

SUPERVISIÓN, CONSTRUCCIÓN, ADECUACIÓN Y REHABILITACIÓN DE LA  
INFRAESTRUCTURA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE IPIALES

RICARDO HILDEBRANDO ENRIQUEZ QUENGUAN

UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN  
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL  
SAN JUAN DE PASTO  
2005

SUPERVISIÓN, CONSTRUCCIÓN, ADECUACIÓN Y REHABILITACIÓN DE LA  
INFRAESTRUCTURA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE IPIALES

RICARDO HILDEBRANDO ENRIQUEZ QUENGUAN

Informe de las actividades realizadas en la pasantía presentado como requisito  
para optar al título de Ingeniero Civil

ING. JOSE ALFREDO JIMENEZ  
Asesor

UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCION  
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL  
SAN JUAN DE PASTO  
2005

“Las ideas y conclusiones aportadas en el trabajo de grado son responsabilidad exclusiva de su autor”

Artículo 1º, del acuerdo No. 324 del 11 de Octubre de 1.966, emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

Nota de aceptación

---

---

---

---

---

---

---

Ing. JOSE ALFREDO JIMENEZ  
Codirector

---

Ing. JULIO VICENTE BURBANO RUIZ  
Director

San Juan de Pasto, 14 de Enero de 2005

**Dedicatoria:**

HILDA QUENGUAN, mi madre, por guiarme siempre por el buen camino, por su inmenso apoyo y gran esfuerzo que realizo para ayudarme a cumplir una de mis más anheladas metas.

RICARDO ENRIQUEZ, mi padre, por sus enseñanzas y su apoyo incondicional que me brindó a lo largo de mi carrera.

A mis hermanos, YURANY y JULIO ENRIQUEZ, por su amistad y compañía en cada instante de mi vida.

A mis amigos por brindarme su valiosa amistad, porque siempre estuvieron conmigo cuando más los necesité.

## **AGRADECIMIENTOS**

La realización de este trabajo fue gracias al inmenso apoyo de:

- ?? **JOSE ALFREDO JIMENEZ**, Ingeniero Civil, Profesor de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Nariño, por su apoyo e interés en el desarrollo de este trabajo de grado.
- ?? **JULIO VICENTE BURBANO RUIZ**, Ingeniero Civil, Gerente Secretaría de Obras Públicas Municipales. Por su orientación, aporte y apoyo constante para alcanzar las metas propuestas.
- ?? **NELSON PORTILLA**, Ingeniero Civil, Subgerente de Obras Públicas Municipales. Por su respaldo y motivación en el desarrollo y alcance de los objetivos propuestos.
- ?? **FUNCIONARIOS DE LA SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS MUNICIPALES**, por su apoyo y grandiosa amistad.

## CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	18
1 JUSTIFICACION	19
2. ASPECTOS GENERALES DEL MUNICIPIO DE IPIALES	21
2.1 RESEÑA HISTORICA: SU HISTORIA Y TRADICION	21
2.2 POSICION GEOGRAFICA	21
2.2.1 Generalidades	21
2.2.2 Importancia	21
2.2.3 Ubicación	22
2.2.4 Limites	22
2.2.5 Climatología	22
2.2.6 División político-administrativa	22
2.3 IMPORTANCIA DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL	23
2.3.2 Infraestructura vial urbana	23
3. ETAPAS DEL PROYECTO	24
3.1 ETAPA DE PREINVERSIÓN	24
3.1.1 Visitas de reconocimiento de la zona del proyecto	24
3.1.2 Parámetros Preliminares de diseño	25
3.2 ETAPA DE CONTRATACIÓN	25
3.2.1 Etapa precontractual	25

3.2.2	Etapa Contractual	25
3.3	ETAPA DE EJECUCIÓN	26
3.3.1	Interventoría	26
3.3.2	Residencia técnica en construcción	26
4.	INFRAESTRUCTURA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE IPIALES	28
4.1	LOCALIZACION Y REPLANTEO	28
4.1.1	Equipo utilizado	28
4.1.2	Objetivo	28
4.1.3	Ejecución	28
4.2	EXCAVACIONES CORTES Y DEMOLICIONES	29
4.2.1	Desmonte y limpieza	29
4.2.2	Excavaciones	29
4.2.3	Cortes	30
4.2.4	Demoliciones	31
4.3	SUBRASANTE	32
4.3.1	Generalidades	32
4.3.2	Especificaciones	33
4.3.3	Ejecución	33
4.4	BASES	34
4.4.1	Generalidades	34
4.4.2	Especificaciones	35
4.4.3	Ejecución	35
4.5	CONSTRUCCION DE SUPERFICIE DE RODAMIENTO	38

4.5.1 Pavimentación en concreto hidráulico	38
4.5.2 Anden peatonal	43
4.5.3 Obras de drenaje	44
4.5.4 Bordillos	44
4.5.5 Programa de aseguramiento de la calidad	45
4.6 PAVIMENTACION EN CONCRETO HIDRAULICO CONVENCIONAL	46
4.6.1 Parámetros de diseño	46
4.6.2 Ejecución	46
4.7 PROYECTOS EN EJECUCION	46
4.7.1 Adecuación, mantenimiento y construcción vial en concreto hidráulico Calles 10, 11 y 12 entre carreras 6 y 7°	46
4.8 RECUPERACION DE CARPETA ASFÁLTICA	54
4.8.1 Especificaciones	56
4.8.2 Ejecución.	56
4.8.3 Adecuación y mantenimiento de la carpeta asfáltica	56
4.8.4 Programa de aseguramiento de la calidad	57
5. CONCLUSIONES	64
BIBLIOGRAFÍA	65
ANEXOS	66

## LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Departamento de Nariño	67
Anexo B. División político-administrativa del Municipio de Ipiales	68
Anexo C. Localización proyectos viales en el sector urbano	69
Anexo D. Densidad en sitio	70
Anexo E. Ensayo de compactación	71
Anexo F. Análisis granulométrico de material para base (solo)	72
Anexo G. Análisis granulométrico de material para base (mezclado)	74

## LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Excavación y retiro de material	30
Figura 2. Demolición de la superficie de rodadura deteriorada, calle 10	32
Figura 3. Esfuerzo de la subrasante	32
Figura 4. Ensayo de la capacidad de soporte de la subrasante C. B. R.	33
Figura 5. Extensión de material granular, calle 10	36
Figura 6. Mezcla de material granular, calle 10	36
Figura 7. Conformación de material, calle 10	37
Figura 8. Compactación de material granular, calle 10	38
Figura 9. Colocación de concreto	41
Figura 10. Estado actual, calle 12	43
Figura 11. Estado actual del andén, calle 10	44
Figura 12. Relleno de zanjas con material de préstamo, calle 11	48
Figura 13. Perfilado y compactación de base granular, calle 10	48
Figura 14. Compactación de base granular, calle 11	48
Figura 15. Acopio de material, calle 10	49
Figura 16. Fundición de losa de concreto, calle 10	49
Figura 17. Vibrado del concreto.	49
Figura 18. Colocación de acero de transferencia de cargas y platina para junta de dilatación	50

Figura 19.	Terminación de jornada indica aceros de transferencia de cargas longitudinales y transversales	50
Figura 20.	Texturizado de la losa de concreto	50
Figura 21.	Retiro de la platina de losa de concreto	51
Figura 22.	Sellamiento de juntas de dilatación con material ligante	51
Figura 23.	Fundición de bordillos, calle 12	51
Figura 24.	Demolición de andenes peatonales, calle 10	52
Figura 25.	Perfilado de base granular para andenes peatonales, calle10	52
Figura 26.	Fundición de andenes peatonales, calle10	52
Figura 27.	Estado actual, calle 10	53
Figura 28.	Estado actual, calle 11	53
Figura 29.	Ensayo de asentamientos	53
Figura 30.	Ensayo de la densidad en sitio, método del cono y la arena	54
Figura 31.	Demolición y retiro de carpeta asfáltica deteriorada, carrera 10 entre calles 13 y 14	59
Figura 32.	Cajeo y riego de liga, carrera 10 entre calles 13 y 14	59
Figura 33.	Nivelación del concreto asfáltico, carrera 10 entre calles 13 y 14	59
Figura 34.	Compactación del concreto asfáltico, carrera 10 entre calles 13 y 14	60
Figura 35.	Cajeo y riego de liga, intersección carrera 11 con calle 13 esquina	60
Figura 36.	Colocación del concreto asfáltico, intersección carrera 11 con calle 13 esquina	60
Figura 37.	Compactación del concreto asfáltico, intersección carrera 11 con calle 13 esquina	61
Figura 38.	Demolición y retiro de la carpeta asfáltica deteriorada	61

Figura 39.	Demolición y retiro de la carpeta asfáltica deteriorada, calle 11	60
Figura 40.	Cajeo y nivelación del concreto asfáltico, calle 14 a	62
Figura 41.	Colocación y nivelación de concreto asfáltico, Barrio Alamos Norte	62
Figura 42.	Compactación de concreto asfáltico, Barrio Alamos Norte	62
Figura 43.	Cajeo, limpieza y retiro de carpeta asfáltica deteriorada, Hospital civil de Ipiales	63
Figura 44.	Compactación de concreto asfáltico, Hospital civil de Ipiales	63

## GLOSARIO

**GEOLOGÍA:** ciencia que estudia la composición, estructura y evolución de la tierra. Además estudia las características de cristalografía, mineralogía, estratigrafía y paleontología del terreno de fundación.

**GEOTECNIA:** ciencia que estudia las estructuras tectónicas y los materiales de la corteza terrestre para su utilización en ingeniería.

**PAVIMENTO:** toda la estructura que descansa sobre el terreno de fundación y que se halla formada por las diferentes capas: sub-base y capa de rodamiento.

**REHABILITACIÓN:** devolver y restituir las características físicas y las condiciones de una infraestructura en general.

**MEJORAMIENTO:** poner una condición en un grado ventajoso respecto del que antes se tenía.

**SOLARIEGAS:** re lativo al solar de antigüedad y nobleza.

**IGNOTOS:** no conocido ni descubierto.

**BULDÓZER:** tractor equipado con una hoja o pala frontal provista de un borde afilado. La hoja se asegura mediante dos soportes longitudinales colocados a ambos lados del tractor que se mueven verticalmente mediante controles accionados por el operador.

**CARGADOR:** tractor provisto de un cucharón acoplado al frente del aparato mediante barras controladas hidráulicamente que tienen movimiento en un plano vertical y permiten la inclinación del cucharón adelante o hacia un lado para descargar su contenido.

**MOTONIVELADORA:** máquina constituida por un bastidor automóvil rígido o articulado, montada a horcadas sobre una cuchilla con la que arranca y empuja la tierra, tiene tres ejes con llantas neumáticas, dos posteriores motrices y uno delantero direccional. La hoja o pala raedora puede moverse verticalmente, girar en un plano vertical hasta aproximadamente 90° hacia cada lado, girar en un plano horizontal 360° y desplazarse hacia ambos lados del eje longitudinal de la máquina.

**VIBROCOMPACTADOR:** dispone en su interior de un sistema que le permita transferir energía al suelo mediante una serie de pequeños y rápidos impactos

verticales. Consta de un cilindro con un tambor vibratorio al frente y dos llantas neumáticas posteriores.

**RETROEXCAVADORA-CARGADORA:** es un cargador de ruedas con una retroexcavadora acoplada en su parte posterior. Un híbrido de retroexcavadora y cargador.

**FENÓMENO DE PUMPING:** consiste en la expulsión del material fino con agua a través de las juntas o grietas del pavimento. Bajo la acción de las cargas pesadas, el agua que se pueda estar alojada entre el apoyo del pavimento y la losa de concreto es arrojada bruscamente tanto al exterior por la junta o fisura, arrastrando los materiales finos de los suelos granulares. La aplicación repetida de las cargas origina socavación lo que obliga a las losas a trabajar en voladizo y con ello una aceleración de la fatiga del concreto.

## **RESUMEN**

La alcaldía municipal de Ipiales desarrolla ejecutorias civiles con el objetivo primordial de mejorar la calidad de la infraestructura vial y de desarrollo urbano. Factor principal que influye notablemente en la economía, sociedad y turismo de la región en general.

El mejoramiento de las vías es un proceso que incluye etapas de inversión, ejecución y control de calidad, que dependiendo de su análisis y desarrollo adecuado pueden mejorar notablemente la calidad de vida de los ciudadanos en general.

Este trabajo enfatiza los procesos de ejecución, tratamientos para el mejoramiento y explicaciones detalladas de las actividades para la conformación de pavimentos en concreto hidráulico convencional así como también, la rehabilitación de los pavimentos flexibles. para el mejoramiento de infraestructura vial urbana del municipio de Ipiales.

## **SUMMARY**

The Ipiales municipal government develops civil executorships with the primordial objective of improving the quality of the urban and municipal roads infrastructure. Main factor that influences notably in the economy, society and tourism of the region in general.

The improvement of the roads is a process that includes investment stages, execution and control of quality that depending on its analysis and appropriate development can improve the quality of the citizens' life notably in general.

This work emphasizes the execution processes, treatments for the improvement and detailed explanations of the activities for the conformation of pavements in short hydraulic conventional, as well as, to restore of the pavements a flexible, for the improvement of urban roads infrastructure the Ipiales municipal.

## **INTRODUCCIÓN**

Las vías son la principal fuente del desarrollo social, cultural y económico de las comunidades; este desarrollo se mide de acuerdo a la calidad de sus vías, las cuales deben ofrecer a los usuarios la mayor comodidad, seguridad y una eficiente operación para desarrollar adecuadamente sus actividades.

La estructura del pavimento en las vías, tiene el propósito de proteger la subrasante por medio de la provisión de diversos materiales con el fin de alcanzar el nivel de servicio deseado; en cuanto a la calidad y la durabilidad dependen de varios factores, entre los cuales tenemos: métodos y técnicas de construcción, estudios geológicos y geotécnicos, tiempo, materiales utilizados, condiciones ambientales, investigación preliminar del tránsito, diseño geométrico, detalles constructivos, control de obra y su respectivo mantenimiento.

El objetivo principal de este trabajo pretende adelantar un estudio en forma eficiente y ordenada, aplicando nuevos criterios para proyectar vías de comunicación. Además es necesario conocer la normatividad, las especificaciones métodos y técnicas de construcción dando una adecuada utilización de los materiales ya que son los elementos principales y estructurales de los pavimentos y así obtener un buen desempeño de estos.

## 1. JUSTIFICACION

El municipio de Ipiales por su ubicación geoestratégica, se convierte en uno de los municipios más importantes de la exprovincia de Obando, es polo de desarrollo del sur oriente del departamento de Nariño; Ipiales es una zona fronteriza lo cual hace que sea un paso obligado de mercancías entre Colombia y Ecuador, generando un constante desarrollo económico.

Para que la actividad comercial y turística en esta zona tenga un normal desempeño es necesario dar un mejoramiento y adecuación de las principales vías de acceso y arterias de la ciudad, para que exista una eficiente operación vehicular y comodidad en los usuarios del transporte terrestre.

La secretaría de obras públicas del municipio de Ipiales adelanta una serie de proyectos de adecuación y mejoramiento de la infraestructura vial urbana las cuales presentan condiciones físicas y técnicas no adecuadas para un normal tránsito de vehículos; pretendiendo adelantar los trabajos de parcheo y en otros casos el cambio de concreto asfáltico por concreto hidráulico que nos permita mejorar la superficie de rodamiento de las vías existentes.

Cabe anotar que el centro de la ciudad debe ofrecer a sus habitantes la mayor comodidad seguridad y servicios para desarrollar adecuadamente sus actividades; es por eso que la Secretaria de Obras Públicas pretende adelantar la adecuación y construcción de las calles 10 - 11 y 12 entre carreras 6 y 7 en concreto hidráulico para mejorar sus condiciones de servicio.

De tal manera que, la Secretaría de Obras Públicas Municipales esta desarrollando labores ingenieriles que incluyen **explanaciones:** desmonte y limpieza, demolición y remoción, excavación de la explanación, canales y prestamos, remoción de derrumbes, terraplenes, pedraplenes, mejoramiento de la subrasante; **subbases y bases:** disposiciones generales para la ejecución de afirmados, subbases granulares y bases granulares, conformación de la calzada existente, afirmado, subbase granular, base granular; **pavimentos asfálticos:** excavaciones para reparación del pavimento existente, **pavimentos hidráulicos:** elaboración, transporte, colocación y vibrado de una mezcla de concreto hidráulico como estructura de un pavimento, con o sin refuerzo; la ejecución de juntas, el acabado, el curado y demás actividades necesarias para la correcta construcción del pavimento.

Es importante destacar que la Secretaría de Obras Públicas desarrolla obras civiles para mantener una vía en adecuado funcionamiento, es decir, remoción de

derrumbes y planificación, diseño y construcción de obras de drenaje y muros de contención.

Por lo tanto, se hace justificable la realización de trabajo de grado modalidad pasantía, puesto que permitirá aumentar considerablemente la experiencia y un adecuado grado de desempeño en el campo de la construcción, manejo y funcionamiento de maquinaria, así mismo, el desenvolvimiento de conocimientos adquiridos a lo largo de la labor académica. Pero, por otra parte, aportar en cierta manera, en la solución de múltiples problemas que se originen en la consecución de proceso constructivo de las obras.

Teniendo en cuenta los lineamientos establecidos por el instituto nacional de vías INVIAS, para el desarrollo urbano surge la necesidad de adecuar y mejorar las vías de transporte urbano para las ciudades, debido a la creciente demanda de vehículos ampliando y mejorando la cobertura de dichas vías de servicio, mediante esfuerzos coordinados y concertados bajo esquemas integrados y ordenados que contribuyan de manera eficiente a elevar la calidad de bienes y servicios de la comunidad.

Para lograr esto es primordial conocer las necesidades más urgentes y la situación actual de servicio de las arterias de la ciudad como también el tránsito urbano, mediante estudios y proyectos que permitan identificar acciones y estrategias que mejoren la estructura vial de la ciudad para lograr que sea más moderna, eficiente cómoda y segura para sus habitantes.

En muchos sectores de la ciudad de Ipiales la capa de rodadura de sus vías se ha ido deteriorando y presenta condiciones desfavorables que impiden un normal tráfico vehicular. Pueden ser muchas las razones por las cuales se presenta esta clase de problemas y deterioro en la capa de rodadura, muchas veces por condiciones ajenas al buen criterio del diseñador y por varios factores que pueden influir en el funcionamiento y vida útil del pavimento, dando como resultado calidades de obra inferiores a las especificaciones dadas en el diseño.

## **2. ASPECTOS GENERALES DEL MUNICIPIO DE IPIALES**

### **2.1 RESEÑA HISTORICA: SU HISTORIA Y TRADICIÓN**

Pueblos ancestrales, de gran legado histórico: Los Pastos sorprendieron con su cultura avanzada en las fases: Capulí, Piartal y Tusa; con inmejorables muestras en cerámica y tumbaga; fundaron sus pueblos nativos: "Ascual, Mallama, Túquerres, Sapuyes, Iles, Gualmatan, Funes, Chapal, Males Ipiales, Pupiales, Turca, Cumbal"...; fueron avasallados por los Incas y peninsulares europeos, extinguieron su cultura y diezmaron su población con trabajo forzado e impuestos; en 1809, se derramó la primera sangre por la libertad de América, en la batalla de Funes; en 1863 se creó el municipio de Obando; en 1886, la provincia de Obando y en 1908 el Municipio de Ipiales. La población aún conserva en sus calles tranquilas y solariegas, en sus casas de tipo republicano, en sus plazas centenarias, parques llenos de bullicio y en sus añejos barrios, las huellas imborrables de la grandeza de sus antepasados y de su devenir provisorio, por el trabajo de sus gentes.

### **2.2 POSICION GEOGRAFICA**

2.2.1 Generalidades. Unidad físico-geográfica de gran trascendencia en los últimos años, ubicada al surde Mariño; con un área de 4141 km<sup>2</sup>, poblada por 94.863 habitantes; a una altura media de 2.897 m.s.n.m. y con una temperatura promedio de 12 °C. El municipio de Ipiales se encuentra ubicado al norte a 0 grados 54'25" de latitud norte en el río Boquerón, límites con el municipio de El Contadero; al sur a 0 grados 22'10" latitud norte, en el río San Miguel, límites con la república del Ecuador; al occidente a 77 grados 41'04" longitud occidente en el cerro Troya y a oriente a 77 grados 05'38" longitud occidental cerca de la desembocadura del río Churuyaco confluencia con el río San Miguel.

La posición geográfica de la ciudad de Ipiales es: 77 grados 28"14" longitud oeste de Greenwich; 0 grados 49"30" de latitud norte; 3 grados 33'29" longitud oeste del meridiano de Bogotá.

2.2.2 Importancia. Comarca con promisorias posibilidades para el desarrollo regional; con áreas estratégicas para la explotación agrícola, ganaderas, forestal, para la pequeña y mediana industria, el comercio y sobre todo para el desarrollo turístico, social, ecológico y religioso.

2.2.3 Ubicación. Unidad físico-geográfica ubicada al sur de Nariño; a 80 Km de la cabecera Departamental y a 4 Km del límite fronterizo con la hermana República del Ecuador. (véase el Anexo A).

2.2.4 Límites. Limita al Norte con los Municipios de Pupiales, Gualmatán y Contadero, al sur con la República del Ecuador, al occidente con los municipios de Aldana, Cuaspud y al oriente con los Municipios de Puerres, Córdoba, Potosí, y el Departamento del Putumayo.

2.2.5 Climatología. Al igual que el resto del País se encuentra en la zona de latitudes bajas, por lo cual recibe una insolación, permanente durante todo el año, los días y las noches tienen la misma duración.

Presenta diversos pisos térmicos permitiendo con ello variada biodiversidad.

2.2.6 División político-administrativa. El municipio de Ipiales, política y administrativamente, se divide en corregimientos, veredas y sectores (véase el Anexo B). Los Corregimientos son: San Juan, Las Cruces, Las Lajas, Yaramal y La Victoria. El corregimiento de San Juan formó parte del municipio de El Contadero hasta el año 1905, el cual se independizó y pasó a ser parte del municipio de Ipiales, con la categoría de corregimiento.

El corregimiento de San Juan está conformado por las siguientes veredas: Loma de Zuras, San Juan, Rosal de San Juan, Los Camellones, Yanalá Centro, Yanalá Alto y Laguna de Baca; las cuales pertenecen al Resguardo Indígena de San Juan.

El corregimiento de Las Cruces se localiza al nororiente del municipio; está conformado por las siguientes veredas: La Soledad, Las Cruces, Guacúan, Inagán, Chaguaipe, Chiránquer, Loma de Chacuas y Cangal. La población es indígena y se rige por la autoridad del cabildo, la cual es impartida por el gobernador del corregimiento y las mismas normas de autoridad son específicas para la comunidad. El corregimiento de Las Lajas se ubica al sur oriente de la ciudad de Ipiales; en él se encuentra el Santuario de Nuestra Señora de Las Lajas.

El corregimiento de Las Lajas está integrado por las siguientes veredas: El Placer, Tola de las Lajas y la Cofradía. El Sector Ipiales está conformado por la ciudad que lleva su mismo nombre y algunos espacios rurales, conformados por las siguientes veredas: Yapueta, Urambud, Tusandala, Las Animas, 12 de Octubre y Los Marcos, que hacen parte del Resguardo Indígena de Ipiales. El corregimiento de Yaramal, es un centro poblacional situado al pie del ramal centro oriental de los Andes que encierra la meseta de Ipiales. Pertenecen a este corregimiento las siguientes veredas: Santafé, Puente Nuevo, El Rosario, Cutuáquer Bajo, Cu-

tuáquer Alto, Téquez, La Orejuela, Yaramal, La Floresta, Llano Grande y El Mirador. Las cuatro últimas forman parte del Resguardo Indígena de Yaramal. El corregimiento de La Victoria, está integrado por las siguientes veredas: El Salado, El Cultún, San Antonio, La Palma, Villamoreno, El Telíz, Arrayán, Villaflor, San José, La Victoria, Pénjamo, San José Bajo, Azuay, San Jorge, La Estrella y la Zona de Bosque.

### **2.3 IMPORTANCIA DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL**

Ipiales, gracias a su ubicación geográfica y posición es una Zona fronteriza, lo cual la convierte en uno de los centros de Nariño y Colombia de enorme potencialidad socio-económica, cuya participación en el comercio regional e internacional ha sido verdaderamente importante. Además, se ha caracterizado desde siempre por ser una zona de innovación económica, por atraer población excedente que, también desde siempre, han acompañado la ampliación de nuestra frontera agrícola.

2.3.2 Infraestructura vial urbana. Es importante destacar que la mayoría de población flotante existente en la ciudad de Ipiales es proveniente de actividades como el turismo y el desarrollo microempresarial, así como también de intercambio económico.

En los últimos años y debido al cambio de moneda de nuestro vecino país del Ecuador, el comercio regional de productos en nuestro país se ha visto enormemente beneficiado, de tal manera que la población que visita nuestra región se ha incrementado notablemente.

El desarrollo regional radica en proveer a esta zona de infraestructura vial adecuada y mejoramiento de las vías existentes para el normal desarrollo de estas actividades.

### **3. ETAPAS DEL PROYECTO**

Semejante al diseño de una vía nueva, el mejoramiento de una carretera se lleva a cabo en varias etapas, que van desde el estudio de factibilidad hasta el diseño definitivo. En algunas ocasiones se puede obviar el desarrollo de algunas etapas según la magnitud de la obra a realizar y su importancia.

#### **3.1 ETAPA DE PREINVERSION**

Se realizan estudios en el ámbito general de la zona del proyecto en los aspectos socio económico, geológico, geométrico y ambiental, con el fin de presentar diferentes alternativas que faciliten el análisis y la toma de decisiones en la realización del proyecto, por parte de la entidad contratante.

3.1.1 Visitas de reconocimiento de la zona del proyecto. Esta es una de las labores más importantes en esta etapa, se procede a realizar una revisión y verificación de los elementos que conforman la vía existente, es decir, elaborar una descripción de la vía actual, que desde el punto de vista del diseño geométrico le permita al proyectista concientizarse de las condiciones reales de la vía (conocer la topografía, curvatura, pendientes y obras viales actuales).

Los elementos a considerar principalmente son: Curvatura en planta y perfil; pendiente longitudinal; pendiente transversal del terreno y de la vía, ancho de banca, ancho de superficie de rodadura, estado actual de las obras viales, puntos críticos de inestabilidad geológica, deslizamientos, hundimientos y problemas geotécnicos en general, estado de los puentes y pontones desde el punto de vista estructural y de su ubicación dentro del diseño geométrico, áreas de incidencia directa como cultivos, zonas de inundación o sectores de conflicto social por ejemplo, intersecciones de la vía actual con vías de importancia, ubicación de sitios de alta accidentalidad, costos de materiales o insumos que se puedan presentar en el proyecto, costos de las diferentes alternativas de mejoramiento, análisis integral de todas las áreas que conforman el diseño completo de la vía (aspectos geológicos, hidrológicos, hidráulicos, geotécnicos y ambientales) para proponer las alternativas más convenientes.

### 3.1.2 Parámetros Preliminares de diseño.

Levantamiento Topográfico. Levantamiento topográfico detallado para determinar los parámetros de diseño y las cantidades de obra a ejecutar. Además permite la ubicación del proyecto dentro de los municipios, regiones, zonas comunes o lotes involucrados en el trayecto de la vía. Este material es utilizado para obtener una visión general de todo el proyecto a mejorar.

Línea Paramental. Expedición de la demarcación urbanística para determinación de sección transversal de la vía.

## 3.2 ETAPA DE CONTRATACIÓN

### 3.2.1 Etapa precontractual.

Presupuesto oficial. La elaboración del presupuesto requiere del conocimiento de las condiciones del proyecto, planos así como también de los procesos constructivos que se realizarán, para incluir en cada ítem todos los materiales, maquinaria y mano de obra necesaria.

Ficha EBI – BPIN. Teniendo en cuenta toda la información recopilada en los anteriores procesos del proyecto se procede a elaborar las fichas EBI – BPIN, donde se especifica las actividades a ejecutar y su inversión.

Gestión de Recursos. Se envían las fichas EBI Y BPIN al Fondo Nacional de Regalías para su revisión, se hacen correcciones, si es necesario, y se aprueba el proyecto, mediante convenio Interadministrativo.

### 3.2.2 Etapa Contractual.

Proceso de Contratación. Se elaboran los términos de referencia; en estos se describen todo el proceso de la contratación, las exigencias que se hacen para el proyecto y los recursos.

Calificación de las propuestas. El comité de Licitaciones Contratos y Adquisiciones con sus profesionales evalúan las propuestas presentadas por los aspirantes, de acuerdo a las especificaciones de los términos de referencia. Se adjudica el contrato a la propuesta obtenga el mayor puntaje.

Realización y Legalización del convenio. Convenio donde se especifica los objetivos, normas, parámetros y cláusulas para la ejecución del proyecto. Esto se hace a través de una resolución en la cual se adjudica la celebración del convenio interadministrativo entre las partes que intervendrán en el desarrollo del proyecto.

### 3.3 ETAPA DE EJECUCIÓN

3.3.1 Interventoría. Una vez legalizado el convenio, se delega a un profesional como interventor quien se encarga de la etapa de preinversión y de contratación. Las funciones que desarrolla el interventor son:

Coordinación y fiscalización de la ejecución de la obra

Exigir el cumplimiento del convenio Interadministrativo.

Vigilar el desarrollo del objeto del convenio, encaminado dentro de los parámetros técnicos a fin de evitar retrasos en la fecha de iniciación programada y en los tiempos de ejecución.

Inspección diaria y permanente de los trabajos.

Revisión y ajuste de las especificaciones técnicas y sugerencias de modificación en caso de ser necesario, previa autorización del Municipio de Ipiales.

Evaluar el funcionamiento, calidad y cantidad del equipo disponible en la obra con lo que se requiere y esta estipulado en los documentos del convenio.

Controlar el avance de la obra de acuerdo con los programas y recomendaciones de las especificaciones de construcción.

3.3.2 Residencia técnica en construcción. Cuando se legaliza el acta de inicio de obra se delega a un profesional como residente técnico de construcción. El trabajo de Pasantía incluye las siguientes actividades:

Inspección diaria y permanente para controlar los procesos constructivos de la obra a lo largo de todo su desarrollo.

Evaluar parámetros constructivos factibles con el fin de mejorar la eficiencia de construcción.

~~✓~~ ~~✓~~ Aprobar procesos correctivos que se hagan necesarios en el campo debido a imprevistos no contemplados en el diseño.

~~✓~~ ~~✓~~ Controlar el suministro oportuno de maquinaria, materiales, herramientas, mano de obra y equipo necesario para el normal desarrollo de la obra.

~~✓~~ ~~✓~~ Vigilar las especificaciones técnicas estipuladas en el diseño preliminar.

## 4 INFRAESTRUCTURA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE IPIALES

### 4.1 LOCALIZACION Y REPLANTEO

Dado el caso que existan diseños del área o parte del área del proyecto, deben estudiarse los diseños y recomendaciones propuestas que son de gran ayuda para plantear o descartar soluciones y su información puede ser utilizada para definir elementos de diseño importantes como cotas iniciales de nivelación, coordenadas de arranque, entre otros

Teniendo en cuenta el levantamiento topográfico y con base en los planos del proyecto, se realiza la localización y replanteo; con el equipo de topografía perteneciente a la Secretaria de Obras Publicas Municipales (O.O.P.P).

4.1.1 Equipo utilizado. En esta actividad se utiliza equipo topográfico que incluye nivel de precisión, nivel abney, teodolito, mira, cinta métrica, plomadas, jalones, estacas, clavos, puntillas, pintura y herramientas menores.

4.1.2 Objetivo. Ubicación del eje vial para determinar cortes, explanaciones y rellenos; demolición de estructuras existentes; parámetros de diseño, bordes de pavimento, cabezales de alcantarillas, muros, cercas o linderos.

4.1.3 Ejecución. Se lleva a cabo mediante los siguientes pasos:

~~1~~ Localización y replanteo del eje vial. Se realiza un levantamiento topográfico detallado de la vía existente con el fin de materializar el eje del proyecto diseñado.

~~2~~ Nivelación eje vial. se realiza con equipo de precisión (nivel y mira).

~~3~~ Nivelación transversal. Se debe ubicar con distancia y cotas los siguientes elementos: andenes y bordes de pavimento.

~~4~~ Trazado de línea paramental. Con base en el levantamiento Topográfico, se solicita a Secretaria de Planeación Municipal, expida la demarcación urbanística o línea paramental para determinar en el terreno el ancho de diseño de la vía según lo especificado en los planos del proyecto.

## 4.2 EXCAVACIONES CORTES Y DEMOLICIONES

### 4.2.1 Desmonte y limpieza.

~~///~~ **Equipo utilizado.** Para esta labor se utiliza maquinaria pesada que incluye: Motoniveladora, cargador, volquetas y herramienta menor.

~~///~~ **Objetivo.** Este trabajo consiste en el desmonte y limpieza del terreno natural en las áreas que ocuparán las obras del proyecto vial y las zonas o fajas laterales reservadas para la vía, que se encuentren cubiertas de rastrojo, maleza, bosque, pastos, cultivos, etc., incluyendo la remoción de tocones, raíces, escombros y basuras, de modo que el terreno quede limpio y libre de toda vegetación y su superficie resulte apta para iniciar los demás trabajos.

El trabajo incluye, también, la disposición final dentro o fuera de la zona del proyecto, de todos los materiales provenientes de las operaciones de desmonte y limpieza.

~~///~~ **Ejecución.** Los trabajos de desmonte y limpieza deberán efectuarse en todas las zonas señaladas en los planos o indicadas por el Interventor y de acuerdo con procedimientos aprobados por éste, tomando las precauciones necesarias para lograr unas condiciones de seguridad satisfactorias.

### 4.2.2 Excavaciones.

~~///~~ **Equipo utilizado.** Para esta actividad se utiliza maquinaria pesada que incluye: buldózer, cargador, retroexcavadora-cargador, volquetas y herramienta menor.

~~///~~ **Objetivo.** Incluye excavar, remover, cargar, transportar hasta el límite de acarreo libre y colocar en los sitios de desecho, los materiales provenientes de los cortes requeridos para la explanación, indicados en los planos y secciones transversales del proyecto.

~~///~~ **Ejecución.** Los trabajos de excavación deberán efectuarse en todas las zonas señaladas en los planos. La ejecución de los trabajos se lleva a cabo mediante los siguientes pasos:

?? **Determinación del tipo de maquinaria para cortes.** La escogencia de la maquinaria depende del acceso al lugar, y de la eficiencia necesaria para cumplir con las labores.

?? **Determinación del tipo de maquinaria para retiro de material.** Normalmente se escoge en condiciones normales cargadores, o retroexcavadoras-cargadoras que remueven el material y lo retiran por medio de volquetas hacia los lugares de disposición final.

Figura 1. Excavación y retiro de material



#### 4.2.3 Cortes.

~~///~~ **Equipo utilizado.** Para esta actividad se utiliza maquinaria pesada que incluye: retroexcavadora y volquetas.

~~///~~ **Objetivo.** Incluye cortar, cargar y transportar hasta el límite de acarreo libre y colocar en los sitios de desecho, los materiales provenientes de los cortes para conformación de taludes debido a la ampliación de la vía.

~~///~~ **Ejecución.** Los trabajos de corte deberán efectuarse en todas las zonas señaladas en los planos.

La ejecución de los trabajos se lleva a cabo mediante los siguientes pasos:

?? **Determinación del lugar.** Según lo señalado en los planos del proyecto se hace una localización del tramo en el cual se realiza la ampliación de la vía.

#### 4.2.4 Demoliciones.

~~///~~ Demolición pavimento existente. El equipo utilizado para la demolición del pavimento existente es el compresor para taladro, retroexcavadora, cargador y volquetas. Este trabajo incluye cortar, cargar y transportar hasta el límite de acarreo libre y colocar en los sitios de desecho, los materiales provenientes de los cortes de pavimento de concreto asfáltico existente.

Las labores de ejecución se desarrollan de la siguiente manera:

?? Secretaría de Obras Públicas Municipales es la entidad encargada de iniciar las labores de demolición del pavimento existente en las calles 10, 11 y 12 entre carrera sexta y séptima.

?? Demarcación de la zona y demolición total de la carpeta asfáltica. Se tiene en cuenta el perfil de diseño para determinar la profundidad de corte verificando los niveles de diseño cada 10 metros.

?? Cargue y transporte del material de desecho hacia los sitios de disposición final.

~~///~~ Demolición de otras estructuras. El equipo utilizado para estas actividades es el compresor para taladro y herramienta menor. El objetivo que incluye estas labores son la demolición total o parcial de estructuras o existentes en las zonas que indiquen los documentos del proyecto, y la remoción, cargue, transporte, descargue y disposición final de los materiales provenientes de la demolición en las áreas aprobadas. Incluye, también, el retiro, cambio, restauración o protección de los servicios públicos y privados que se vean afectados por las obras del proyecto.

La ejecución de los trabajos de demolición deberán efectuarse en todas las zonas señaladas en los planos, no previstas y que sea necesaria su demolición.

?? Identificación de la estructura. Normalmente son estructuras de concreto como andenes, cunetas, bordillos, cámaras de inspección de red telefónica, o estructuras de mampostería como muros o cámaras de inspección de alcantarillado.

?? Demarcación de la zona para la demolición según los planos del proyecto.

?? Demolición total o parcial según lo especificado en el punto anterior.

Figura 2. Demolición de la superficie de rodadura deteriorada calle 10

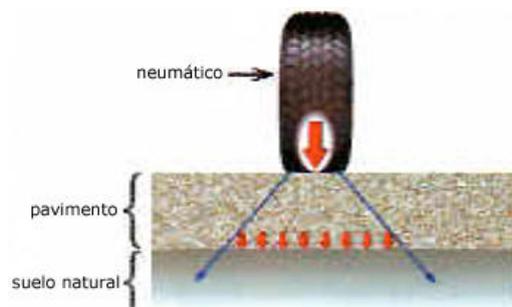


### 4.3 SUBRASANTE

4.3.1 Generalidades. Las losas de concreto que forman un pavimento rígido distribuyen sobre áreas de la subrasante relativamente grandes, las cargas concentradas de las ruedas de los vehículos. Por esta razón, las presiones sobre la subrasante se mantienen en general por debajo de su resistencia.

De lo anterior se deduce que la función primordial de la subrasante no es suministrar un soporte de alta resistencia, sino más bien un apoyo razonablemente uniforme. En efecto, si la subrasante no ofrece soporte uniforme a toda la losa del pavimento esta tiende a trabajar como un “puente” entre las zonas resistentes y a deformarse excesivamente en las áreas débiles, lo cual origina esfuerzos de flexión en general altos e imprevisibles.

Figura 3. Esfuerzos en la subrasante



4.3.2 Especificaciones. Siendo el suelo un factor fundamental en el diseño de pavimentos, el conocimiento de su origen y proceso de formación, conllevan obligatoriamente a un estudio detallado del suelo, el cual esta orientado a definir la capacidad de carga, propiedades granulométricas, de plasticidad y su homogeneidad.

En tramos de cierta longitud pueden aparecer distintos tipos de subrasante. En este caso, para simplificar la puesta en obra se amerita estudios específicos de estabilización para obtener la resistencia de diseño. Esta resistencia de diseño se denomina capacidad de soporte que se determina por medio de ensayos de suelo "in situ" con condiciones de humedad y densidad reales.

Figura 4. Ensayo de capacidad de soporte de subrasante C.B.R.



#### 4.3.3 Ejecución.

~~✍~~ Descripción. Este trabajo consiste en la eventual disgregación del material de la subrasante existente, el retiro o adición de materiales, la mezcla, humedecimiento o aireación, perfilado final y compactación conforme con las dimensiones y pendientes señalados en los planos del proyecto.

~~✍~~ Disgregación de material de la subrasante. Consiste en la separación de las partículas de suelo de la subrasante por medio de escarificación con motoniveladora. Este proceso se lleva a cabo con el fin de eliminar estratos de suelo indeseables u otros elementos que puedan disminuir la resistencia de la subrasante.

El material que se ha eliminado, es acarreado por medio de volquetas hacia los sitios de disposición final.

☞ **Conformación del material.** Los materiales disgregados, se humedecerán o airearán hasta alcanzar la humedad apropiada de compactación.

Con base en las especificaciones de diseño y de acuerdo a la sección transversal especificada para cada punto de toda la longitud vial, se realiza una nivelación cada 10 metros para controlar los parámetros geométricos como curvas verticales y transiciones de peralte. Este control se hace con el fin de minimizar los volúmenes de corte y excavación; evitar el aumento en los volúmenes de acarreo de material granular que servirá como capa de base y comprobar la uniformidad de la superficie.

La maquinaria necesaria para llevar a cabo esta labor es la motoniveladora; la cuchilla u hoja de esta máquina perfila la subrasante de acuerdo a la nivelación transversal en cada abscisa, es decir, corta en caso de que la subrasante tenga un exceso de material acumulado, o en su defecto, arrastra material a lugares en donde hay falta de suelo para cumplir los niveles de diseño. Si el proceso implica el retiro de parte del material existente, éste se cargará y transportará a las zonas aprobadas de disposición de sobrantes donde será descargado.

☞ **Compactación.** Una vez que el material tenga la humedad apropiada y esté conformado debidamente, se compacta con el equipo aprobado hasta lograr la densidad especificada. El equipo utilizado es el vibro-compactador, efectuando la compactación longitudinalmente, comenzando por los bordes exteriores y avanzando hacia el centro de la calzada. En las zonas peraltadas, la compactación se hace desde el borde inferior al borde superior.

☞ **Limitaciones en la ejecución.** Los trabajos de mejoramiento de subrasantes sólo se efectuarán cuando no haya lluvia y deberá prohibirse la acción de todo tipo de tránsito sobre las capas en ejecución, hasta que se haya completado su compactación para que no se concentren huellas de rodadas en la superficie.

## **4.4 BASES**

4.4.1 Generalidades. En nuestro medio generalmente los pavimentos de concreto hidráulico se colocan sobre una sub-base o base la cual sirve como una capa de transición y suministra un apoyo uniforme, estable y permanente al pavimento, así mismo facilita los trabajos de pavimentación, mejora el drenaje y reduce por tanto al mínimo la acumulación de agua bajo el pavimento. Ayuda a controlar los efectos perjudiciales, producidos por los cambios volumétricos de los suelos de

subrasante, mejora en parte la capacidad de soporte del suelo de subrasante e impedir el fenómeno de bombeo o pumping.

4.4.2 Especificaciones. Una variedad de materiales y de granulometrías se pueden usar para las bases granulares. El material granular puede estar constituido por arena, grava arenosa, agregado triturado y materiales locales tales como escombros, triturados y escorias.

Para que sean efectivos contra el fenómeno de bombeo, deben satisfacer las especificaciones mínimas de gradación AASHTO para material de base-

El material utilizado proviene de la cantera del Puente Nuevo de propiedad de la Alcaldía municipal de Ipiales y que cumple con los requerimientos mínimos especificados, (Ver Anexo F. Análisis granulométrico de material para base (Solo) y Anexo G. Análisis granulométrico de material para base (Mezclado)).

4.4.3 Ejecución.

~~✍~~ Parámetros de diseño. El espesor especificado de material granular es de 30 centímetros.

~~✍~~ Afirmado.

?? Descripción. Este trabajo consiste en el suministro, transporte, colocación y compactación de los materiales de afirmado sobre la subrasante terminada, de acuerdo con los alineamientos, pendientes y dimensiones indicados en los planos del proyecto.

?? Preparación de la superficie existente. El material de afirmado se descarga hasta que la subrasante que le sirve como apoyo tenga la densidad apropiada y las cotas indicadas en los planos.

?? Transporte y colocación del material. El material se acarrea por medio de volquetas y vierte en forma de caballetes. Se acopia de tal manera que no se produzca contaminación por otros materiales o partículas de suelo adyacente.

?? Extensión y mezcla. El material se dispone en un cordón de sección uniforme. Posteriormente es extendido por medio de motoniveladora desde el centro de la calzada hacia el exterior. Muchas veces es necesario su aireación y volteo con el fin de obtener aproximadamente la humedad de moldeo cerca de la óptima, para tener mejores resultados de compactación.

Figura 5. Extensión de material granular, calle10



Figura 6. Mezcla de material granular, Calle 10



?? Conformación del material. Con base en las especificaciones de diseño y de acuerdo a la sección transversal especificada para cada punto de toda la longitud vial, se realiza una nivelación cada 10 metros para controlar el espesor uniforme de la capa de base y parámetros geométricos como curvas verticales y transiciones de peralte.

La maquinaria necesaria para llevar a cabo esta labor es la motoniveladora; la cuchilla u hoja de esta maquina perfila el afirmado de acuerdo a la nivelación transversal en cada abscisa, es decir, corta en caso de que el afirmado tenga un exceso de material acumulado.

Figura 7. Conformación del material, Calle 10

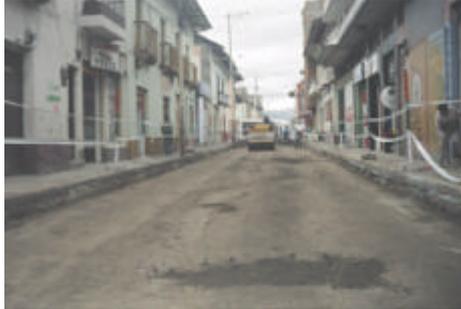


?? Compactación. Una vez que el material tenga la humedad apropiada y esté conformado debidamente, se compacta con el equipo aprobado hasta lograr la densidad especificada.

El equipo utilizado es el vibro-compactador, efectuando la compactación longitudinalmente, comenzando por los bordes exteriores y avanzando hacia el centro de la calzada. En las zonas peraltadas, la compactación se hace desde el borde inferior al borde superior.

Es necesario aclarar, que muchas veces después de este proceso, la capa de base sufre abultamientos debido al alto contenido de humedad que ocasiona zonas defectuosas comúnmente denominados “fallos”. La corrección de estas zonas se hace por medio de una escarificación con motoniveladora, se procede al volteo y aireación del material, nuevamente se perfila, y finalmente se compacta.

Figura 8. Compactación del material granular, calle 10



El control de la densidad alcanzada en el terreno se hace para comprobar si la base está compactada dentro de los parámetros mínimos especificados en el diseño. Para tal efecto se utiliza el ensayo del cono y la arena.

#### **4.5 CONSTRUCCION DE SUPERFICIE DE RODAMIENTO**

##### **4.5.1 pavimentación en concreto hidráulico.**

Al diseñar un pavimento rígido, lo que se hace es obtener un balance entre el espesor de la losa, resistencia a flexión del concreto, capacidad de soporte entre la subrasante y la magnitud de la carga aplicada. Estas variables son impuestas por el diseñador y otras impuestas por el pavimento. Las primeras hacen referencia a la capacidad de soporte del suelo y el tránsito que va a utilizar la vía; las segundas son la calidad del concreto y el espesor del pavimento.

La ejecución de los trabajos consiste en la colocación de formaleta, colocación de pasadores de transferencia de carga y distribución, elaboración, transporte, colocación y vibrado de una mezcla de concreto hidráulico como estructura de un pavimento; la ejecución de juntas, el acabado, el curado y demás actividades necesarias para la correcta construcción del pavimento, de acuerdo con los alineamientos, cotas, secciones y espesores indicados en los planos del proyecto.

~~22~~ Colocación de formaleta. Para la construcción de las formaletas se utiliza madera de un ancho igual al espesor del pavimento a construir y de un largo no mayor a 3 metros. Además, Deberán tener la suficiente rigidez para que no se deformen en el momento de mayor exigencia, es decir, durante la colocación y vibración del concreto. En la mitad de su espesor y a los intervalos requeridos, las

formaletas tendrán orificios para insertar a través de ellos las varillas de transferencia de carga.

Se hace la nivelación transversal para que la formaleta se encuentre lo más vertical posible. Es por esto, que la fijación de las formaletas al suelo se hará mediante estacas de madera que impidan cualquier desplazamiento vertical u horizontal.

✍️ Colocación de pasadores de transferencia de carga. Los pasadores de transferencia de carga en las juntas transversales, se colocan en la mitad del espesor de la losa en dirección paralela al eje de la vía. Se utiliza acero de diámetro de  $\frac{3}{4}$ " liso de una longitud de 50 centímetros con una separación entre barras de 50 centímetros. Al instalar los pasadores, en los extremos de cada carril, se colocan a la mitad de la distancia especificada.

Por lo menos la mitad más 2 cm. del pasador en acero liso debe ir engrasado, con el fin de que éste, no se adhiera al concreto, permitiendo el desplazamiento libre de la losa.

Los pasadores de transferencia de carga en las juntas longitudinales se utiliza acero de diámetro de  $\frac{1}{2}$ " corrugado, se instalan transversalmente al eje de la vía cada metro; haciéndolos pasar a través de orificios hechos en las formaletas destinadas para conformar la junta longitudinal, la cual se retira al comenzar la construcción del siguiente carril.

✍️ Elaboración de la mezcla de concreto

?? Características del concreto. La tecnología para la elaboración del concreto es la misma que la de los concretos utilizados en edificaciones. En nuestro medio el concreto es uno de los materiales de construcción más utilizados por las siguientes razones:

La manejabilidad es una propiedad del concreto fresco, permitiendo ser mezclado, manejado, colocado y terminado sin que pierda su homogeneidad, es decir, sin que se presente exudación o segregación.

Los concretos para el diseño de losas para pavimentos tienen alta resistencia a flexo-tracción.

El concreto resiste condiciones de servicio a que estará sometido, como ciclos repetidos de mojado y secado, calentamiento y enfriamiento y desgaste.

?? Materiales para la elaboración del concreto. El concreto es una mezcla de agregados; grava y arena "aglomerados" y en algunos casos aditivos, con la ayuda de un ligante hidráulico: el cemento; el cual fragua en presencia del agua.

En promedio el porcentaje de los materiales que intervienen, con respecto al volumen total es: Agregados (70%), cemento (15%), agua libre (10%) y agua que reacciona (5%).

?? Agregados. Los agregados constituyen el esqueleto del concreto y estos intervienen de una manera directa en la calidad del pavimento.

Agregado fino. Es todo material granular mineral que pasa por el tamiz No 4, el cual satisface criterios de dureza, limpieza (exentos de arcilla, limo y otras sustancias) y regularidad. Para la elaboración del concreto se utiliza arena proveniente del Espino.

Agregado grueso. Material granular mineral retenido en el tamiz No 4 los cuales responden a criterios de limpieza, dureza, forma y resistencia. Estos agregados mejoran la transferencia de carga, reduce el contenido de cemento y presenta economía en materia de costos y energía. Para la elaboración del concreto se utiliza triturado proveniente de la cantera de Las Lajas.

?? Cemento. Es el material proporciona al concreto las propiedades ligantes. Su almacenamiento se hace bajo techo o bodega ubicada cerca al lugar de la obra o lugar en donde se elabora la mezcla de concreto. Los sacos de cemento se colocan sobre tarimas de madera, alejados de las paredes y que no estén sometidas a la acción de la lluvia y la humedad. El acopio no debe ser superior a 10 sacos.

?? Agua. El agua de mezclado debe ser muy controlada, es decir, no se debe usar agua contaminada (Detergentes, materia orgánica, arcillas o materias azucaradas), de tal manera que el agua más conveniente es la utilizada para consumo humano. El agua que se utiliza para el concreto reúne las características necesarias para la elaboración de la mezcla ya que es proveniente del acueducto Municipal.

☞ Dosificación de la mezcla. La resistencia a la compresión del concreto depende principalmente de la dosificación de los materiales.

El control de dosificación en el terreno tiene que ser muy práctico con el fin de minimizar los tiempos de ejecución. Para ello se utiliza cajones de madera de volumen conocido ( $35 \times 35 \times 35 \text{cm}^3$ ). En dicho cajón alcanza 50 kilogramos de cemento que equivale a un bulto de cemento.

La dosificación de diseño del concreto es 1:2:3. de esta manera, las proporciones de la mezcla vienen dadas por el volumen del cajón, así: Para un bulto de cemento que equivale a un cajón corresponde dos cajones de agregado fino (arena) y tres cajones de agregado grueso (triturado).

Para controlar la cantidad el agua de mezclado que se agrega a la mezcla se utiliza siempre una caneca de volumen conocido. La cantidad de agua a utilizar en la mezcla debe estar entre los 22 y 25 litros por cada bulto de cemento.

✍️ **Mezclado de los materiales.** El equipo que se utiliza comúnmente es la mezcladora mecánica. Antes de comenzar la elaboración de la mezcla, se revisa que el interior de ella este limpio, las aspas estén en buen estado y el tambor no presente fisuras.

La mezcla y colocación de los materiales en la mezcladora, se hace en el siguiente orden: primero se introduce el agua, luego el cemento y por último el triturado y la arena en forma intercalada, teniendo en cuenta que la mezcladora siempre debe estar en movimiento. El tiempo de mezcla, será en un intervalo de uno a dos minutos. Al descargar la mezcla, se verifica que sea homogénea, es decir, que los materiales que la conforman no se encuentren separados y además, los agregados estén totalmente embebidos en la mezcla.

✍️ **Colocación del concreto.** Inmediatamente antes de descargar el concreto, la parte superior de apoyo (base) se riega con agua, en cantidad suficiente para evitar que pueda absorber agua del concreto.

La colocación, compactación y acabados se hace en un intervalo menor a dos horas después de elaborada la mezcla. Antes de colocar la mezcla en el molde, se cubre con una brocha la superficie de la formaleta con aceite para evitar que el concreto se adhiera fuertemente y facilite el desencofrado. Posteriormente, el concreto es vaciado desde una pequeña altura, para evitar que el agregado grueso se dirija al fondo y el agregado fino se quede en la superficie.

Figura 9. Colocación del concreto



☞ Compactación. Al colocar la mezcla, burbujas de aire quedan dentro de ella, estas hacen que el concreto al secarse tenga cavernas conformando zonas de falla, factor ampliamente perjudicial para la resistencia del concreto. Por ello la compactación debe llevarse a cabo mediante vibración interna

☞ Texturizado de la superficie. Se realiza con el fin de proporcionar una superficie lisa y antideslizante, y para evitar imperfecciones dejadas durante la vibración. Esto se logra mediante un plástico limpio y húmedo que se lo desliza longitudinalmente.

☞ Curado del concreto. Esta labor se realiza con el fin de evitar fisuras de retracción y obtener una buena resistencia del concreto, la cual se logra evitando la pérdida de agua de amasado por evaporación debido a la insolación y el viento.

El proceso de curado inicia cuando el concreto comienza a endurecer y se lleva a cabo por medio riego de agua sobre la losa de concreto durante un periodo de siete a ocho días.

☞ Elaboración de Juntas. Para minimizar el efecto de la dilatación térmica de las losas de concreto se desarrolla las juntas de expansión, que son simplemente discontinuidades transversales en la losa, con una separación suficiente como para permitir el movimiento longitudinal de éstas. La elaboración de juntas se realiza en estado fresco insertando una platina de 6 a 8 milímetros de espesor y con un ancho de ocho centímetros. Esta se apoya por la parte superior de las estacas, las cuales se fijan siguiendo el alineamiento correspondiente a cada junta.

La platina de acero se aceita, con el fin de facilitar su retiro, cuidando de no generar daños en los bordes de las losas que conforman la junta.

☞ Sellado de las juntas. La ranura entre las juntas debe sellarse, tanto para impedir la entrada del agua a la subrasante como para evitar la penetración de cuerpos extraños dentro de la junta (piedras pequeñas, por ejemplo) que pueden obstaculizar su normal funcionamiento. Adicionalmente, el sello mejora la calidad del rodamiento.

El sello es vaciado "in situ", consiste en un producto asfáltico que se vierte en estado líquido. Se debe tener en cuenta que debe ser impermeable, permanecer en contacto con las caras de la junta, no reblandecerse excesivamente a las mayores temperaturas de servicio ni endurecerse ni tornarse quebradizo a temperaturas bajas y no permitir la intrusión de materiales extraños dentro de la junta.

Figura 10. Estado actual, calle 12



#### 4.5.2 Anden peatonal.

~~✓~~ **Especificaciones de diseño.** Se construye una línea de andén peatonal para cada una de las calles a pavimentar; dos andenes por calle con un ancho de 1.5 metros; placa de concreto de espesor de 10 centímetros; pendiente transversal de 2% para bombeo normal de aguas lluvias y dosificación de mezcla de concreto 1:2:4.

~~✓~~ **Ejecución.** Se inicia con la nivelación de la superficie que conformara el anden peatonal, perfilando de tal manera que se retira la capa vegetal, cortes o demolición de estructuras que impidan el normal desarrollo de los trabajos. Se retira y evacua el material resultante de estas actividades. Se procede a compactación de material granular teniendo en cuenta el perfilado inicial.

Para finalizar se instala las formaletas y se procede al vaciado de concreto que se realiza en las mismas condiciones que el concreto para las losas que conforman la vía.

Cabe anotar que los andenes tienen una junta de dilatación cada 2.5 metros y además poseen dos bloques de concreto prefabricados de 40 x 40 cm. y una altura de 5 cm. colocados en el eje del anden a lo largo de este.

Figura 11. Estado actual del andén, calle 10



4.5.3. Obras de drenaje. Uno de los elementos que mayores problemas causa a las vías, es el agua, ya que provoca la disminución de la resistencia al corte de los suelos presentando fallas en superficies de rodamiento.

Los sumideros. consisten en aberturas que se disponen en las cunetas para recibir el agua y entregarla a una tubería de conducción que la lleve a la red de alcantarillado, generalmente a través de un pozo de inspección. En nuestro caso los sumideros están provistos en su parte lateral de una rejilla para evitar el paso de residuos sólidos; las dimensiones de la rejilla son: 70 centímetros de largo por 15 centímetros de altura.

4.5.4 Bordillos. Son pequeñas estructuras de concreto que se construyen para evitar que los automóviles invadan el andén peatonal; Así mismo, funcionan como canales de conducción de aguas lluvias por escurrimiento transversal de la calzada.

Los Bordillo vía urbana.

Dimensiones: 20 centímetros de ancho en su base por 20 centímetros de altura y con un ancho en su corona igual 15 centímetros.

Refuerzo: acero de diámetro  $\frac{1}{4}$ " en forma de U con una separación de 50cm, además están unidos por una varilla longitudinal de diámetro  $\frac{3}{8}$ ".

Dosificación del concreto: mezcla 1:2:3

Colocación: Este bordillo va a cada lado de la vía y empata con los bordillos existentes.

#### 4.5.5 Programa de aseguramiento de calidad.

~~///~~Actividad: responsabilidades gerenciales.  
Asignación. Fondo Rotatorio de Valorización.  
Ing. Alvaro Fernando Grijalva.

~~///~~Actividad: control de diseño.  
Asignación.  
Diseño. Ing. Henry Verdugo M.

~~///~~Actividad: control de las actividades de ejecución.

?? Procedimiento. Localización, replanteo topográfico, excavaciones y cortes, rellenos, demoliciones, conformación y mejoramiento de la subrasante, conformación de bases, conformación y mejoramiento del afirmado, base granular, construcción de pavimento de concreto hidráulico de 18 centímetros de espesor, construcción de obras de drenaje, señalización vial, demarcación longitudinal.

?? Asignación. Administración Municipal:  
Secretaría de Obras Públicas Municipales.  
Subsecretaría de Planes y Proyectos.

?? Equipo y herramientas. Equipo topográfico, retroexcavadora, cargador, motoniveadora, vibro compactador y volquetas.

~~///~~Actividad: inspección y ensayo.  
Asignación. Ing. Nelson Portilla. Subsecretario de Obras.

~~///~~Procedimiento.

Peso Unitario del Suelo en el Terreno. Método del Cono de Arena (E-161)

~~///~~Equipo y materiales. Espátula, Lupa de bolsillo, bolsas plásticas y frascos de vidrio o de plástico, balanzas con sensibilidad de 0.01, tamices de malla cuadrada, Horno, Cono de Abrams, Arena de Ottawa,

~~///~~Actividad: manejo y entrega de materiales.

Asignación.  
Administración Municipal de Ipiales y todas sus dependencias, en ellas incluida la Secretaría de Obras Municipales.

## **4.6 PAVIMENTACION EN CONCRETO HIDRAULICO**

4.6.1 Parámetros de diseño. Placa de concreto hidráulico de 18 centímetros de espesor.

4.6.2 Ejecución. La ejecución de los trabajos de pavimentación en concreto hidráulico se desarrollan según el numeral... 4.5.1...

## **4.7 PROYECTOS EN EJECUCIÓN**

### **4.7.1 Adecuación, Mantenimiento y Construcción Vial en Concreto Hidráulico Calles 10, 11 y 12 entre carreras 6 y 7ª.**

La especificación de diseño comprende la construcción de losa en concreto hidráulico de 18 centímetros de espesor con resistencia de 3.000 psi, sobre capa de material granular de 30 centímetros de espesor.

#### **CALLE 10:**

Características:

- ?? Operación en un sentido.
- ?? Sin condiciones para estacionamiento.

Tipo de carretera: Urbana.

Velocidad de diseño: 30 KPH.

Criterios geométricos:

- ?? Longitud total: 58,00 m.
- ?? Número de calzadas: una.
- ?? Ancho calzada: 5,70 m.
- ?? Número de carriles: dos.
- ?? Ancho de carril: 2,85 m.
- ?? Pendiente: 0,66 %.
- ?? Bombeo: 2 %.

## **CALLE 11:**

### Características:

- ?? Operación en un sentido.
- ?? Sin condiciones para estacionamiento.

Tipo de carretera: Urbana.

Velocidad de diseño: 30 KPH.

### Criterios geométricos:

- ?? Longitud total: 50,30 m.
- ?? Número de calzadas: una.
- ?? Ancho calzada: 6,10 m.
- ?? Número de carriles: dos.
- ?? Ancho de carril: 3,05 m.
- ?? Pendiente: 1,97 %.
- ?? Bombeo: 2 %.

## **CALLE 12:**

### Características:

- ?? Operación en un sentido.
- ?? Sin condiciones para estacionamiento.

Tipo de carretera: Urbana.

Velocidad de diseño: 30 KPH.

### Criterios geométricos:

- ?? Longitud total: 49,00 m.
- ?? Número de calzadas: una.
- ?? Ancho calzada: 4,56 m.
- ?? Número de carriles: dos.
- ?? Ancho de carril: 2,28 m.
- ?? Pendiente: 1,78 %.
- ?? Bombeo: 2 %.

Figura 12. Relleno de zanjas con material de préstamo, calle 11



Figura 13. Perfilado y compactación de base granular, calle 10



Figura 14. Compactación de base granular, calle 11



Figura 15. Acopio de Material, calle 10



Figura 16. Fundición de la losa de concreto, calle 10



Figura 17. Vibrado del concreto



Figura 18. Colocación de acero de transferencia de carga y platina para junta de dilatación



Figura 19. Terminación de jornada, indica aceros de transferencia de cargas longitudinales y transversales



Figura 20. Texturizado de la losa de concreto



Figura 21. Retiro de platina de la losa de concreto



Figura 22. Sellamiento de las juntas de dilatación con material ligante



Figura 23. Fundición de bordillos, calle 12



Figura 24. Demolición de andenes peatonales, calle 10



Figura 25. Perfilado de base granula para andenes peatonales, calle 10



Figura 26. Fundición de andenes peatonales, calle 10



Figura 27. Estado actual, calle 10

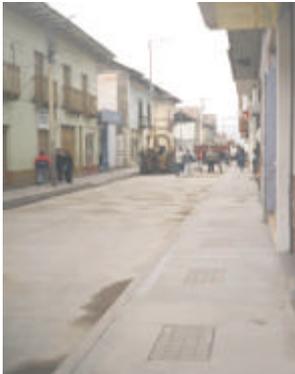


Figura 28. Estado actual calle 11



Figura 29. Ensayo de asentamiento



Figura 30. Ensayo de densidad en sitio. Método del cono y arena.



~~4.8~~ Control de densidad, (véase Anexo D).

#### **4.8 RECUPERACION DE CARPETA ASFALTICA**

~~4.8.1~~ Identificación del tipo de falla en el asfalto existente. La base primordial para iniciar los trabajos de construcción del pavimento consiste en la identificación de la falla en el asfalto existente con el fin de implementar tratamientos que permitan el mejoramiento de ella.

A continuación, se cita los tipos de falla según su profundidad, tipo de fisura y desgaste, así:

a) Huecos o baches abiertos. Cavidades o depresiones producidas por desprendimiento de la carpeta asfáltica y de capas granulares. Se consideran 3 tipos de huecos:

Superficiales: solo comprometen la capa de rodadura y su profundidad es menor a tres centímetros.

Medios: Comprometen parte o la totalidad de la carpeta asfáltica y su profundidad oscila entre tres y diez centímetros.

Profundos: Profundidad superior a diez centímetros, con expulsión de material y compromiso de la base granular.

b) Fisuras longitudinales y transversales. Son agrietamientos longitudinales y/o transversales que no constituyen una malla, sino que se presentan en forma aislada o continua y son producidas por deficiencia en las juntas de construcción, contracción de la mezcla o desplazamiento de los bordes. Se consideran 3 tipos de fisuras: longitudinales, transversales y en bloque.

c) Desgaste superficial. Son las irregularidades que se observan en la superficie, en áreas aisladas o en forma generalizada y son el producto del desgaste de las partículas superficiales o el desprendimiento de alguna de ellas por acción del tránsito o inclemencias del tiempo. El desgaste se clasifica en:

Incipiente: pérdida de textura uniforme, mostrando rugosidad e irregularidades hasta de cinco milímetros de profundidad

Medio: cuando las irregularidades están entre cinco y quince milímetros de profundidad. Las partículas de agregado están expuestas.

Severo: desintegración superficial de la carpeta, con desprendimientos evidentes y partículas sueltas sobre la vía.

d) Ondulaciones. Son deformaciones grandes y notorias de la plataforma de la vía, que alteran su perfil longitudinal, por efecto de asentamientos del terraplén o por levantamientos causados por las raíces de árboles.

☞ Tratamientos en el asfalto existente de acuerdo al tipo de falla. De acuerdo al tipo de falla encontrado se considera la siguiente acción correctiva.

Si el tipo de falla es media, se desarrolla el siguiente proceso:

?? Identificación de la falla.

?? Demarcación o "cajeo". Se delimita la falla con trazos lineales alrededor del hueco.

?? Demolición y retiro de la carpeta asfáltica. Destrucción total del pavimento demarcado, excavación y retiro del material resultante. Se continúa con estas labores hasta encontrar base que permita una buena adherencia entre éste y el nuevo concreto.

?? Limpieza y humedecimiento.

?? Compactación de la base. Se adiciona material que reemplaza al material extraído y posteriormente se compacta.

Para zonas de bacheo, el área de la falla que en este caso afecta la superficie y la base se deberá enmarcar con trazos, que rodeen dicha falla a por lo menos treinta centímetros de su borde, con el fin de demarcar la zona que se trabajará retirando todo el material contaminado, para posteriormente conformar y preparar una nueva base, que permita soportar las condiciones de servicio previstas.

4.8.1 Especificaciones. Recuperación de carpeta asfáltica con mezcla de asfalto en caliente proveniente de la planta de Pilcuán.

4.8.2 Ejecución.

~~///~~ Proceso constructivo. Se considera la siguiente acción correctiva:

?? Identificación de la falla.

?? Demarcación o “cajeo”. Se delimita la falla con trazos lineales alrededor del hueco.

?? Demolición y retiro de la carpeta asfáltica. Destrucción total del pavimento demarcado, excavación y retiro del material resultante. La superficie de corte debe ser uniforme y evitar superficies inclinadas.

?? Limpieza. Se procede a limpiar cuidadosamente el hueco con el fin de eliminar polvo u otras partículas que puedan disminuir la adherencia entre el concreto asfáltico antiguo con el nuevo.

?? Riego de liga. Riego de brea con el fin de garantizar la adherencia.

?? Colocación del concreto asfáltico. Se adiciona el asfalto en el hueco y se procede a nivelar horizontalmente con el fin de eliminar excesos y lograr una superficie completamente lisa.

?? Compactación del concreto asfáltico.

~~///~~ Ejecución de los trabajos.

**4.8.3 Adecuación y mantenimiento de la carpeta asfáltica (parqueo).**

~~///~~ Sector Avenida las Lajas, entre calles 4 a 8.

- ~~///~~ Sector Parque 20 de Julio.
- ~~///~~ Sector Parque Santander.
- ~~///~~ Sector Grupo Cabal, carrera 6 entre calles 19 a 22, carrera 7 entre calles 22 a 24 Sena.
- ~~///~~ Sector Sena, carrera 7, Puenes, Empoobando, Patinodromo, Partidero de Carlosama.
- ~~///~~ Sector carrera 3, entre calle 18 hasta la Terminal de Pasajeros.
- ~~///~~ Sector carrera 2, desde la Terminal de Pasajeros hasta el Hospital Civil de Ipiales.
- ~~///~~ Sector calle 3, entre carrera 5 y 6°.
- ~~///~~ Centro de salud de Ipiales hasta barrio Alamos Norte.
- ~~///~~ Carrera 10 Y 11 entre calles 13 a 17, las calles 13-14-15 y 16 entre carreras 7 y 10, las calles 14-15 y 16 entre carreras 10 y 11.

#### **4.8.4 Programa de aseguramiento de la calidad.**

Actividad: responsabilidades gerenciales.

~~///~~ Procedimiento.

?? Planificación de las actividades especificadas en el proyecto.

?? Dar a conocer las características técnicas y constructivas del proyecto a todo el personal encargado.

?? Evaluar la calidad de los procesos constructivos.

?? Identificación de inconvenientes técnicos que disminuyen la calidad de los procesos constructivos.

~~///~~ Asignación.

Ing. Julio Vicente Burbano Ruiz. Secretario de Obras Públicas Municipales.  
Actividad: control de diseño.

~~///~~ Procedimiento.

?? Inspección diaria y permanente para controlar los procesos constructivos de la obra a lo largo de todo su desarrollo.

?? Controlar el suministro oportuno de maquinaria, materiales, herramientas, mano de obra y equipo necesario para el normal desarrollo de la obra.

?? Evaluar la calidad de los procesos constructivos.

?? Elaborar registro de las labores diarias.

?? Vigilar especificaciones técnicas estipuladas en el diseño preliminar.

~~Asignación.~~

Revisión:

Ing. Julio Vicente Burbano Ruiz. Secretario de Obras Públicas Municipales.  
Ricardo Enríquez. Estudiante Ingeniería Civil.

Actividad: control de las actividades de ejecución.

~~Procedimiento.~~ Localización, demolición de la estructura deteriorada del pavimento existente, retiro de escombros, limpieza, riego de imprimación y liga, colocación, nivelación y compactación del concreto asfáltico.

~~Asignación.~~

Ing. Julio Vicente Burbano Ruiz. Secretario de Obras Públicas Municipales.

Ejecución:

Ing. Nelson Portilla. Subsecretario de Obras Públicas Municipales.  
Ricardo Enríquez. Estudiante Ingeniería Civil.

~~Equipo y herramientas.~~ retroexcavadora, cargador, vibrocompactador, volquetas, compresor, herramienta menor.

Actividad: manejo y entrega de materiales.

~~Procedimiento.~~

?? Entrega de los materiales necesarios para la ejecución del proyecto.

?? Verificar que el manejo de los materiales sea cuidadoso para evitar dañar sus características ingenieriles.

~~Asignación.~~

Ing. Julio Vicente Burbano Ruiz. Secretario de Obras Públicas Municipales.

Figura 31. Demolición y retiro de la carpeta asfáltica deteriorada. Carrera 10 entre calle 13 y 14



Figura 32. Cajeo y riego de liga, Carrera 10 entre calle 13 y 14



Figura 33. Nivelación del concreto asfáltico, Carrera 10 entre calle 13 y 14



Figura 34. Compactación del concreto asfáltico, carrera 10 entre calle 13 y 14



Figura 35. Cajeo y riego de liga, intersección carrera 11 con calle 13 esquina



Figura 36. Colocación de concreto asfáltico, intersección carrera 11 con calle 13 esquina



Figura 37. Compactación de concreto asfáltico, intersección carrera 11 con calle 13 esquina



Figura 38. Demolición y retiro de la carpeta asfáltica deteriorada



Figura 39. Demolición y retiro de la carpeta asfáltica deteriorada. Carrera 11



Figura 40. Cajeo y Nivelación del concreto asfáltico, Calle 14 a



Figura 41. Colocación y nivelación de concreto asfáltico, Barrio Álamos Norte



Figura 42. Compactación de concreto asfáltico, Barrio Álamos Norte



Figura 43. Cajeo, limpieza y retiro de carpeta asfáltica deteriorada, Hospital civil de Ipiales



Figura 44. Compactación de concreto asfáltico, Hospital civil de Ipiales



## 5. CONCLUSIONES

- ✍✍ La falta de planificación y organización ocasiona defectos constructivos que degeneran el pavimento, conformando estructuras inestables y representando una vida útil muy baja. Entre estos factores podemos citar: deficientes controles de diseño en la conformación de la estructura general del pavimento (base y superficie de rodamiento); Compactaciones insuficientes y diseño de pavimentos sin especificaciones mínimas.
- ✍✍ La eficiencia en la construcción depende principalmente del equipo o maquinaria empleada para realizar cierta labor. Muchas veces los retrasos en la construcción no dependen del criterio del ingeniero, pero sí en buena parte por fallas mecánicas imprevistas de los equipos utilizados.
- ✍✍ El reconocimiento de las funciones que cumple cada máquina es un factor importante, ya que de la escogencia de este, depende la eficiencia en el desarrollo de las labores para la construcción de pavimentos como cortes, excavaciones, cargue y transporte de material, demoliciones y perfilados.
- ✍✍ Los retrasos en la construcción por condiciones de mal tiempo muchas veces son incontrolables por parte de la entidad ejecutora y es uno de los factores de sobrecostos en la ejecución, ya que por ejemplo condiciones excesivas de lluvia ocasiona superficies deficientes para continuar con las labores y por ello se necesita realizar tratamientos para mejorarla incrementando de esta manera los costos por maquinaria y mano de obra empleada.
- ✍✍ La fundamentación académica es el principal factor para alcanzar las metas propuestas y de esta manera, ser un eje participante de la problemática de desarrollo de nuestra región.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ~~✓~~ BRAVO, Paulo Emilio. Trazado y localización de carreteras: Técnica y análisis. 5 ed. Popayán: Universidad del Cauca. 1995. 339 p.
- ~~✓~~ GOMEZ GOMEZ, Gilberto. Equipos y movimiento de tierra: Tecnología en Obras Civiles. Armenia: Universidad del Quindío. 1994. 136 p.
- ~~✓~~ INSTITUTO COLOMBIANO DE PRODUCTORES DE CEMENTO. Pavimentos de concreto: manual de diseño. Medellín. 131 p.
- ~~✓~~ INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Normas colombianas para la elaboración y presentación de trabajos y tesis de grado. Quinta actualización. Santa fé de Bogotá: ICONTEC, 2004. 99p. NTC 1486
- ~~✓~~ MERRIT, Frederick S. Manual del Ingeniero Civil. México D.F. 3a ed. Editorial mc. Graw Hill. 1998.
- ~~✓~~ MINISTERIO DE TRANSPORTE, INSTITUTO NACIONAL DE VIAS, Especificaciones generales de construcción de carreteras. Santa Fé de Bogotá. Tomo I. 1995.
- ~~✓~~ -----Normas de ensayo de materiales para carreteras. Suelos y agregados pétreos. Colombia. 1995. 387 p.
- ~~✓~~ MUÑOZ RICAUTE, Guillermo. Pavimentos de concreto hidráulico: diseño y construcción. San Juan de Pasto. Universidad de Nariño Editorial Universitaria. 2002. 238 p.
- ~~✓~~ -----Pavimentos de concreto asfáltico: diseño y construcción. San Juan de Pasto. Universidad de Nariño Editorial Universitaria. 2002. 427 p.

## **ANEXOS**

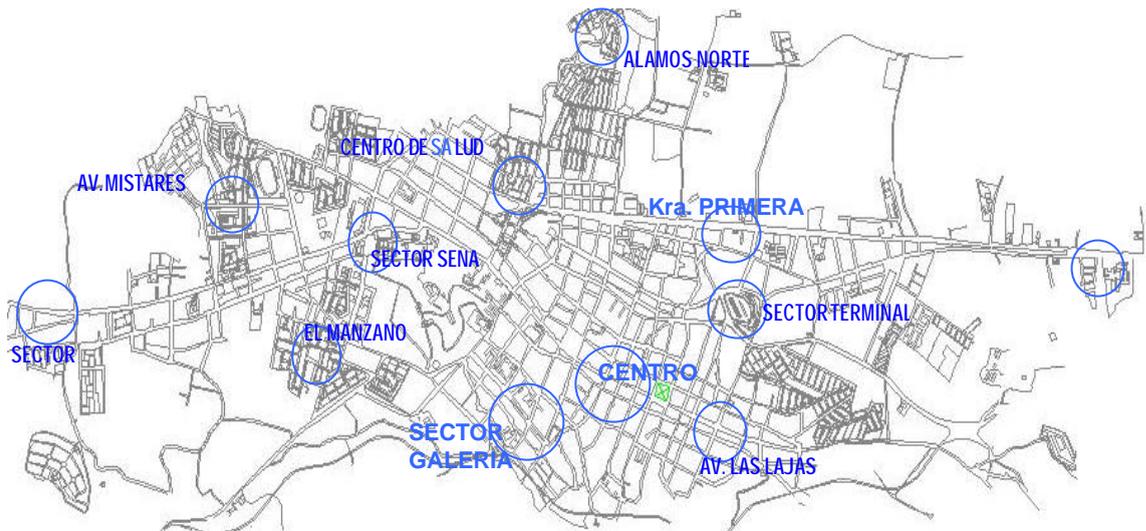
## Anexo A. Departamento de Nariño



Tomado de enciclopedia Atlas y Geografía de Colombia, Circulo de lectores, 1989.  
Pág. 82



### Anexo C. Localización proyectos viales en el sector urbano



Tomado del Plan de Ordenamiento Territorial del municipio de Ipiales, 2004.

## Anexo D. Densidad en sitio

LABORATORIO DE INGENIERÍA  
Y CONTROL DE CALIDAD

### DENSIDAD EN SITIO

PROYECTO PAVIMENTACIÓN DE CALLES SOLICITA ING. ALVARO GRIJALVA  
LOCALIZACIÓN CALLES 9-10-11-12 CON CARRERAS 6-7 FECHA AGOSTO 18 DE 2004  
DESCRIPCIÓN MATERIAL PARA BASE PUENTE NUEVO + LIGANTE

#### DATOS DE CAMPO

Densidad No.	1	2	3	4		
	18/08/04	18/08/04	18/08/04	18/08/04		
Abscisa	K 0 + 045	K 0 + 011	K 0 + 005	K 0 + 040		
	calle 10	calle 10	calle 11	calle 11		
Ubicación	I	D	C	D		
Profundidad mt	0.12	0.12	0.12	0.12		
Peso frasco y arena inicial grs.	6470	6417	6408	6346		
Peso frasco y arena final grs.	3520	3466	3811	3438		
Constante del cono grs.	1743	1743	1743	1743		
Densidad de la arena grs/cm <sup>3</sup>	1.35	1.35	1.35	1.35		
Volumen del hueco cm <sup>3</sup>	894.1	894.8	780.7	863.0		
Recipiente No.	125	125	125	125		
Peso suelo húmedo y recipiente grs.	1877	1926	1721	1902		
Peso recipiente grs.	191.3	191.3	191.3	191.3		
Peso suelo húmedo grs.	1685.7	1734.7	1529.7	1710.7		

#### CONTENIDO DE AGUA

Recipiente No.	12	17	20	33		
Peso suelo húmedo y recipiente grs.	156.4	154.7	133.4	135.2		
Peso suelo seco y recipiente grs.	142.0	136.8	117.2	114.2		
Peso recipiente grs.	37.42	38.13	37.78	37.42		
Humedad %	13.77	18.14	20.40	27.35		

#### PESOS UNITARIOS

Densidad húmeda grs/cm <sup>3</sup>	1.885	1.939	1.959	1.982		
Densidad seca grs/cm <sup>3</sup>	1.657	1.641	1.627	1.556		
Densidad máxima grs/cm <sup>3</sup>	1.748	1.748	1.748	1.748		
Humedad óptima %	14.93	14.93	14.93	14.93		
Compactación del terreno %	95	94	93	89		
Compactación especificada %	95	95	95	95		

#### OBSERVACIONES

---



---



---

LABORATORIO DE INGENIERÍA  
Y CONTROL DE CALIDAD  
JOSÉ LUIS CUAYAL MUÑOZ I.C.  
C.R.C. No. 12 977 363 6

## Anexo E. Ensayo de compactación

LABORATORIO DE INGENIERÍA  
Y CONTROL DE CALIDAD

### ENSAYO DE COMPACTACIÓN

PROYECTO	PAVIMENTACIÓN CALLES	FECHA	AGOSTO 19 DE 2004
REFERENCIA	PUENTE NUEVO + LIGANTE	LOCALIZACIÓN	IPIALES - NARIÑO
DESCRIPCIÓN	MATERIAL DE BASE	SOLICITA	ING. ALVARO GRIJALVA

#### DATOS DE COMPACTACIÓN

Punto No.	1	2	3	4	5
Molde No.	1	1	1	1	1
Volumen molde cm <sup>3</sup>	2139.08	2139.08	2139.08	2139.08	2139.08
Peso suelo húmedo + molde grs.	7072	7228	7328	7342	7285
Peso molde grs.	3014	3014	3014	3014	3014
Peso suelo húmedo grs.	4058	4214	4314	4328	4271
Peso unitario seco lb/pie <sup>3</sup>	105.908	108.275	108.774	107.679	105.182
Grado de saturación %					

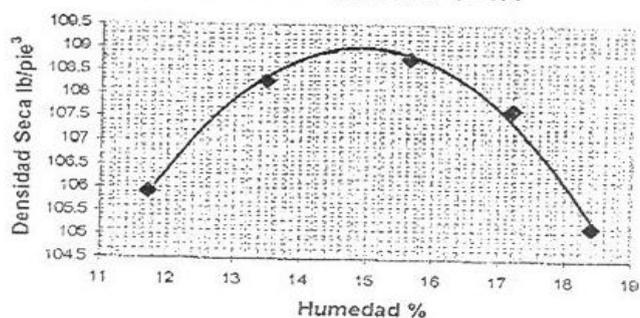
#### CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente No.	11	31	19	13	36
Peso húmedo + recipiente grs.	154.6	162.9	132.6	157.5	174.4
Peso seco + recipiente grs.	142.4	148.1	119.7	139.8	153.1
Peso recipiente grs.	38.34	38.33	37.23	36.88	37.34
Humedad %	11.72	13.48	15.64	17.20	18.40

#### COMPACTACIÓN DINÁMICA

Peso del martillo 10 lb  
 Altura de Caída 18 plg  
 No. de capas 5  
 No. de golpes por capa 56  
 DENSIDAD MÁXIMA 109.0 lb/pie<sup>3</sup>  
 HUMEDAD ÓPTIMA 14.93 %

#### HUMEDAD vs. DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES D.M. = 109 x 0.016033 = 1.748 gr/cm<sup>3</sup>

LABORATORIO DE INGENIERÍA  
Y CONTROL DE CALIDAD  
JOSÉ LUIS CUAYAL MUÑOZ I.C.  
C.R.C. NIT. 12.577.303-5

## Anexo F. Análisis granulométrico de material para base (solo)

	<b>LIMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACION</b>	Hoja No. 1 de 1
--	--	-----------------

Obra : Pav. Ipiales	Sitio: _____	Muestra: No.1 material solo
Descripción: Material para sub-base Cantero Puente Nuevo Ipiales		
Apique No. _____	Profundidad: _____	Fecha: 07-11-04

### LIMITES DE CONSISTENCIA LIMITE LIQUIDO

Número de golpes				
Vidrio No.				
P1				
P2				
P3				
% Humedad				

### GRADACION

P1= 2594		P2= 2366	
Tamiz	Peso Retenido	% Retenido	% Pasa
2	0	0,00	100
1 1/2	83	3,20	96,8
1	58	2,24	94,6
1/2	35	1,35	93,2
3/8	38	1,46	91,8
4	208	8,02	83,7
10	680	25,44	58,3
40	822	31,69	26,6
200	462	17,81	0,8
P200	228	8,79	

### LIMITE PLASTICO

Vidrio No.				
P1				
P2				
P3				
% Humedad				

### RESULTADOS

Límite Líquido 0 %  
 Límite Plástico 0 %  
 Índice Plasticidad 0 %

Índice de grupo \_\_\_\_\_  
 A. A. S. H. O \_\_\_\_\_  
 U. S. C. \_\_\_\_\_

### OBSERVACIONES

---



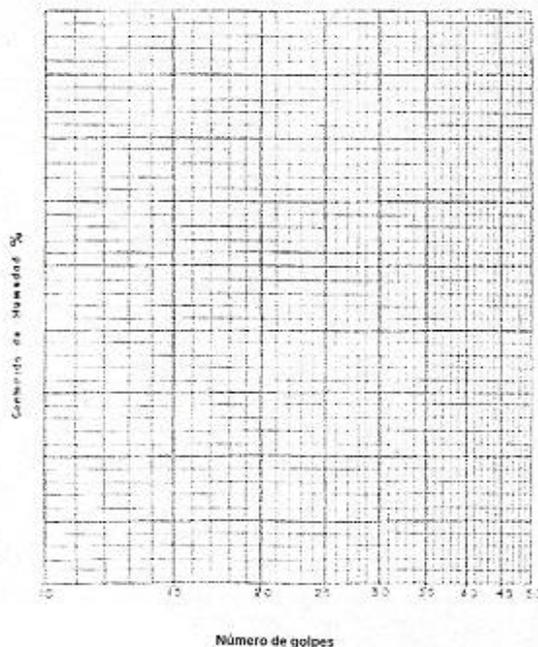
---



---

*[Firma]*  
 Laboratorista

*[Firma]*  
**VICENTE LIMA ZARAMA**  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. 075.847 LURAYAN



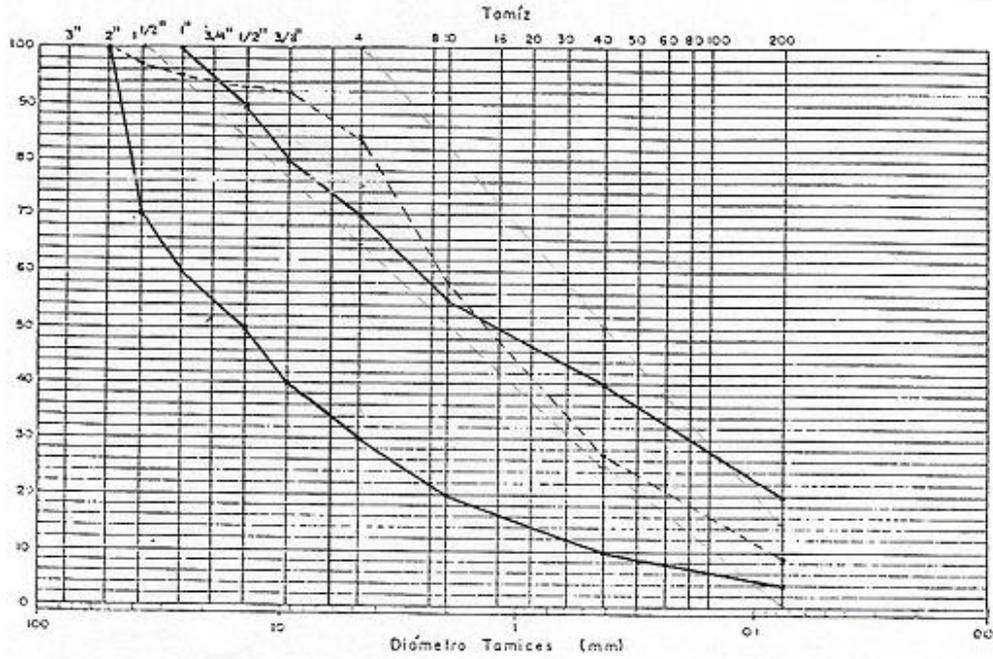
ANALISIS GRANULOMETRICO

Hoja de

PROYECTO Pavimento Ipiales FECHA DE ENSAYO \_\_\_\_\_

REFERENCIA \_\_\_\_\_ LOCALIZACION \_\_\_\_\_

DESCRIPCION MUESTRA Material para Sub-base Canteras Puente Nuevo Ipiales



NORMA INVIAS: SUB-BASE 320-96

LABORATORISTA: *[Signature]*

Va. Bo.

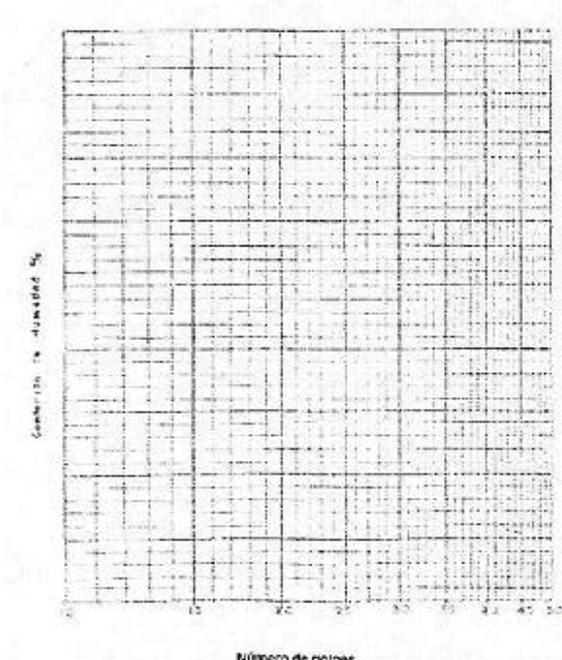
VICENTE LIMA ZARAWA  
INGENIERO CIVIL  
CC. 10.515.857 POPAYAN

### Anexo G. Análisis granulométrico de material para base (mezclado)

<b>LIMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACION</b>		Hoja No. 1 de 1
Obra: Pav.	Ipiales	Sitio: _____
Descripción: <b>Material para sub-base Cantera Puente Nuevo Ipiales</b>		Muestra: <b>No. 2 material mezclado</b>
Apique No. _____	Profundidad: _____	Fecha: <b>07-11-04</b>

LIMITES DE CONSISTENCIA LIMITE LIQUIDO				GRADACION			
Número de golpes				P1=		P2=	2058
Vidrio No.				<b>Tamiz</b>	<b>Peso Retenido</b>	<b>% Retenido</b>	<b>% Pasa</b>
P1				2		0,00	100
P2				1 1/2		3,79	96,2
P3				1		4,15	92,1
% Humedad				1/2		8,50	83,6
				3/8		5,64	77,9
				4		11,45	66,5
				10		16,12	50,3
				40		16,77	33,8
				200		16,53	17,0
				P200		17,05	

LIMITE PLASTICO			
Vidrio No.			
P1			
P2			
P3			
% Humedad			



**RESULTADOS**

Límite Líquido 28.3 %  
 Límite Plástico 22.1 %  
 Índice Plasticidad 8.2 %

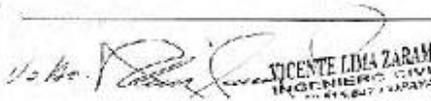
Índice de grupo \_\_\_\_\_  
 A. A. S. H. O \_\_\_\_\_  
 U. S. C. \_\_\_\_\_

**OBSERVACIONES**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

  
 Laboratorista

  
**INGENIERO CIVIL**  
**INGENIERO ZARAMEA**

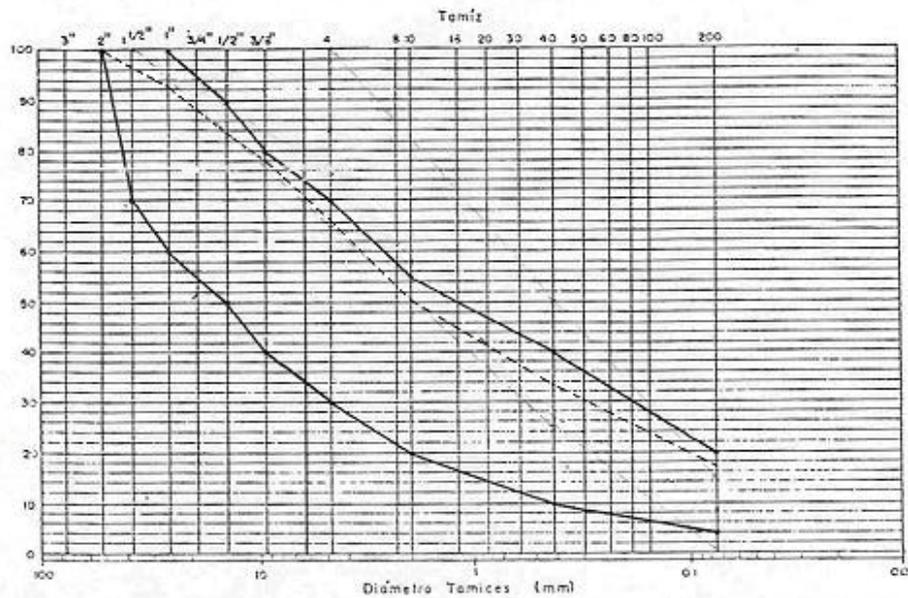
ANALISIS GRANULOMETRICO

Hoja de

PROYECTO Pavimento Ipiales FECHA DE ENSAYO \_\_\_\_\_

REFERENCIA Muestra No. Material Mezclado LOCALIZACION \_\_\_\_\_

DESCRIPCION MUESTRA Material para Sub-base Cantera Puente Nuevo Ipiales



NORMA INVIAS: SUB-BASE 320-96

LABORATORISTA: [Signature]

Va. Ba.

VICENTE LIMA ZARAVA  
INGENIERO CIVIL  
CC. 10,515,847 POPAYAN