INDICE DE CONSISTENCIA (IC)	INDICE PDC REAL	ECUACION LINEAL	ECUACION POTENCIAL	ECUACION EXPONENCIAL	ECUACION LOGARITMICA	ECUACION POLINOMICA
				$PDC = -1.973 * IC + 33.227$	$PDC = 30.39 * IC^{-0.0345}$	$PDC = 31.872 * e^{-0.06 * IC}$	$PDC = -1.2131 * \ln(IC) + 32.185$	$PDC = -0.8689 * (IC^2) - 0.2845 * IC + 32.945$
AP#1	0,5	0,73	35	31,8	30,7	3,9	32,6	32,3
AP#2	0,33	0,7	45	31,8	30,8	2,1	32,6	32,3
AP#3	0,3	0,89	41	31,5	30,5	2,7	32,3	32
AP#4	0,26	0,7	32	31,8	30,8	4,7	32,6	32,3
AP#5	0,28	0,49	44,4	32,3	31,1	2,2	33,1	32,6
AP#6	0,4	0,95	40	31,4	30,4	2,9	32,2	31,9
AP#7	0,45	0,63	23	32	30,9	8	32,7	32,4
AP#8	0,5	0,69	15	31,9	30,8	13	32,6	32,3
AJR#1	0,6	1,04	32	31,2	30,3	4,7	32,1	31,7
AJR#2	0,25	0,78	47	31,7	30,7	1,9	32,5	32,2
AP#13	0,25	0,55	21	32,1	31	9	32,9	32,5
AP#14	0,3	0,76	29	31,7	30,7	5,6	32,5	32,2
AP#15	0,38	0,84	36	31,6	30,6	3,7	32,4	32,1
AP#16	0,31	2,92	27,5	27,5	29,3	6,1	30,9	24,7
AP#18	0,2	1,14	37	31	30,3	3,5	32	31,5
AP#19	0,62	0,84	32	31,6	30,6	4,7	32,4	32,1
A#1	0,72	1,81	20	29,7	29,8	9,6	31,5	29,6
A#2	0,5	0,7	37	31,8	30,8	3,5	32,6	32,3
A#3	0,26	0,72	18	31,8	30,7	10,8	32,6	32,3
AP#9	0,5	0,88	18	31,5	30,5	10,8	32,3	32
AP#10	0,68	0,85	19,8	31,5	30,6	9,7	32,4	32,1
AP#11	0,38	0,05	34,8	33,1	33,7	4	35,8	32,9
AP#12	0,5	0,15	24,6	32,9	32,4	7,3	34,5	32,9
AMP-1	0,9	0,87	45	31,5	30,5	2,1	32,4	32
AMP-2	0,6	1,29	40	30,7	30,1	2,9	31,9	31,1
AMP-3	0,9	0,4	33,7	32,4	31,4	4,2	33,3	32,7
AMP-4	0,36	0,68	34,8	31,9	30,8	4	32,7	32,3
A-7	1,21	0,61	35	32	30,9	3,9	32,8	32,4
A-8	0,6	0,73	39,5	31,8	30,7	3	32,6	32,3
AP#1	0,55	0,91	45	31,4	30,5	2,1	32,3	32
AP#2	0,33	-0,13	44,3	33,5	-	2,2	-	33
AP#3	0,57	0,78	39	31,7	30,7	3,1	32,5	32,2
AP#4	0,66	-1,46	35	36,1	-	3,9	-	31,5
AP#5	0,56	0,43	32	32,4	31,3	4,7	33,2	32,7
AP#6	0,44	0,8	53	31,6	30,6	1,3	32,5	32,2
A-21	0,67	0,37	18,2	32,5	31,5	10,7	33,4	32,7

APIQUE No	PROF. (M)	INDICE DE CONSISTENCIA (IC)	INDICE PDC REAL	ECUACION LINEAL	ECUACION POTENCIAL	ECUACION EXPONENCIAL	ECUACION LOGARITMICA	ECUACION POLINOMICA
				$PDC = -1.973 * IC + 33.227$	$PDC = 30.39 * IC^{-0.0345}$	$PDC = 31.872 * e^{-0.06 * IC}$	$PDC = -1.2131 * \ln(IC) + 32.185$	$PDC = -0.8689 * (IC^2) - 0.2845 * IC + 32.945$
A-22	0,33	1,37	27	30,5	30,1	6,3	31,8	30,9
A-23	0,76	0,81	37	31,6	30,6	3,5	32,4	32,1
A-24	0,48	2,11	18,7	29,1	29,6	10,4	31,3	28,5
A-25	0,4	0,44	28,3	32,4	31,3	5,8	33,2	32,7
A-26	0,78	0,99	28,6	31,3	30,4	5,7	32,2	31,8
A-28	0,56	0,68	14,2	31,9	30,8	13,6	32,7	32,3
A-29	0,54	0,69	40	31,9	30,8	2,9	32,6	32,3
A-30	0,59	0,53	29,5	32,2	31,1	5,4	33	32,6
A-1	0,35	0,69	28	31,9	30,8	5,9	32,6	32,3
A-2	0,35	0,54	38	32,2	31	3,3	32,9	32,5
A-3	0,6	0,67	34	31,9	30,8	4,1	32,7	32,4
A-4	0,45	0,09	23	33	33	8	35,1	32,9
A-38	0,5	0,45	33	32,3	31,2	4,4	33,2	32,6
A-39	0,37	0,23	17,6	32,8	32	11,1	34	32,8
A-40	0,52	0,72	31,1	31,8	30,7	4,9	32,6	32,3

**6. TABLA DE VALORES DE LA
CORRELACION CBR EN FUNCION DEL
INDICE DE CONSISTENCIA PARA SUELOS
EN GENERAL**

APIQUE No	PROF. (M)	INDICE DE CONSISTENCIA (IC)	CBR	ECUACION LINEAL	ECUACION POTENCIAL	ECUACION EXPONENCIAL	ECUACION LOGARITMICA	ECUACION POLINOMICA
				$CBR=0.8831*IC+5.0037$	$CBR = 5.0648 * IC^{-0.014}$	$CBR = 4.6395 * e^{0.1109*IC}$	$CBR=0,0878*Ln(IC)+ 5,7223$	$PDC=-0.2739*(IC^2)-0.3878*IC+5,0924$
AP#1	0,5	0,73	3,8	5,6	5,1	5	5,7	5,5
AP#2	0,33	0,7	2,9	5,6	5,1	5	5,7	5,5
AP#3	0,3	0,89	3,4	5,7	5,1	5,1	5,7	5,7
AP#4	0,26	0,7	9,7	5,6	5,1	5	5,7	5,5
AP#5	0,28	0,49	2,7	5,4	5,1	4,9	5,7	5,3
AP#6	0,4	0,95	3,2	5,8	5,1	5,2	5,7	5,7
AP#7	0,45	0,63	8,3	5,5	5,1	5	5,7	5,4
AP#8	0,5	0,69	5,4	5,6	5,1	5	5,7	5,5
AJR#1	0,6	1,04	5	5,9	5,1	5,2	5,7	5,8
AJR#2	0,25	0,78	2,8	5,7	5,1	5,1	5,7	5,6
AP#13	0,25	0,55	8,8	5,5	5,1	4,9	5,7	5,4
AP#14	0,3	0,76	5,3	5,6	5,1	5	5,7	5,5
AP#15	0,38	0,84	3,4	5,7	5,1	5,1	5,7	5,6
AP#16	0,31	2,92	6,1	7,4	5	6,4	5,8	8,6
AP#18	0,2	1,14	3,1	6	5,1	5,3	5,7	5,9
AP#19	0,62	0,84	4,4	5,7	5,1	5,1	5,7	5,6
A#1	0,72	1,81	12	6,5	5	5,7	5,8	6,7
A#2	0,5	0,7	4,2	5,6	5,1	5	5,7	5,5
A#3	0,26	0,72	7,7	5,6	5,1	5	5,7	5,5
AP#9	0,5	0,88	12,7	5,7	5,1	5,1	5,7	5,6
AP#10	0,68	0,85	9,3	5,7	5,1	5,1	5,7	5,6
AP#11	0,38	0,05	3,7	5	5,3	4,7	5,5	5,1
AP#12	0,5	0,15	7,1	5,1	5,2	4,7	5,6	5,2
AMP-1	0,9	0,87	2,4	5,7	5,1	5,1	5,7	5,6
AMP-2	0,6	1,29	3,4	6,1	5	5,4	5,7	6
AMP-3	0,9	0,4	6	5,3	5,1	4,8	5,6	5,3
AMP-4	0,36	0,68	4,5	5,6	5,1	5	5,7	5,5
A-7	1,21	0,61	4,1	5,5	5,1	5	5,7	5,4
A-8	0,6	0,73	3,5	5,6	5,1	5	5,7	5,5
AP#1	0,55	0,91	2,3	5,8	5,1	5,1	5,7	5,7
AP#2	0,33	-0,13	3	4,9	-	4,6	-	5
AP#3	0,57	0,78	3,5	5,7	5,1	5,1	5,7	5,6
AP#4	0,66	-1,46	4,5	3,8	-	3,9	-	5,1
AP#5	0,56	0,43	3,8	5,4	5,1	4,9	5,6	5,3
AP#6	0,44	0,8	2,6	5,7	5,1	5,1	5,7	5,6
A-21	0,67	0,37	11,6	5,3	5,1	4,8	5,6	5,3
A-22	0,33	1,37	8,3	6,1	5	5,4	5,7	6,1

APIQUE No	PROF. (M)	INDICE DE CONSISTENCIA (IC)	CBR	ECUACION LINEAL	ECUACION POTENCIAL	ECUACION EXPONENCIAL	ECUACION LOGARITMICA	ECUACION POLINOMICA
				$CBR=0.8831*IC+5.0037$	$CBR = 5.0648 * IC^{-0.014}$	$CBR = 4.6395 * e^{0.1109*IC}$	$CBR=0,0878*Ln(IC)+ 5,7223$	$PDC=-0.2739*(IC^2)-0.3878*IC+5,0924$
A-23	0,76	0,81	3,5	5,7	5,1	5,1	5,7	5,6
A-24	0,48	2,11	11,3	6,8	5	5,9	5,8	7,1
A-25	0,4	0,44	6,9	5,4	5,1	4,9	5,7	5,3
A-26	0,78	0,99	5,9	5,8	5,1	5,2	5,7	5,7
A-28	0,56	0,68	8,2	5,6	5,1	5	5,7	5,5
A-29	0,54	0,69	4	5,6	5,1	5	5,7	5,5
A-30	0,59	0,53	4,7	5,4	5,1	4,9	5,7	5,4
A-1	0,35	0,69	6,2	5,6	5,1	5	5,7	5,5
A-2	0,35	0,54	5,3	5,5	5,1	4,9	5,7	5,4
A-3	0,6	0,67	4,7	5,6	5,1	5	5,7	5,5
A-4	0,45	0,09	6,4	5,1	5,2	4,7	5,5	5,1
A-38	0,5	0,45	4,4	5,4	5,1	4,9	5,7	5,3
A-39	0,37	0,23	11,3	5,2	5,2	4,8	5,6	5,2
A-40	0,52	0,72	4,8	5,6	5,1	5	5,7	5,5

**7. TABLA DE VALORES DE LA
CORRELACION DEL PDC EN FUNCION
DEL INDICE DE CONSISTENCIA PARA
SUELOS MH.**

APIQUE No	CLASIFICACION S.U.C.S	PROF. (M)	INDICE DE CONSISTENCIA (IC)	INDICE PDC REAL	ECUACION LINEAL	ECUACION POTENCIAL	ECUACION EXPONENCIAL	ECUACION LOGARITMICA	ECUACION POLINOMICA
					$PDC = -1.7531 * IC + 33.537$	$PDC = 30.496 * IC^{-0.003}$	$PDC = 32.211 * e^{-0.066 * IC}$	$PDC = -0.177 * \ln(IC) + 32.194$	$PDC = -0.9828 * (IC^2) - 0.1276 * IC + 33.23$
AP#1	MH	0,5	0,73	35	32,3	30,5	30,7	32,5	32,6
AP#2	MH	0,33	0,7	45	32,3	30,5	30,8	32,5	32,7
AP#3	MH	0,3	0,89	41	32	30,5	30,4	32,3	32,3
AP#4	MH	0,26	0,7	32	32,3	30,5	30,8	32,5	32,7
AP#5	MH	0,28	0,49	44,4	32,7	30,6	31,2	32,9	32,9
AP#6	MH	0,4	0,95	40	31,9	30,5	30,3	32,2	32,2
AP#8	MH	0,5	0,69	15	32,3	30,5	30,8	32,6	32,7
AJR#1	MH	0,6	1,04	32	31,7	30,5	30,1	32,2	32
AJR#2	MH	0,25	0,78	47	32,2	30,5	30,6	32,4	32,5
AP#13	MH	0,25	0,55	21	32,6	30,6	31,1	32,8	32,9
AP#14	MH	0,3	0,76	29	32,2	30,5	30,6	32,5	32,6
AP#15	MH	0,38	0,84	36	32,1	30,5	30,5	32,4	32,4
AP#16	MH	0,31	2,92	27,5	28,4	30,4	26,6	31,1	24,5
AP#18	MH	0,2	1,14	37	31,5	30,5	29,9	32,1	31,8
AP#19	MH	0,62	0,84	32	32,1	30,5	30,5	32,4	32,4
A#1	MH	0,72	1,81	20	30,4	30,4	28,6	31,6	29,8
A#2	MH	0,5	0,7	37	32,3	30,5	30,8	32,5	32,7
A#3	MH	0,26	0,72	18	32,3	30,5	30,7	32,5	32,6
AP#9	MH	0,5	0,88	18	32	30,5	30,4	32,3	32,4
AP#10	MH	0,68	0,85	19,8	32	30,5	30,5	32,4	32,4
AP#11	MH	0,38	0,05	34,8	33,4	30,8	32,1	35,1	33,2
AP#12	MH	0,5	0,15	24,6	33,3	30,7	31,9	34,1	33,2
AMP-1	MH	0,9	0,87	45	32	30,5	30,4	32,3	32,4
AMP-2	MH	0,6	1,29	40	31,3	30,5	29,6	31,9	31,4
AMP-3	MH	0,9	0,4	33,7	32,8	30,6	31,4	33,1	33
AMP-4	MH	0,36	0,68	34,8	32,3	30,5	30,8	32,6	32,7
A-8	MH	0,6	0,73	39,5	32,3	30,5	30,7	32,5	32,6
AP#1	MH	0,55	0,91	45	31,9	30,5	30,3	32,3	32,3
AP#4	MH	0,66	-1,46	35	36,1	-	35,5	-	31,3
AP#5	MH	0,56	0,43	32	32,8	30,6	31,3	33	33
AP#6	MH	0,44	0,8	53	32,1	30,5	30,6	32,4	32,5
A-23	MH	0,76	0,81	37	32,1	30,5	30,5	32,4	32,5
A-24	MH	0,48	2,11	18,7	29,8	30,4	28	31,5	28,6
A-25	MH	0,4	0,44	28,3	32,8	30,6	31,3	33	33
A-26	MH	0,78	0,99	28,6	31,8	30,5	30,2	32,2	32,1
A-28	MH	0,56	0,68	14,2	32,3	30,5	30,8	32,6	32,7
A-30	MH	0,59	0,53	29,5	32,6	30,6	31,1	32,8	32,9
A-2	MH	0,35	0,54	38	32,6	30,6	31,1	32,8	32,9
A-38	MH	0,5	0,45	33	32,7	30,6	31,3	33	33
A-39	MH	0,37	0,23	17,6	33,1	30,6	31,7	33,6	33,1
A-40	MH	0,52	0,72	31,1	32,3	30,5	30,7	32,5	32,6

**8. TABLA DE VALORES DE LA
CORRELACION CBR EN FUNCION DEL
INDICE DE CONSISTENCIA PARA SUELOS
MH.**

APIQUE No	CLASIFICACION S.U.C.S	PROF. (M)	INDICE DE CONSISTENCIA (IC)	CBR	ECUACION LINEAL	ECUACION POTENCIAL	ECUACION EXPONENCIAL	ECUACION LOGARITMICA	ECUACION POLINOMICA
					$CBR=0.86*IC+4.855$	$CBR = 4,9716 * IC^{-0.0223}$	$CBR = 4.5296 * e^{0.108*IC}$	$CBR=0.3025*Ln(IC)+ 5.6575$	$PDC=0.3025*(IC^2)-0.3597*IC+4,9496$
AP#1	MH	0,5	0,73	3,8	5,5	5	4,9	5,6	5,4
AP#2	MH	0,33	0,7	2,9	5,5	5	4,9	5,5	5,3
AP#3	MH	0,3	0,89	3,4	5,6	5	5	5,6	5,5
AP#4	MH	0,26	0,7	9,7	5,5	5	4,9	5,5	5,3
AP#5	MH	0,28	0,49	2,7	5,3	5,1	4,8	5,4	5,2
AP#6	MH	0,4	0,95	3,2	5,7	5	5	5,6	5,6
AP#8	MH	0,5	0,69	5,4	5,4	5	4,9	5,5	5,3
AJR#1	MH	0,6	1,04	5	5,7	5	5,1	5,7	5,7
AJR#2	MH	0,25	0,78	2,8	5,5	5	4,9	5,6	5,4
AP#13	MH	0,25	0,55	8,8	5,3	5	4,8	5,5	5,2
AP#14	MH	0,3	0,76	5,3	5,5	5	4,9	5,6	5,4
AP#15	MH	0,38	0,84	3,4	5,6	5	5	5,6	5,5
AP#16	MH	0,31	2,92	6,1	7,4	4,9	6,2	6	8,6
AP#18	MH	0,2	1,14	3,1	5,8	5	5,1	5,7	5,8
AP#19	MH	0,62	0,84	4,4	5,6	5	5	5,6	5,5
A#1	MH	0,72	1,81	12	6,4	4,9	5,5	5,8	6,6
A#2	MH	0,5	0,7	4,2	5,5	5	4,9	5,5	5,3
A#3	MH	0,26	0,72	7,7	5,5	5	4,9	5,6	5,4
AP#9	MH	0,5	0,88	12,7	5,6	5	5	5,6	5,5
AP#10	MH	0,68	0,85	9,3	5,6	5	5	5,6	5,5
AP#11	MH	0,38	0,05	3,7	4,9	5,3	4,6	4,7	5
AP#12	MH	0,5	0,15	7,1	5	5,2	4,6	5	5
AMP-1	MH	0,9	0,87	2,4	5,6	5	5	5,6	5,5
AMP-2	MH	0,6	1,29	3,4	6	4,9	5,2	5,7	5,9
AMP-3	MH	0,9	0,4	6	5,2	5,1	4,7	5,4	5,1
AMP-4	MH	0,36	0,68	4,5	5,4	5	4,9	5,5	5,3
A-8	MH	0,6	0,73	3,5	5,5	5	4,9	5,6	5,4
AP#1	MH	0,55	0,91	2,3	5,6	5	5	5,6	5,5
AP#4	MH	0,66	-1,46	4,5	3,6	-	3,9		5,1
AP#5	MH	0,56	0,43	3,8	5,2	5,1	4,7	5,4	5,2
AP#6	MH	0,44	0,8	2,6	5,5	5	4,9	5,6	5,4
A-23	MH	0,76	0,81	3,5	5,6	5	4,9	5,6	5,4
A-24	MH	0,48	2,11	11,3	6,7	4,9	5,7	5,9	7,1
A-25	MH	0,4	0,44	6,9	5,2	5,1	4,8	5,4	5,2
A-26	MH	0,78	0,99	5,9	5,7	5	5	5,7	5,6
A-28	MH	0,56	0,68	8,2	5,4	5	4,9	5,5	5,3
A-30	MH	0,59	0,53	4,7	5,3	5	4,8	5,5	5,2
A-2	MH	0,35	0,54	5,3	5,3	5	4,8	5,5	5,2
A-38	MH	0,5	0,45	4,4	5,2	5,1	4,8	5,4	5,2
A-39	MH	0,37	0,23	11,3	5,1	5,1	4,6	5,2	5
A-40	MH	0,52	0,72	4,8	5,5	5	4,9	5,6	5,4