

**PAVIMENTACIÓN DE VÍAS CON BASE "SUELO - CEMENTO" CARRERA  
CUARTA, CARRERA DIECINUEVE ANTIGUA SALIDA NORTE**

**YENNY PASCUALA CUELLAR ORTÍZ**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
SAN JUAN DE PASTO  
2004**

**PAVIMENTACIÓN DE VÍAS CON BASE "SUELO - CEMENTO" CARRERA  
CUARTA, CARRERA DIECINUEVE ANTIGUA SALIDA NORTE**

**YENNY PASCUALA CUELLAR ORTÍZ**

**Trabajo de grado presentado en la modalidad de pasantía**

**Director:  
Ing. Germán Alexis Cortés Bravo**

**Codirector:  
Ing. Juan Carlos Jurado**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
SAN JUAN DE PASTO  
2004**

Las ideas y conclusiones aportadas en este trabajo de grado como practica profesional, es responsabilidad exclusiva de su autor.

Articulo primero del acuerdo numero 324 de octubre 11 de 1966, emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

Nota de Aceptación.

---

---

---

---

---

---

---

Presidente de jurado

---

jurado

---

jurado

San Juan de Pasto, Enero de 2004.

## **AGRADECIMIENTOS**

Este trabajo tiene un cordial agradecimiento a todos y cada uno de los funcionarios administrativos y académicos de la Universidad de Nariño. Quienes de una manera directa han aportado un granito de arena para mi formación profesional y espero que por ellos en un futuro no muy lejano poder corresponder estas enseñanzas y expectativas planteadas y nacientes en el diario vivir. Como también a los funcionarios del Plan Vial y en especial al Ingeniero Germán Alexis Cortés B. con quien trabajé como auxiliar de interventoría y de quien pude adquirir nuevas experiencias y enseñanzas que me han servido y me servirán en mi vida presente y futura.

## **DEDICATORIA**

Este trabajo es dedicado con todo amor a:

Dios,

La memoria de mi madre,

Mi padre Ricardo Cuellar Valentierra, quien me apoya siempre,

Mis hermanos y amigos que me animaron a seguir.

## CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	20
1. BASE SUELO-CEMENTO	21
1.1 DESCRIPCIÓN	21
1.2 MATERIALES	21
1.2.1 Suelo	21
1.2.1.1 Granulometría	21
1.2.1.2 Plasticidad	21
1.2.2 Cemento	21
1.2.3 Agua	21
1.3 EQUIPO	21
1.4 DISEÑO DEL ESPESOR DE LA BASE EN SUELO-CEMENTO	
NORMAS PCA DE ESTADOS UNIDOS	22
1.5 DOSIFICACION DE MEZCLA SUELO-CEMENTO NORMAS	
PCA DE ESTADOS UNIDOS	24
2. PAVIMENTACION CON BASE EN SUELO-CEMENTO	
CARRERA DIECINUEVE ANTIGUA SALIDA AL NORTE	26
2.1 DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO	26
2.2 CARACTERISTICAS DEL PAVIMENTO EXISTENTE	26
2.3 ESPECIFICACIONES TECNICAS	27
2.3.1 Propiedades del suelo-cemento a utilizar	27
2.3.1.1 Características de la compactación del suelo-cemento	28
2.3.2 Procedimiento constructivo	28
2.4 AVANCE FISICO Y PROGRAMA DE TRABAJO	30
2.4.1 Actividades	30
2.4.2 Construcción de base en suelo-cemento	33
3. PAVIMENTACIÓN CON BASE EN SUELO-CEMENTO	
CARRERA CUARTA ENTRE CALLES 12 Y CAI-CADS	37
3.1 DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO	37
3.2 CARACTERISTICAS DEL PAVIMENTO EXISTENTE	37
3.3 ESPECIFICACIONES TECNICAS	39
3.4 AVANCE FISICO Y PROGRAMA DE TRABAJO	41
3.4.1 Actividades	41

4. PARCHEO EN ASFALTO CALLES 19 Y 20 ENTRE CARRERAS 26 A 32	50
5. CONCLUSIONES	51
6. RECOMENDACIONES	52
BIBLIOGRAFIA	53
ANEXOS	

## LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Descripción general del contrato de obra carrera diecinueve Antigua salida al norte	26
Cuadro 2. Propiedades del suelo-cemento a utilizar	27
Cuadro 3. Demolición capa de rodadura con compresor	30
Cuadro 4. Excavación manual de material común	31
Cuadro 5. Desalojo de escombros incluye escombrera	31
Cuadro 6. Descripción general del contrato de obra carrera cuarta	37
Cuadro 7. Descripción general del contrato de obra del parcheo en asfalto calle diecinueve y veinte entre carreras 26 a 32	50

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Coeficiente de consumo de fatiga Notas Técnicas ICPC	23
Tabla 2. Espesores de carpeta asfáltica Notas Técnicas ICPC	24
Tabla 3. Fracciones de suelo de acuerdo a su tamaño Notas Técnicas ICPC	24
Tabla 4. Contenido de cemento para el ensayo de compactación Notas Técnicas ICPC	25

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Fig. 1. Ábaco para el diseño de espesor en suelo-cemento finogranular	22
Fig. 2. Excavación manual material común	30
Fig. 3. Protección de cámaras	31
Fig. 4. Mejoramiento de subrasante	32
Fig. 5. Mejoramiento de subrasante	32
Fig. 6. Conformación de base existente	32
Fig. 7. Transporte y colocación de material finogranular	33
Fig. 8. Manejo y distribución del cemento	34
Fig. 9. Extendido de la mezcla	34
Fig. 10. Compactación de la base en suelo-cemento	34
Fig. 11. Acabado	34
Fig. 12. Curado	35
Fig. 13. Carpeta de rodadura	36
Fig. 14. Ensayo asentamiento del concreto SLUMP	36
Fig. 15. Ensayo resistencia a la compresión de cilindros de concreto	36
Fig. 16. Demolición capa de rodadura	44
Fig. 17. Carpeta asfáltica	44
Fig. 18. Base suelo-cemento	46
Fig. 19. Realce de cámaras	46
Fig. 20. Marcación de la carpeta asfáltica	48

Fig. 21. Levantamiento manual de carpeta asfáltica 48

Fig. 22. Extendido mezcla suelo-cemento 49

## LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Ensayo C.B.R de campo a afirmado existente. Se realizan cinco penetraciones	54
Anexo B. Ensayo del próctor modificado al material de sub-rasante	59
Anexo C. Ensayo del próctor modificado al material de sub-base	60
Anexo C. Ensayo del próctor modificado al material de sub-base	60
Anexo D. Análisis granulométrico mecánico al material para sub-base	61
Anexo E. Análisis granulométrico mecánico al material para base	62
Anexo F. Ensayo del próctor modificado al material del suelo-cemento	63
Anexo G. Ensayo del peso unitario en el terreno método del cono y la Arena al material de sub-base	64
Anexo H. Ensayo de resistencia a la compresión de cilindros al material de suelo cemento	65
Anexo I. Ensayo de resistencia a la compresión a la mezcla para cunetas En concreto simple de 2.500 psi	66
Anexo J. Acta final carrera diecinueve entre calles 23 y 26 antigua Salida al norte	67
Anexo K. Acta final carrera cuarta entre calle 12 CAI Y CADS	68



## **GLOSARIO**

**COMPACTACIÓN:** Proceso mecánico por el cual se busca mejorar las características de resistencia, compresibilidad y esfuerzo – deformación de los mismos.

**CUNETAS:** Son canales que se hacen a los lados de la banca de la vía, tiene como función interceptar el agua que escurre de la corona del talud del corte para conducirla a una obra transversal para alejarla de la zona que ocupa la vía.

**EJE TÁNDEM:** Eje conformado por dos líneas de rotación, cuya separación sea mayor de 1.0 metros y menor de 1.60 metros, que está articulado por un dispositivo común que incluya un sistema efectivo de compensación para las cargas transmitidas a cada una de ellas.

**EJE TRÍDEM:** Eje conformado por 3 líneas de rotación, articuladas por un dispositivo común que incluya un sistema efectivo de compensación para las cargas transmitidas a cada una de ellas y cuya separación entre las líneas de rotación externas del grupo se encuentre entre 2.0 y 3.20 metros.

**ENSAYO DE C.B.R:** (California Bearing Ratio = Relación de Soporte California) el C.B.R es una medida del esfuerzo cortante del suelo bajo condiciones de humedad y densidad.

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO:** Se limita a concretos con un peso unitario superior a 800 kgs/m<sup>3</sup>. El ensayo consiste en aplicar una carga axial de compresión a cilindros moldeados, a una velocidad de carga prescrita hasta que se presente la falla. La resistencia a la compresión se determina dividiendo la carga aplicada durante el ensayo por la sección transversal de éste.

**ENSAYO DE SLUMP:** Se utiliza para determinar el asentamiento del concreto en las obras y en el laboratorio con muestras representativas del concreto.

**LIMITE LIQUIDO DE UN SUELO:** Es el contenido de humedad expresado en porcentaje del suelo secado en el horno, cuando este se haya e el límite entre el estado líquido y el estado plástico.

**LIMITE PLASTICO:** Se denomina a la humedad más baja con la que pueden formarse cilindros de suelo de unos tres milímetros de diámetro rodando dicho suelo entre la palma de la mano y una superficie lisa sin que dichos cilindros se desmoronen.

**PAVIMENTOS:** Estructura de una o más capas que se diseñan y construyen técnicamente con materiales apropiados sobre la subrasante de una vía.

**SARDINEL:** Son elementos que se construyen a los lados de la vía a manera de barrera cuya función es conducir el agua hacia los lugares para su disposición final e impedir que en el trayecto se produzcan infiltraciones por los bordes de la vía.

**SUELO – CEMENTO:** Es una mezcla íntima de suelo pulverizado, cemento Pórtland y agua, que compactada a una humedad óptima y una densidad máxima produce luego de la hidratación del cemento un material resistente y durable.

**TALUD:** Término empleado para las acumulaciones de fragmentos y partículas finas, gruesas o mezcladas que se forman a pie o cerca de los escarpados.

## **RESUMEN**

El presente informe describe las actividades que se realizan en los trabajos de pavimentación con base en suelo-cemento de la carrera cuarta y carrera diecinueve antigua salida norte, por intermedio del Plan de Desarrollo Municipal periodo 2001-2003, donde el alcalde y su equipo de gobierno convocan a los cabildos de comunas y corregimientos de la ciudad de Pasto para que presenten sus iniciativas. Estas son evaluadas mediante la matriz de calificación.

Estas vías son proyectos de inversión pública presentados por líderes de cabildos los cuales fueron priorizados para ser ejecutados. La Dirección Técnica del Plan Vial por intermedio del equipo técnico, evalúan y definen las decisiones adecuadas y eficientes para el diseño y desarrollo de estos proyectos.

Al construir estas vías, el Comité de Obra integrado por dos funcionarios del Plan Vial (El director, el interventor) y el ingeniero contratista, analizan las características del pavimento existente en el sitio, en conjunto con documentos de antecedentes que se hayan recopilado; posteriormente se realizan ensayos de laboratorio para inspeccionar el estado actual de la carpeta asfáltica y el resto de la estructura, finalmente para rehabilitar el pavimento se recomienda el cambio de base granular por una base estabilizada de suelo-cemento, como solución a los problemas presentados en la presente cimentación que permitirá asimilar la variabilidad de condiciones de humedad y carga presentadas en estas vías, cuyo volumen de tráfico es alto a fin de ofrecer unas condiciones óptimas de durabilidad, estabilidad y vida útil a la carpeta asfáltica.

El proceso constructivo de la mezcla (suelo-cemento) se realiza en el sitio de la obra cumpliendo con las especificaciones técnica de las Normas INVIAS Artículo 341; relacionado a materiales para estabilizar con cemento, control de calidad de los mismos como: Granulometría, plasticidad, composición química. Además el cemento a utilizar debe ser tipo Pórtland que cumpla las especificaciones en las Normas ICONTEC 121 y 321.

## **SUMMARY**

The present report describes the activities that were carried out in pavement works based on cement surface at the fourth and ninth avenues, north road before. This project was put into effect through the Plan de Desarrollo Municipal by the mayor of Pasto in 2001 – 2003.

The pavement of the fourth and ninth avenues north road before is a project of public investment presented by the leaders of the town councils, which was a priority to be done. The technical direction of the Plan Vial evaluates and defines the decisions suitably to design and to develop these projects.

Before building these two roads the Comité de Obra formed by two public officials (the director, the supervisor) as well as an engineer analyzed the features of the existing pavement in that place.

Then, test of laboratory were performed to inspect the current state of laboratory were performed to inspect the current state of the asphalt layer and the rest of the structure, finally to rehabilitate the pavement a change at the granular base was recommended for a steady – based on cement surface instead. In this way, the problems of the current laying of foundations were solved, and the assimilation.

The various conditions of humidity and load presented in these two roads were possible, taking into account the great volume of traffic the features of durability, stability and span of life of the asphalt layer were not overlooked.

The building process of the mixture (ground – cement) was performed in the very work place, the whole technical requirements of the INVIAS regulations were observed 341; the control of quality of the materials such as small pill measurements, plasticity, chemical composition. Were Portland's and met all the required conditions from the ICONTEC regulations 121 and 321.

## **INTRODUCCIÓN**

Con el propósito de resolver las necesidades prioritarias de la sociedad, en busca de la aseguración adecuada de los recursos para el buen beneficio y rentabilidad social. La Alcaldía de San Juan de Pasto en conjunto con La Dirección Técnica del Plan Vial preparan y evalúan decisiones adecuadas y eficientes encaminadas al diseño y ejecución de los proyectos en la ciudad, reglamentándose en los programas de gobierno que la administración local ha propuesto.

Para este periodo de gobierno, se trabaja en la ampliación y mejoramiento de la infraestructura vial, identificando los problemas en diferentes sitios de la ciudad. Para el mantenimiento de la malla vial. Se rehabilita el pavimento reemplazando la base granular por una base estabilizada en suelo – cemento, el tratamiento con cemento es aplicable casi a todo tipo de suelo, su dosificación y el diseño de los espesores de las capas son sencillos método que fue desarrollado por la Portland Cement Association-PCA, y se requiere equipo de construcción simple.

El suelo-cemento es una combinación íntima de materiales que se inicio a utilizar en EE.UU. y dio excelentes resultados. En Colombia existen ya algunas experiencias al respecto tanto en carreteras, vías urbanas, aeropuertos y pisos industriales. Ofreciendo ventajas como problemas de estabilidad y durabilidad del pavimento.

En el pavimento flexible (asfáltico), elimina agrietamientos por fatiga, disminuye la presión sobre la subrasante, baja el índice de plasticidad (IP), disminuye cambios volumétricos y aumenta la capacidad de soporte. En el pavimento rígido elimina el fenómeno de bombeo, maximiza la transferencia de carga y brinda plataforma de trabajo.

Por todo esto se puede asegurar de una tecnología madura, que proporciona materiales estables en el tiempo cuyas propiedades no disminuyen con la edad si no por el contrario aumentan.

## 1. BASE EN SUELO - CEMENTO

### 1.1 DESCRIPCIÓN

El presente trabajo consiste en la construcción de una capa de base constituida por material finogranular totalmente adicionado, cemento Pórtland y agua. La construcción de la base en suelo-cemento comprende dos operaciones generales: la preparación de la subrasante sobre la cual se construye el pavimento y el proceso de construcción de la base. Para la construcción de la capa base se realiza la mezcla del suelo y el cemento en el sitio de la obra a fin de obtener finalmente una mezcla homogénea, seguida finalmente de una óptima compactación en lo posible, del suelo-cemento, con los porcentajes convenientes de cemento y agua.

### 1.2 MATERIALES

El Instituto Nacional de vías en las especificaciones generales de construcción de carreteras, artículo 341 establece que los materiales de afirmado para base estabilizada con cemento, debe ajustarse a la siguiente descripción:

1.2.1 Suelo. Es un suelo natural proveniente de excavaciones libre de materia orgánica u otra sustancia que pueda perjudicar el correcto fraguado del cemento.

1.2.1.1 Granulometría. El material para estabilizar no podrá contener mas del 50% en peso de partículas retenidas en el tamiz No. 200, además el tamaño máximo no podrá ser mayor de 75 mm, ni superior a la mitad del espesor de la capa compactada.

1.2.1.2 Plasticidad. Deberá presentar un limite liquido LI inferior (35) y un índice plástico menor de quince (15), determinados según normas de ensayo INV-E-126.

Estos límites se pueden exceder si el constructor demuestra al interventor que el equipo del cual dispone tiene una capacidad suficiente de disgregación para conseguir una mezcla homogénea de un suelo más plástico con el cemento.

1.2.2 Cemento. El cemento para estabilizar será del tipo Pórtland, el cual deberá cumplir lo especificado en las normas ICONTEC 121 y 321.

1.2.3 Agua. El agua deberá ser limpia y estará libre de materia orgánica, su ph según norma ASTM D-1293 deberá estar comprendida entre (5.5 - 8.0).

### 1.3 EQUIPO

Básicamente el equipo estará constituido por compactador de rodillo liso, motoniveladora, y carrotanque para irrigar agua y el material de curado de la capa compactada, elementos de transporte así como herramientas menores.

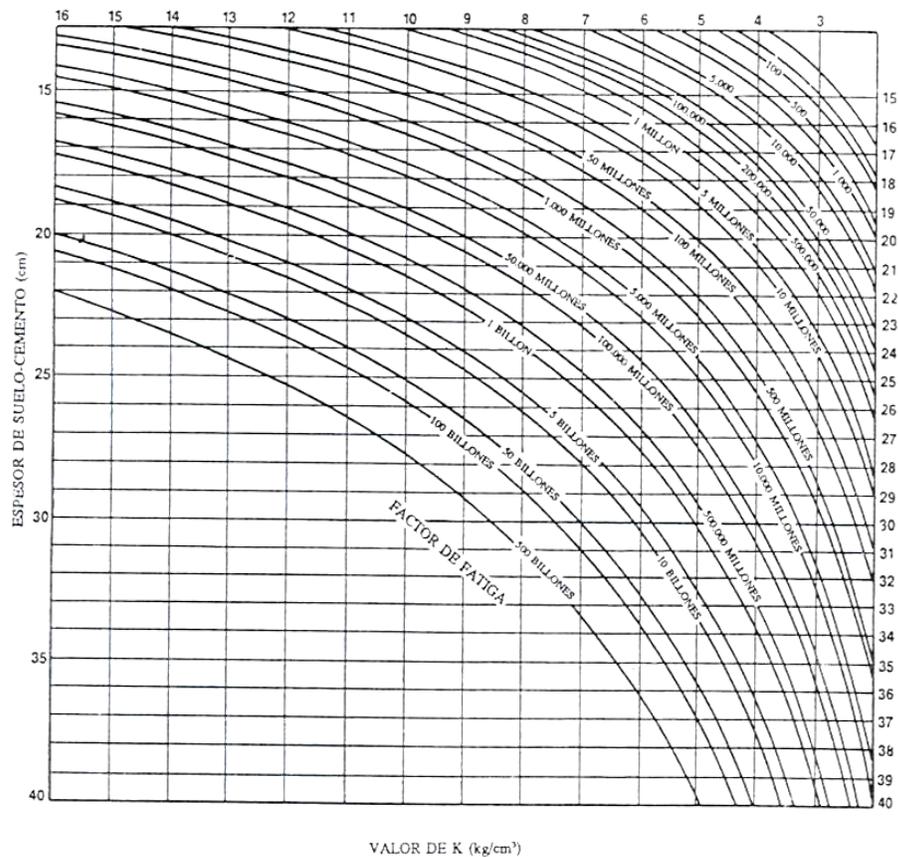
## 1.4 DISEÑO DEL ESPESOR DE LA BASE CON SUELO-CEMENTO

El espesor de la base de suelo-cemento se determina; aplicando el método desarrollado por La Portland Cement Association – PCA, esta fundamentada en el principio de que el suelo-cemento es un material con propiedades diferentes cualquier otro y en algunas consideraciones teóricas ajustada con base ensayos sobre pavimentos existentes.

Contemplado en las notas técnicas del INSTITUTO COLOMBIANO DE PRODUCTORES DE CEMENTO – ICPC.

El ábaco presentado en la figura. 1 Permite determinar el espesor de la base en suelo-cemento para materiales finogranulares. Para el manejo del ábaco se debe tener en cuenta las variables siguientes:

Figura 1. Ábaco para el diseño de espesor de base suelo-cemento finogranular



Notas Técnicas Instituto Colombiano de Productores de cemento-ICPC

- La capacidad de soporte del suelo, evaluada mediante el módulo de reacción de la subrasante (k) determinado con el ensayo de placa.
- El tránsito. La unidad de tránsito corresponde a mil repeticiones de cada eje. Se cuantifica mediante el factor de fatiga obtenido con base en el número y peso de los distintos ejes que utilizarán el pavimento durante el periodo de diseño, afectado por los coeficientes de consumo de fatiga según tabla 1.

Tabla 1. Coeficiente de consumo de fatiga

Carga T	Suelo- Cemento	
	Suelo grueso granular	Suelo finogranular
<b>Ejes Tándem</b>		
22	4.181.000	1.988
21	961.000	959
20	188.600	444
19	40.411	195
18	7.297	84
17	1.195	34.2
16	175	13.2
15	21	4.8
14	2,6	1.6
13	0,24	0.5
12	0,019	0.14
11	0,0012	0.036
10	0,00006	0.008
Carga T	Suelo- Cemento	
	Suelo grueso granular	Suelo finogranular
<b>Ejes Trídem</b>		
35	6.531.370	2.400
30	166.335	391
29	72.614	260
28	31.450	172
27	13.125	112
26	5.265	71
25	2.056	45
24	805	28
23	287	17
22	106	10
21	35,1	0,907
20	10,9	0,352
15	0,009	0,101
12	0,00004	0,007

Notas Técnicas Instituto Colombiano de Productores de cemento-ICPC

- Las bases de suelo-cemento se deben recubrir con una capa de concreto asfáltico para que resista la abrasión causada por la circulación de los vehículos. Y a la degeneración causada por el agua.

En la tabla 2. se dan algunos valores de espesores de cemento asfáltico, en función del espesor de la base del suelo-cemento.

Tabla 2. Espesores de carpeta asfáltica

Espesor suelo-cemento (cm)	Espesor Carpeta (c m)	
	Recomendado	Mínimo
12,5 – 15,0	2,0 – 4,0	TSS*
17,5	1,0 – 5,0	TSD**
20,0	4,0 – 6,5	2,5
22,5	5,0 – 7,5	5,0

Notas Técnicas Instituto Colombiano de Productores de cemento-ICPC

\* Tratamiento superficial simple

\*\* Tratamiento superficial doble

### 1.5 DOSIFICACIÓN DE MEZCLA SUELO-CEMENTO

El método que se va a presentar a continuación coincide básicamente con la Portland Cement Association de Estados Unidos.

La principal característica que debe tener una buena mezcla de suelo-cemento es su capacidad de soportar la exposición a los elementos o sea su durabilidad.

Se dan enseguida los pasos que deben seguirse en el laboratorio:

Ensayos preliminares. Sobre la muestra del suelo en estudio debe realizarse los siguientes ensayos:

- Análisis granulométrico por tamizado y por sedimentación.
- Determinación el límite líquido.
- Determinación del límite plástico.
- Determinación de la absorción y peso específico del cascajo.

Denominación de las fracciones de suelo de acuerdo a su tamaño en la siguiente forma:

Tabla 3. Fracciones del suelo

TIPO DE SUELO	TAMAÑO (mm)
Cascajo grueso	De 4,8 a 76
Cascajo fino	De 2,0 a 4,8
Arena gruesa	De 0,42 a 2,0
Arena fina	De 0,05 a 0,42
Limo	De 0,005 a 0,05
Arcilla	Menor de 0,005

Notas Técnicas Instituto Colombiano de Productores de cemento-ICPC

Ensayos con la mezcla de suelo y cemento. Se determina la densidad máxima aparente y la humedad óptima de la mezcla de suelo y cemento por medio de ensayos de Próctor Normal ( especificación AASHTO T134-70)

Este ensayo se debe efectuar con el contenido de cemento más probable para el suelo en estudio, fijado por la experiencia con materiales o el indicado por la tabla 4 de acuerdo con la clasificación AASHTO del suelo (el contenido del cemento en peso se define como la relación entre el peso del cemento agregado y el peso del suelo seco en estudio)

Tabla 4. Contenido del cemento para el ensayo de compactación

<b>CLASIFICACIÓN AASHTO DEL SUELO</b>	<b>CONTENIDO DE CEMENTO EN PESO (%)</b>
A 1 – a	5
A 1 – B	6
A 2	7
A 3	9
A 4	10
A 5	10
A 6	12
A 7	13

Notas Técnicas Instituto Colombiano de Productores de cemento-ICPC

## 2. PAVIMENTACIÓN CON BASE EN SUELO-CEMENTO CARRERA DIECINUEVE, ANTIGUA SALIDA NORTE

Esta vía era el antiguo acceso a la ciudad de Pasto, pasaba por los municipios de Buesaco, La Unión, Mojarras, Popayán y Cali. Es una vía que data del año 1960 con más de treinta años de vida útil construida con normas y especificaciones anteriores, para el tráfico de la época que no era tan pesado, además utilizada antiguamente por los carros recolectores de basura que iban al botadero de Las Plazuelas.

En la actualidad se considera una vía arterial menor de doble sentido donde fundamentalmente transitan autos livianos, buses y chivas que van al sector de Cujacal.

En el recorrido se encuentran los barrios de Alameda, Los alcázares, Centenario, Santa Matilde, San Diego, Simón Bolívar, Sindagua y una vía alterna para ingresar al Sagrado Corazón de Jesús al igual esta vía llega a Villanueva y Valle de Aranda, que es un polo de desarrollo de construcción urbanístico de vivienda de interés social.

### 2.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL CONTRATO

El cuadro 1. describe los detalles del contrato de obra.

Cuadro 1. Descripción general del contrato de obra carrera diecinueve

CONTRATO DE OBRA	CONTRATANTE	CONTRATISTA	OBJETO	DURACIÓN	VALOR
020-031271	Municipio de Pasto (Plan Vial)	Héctor Javier Médicis	Parcheo en asfalto de la carrera 19 entre calles 23 y 26 de la ciudad de Pasto	60 días	64.640.563.75

### 2.2 CARACTERÍSTICAS DEL PAVIMENTO EXISTENTE

Recopilando antecedentes de ensayos de CBR y ensayos actuales de campo en el sector; se analizan las características que presenta el pavimento y se observa que la base del pavimento presenta una baja resistencia principalmente en el sector centro e izquierda, lo cual se debía a que en la zona se había hecho excavaciones con el objeto de la reconstrucción del alcantarillado y las instalaciones de telefonía los cuales no se compactaron en forma debida ni con el material adecuado para este tipo de trabajos esto se pudo constatar con las excavaciones in situ realizadas; Como también el deterioro total de la capa del pavimento y perdida total del diseño geométrico inicial, igualmente el suelo perdía su estabilidad y descendía rápidamente, situación comprensible puesto que las zonas deterioradas dejaron entrar agua al interior de la subrasante, sub.-base y base, produciendo efectos físicos tales como la pérdida acelerada de finos, acordonamiento de

Partículas gruesas que adicionalmente con el efecto de carga produjo casi el deterioro total de la sub-base y base y en algunos sitios de la subrasante, así entonces ante estas consideraciones se plantea como recomendaciones levantar el pavimento existente y realizar la pavimentación de toda la calzada con el fin de garantizar un trabajo más beneficioso acorde con la inversión que se había programado y garantizar la correcta determinación de zonas de subrasante de baja estabilidad que tendrán que ser estabilizadas.

El ingeniero interventor delegado por Plan Vial presenta la alternativa de sustituir la base granular contratada inicialmente con una base en suelo-cemento, lo cual por su resistencia permitiría reducir el espesor de la carpeta asfáltica a cinco (5) centímetros, lográndose de esta manera aumentar el tramo a recuperar con una reducción considerable de costos. Esto permitiría considerar una longitud de 150 metros lineales con un ancho de calzada de 7 metros, para un total de 1050 metros cuadrados de pavimento, unos 137.5 metros cuadrados mas de lo que se alcanzaría con un espesor de asfalto de 8 centímetros.

Este trabajo deberá garantizarse con ensayos de laboratorio realizados sobre todo y cada uno de los elementos estructurales y en lo que se refiere al suelo-cemento se realizara con la normatividad existente para ello, en lo que respecta a calidad de los materiales, proporciones de mezcla, espesores y resistencias mínimas a la compresión (por tratarse de un concreto de bajas especificaciones que deberá tener las mismas consideraciones de construcción y curado)

## 2.3 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

El material para base que se va a utilizar debe ser finogranular bien gradado.

2.3.1 Propiedades del suelo-cemento a utilizar. Las propiedades mecánicas y estructurales del suelo-cemento varían dentro de un amplio rango como se indica en el cuadro 2.

Cuadro 2. Propiedades del suelo-cemento a utilizar

PROPIEDAD (kgf/cm <sup>2</sup> )	VALOR A LOS 28 DÍAS
Resistencia a la compresión saturada y no confinada	21-56
Modulo de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )	5-11
Modulo de elasticidad estática a flexión (kgf/cm <sup>2</sup> )	42
Coefficiente de poisson	0.12 - 0.14
Radio de curvatura critica $R_c=F(h)$	100 - 200

Notas Técnicas Instituto Colombiano de Productores de cemento-ICPC

- ✓ Son ideales los suelos que menos del 20% pase por el tamiz 75 mm y tenga baja plasticidad; (Bajo porcentaje de arcillas)
- ✓ El comportamiento del suelo-cemento bajo carga y la deformación es similar a las ecuaciones derivadas de la teoría de las capas.

- ✓ Equivalente de cargas es de 0.60 para eje TAMDEN y 0.45 para eje TRIDEN, se tomara 0.60
- ✓ El retraso de la compactación en horas disminuye la resistencia en aproximadamente 5 kg/cm<sup>2</sup> con 3.5% de cemento en peso y material bien gradado.
- ✓ El suelo-cemento tendrá W% (porcentaje de humedad) optima cuando se pueda moldear con la mano y se pueda partir en dos piezas sin que se despedace, esta se tomara como la de compactación in situ.
- ✓ La perdida de humedad durante la compactación se reconoce por la tonalidad pardusca que toma el suelo-cemento. Es un indicativo de iniciar curado superficial.

#### 2.3.1.1 Características de la compactación del suelo-cemento

- ✓ Los principios que rigen la compactación del suelo-cemento, esta dado por el suelo que sé esta tratando.
- ✓ La perdida de la humedad durante la compactación disminuye l capacidad mecánica.
- ✓ Los vibradores de llantas metálicas se utilizan en materiales finogranulares.
- ✓ La compactación se inicia apenas se extiende y nivela el suelo-cemento.
- ✓ Tiempo máximo del periodo de compactación = 4 horas.
- ✓ Los requerimientos de la densidad parten de que esta alcanza su valor entre 95%-100% de la máxima determinada en una muestra representativa de la mezcla al iniciar la compactación.
- ✓ La superficie del suelo-cemento debe mantenerse húmeda hasta finalizar todas las operaciones para garantizar la hidratación del cemento.
- ✓ La humedad de la mezcla tiene del suelo-cemento y tiene suficiente para la hidratación.
- ✓ La densidad se alcanza más fácil si hay menos agua evaporada.
- ✓ El curado es esencial.

2.3.2 Procedimiento constructivo. Para este tipo de estructura con deficiente comportamiento estructural, perdida de geometría, hundimiento de cámaras de alcantarillado, deficiente compactación por intervenciones realizadas y base superficial contaminada. Presenta el siguiente proceso constructivo:

- ✓ Demolición de carpeta existente.
- ✓ Desalojo de base superficial contaminada.
- ✓ Movimiento y almacenamiento de base existente en buen estado.
- ✓ Corrección de zonas inestables de la subrasante (según estudios de suelos)
- ✓ Compactación de la subrasante.
- ✓ Toma de densidades de la sub-base.
- ✓ Nivelación topográfica, seriado sobre base existente (nuevo diseño)
- ✓ Tender base existente en buen estado.
- ✓ Adicionar base y mezclar con base existente.
- ✓ Realizar inspección y ensayo a la nueva sub-base (granulometría, toma de densidades)
- ✓ Compactar sub-base.
- ✓ Colocación de lechada de agua-cemento (relación a/c = 0.7 - 0.8) sobre la sub-base existente. (Adherencia con suelo-ce)
- ✓ Mezclar suelo y cemento (tiempo máximo de ejecución = 1 hora)
- ✓ Tender nivelar y compactar (tiempo máximo de ejecución = 3 horas)
- ✓ Aplicar curado (tiempo mínimo de ejecución = 3 días)
- ✓ Imprimir (tiempo máximo permitido desde su compactación = 4 días a min. 15 grados ambiente, sin tráfico)
- ✓ Colocación de carpeta asfáltica en caliente e = 5 CMS compactos.
- ✓ Construcción de drenajes.
- ✓ Apertura al tráfico tiempo min. 5 horas después de terminar la compactación de la carpeta asfáltica.

## 2.4 AVANCE FÍSICO Y PROGRAMA DE TRABAJO

En el presente numeral se explica el cómo fue avanzando la ejecución de la pavimentación de la vía con la descripción secuencial de cada ítem y el cálculo de las cantidades de obra.

2.4.1 Actividades. Para que se llevaran a cabo estas actividades se cuenta con la presencia permanente en la obra del ingeniero contratista, el ingeniero residente y la inspección del ingeniero interventor delegado por Plan Vial con el auxiliar de interventoría.

✓ Cierre de la vía y señalización. A fin de iniciar los trabajos de construcción, control del tráfico, protección del peatón y obreros en la obra, para evitar futuros accidentes.

✓ Demolición capa de rodadura con compresor. Al realizarla demolición de la capa de rodadura se constató que presentaba espesores entre 10 y 15 cm por lo cual se toma como promedio para cálculo de éste ítem un espesor de 12 cm como indica el cuadro 3.

Cuadro 3. Demolición capa de rodadura con compresor

ÁREA DE CARPETA	VOLUMEN
150 mts * 7 mts = 1050 mts <sup>2</sup>	1050 mts <sup>2</sup> * 0,12 mts = 126 mts <sup>3</sup>

✓ Corte pavimento con cortadora. Se realizó el corte al inicio y al final del pavimento a recuperar.

✓ Longitud de corte = 7 m \* 2 = 14 metros lineales

✓ Excavación manual en material común. Se realizó excavaciones para mejoramiento de la subrasante en tres sectores de los cuales se tomaron las siguientes mediciones. Como indica el cuadro 4.

Fig. 2. Excavación manual material común



Cuadro 4. Excavación manual en material común

Cajeo abscisa 0,00 a 0,30 (centro)	30 m * 3,50 m * 0,25 m = 26,25 m <sup>3</sup>
Cajeo abscisa 0,70 a 0,90 (centro)	20 m * 2,50 m * 0,25 m = 12,50 m <sup>3</sup>
Cajeo abscisa 0,30 a 100 (derecho)	70 m * 1,00 m * 0,25 m = 17,50 m <sup>3</sup>
TOTAL EXCAVACIÓN	56,25 M <sup>3</sup>

- ✓ Desalojo de escombros incluye escombrera. Los desperdicios y escombros sobrevivientes de las actividades de excavación y demolición, son removidos del sitio de la obra inmediatamente. El cuadro 5 indica el total del material desalojado.

Cuadro 5. Desalojo de escombros incluye escombrera

Desalojo del material de la capa de rodadura	126 m <sup>3</sup>
Desalojo del material de excavación (cajeos)	56,25 m <sup>3</sup>
Desalojo del material a sustituir de la base contaminada	49,00 m <sup>3</sup>
Total desalojo	231,25 m <sup>3</sup>

- ✓ Protección de cámaras. La protección de cámaras se realiza con tabloncillos bien firmes, bajándolas de nivel y así evitar interrupciones y contratiempos Cuando sé este trabajando con La maquinaria.

Fig. 3. Protección de cámaras



- ✓ Base granular compactada. Espesor e = 0,25 mts: Se realiza relleno y compactación con base granular en los sectores de cajeos para mejoramiento de la subrasante. Total base granular compactada = 56,25 m<sup>3</sup>
- ✓ Localización, diseño y control de Topografía. Área total de trabajo = 150 m \* 7 m = 1050 m<sup>2</sup>
- ✓ Mejoramiento de subrasante.

Área de subrasante =  $150 \text{ m} * 7 \text{ m} = 1050 \text{ m}^2$

Fig. 4. Mejoramiento de subrasante



Fig. 5. Mejoramiento de subrasante



- ✓ Se revisa el estado de todas las cámaras, sumideros y acometidas domiciliarias para hacer sus respectivas correcciones y dejar preparada la subrasante.
- ✓ Conformación de base existente. Área de base =  $150 \text{ m} * 7 \text{ m} = 1050 \text{ m}^2$

Fig. 6. Conformación de base existente.



2.4.2 Construcción de la base en suelo- cemento. Antes de construir la base estabilizada se comprueba que la superficie que va a servir de apoyo tenga la densidad y lisura apropiada como también el perfil transversal y la rasante de la vía. Se debe contar con todo el equipo que se va a utilizar en la formación de la base estabilizada en suelo- cemento.

- ✓ Espesor de la base a estabilizar con suelo-cemento  $e = 0.15 \text{ m}$
- ✓ Porcentaje de cemento requerido = A 75 kilogramos que equivale a 1.5 sacos por cada metro cúbico de material finogranular.
- ✓ Volumen de suelo cemento =  $150 \text{ m} * 7 \text{ m} * 0,15 \text{ m} = 157,5 \text{ m}^3$
- ✓ Cantidad de cemento =  $157,5 \text{ m}^3 * 1,5 = 236,25$  bultos de 50 Kg

Equipo a utilizar: Compactador con cilindro metálico liso, carrotanque para aplicar agua, motoniveladora y herramientas menores.

2.4.2.1 Transporte y colocación de material finogranular. El material se transporta al sitio de la obra protegido con lona para evitar que parte del material caiga sobre las vías por donde transitan los vehículos. El material se distribuye uniformemente con motoniveladora sobre la subrasante previamente perfilada y compactada.

Fig. 7. Trans. Y colocación de mat. Finogranular



2.4.2.2 Manejo y distribución del cemento. Durante la aplicación del cemento la humedad del suelo no podrá ser superior a la definida durante el proceso de diseño, para lograr una mezcla uniforme del suelo con el cemento. El proceso de distribución del cemento se hace en forma manual colocando los sacos de cemento en filas y columnas regulares a una distancia aproximada del espacio que ocupa saco y medio para un metro cúbico de material de base, y se deposita el cemento dispersándolo en forma homogénea.

Fig. 8. Manejo y distribución del cemento



El cemento no debe depositarse sobre charcos de lluvia o sobre suelos extremadamente húmedos. Juega un papel importante el estado del tiempo que no debe ser de lluvias.

2.4.2.3 Mezcla en seco. Para la operación del mezclado del suelo con el cemento se utiliza la motoniveladora, para esta operación se reparte el cemento en la masa del suelo hasta lograr una masa homogénea.

2.4.2.4 Mezcla húmeda. En caso que se requiera se incrementa la humedad con nuevos riegos hasta alcanzar la humedad óptima de compactación resultante del próctor.

2.4.2.5 Extendido de la mezcla. La densidad de la capa extendida debe ser lo mas uniforme posible, aquí se restituye el perfil a las dimensiones previstas. El material queda en condiciones de ser compactado inmediatamente. Finalmente se toman muestras para pruebas de cilindro de resistencia a la compresión en el laboratorio Normas Técnicas ICPC.

Fig. 9. Extendido de la mezcla



2.4.2.6 Compactación. Espesor de la capa quince centímetros, se consolida la capa formada hasta lograr una densidad máxima igual a la del próctor, la compactación se inicia partiendo de los bordes hacia el centro y en las curvas con peralte se procede a la inversa. Si el piso ha quedado ondulado la motoniveladora restituye el perfil y se humedece de nuevo el suelo suelto.

Fig. 10 Compactación de la base suelo-cemento



2.4.2.7 Acabado. La superficie debe quedar lisa, densa y libre de estrías, los tres días siguientes se irriga agua a la base estabilizada a fin de que se hidrate y no pierda humedad.

Fig. 11. Acabado



Fig. 12. curado

2.4.2.8 Curado. Con el fin de sellar la superficie en un periodo no menor de siete días se protege contra pérdida de humedad la base estabilizada con la aplicación uniforme del producto asfáltico preparado y aceptado por interventoría, se utiliza asfalto liquido de curado medio MC-70 aplicado a temperatura entre 60-70 °C emulsión asfáltica catiónica estabilizada de rotura lenta con contenido de asfalto del 50-65 % que se aplica a temperatura ambiente. Se suspende el tráfico por 4 días. Equipo utilizado tanque irrigador.



2.4.2.9. Carpeta de rodadura. Espesor = 5 cms, colocación del concreto asfáltico de gradación densa mezclado en planta y en caliente, extendido en una capa de cinco centímetros de espesor que tendrá la composición establecida por las especificaciones.

Fig. 13. Carpeta de rodadura



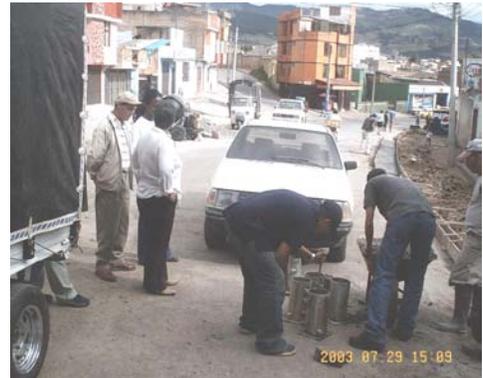
✓ Reconstrucción de cámaras. Se realizan 14 cámaras.

✓ Construcción de cunetas y sardineles. Se realizan los ensayos de SLUMP Y CILINDROS a la mezcla para seguimiento del control de calidad y mantener la resistencia de 2.500 PSI establecidos, se fundieron 161 metros lineales de cunetas y 160 metros lineales de sardinel.

Fig. 14. Ensayo de SLUMP



Fig. 15. Ensayo de CILINDROS



### 3. PAVIMENTACIÓN CON BASE EN SUELO-CEMENTO DE LA CARRERA CUARTA

Es una vía interurbana de alto tráfico, colector de doble sentido cuyo tránsito promedio semanal es aproximadamente 10.000, donde transitan vehículos particulares livianos, particulares superiores a dos ejes, doble troques y buses urbanos. La vía permite el acceso al mercado potrerillo y a barrios sur orientales. Comunica la calle 12 con el sector barrio Lorenzo de Aldana, y la avenida IDEMA. En el recorrido se encuentran los barrios de La Rosa, El Pilar, Chambú, La Minga, Santa Clara, Miraflores, Cantarana, Emilio Botero, El 12 de Octubre, El 7 de Agosto y La Victoria. Además no es vía de paso pero la utilizan vehículos que van para el terminal de transporte y el Putumayo.

#### 3.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El cuadro 6. describe los detalles del contrato de obra.

Cuadro 6. Descripción general del proyecto carrera cuarta entre calle 12 CAI y CASD

CONTRATO DE OBRA.	CONTRATANTE	CONTRATISTA	OBJETO	DURACIÓN	VALOR
017-031266	Municipio de Pasto. (Plan Vial)	Olga H. Chamorro	Parqueo en asfalto carrera cuarta entre calle 12 y CAI-CASD	75 días	259.240.858.52

#### 3.2 CARACTERÍSTICAS DEL PAVIMENTO EXISTENTE

La pavimentación de la vía se ejecuta en tres fases, a fin de no cerrar completamente la vía debido al flujo constante de vehículos que esta presenta entre ellos el acceso al mercado potrerillo, y el colegio CCP de Pasto.

##### FASE I

- ✓ Subrasante con capacidad portante media, alta humedad en base encontrada, sistema de drenaje suficiente pero obstruido, presencia de la quebrada Chapal la cual presenta anualmente innumerables inundaciones en el sector afectando considerablemente el funcionamiento estructural de la base que soporta el tráfico pesado con destino y proveniente del mercado potrerillo.
- ✓ Con prueba de carga al compactar la subrasante se detectó vibraciones mínimas en las zonas vecinas (carga aproximada aplicada = 10-12 ton/cm<sup>2</sup>)
- ✓ Conserva diseño geométrico.

✓ Pavimento totalmente abierto (piel de cocodrilo) Donde técnicamente la única opción sería su demolición y desalojo 100% carpeta asfáltica.

✓ Pendiente del 0.518%

✓ Sistema de alcantarillado en buen estado, estadísticamente en las crecientes anuales se han saturado y se desagua por las tapas de las alcantarillas (solución a mediano plazo, consecuencia del acelerado proceso de crecimiento habitacional en la zona circunvecina), inundando el pavimento existente (consecuencia fundamental para el comportamiento estructural actual y deterioro total de la capa de rodadura) y desaguando finalmente en la quebrada Chapal.

✓ El técnico laboratorista presento los ensayos de laboratorio siguientes:

Granulometrías

C.B.R.

Densidades

Humedad natural

## FASE II

✓ Subrasante con capacidad portante media, estado de saturación en base encontrada (casa del joven), sistema de drenaje trabajando a pendientes mínimas pero con desagües obstruidos.

✓ Con prueba de carga (Compactador Bilelli mod. C80 tipe 58 engine power kw 54 2500 rpm. overal más 7600 Kg) al compactar la subrasante en la casa del joven, se detecto vibraciones mínimas en las zonas vecinas, base superficial existente con alto contenido de humedad, deficientes calidades volumétricas, excesiva contaminación.

✓ No conserva diseño geométrico.

✓ La causa principal del deterioro excesivo, es la presencia de un talud de aproximadamente 70 ml sin anden, cunetas ni sardinel, lo que ocasiono que el agua superficial se introdujera en la base y el pavimento asfáltico deteriorándolo en su totalidad.

✓ El pavimento en la casa del joven, totalmente abierto (piel de cocodrilo, baches muy evidentes) Donde técnicamente la única opción sería la demolición y desalojo 100% carpeta asfáltica, cambio de base en mal estado y realizar ensayos para verificar su capacidad de soporte.

✓ Posteriormente realizar mejoramiento de base existente y colocación de base en suelo-cemento, para aumentar capacidad de soporte y aumentar la vida útil.

✓ El técnico laboratorista presento los ensayos de laboratorio siguientes:

Granulometrías

C.B.R.

Densidades

Humedad natural

FASE III.

- ✓ Subrasante con capacidad portante media, esta zona esta influenciada directamente por el tránsito vehicular pesado del mercado potrerrillo, instituciones como el CASD y CCP que evidencian un tráfico superior al de diseño.
- ✓ Perdida total del diseño geométrico.
- ✓ Pavimento casi perdido por la cantidad de contaminación existente (sobrantes de construcción, basuras etc.)
- ✓ Técnicamente la única opción, la demolición y desalojo del 100% carpeta asfáltica y cambio de base existente.
- ✓ Sistema de drenaje con altas pendientes, sin sardinel.
- ✓ Sistema de alcantarillado en buen estado.
- ✓ El técnico laboratorista presento los ensayos de laboratorio

Granulometría

C.B.R.

Densidades

Humedad natural

### 3.3 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

De los resultados e inspección in-situ. Para garantizar la duración del parcheo hasta por 5 años encontramos que las principales exigencias técnicas son las siguientes:

FASE I

Disminución de presión sobre la subrasante

Disminuir cambios volumétricos

Impermeabilizar la base

Disminuir agrietamiento por fatiga

- ✓ Considerando toda la información obtenida de los ensayos y análisis históricos sobre crecientes y avenidas presentadas en la zona y corroboradas por el departamento técnico de EMPOPASTO, sobre su frecuencia anual. Y observando el alto estado de deterioro actual de la carpeta asfáltica ocasionado por el efecto mecánico Bumping (referencia normas ASSTHO), sugiere el cambio de base granular caracterizada por su alta resistencia a la carga de diseño a humedad constante sin embargo bajo circunstancias especiales presenta das en la fase 1 donde la humedad variable y la saturación constante hace

necesario construir una base impermeable, que Disminuye la presión sobre la subrasante, que disminuya los cambios volumétricos y que garantice la capacidad de soporte igual y superior a la de diseño por el uso de la mezcla de materiales de suelo-cemento y que sería la solución a mediano plazo a los problemas presentados en la presente cimentación y que permitiría asimilar la variabilidad de condiciones y carga presentadas en la zona de tránsito, que causen problemas de estabilidad, durabilidad Y vida útil de la carpeta asfáltica que no ha sido diseñada para esta clase de eventos.

✓ Adicionalmente aumentaría la capacidad de soporte, que se requiere para soportar el tránsito de vehículos pesados hacia el mercado potrerrillo, y el alto tráfico de carros livianos.

✓ Por las razones técnicas expuestas y soportadas por los ensayos de laboratorio y que garantizan la durabilidad, vida útil y bienestar a toda la comunidad del sector, se decide utilizar el suelo-cemento basadas en las investigaciones y excelentes resultados encontrados por el Instituto Colombiano de Productores de Cemento ICPC y que utilizado bajo las exigencias técnicas darían resultados satisfactorios.

## FASE II

Evitar inclusión de agua superficial hacia la estructura.

Evitar la entrada de agua dentro del pavimento con presencia de piel de cocodrilo.

Direccionar toda el agua superficial.

Disminuir el agrietamiento por fatiga.

✓ Realizar las siguientes obras: El corte del talud existente en una longitud de mas de 70 metros lineales, para evitar que el agua superficial deteriore nuevamente la estructura a recuperar y la carpeta asfáltica nueva a colocar, para lo cual se realizan los respectivos cortes. Posteriormente se realizaran los sardineles en todos los tramos para direccionar todas las aguas superficiales en toda la longitud de la fase II.

## FASE III

Disminución de presión sobre la subrasante

Cambio de base existente.

Construir sistemas de desagües adecuados

Disminuir agrietamiento por fatiga.

Rediseñar rasante.

Realizar las siguientes obras: Realizar el diseño de la rasante para recuperar la transitabilidad normal del flujo vehicular, demolición y desalojo del 100% de la carpeta asfáltica por no tener posibilidades de recuperación, cambiar la base en mal estado y adicionar base nueva si amerita el diseño geométrico y estructural nuevo, posteriormente se tendera y construirá con toda la normatividad INVIAS 2002, toda la base existente.

✓ Para solventar los problemas de capacidad portante por la alta transitabilidad de vehículos pesados se colocara una base en suelo-cemento con espesor de 15 CMS y carpeta asfáltica en caliente de  $e = 5$  CMS para un suelo cuya dosificación de suelo-cemento con 3.5% de cemento en peso. Adicionalmente como solución al agrietamiento por fatiga y aumentar la vida útil del pavimento en construcción.

✓ Para solventar los problemas agrietamiento por el fenómeno Bumping, se construirá sardineles en toda la extensión para direccionar las aguas superficiales y evitar la inclusión de la misma dentro de la carpeta asfáltica.

### 3.4 AVANCE FÍSICO Y PROGRAMA DE TRABAJO

El proceso de ejecución de obra se desarrolla en tres fases, La primera etapa de trabajo parte de la Panamericana - salida sur ( Puente de Chapal) a carnicería esquina casa N° 12 C - 06, la segunda etapa Casa del Joven - CADS y la etapa final carnicería esquina a Casa del Joven.

3.4.1 Actividades. Los trabajos que se realizan en la vía son similares a los de la carrera diecinueve antigua salida norte. A continuación se describen los cálculos con la cantidad respectiva de obra para cada ítem.

En cuanto a la conformación de la base de suelo-cemento el proceso constructivo es igual al descrito en el numeral 2.4.2 del capítulo 2 por tal razón no se lo describe en este capítulo.

3.4.1.1 Demolición capa de rodadura. Al realizar la demolición de la capa de rodadura, se obtuvo un promedio de espesor = 0.085 mts.

Fig. 16. Demolición capa de rodadura



Fig. 17. Demolición capa de rodadura



✓ Fase N. 1 SEMÁFORO- ESQUINA CARNICERÍA

$$e = 0.15 \text{ m}$$

$$\text{Área carpeta} = 171.08 \text{ m} \times 8.5 \text{ m} = 1454.19 \text{ m}^2$$

$$\text{Volumen} = 1454.19 \times 0.15 \text{ m} = 218.13 \text{ m}^3$$

✓ Fase N. 2 ESQUINA CARNICERÍA - CASA DEL JOVEN

$$e = 0.15 \text{ m}$$

$$\text{Área carpeta} = 73.03 \text{ m} \times 8.37 \text{ m} = 611.26 \text{ m}^2$$

$$\text{Volumen} = 611.26 \text{ m}^2 \times 0.15 \text{ m} = 91.7 \text{ m}^3$$

$$e = 0.10 \text{ m}$$

$$\text{Área parches} = 356.97 \text{ m}^2$$

$$\text{Volumen parches} = 356.97 \times 0.106 = 37.86 \text{ m}^3$$

$$\Sigma \text{ Total área fase 2} = 968.23 \text{ m}^2$$

$$\Sigma \text{ Total volumen fase 2} = 129.56 \text{ m}^3$$

✓ Fase N. 3 CASA DEL JOVEN – CASD

$$e = 0.15 \text{ m}$$

$$\text{Área carpeta} = 214.3 \text{ m} \times 9.03 \text{ m} = 1993.36 \text{ m}^2$$

$$\text{Volumen} = 1993.36 \times 0.15 \text{ m} = 299 \text{ m}^3$$

$$e = 0.09 \text{ m}$$

$$\text{Área parches} = 200.14 + 269.76 = 469.9 \text{ m}^2$$

$$\text{Volumen parches} = 469.9 \times 0.09 = 42.29 \text{ m}^3$$

$$\text{Total área fase 3} = 2463.26 \text{ m}^2$$

$$\text{Total volumen fase 3} = 341.29 \text{ m}^3$$

$\Sigma$  Total volumen = 688.98 m<sup>3</sup>

#### 3.4.1.2 Corte de pavimento cortadora

✓ Fase N. 1 SEMÁFORO- ESQUINA CARNICERÍA

Cortes = 157.9 ml

✓ Fase N. 2 ESQUINA CARNICERÍA - CASA DEL JOVEN

Cortes = 18 ml + 327.37 = 345.37 ml

✓ Fase N. 3 CASA DEL JOVEN – CASD

Cortes = 59.32 + 123.41 + 243.72 = 426.45 ml

$\Sigma$  Total Cortes = 929.72 ml

#### 3.4.1.3 Excavación manual

Fase N. 1 = 1454.19 x 0.11 = 159.96 m<sup>3</sup>

Fase N. 2 = ((611.26 x 0.20) + 553.42) + 53.55 = 729.22 m<sup>3</sup>

Fase N. 3 = (1993.36 x 0.11) + (200.14 x 0.15) = 249.3 m<sup>3</sup>

$\Sigma$  Total excv. = 1138.47 m<sup>3</sup>

#### 3.4.1.4 Desalojo escombros

Fase N. 1 = 218.13 + 159.96 = 378.10 m<sup>3</sup>

Fase N. 2 = (91.7 + 37.86) + (675.67 + 53.55) = 858.78 m<sup>3</sup>

Fase N. 3 = (299 + 20.01 + 21.58) + (219.27 + 30.02) = 589.88 m<sup>3</sup>

$\Sigma$  Total desal. = 1827.45 m<sup>3</sup>

#### 3.4.1.5 Base granular compactada. Espesor = 0.15 m

Fase N. 1 = 17.33 m<sup>2</sup> x 0.15 m = 2.60 m<sup>3</sup>

Total base granular = 2.60 m<sup>3</sup>

En las fases N° 2 y 3, se reemplaza la base granular por base estabilizada suelo – cemento con espesor de capa = 0.15 m

3.4.1.6 Relleno material seleccionado

Fase N. 1 = 17.87 m<sup>2</sup> x 0.15 m = 2.68 m<sup>3</sup>

Total material seleccionado = 2.68 m<sup>3</sup>

3.4.1.7 Escarificación y compactación

Fase N. 1 = 1454.19 m<sup>2</sup>

Fase N. 2 = 611.26 m<sup>2</sup>

Fase N. 3 = 1993.36 m<sup>2</sup>

Σ Total = 4058.81 m<sup>2</sup>

3.4.1.8 Carpeta asfáltica. Con espesor = 0.05 m

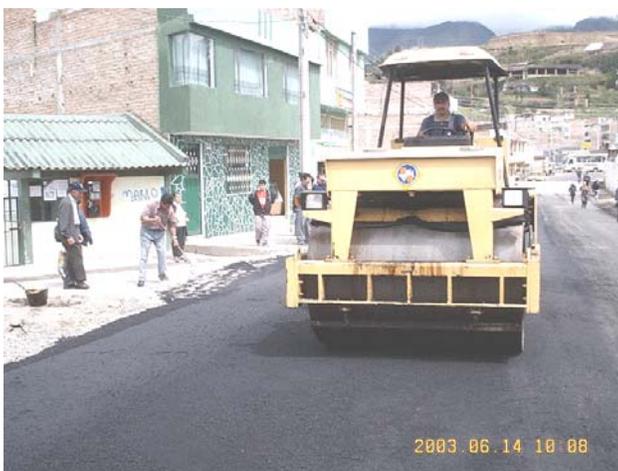
Fase N. 1 = (1454.19 m<sup>2</sup> x 0.05) = 72.71 m<sup>3</sup>

Fase N. 2 = (611.26 m<sup>2</sup> x 0.05) + (356.97 x 0.056) = 50.83 m<sup>3</sup>

Fase N. 3 = (1993.36 m<sup>2</sup> x 0.05) + (200.14 x 0.056) + (269.76 x 0.08) = 132.40 m<sup>3</sup>

Σ Total = 255.04 m<sup>3</sup>

Fig. 18. carpeta asfáltica



3.4.1.9 Sardinel de confinamiento  $h = 0.45 \text{ m}$

Fase N. 1 = 66.08 ml

Fase N. 2 = 67 ml

Fase N. 3 = 311.82 ml

$\Sigma$  Total = 444.90 mL

3.4.1.10 Cuneta concreto rígido de 2500 psi  $a = 0.10 \text{ m}$

Longitud = 73.67 ml

3.4.1.11 Levantamiento diseño y control

Fase N. 1 = 262.32 ml

Fase N. 2 = 73.03 ml

Fase N. 3 = 214. 30 mL

$\Sigma$  Total = 549.65 ml

3.4.1.12 Seriado y perfilado

Fase N. 1 = 1454.19 m<sup>2</sup>

Fase N. 2 = 611.26 m<sup>2</sup>

Fase N. 3 = 1993.36 m<sup>2</sup>

$\Sigma$  Total = 4058.81 m<sup>2</sup>

3.4.1.13 Base suelo cemento

Fase N. 1 = 1454.19 m<sup>2</sup>

Fase N. 2 = (611.26 + 356.97) = 968.23 m<sup>2</sup>

Fase N. 3 = (1993.36 + 45) = 2038.36 m<sup>2</sup>

$\Sigma$  Total = 4460.78 m<sup>2</sup>

Fig. 19. base suelo cemento



3.4.1.14 Realce de cámaras. Como muestra la fig. 20

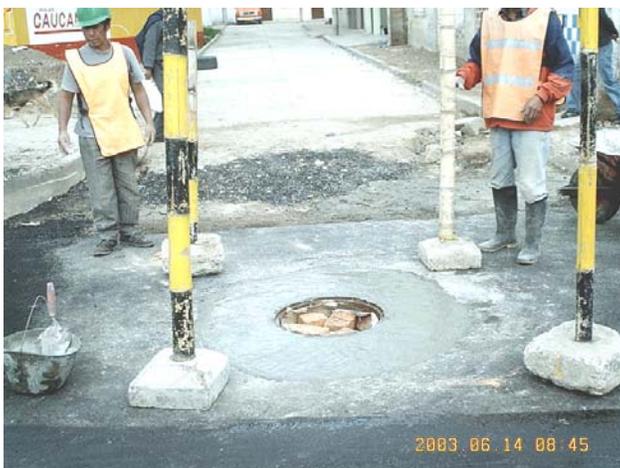
Fase N. 1 = 6 Unidades

Fase N. 2 = 8 Unidades

Fase N. 3 = 0

$\Sigma$  Total = 14 unidades de cámaras realzadas.

Fig. 20. realce de cámaras



3.4.1.15 Sardinel de confinamiento  $h = 0.15$  m

Fase N. 1 = 59 ml

Fase N. 2 = 0

Fase N. 3 = 0

$\Sigma$  Total = 59 ml

3.4.1.16 Reconstrucción sumideros

Fase N. 1 = 2 unidades

Fase N. 2 = 5 unidades

Fase N. 3 = 0

$\Sigma$  Total = 7 unidades

3.4.1.17 Bacheos. Adicionalmente se realizaron bacheos en algunos sectores de la vía que no ameritaba levantar la totalidad del pavimento pero con el reemplazo de la base con suelo-cemento en igual calidad de dosificación.

Fase N. 2

$e = 0.10$  m

Área parches = 356.97 m<sup>2</sup>

Volumen parches = 356.97 x 0.106 = 37.86 m<sup>3</sup>

Fase N. 3

$e = 0.09$  m

Área parches = 200.14 + 269.76 = 469.9 m<sup>2</sup>

Volumen parches = 469.9 x 0.09 = 42.29 m<sup>3</sup>

Volumen total de parches = 37.86 m<sup>3</sup> + 42.29 m<sup>3</sup> = 80,15 m<sup>3</sup>

El proceso de reparación como se realizan los bacheos es el siguiente:

- Marcación de la carpeta asfáltica en la zona a levantar, como indica la figura No. 21

Fig. 21. Marcación de la carpeta asfáltica



- Corte con cortadora de la zona por corregir.
- Levantamiento manual de la carpeta asfáltica.
- Excavación manual de quince centímetros de base para remplazar por suelo-cemento.

Fig. 22. Levantamiento manual de carpeta asfáltica



- Compactación de la subrasante con apisonadores (saltarín).
- Mezcal en seco del suelo finogranular con el 3.5 % en peso del cemento que equivale a saco y medio de cemento por cada metro cúbico de suelo.
- Dosificación y mezclado del suelo-cemento con el control de la humedad óptima.

- Extendido de la mezcla y compactación con vibrocompactadores (rana)

Fig. 23. Extendido mezcla suelo-cemento y compactación



- Hidratación con riego de agua a la base estabilizada, por tres días.
- Imprimación, comprende barrido para retirar el polvo e impurezas.
- Extendido de carpeta asfáltica con reemplazo de espesor igual al existente.

#### 4. PARCHEO EN ASFALTO CALLE 19 Y 20 ENTRE CARRERAS 26 A 32

Estas calles y carreras presentan zonas en pésimas condiciones con manifestación de: piel de cocodrilo, asentamientos y, fuertes grietas. La información del presente contrato se presenta en el cuadro N. 7

Cuadro 7. Descripción general del contrato de obra de parcheo en asfalto calle diecinueve y veinte entre carreras 26 a 32

CONTRATO DE OBRA	CONTRATANTE	CONTRATISTA	OBJETO	DURACIÓN	VALOR (\$)
032	Municipio de Pasto (Plan Vial)	Luis Calderón Torres	Parcheo en asfalto calles 19 y 20 entre cras. 26 a 32 de la ciudad de Pasto	90 días	16.790.194

A fin de disminuir la incomodidad a la ciudadanía, se logra atender las necesidades de la comunidad de manera oportuna para mejorar la capa de rodadura para un mejor flujo vehicular. La ejecución de los trabajos se sigue con la metodología siguiente:

- Marcación de la carpeta asfáltica en la zona a levantar.
- Corte con cortadora de la zona por corregir.
- Levantamiento manual de la carpeta asfáltica.
- Excavación manual de quince centímetros de base contaminada.
- Desalojo de desperdicios y escombros, estos se remueven inmediatamente de la obra.
- Compactación de la subrasante con apisonadores (saltarín).
- Reemplazo con material de base, espesor igual a quince centímetros.
- Compactación con vibrocompactadores (rana).
- Limpieza y barrido del cajeo.
- Imprimación.
- Extendido de carpeta asfáltica con remplazo de espesor igual al existente.

## **CONCLUSIONES**

La resistencia del pavimento no lo da la capa de rodadura con espesores grandes, lo da la buena conformación de la estructura del pavimento.

La base estabilizada con cemento permite trabajar con materiales granulares de fácil consecución, mejoran sus características mecánicas y garantizan un comportamiento adecuado como soporte de la rodadura asfáltica para el periodo de diseño definido en los análisis.

El uso de materiales tratados con cemento puede eliminar virtualmente el agrietamiento por fatiga del cemento asfáltico debido a que sus deflexiones bajo cargas son pequeñas. Evitando; materiales de baja densidad, alto contenido de humedad al compactar, alto contenido de arcilla y duración del curado retardada.

La alternativa de utilizar suelo-cemento da posibilidades de utilizar el material actual de las vías o material de importe. Para su aplicación y diseño es importante profundizar el proceso de dosificación de la mezcla mediante ensayos, el cual determina la cantidad de cemento que se debe agregar al suelo para que la mezcla endurezca en forma adecuada, la cantidad de agua que se debe agregar a la mezcla y la densidad a la cual se debe compactar.

Se cumplió a la comunidad el compromiso de rehabilitación del pavimento de estas dos vías urbanas permitiendo al rodamiento de los vehículos rapidez, comodidad y seguridad, como también garantiza el acceso cómodo y seguro a todos los barrios que recorren estas dos vías.

## **RECOMENDACIONES**

Para que la alternativa de base estabilizada suelo-cemento presente un comportamiento aceptable durante la vida útil de la estructura, se recomienda un trabajo minucioso con mucha responsabilidad en el proceso de dosificación de la mezcla (suelo, agua y cemento), cumpliendo estrictamente las horas límites en el proceso de mezcla y compactación realizando todos estos trabajos en el mismo día sin dejar algo pendiente.

Debe haber disponibilidad de todo el equipo que se utiliza en la construcción de la base suelo-cemento porque es un trabajo muy dispendioso, igualmente es recomendable realizar todos los controles de calidad que exigen las normas INVIAS e ICPC.

Se recomienda proyectar un diseño de drenaje superficial adecuado, para la evacuación de aguas lluvias. El mismo debe contemplar la ejecución de sumideros, cunetas y sardineles para recolectar y transportar aguas superficiales. Con el propósito de proteger la estructura del pavimento.

## BIBLIOGRAFÍA

CORAL MONCAYO, Hugo. Geotecnia I. San Juan de Pasto: Universidad de Nariño, 1998. 300 p.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. Normas Colombianas para la presentación de trabajos de Investigación. 5 ed. Santafé de Bogota D.C: ICONTEC, 2002. 126 P.

MINISTERIO DE TRANSPORTE. Instituto Nacional de Vías. Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras. Santafé de Bogota D. C: INVIAS, 2002. 437 P.

MUÑOZ RICAURTE, Guillermo. Pavimentos de concreto asfáltico. San Juan de Pasto : Universidad de Nariño, 1999. 406 p.

MUÑOZ RICAURTE, Guillermo. Pavimentos de concreto hidráulico diseño y construcción. San Juan de Pasto : Universidad de Nariño, 2001. 239 p.

NOTAS TÉCNICAS: Construcción de Pavimentos de Suelo-Cemento/ Instituto Colombiano de Productores de Cemento. No.33. Medellín : ICPC, 1989. 12 P.

NOTAS TÉCNICAS: Diseño De Espesores de Capa de Suelo Cemento/ Instituto Colombiano de Productores de Cemento. No.3. Medellín : ICPC, 1990. 8 P.

NOTAS TÉCNICAS: Dosificación de Mezclas de Suelo-Cemento/ Instituto Colombiano de Productores de Cemento. No.2. Medellín : ICPC, 1983. 28 P.

NOTAS TÉCNICAS: Ensayos de Control de Calidad/ Instituto Colombiano de Productores de Cemento. No.1. Medellín : ICPC, 1988. 16 P.

NOTAS TÉCNICAS: Materiales Tratados con Cemento Para Pavimentos/ Instituto Colombiano de Productores de Cemento. No.338. Medellín : ICPC, 1992. 14 P.

TORRENTE BALEATO, Manuel y SAGUES AMURENA, Luis. Estabilización de suelos. 2 ed. Barcelona: Editores Técnicos Asociados, 1970. 152 p.



# DCP TEST DATA

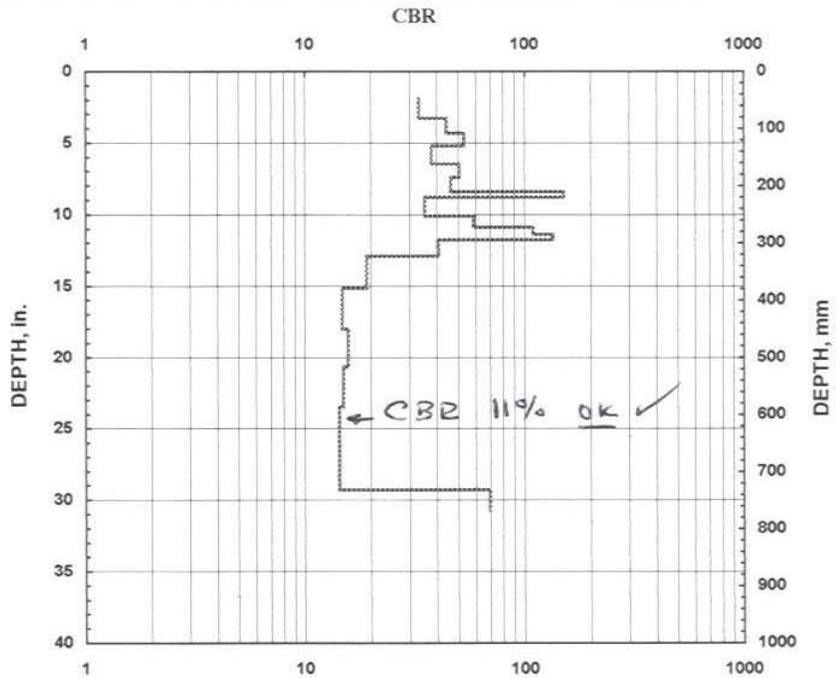
File Name: DCP

Project: CRA 19 ENTRE 23-26 ✓ Date: 22-May-03 ✓  
 Location: frente a casa 26-45 dere Soil Type(s): Type in the soil type

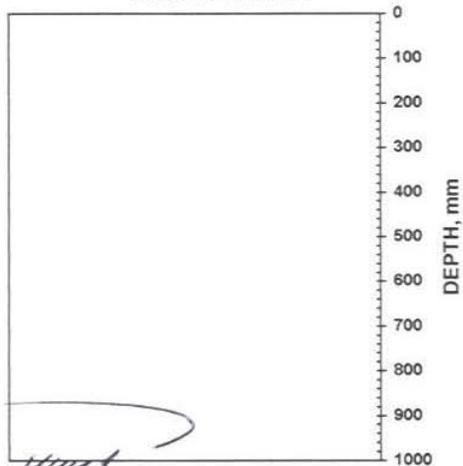
- Hammer 4
- 10.1 lbs.
  - 17.6 lbs.
  - Both hammers used

- Soil Type
- CH
  - CL
  - All other soils

No. of Blows	Accumulative Penetration (mm)	Type of Hammer
0	48	1
5	83	1
5	110	1
5	133	1
5	164	1
5	188	1
5	214	1
5	223	1
5	256	1
5	277	1
5	289	1
5	299	1
5	328	1
5	385	1
5	457	1
5	525	1
5	596	1
10	744	1
10	780	1



## ROAD PROFILE



*[Signature]*  
 JIMMY MONTUFAR RICAURTE





## ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

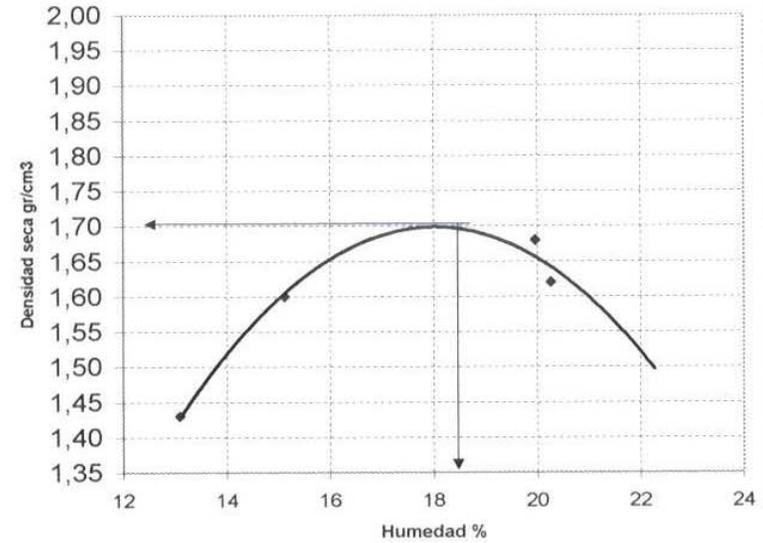
OBRA : PAVIMENTACION ANTIGUA SALIDA AL NORTE  
 DESCRIPCION : MATERIAL DE SUBRASANTE  
 LOCALIZACION : ANTIGUA SALIDA AL NORTE  
 SOLICITADO POR : ING. JORGE GUERRERO Fecha : 3-jun-03

PRUEBA	1	2	3	4
No. de Golpes.	55	55	55	55
No. de Capas	5	5	5	5
Molde No.	1	2	3	4
Contenido de Humedad Deseado, $w_D$ , (%)	13,09	16,00	19,97	20,27
Contenido de Humedad Inicial Muestra, $w_i$ , (%)	13,09	13,09	19,97	20,27
Contenido de Humedad Adicional, $w_{AD}$ , (%)	0,00	2,91	0,00	0,00
Peso Muestra Húmeda, $W_{mh}$ , (g)	5055	5095	5040	5080
Peso Muestra Seca, $W_{ms}$ , (g)	4469,89	4505,26	4201,05	4223,83
Volumen de Agua Adicional, $\Delta V_{w_i}$ , (cm <sup>3</sup> )	0,00	131,10	0,00	0,00
Peso Muestra Húmeda + Molde, $W_{mh+m}$ , (g)	6295,00	6755,00	7135,00	7000,00
Peso Molde, $W_m$ , (g)	2845,00	2845,00	2845,00	2845,00
Peso Muestra Húmeda, $W_{mh}$ , (g)	3450,00	3910,00	4290,00	4155,00
Contenido de Humedad, $w$ , (%)	13,09	15,12	19,97	20,27
Peso muestra húmeda + recipiente, $W_{mh+r}$ , (g)	112,70	103,10	112,70	82,60
Peso muestra seca + recipiente, $W_{ms+r}$ , (g)	104,10	94,60	100,30	75,10
Peso Recipiente, $W_r$ , (g)	38,40	38,40	38,20	38,10
Volumen Molde, $V$ , (cm <sup>3</sup> )	2130,32	2130,32	2130,32	2130,32
Peso Unitario Total, $\gamma_t$ , (g/cm <sup>3</sup> )	1,62	1,84	2,01	1,95
Peso Unitario Seco, $\gamma_d$ , (g/cm <sup>3</sup> )	1,43	1,60	1,88	1,62
Peso Unitario Seco, $\gamma_d$ , (lb/pe <sup>3</sup> )	89,27	99,89	104,88	101,14

Curva de compactación

$$y = -0,0112x^2 + 0,402x - 1,9226$$

$$R^2 = 0,9685$$



Densidad seca máxima ( gr/cm<sup>3</sup>) 1,70  
 Humedad óptima % 18,2

Observaciones :

EJECUTÓ

CALCULÓ/REVISÓ



LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

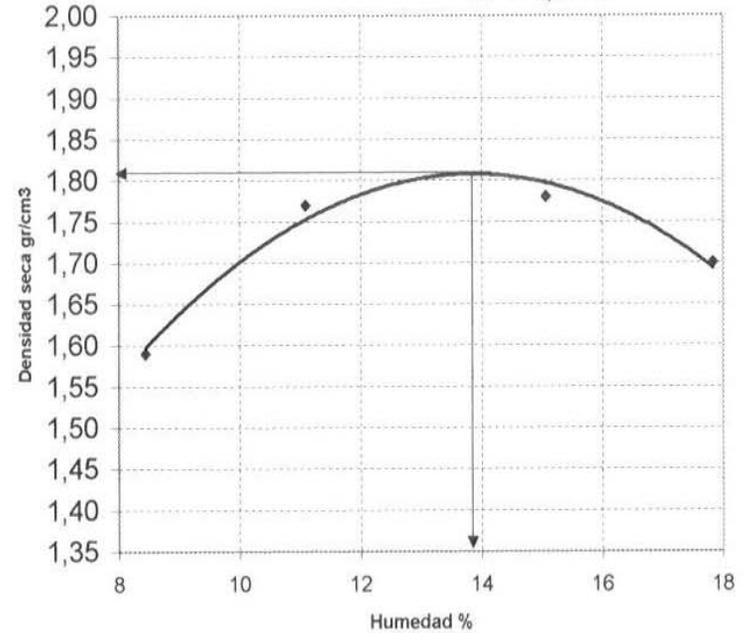
OBRA : PAVIMENTACION ANTIGUA SALIDA AL NORTE  
 DESCRIPCION : MATERIAL SUBBASE  
 LOCALIZACION : ANTIGUA SALIDA AL NORTE  
 SOLICITADO POR : ING. HECTOR MEDICIS Fecha : 1-jun-03

PRUEBA	1	2	3	4
No. de Golpes.	55	55	55	55
No. de Capas	5	5	5	5
Molde No.	1	2	3	4
Contenido de Humedad Deseado, $w_D$ , (%)	8,44	11,00	15,00	17,00
Contenido de Humedad Inicial Muestra, $w_i$ , (%)	8,44	8,44	8,44	8,44
Contenido de Humedad Adicional, $w_{AD}$ , (%)	0,00	2,56	6,56	8,56
Peso Muestra Húmeda, $W_{mh}$ , (g)	5055	5115	5065	5255
Peso Muestra Seca, $W_{ms}$ , (g)	5110,00	4716,89	4670,79	4846,00
Volumen de Agua Adicional, $\Delta V_w$ , (cm <sup>3</sup> )	0,00	120,75	306,40	414,82
Peso Muestra Húmeda + Molde, $W_{mh+mr}$ , (g)	6500,00	7045,00	7220,00	7115,00
Peso Molde, $W_{mr}$ , (g)	2845,00	2845,00	2845,00	2845,00
Peso Muestra Húmeda, $W_{mh}$ , (g)	3655,00	4200,00	4375,00	4270,00
Contenido de Humedad, $w$ , (%)	8,44	11,09	15,07	17,84
Peso muestra húmeda + recipiente, $W_{mh+r}$ , (g)	83,40	97,80	113,00	136,80
Peso muestra seca + recipiente, $W_{ms+r}$ , (g)	80,00	92,00	103,40	122,10
Peso Recipiente, $W_r$ , (g)	39,70	39,70	39,70	39,70
Volumen Molde, $V$ , (cm <sup>3</sup> )	2130,32	2130,32	2130,32	2130,32
Peso Unitario Total, $\gamma_t$ , (g/cm <sup>3</sup> )	1,72	1,97	2,05	2,00
Peso Unitario Seco, $\gamma_d$ , (g/cm <sup>3</sup> )	1,59	1,77	1,78	1,70
Peso Unitario Seco, $\gamma_d$ , (lb/pie <sup>3</sup> )	99,26	110,50	111,12	106,13

Curva de compactación

$$y = -0,0072x^2 + 0,1989x + 0,4303$$

$$R^2 = 0,9705$$



Densidad seca máxima ( gr/cm3)

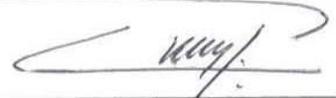
1,81 ✓

Humedad óptima %

13,5 ✓

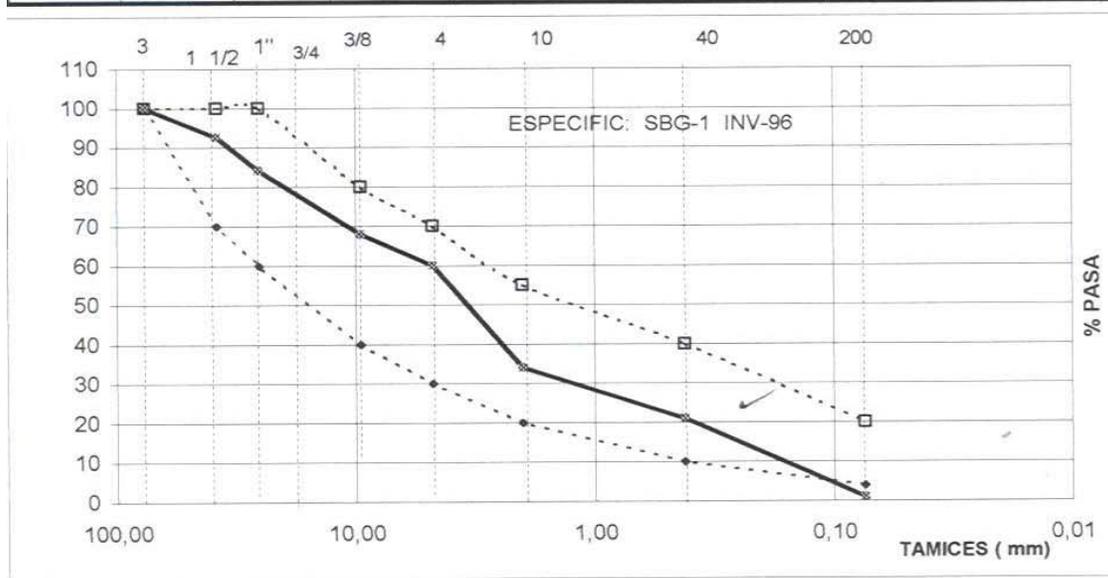
Observaciones :

EJECUTÓ

  
 CALCULO REVISÓ

**OBRA :** PAVIMENTACIONA ANTIGUA SALIDA NORTE  
**DESCRIPCION :** MATERIAL PARA SUBBASE **PROFUND.( M)**  
**LOCALIZACION :** antigua salida norte **FECHA** 2-jun-03 ✓  
**SOLICITADO POR :** HECTOR MEDICIS Y/O JORGE GUERRERO

TAMIZ		PESO RET. grs	PESO RET. ACUM. grs	% RETENIDO- ACUM	% PASA PARCIAL	% PASA	ESPECIFIC-SBG-1	
No	mm							
3"	76,20		0,0	0,00	100,00	100,00	100	100
1 1/2"	38,10		1.095,0	7,50	92,50	92,50	70	100
1"	25,40		2.325,0	15,93	84,07	84,07	60	100
3/8"	9,52		4.690,0	32,13	67,87	67,87	40	80
4	4,76		105,0	11,48	88,52	60,00	30	70
10	2,00		450,0	49,18	50,82	34,00	20	55
40	0,42		630,0	68,85	31,15	21,00	10	40
200	0,074		895,0	97,81	2,19	1,00	4	20
P-200								



Observaciones :

---



---



---

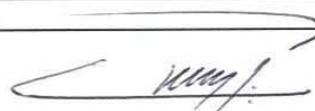


---



---

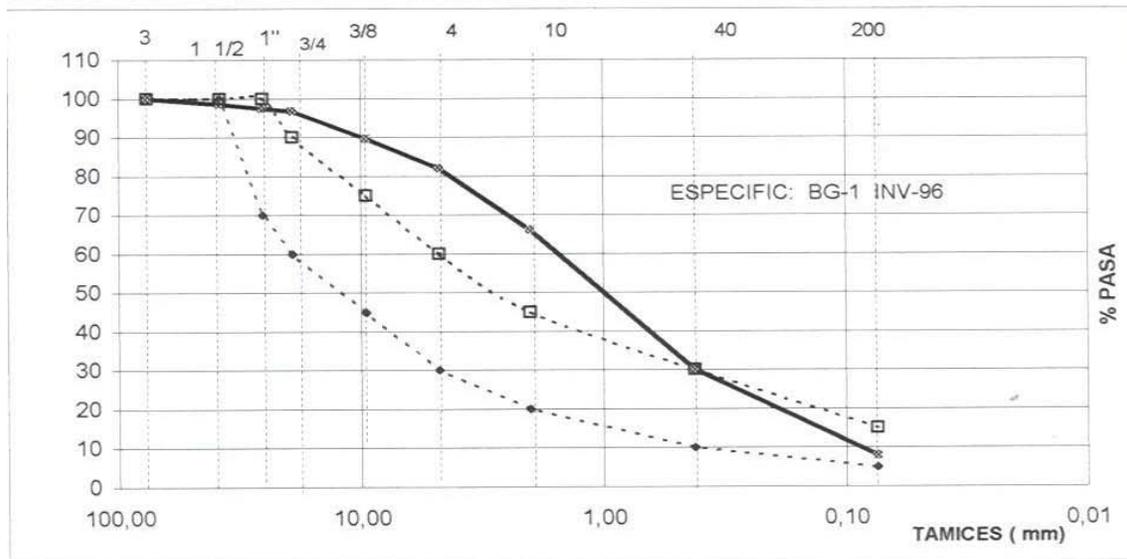
Elaboró Edwin Solarte Solarte

  
**JIMMY MONTUFAR R**  
 Ina Jefe de Laboratorio

OBRA : ANTIGUA SALIDA AL NORTE  
 DESCRIPCION : MATERIAL PARA BASE ✓  
 LOCALIZACION : ANTIGUA SALIDA AL NORTE ✓  
 SOLICITADO POR : ING. HECTOR MEDICIS ✓

PROFUND.( M)  
 FECHA : 5-jun-03 ✓

TAMIZ		PESO RET. grs	PESO RET. ACUM. grs	% RETENIDO- ACUM	% PASA PARCIAL	% PASA	ESPECIFIC- BG-1	
No	mm							
3"	76,20		0,0	0,00	100,00	100,00	100	100
1 1/2"	38,10		215,0	1,43	98,57	98,57	100	100
1"	25,40		395,0	2,63	97,37	97,37	70	100
3/4"	19,10		500,0	3,33	96,67	96,67	60	90
3/8"	9,52		1.570,0	10,46	89,54	89,54	45	75
4	4,76		105,0	8,71	91,29	82,00	30	60
10	2,00		310,0	25,73	74,27	66,00	20	45
40	0,42		795,0	65,98	34,02	30,00	10	30
200	0,074		1.100,0	91,29	8,71	8,00	5	15
P-200								



Observaciones :

Recebo cantera las terrazas

*BASE : RECEBO PARA ESTABILIZAR CON CEMENTO PORTLAND.*

Elaboró Edwin Solarte Solarte

*[Signature]*  
 JIMMY MONTUFAR R  
 Ing Jefe de Laboratorio



LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

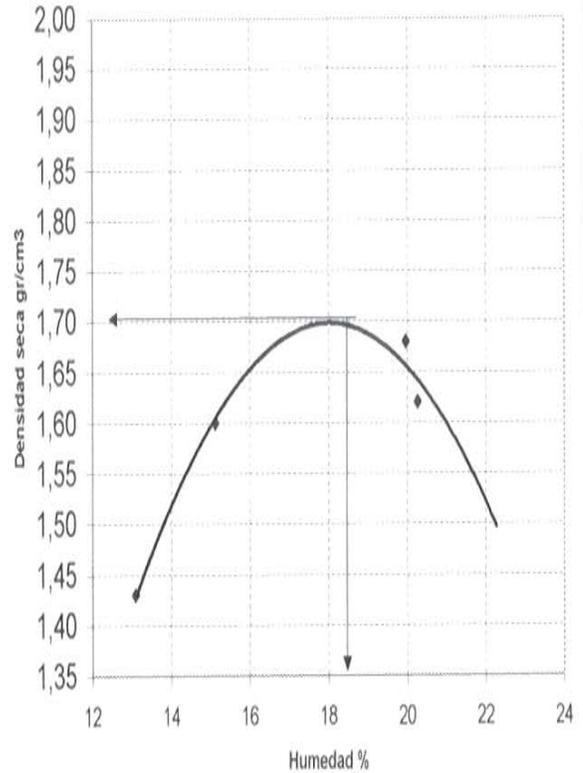
OBRA : PAVIMENTACION ANTIGUA SALIDA AL NORTE  
 DESCRIPCION : MATERIAL DE SUBRASANTE  
 LOCALIZACION : ANTIGUA SALIDA AL NORTE  
 SOLICITADO POR : ING. JORGE GUERRERO Fecha : 3-jun-03

PRUEBA	1	2	3	4
No. de Golpes.	55	55	55	55
No. de Capas	5	5	5	5
Molde No.	1	2	3	4
Contenido de Humedad Deseado, $w_D$ , (%)	13,09	16,00	19,97	20,27
Contenido de Humedad Inicial Muestra, $w_i$ , (%)	13,09	13,09	19,97	20,27
Contenido de Humedad Adicional, $w_{AD}$ , (%)	0,00	2,91	0,00	0,00
Peso Muestra Húmeda, $W_{mh}$ , (g)	5055	5095	5040	5080
Peso Muestra Seca, $W_{ms}$ , (g)	4469,89	4505,26	4201,05	4223,83
Volumen de Agua Adicional, $\Delta V_w$ , (cm <sup>3</sup> )	0,00	131,10	0,00	0,00
Peso Muestra Húmeda + Molde, $W_{mh+mi}$ , (g)	6295,00	6755,00	7135,00	7000,00
Peso Molde, $W_m$ , (g)	2845,00	2845,00	2845,00	2845,00
Peso Muestra Húmeda, $W_{mh}$ , (g)	<u>3450,00</u>	<u>3910,00</u>	<u>4290,00</u>	<u>4155,00</u>
Contenido de Humedad, $w$ , (%)	<u>13,09</u>	<u>16,12</u>	<u>19,97</u>	<u>20,27</u>
Peso muestra húmeda + recipiente, $W_{mh+r}$ , (g)	112,70	103,10	112,70	82,60
Peso muestra seca + recipiente, $W_{ms+r}$ , (g)	104,10	94,60	100,30	75,10
Peso Recipiente, $W_r$ , (g)	38,40	38,40	38,20	38,10
Volumen Molde, $V$ , (cm <sup>3</sup> )	2130,32	2130,32	2130,32	2130,32
Peso Unitario Total, $\gamma_t$ , (g/cm <sup>3</sup> )	1,62	1,84	2,01	1,95
Peso Unitario Seco, $\gamma_d$ , (g/cm <sup>3</sup> )	<u>1,43</u>	<u>1,60</u>	<u>1,68</u>	<u>1,62</u>
Peso Unitario Seco, $\gamma_d$ , (lb/pe <sup>3</sup> )	<u>89,27</u>	<u>99,89</u>	<u>104,88</u>	<u>101,14</u>

Curva de compactación

$$y = -0,0112x^2 + 0,402x - 1,9226$$

$$R^2 = 0,9685$$



Densidad seca máxima (gr/cm<sup>3</sup>) 1,70  
 Humedad óptima % 18,2

Observaciones :

EJECUTÓ

CALCULO REVISÓ

ENSAYO DE PESO UNITARIO EN EL TERRENO (ASTM D 1556 -90)  
 METODO DE CONO Y ARENA

OBRA	Pavimentación Antigua Salida Norte ✓	MUESTRA	
LOCALIZACION	antigua salida Norte ✓	ESTADO	
CLIENTE	Ing. Hector Medicis ✓	PROFUNDIDAD	0,10 ✓
DESCRIPCION		FECHA DE RECEPCION	1 de junio de 2003 ✓
		FECHA ENSAYO	1 de junio de 2003 ✓

Abscisa PR		0005	0035	0065	0095	0125
Profundidad		0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Material Para SUELO CEMENTO						
Peso frasco y arena Inicial, $W_s$	(g)	5805,00	5730,00	5675,00	5615,00	5535,00
Peso frasco y arena restante, $W_b$	(g)	3190,00	3105,00	3140,00	3115,00	2945,00
Peso arena total usado, $W_1 = W_s - W_b$	(g)	<b>2615,00</b>	<b>2625,00</b>	<b>2535,00</b>	<b>2500,00</b>	<b>2590,00</b>
Constante del cono, $W_7$	(g)	1690	1690	1690	1690	1690
Peso arena en el hueco, $W_s = W_1 - W_7$	(g)	<b>925,0</b>	<b>935,0</b>	<b>845,0</b>	<b>810,0</b>	<b>900,0</b>
Peso unitario aparente arena, $\gamma_1$	(g/cm <sup>3</sup> )	1,41	1,410	1,410	1,410	1,410
Volumen del hueco, V	(cm <sup>3</sup> )	<b>656,03</b>	<b>663,12</b>	<b>599,29</b>	<b>574,47</b>	<b>638,30</b>
Peso material extraído húmedo, $W_5$	(g)	1270,00	1275,00	1155,00	1105,00	1165,00
Contenido de humedad, w	(%)	<b>22,00%</b>	<b>20,00%</b>	<b>16,00%</b>	<b>18,00%</b>	<b>19,00%</b>
Peso muestra húmeda + recipiente, $W_{mh+r}$	(g)	111,20	116,50	112,50	111,20	113,60
Peso muestra seca + recipiente, $W_{ms+r}$	(g)	98,30	103,20	102,00	100,00	101,50
Peso recipiente, $W_r$	(g)	38,30	38,30	38,30	38,30	38,30
Peso material extraído seco, $W_s$	(g)	<b>1267,00</b>	<b>1272,00</b>	<b>1153,00</b>	<b>1103,00</b>	<b>1163,00</b>
Gravas retenidas tamiz 4 campo, $M_r$	(%)					
Peso unitario Seco del material, $\gamma_d$	(g/cm <sup>3</sup> )	<b>1,93</b>	<b>1,92</b>	<b>1,92</b>	<b>1,92</b>	<b>1,82</b>
Peso unitario seco óptimo material, $\gamma_{d \text{ óptimo}}$	(g/cm <sup>3</sup> )	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63
Peso unitario seco óptimo corregido, $\gamma_{d \text{ óptimo}}$	(g/cm <sup>3</sup> )					
Contenido de humedad óptimo laboratorio, w	(%)	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0
Compactación terreno	(%)	<b>118,5</b>	<b>117,7</b>	<b>118,0</b>	<b>117,8</b>	<b>111,8</b>
Compactación especificada	(%)	100,0	100,0	100,0	100,0	

METODO DE ENSAYO \_\_\_\_\_

OBSERVACIONES



ING. JIMMY MONTUFAR R.



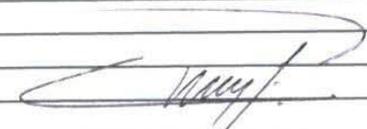
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

HOJA 1 DE 1

**OBRA :** PAVIMENTACION ANTIGUA SALIDA NORTE ✓  
**DESCRIPCION :** Subbase estabilizada con cemento portland ✓  
**LOCALIZACION :** Pasto - Antigua Salida Norte      **FECHA** 12-ago-03 ✓  
**SOLICITADO POR :** Ing. Hector Medicis

CILINDRO No	FECHA		Edad ( días)	Asentam ( cms)	Carga Rotura kg	Area cm2	Resistencia kg/c2			Observaciones
	TOMA	ENSAYO					Obtenida	%	Proyectada	
1	08-jul-03	12-ago-03	35,0		12.000	177,00	67,80	✓		dosificación 75 kg/ m3 suelto
2	08-jul-03	12-ago-03	35,0		10.000	177,00	56,50	✓		

Materiales	Cemento	diamante ✓
	Recebo	Las Terrazas ✓
	Triturado ✓	

  
 JIMMY MONTUFAR R  
 Ing Jefe de Laboratorio

Elaboró Edwin Solarte Solarte  
 Nicolás Montúfar P

**OBRA :** PAVIMENTACION ANTIGUA SALIDA NORTE ✓  
**DESCRIPCION :** CUNETAS EN CONCRETO SIMPLE 2500 PSI ✓  
**LOCALIZACION :** Pasto - Antigua Salida Norte ✓ **FECHA** 26-jul-03 ✓  
**SOLICITADO POR :** Ing. Hector Medicis ✓

CILINDRO No	FECHA		Edad ( días)	Asentam ( pulg)	Carga Rotura kg	Area cm2	Resistencia kg/c2			Observaciones
	TOMA	ENSAYO					Obtenida	%	Proyectada	
										R28=50+1,13R7
1	11-jul-03	08-ago-03	28,0	2,5	40.000	177,00	226 ✓	129		175
2	11-jul-03	08-ago-03	28,0	2,5	32.000	177,00	181 ✓	103		175
3	11-jul-03	08-ago-03	28,0	2,5	48.000	177,00	271 ✓	155		175
						<b>promedio</b>	<b>226</b>			
1	26-jul-03	11-ago-03	15,0	2,5	38.000	177,00	215 ✓	123	269,00	175
2	26-jul-03	11-ago-03	15,0	2,5	38.000	177,00	215 ✓	123	269,00	175
3	26-jul-03	11-ago-03	15,0	2,5	30.000	177,00	169 ✓	97	211,00	175
4	26-jul-03	11-ago-03	15,0	2,5	36.000	177,00	203 ✓	116	254,00	175
						<b>promedio</b>	<b>201</b>			

<b>Materiales</b>	<b>Cemento</b>	Valle
	<b>Arena</b>	Espino
	<b>Triturado</b>	Toro Alto



**JIMMY MONTUFAR R**  
**Ing Jefe de Laboratorio**

Elaboró Edwin Solarte Solarte  
 Nicolás Montúfar P

ACTA FINAL DE OBRA CONTRATO INICIAL



**CONTRATO Nro:** 020-031271  
**OBJETO:** PARCHEO EN ASFALTO CRA 19 CALLES 23 Y26  
**VALOR:** 64.640.564  
**PLAZO:** 30 DIAS  
**CONTRATISTA:** HECTOR JAVIER MEDICIS BENAVIDES  
**CONTRATANTE:** DIRECCIÓN TÉCNICA PLAN VIAL

**Fecha Inicio:** JUNIO 9 DE 2003  
**Fecha de suspensión:** JULIO 7 DE 2003  
**Fecha de reinicio:** JULIO 15 DE 2003  
**Tiempo adicional:** TREINTA DIAS  
**Fecha Limite de entrega:** AGOSTO 17 2003  
**Fecha presente acta:** AGOSTO 15 2003



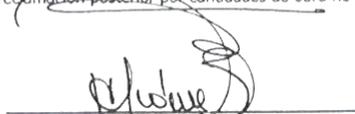
**Dirección Técnica  
Plan Vial**

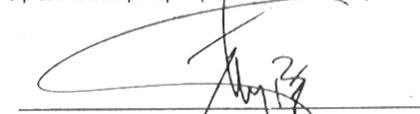
It.	DESCRIPCION	VALORES CONTRATADOS			VALORES ACTUALIZADOS		VALORES EJECUTADOS		
		UN	CANTIDAD	VR. UNITAR	VR. PARCIAL	CANTIDAD	VR. PARCIAL	CANTIDAD	VR. PARCIAL
1	DEMOLICION CAPA DE RODADURA	M3	73,00	17.640,00	1.287.720	126,00	2.222.640	126,00	2.222.640
2	CORTE PAVIMENTO CORTADORA	ML	503,00	4.396,00	2.211.188	14,00	61.544	14,00	61.544
3	EXCAVACION MANUAL MATERIAL COMUN	M3	180,00	8.500,00	1.530.000	56,25	478.125	56,25	478.125
4	DESALOJO ESOMBROS, INCLUYE ESCOMBRERA	M3	251,00	15.927,00	3.997.677	231,25	3.683.119	231,25	3.683.119
5	BASE GRANULAR COMPACTADA e = 25 CM	M3	180,00	29.244,00	5.263.920	56,25	1.644.975	56,25	1.644.975
6	CARPETA ASFALTICA	M3	73,00	294.900,00	21.527.700	52,50	15.482.250	52,50	15.482.250
7	SARDINEL CONFINAMIENTO	ML	310,00	26.038,00	8.071.780	160,00	4.166.080	160,00	4.166.080
8	CUNETA CONCRETO RIGIDO 2500 PSI	ML	337,00	16.911,00	5.699.007	161,75	2.735.354	161,75	2.735.354
9	REALCE CAMARAS	UN	19,00	111.761,00	2.123.459	14,00	1.564.654	14,00	1.564.654
<b>NUEVOS ITEMS (OBRA ADICIONAL)</b>									
<b>Acta Modificatoria Nro. 1</b>									
10	LOCALIZACION DISEÑO Y CONTROL DE TOPOGRAFIA	M2	0,00	672	-	1050,00	705.600	1050,00	705.600
11	MEJORAMIENTO SUBRASANTE	M2	0,00	1.830	-	1050,00	1.921.500	1050,00	1.921.500
12	COMFORMACION DE LA BASE EXISTENTE	M2	0,00	2.779	-	1050,00	2.917.950	1050,00	2.917.950
13	BASE EN SUELO CEMENTO	M2	0,00	89.704	-	157,50	14.128.380	157,50	14.128.380
14	REALCE DE CUNATA EXISTENTE E = 3 CMS.	ML	0,00	6.299	-	0,00	-	0,00	-
<b>COSTO DIRECTO</b>					51.712.451,00	<b>COSTO DIRECTO</b>		51.712.171,00	51.712.171,00
<b>A.U.I. 25%</b>					12.928.112,75	<b>A.U.I. 25%</b>		12.928.042,75	12.928.042,75
<b>TOTAL</b>					64.640.563,75	<b>TOTAL</b>		64.640.213,75	<b>64.640.213,75</b>

VALOR CONTRATO ACTUALIZADO: 64.640.213,75  
 VALOR EJECUTADO: 64.640.213,75  
 - VALOR PAGADO ACTAS ANTERIORES : 60.124.735,00  
 - SALDO DE AMORTIZACIÓN DE ANTICIPO : (32,320,281,88 - 30,062,367,00) 2.257.914,88  
 VALOR PRESENTE ACTA : **2.257.563,87**

**SON: DOS MILLONES DOCIENTOS CINCUENTA Y SIETE MIL QUINIENTOS SESENTA Y TRES CON 87/100 PESOS MONEDA CORRIENTE.**

NOTA: El contratista renuncia a cualquier reclamación posterior por cantidades de obra no contempladas en la presente acta y acepta que las incluidas corresponden a las verdaderamente ejecutadas

  
 \_\_\_\_\_  
 Contratista

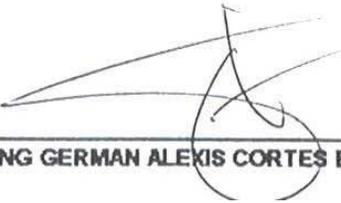
  
 \_\_\_\_\_  
 Interventor

  
 \_\_\_\_\_  
 Vo.Bo. Ing. FABIO CALVACHE SANTANDER  
 Director Plan Vial



**PREACTA PARCHEO EN ASFALTO CALLE 19 Y 20 ENTRE CRAS. 26 A 32**

N°	LOCALIZACION	MEDIDAS	AREA	ESPEJOR	DEMOLICION	MEZCLA
			M2	M	M3	M3
1	Calle 19 entre Cras. 28 y 27	(90*1.20)	108	0.035	3.78	3.78
2	Calle 19 entre Cras. 27y 26	(1.30*1.20)	156	0.035	5.46	5.46
3	Cra. 26 con Calle 20 esquina	(5.22*4.80) + (0.90*3.30)	24.01	0.10	2.40	2.40
		(0.90*3.30)	2.97	0.06	0.18	0.18
4	Calle 20 entre Cras. 30 y 31	(3.43*2.58) + (1.90*3.68) + (3.08*1.60) + (1.51*4.95) + (8.15*1.28)+(4.78*1.31)+(4*5.55)+(4.17*2.42)+(1.20*1.47)				
		(2.60*4.95)+(2.28*2.70)	97.93	0.075	7.34	7.34
5	Calle 20 entre Cras. 31 y 32	(2.80*0.90)+(3.20*2.50)+(4.45*3.20)+(4.45*2.16)	34.37	0.075	2.58	2.58
6	Calle 20 entre Cras. 31 y 31A	(2.22*1.86)+(1.95*2.97)+(4.80*7.23)+(1.97*2.32)+(1.24*6.93)	57.59	0.075	4.32	4.32
7	Cra. 31C entre Calles 19 y 19A	(1.64*2.81)+(4.82*2.37)+(7.50*0.40)+(3.40*3.89)	32.26	0.075	2.42	2.42
8	Cra. 31C N° 19A-08	(8.20*1.5)+(0.90*0.90)+(3.10*0.20)	10.86	0.075	0.81	0.81
9	Calle 21A entre Cras. 31 B a 31C	(27.82*2.80)	77.9	0.075	5.84	5.84
10	Calle 21A entre Cras. 31 B a 31C	(4.05*4.85)+(3.24*4.05)+(3.80*4.44)+(3.36*0.80)	90.32	0.075	6.77	6.77
	<b>TOTAL</b>		<b>692.21</b>		<b>41.91</b>	<b>41.91</b>

  
 Vo.Bo.ING GERMAN ALEXIS CORTES BRAVO

