

**PRACTICA EMPRESARIAL ASISTENCIA TECNICA – PARA EL CONTROL DE
CALIDAD EN LA INTERVENTORIA REALIZADA POR ETA PARA LA
CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA INTEGRAL DE TRANSPORTE MASIVO DE
BUCARAMANGA – METROLINEA**

HERMES FUENTES VÁSQUEZ

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
FACULTAD DE INGENIERIAS Y ADMINISTRACION
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
FLORIDABLANCA
2010**

PRACTICA EMPRESARIAL ASISTENCIA TECNICA – PARA EL CONTROL DE CALIDAD EN LA INTERVENTORIA REALIZADA POR ETA PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA INTEGRAL DE TRANSPORTE MASIVO DE BUCARAMANGA – METROLINEA

HERMES FUENTES VÁSQUEZ

**Práctica empresarial presentada como
requisito para optar el título de:
Ingeniero Civil**

**Director:
Ing. RAFAEL ORTIZ PEREZ**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
FACULTAD DE INGENIERIAS Y ADMINISTRACION
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
FLORIDABLANCA
2010**

Nota de Aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	11
1. DESCRIPCION DE LA EMPRESA ETA S.A.	13
1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL	13
1.2 PRINCIPALES PROYECTOS EJECUTADOS	13
1.2.1 Ciudadela Real de Minas.	13
1.2.2 Acueducto metropolitano de Bucaramanga.	14
1.2.3 Terminal de transportes.	15
1.2.4 Sistemas de transporte masivo.	15
1.2.5 Intercambiadores y puentes.	16
1.2.6 Suelos y cimentaciones.	17
1.2.7 Otros proyectos.	18
2. METROLÍNEA: SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE MASIVO DEL AREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	21
2.1 GENERALIDADES	21
2.2 PRINCIPIOS DE METROLÍNEA	21
2.3 CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE INFLUENCIA	22
2.4 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS	24
2.4.1 Localización.	24
2.4.2 Población y Crecimiento.	24
2.4.3 Actividades principales.	26
2.4.4 Flota.	27
2.5 PRINCIPALES COMPONENTES DE METROLÍNEA	28
2.4.1 Sistemas de rutas.	29
2.4.2 Terminales de integración y estaciones de parada.	30
2.4.3 Portales, patios y talleres.	31
2.4.4 Tipos de vehículos.	31
2.4.5 Tratamiento Preferencial.	33

2.4.6 Sistema de Cobro.	34
2.5 DESCRIPCIÓN DE LA ALTERNATIVA RECOMENDADA	34
2.5.1 Configuración General.	34
2.5.2 Rutas y características operacionales.	35
2.6 FASES DE IMPLANTACIÓN DE METROLÍNEA	44
3. OBJETIVOS	46
3.1 OBJETIVO GENERAL DE LA PRACTICA	46
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	46
4. MARCO TEORICO	47
4.1 GENERALIDADES	47
4.2 DISEÑO DE PAVIMENTO PRESENTADO POR EL CONTRATISTA UTCVM	48
4.3 SECTORIZACIÓN DE DISEÑO	50
4.4 PROPUESTA DE REHABILITACIÓN	50
4.4.1 Criterio General.	50
4.4.2 Criterio de aporte no de berma.	52
4.4.3 Módulo de reacción K.	53
4.4.4 Dimensiones según Método AASHTO.	55
4.4.5 Dimensiones según Método PCA.	55
4.4.6 Sellado de Juntas.	55
4.4.7 Pasadores.	57
4.5 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES A EMPLEAR	58
4.5.1 Concreto Rígido.	58
4.5.2 Concreto Asfáltico.	58
4.5.3 Material fresado existente mejorado con cemento.	58
5. ACTIVIDADES REALIZADAS EN LA PRACTICA	60
5.1 CONCRETOS ASFALTICOS	60
5.1.1 Comprobación de los diseños.	60
5.1.2 Supervisión de la Construcción.	62
5.2 CONCRETOS HIDRAULICOS	71

5.2.1 Comprobación de las fórmulas de trabajo.	71
5.2.2 Supervisión de la construcción.	74
5.3 BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO	81
5.3.1 Comprobación de los diseños.	81
5.3.4 Supervisión de la Construcción.	83
5.4 SUBRASANTE Y BASE GRANULAR	88
5.5 ACTAS PARCIALES DE OBRA	90
5.6 PLAN DE INSPECCIÓN Y ENSAYO	90
5.7 CUMPLIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES DEFINIDAS EN EL PLAN DE CALIDAD DE LA INTERVENTORIA	90
5.8 REVISIÓN DE PLANOS RECORD	92
5.9 REVISIÓN DE CANTIDADES PARA OBRAS NO PREVISTAS	92
CONCLUSIONES	93

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Población en el área metropolitana de Bucaramanga	24
Tabla 2. Número de unidades de transporte público colectivo autorizadas	27
Tabla 3. Características de las rutas troncales	36
Tabla 4. Características de las rutas pre-troncales	37
Tabla 6. Características de las rutas complementarias	43
Tabla 7. Resumen de flota y kilómetros recorridos por metrolínea	44
Tabla 8. Resumen de infraestructuras necesarias para el sistema	44
Tabla 9. Sectorización del proyecto	50
Tabla 10. Valoración del módulo de reacción k de la subrasante	54
Tabla 11. Valoración del módulo de reacción k del conjunto	54
Tabla 12. Espesores sistema metrolínea método AASHTO	55
Tabla 13. Espesores sistema metrolínea método PCA	56
Tabla 14. Dovelas o pasadores en juntas transversales	57
Tabla 15. Requisitos de los agregados pétreos para mezclas densas en caliente	63
Tabla 16. Granulometrías para mezclas asfálticas	64
Tabla 17. Condiciones mínimas mezcla asfáltica	66
Tabla 18. Curva granulométrica agregado fino	74
Tabla 19. Curva granulométrica agregado grueso	75

LISTA DE FIGURA

	pág.
Figura 1. Municipios del área metropolitana de bucaramanga.	23
Figura 2. Prototipos de unidades de transporte público colectivo actual	28
Figura 3. Ejemplo de un bus articulado metrolínea.	31
Figura 4. Ejemplo de un bus padrón metrolínea	32
Figura 5. Ejemplo de un bus convencional.	32
Figura 6. Sección tipo de carril exclusivo de metrolínea	33
Figura 7. Sistema de rutas alternativa recomendada.	35
Figura 8. Rutas troncales	36
Figura 9. Rutas pre-troncales	37
Figura 10. Rutas alimentadoras de kennedy	38
Figura 11. Rutas alimentadoras de provenza	38
Figura 12. Rutas alimentadoras de cañaveral	39
Figura 13. Rutas alimentadoras de papi quiero piña	39
Figura 14. Rutas alimentadoras de girón	40
Figura 15. Rutas alimentadoras de piedecuesta	40
Figura 16. Rutas complementarias	42
Figura 17. Módulo resiliente calzada oriental carril interno solo bus	49
Figura 18. Módulo resiliente calzada occidental carril interno solo bus	49
Figura 19. Esquema de la estructura propuesta de reconstrucción	51
Figura 20. Esquema del efecto de berma calzada metrolínea	53

Figura 21. Esquema sin efecto de berma	53
Figura 22. Esquema del corte y sellado de juntas de contracción	56
Figura 23. Sección transversal de dovelas en juntas transversales	57

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO: PRACTICA EMPRESARIAL ASISTENCIA TECNICA – PARA EL CONTROL DE CALIDAD EN LA INTERVENTORIA REALIZADA POR ETA PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA INTEGRAL DE TRANSPORTE MASIVO DE BUCARAMANGA – METROLINEA

AUTOR: HERMES FUENTES VÁSQUEZ

FACULTAD: INGENIERIA CIVIL

DIRECTOR: Ing. RAFAEL ORTIZ PEREZ

RESUMEN

El presente documento contiene el informe de la practica empresarial desde la conceptualización del control de calidad en pavimentos rígidos y flexibles realizado durante la ejecución del proyecto METROLINEA. El documento contiene una breve reseña de las hipótesis de diseño planteadas dentro del cálculo de la estructura de pavimento presentado por el contratista, de igual manera registra los valores de los ensayos ubicación y frecuencias de los mismos realizados, espesores de losas de pavicreto, control de los procesos de construcción para alcanzar un producto con las condiciones de durabilidad y resistencia requerida dentro del control de calidad de la construcción de los carriles exclusivos. También se hace una descripción de la forma de verificar formulas de trabajo para concretos rígidos y flexibles.

PALABRAS CLAVES: Metro línea, Pavimento rígido y flexible, Control de calidad

GENERAL SUMMARY OF WORK OF DEGREE

TITLE: MANAGERIAL PRACTICE TECHNICAL ASSISTANCE - FOR THE QUALITY CONTROL IN THE INTERVENTORIA REALIZED BY ETA (BASQUE REVOLUTIONARY ARMY) FOR THE CONSTRUCTION OF THE INTEGRAL SYSTEM OF MASSIVE TRANSPORT OF BUCARAMANGA - METROLINEA

AUTHOR: HERMES FUENTES VÁSQUEZ

FACULTY: CIVIL ENGINEERING

DIRECTOR: Ing. RAFAEL ORTIZ PEREZ

SUMMARY

This document contains the report of the business practices since the conceptualization of quality control in rigid and flexible pavements made during project implementation Metrolinea. The document contains a brief overview of the design hypothesis raised in the calculation of pavement Estruct submitted by the contractor, similarly records the values of location and frequency of tests they perform, Pavicret slab thickness, control of construction processes to achieve a product with the conditions required stress within durability and quality control of the construction of dedicated lanes. Also includes a description of how to verify formulas for concrete work rigid and flexible

KEY WORDS: Metrolinea, rigid and flexible Floor, Quality Control

INTRODUCCIÓN

Si bien es cierto como pilar fundamental del desarrollo del hombre, este siempre se ha preocupado por saber y entender el desarrollo de todos los procesos inherentes a su propia vida, entonces el hombre en sus raciocinios normales cuando identifica una situación se pregunta cómo llega a las consecuencias que el mismo identifica, y así toma la determinación sobre cómo afrontar las situaciones que se le presentan a lo largo de su existencia.

En la formación universitaria LA UNIVERSIDAD le proporciona los medios (mediante la literatura y la formación académica), al estudiante para que como persona y profesional sea capaz de identificar problemas y definir las metodologías para resolverlos tanto en la parte técnica como en la parte de los valores personales. Finalmente la práctica empresarial proporciona al estudiante la posibilidad de aplicar los conocimientos obtenidos en la UNIVERSIDAD.

El presente documento contiene el informe de la práctica empresarial desde la conceptualización del control de calidad en pavimentos en concreto rígido, realizado en la Compañía Estudios Técnicos y Asesorías S.A. - ETA S.A. durante la ejecución del proyecto METROLINEA como Empresa Interventora de esa Entidad, dentro de la etapa de aprendizaje en el estudio de la ingeniería civil desarrollada por HERMES FUENTES VASQUEZ, el cual concluirá una serie de premisas con base en las experiencias vividas.

El documento contiene una breve reseña de las hipótesis de diseño planteadas dentro del diseño de pavimentos presentado por el contratista, el trabajo consistirá en vigilar que estas hipótesis se cumplan en los trabajos realizados en campo realizando el control de calidad mediante ensayos de laboratorio, control de longitudes niveles y espesores, control de la forma de ejecución de los trabajos para lograr al final un producto óptimo que cumpla con los requerimientos de durabilidad y resistencia para los cuales ha sido plantada la estructura de pavimentos.

1. DESCRIPCION DE LA EMPRESA ETA S.A.

1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL

ESTUDIOS TÉCNICOS Y ASESORÍAS S.A., ETA S.A., es una Empresa de Consultoría, fundada en 1969, que desde el momento de su creación ha velado por la satisfacción de las necesidades de desarrollo del país mediante la prestación de servicios profesionales en los distintos ramos de la Ingeniería y de otras disciplinas afines y complementarias, especialmente en el campo de la consultoría y en la ejecución de estudios, diseños, asesorías, interventorías, gerencia y dirección de proyectos y de obras, de concesiones y también de servicios públicos. Entre su línea de Servicios podemos encontrar las siguientes categorías:

- INVESTIGACIONES BÁSICAS.
- PLANEAMIENTO Y DISEÑO DE PROYECTOS.
- VIABILIDAD DE PROYECTOS Y OPERACIONES.
- INTERVENTORÍAS (De Estudios y Diseños y de Construcción: Técnicas, administrativas, ambientales, financieras y contables).

Desde hace más de 30 años y respondiendo a ese mismo compromiso de progreso Regional y Nacional, ETA S.A. como empresa Santandereana ha servido de herramienta de transición entre la Ingeniería tradicional y la Ingeniería de la actualidad, promoviendo la cultura de la investigación, el avance de la ciencia y sus aplicaciones; enmarcando siempre su desempeño dentro de los lineamientos de la ética profesional.

1.2 PRINCIPALES PROYECTOS EJECUTADOS

Los principales proyectos realizados por ETA S.A. son:

1.2.1 Ciudadela Real de Minas. Estudios de desarrollo Urbano Integrado Ciudadela Real de Minas; Plan General de Desarrollo, Factibilidad Socioeconómica y Financiera, diseños Urbanos y de Servicios de primera etapa 100 has. Consorcio con Consultécnicos y Samper. EMPRESAS DE DESARROLLO URBANO DE BUCARAMANGA, 1974.

Plan vial Vehicular y Peatonal y diseño de la primera etapa de desarrollo para la Ciudadela Real de Minas en Bucaramanga, EMPRESAS PUBLICAS DE BUCARAMANGA. Mayo 1976 - Febrero 1977.

Plan maestro de alcantarillado diseño del Plan de Emergencia, Diseño de la primera etapa Ciudadela Real de Minas. EMPRESA DE DESARROLLO URBANO DE BUCARAMANGA, en Consorcio ETA-CONSULTECNICOS - SAMPER, 1976.

1.2.2 Acueducto metropolitano de Bucaramanga. Estudios Básicos y Diseños Definitivos Plan Maestro del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga. Determinación de la Ocupación Espacial, de los Perímetros Sanitarios y de las Demandas del Servicio de Acueducto y Desarrollo Urbano del Área Metropolitana año 2000. COMPAÑIA DEL ACUEDUCTO DE BUCARAMANGA, febrero 1978-febrero de 1980.

- Inventario de instalaciones existentes.
- Estudio de consumos y proyecciones de demanda año 2000.
- Estudio de fuentes Ríos Suratá, Tona, Frío, Oro y Manco para 1'000.000 de habitantes.
- Diseños para la optimización de la planta de tratamiento La Flora a 1.25 m³/s.
- Estudio de captaciones y aducciones Río Suratá: 2.0 m³/s.
- Alternativas de gravedad y bombeo: 62 Km.
- Diseños de captación de bombeo, impulsión 33 Km. a 410 m de cabeza para 2.0 m³/s.
- Sistemas de protección de hidroneumático y almenara.
- Diseños de líneas de conducción: 120 Km.
- Diseños de tanques de distribución y almacenamiento: 300 m³.
- Diseños de vías de acceso a tanques.

Estudios de factibilidad y diseños definitivos de las ampliaciones del sistema general de abastecimiento de Acueducto para el Area Metropolitana de Bucaramanga: Demografía y Desarrollo Urbano, Estudios Ambientales y de Vulnerabilidad, Diseño de un embalse de volumen igual a un millón de metros cúbicos, Diseño del trasvase del Río Umpalá al Río de Oro, Diseño de aducciones y conducciones de agua cruda a la Planta de Pretratamiento y Planta de Tratamiento, Diseño de las plantas de Pre y Tratamiento para 3.0 m³/s, Conducciones de Agua Potable, Diseño de Redes de Distribución para una población de más de 1.25 millones de habitantes, Diseño de Tanques de Distribución, de Estaciones de Bombeo, de Subestaciones Eléctricas, de Plantas de Generación Eléctrica de 1.5 MV sobre el Río de Oro, etc., para atender las demandas del Área Metropolitana de Bucaramanga al año 2030, para la COMPAÑÍA DEL ACUEDUCTO METROPOLITANO DE BUCARMANGA. En Consorcio con INGETEC S.A. Marzo de 1996-Diciembre de 1998.

1.2.3 Terminal de transportes. Interventoría de la Construcción de las Obras de Urbanismo, Edificaciones y Vías de Acceso de la Terminal de Transportes de Bucaramanga, para la TTB S.A., Diciembre./89 – Julio/91.

1.2.4 Sistemas de transporte masivo. Estudios y diseños de la Estación de Cabecera y el Patio (Garaje) de la Troncal Américas (23.5 ha), para el Proyecto Transmilenio, en Consorcio con CPT S.A. INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO. Agosto – Diciembre de 2002.

Interventoría de las Redes de Acueducto durante la Interventoría Técnica, Administrativa, Financiera y Ambiental de la Adecuación de la Troncal Américas al Sistema TransMilenio, Tramo 1 (Carrera 70B - Banderas), Bogotá, para el INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO. En Consorcio con INTERSA S.A. Junio 2002 a 31-diciembre-2004.

Estudios y diseños de la Estación Intermedia de Banderas (1.5 ha), para el Proyecto Transmilenio. INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO. Agosto – Diciembre de 2002.

Interventoría Técnica, Administrativa, Financiera y Ambiental para la Construcción de Tres Tramos de Infraestructura del Sistema Integrado de Transporte Masivo para el Área Metropolitana de Bucaramanga, sobre la Diagonal Quince entre Avenida Quebrada Seca y el Intercambiador de la Puerta del Sol y el Puente

Provenza del Municipio de Bucaramanga, para METROLÍNEA S.A. En Consorcio con INTERPRO LTDA. 2006-2007.

Interventoría Técnica, Administrativa, Legal, Financiera y Ambiental para Construcción de Cuatro Tramos de Infraestructura del Sistema Integrado de Transporte Masivo para el Área Metropolitana de Bucaramanga, Sobre la Carrera Quince entre La Virgen y la Avenida Quebradaseca, sobre la Autopista Bucaramanga Floridablanca, entre el Puente Provenza y el Puente Vehicular de Cañaveral y entre el Puente Vehicular de Cañaveral y Papi Quiero Piña, sobre la Carrera Veintisiete entre La UIS y la Avenida Quebradaseca y el Par Vial Calle 10-Calle 11 del Municipio de Bucaramanga, para METROLÍNEA S.A. En Consorcio con INTERPRO LTDA. 2006-2007

Interventoría Técnica, Administrativa, Financiera, Social y Ambiental de la elaboración y actualización de Estudios y Diseños, Adecuación y Rehabilitación de Corredores Pretroncales y Complementarios de la Fase I del Sistema Integrado de Transporte Masivo de Pasajeros de Santiago de Cali. Grupo 1. Para METROCALI S.A. 2006-2007.

Interventoría Técnica, Administrativa, Financiera, Social y Ambiental de la elaboración y actualización de Estudios y Diseños, Adecuación y Rehabilitación de Corredores Pretroncales y Complementarios de la Fase I del Sistema Integrado de Transporte Masivo de Pasajeros de Santiago de Cali. Grupo 2. Para METROCALI S.A. 2006-2007.

1.2.5 Intercambiadores y puentes. Diseño de los Intercambiadores Palenque-Licorera Carretera Bogotá - Santa Marta. VALORIZACION METROPOLITANA DE BUCARAMANGA, para el MOPT. 10.3 Km de cuatro carriles en dos calzadas con separador, Agosto 1984.

Fase I: Intersección Semaforizadas.

Fase II: Pasos elevados en Trébol y Doble Trompeta.

Diseños Definitivos Intercambiador El Palenque Anillo Vial por Autopista a Girón. Pasos elevados e inferiores de sus carriles, orejas y rampas. AMB.1990.

Interventoría de la Construcción del Viaducto La Flora. Construcción de cimentaciones y pilas, vigas longitudinales y transversales, tableros, redes de

alcantarillado y muros de contención. Pavimentación y ampliación de 2 km de vías de acceso en pavimento flexible. AMB. Noviembre de 1993-Junio de 1995.

Interventoría Ampliación Viaducto García Cadena. Ampliación y refuerzo de cimentaciones y pilas, vigas transversales, vigas longitudinales, postensadas, tableros y demás obras complementarias, estribos, caissons, pavimentación y ampliación de vías de acceso en pavimento flexible, muros de contención. AREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA. Enero 1994-Diciembre de 1994.

Estudios y diseños para la construcción de cuatro (4) puentes peatonales en el Intercambiador Vial de la Puerta del Sol. MUNICIPIO DE BUCARAMANGA. Septiembre de 1997.

Interventoría técnica, administrativa y ambiental del proyecto de construcción del Intercambiador Vial de la Puerta del Sol y de sus Vías de Acceso (Incluye la Interventoría de Redes de Acueducto y Alcantarillado). MUNICIPIO DE BUCARAMANGA. Julio de 1996- Noviembre de 1997.

1.2.6 Suelos y cimentaciones. Zona de la comunidad de la Mina, Carreteras de Acceso y Aeropuerto Proyecto Cerrejón CARBOCOL - INTERCOR Zona Norte, Guajira, 1982. MORRISON KNUDSEN, CONSORCIO CON AREAS LTDA.

- 13 km de Carretera de Acceso al Aeropuerto; Pista de aterrizaje, pista de rodaje, faja de estacionamiento, Aeropuerto de la Mina.
- Edificio Terminal Aeropuerto , 432 m²; Estación de Bomberos; Edificio de Control Central, 54 m²
- Laboratorio de ensayos, 72 m²; Edificio de Mantenimiento, 1512 m²; Estanque de aguas ácidas; Estanque de aguas aceitosas; Tanque séptico, 115 m³.
- Tanque de Almacenamiento 90.000 gl agua. Tanque de combustible 10.800 m².
- Taller de botes, 504 m²; Polvorín, 186 m²; Central de Carga.
- Estación de Servicio; Antena de onda corta, 440 m²; Torre de microondas, 40 m; Subestación Eléctrica principal.
- Tablestacados para acceso muelle de carga seca, 1=150m, d=25m, h=8m

- Rellenos, densificaciones, accesos muelles naves pequeñas.
- Rellenos, accesos atracaderos y Duques de alba para cargueros de carbón.
- Unidad Residencial del Puerto: 77 viviendas 7.000m²
- Servicios comunitarios: Edificio Central, Central de Bombero, clínica, Helipuerto, Canchas Deportivas, Vías. Redes de servicios urbanos y obras de infraestructura.
- Estación de descarga de carbón de 3000 t/hr. Bandas transportadoras y estaciones de transferencia 10.000 t/hr.
- Patios de almacenamiento de carbón 500 x 300m²x 18m Carrileras para distribuidores de pilas.
- Silos de transferencia y torre muestradora 30m 150t.
- Dos tanques de combustible D = 45.7m x h 14.6m, 19.900m³ c/u. Estanque de agua cruda de 30.000 m³ (67 x 67 m²).
- Tanque elevado de 2850 m³, D= 21.3m x h 29m Edificio de Operaciones, 2 pisos, 864 m² Bodega y Patio de almacenamiento.

1.2.7 Otros proyectos. Construcción y Pilotajes Ampliación MUELLE GALAN COMPLEJO PETROQUIMICO DE BARRANCA, ECOPETROL. Construcción Vigas, Cabezal, Muros, Vigas Puente, Tensores y Anclajes Postensionados; 4167 m de Pilotajes y 1700 m³ de Concreto Reforzado, y 2250 m³ de defensa en gaviones. 1980.

Construcción del Muelle Marginal de la Zona Franca Industrial, en Pasacaballos ZONA FRANCA INDUSTRIAL Y COMERCIAL DE CARTAGENA. 150 m de muelle, tablestacas y pilotes, anclajes y postensionado. Incluye la hincas de 6339 m de pilotes y tablestacas.

Inspección y Control de Calidades de obras civiles de la Mina, Ferrocarril y Puerto, Proyecto Carbonífero EL CERREJON - Zona Norte. MORRISON KNUDSEN INTERNATIONAL CO. para INTERCOR-CARBOCOL, Febrero 1983 - Junio 1985

- Instalaciones de la Mina, Campamentos y Urbanizaciones servicios comunales y recreacionales, vías principales y secundarias; calles y sistemas de abastecimiento de agua, sistema de alcantarillado y tratamiento, sistema de alcantarillado fluvial, talleres, bodegas e instalaciones de mantenimiento.
- Oficinas del Proyecto Tolvas de vaciado de camiones trituradoras de carbón y agregados Silos de almacenamiento y tolvas de cargue Plantas de Concreto Centro de comunicaciones.
- Estación de Ferrocarril Instalaciones del Proyecto Anticipado Aeropuertos provisional y definitivo Plantas de Generación Eléctrica Central de combustibles Central de Explosivos Ferrocarril 14.5 Km Mina - Puerto Bolívar.
- Instalaciones de Puerto Campamentos y Urbanizaciones Servicios comunales y recreacionales Vías Principales y secundarias - .Sistema de potabilización y abastecimiento de agua Sistema de alcantarillado y tratamiento .Sistema de alcantarillado fluvial Talleres, bodegas e instalaciones de mantenimiento
- Oficinas del Puerto
- Estaciones terminales de ferrocarril Tolva de vaciado de ferrocarril Tolva de vaciado del proyecto anticipado Patios de almacenamiento Bandas transportadoras y máquinas apiladoras recogedoras.
- Estación de Control de Calidad
- Planta de Generación Eléctrica Central de Combustibles
- Plantas de Concreto

Trazado y diseño de la Transversal Central Metropolitana Carrera 17 entre Calles 50 y 61 Calle 62 y 64, prolongación a la carretera a Girón en el sitio El Bueno. El Bueno - Calle 105 en Provenza. Paralela autopista a Floridablanca: Calle 105 al Bosque Intersección Carrera 15 - Avenida la Rosita. 13 Km de vías de doble calzada con separador. VALORIZACION DE BUCARAMANGA, 1985.

Intercambiador El Bueno:

Fase I : Intersección Semaforizada.
 Fase II : Paso Inferior y Orejas.

Estudios y diseños definitivos de la Avenida Ciudad de Cali entre la Calle 13 y la Avenida El Dorado, Santafé de Bogotá. Estudios y diseños viales, hidráulicos e hidrológicos, de estructuras, eléctricos y de redes de servicio. Estudio y Plan de Manejo Ambiental. INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO, IDU. Febrero – Agosto de 1996.

Interventoría de las Redes de Acueducto y de Alcantarillado durante la Interventoría técnica, administrativa y financiera, a precio global fijo, para el contrato de construcción de la Intersección Avenida Ciudad de Cali por Avenida Eldorado. IDU. Abril de 2000 a Octubre de 2001.

Interventoría para los estudios y diseños definitivos del puente sobre el Río Magdalena en la Carretera Barrancabermeja - Yondó. GOBERNACIÓN DE SANTANDER. En consorcio con INTERPRO LTDA. Abril - Octubre de 2001.

Interventoría Técnica, Adtva., Financiera y Ambiental de los Proyectos de Saneamiento Básico (Acueductos y Alcantarillados) del Acuerdo MAVDT-FONADE-GUAJIRA, Grupo L, en los Municipios de la Guajira favorecidos. 2005-2007.

Interventoría de los estudios y diseños, pavimentación y/o repavimentación de las vías incluidas dentro del programa de pavimentación de infraestructura vial de integración y desarrollo en el Departamento Archipiélago de San Andrés Providencia y Santa Catalina, Grupo Dos. INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS CO 2184 DE 2005. Noviembre 2005 – Enero de 2007

2. METROLÍNEA: SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE MASIVO DEL AREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA

2.1 GENERALIDADES

Metrolínea, es como se denomina al Sistema Integrado de Transporte Masivo del Área Metropolitana de Bucaramanga, y tiene como objetivo motivar la transformación de la movilidad urbana de las ciudades de Bucaramanga, Floridablanca, Girón y Piedecuesta. Con la implantación de Metrolínea se introducirán nuevos conceptos de organización, de servicio, de imagen y de control en el transporte público colectivo de pasajeros de Bucaramanga y su área metropolitana.

Un sistema de transporte público colectivo eficiente derivará en mayor productividad y competitividad de la ciudad, razón por la que los gobiernos locales, con apoyo del gobierno departamental y del gobierno nacional han iniciado un plan de acción concreto para implantar Metrolínea.

Aunque Metrolínea es un sistema similar a otros que se han implantado o están en proceso de implantación en otras ciudades del país, tendrá sus propias características y connotaciones.

2.2 PRINCIPIOS DE METROLÍNEA

En la configuración del sistema integrado de transporte del Área Metropolitana de Bucaramanga se han tomado como principios básicos los siguientes:

- La imagen objetivo (sistema total) del sistema de transporte debe considerar las necesidades de movilidad de la población total del área metropolitana. Las divisiones político administrativas no deben restringir el entendimiento del área de influencia del proyecto de transporte y la necesidad de resolver la problemática de manera integral.
- En todos los casos, las necesidades del usuario en cuanto a costos generalizados (tarifa, tiempo de caminata, tiempo de espera, tiempo de viaje) deben primar en la conceptualización del nuevo sistema.

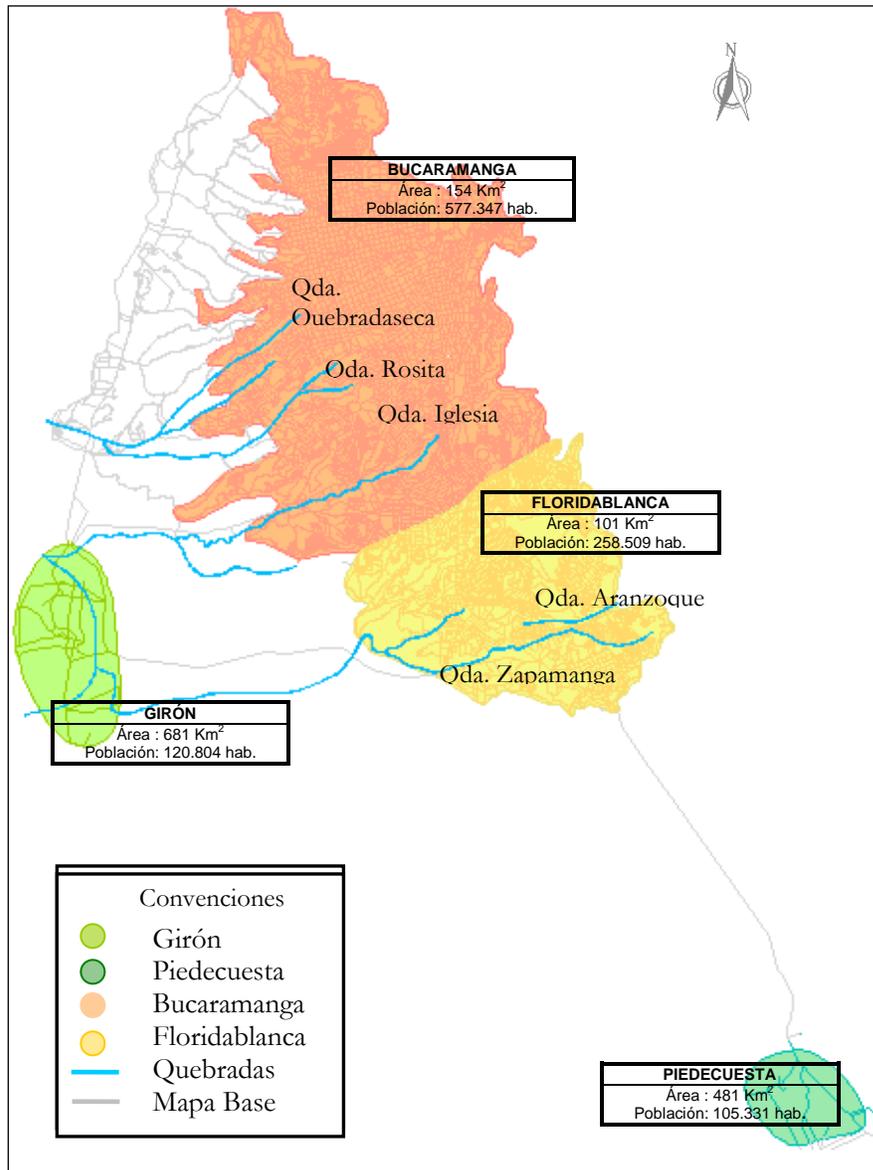
- El nuevo sistema debe brindar mejores condiciones para el desarrollo urbano, la modernización del sistema de transporte y para la gestión de la movilidad urbana (uso eficiente del espacio, menos contaminación, tratamiento preferencial jerarquizado – peatón, seguridad, bicicleta, transporte colectivo, autos).

2.3 CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE INFLUENCIA

La implantación de un Sistema Integrado de Transporte Masivo como Metrolínea tiene impactos locales, regionales e incluso nacionales. El sistema Metrolínea estará localizado en el Área Metropolitana de Bucaramanga, que la conforman los municipios de Bucaramanga, Floridablanca, Girón y Piedecuesta

(Véase la Figura 1).

Figura 1. Municipios del Área Metropolitana de Bucaramanga.



Fuente. Equipo técnico diseño. Universidad Industrial de Santander.

Las características generales del área de influencia directa de Metrolínea son presentadas a continuación.

2.4 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

2.4.1 Localización. El Área Metropolitana de Bucaramanga se encuentra localizada en la cuenca alta del Río Lebrija está conformada por los Municipios de Bucaramanga, Floridablanca, Girón y Piedecuesta pertenecientes a la denominada Provincia de Soto en el Departamento de Santander. Se localiza en la Cordillera Oriental (7°08' de latitud norte y 73°08' de longitud Oeste) a una altura que varía entre 777 y 1005 m.s.n.m. Tiene una serie de microclimas debidos a la influencia de la circulación general de corrientes del Valle del Magdalena Medio y por la acción del relieve, con una temperatura media de 23° C.

El área total de la zona metropolitana es de 1.471 Km² de los cuales Girón ocupa el mayor porcentaje en territorio, seguido de Piedecuesta, Bucaramanga y por último Floridablanca. Está atravesada de oriente a occidente por las quebradas de La Rosita, Quebradaseca, La Flora, La Iglesia, Zapamanga y Aranzoque que han influido en la configuración y crecimiento de la ciudad. Tiene todo tipo de topografía (quebrada, ondulada y plana), distinguiéndose a lo largo del territorio los cerros de Morro Rico, Alto de San José y El Cacique.

2.4.2 Población y Crecimiento. En el 2005 la población asentada en el Área Metropolitana de Bucaramanga es de aproximadamente 1'061.991 habitantes, según las proyecciones del DANE. El 96% de la población se encuentra en las cabeceras de los municipios de Girón, Bucaramanga, Floridablanca y Piedecuesta. Para el año 2025 se estima que la población del Área Metropolitana de Bucaramanga tenga aproximadamente 1'485.657 habitantes ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

Tabla 1. Población en el Área Metropolitana de Bucaramanga

MUNICIPIO	Año 2005	Año 2025	Tasa Anual de Crecimiento (%)
Bucaramanga	577.347	690.654	0.90
Floridablanca	258.509	471.450	3.05
Girón	120.804	188.516	2.25
Piedecuesta	105.331	135.038	1.25
TOTAL	1'061.991	1'485.657	

Fuente. Datos del POT

El Área Metropolitana de Bucaramanga tiene cerca del 66% de la población

urbana del Departamento de Santander, dando lugar a que se configure como una macro-región urbana al interior del departamento.

El desarrollo de la ciudad empezó en la parte centro-occidental de la meseta. Del poblado original de principios de siglo ubicado en el actual centro de la ciudad, en Bucaramanga se tuvo un rápido crecimiento urbano durante la primera mitad de este siglo, favorecido en gran medida por su vocación comercial e industrial. Destacan el impulso derivado de las actividades manufactureras relacionadas con el calzado y la industria alimenticia, y el importante papel jugado en la región por el desarrollo de la industria del petróleo.

Para la segunda mitad del siglo, la ciudad además de haber ocupado la zona de San Francisco y la Cabecera del Llano, se pudo extender posteriormente en la década de los 70's hacia la zona dejada libre por el traslado del aeropuerto, para dar paso al importante proyecto urbanístico de Ciudadela Real de Minas. Las altas tasa de crecimiento poblacional se mantuvieron en este periodo debido al continuo decrecimiento de oportunidades de empleo y ubicación de población en la mayoría de las principales poblaciones y provincias del departamento, convirtiéndose la ciudad en el principal epicentro regional de recepción de población, vocación que en la actualidad conserva.

Si bien, antes de la década de los 70's los municipios vecinos a Bucaramanga, habían presentado algún crecimiento, este nunca fue tan alto como en el momento en que la ciudad ocupó casi en su totalidad su área político – administrativa, dando lugar a uno de los procesos de conurbación y metropolización más importantes del país. La ciudad de Floridablanca ha sido en la década de los 80's uno de los municipios con más altas tasas de crecimiento poblacional en el país, - cercana al 5 % anual muy parecida a la de Soacha-. Situación que evidencia que la ciudad núcleo se expande sobre sus áreas conurbanas. En el mismo periodo el municipio de Girón registra también altas tasas de crecimiento (4%).

Desde la década del cincuenta, Santander ha venido experimentando una rápida modernización de la actividad económica y social: caída de las tasas de natalidad y mortalidad, secularización de la vida social, elevación de la escolaridad media y universitaria, movilidad social, debilitamiento de las tradiciones de origen campesina, intensificación del trabajo en la manufactura y en 108 servicios, migración masiva del campo a la ciudad.

A partir de los períodos intercensales captados desde 1951, el AMB ha venido cobrando creciente importancia pues su crecimiento poblacional urbano ha sido sostenido y permanente; sin embargo, diferentes estudios redundan en señalar un

desaceleramiento del crecimiento poblacional del AMB en períodos recientes. Esto obedece, en buena medida, al proceso de saturación físico de algunos de los municipios del área, en tanto sus áreas desarrollables tienden a agotarse y las posibilidades de redensificación aún no están lo suficientemente analizadas como para atreverse a plantear algunos escenarios que permitan superar ésta restricción.

Finalmente al verificar las tendencias de crecimiento del Área Metropolitana de Bucaramanga se obtiene el siguiente patrón tendencial de crecimiento: Floridablanca experimenta la mayor tasa de crecimiento poblacional urbano (3.05%) del AMB, lo que sugiere una tendencia al desdoblamiento del crecimiento hacia éste municipio; Girón estaría creciendo a una tasa del 2.25%, siendo la segunda del AMB; En Piedecuesta la tasa de crecimiento tendencial es de 1.25%, cifra notablemente inferior a todas las estimaciones reseñadas, y que estaría mostrando la pérdida de atractividad de este municipio por las restricciones que le impone al crecimiento poblacional sus precariedades en dotación de servicios públicos domiciliarios y vivienda, principalmente. Por último, la tasa tendencial de Bucaramanga es de 0.90%, la más baja denotando ello que esta ciudad se encuentra en los albores de su saturación producto del agotamiento secular de tierras urbanizables.

2.4.3 Actividades principales. En la actualidad, el área metropolitana de Bucaramanga y la ciudad de Barrancabermeja se constituyeron en los polos del crecimiento en la región oriental del país. Las industrias petroquímicas, constructoras y manufactureras tienen allí sus sedes. También se ha conformado para la región la mayor concentración de servicios financieros y educativos.

Bucaramanga corresponde a la mayor centralidad y está localizada en la zona occidental del área metropolitana, en su centro tradicional se localizan los servicios gubernamentales, financieros y comerciales de primer orden. Los centros alternos del área metropolitana son la Cabecera del Llano y Cañaveral en Floridablanca. Estos cumplen funciones asociadas al comercio, diversión y oficinas para la zona oriental de la meseta. En Cañaveral que surgió a partir del centro comercial, se encuentran el nuevo centro de prestación de servicios de salud. Los centros urbanos de los municipios de Floridablanca y Girón, tienen actividades derivadas de las propias funciones administrativas, de comercio y servicios locales.

La zona nororiental de Bucaramanga constituye un polo de atracción por la localización de Universidades como la UIS y Santo Tomás entre otras, la villa

olímpica, el estadio y la zona militar. En los últimos años las actividades educativas, han iniciado un proceso de desconcentración y salida de la meseta de Bucaramanga, localizándose sobre el eje de la autopista de Floridablanca a Piedecuesta.

En el eje vial de Café Madrid-Palénque y de Palénque sobre la autopista a Girón se localiza la zona industrial del área metropolitana. Otro tipo de servicios metropolitanos como la terminal de transporte y el Centro de Ferias, se localizan sobre el eje Girón – Bucaramanga. En la periferia del centro tradicional de Bucaramanga y Cabecera del Llano se tienen actividades de la prestación de servicios especializados de diverso orden, mezclados con la vivienda y algunos como la zona de San Francisco, especializada en calzado y textiles (figura microempresarial eje del empleo y el producto del área metropolitana).

Un aspecto que merece ser tenido en cuenta es el desarrollo y localización de centros de innovación tecnológica, que si bien se han ubicado principalmente en Piedecuesta, presentan un patrón de localización disperso dentro del área metropolitana, pero que de todas formas muestran un dinamismo que puede ser potenciado mediante la generación de zonas especializadas y con las facilidades para este tipo de actividad.

2.4.4 Flota. En el servicio actual de transporte público colectivo existen 1909 unidades autorizadas, de los cuales el mayor número le corresponden a la empresa UNITRANSA S.A., tal como se puede observar en la Tabla a continuación.

Tabla 2. Número de unidades de transporte público colectivo autorizadas

EMPRESA	BÁSICO	LUJO	EJECUTIVO	TOTAL VEHICULOS	% DEL TOTAL
UNITRANSA S.A.	493		18	511	27
TRANSCOLOMBIA S.A.	303		14	317	17
COTRANDER LTDA	230		18	248	13
TRANSPIEDECUUESTA S.A.	139	60		199	10
TRANSGIRÓN S.A.	110		23	133	7
ORIENTAL DE TRANSPORTES S.A.	131			131	7
LUSITANIA S.A.		117		117	6
METROSERVICIOS S.A.	63			63	3
SAN JUAN S.A.		55		55	3
VILLA DE SAN CARLOS S.A.	43			43	2
COOTRAGAS LTDA.		38		38	2
FLOTAX	12	42		54	3
TOTAL	1.524	312	73	1.909	100

Fuente. Estudio de Complementación y actualización del diseño operacional del sistema integrado de transporte masivo de Bucaramanga.

Los prototipos de unidades de transporte público colectivo que actualmente operan en el servicio son muy variados, tal como se aprecia en la Figura 2. A continuación. La distribución del parque automotor existente de transporte público colectivo es 44% buses, 41% busetas y 15% microbuses.

Figura 2. Prototipos de unidades de transporte público colectivo actual



Fuente. Archivo fotográfico diseño UIS

En el estudio de SAIP (2003) se encontró que la edad promedio de los vehículos de transporte público colectivo era así: Buses 18 años, Busetas 5 años y Microbuses 5 años. Destaca en la configuración de los microbuses la existencia de varias unidades con una sola puerta que se usa para el ascenso y descenso de pasajeros.

2.5 PRINCIPALES COMPONENTES DE METROLÍNEA

Metrolínea está basado en un sistema de transporte masivo que involucra el concepto tronco-alimentador, que permita optimizar la operación, facilitar la modernización de los equipos y utilizar las infraestructuras de la manera más apropiada para la movilidad urbana. El nuevo sistema involucra la prioridad y jerarquía adecuada en la circulación peatonal y vehicular de la ciudad. Así mismo, facilita el uso de las infraestructuras y medios de transporte a las personas con capacidades físicas limitadas.

Este nuevo sistema involucra la transformación del concepto de servicio de transporte, motiva la transformación del espacio público urbano y el fomento de una nueva cultura de respeto y prioridad en la circulación peatonal y vehicular en la ciudad.

Los principales elementos que involucra el sistema Metrolínea para el Área Metropolitana de Bucaramanga se describen a continuación.

2.4.1 Sistemas de rutas. En el nuevo sistema se incluyen nuevos tipos de rutas, según la jerarquía y función que cumplen en la movilización de los usuarios del transporte público colectivo. Estas son:

- **Rutas troncales.** Corresponden a la mayor jerarquía de las rutas por movilizar los volúmenes más altos de pasajeros en los corredores de alta demanda, con carriles exclusivos y vehículos de alta capacidad. En este tipo de rutas los usuarios usan la forma de prepago y embarque a nivel para abordar las unidades, es decir, no se paga en las unidades sino antes de abordarlas.
- **Rutas pre-troncales (Auxiliares).** Segundo nivel en la jerarquía de las rutas y movilizan niveles medios de demanda por corredores que en un futuro podrían convertirse en corredores troncales. No tienen carriles exclusivos y normalmente las unidades circulan en condiciones de tráfico mixto. Las rutas pre-troncales utilizan vehículos de mediana capacidad y el ascenso y descenso de pasajeros se realiza en los andenes en paraderos convencionales, con cobro dentro del vehículo. Alternativamente este tipo de rutas pueden usar vehículos con puertas de ambos lados para entrar a las estaciones de las rutas troncales y realizar el embarque y desembarque con prepago y a nivel de plataforma, dando así una mayor flexibilidad y facilidad a la integración y transbordo de los usuarios.
- **Rutas alimentadoras.** Cumplen la función de captación y distribución de los usuarios en las cuencas de demanda. Donde la demanda se concentra entregan los usuarios a las rutas troncales en una estación intermedia. Las rutas alimentadoras tienen vehículos de mediana o baja capacidad de acuerdo con la demanda y nivel de servicio, con embarque y desembarque de los usuarios en los andenes de la vía del lado derecho de las unidades.
- **Rutas complementarias.** Este tipo de rutas cubren los corredores de baja

demanda y que no están atendidos por el sistema tronco-alimentador. Utilizan vehículos convencionales, con características de operación similares a las existentes en el sistema actual. Las rutas complementarias son potenciales de integración con el sistema tronco-alimentador, en aspectos tarifarios y operacionales. Esto depende básicamente de la organización y del sistema de cobro que se adopte. Alternativas de integración temporal de los usuarios pueden aplicar entre el sistema tronco-alimentador y el sistema de rutas convencionales.

2.4.2 Terminales de integración y estaciones de parada. Las Terminales de Integración son infraestructuras físicas ubicadas estratégicamente en los corredores principales y cumplen la función de facilitar el paso de los usuarios de las rutas alimentadoras hacia las rutas troncales o pre-troncales y viceversa.

Dado que la transferencia entre rutas dentro de la terminal es libre, se conocen como “áreas pagas”. Los usuarios que lleguen a pie a las terminales de transferencia pasan por torniquetes y pagan la respectiva tarifa. Este tipo de infraestructuras involucran en sus diseños las facilidades para personas con capacidades diferentes (“discapacitados”) y potencializan otro tipo de políticas de la movilidad urbana. Por ejemplo, en el caso de Metrolínea se diseñan con facilidades para que los ciclistas puedan llegar al sistema y dejar estacionada su bicicleta. Cabe mencionar, que en casos, como el de Bogotá, juntos a estas infraestructuras se han construido centros comerciales y como en Curitiba, donde se tienen puntos de atención ciudadana de la administración (Plaza Cívica de Convivencia Ciudadana). Políticas como la de reservar espacio para estacionamiento de autos y que los automovilistas usen como alternativa el sistema de transporte masivo deben ser analizados en la conceptualización de las estaciones intermedias de Metrolínea.

Por su parte, las **estaciones de parada** son infraestructuras que están localizadas en los corredores troncales a distancias que van desde los 300 a 700 metros. Cumplen la función de permitir la entrada y salida de los usuarios a las rutas troncales. Los usuarios pasan por torniquetes y quedan dentro de un área paga que les permite abordar cualquiera de las rutas del sistema que pasan por el punto. Igual que las estaciones intermedias, este tipo de infraestructuras se diseñan con facilidades de acceso para personas con capacidad diferentes (rampas, torniquetes especiales para paso de sillas de ruedas). Las estaciones de parada deben permitir el embarque y desembarque a nivel de plataforma en los buses troncales, que en el caso de Metrolínea será por el lado izquierdo.

2.4.3 Portales, patios y talleres. Los Portales son infraestructuras físicas ubicadas en puntos estratégicos donde hace cierre el circuito de varias unidades de transporte. En el caso de Metrolínea estos puntos están localizados en Girón, Kennedy, Papi Quiero Piña y Piedecuesta.

A su vez, los **Patios y Talleres** son infraestructuras físicas en donde se prestan los servicios de parqueo, mantenimiento y reparación de las unidades del Sistema de Transporte Masivo.

2.4.4 Tipos de vehículos. Los tipos de vehículos que tendrá Metrolínea están asociados a los tipos de rutas y servicios que atienden. Se debe entender que el nuevo sistema tendrá una imagen que ilustra a los usuarios del sistema, para que identifiquen claramente en cual componente del sistema se encuentran e identifiquen el tipo de funcionamiento que le corresponde. De este modo, los tipos de vehículos de Metrolínea serán los siguientes:

- **Buses articulados.** Con capacidad para 160 pasajeros, puertas del lado izquierdo para embarque y desembarque a nivel de plataforma. Aplican en las rutas troncales del sistema. Véase la Figura 3.

Figura 3. Ejemplo de un bus Articulado Metrolínea.



Fuente. Archivo fotográfico diseño UIS

- **Buses padrón.** Con capacidad para 105 pasajeros, puertas del lado izquierdo y del lado derecho. Véase la Figura 4.

Figura 4. Ejemplo de un bus Padrón Metrolínea



Fuente. Estudio SAIP

- **Buses convencionales.** Con capacidad para 60 pasajeros, con dos y de preferencia tres puertas del lado derecho. Alternativamente y mientras se da la transformación de la tecnología se pueden utilizar los buses actuales que cumplan requisitos mínimos de edad, configuración y seguridad (Véase la Figura 5)

Figura 5. Ejemplo de un bus convencional.



Fuente. Archivo Fotográfico Equipo Técnico diseño UIS

- **Microbuses.** Con capacidad para 40 pasajeros, con dos puertas como mínimo, para facilitar la operación en las estaciones intermedias. Al igual que los buses convencionales, mientras se da la transformación de la tecnología se pueden utilizar los microbuses actuales que cumplan requisitos mínimos de edad, configuración y seguridad.

Las rutas complementarias podrán usar vehículos actuales que cumplan con las exigencias establecidas en el marco legal y dentro de un mercado de igualdad de competencia. Sin embargo, en caso de requerirse una integración con el nuevo sistema deberán cumplir los requisitos exigidos para el mismo.

2.4.5 Tratamiento Preferencial. El sistema Metrolínea adoptó como criterio dar tratamiento preferencial al transporte masivo con carriles exclusivos segregados en los corredores por donde circulan las rutas troncales, lo que se traduce en la prelación del componente social para los usuarios más pobres del AMB. Dados los requerimientos operacionales según la demanda, en las estaciones de parada se tendrá sobrepaso. La Figura 6 muestra la sección tipo que se tendrá en un corredor troncal de Metrolínea.

Figura 6. Sección tipo de carril exclusivo de Metrolínea



Fuente. Equipo técnico. Sistema Integrado de Transporte Masivo Metropolitano. Universidad Industrial de Santander

En los corredores pre-troncales se ha adoptado un tratamiento de carriles preferenciales. Es decir, no se tendrá un segregador físico y se incentivará mediante señalización horizontal y vertical al tráfico general para que dé prioridad al transporte público colectivo.

2.4.6 Sistema de Cobro. Metrolínea adoptará como sistema de cobro tecnología de vanguardia, que facilite el control del recaudo y la aplicación futura de políticas tarifarias que incentiven el uso del sistema. A la fecha, se tiene estipulado que un sistema de cobro, del tipo “tarjeta inteligente” cumpliría con los requerimientos de Metrolínea.

2.5 DESCRIPCIÓN DE LA ALTERNATIVA RECOMENDADA

Las principales características de la alternativa recomendada son:

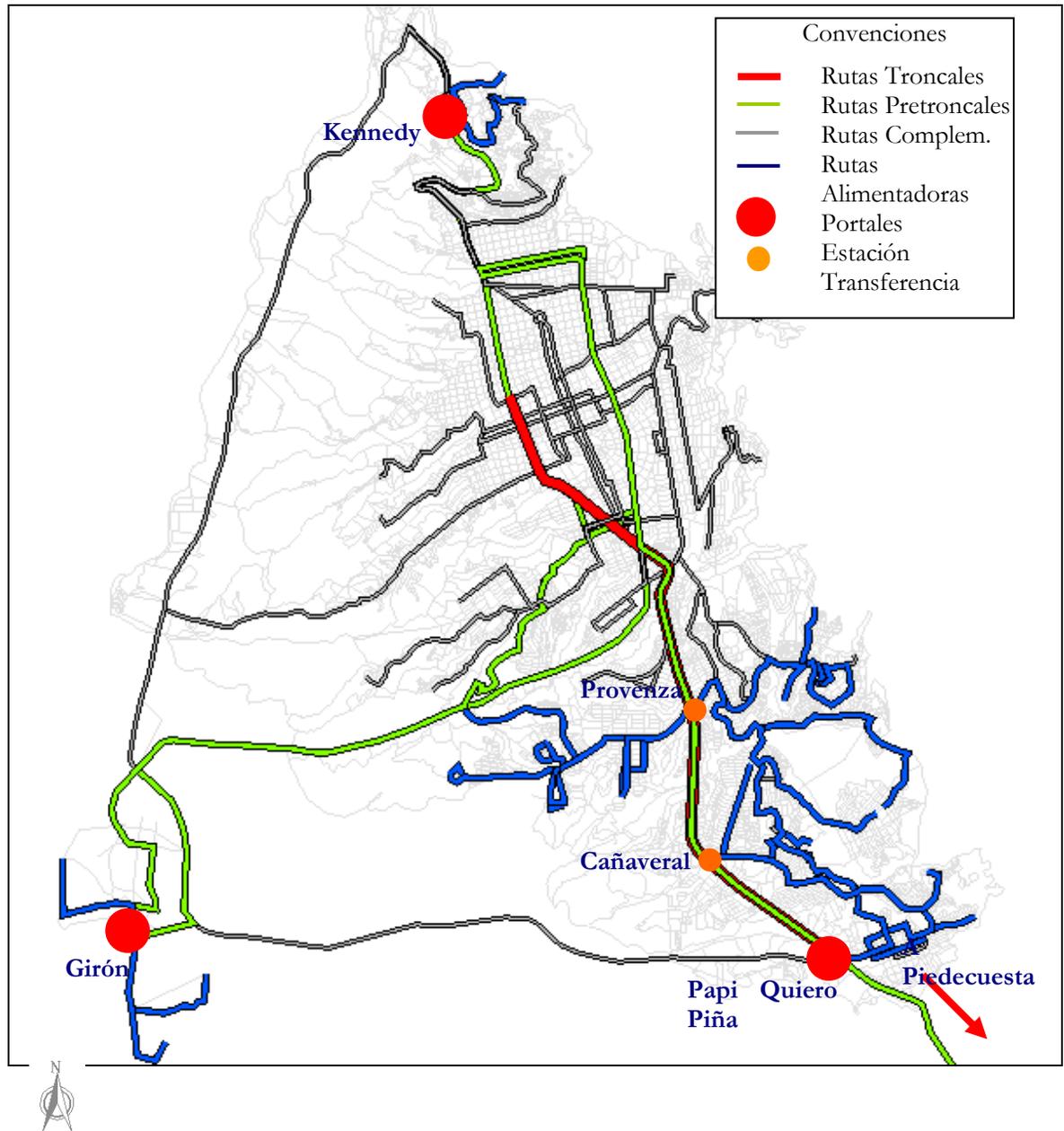
2.5.1 Configuración General. La imagen objetivo del sistema Metrolínea estará conformada así:

- Estaciones Intermedias: 2 (Provenza, Cañaverál)
- Estaciones de Cabecera: 4 (Kennedy, Papi Quiero Piña, Piedecuesta y Girón)
- Rutas troncales: 2
- Rutas pre-troncales (o auxiliares): 6
- Rutas alimentadoras: 25
- Rutas complementarias (o remanentes): 27

A continuación se presenta la relación de rutas y características generales derivadas de la modelación realizada con el programa TransCad.

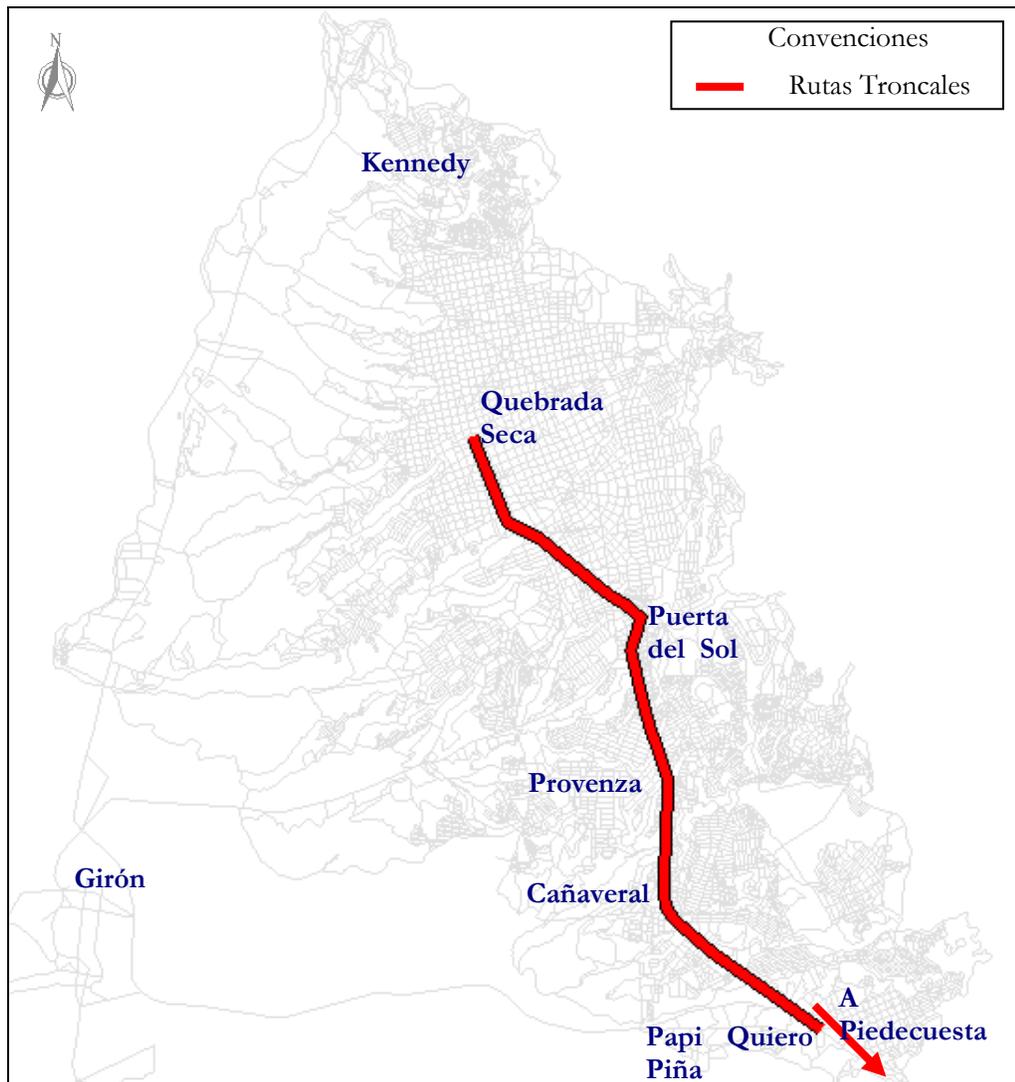
2.5.2 Rutas y características operacionales.

Figura 7. Sistema de rutas alternativa recomendada.



Fuente. Equipo técnico. Sistema Integrado de Transporte Masivo Metropolitano. Universidad Industrial de Santander.

Figura 8. Rutas troncales



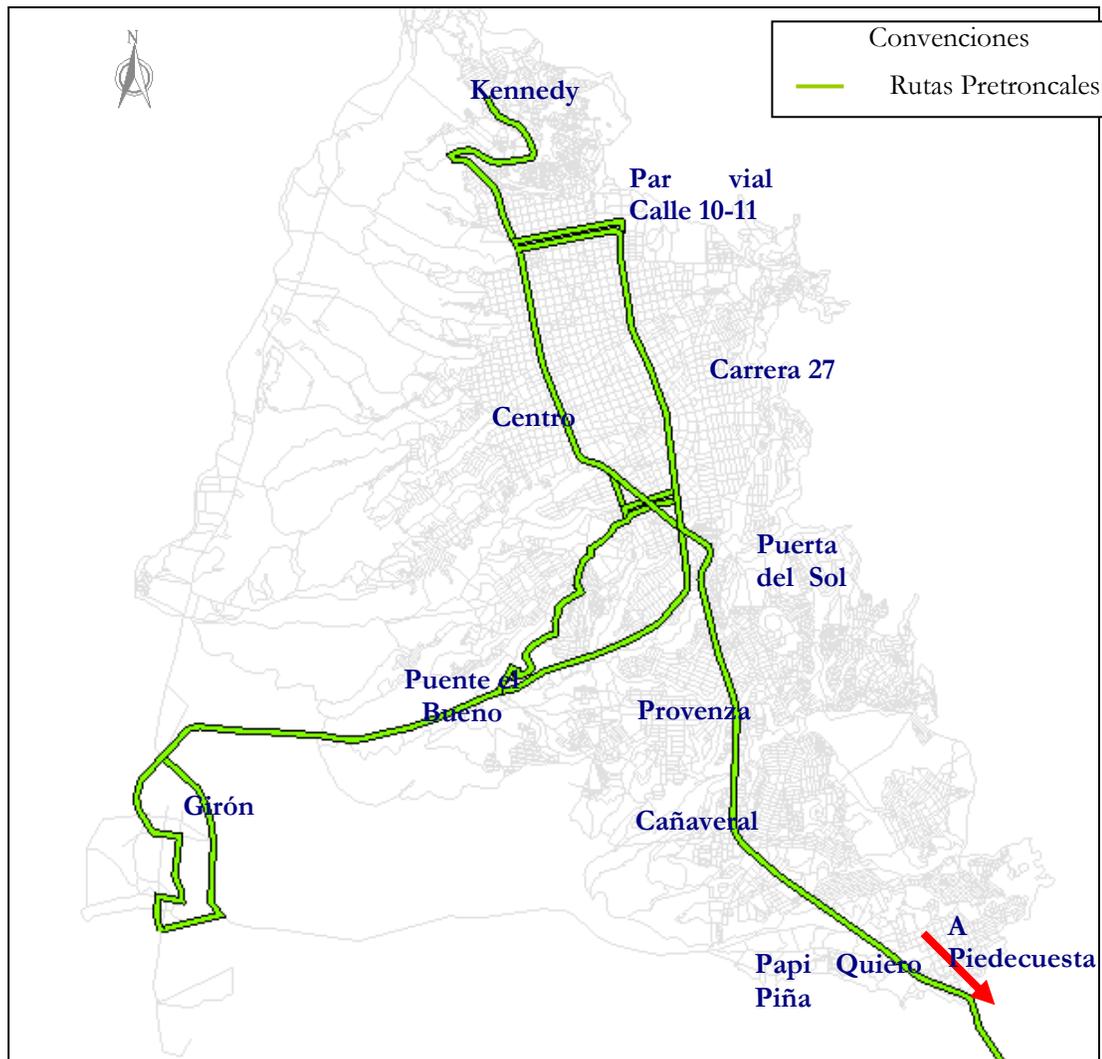
Fuente. Equipo técnico. Sistema Integrado de Transporte Masivo Metropolitano. Universidad Industrial de Santander

Tabla 3. Características de las rutas troncales

CÓDIGO	RUTA	LONGITUD KM (IDA Y VUELTA)	FLOTA
T02	Papi Quiero Piña-Centro	18	16
T03	Papi Quiero Piña-Centro (Expresa)	18	12
	TOTAL	36	28

Fuente. Equipo técnico. Sistema Integrado de Transporte Masivo Metropolitano. Universidad Industrial de Santander

Figura 9. Rutas pre-troncales



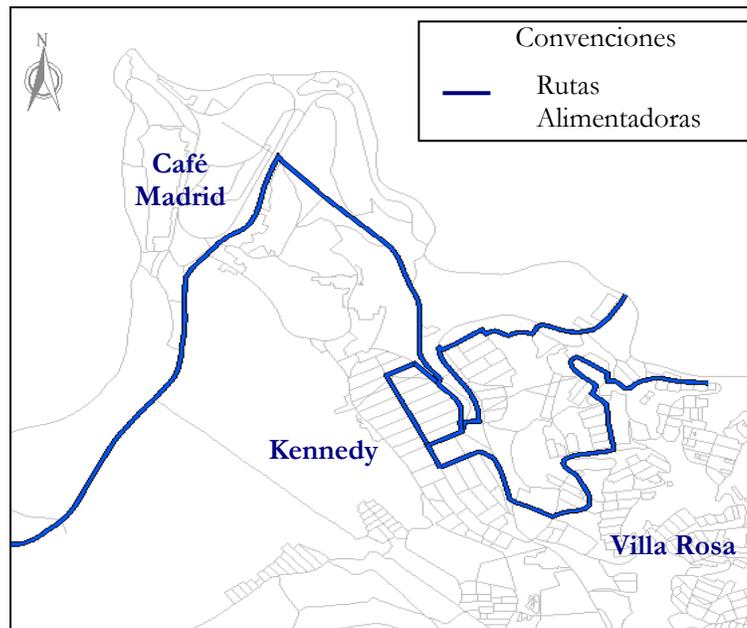
Fuente. Equipo técnico. Sistema Integrado de Transporte Masivo Metropolitano. Universidad Industrial de Santander

Tabla 4. Características de las rutas pre-troncales

CÓDIGO	RUTA	LONGITUD KM (IDA Y VUELTA)	FLOTA
X01	Papi Quiero Piña-UIS	23	41
X05	Girón - Centro	27	20
X06	Girón - Ciudadela Real de Minas - UIS	33	42
X07	Ciudadela Real de Minas - Kennedy	17	16
X08	Piedecuesta - UIS	47	19
X09	Piedecuesta - Centro	42	23
	TOTAL	190	161

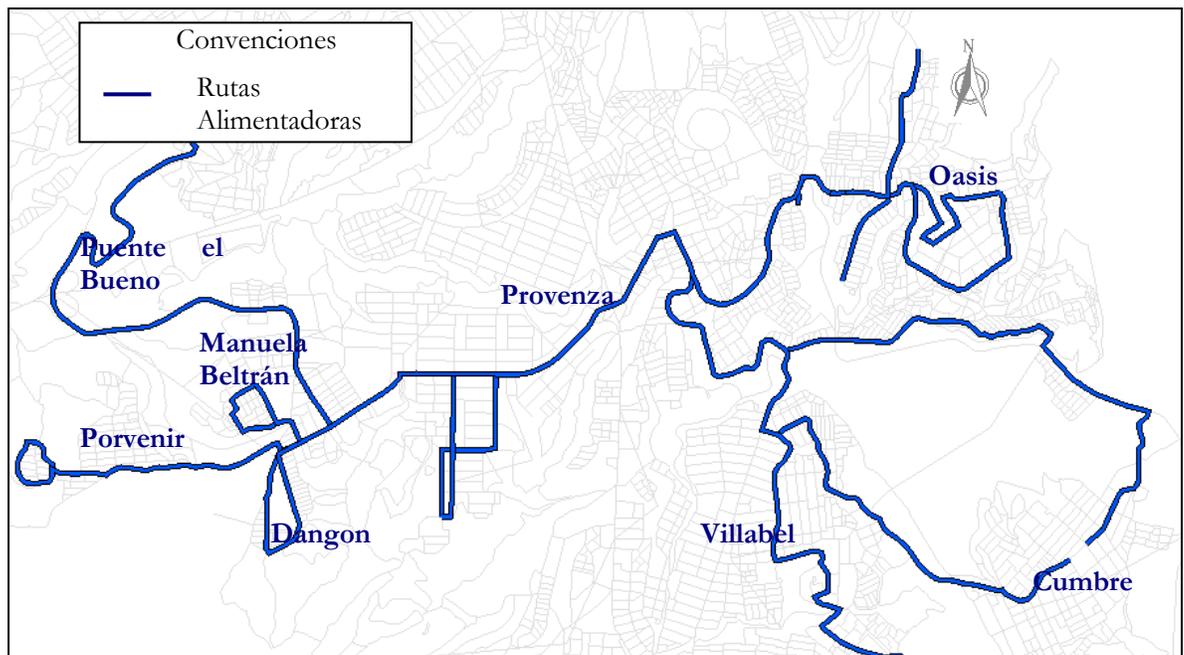
Fuente. Equipo técnico. Sistema Integrado de Transporte Masivo Metropolitano. Universidad Industrial de Santander

Figura 10. Rutas alimentadoras de Kennedy



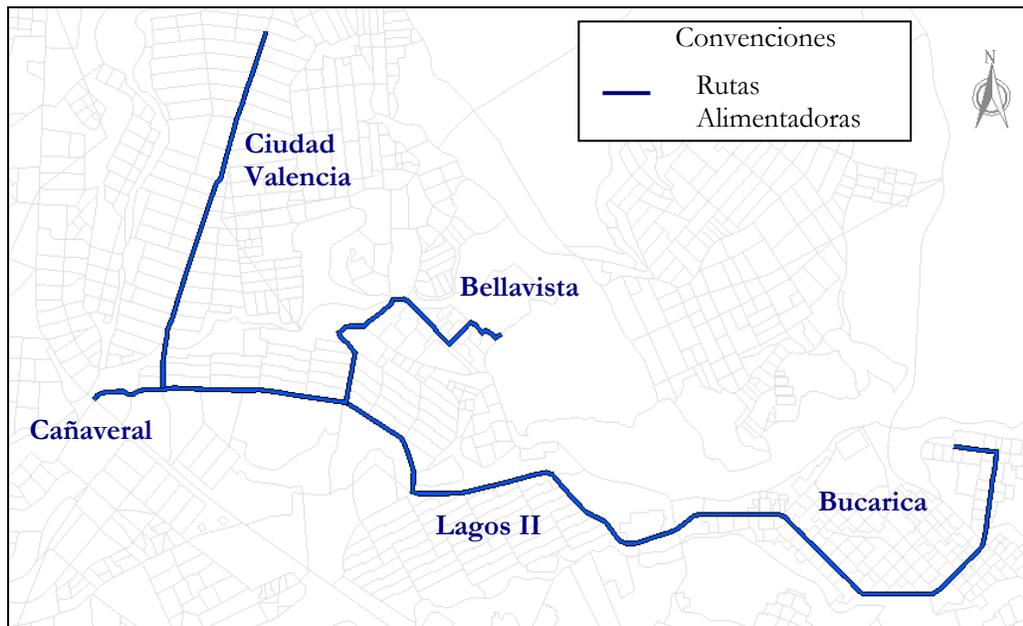
Fuente. Equipo técnico. Sistema Integrado de Transporte Masivo Metropolitano. Universidad Industrial de Santander

Figura 11. Rutas alimentadoras de Provenza



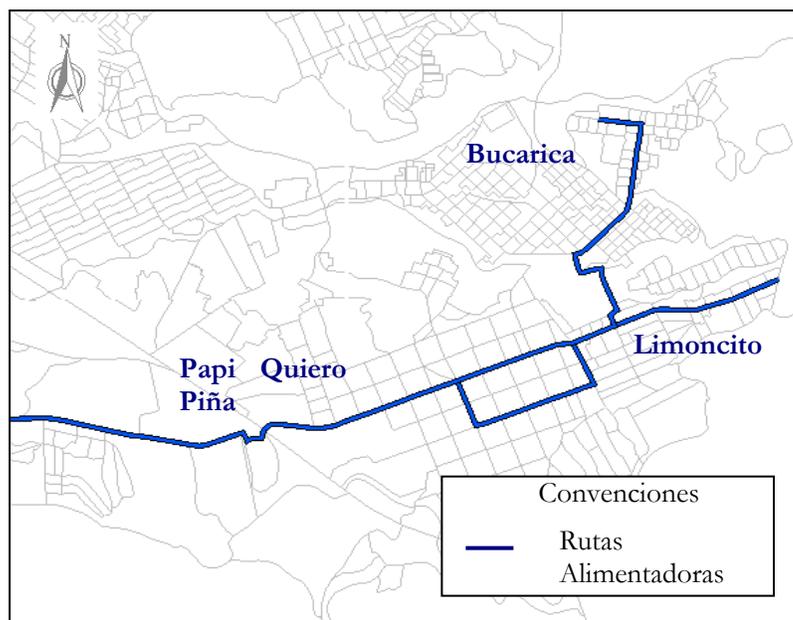
Fuente. Equipo técnico. Sistema Integrado de Transporte Masivo Metropolitano. Universidad Industrial de Santander

Figura 12. Rutas alimentadoras de Cañaveral



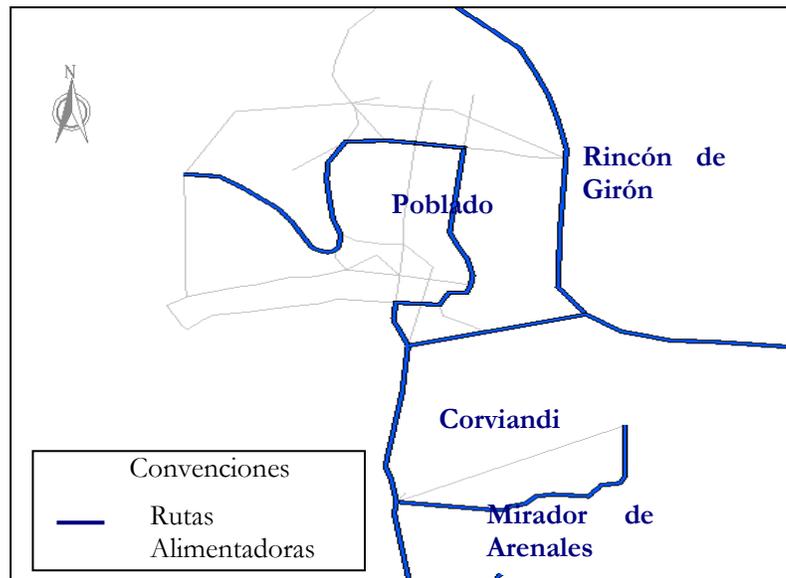
Fuente: Equipo técnico. Sistema Integrado de Transporte Masivo Metropolitano. Universidad Industrial de Santander

Figura 13. Rutas alimentadoras de Papi Quiero Piña



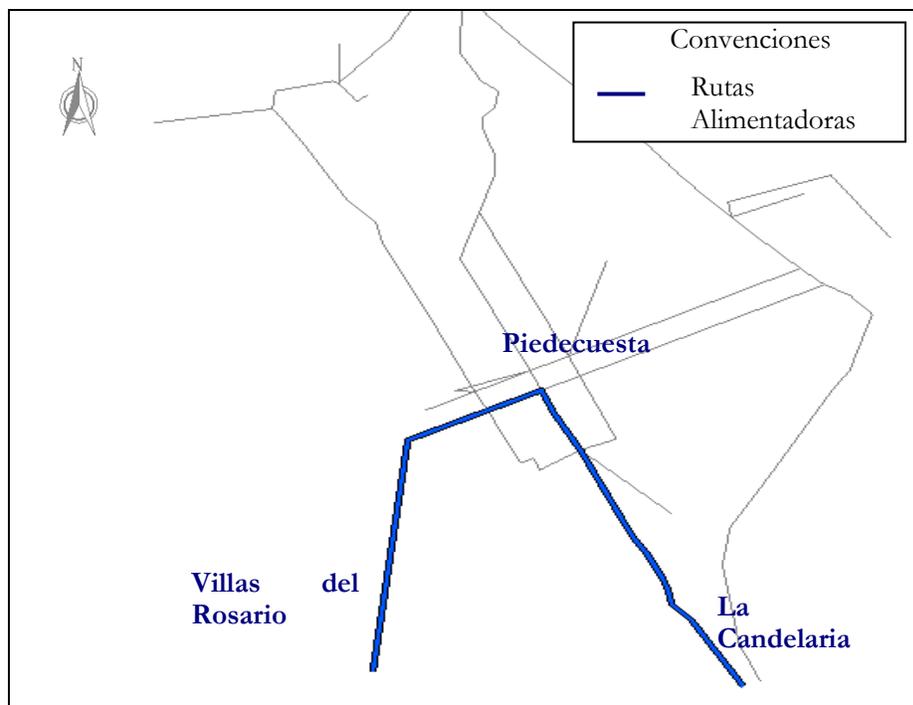
Fuente: Equipo técnico. Sistema Integrado de Transporte Masivo Metropolitano. Universidad Industrial de Santander

Figura 2. Rutas alimentadoras de Girón



Fuente. Equipo técnico. Sistema Integrado de Transporte Masivo Metropolitano. Universidad Industrial de Santander

Figura 3. Rutas alimentadoras de Piedecuesta



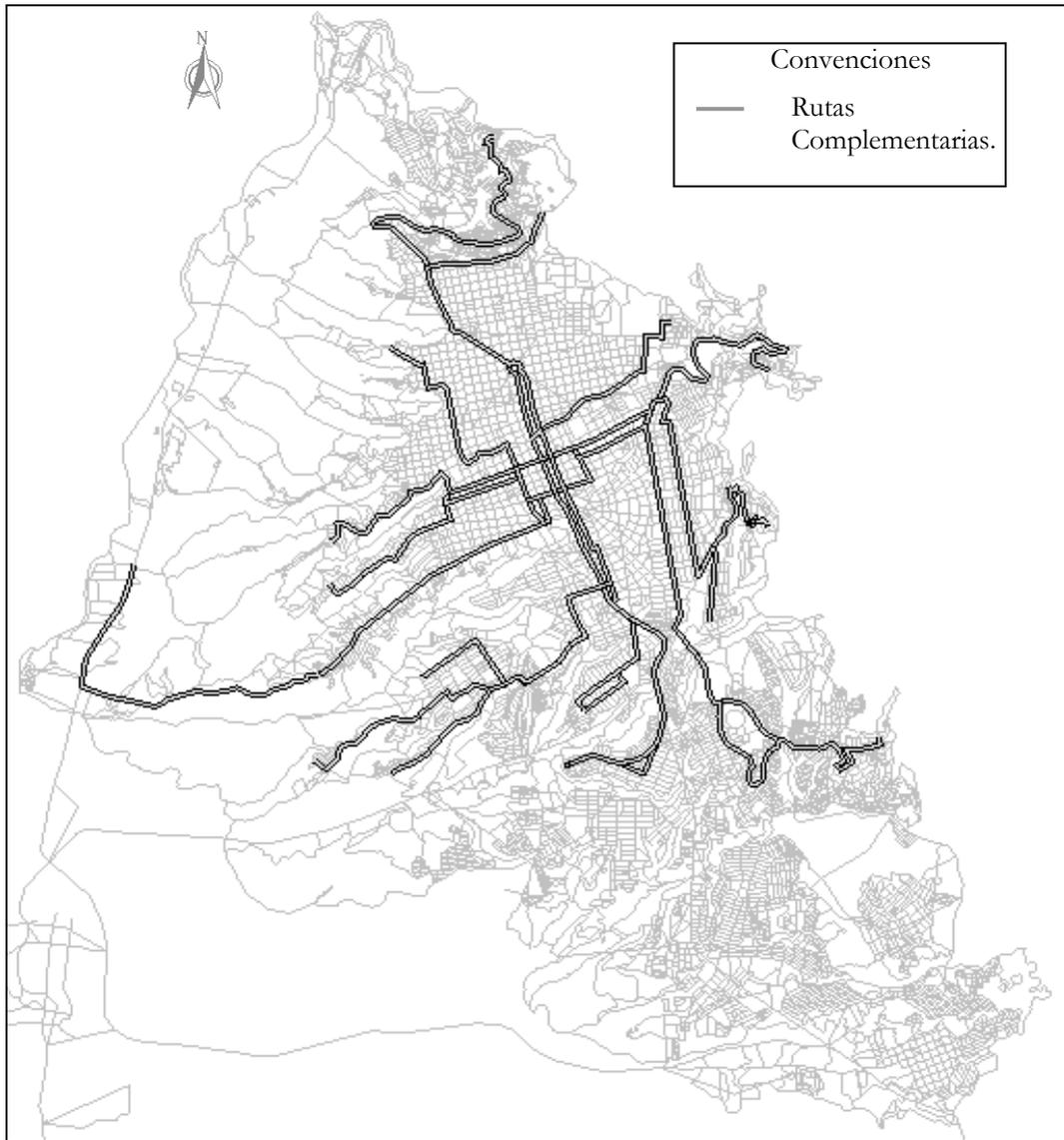
Fuente. Equipo técnico. Sistema Integrado de Transporte Masivo Metropolitano. Universidad Industrial de Santander

Tabla 5. Características de las rutas alimentadoras

Código	Ruta	Longitud km (ida y vuelta)	Flota
A01K	Kennedy-Café Madrid	4	4
A02K	Kennedy- Colorados	3	1
A03K	Kennedy- Villa Rosa	4	1
A01P	Provenza-Los Alares	7	4
A02P	Provenza - San Expedito	6	4
A03P	Provenza - Zapamanga IV	6	2
A05P	Provenza - El Carmen - Cumbre	10	5
A06P	Cumbre - Centro	9	11
A09P	Provenza-Conj. Comultrasan	3	2
A10P	Provenza- Los Guadales	5	3
A11P	Provenza-Porvenir	9	6
A12P	Provenza- Manuela Beltran	5	4
I03	Provenza -Ciudadela Real de Minas	12	7
A01F	Papi Quiero Piña-Caracolí	4	1
A02F	Papi Quiero Piña - Bucarica	5	2
I02	Papi Quiero Piña - Provenza	14	16
A01C	Cañaveral - Bucarica	8	28
A02C	Provenza- Bellavista	4	1
A03C	Cañaveral - Villabel	3	2
A01G	Girón - Mirador de Arenales	5	2
A02G	Girón - Villas de San Juan	4	1
A03G	Girón - La Campiña - El Paraiso	4	1
TOTAL		136	132

Fuente. Equipo técnico. Sistema Integrado de Transporte Masivo Metropolitano. Universidad Industrial de Santander

Figura 16. Rutas complementarias



Fuente. Equipo técnico. Sistema Integrado de Transporte Masivo Metropolitano. Universidad Industrial de Santander

Tabla 6. Características de las rutas complementarias

Código	Ruta	Longitud km (ida y vuelta)	Flota
C01	Morrórico - Centro	11	10
C02	Pan de Azúcar - Centro	14	7
C03	Terrazas - Centro	11	6
C04	La Joya - Centro	8	7
C05	Convivir - Calle 45 - Centro	18	38
C06	Campo Hermoso - Centro	9	14
C07	La Feria - Centro	8	8
C08	Gaitán - Centro	8	7
C09	Pinos - Centro	7	2
C10	La Esperanza - Centro	16	17
C11	Los Ángeles - Centro	10	4
C12	Victoria - Centro	8	3
C13	San Luis - Centro	11	10
C14	Oasis - Centro	17	36
C15	Monte Redondo - Centro	13	19
C16	Estoraques - Centro	13	11
C17	Mutis - Centro	10	3
C18	Girón - Kennedy	30	8
C19	Papi Quiero Piña - Girón	19	5
C20	Florida - Carrera 33 - Centro	27	8
C21	Bucarica - Carrera 33 - Centro	25	35
C22	Cumbre - Carrera 33 - Centro	20	12
C24	Carmen - Carrera 33 - Centro	21	6
C25	Girón - Carrera 33 - Centro	32	34
C26	Ciudadela - Carrera 33 - Centro	12	18
C29	La Esperanza - Carrera 33 - Cabecera	20	17
C30	Piedecuesta - Carrera 33 - Centro	47	7
	TOTAL	445	352

Fuente. Equipo técnico. Sistema Integrado de Transporte Masivo Metropolitano. Universidad Industrial de Santander

En la Tabla 7 se presenta el resumen de flota (sin incluir flota de reserva) y los kilómetros promedio de recorrido en hora pico para cada uno de los sistemas de rutas que componen Metrolínea.

Tabla 1. Resumen de flota y kilómetros recorridos por Metrolínea

SISTEMA	LONG TOTAL (KM)	FLOTAOPER	KM/DÍA	FLOTATOTAL ¹	FLOTA EQUIVALENTE (60 PAS)
Troncales	36	28	8.315	31	
Pre-troncales	190	161	52.642	177	
Alimentadoras	155	132*	22.835		145
Complementarias	445	352*	70.980		422
TOTAL	825	673	154.772		

*El cálculo de la flota operativa de las rutas alimentadoras y complementarias está basado en vehículos equivalentes de 60 pasajeros

Fuente. Equipo técnico. Sistema Integrado de Transporte Masivo Metropolitano. Universidad Industrial de Santander

En la Tabla 8, se presenta la relación de infraestructuras necesarias para la imagen objetivo de Metrolínea.

Tabla 2. Resumen de infraestructuras necesarias para el sistema

TIPO	CANTIDAD
Portales	4
Estaciones Intermedias	2
Estaciones de parada (Puerta Izquierda)	21
Estaciones de parada (Puerta Derecha)	46
Km de carriles exclusivos (troncales)	8.7
Km de carriles preferenciales (pretroncales)	41.2
Km de vía para alimentadoras	56.8

Fuente. Equipo técnico. Sistema Integrado de Transporte Masivo Metropolitano. Universidad Industrial de Santander

2.6 FASES DE IMPLANTACIÓN DE METROLÍNEA

El sistema Metrolínea de manera ideal debería ser implantado en su totalidad en el menor tiempo posible, sin embargo, dadas las limitaciones de plazos, recursos y acuerdos entre las partes surge la necesidad de definir etapas de implantación. Cabe mencionar, que en ningún momento la implantación por etapas desvirtúa el concepto integral del nuevo sistema y más bien se debe canalizar la situación para

¹ La flota total por tipo de sistema corresponde a la flota operativa más el 10% de reserva

que sea posible retroalimentar sus bondades. Lo más importante en la implantación por etapas es no perder de vista la imagen objetivo del sistema. De este modo, cada etapa se diferencia por la cobertura que logra cada vez el nuevo sistema y por los requerimientos en cuanto a adecuación de infraestructuras.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL DE LA PRÁCTICA

La práctica tiene por objetivo la aplicación de los conocimientos adquiridos durante la etapa de estudios bajo la supervisión de ingenieros de alta experiencia, con especial énfasis en el control de calidad de las obras y el aprendizaje continuo según las situaciones presentadas constantemente durante el desarrollo del proyecto.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Aplicar las especificaciones técnicas definidas por el Diseñador y la Entidad Contratante Metrolinea S.A. y contenidas en los documentos de diseño y pliegos de condiciones para el control de calidad, mediante mediciones físicas efectuadas por medio de ensayos.

- Recopilar toda la información disponible de los estudios con relación a las características geométricas, y de pavimentos a ejecutar.

- Diseñar y optimizar de ser necesarias hojas de cálculo para la obtención de los resultados de ensayos de laboratorio de acuerdo a las normas que rigen el contrato.

- Elaborar un documento que registre el control de calidad ejecutado para los carriles exclusivos, sobre la carrera 15 entre la Rosita y la Puerta del Sol, y sobre la autopista entre la Puerta del Sol y el Puente de Provenza.

- Analizar la información obtenida, con el fin de generar las conclusiones de acuerdo a los resultados obtenidos dentro del proceso de realización de los trabajos.

4. MARCO TEORICO

4.1 GENERALIDADES

La ejecución de los trabajos y su supervisión inician en el momento de la revisión del diseño de pavimentos ejecutado por el Contratista basado en el diseño inicial realizado por la Universidad Industrial de Santander y entregado por Metrolinea S.A., el cual deberá responder a la hipótesis de diseño enunciada por la Entidad Contratante garantizando una estructura que cumpla con el periodo de diseño pre-establecido. Conceptos como: porcentaje de compactación de las capas, resistencia de la base estabilizada, modulo de reacción de la estructura en conjunto, porcentaje de asfalto, estabilidad, % de vacíos de las mezclas asfálticas, resistencia del concreto hidráulico, calidad de los agregados de concretos, espesores de capa, etc; deben verificarse constantemente pues de su cumplimiento de acuerdo a especificaciones, depende la calidad de los productos terminados, y por ende que se cumpla el periodo de diseño del pavimento y así no generar re - procesos que inciden en sobrecostos tanto para el contratista como para la entidad contratante.

Cada capa constitutiva del pavimento (sub-base, base estabilizada, capa asfáltica, capa hidráulica) debe quedar con su compactación adecuada, esto facilita la compactación de la capa siguiente. Cuando una sub-rasante tiene una compactación deficiente, hace casi imposible que la capa que descansa en ella llegue a su densidad exigida, porque dicha capa floja absorbe parte de la energía de compactación mermándose el rechazo o reacción de esa capa subyacente.

La resistencia de cada capa depende de la compactación que se alcance, como se demuestra en el ensayo de C.B.R. al graficar el valor de resistencia contra el valor de densidad obteniéndose que a mayor densidad mayor valor de resistencia, en consecuencia es importante controlar la compactación en cada capa de acuerdo a los valores establecidos en las hipótesis de diseño, además como lo mencionan las especificaciones del INVIAS se debe constatar que la totalidad del espesor de capa tenga de densidad estipulada, puede ocurrir que con un compactador liviano o inadecuado y con un espesor equivocado (muy grande) se logre el grado de compactación esperado tan solo en la parte superior y en la inferior nunca se alcance así se aumente indefinidamente el numero de pasadas del compactador.

Cuando no se compacta adecuadamente las capas durante la construcción, en un

futuro habrá consolidación adicional bajo las cargas del tránsito, dando como resultado asentamientos y una posible falla del pavimento. En el caso del concreto asfáltico se debe tener cuidado con la temperatura porque si se compacta a baja no se lograra la densidad esperada, y si se compacta muy caliente se generaran colchones y fisuras.

4.2 DISEÑO DE PAVIMENTO PRESENTADO POR EL CONTRATISTA UTCVM

El diseño del pavimento se realizó siguiendo la metodología del módulo resiliente de la subrasante, la cual puede determinarse a partir de las deflexiones de la estructura de pavimento llevadas a cabo con el deflectómetro de Impacto FWD, haciendo uso de la metodología AASHTO. La guía de diseño de la AASHTO presenta la metodología para el cálculo del módulo resiliente de la subrasante (M_r) a partir de medidas de deflexión tomadas con el Falling Weight Deflectometer.

La UTCVM cálculo el Módulo como sigue:

$$M_r = \frac{0.24 * P}{d_r * r}$$

Donde:

- M_r = Módulo resiliente de la subrasante, en psi
- P = es la carga aplicada (libras). En este caso igual a 9000 libras = 40 KN.
- d_r = es la deflexión medida a una distancia r del centro del plato de carga, en pulgadas. En este estudio se empleó la deflexión Df_6 , correspondiente a la deflexión ubicada a 1.74 m del centro del plato de carga.
- r = es la distancia desde el centro del plato de carga, en pulgadas, igual a 1.74 m .

Para efectos de diseño, éste módulo debe multiplicarse por un factor de 0.33, para obtener un valor representativo de diseño:

A continuación se muestra en la Figura 17 y Figura 18 los módulos resilientes a lo largo de las calzadas.

Figura 17. Módulo resiliente Calzada Oriental Carril Interno Solo Bus

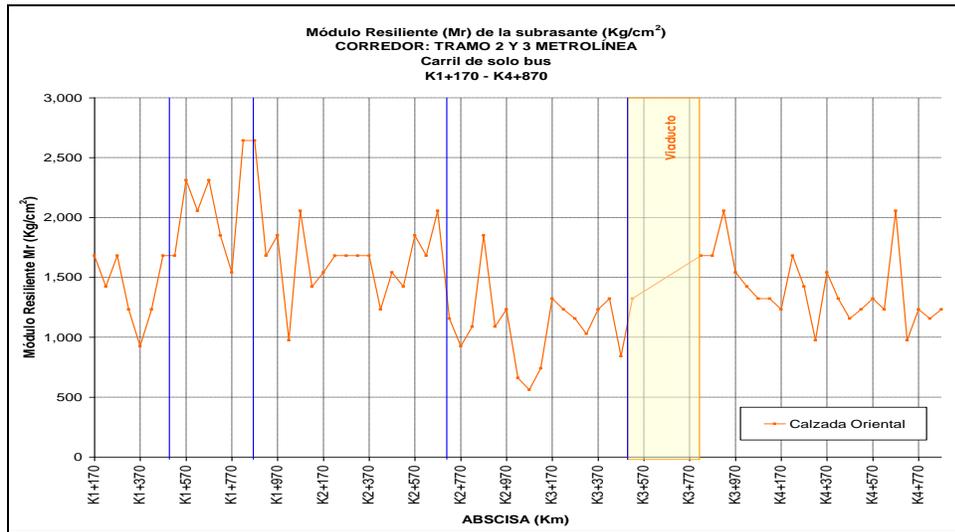
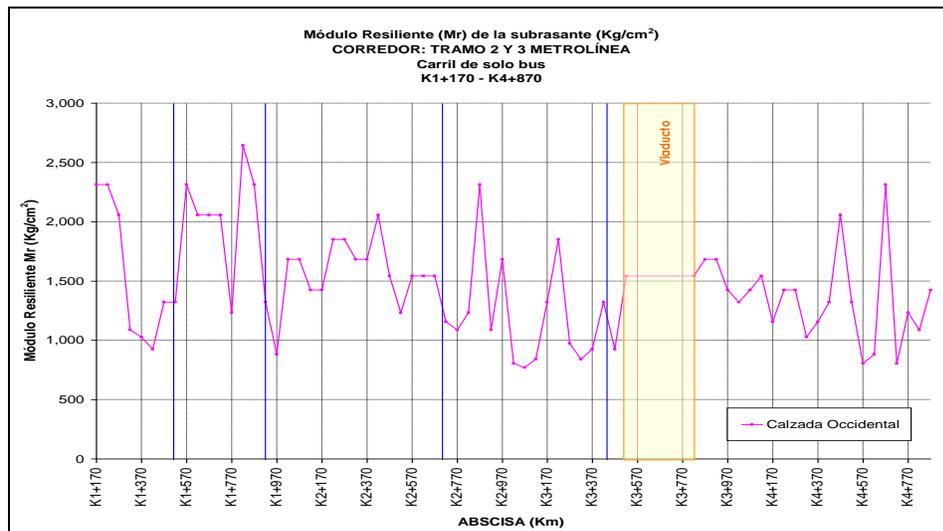


Figura 18. Módulo resiliente Calzada Occidental Carril Interno Solo Bus



Como conclusión al analizar los datos anteriores se observa que existen valores de módulos resilientes del orden de 1500 Kg/cm² en promedio para ambas calzadas. Si se hace una comparación con los CBR inalterados tomados se observa que el factor de relación K es de 150. Lo anterior puede deberse a que la condición de los CBR es sumergida y los módulos resilientes obtenidos a partir de FWD es a humedad natural existente.

4.3 SECTORIZACIÓN DE DISEÑO

Partiendo de la información plasmada hasta el momento en el presente informe, y conociendo que cada calzada de la Troncal Diagonal 15 tiene un análisis particular, La UTCVM plantea la sectorización de dichas calzadas, inicialmente, en función de las características de los suelos, espesores de estructura existente, tránsito de diseño, daños de la superficie. Esta sectorización se registra en la Tabla 9.

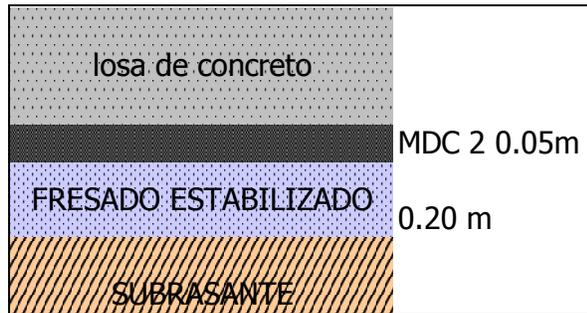
Tabla 9. Sectorización del proyecto

COSTADO	SECTOR	
	DESDE	HASTA
ORIENTAL	K1+170	K1+280
	K1+490	K1+870
	K1+870	K2+430
	K2+430	K2+670
	K2+670	K3+480
	K3+740	K3+860
	K4+015	K4+480
	K4+690	K4+750
OCCIDENTAL	K1+170	K1+280
	K1+490	K1+920
	K1+920	K2+430
	K2+430	K2+670
	K2+670	K3+480
	K3+740	K4+750

4.4 PROPUESTA DE REHABILITACIÓN

4.4.1 Criterio General. En la Figura 19 se presenta la propuesta de rehabilitación de la estructura del pavimento planteada por la UTCVM en el corredor de intervención entre El Éxito y el puente de Provenza.

Figura 19. Esquema de la estructura propuesta de reconstrucción



A partir del K de la subrasante se determina el módulo de reacción del conjunto teniendo en cuenta el aporte de la capa material granular existente mejorado. Se obtiene el módulo de reacción K en valores promedio para el análisis por la metodología AASHTO y en percentil 90% para el diseño por PCA. Para tal efecto se utiliza la información mostrada en la

Tabla 10., propia de la metodología de la PCA-84 para tal objetivo.

4.4.2 Criterio de aporte no de berma. El esfuerzo más crítico en el pavimento rígido se produce cuando las llantas del camión están colocadas en o cerca del borde del pavimento, en punto intermedio entre las juntas transversales. Cuando una berma de concreto se liga al carril, la magnitud del esfuerzo crítico se reduce considerablemente.

A partir de esta premisa y de la particularidad del proyecto la UTCVM aclara lo siguiente: El efecto de berma en la calzada de METROLÍNEA puede darse en los casos en que únicamente se tenga un carril de circulación y el ancho de la losa debe tener como mínimo 3.8 m.

En estos casos como el ancho de diseño geométrico es 3.5 m se tendrían que fundir los sardineles "in situ" a ambos lados con anchos de 0.15 m cada uno para lograr tal objetivo. Véase la Figura 20.

Figura 4. Esquema del efecto de berma calzada Metrolínea

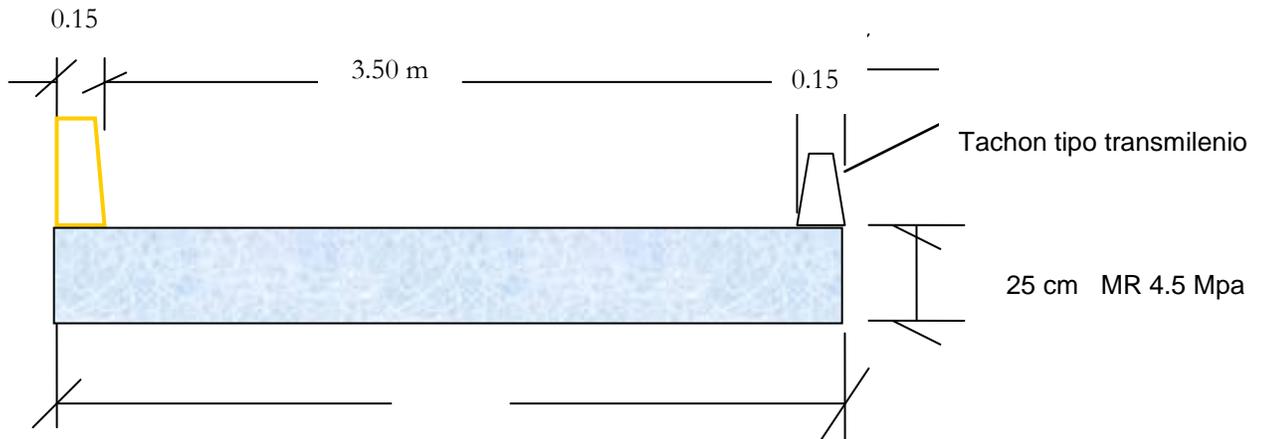
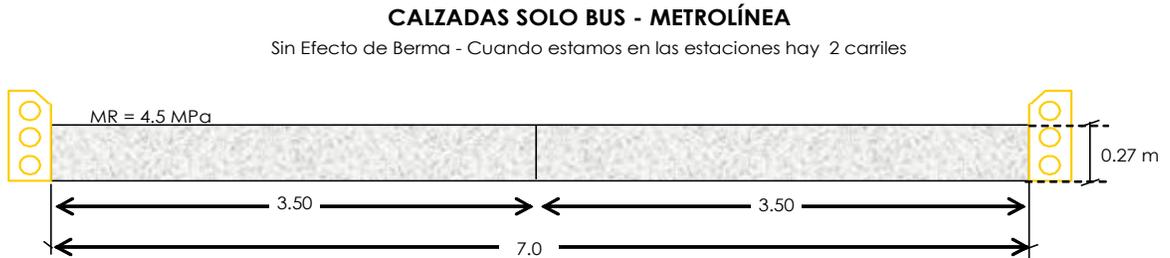


Figura 5. Esquema SIN efecto de berma



NO se considera el efecto de berma en las calzadas del proyecto cuando se tengan dos o más carriles de circulación, dado que es imposible lograr minimizar los esfuerzos de borde en las juntas longitudinales de la calzada. Esto ocurre en las estaciones. Como se ve en la Figura 21.

4.4.3 Módulo de reacción K. A continuación se muestran en la Tabla 10 los resultados del módulo de reacción K de diseño aplicando la metodología descrita anteriormente, tanto para el diseño por la AASHTO como para el diseño por la PCA planteadas por la UTCVM.

Tabla 10. Valoración del módulo de reacción K de la subrasante

COSTADO	SECTOR		MODULO DE REACCIÓN K	
			AASHTO	PC
	DESDE	HASTA	Mpa/m	Mpa/m
ORIENTAL	K1+170	K1+490	55	55
	K1+490	K1+870	64	64
	K1+870	K2+430	60	60
	K2+430	K2+670	60	60
	K2+670	K3+480	46	46
	K3+480	K3+860	56	56
	K3+860	K4+480	56	56
	K4+480	K4+750	56	56
OCCIDENTAL	K1+170	K1+490	53	53
	K1+490	K1+920	59	59
	K1+920	K2+430	59	59
	K2+430	K2+670	59	59
	K2+670	K3+480	50	50
	K3+480	K4+750	51	51

Se observan que los valores de módulos de reacción son homogéneos, por la sencilla razón de estar en suelos de subrasante de condiciones similares, para una estructura de pavimento de espesores fijos. Se presenta a continuación en la Tabla 11, el módulo de reacción K para un espesor de 20 centímetros de material granular existente mejorado.

Tabla 11. Valoración del módulo de reacción K del conjunto

COSTADO	SECTOR		MODULO DE REACCIÓN K	
			AASHTO	PC
	DESDE	HASTA	Mpa/m	Mpa/m
ORIENTAL	K1+170	K1+490	250	250
	K1+490	K1+870	270	250
	K1+870	K2+430	250	240
	K2+430	K2+670	250	200
	K2+670	K3+480	230	260
	K3+480	K3+860	260	230
	K3+860	K4+480	240	220
	K4+480	K4+750	220	220
OCCIDENTAL	K1+170	K1+490	290	270
	K1+490	K1+920	270	240
	K1+920	K2+430	250	240
	K2+430	K2+670	260	250
	K2+670	K3+480	230	210
	K3+480	K4+750	250	220

4.4.4 dimensiones según Método AASHTO. Se muestran a continuación en la Tabla 12, los espesores de la estructura de pavimento diseñada por la UTCVM teniendo en cuenta las hipótesis planteadas. Es importante indicar que se varió la confiabilidad muy cercana al 95% con el fin de conservar un espesor unificado en el proyecto de 0.25 m.

Tabla 12. Espesores Sistema METROLINEA método AASHTO

COSTADO	SECTOR		ESPESORES METODO AASHTO				
	DESDE	HASTA	LOSA (m)	C.A. MDC2 (m)	BEC (m)	EJES EQUIV.	CONFIABILIDAD
ORIENTAL	K1+170	K1+490	0.25	0.05	0.2	40.3 millones	94.8
	K1+490	K1+870	0.25	0.05	0.2		95.2
	K1+870	K2+430	0.25	0.05	0.2		94.8
	k2+430	k2+670	0.25	0.05	0.2	52.2 millones	95.1
	k2+670	k3+480	0.25	0.05	0.2		94.4
	k3+740	k3+860	0.25	0.05	0.2		95.3
	k4+015	k4+480	0.25	0.05	0.2		94.7
k4+690	k4+750	0.25	0.05	0.2	94.2		
OCCIDENTAL	k1+170	k1+490	0.25	0.05	0.2	40.3 millones	95
	k1+490	k1+920	0.25	0.05	0.2		95.2
	k1+920	k2+430	0.25	0.05	0.2		94.8
	k2+430	k2+670	0.25	0.05	0.2	52.2 millones	95.4
	k2+670	k3+480	0.25	0.05	0.2		94.6
	k3+740	k4+750	0.25	0.05	0.2		95

4.4.5 Dimensiones según Método PCA. Con los parámetros de diseño mencionados anteriormente la UTCVM llevó a cabo las corridas del programa PCA-84, además de los resultados del análisis de sensibilidad para diferentes espesores y alternativas con lo cual se concluye con los resultados que a continuación se muestran.

A fin de resumir, se presenta tabulados en la Tabla 13, estos resultados, en donde por cada alternativa se plasman los resultados de los espesores definitivos.

4.4.6 Sellado de Juntas. El sellante propuesto por UTCVM debe corresponder a una masilla plástica de poliuretano monocomponente de bajo módulo. Capacidad de elongación –50% al 100%. La disposición de la ranura es la siguiente, basada en el análisis del cálculo de la dilatación de las losas la cual es de 1 mm, para una longitud de losa de 3.8 m y las condiciones climáticas de la ciudad. Como se indica en la Figura 22.

Tabla 13. Espesores Sistema METROLINEA método PCA

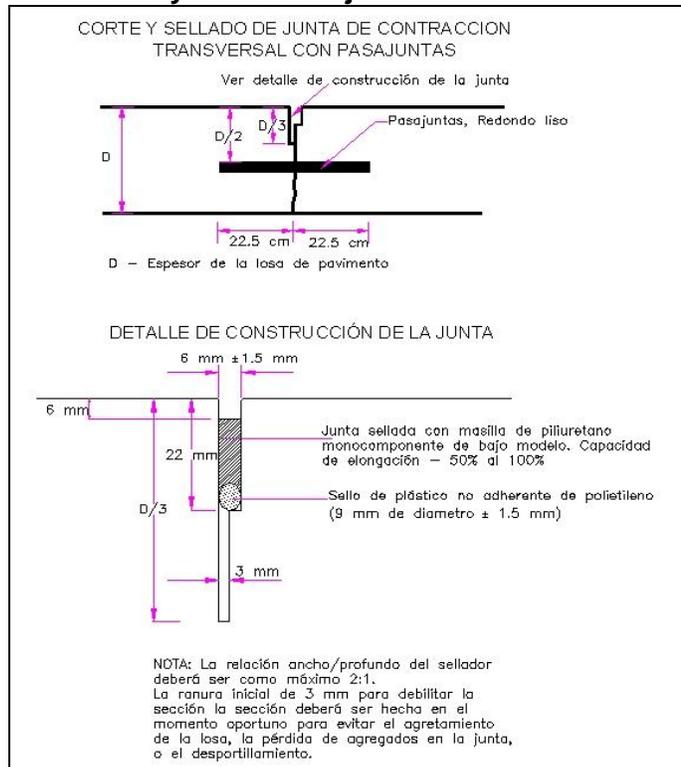
COSTADO	SECTOR		ESPESORES METODO PCA			
			LOSA	C.A MD2	BEC	EROSION %
	DESDE	HASTA	LOSA (m)	(m)	(m)	
ORIENTAL	k1+470	k1+490	0.25	0.05	0.2	0.69
	k1+490	k+870	0.25	0.05	0.2	0.62
	k1+870	k2+430	0.25	0.05	0.2	1.16
	k2+430	k2+670	0.25	0.05	0.2	4
	k2+670	k3+480	0.25	0.05	0.2	0.68
	k3+740	k3+860	0.25	0.05	0.2	2.28
	k4+015	k4+480	0.25	0.05	0.2	2.63
OCCIDENTAL	k4+690	k4+750	0.25	0.05	0.2	2.63
	k1+170	k1+490	0.25	0.05	0.2	0.22
	k1+490	k1+920	0.25	0.05	0.2	1.16
	k1+920	k2+430	0.25	0.05	0.2	1.16
	k2+430	k2+670	0.25	0.05	0.2	1.12
	k2+670	k3+480	0.25	0.05	0.2	3.16
	k3+740	k4+750	0.25	0.05	0.2	2.63

EJE SIMPLE 7,5 ton 8'557.124
 EJE SIMPLE 12.5 ton 9'013573
 EJE SIMPLE 13 ton 4'050.340

EJE SIMPLE 7.5 ton 8'502.803
 EJE SIMPLE 12.5 ton 6'944.516
 EJE SIMPLE 13 TON 5'789.785

Los espesores de losa de concreto MR=4.5 MPa en la alternativa de estructura nueva o reconstrucción sin aporte de berma en las zonas de las estaciones tienen 0.04 m adicionales, es decir 0.29 m. En el resto del proyecto son 0.25 m. de espesor

Figura 6. Esquema del corte y sellado de juntas de contracción



4.4.7 Pasadores. En vías de tránsito pesado, la trabazón de agregados puede ser insuficiente para alcanzar una buena transferencia de carga y darle así al pavimento un buen comportamiento a largo plazo. “Los pasadores pueden usarse para aumentar mecánicamente la transferencia de carga cuando el volumen excede a los 120 vehículos pesados por día, o aun tráfico acumulado de 4 ó 5 millones de ejes equivalentes de 82kn². Este es el caso de las calzadas de METROLINEA de la Troncal diagonal 15, por lo cual la UTCVM recomienda la colocación de pasadores entre juntas.

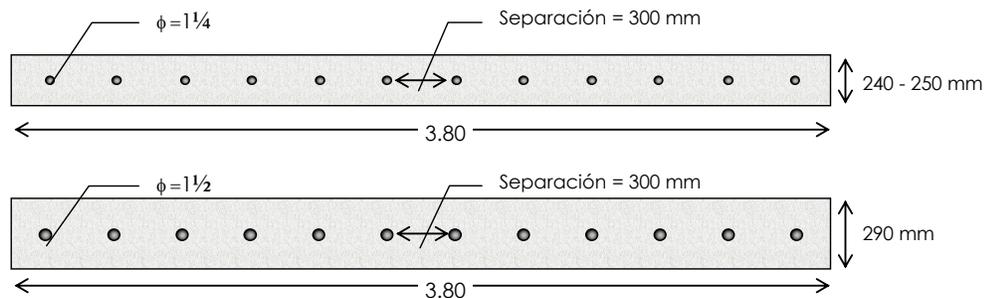
Los pasadores o dovelas transmiten tanto fuerzas de cizalladura como momento flector, permitiendo el libre movimiento horizontal de las losas, por lo cual al menos una mitad del pasador debe engrasarse, a fin de evitar su adherencia con el concreto que lo rodea. Asimismo, esta libertad de movimiento horizontal exige que los pasadores de una junta sean todos paralelos al eje de la calzada.

A continuación se plasma en la Tabla 14 la recomendación de la PCA-84, en función del espesor de la losa.

Tabla 14. Dovelas o pasadores en juntas Transversales

ESPESOR LOSA (MM)	DIÁMETRO DEL PASADOR (PULG)	LONGITUD TOTAL (MM)	SEPARACIÓN ENTRE CENTROS (MM)
240 - 250	1 ¼"	450	300
290	1 ½"	500	300

Figura 23. Sección transversal de dovelas en juntas transversales



² Diseño, Construcción y Mantenimiento de pavimentos de concreto, Ing. Cipriano A. Londoño

4.5 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES A EMPLEAR

Los materiales a emplear en la construcción de los carriles son:

4.5.1 Concreto Rígido. El módulo de rotura del concreto es 45 kg/cm² a los veintiocho (28) días de edad.

4.5.2 Concreto Asfáltico. La UTCVM recomienda emplear concreto asfáltico del tipo (MDC2) con espesor mínimo de 0.05 m como capa homogeneizadora previa a la colocación de la losa de concreto. Esta mezcla asfáltica deberá ser rica en asfalto, es decir un 0.3% mayor al óptimo del diseño Marshall.

4.5.3 Material fresado existente mejorado con cemento. Esta capa podrá ser producto del fresado de la carpeta asfáltica existente y material granular existe y se mezclará con cemento Pórtland Tipo I.

Para el caso del material fresado de la capa asfáltica existente y granular existente, la UTCVM indica que éste podrá ser parte de la estructura de pavimento previo mezclado con cemento debidamente humedecido y compactado, y controlado bajo un proceso de curado.

El contratista UTCVM define que al material granular existente (remanente) que eventualmente resulte luego del retiro de las capas superiores, sobre la cual se construirá la capa de material granular existente mejorado y demás capas de la estructura de pavimento; se le deben verificar sus calidades para ser considerada como capa estructural de tal manera que cumpla con los requerimientos del material afirmado del INV. Se debe garantizar una densidad mínima del 95% del material. De encontrarse características expansivas, bolsas de materiales blandos o plasticidades IP superiores del 12% el material deberá ser reemplazado por afirmado granular importando. Si no se cumplen los requerimientos la capa deberá someterse a los procesos necesarios para lograrlos.

ESPECIFICACIONES TECNICAS. Las especificaciones generales y normas a seguir a la luz de la ingeniería de pavimentos definidas por la UTCVM son las siguientes:

ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS

adoptadas por el INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS mediante Resolución No. 8068 del 19 de Diciembre de 1996 y Resolución No. 005866 de noviembre 12 de 1998; adoptadas por el Ministerio de Transporte mediante Resolución No. 2073 del 23 de abril de 1997, actualizadas mediante Resolución Invias No. 002662 del 27 de junio de 2002.

NORMAS DE ENSAYO DE MATERIALES PARA CARRETERAS – INVIAS, Resolución No. 8067 del 19 de Diciembre de 1996, actualizadas mediante Resolución 002661 del 27 de junio de 2002

Para las especificaciones del INVIAS no se aplica en metrolínea la parte de unidad de medida ni la forma de pago, pues el contrato tiene la particularidad de ser a Precio Global fijo.

5. ACTIVIDADES REALIZADAS EN LA PRACTICA

Las labores de control de calidad realizadas durante la práctica se concentraron en la supervisión de la elaboración de los ensayos de subrasante, base estabilizada con cemento, concretos asfálticos, concretos hidráulicos de la obra, para el cumplimiento de las especificaciones de construcción descritas en el diseño de pavimentos presentado por el contratista, y la supervisión de la colocación de los materiales que conforman la estructura de pavimento.

Por otra parte cada actividad incluye la comprobación de los diseños a partir de los ensayos de materiales, y el posterior control de los materiales aprobados previamente por la Interventoría al igual que, el control de la instalación de los mencionados materiales.

5.1 CONCRETOS ASFALTICOS

En la supervisión del proyecto para los concretos asfálticos se tuvieron en cuenta principalmente las siguientes labores:

5.1.1 Comprobación de los diseños. La comprobación de las fórmulas o dosificaciones de trabajo propuestas en el diseño de concretos asfálticos elaborados con asfaltos convencionales y modificados, se refiere a la verificación de propiedades de los materiales utilizados y propiedades de las mezclas.

En particular se analizan las siguientes propiedades de los materiales: pesos específicos de los agregados gruesos y finos, granulometría de los agregados combinados según la dosificación de los silos de la planta de pavimento, límites de Atterberg y detección de materia orgánica del agregado fino, índices de alargamiento y aplanamiento del agregado grueso, caras fracturadas del agregado grueso, sanidad de los agregados, equivalente de arena del agregado fino, desgaste de los agregados, y las siguientes propiedades de las mezclas: estabilidad, flujo, porcentajes de vacíos, densidad bulk, .

El objetivo del diseño de una mezcla asfáltica es determinar la proporción adecuada de cemento asfáltico en la mezcla para asegurar: suficiente estabilidad para satisfacer las exigencias del servicio sin desplazamiento o distorsiones,

suficiente asfalto para asegurar la obtención de un pavimento durable que resulte del recubrimiento completo de las partículas de agregado pétreo, impermeabilizando y ligando las mismas entre sí, bajo una compactación adecuada; suficiente trabajabilidad para permitir una eficiente colocación sin que se produzca segregación; suficientes vacíos con aire en la mezcla para proveer espacio que impida exudaciones y pérdida de estabilidad por compactación adicional del tránsito.

Para la ejecución del ensayo se tomó en la planta de producción de mezcla los agregados de la banda transportadora cuando ya han salido de los silos, igualmente se toma una muestra de cemento asfáltico, para ser trasladados al laboratorio de ensayo. Se pesaban aproximadamente 6000 gramos de material pétreo para mezclar con el cemento asfáltico en el porcentaje, y con las condiciones de temperatura (de asfalto y pétreos) registrados en el diseño; se mezclan hasta lograr uniformidad entre los componentes. Nuevamente se recurre al documento de diseño para obtener la temperatura de compactación, se pesa aproximadamente 1200gr de mezcla y se procede a compactar con los moldes, martillo y sobre un pedestal con las características descritas en la norma INV-E-748, usando 75 golpes, posteriormente se coloca la briqueta con la cara inferior para arriba y se compacta nuevamente con 75 golpes; se requiere colocar un papel antes de iniciar la compactación como piso de la briqueta y humedecer las paredes del molde con ACPM para evitar que la mezcla se adhiera al molde evitando su desformateado. Se vigila constantemente la temperatura pues si la mezcla no se encuentra en el valor esperado la muestra se debe rechazar porque no se permite su recalentamiento, el procedimiento de la elaboración de la briqueta se repite hasta conseguir cuatro especímenes.

Al siguiente día se procede a sacar las probetas de su molde con un extractor teniendo especial cuidado de no golpearlas o desportillarlas. Una vez extraídas se mide la altura de cada espécimen siendo esta el promedio de 3 mediciones, se inicia con el ensayo para calcular la densidad “bulk” de cada espécimen, esta se define como la relación entre su peso en el aire y su volumen incluyendo los vacíos permeables. Se pesa cada una de las briquetas secas al aire (W_a) con la ayuda de una balanza mecánica ó electrónica, se coloca a calentar parafina hasta que se obtenga su estado líquido, se toma cada probeta y se sumerge en la parafina; se pesa al aire la probeta previamente sumergida en parafina (W_{ap}); se coloca una pita a la cual se sujeta la briqueta y se cuelga de la parte inferior del plato de la balanza, la probeta debe quedar sumergida en el agua (colocando previamente un balde con el líquido) para obtener su peso sumergido en agua (W_{wp}). Finalmente teniendo en cuenta el peso específico de la parafina se calcula la densidad “bulk” mediante la expresión:

$$G_b = \frac{W_a}{W_{ap} - W_{wp} - ((W_{ap} - W_a) / G_p)}$$

Se continúa con el ensayo de estabilidad y flujo, raspando las briquetas que tienen parafina, luego se deben someter las briquetas a un baño de agua con temperatura de 60°C mediante el dispositivo previsto en la norma de ensayo durante un lapso de 30 a 40 minutos. Se debe limpiar correctamente las mordazas y verificar el dispositivo de la prensa y los diales para las mediciones. Una vez transcurrido el tiempo se saca la biqueta y se seca, se monta sobre la mordaza y se coloca en la prensa, se colocan en cero los diales y se inicia la Aplicación de la carga a velocidad controlada; el dial del anillo de carga se devuelve cuando llega a la carga de falla, al mismo tiempo se debe leer el dial de flujo. Finalmente se registran los valores tomados en los diales del anillo de carga y flujo para su cálculo posterior. Se calcula el peso específico teórico máximo mediante la norma INV-E-735, para ser utilizado posteriormente en el cálculo del porcentaje de vacíos de la mezcla.

Una vez tomados los datos del laboratorio se procede al cálculo de los resultados, obteniendo la densidad “bulk” como se menciona anteriormente. Con el valor de lectura del anillo de carga se multiplica por la constante del anillo que se halla mediante la calibración del equipo y este es el valor de estabilidad sin corregir, se aplica una corrección a este valor según el espesor de la probeta. Se calcula el porcentaje de vacíos en la mezcla con los valores densidad bulk y densidad máxima. Si alguno de los valores de las probetas se encontraba notoriamente alejada de las demás este valor se desechaba, finalmente los resultados definitivos eran el promedio de las briquetas no rechazadas en el ensayo.

Los ensayos de las características de los materiales se realizaron según las normas de ensayo registradas en el cuadro del “plan de inspección y ensayo” adjunto en el presente documento. Finalmente se puede concluir que los diseños presentados cumplen con las características fijadas por el diseño para las mezclas requeridas. Al variar las granulometrías cambian los porcentajes de asfalto óptimos de las mezclas, en consecuencia se debe supervisar continuamente la misma. Los agregados pétreos de río provenientes de los ríos Sogamoso (vía Bucaramanga – Barrancabermeja), río de oro (sitio bocas), río Chicamocha (sitio pescadero) cumplen con las especificaciones requeridas por el diseño, teniendo en cuenta que al ser materiales de río en ocasiones son pobres de materiales que pasen por el tamiz 100 y el tamiz 200, que no se deben corregir agregando materiales con plasticidad, pero una buena opción es la utilización de cal. A pesar de la contaminación del río de oro los materiales pétreos cumplen con características como desgaste y sanidad en sulfatos.

5.1.2 Supervisión de la Construcción. Este trabajo consistió en la elaboración, transporte, colocación y compactación, de una o más capas de mezcla asfáltica de

tipo denso, preparada en caliente, de acuerdo con la especificación y de conformidad con los alineamientos, cotas, secciones y espesores indicados en los planos. Los agregados pétreos empleados para la ejecución de mezcla bituminosa debían poseer una naturaleza tal, que al aplicársele una capa del material asfáltico por utilizar en el trabajo, ésta no se desprendiera por la acción del agua y del tránsito.

El agregado grueso debía proceder de la trituración de roca o de grava o por una combinación de ambas; sus fragmentos debían ser limpios, resistentes y durables, sin exceso de partículas planas, alargadas, blandas o desintegrables. Estaba exento de polvo, tierra, terrones de arcilla u otras sustancias objetables que impidieran la adhesión completa del asfalto. Sus requisitos básicos de calidad se presentan en la Tabla 15.

El agregado fino estaría constituido por arena natural. Los granos del agregado fino debían ser duros, limpios y de superficie rugosa y angular. El material debía estar libre de cualquier sustancia que impidiera la adhesión del asfalto.

Tabla 15. Requisitos de los agregados petreos para mezclas densas en caliente

DESCRIPCIÓN - ENSAYO	CRITERIO DE ACEPTACIÓN	NORMA ENSAYO
dice de plasticidad de la gradación combinada de agregados	N.P.	INV E-125, INV E-126
Desgaste Máquina de Los Ángeles del agregado grueso	$\leq 40\%$ para base; $\leq 30\%$ para rodadura	INV E-218, INV E-219
Solidez en sulfato de sodio del agregado grueso	$\leq 12\%$	INV E-220
Solidez en sulfato de magnesio del agregado grueso	$\leq 18\%$	INV E-220
Partículas de agregado grueso fracturadas mecánicamente	75% mínimo	INV E-227
Índice de aplanamiento y alargamiento del agregado grueso	$\leq 35\%$	INV E-230
Coefficiente de pulimento acelerado del agregado grueso	0.45 min	INV E-232
Equivalente de arena de la gradación combinada	$\geq 50\%$	INV E-133
Adhesividad	$\geq 75\%$	INV E-738

Fuente. Especificaciones INVIAS para construcción de carreteras

El llenante mineral podría provenir de los procesos de trituración y clasificación de

los agregados pétreos o podrá ser de aporte como producto comercial, generalmente cal hidratada o cemento Portland. Su peso unitario aparente, determinado por el ensayo de sedimentación en tolueno (norma de ensayo INV E-225), debía encontrarse entre cinco y ocho décimas de gramo por centímetro cúbico (0.5 y 0.8 g/cm³) y su coeficiente de emulsibilidad (norma INV E-776) debía ser inferior a seis décimas (0.6).

El cemento asfáltico podía modificarse mediante la adición de activantes, rejuvenecedores, polímeros, asfaltos naturales o cualquier otro producto. Los controles principales eran: verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo empleado por el Constructor, comprobar que los materiales por utilizar cumplieran todos los requisitos de calidad exigidos en la Tabla 15., supervisar la correcta aplicación del método aceptado, en cuanto a la elaboración y manejo de los agregados, así como la manufactura, transporte, colocación y compactación de los tratamientos y mezclas asfálticas.

También eran controles: ejecutar ensayos de control de mezcla, de densidad de las probetas de referencia, de densidad de la mezcla asfáltica compactada in situ, de extracción de asfalto y granulometría; así como control de las temperaturas de mezclado, descargue, extendido y compactación de las mezclas, realizar las medidas necesarias para determinar espesores, levantar perfiles, medir la textura superficial y comprobar la uniformidad de la superficie.

El conjunto de agregado grueso, agregado fino y llenante mineral debía ajustarse a alguna de las gradaciones presentadas en la Tabla 3:

Tabla 3. Granulometrías para mezclas asfálticas

TAMIZ		PORCENTAJE QUE PASA		
		MDC-1	MDC-2	MDC-3
NORMAL	ALTERNO	Base Asf.	Rodadura e > 3cm	Rodadura e ≤ 3 cm
25 mm	1"	100%	-	-
19 mm	3/4"	80-100%	100%	-
12,5 mm	1/2"	67-85%	80-100%	-
9,5 mm	3/8"	60-77%	70-88%	100%
4,75 mm	No.4	43-54%	51-68%	65-87%
2 mm	No.10	29-45%	38-52%	43-61%
425 m	No.40	14-25%	17-28%	16-29%
180 m	No.80	8-17%	8-17%	9-19%
75 m	No.200	4-8%	4-8%	5-10%

Fuente. Especificaciones INVIAS para construcción de carreteras

Para prevenir segregaciones y garantizar los niveles de compactación y resistencia exigidos, el material debía dar lugar a una curva granulométrica uniforme, sensiblemente paralela a los límites de la franja por utilizar, sin saltos bruscos de la parte superior de un tamiz a la inferior del tamiz adyacente y viceversa.

La mezcla de concreto asfáltico se fabricó en plantas adecuadas de tipo continuo, capaces de manejar simultáneamente en frío y caliente el número de agregados que exigía la fórmula de trabajo adoptada. Las plantas productoras de mezcla asfáltica debían cumplir con lo establecido en la reglamentación vigente sobre protección y control de calidad del aire y para su aceptación se tenía que presentar, la correspondiente autorización expedida por la entidad nacional o regional encargada de otorgar tales permisos. Las tolvas de agregados tenían paredes resistentes y estaban provistas de dispositivos de salida que podían ser ajustados exactamente y mantenidos en cualquier posición. El número mínimo de tolvas era función del número de fracciones de agregados por emplear y de acuerdo con el diseño planteado en la fórmula. La planta estaba dotada de un secador que permitía el secado correcto de los agregados y su calentamiento a la temperatura adecuada para la fabricación de la mezcla. El sistema de extracción de polvo debía evitar su emisión a la atmósfera o el vertido de lodos a cauces de agua o instalaciones sanitarias.

En el calentamiento del asfalto se empleaban, preferentemente, serpentines de aceite o vapor, evitándose en todo caso el contacto del ligante con elementos metálicos de la caldera que estaban a temperatura muy superior a la de almacenamiento. Todas las tuberías, bombas, tanques, etc., tenían dispositivos calefactores o aislamientos. Se contaba con termómetros en lugares convenientes, para asegurar el control de la temperatura del ligante, especialmente en la boca de salida de éste al mezclador y en la entrada del tanque de almacenamiento. El sistema de circulación tenía una toma para el muestreo y comprobación de la calibración del dispositivo de dosificación. En caso de que se incorporaran aditivos a la mezcla, la instalación debía poseer un sistema de dosificación exacta de los mismos. La instalación estaba dotada de sistemas independientes de almacenamiento y alimentación del llenante de recuperación y adición, los cuales estaban protegidos contra la humedad. El sistema dosificador del ligante contaba con dispositivos para su calibración a la temperatura y presión de trabajo.

Tanto los agregados como las mezclas se transportan en volquetas debidamente acondicionadas para tal fin. Las volquetas estaban siempre provistas de una lona o cobertor adecuado, debidamente asegurado, tanto para proteger los materiales

que transportaba, como para prevenir emisiones contaminantes. La extensión y terminación de concretos asfálticos producidos en planta se ejecuto generalmente con pavimentadoras autopropulsadas. Se utilizaron compactadores autopropulsados de cilindros metálicos, estáticos o vibratorios, tándem, de neumáticos o mixtos. Todos los compactadores debían ser autopropulsados y estar dotados de inversores de marcha suaves; además, estaban dotados de dispositivos para la limpieza de las llantas o neumáticos durante la compactación y para mantenerlos húmedos en caso necesario. Los compactadores de rodillos no debían presentar surcos ni irregularidades. Los compactadores vibratorios disponían de dispositivos para eliminar la vibración al invertir la marcha. Los de neumáticos tenían ruedas lisas, en número, tamaño y disposición tales, que permitían el traslape de las huellas delanteras y traseras y, en caso necesario, faldones de lona protectora contra el enfriamiento de los neumáticos. Además se requerían elementos para limpieza, escobas, ó sopladora mecánica. Así mismo, se requerían herramientas menores para efectuar correcciones localizadas durante la extensión de la mezcla.

Las mezclas densas en caliente se diseñaban, siguiendo el método Marshall y aplicando los Siguietes criterios de la Tabla 4 :

Tabla 4. Condiciones mínimas mezcla asfáltica

CARACTERISTICA	TRANSITO DE DISEÑO
	>5 x 10E6
ESTABILIDAD (Kg)	757
NRO GOLPES POR CAPA	75
FLUJO (1/100")	8 - 14
% VACIOS CON AIRE RODADURA	4 - 6
% VACIOS CON AIRE BASE	4 - 8
% VACIOS MINIMOS EN AGREGADOS MINERALES	14

Fuente. Especificaciones INVIAS para construcción de carreteras

Además la relación llenante/ligante de la mezcla óptima debía encontrarse cerca de los siguientes valores debiendo verificarse, sin embargo, que la concentración del llenante no superara el valor crítico, según la norma INV E-745. La mezcla no se extendía hasta que se comprobara que la superficie sobre la cual se iba a colocar tenía la densidad apropiada y las cotas indicadas en los planos. La extensión de la mezcla necesitaba riegos previos de imprimación o de liga. Antes de aplicar la mezcla, se verificaba que hubiera ocurrido el curado del riego previo, no debiendo quedar restos de fluidificante ni de agua en la superficie. A la descarga del mezclador, todos los tamaños del agregado debían estar uniformemente distribuidos en la mezcla y sus partículas total y homogéneamente

cubiertas. La temperatura de la mezcla al salir del mezclador no excedía de la fijada durante la definición de la fórmula de trabajo. Se rechazaban todas las mezclas heterogéneas, carbonizadas o sobrecalentadas, las mezclas con espuma, o las que presentaran indicios de humedad. En este último caso, se retiraban los agregados de las correspondientes tolvas en caliente. También se rechazaban aquellas mezclas en las que la envuelta no era perfecta.

La extensión comenzaba a partir del borde de la calzada en las zonas por pavimentar con sección bombeada, o en el lado inferior en las secciones peraltadas. La mezcla se colocó en franjas del ancho apropiado para realizar el menor número de juntas longitudinales, y para conseguir la mayor continuidad de las operaciones de extendido, teniendo en cuenta el ancho de la sección, las necesidades del tránsito, las características de la pavimentadora y la producción de la planta. La colocación de la mezcla se realizaba con la mayor continuidad posible, verificando que la pavimentadora dejara la superficie a las cotas previstas con el objeto de no tener que corregir la capa extendida. En caso de trabajo intermitente, se comprobaba que la temperatura de la mezcla que quedara sin extender en la tolva o bajo la pavimentadora no bajara de la especificada; de lo contrario, se ejecutaba una junta transversal. Tras la pavimentadora se debía disponer un número suficiente de obreros especializados, agregando mezcla caliente y enrasándola, según se precisara, con el fin de obtener una capa que, una vez compactada, se ajustara enteramente a las condiciones impuestas en la especificación.

En los sitios en los que a juicio del Interventor no resultaba posible el empleo de máquinas pavimentadoras, la mezcla podía extenderse a mano. La mezcla se descargaba fuera de la zona que se pretendía pavimentar, y se distribuía en los lugares correspondientes por medio de palas y rastrillos calientes, en una capa uniforme y de espesor tal que, una vez compactada, se ajustara a los planos. No se permitía la extensión y compactación de la mezcla en momentos de lluvia, ni cuando había fundado temor de que ella ocurra.

La compactación se debía realizar de manera continua durante la jornada de trabajo y se complementaba con el trabajo manual necesario para la corrección de todas las irregularidades que se presentaran. Se cuidaba que los elementos de compactación estuvieran siempre limpios y, si era preciso, húmedos. No se permitían, sin embargo, excesos de agua. La compactación se continuaba mientras la mezcla se encontrara en condiciones de ser compactada hasta alcanzar la densidad especificada y se concluía con un apisonado final que borrara las huellas dejadas por los compactadores precedentes. Para la pavimentación de puentes durante la ejecución del riego de liga y de la

pavimentación, el Constructor debía defender con lonas, papel o similares, todas las superficies diferentes al tablero que podan ser alcanzadas por el material bituminoso.

De las muestras utilizadas para hallar el contenido de asfalto, se determinaba la composición granulométrica de los agregados. La curva granulométrica de cada ensayo individual debía ser sensiblemente paralela a los límites de la franja adoptada, ajustándose a la fórmula de trabajo con las tolerancias que se indican a continuación, pero sin permitir que la curva se saliera de la franja:

Todas las mezclas de concreto asfáltico debían ceñirse a la fórmula de trabajo, dentro de los siguientes límites de tolerancia:

Total que pasa el tamiz # 4 y mayores	±	6 %
Total que pasa el tamiz # 10	±	4 %
Total que pasa el tamiz # 40	±	3 %
Total que pasa el tamiz # 200	±	2 %
Porcentaje de cemento asfáltico	±	0.3 %
Temperatura	±	8 ° Cent.

En caso que los valores obtenidos excedían las tolerancias, pero no salían de la franja, el Constructor debía demostrar con ensayos de laboratorio que la mezcla con la gradación defectuosa y el porcentaje medio de asfalto cumplían con los requerimientos de la especificación. Si los requisitos allí indicados no se cumplían, se rechazaba el tramo representado por esa muestra.

La estabilidad media de las probetas (E_m) debía ser como mínimo, igual al noventa por ciento (90%) de la estabilidad de la mezcla de la fórmula de trabajo (E_t). Además, la estabilidad de cada probeta (E_i) debía ser igual o superior a ochenta por ciento (80%) del valor medio de estabilidad, admitiéndose solo un valor individual por debajo de ese límite.

El flujo medio de las probetas sometidas al ensayo de estabilidad (F_m) debía encontrarse entre el ochenta y cinco por ciento (85%) y el ciento quince por ciento (115%) del valor obtenido en la mezcla aprobada como fórmula de trabajo (F_t), pero no se permitía que su valor se encontrara por fuera de los límites establecidos en la Tabla 4.

Las determinaciones de densidad de la capa compactada se realizaban en una proporción de cuando menos una (1) por cada doscientos cincuenta metros cuadrados (250 m²) y los tramos por aprobar se definía sobre la base de un mínimo de seis (6) determinaciones de densidad. Los sitios para las mediciones se elegían al azar.

La densidad media del tramo (Dm) debía ser, cuando menos, el noventa y ocho por ciento (98%) de la media obtenida al compactar en el laboratorio con la técnica Marshall, las cuatro (4) probetas por jornada de trabajo (De). Además, la densidad de cada testigo individual (Di) debía ser mayor o igual al noventa y siete por ciento (97%) de la densidad media de los testigos del tramo (Dm), admitiéndose un (1) solo valor defectuoso por tramo. La toma de muestras testigo se hacía de acuerdo con la metodología descrita en la comprobación de la fórmula de trabajo. Todas las áreas de mezcla densa en caliente colocada y compactada, donde los defectos de calidad y terminación excedan las tolerancias, así como aquellas en que presentaban retención de agua en la superficie, se corregían.

Para iniciar la colocación de MDC se debía estar seguro que las condiciones de recibo de la base se cumplieron, una vez cumplido este requisito se barría la zona ó con ayuda de un compresor se limpia (los lineamientos ambientales prohíben la emisión de partículas en el aire, en consecuencia se debe humedecer la superficie para poder inyectar en aire), Enseguida se colocaba la emulsión asfáltica (también es importante su colocación para evitar que el agua entre en la capa de base y produzca lavado de finos) por medio de un irrigador o en forma manual; se debía vigilar que la emulsión se diluyera en la concentración que indica la especificación. Si por el paso de tráfico o cualquier otra eventualidad esta capa se levantaba se colocaba nuevamente, si esto ocurría durante la extensión de la mezcla se permitía reemplazar esta película con un “venteo”(consiste en la colocación manual de una capa de MDC de espesor tal que permita su barrido con escoba).

En la etapa de revisión de la fórmula de trabajo se iniciaban las visitas a la planta de producción de MDC, para comprobar sus calidades de funcionamiento y las calidades y acopios de materiales para la elaboración de la mezcla. En la etapa de construcción periódicamente se hacían visitas a la planta para comprobar las calidades mencionadas anteriormente. Se tomaban muestras, se controlaban las temperaturas de mezclado y salida de la mezcla en planta, igualmente se verificaban los controles(para pesos ó volúmenes) utilizados en la dosificación del asfalto y agregados. Una vez verificados los niveles, si se necesitaban ajustes por niveles estos se hacían, con una tolerancia de menos un centímetro(es decir se puede colocar 4cm MDC), si es mayor la diferencia se demolía el sobreespesor de la BEC. Cuando estas correcciones eran necesarias la mezcla se colocaba vigilando los niveles máximo cada 10 metros con hilo, si la superficie era

totalmente uniforme se permitía la extensión de la mezcla con la guía fija de la pavimentadora(tornillo). En ambos casos se debía tener cuidado de conocer el factor de compactación de la muestra por ejemplo si es del 20% las guías que se usen debían medir 6cm para colocar una capa de 5cm, y así revisar el tornillo constantemente.

Se medía y controlaba la temperatura de la mezcla al extenderse y al compactarse; la temperatura de compactación se registraba en el diseño marshall. Entre más alta se compacte la mezcla se obtienen mejores resultados en sus propiedades, pero no se puede entrar el compactador si este produce corrimientos y fisuras de la mezcla. Si se producían fisuras superficiales se permitían siempre y cuando estas se puedan corregir con el compactador de llantas para rodaduras. Las fisuras también pueden presentarse por compactación a baja temperatura, se insiste que se debe controlar la temperatura; cuando estas ocurren se toman núcleos para comprobar si son o no superficiales. En caso de superficiales para MDC enriquecida se podían curar con emulsión asfáltica, de lo contrario se ordenaba la demolición de la mezcla.

Se debía hacer constantemente inspección visual de la mezcla, y en caso de duda tomar muestras y medidas para su control de propiedades en el laboratorio. Es muy importante la trazabilidad de las muestras que depende básicamente de una identificación clara de la misma (fecha, tipo de mezcla, fecha de aplicación, temperatura de toma, sitio de aplicación). Los datos para corroborar el porcentaje de compactación se deben tomar de la densidad bulk obtenida con el ensayo realizado el día y lugar de aplicación de la misma. Para calcular la densidad de la capa aplicada esta se realiza por medio de núcleos, o con densímetro nuclear debidamente calibrado; en caso del densímetro de debe tener especial cuidado en que la varilla del equipo penetre hasta la mitad de la capa a evaluar, el densímetro entrega inmediatamente el valor de la densidad y el porcentaje de asfalto de la mezcla. En caso de ser núcleos la densidad se calcula al igual que se hace con la densidad bulk. Una vez realizadas estos huecos en el pavimento se deben tapar para no generar daños en la superficie.

Se realizaron 140 ensayos de compactación, para una frecuencia de uno cada 210 metros cuadrados y con un resultado promedio del 99%. En cuanto tiene que ver con estabilidad, flujo, extracción de asfalto se realizaron 90 ensayos para un promedio de uno cada 16 metros cúbicos de mezcla con resultados satisfactorios.

La extensión de la mezcla se realizó con pavimentadota y manualmente, independientemente de la forma de colocación durante la extensión de la mezcla se coloca la regla de tres metros para detectar y corregir irregularidades.

5.2 CONCRETOS HIDRAULICOS

En la supervisión del proyecto para los concretos hidráulicos se tienen en cuenta principalmente las siguientes labores:

5.2.1 Comprobación de las fórmulas de trabajo. La comprobación de las fórmulas o dosificaciones de trabajo propuestas en el diseño de concretos hidráulicos elaborados con cemento Portland, se refiere a la verificación de propiedades de los materiales utilizados y propiedades de las mezclas. En particular se analizan las siguientes propiedades de los materiales: pesos específicos de los agregados gruesos y finos, granulometría de los agregados combinados según la dosificación de la planta de concretos, límites de Atterberg y contenido de materia orgánica del agregado fino, índices de alargamiento y aplanamiento del agregado grueso, caras fracturadas del agregado grueso, sanidad de los agregados, equivalente de arena del agregado fino, desgaste de los agregados, y las siguientes propiedades de las mezclas: resistencias de probetas a compresión y tensión a diferentes edades.

Es importante resaltar que los diseños de mezcla (hidráulico y asfáltico), como los demás diseños se basan en hipótesis que consideran determinadas características de materiales pétreos que deben cumplir con requisitos de RESISTENCIA, DURABILIDAD, ADHESIVIDAD, E INDICES DE FORMA, entre los más importantes.

Los materiales pétreos deben poder soportar y transmitir adecuadamente las cargas impuestas por tráfico en cuyo caso además de cumplir con los requisitos de abrasión e impacto y deben ser resistentes y tenaces para soportar los agentes climáticos.

También deben proveer una superficie durable cómoda y segura, estas hipótesis son las que se buscan al momento de diseñar las mezclas; en consecuencia si no se controlan aspectos como granulometría pueden generar mezclas abiertas que permitirán el paso del agua enemigo de cualquier tipo de pavimento, composición de finos y gruesos que no permitan una óptima compactación que pueden generar una mala presentación y una incomodidad al momento de transitar sobre dichas estructuras.

La comprobación de la fórmula de trabajo se hace tomando las muestras de

agregados pétreos finos y gruesos de las plantas y las cantidades del tipo y marca del cemento tipo Portland utilizado, mezclándolas en la proporción establecida en el diseño. Con la ayuda de herramientas como palas, baldes, mezcladoras se realiza la homogenización de la mezcla. Se calcula el volumen necesario de cada uno de los componentes de la mezcla (agregados grueso, fino, cemento, agua y aditivos) para lograr un volumen de 0.05 metros cúbicos (compresión) ó 0.1 metros cúbicos (flexión) de mezcla, se debe tener en cuenta condiciones de los agregados como humedad natural, y porcentaje de absorción de los agregados. Una vez definido cada volumen o peso con ayuda de recipientes patrón o de balanzas con capacidad apropiada se procede a mezclar los agregados, mediante medios mecánicos (mezcladora) ó a mano, se agrega el cemento tipo Portland nuevamente se homogeniza la mezcla, se agrega agua y de ser necesario los aditivos según su ficha técnica, paso seguido se toma el asentamiento de la mezcla utilizando el cono de Abrahamns y una varilla para compactación según norma INV-E-404. Se continua con la toma de muestras según norma INV-E-401-402, utilizando formaletas para cilindros en el caso de compresión y viguetas en el caso de flexión, varilla compactadora, mazo para eliminar vacíos; se colocan las formaletas previamente limpiadas y humedecidas con ACPM para evitar que se desportillen las muestras al momento de retirar la formaleta en un lugar nivelado y se procede al llenado en el caso de cilindros de 6pulg de ancho y 12pulg de alto mediante 3 capas de 25 golpes cada una haciendo que la varilla compactadora entre de ½” a 1” en la capa anterior, luego se golpea con el mazo en la parte externa de la formaleta, finalmente se da acabado con una llana metálica. En el caso de las muestras de viguetas se colocan dos capas de 55 golpes cada una, luego se golpea suavemente con el mazo, finalmente se da acabado con llana metálica.

Aproximadamente 24 horas siguientes a la toma se retira la formaleta de forma cuidadosa y se sumergen las muestras en la pileta de curado (llena de agua), para ser ensayadas a edades de 7, 14, 28, días de edad. Para el caso de los cilindros se prueban según norma INV-E-410 inmediatamente son retirados de la pila de curado, se colocan en la máquina de compresión hidráulica digital o mecánica, los especímenes para nivelar la superficie de contacto se colocan con apoyos de neopreno o se refrentan con azufre, paso seguido se hace mover la prensa con la velocidad especificada, al final del ensayo se registran los valores de altura, diámetro, fecha de vaciado y rotura previamente tomados y el valor registrado por la prensa en las unidades descritas en el equipo. Para el caso de las viguetas se dispone de un equipo que se adiciona a la prensa para lograr la condición de apoyo que garantice que la carga se aplica en los tercios de la luz, siguiendo los requerimientos de equipo y procedimiento consignados en la norma INV-E-414, al final del ensayo se registran los valores de altura, ancho longitud de apoyo del elemento previamente medidos y el valor de la carga de rotura establecida por la prensa en las unidades descritas por el equipo.

Los cálculos del ensayo se obtienen en el caso de los cilindros dividiendo la carga entre el área de la cara del cilindro, teniendo en cuenta que la prensa utilizada tiene unidades de kilonewton que deben convertirse a kilogramos-fuerza para obtener resistencia en Kg/cm², además se hace una corrección del valor de resistencia por factor de forma pues el ensayo se basa en cilindros que cumplen la relación diámetro: altura de 1:2. Para el caso de las viguetas el valor de la carga se multiplica por la luz de apoyo y este resultado se divide entre la base y la altura del elemento, teniendo en cuenta que la prensa utilizada tiene unidades de kilonewton que deben convertirse a kilogramos-fuerza para obtener resistencia en Kg/cm², además.

Los ensayos de las características de los materiales se realizaron según las normas de ensayo registradas en el cuadro del “plan de inspección y ensayo” adjunto en el presente documento.

Finalmente se puede concluir que los diseños presentados cumplen con las características fijadas por el diseño para las mezclas requeridas. Los agregados pétreos de río provenientes de los ríos Sogamoso(vía Bucaramanga – Barrancabermeja), río Chicamocha(sitio pescadero) y el agregado grueso proveniente de la cantera en la vía a Surata cumplen con las especificaciones requeridas por el diseño, Es de mencionar que las formulas de trabajo utilizadas por la planta de premezclado utilizada para colocar en el pavicreto se realizo con cemento Portland tipo uno, que implica utilizar cantidades menores de cemento en comparación si se usara tipo tres.

En cuanto tiene que ver con los cementantes sino se utilizan en las proporciones optimas no se alcanzaran los valores de resistencia (flexión, compresión en hidráulico, estabilidad en asfáltico), excesos en asfalto ocasionaran flujos excesivos que disminuyen la vida útil del flexible, excesos en cemento Portland pueden ocasionar una sobre hidratación en la mezcla que puede terminar causando fisuras por retracción en el concreto hidráulico.

Finalmente se debe insistir que si no se controlan los agregados y proporciones de mezcla se producirán mezclas que no cumplirán con todas las características para las cuales fueron diseñadas situación que atentara contra la vida útil del pavimento lo que a su vez implicara reprocesos para el contratista si no ha cumplido con el tiempo de las pólizas y contra el contratante porque no se alcanzaran los tiempos de vida útil para los cuales fueron diseñados las estructuras.

5.2.2 Supervisión de la construcción. Este trabajo consistió en la supervisión para la 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, de acuerdo con los alineamientos, cotas, secciones y espesores indicados en los planos del proyecto.

Una vez aprobada la formula de trabajo y revisados los materiales para que cumplan con los requisitos escritos en el plan de inspección y ensayo adjunto se procede a la instalación del pavicreto sobre la capa asfáltica enriquecida que servirá como capa impermeable de la estructura. La curva granulométrica del agregado fino debía encontrarse dentro de los límites de la Tabla 5 que se señalan a continuación:

Tabla 5. Curva granulométrica agregado fino

TAMIZ		PORCENTAJE QUE PASA
NORMAL	ALTERNO	
9,5 mm	3/8"	100
4,75 mm	No.4	95 - 100
2,36 mm	No.8	80 - 100
1,18 mm	No.16	50 - 85
600 m	No.30	25 - 60
300 m	No.50	10 - 30
150 m	No.100	2 - 10

Fuente. Especificaciones técnicas para la construcción de carreteras INVIAS

En ningún caso, el agregado fino podía tener más de cuarenta y cinco por ciento (45%) de material retenido entre dos tamices consecutivos. Durante el período de construcción no se permitían variaciones mayores de 0.2 en el módulo de finura, con respecto al valor correspondiente a la curva adoptada para la fórmula de trabajo. El agregado fino no podía presentar pérdidas superiores a diez por ciento (10%) o quince por ciento (15%), al ser sometido a la prueba de solidez en sulfatos de sodio o magnesio, respectivamente, según la norma INV E-220. El equivalente de arena, medido según la norma INV E-133, no podía ser inferior a sesenta por ciento (60%).

Agregado grueso. Era grava natural o provenía de la trituración de roca, grava. Las pérdidas de ensayo de solidez (norma de ensayo INV E-220), no podían superar el doce por ciento (12%) o dieciocho por ciento (18%), según se utilice

sulfato de sodio o de magnesio, respectivamente. El desgaste del agregado grueso en la máquina de Los Ángeles (norma de ensayo INV E-218) no podía ser mayor de cuarenta por ciento (40%). En cuanto a granulometría, el tamaño máximo nominal del agregado no debía ser mayor de cincuenta milímetros (50 mm). El agregado debía cumplir con alguno de los siguientes requisitos granulométricos registrados en la Tabla 6:

Tabla 6. Curva granulométrica agregado grueso

TAMIZ		PORCENTAJE QUE PASA	
NORMAL	ALTERNO	AG - 1	AG - 2
57 mm	2 1/4"	100	-
50 mm	2"	95 - 100	100
37,5 mm	1 1/2"	-	95 - 100
25 mm	1"	35 - 70	-
19 mm	3/4"	-	35 - 70
12,5 mm	1/2"	10 - 30	-
9,5 mm	3/8"	-	10 - 30
4,75 mm	No 4	0 - 5	0 - 5

Fuente. Especificaciones técnicas para la construcción de carreteras INVIAS

La curva granulométrica obtenida al mezclar los agregados grueso y fino en el diseño y construcción del concreto, debía ser continua y asemejarse a las teóricas obtenidas al aplicar las fórmulas de Fuller o Bolomey.

Los índices de aplanamiento y alargamiento del agregado grueso procesado, determinados según la norma INV E-230, no debían ser mayores de quince por ciento (15%). Se podía usar aditivos de reconocida calidad, para modificar las propiedades del concreto, con el fin de que fuera más adecuado para las condiciones particulares del pavimento por construir. Su empleo debía definirse por medio de ensayos efectuados con antelación a la obra, con las dosificaciones que garantizaran el efecto deseado, sin que se perturbaran las propiedades restantes de la mezcla, ni representaran peligro para la armadura que pueda tener el pavimento.

Pasadores y varillas de unión: se empleaban pasadores constituidos por barras lisas de hierro, las cuales se tratan en un espacio comprendido entre la mitad y tres cuartos de su longitud con una película fina de algún producto que evitara su adherencia al concreto. Las varillas de hierro que se colocaban para unión o

anclaje eran corrugadas. Las características y dimensiones de los pasadores y las varillas de unión eran las indicadas en los documentos de diseño de pavimento del proyecto.

El material sellante para la parte superior de las juntas del pavimento debía asegurar la estanqueidad de las mismas y ser resistente a la agresión de agentes externos, para lo cual debía permanecer adherido a los bordes de las losas. El material que se usara para el relleno de las juntas de dilatación, debía tener la suficiente compresibilidad para permitir la dilatación de las losas sin fluir hacia el exterior, así como capacidad para recuperar la mayor parte de su volumen al descomprimirse. No debía absorber agua del concreto fresco y era lo suficientemente impermeable para impedir la penetración del agua del exterior. Su espesor estaba definido en el documento de diseño de pavimento presentado por la UTCVM.

Los equipos requeridos eran: .Para la elaboración de los agregados pétreos se requerían equipos para su explotación, cargue, transporte y proceso. La unidad de proceso consistía en una unidad clasificadora y, de ser necesario, una planta de trituración provista de trituradoras primaria, secundaria y terciaria siempre que esta última se requiera, así como un equipo de lavado. La planta debía estar provista de los filtros necesarios para controlar la contaminación ambiental de acuerdo con la reglamentación vigente. La planta de fabricación del concreto debía efectuar una mezcla regular e íntima de los componentes, dando lugar a un concreto de aspecto y consistencia uniforme, dentro de las tolerancias establecidas.

En el caso de plantas centrales, los dispositivos para la dosificación por peso de los diferentes ingredientes eran automáticos, con precisión superior al uno por ciento (1%) para el cemento y al dos por ciento (2%) para los agregados. Los camiones mezcladores, que se empleaban tanto para el transporte como para el agitado, eran de tipo cerrado, con tambor giratorio. Debía proporcionar mezclas uniformes y descargar su contenido sin que se produjeran segregaciones; además. Las formaletas para la construcción tenían alturas al espesor del pavimento por construir. Debían tener la suficiente rigidez para que no se deformaran durante la colocación del concreto y, el desplazamiento de equipos necesarios para la colocación del concreto, para no deformarse bajo la circulación de los mismos. En la mitad de su espesor y al final de la fundida, las formaletas tenían orificios para insertar a través de ellos las varillas de unión o anclaje. La fijación de las formaletas al suelo se hacía mediante pasadores de anclaje que impedían cualquier desplazamiento vertical, existiendo al menos uno (1) en cada extremo de las formaletas o en la unión de las mismas. En las curvas, las

formaletas se acomodaban a los polígonos más convenientes, pudiéndose emplear formaletas rectas rígidas, de la longitud que resultara más adecuada.

Para el equipo se disponía de una terminadora transversal con elementos de enrase, compactación por vibración y alisado transversal. Los vibradores superficiales debían tener una frecuencia que permitiera la correcta ejecución de los trabajos. La amplitud de la vibración debía ser suficiente para ser visible en la superficie del concreto. Para el acabado superficial, se utilizaban llanas con la mayor superficie posible, que permitiera obtener un acabado del pavimento al nivel correcto y sin superficies porosas. Si las juntas se ejecutaban sobre el concreto endurecido, se empleaban sierras cuyo disco garantizara cortes rectos y profundidades requeridas. En caso de que el pavimento se curara con un producto químico que forme membrana, se debía disponer del equipo adecuado para que la aspersión fuera homogénea en toda la superficie por curar y sin que se produjeran pérdidas por la acción del viento. Se requerían algunas herramientas menores como palas y llanas pequeñas, para hacer correcciones localizadas; cepillos para dar textura superficial, etc.

Antes de verter el concreto, se saturaba la superficie de apoyo de las losas sin que se presentaran charcos. Se prohibía circular sobre la superficie preparada, salvo las personas y equipos indispensables para la ejecución del pavimento.

Las caras interiores de las formaletas se mantenían siempre limpias, sin restos de concreto u otras sustancias adheridas a ellas. Antes de verter el concreto, dichas caras se recubrían con un producto antiadherente. Los pasadores de transferencia, debían disponerse con anterioridad al vertido de hormigón sobre cunas de varillas metálicas, suficientemente sólidas y con uniones soldadas que se fijarán a la base de un modo firme. Los pasadores se colocaban paralelos entre sí y al eje de la calzada, en la ubicación que se tenía prevista para la junta transversal, de acuerdo con los planos del proyecto (generalmente cada 3.8 metros). Se debía dejar una referencia precisa que definiera dicha posición a la hora de completar la junta. La máxima caída libre de la mezcla desde el vehículo de transporte en el momento de la descarga, era de un metro y medio (1.5 m), procurándose que ello ocurriera lo más cerca posible del lugar definitivo de colocación, para reducir al mínimo las posteriores manipulaciones. El concreto se debía colocar, vibrar y acabar antes de que transcurra dos (2) hora desde el momento de su mezclado. Sin embargo, se podía autorizar un aumento de este plazo si ocurrían condiciones favorables de humedad y temperatura, si se emplean camiones mezcladores o camiones provistos de agitadores o si se adoptan precauciones para retardar el fraguado del concreto.

Cuando se colocaban varillas de unión y la pavimentación se realizaba entre formaletas fijas, las varillas se insertaban dentro de las formaletas, de manera que una mitad de ellas penetrara dentro de la franja de concreto recién colocada. Era indispensable que la armadura se colocara paralela a la superficie del pavimento. Las varillas transversales iban debajo de las longitudinales y el recubrimiento de éstas debía encontrarse entre sesenta y noventa milímetros (60 mm-90 mm).

Salvo que se instalara un equipo de iluminación que resultara idóneo a juicio del Interventor, la colocación del concreto se suspendía con suficiente anticipación para que las operaciones de acabado se pudieran concluir con luz natural. El acabado de pavimento construido entre formaletas fijas se realizaba con una terminadora autopropulsada que podía rodar sobre las formaletas o los carriles adyacentes. La disposición y movimiento del elemento enrasador eran los adecuados para eliminar las irregularidades superficiales y obtener el perfil, sin superar las tolerancias prefijadas. En pavimentos de lugares que por su forma o ubicación no permitían el empleo de máquinas, el enrasado podía efectuarse con llanas manuales. Una vez terminada esta operación y mientras el concreto se encontraba en estado plástico, se comprobaba el acabado superficial con una regla de tres metros colocada en cualquier sector de la calzada no afectado por cambios de pendiente, verificando que las irregularidades no excedieran de cinco milímetros (5 mm). En el caso de que se presenten diferencias mayores, ellas debían eliminarse, ya sea agregando concreto fresco que se vibrará y terminará del mismo modo que el resto del pavimento, o bien eliminando los excesos con los bordes de la llana. Se prohibía el riego de agua o la extensión de mortero sobre la superficie para facilitar el acabado y corregir irregularidades del pavimento.

Después de comprobar el acabado superficial y hacer las correcciones necesarias y cuando el brillo producido por el agua había desaparecido, se le daba al pavimento una textura transversal homogénea, en forma de estriado, por la aplicación manual de un cepillo con púas de plástico, alambre u otro material aprobado, en forma sensiblemente perpendicular al eje de la calzada, de tal forma que las estrías tengan unos dos milímetros (2 mm) de profundidad.

Durante el período de protección, estaba prohibido todo tipo de tránsito sobre él, excepto el necesario para el aserrado de las juntas cuando se empleaban sierras mecánicas.

El curado del concreto se realizaba en todas las superficies libres, incluyendo los bordes de las losas, por un período no inferior a siete (7) días. Sin embargo, el Interventor podía modificar dicho plazo, de acuerdo con los resultados obtenidos

sobre muestras del concreto empleado en la construcción del pavimento. Cuando el curado se realizaba con productos químicos, ellos se debían aplicar inmediatamente había concluido las labores de colocación y acabado del concreto y el agua libre de la superficie había desaparecido completamente. Sin embargo, bajo condiciones ambientales adversas de baja humedad relativa, altas temperaturas, fuertes vientos o lluvias, el producto debía aplicarse antes de cumplirse dicho plazo.

Cuando el pavimento se construía entre formaletas fijas, el desformaletado se efectuaba luego de transcurridas dieciséis (16) horas a partir de la colocación del concreto. En cualquier caso, el Interventor podía aumentar o reducir el tiempo, en función de la resistencia alcanzada por el concreto.

En las juntas transversales, el concreto endurecido se aserraba de forma y en instante tales, que el borde de la ranura fuera limpio y antes de que se produjeran grietas de retracción en la superficie. Hasta el momento de sellado de las juntas o hasta el instante de apertura al tránsito en el caso que las juntas se dejaran sin sello, ellas se obturaban con cuerdas u otros elementos similares, con el objeto de evitar la introducción de cuerpos extraños.

Finalizado el período de curado, se limpiaba cuidadosamente el fondo y los bordes de la ranura mediante procedimientos satisfactorios para el Interventor y se aplicaba. Posteriormente, se colocaba el material de sello previsto en los documentos del proyecto, cuidando la limpieza de la operación, recogiendo los excesos del material de sello y tomando precauciones para evitar que la junta sellada quedara con menisco convexo o presentara soluciones de continuidad en los bordes.

El pavimento se daba al servicio de ser necesario por condiciones de manejo de tráfico cuando el concreto alcanzaba una resistencia a flexotracción del ochenta por ciento (80%) de la especificada a veintiocho (28) días.

Si se presentaban fisuras estas se evaluaban visualmente y de ser necesario se ordenaba sacar núcleos para comprobar su profundidad, si esta pasaba la mitad del espesor se ordenaba su demolición, de lo contrario se procedía a su sellamiento con productos adecuados Si por causa de un aserrado prematuro se presentaban descascamientos en las juntas, debían ser reparados con un mortero de resina epóxica.

Se Verificaba el estado y funcionamiento de todo el equipo empleado antes de cada fundida, se comprobaba que los materiales por utilizar cumplan todos los requisitos de calidad exigidos Se efectuaban los ensayos necesarios para el control de la mezcla. Se vigilaba la regularidad en la producción de los agregados y la mezcla de concreto durante el período de ejecución de las obras. Se tomaban cotidianamente muestras de la mezcla que se elabore, para determinar su resistencia a flexotracción. Se realizaban medidas para levantar perfiles, medir la textura superficial y comprobar la uniformidad de la superficie.

Se extraía una muestra en el momento de la colocación del concreto para someterla al ensayo de asentamiento (INV E-404), cuyo resultado debía encontrarse dentro de los límites indicados de la formula de trabajo. En caso de no cumplirse este requisito, se sometían a observación las losas construidas con dicha carga. Por cada cincuenta metros cúbicos (50 m³) se tomará una muestra compuesta por cuatro (4) especímenes con los cuales se fabricarán probetas prismáticas para ensayos de resistencia a flexotracción (INV E-414), de las cuales se fallarán dos (2) a siete (7) días y dos (2) a veintiocho (28) días, luego de ser sometidas al curado normalizado. Los valores de resistencia a siete (7) días se emplearán únicamente para controlar la regularidad de la calidad de la producción del concreto, mientras que los obtenidos a veintiocho (28) días se emplearán en la comprobación de la resistencia del concreto. El promedio de la resistencia de los dos (2) especímenes tomados simultáneamente de la misma mezcla, se considera como un ensayo. Ningún valor de ensayo podrá estar a más de dos (2) kg/cm² por debajo de la resistencia a flexotracción especificada por el diseñador, y el promedio de cualquier grupo de cuatro (4) ensayos consecutivos deberá ser igual o mayor que la resistencia a flexotracción especificada por el diseñador más dos kilogramos por centímetro cuadrado (2 kg/cm²).

Si el promedio de los cuatro (4) ensayos se encuentra entre el valor especificado por el diseñador y ese valor más dos kilogramos por centímetro cuadrado (2 kg/cm²), se podrá aceptar el pavimento.

Si el resultado de un ensayo es menor en más de dos kilogramos por centímetro cuadrado (2 kg/cm²) que la resistencia de diseño o si el promedio de un grupo de cuatro (4) ensayos consecutivos resulta inferior a la resistencia de diseño, se demolerá el tramo del pavimento objeto de la controversia, a expensas del Constructor, quien lo reemplazará a su costa, con otro de calidad satisfactoria.

La capa terminada debía presentar una superficie uniforme y ajustarse a las rasantes y pendientes establecidas. La distancia entre el eje del proyecto y el

borde de la capa construida no podía ser menor que la indicada en los planos o la determinada por el Interventor. La cota de cualquier punto del pavimento curado no debía variar en más de diez milímetros (10 mm) de la proyectada.

Se debía tener especial cuidado en los sectores donde se construirían las estaciones porque los niveles deben ser iguales en ambas calzadas para no afectar la comodidad del ingreso de las estaciones a los buses del sistema, igualmente en este sector se deben reforzar las losas contiguas a la estación.

Cuando se presentaban irregularidades en las losas como: cruces de tuberías, sumideros, pozos, estas se reforzaban para evitar fallas en las mismas. De igual manera se reforzaban las losas irregulares y aquellas que no cumplieran con una relación de esbeltez máximo 1.2; en caso de reforzar se ordenaba su demolición. No se presentaron demoliciones por incumplimiento de las resistencias.

Se debe disponer de carpas para proteger las losas de eventos climáticos como lluvias inesperadas, de lo contrario puede terminar lavándose la losa en cuyo caso se ordena la demolición y reconstrucción correcta de la misma. En ocasiones se presentan macrotexturizados deficientes, en este caso se hace inspección visual y se ordena la corrección de este con pulidora para lograr resultados satisfactorios.

Finalmente se elaboraron 160 ensayos de flexo-tracción para una frecuencia de un ensayo cada 45 metros cúbicos y obteniendo una resistencia promedio de 5.02 megapáscales, superior a la resistencia requerida en el diseño de 4.5 megapáscales

5.3 BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO

Comprende la descripción de las actividades realizadas para la verificación de las formulas de trabajo y el control de calidad para la construcción de la base estabilizada.

5.3.1 Comprobación de los diseños. La comprobación de las fórmulas o dosificaciones de trabajo propuestas en el diseño de base estabilizada con cemento Portland, se refiere a la verificación de propiedades de los materiales utilizados y propiedades de las mezclas. En particular se analizan las siguientes propiedades de los materiales: granulometría, límites de Atterberg y contenido de

materia orgánica, y las siguientes propiedades de las mezclas: resistencias de probetas a compresión inconfiada a 7 días y humedecimiento-secado.

La comprobación de la fórmula se hace tomando material a utilizar producto del fresado de la estructura de pavimento existente (flexible) directamente de los sitios de acopio designados en el proyecto; el material resultante es una mezcla entre el fresado del concreto asfáltico y el material granular existente en la estructura a reemplazar, la adición del granular proporciona los finos necesarios para la compactación de la misma. Se eliminan de ellas las partículas superiores a 3 pulgadas y se adiciona el cemento en la proporción señalada por el diseño y el agua para alcanzar la humedad óptima de compactación.

Se elaboran las 6 probetas siguiendo la metodología con los moldes, número de golpes y tamaños máximos de material registrados en la norma INV-E-141. Dos de estas se utilizan para realizar el ensayo de humedecimiento-secado siguiendo la metodología descrita en la norma INV-E-807, después de sacar las probetas del molde de proctor estándar se pesan y miden su altura y diámetro, se identifican para la trazabilidad de los resultados obtenidos posteriormente en el desarrollo del ensayo. Se almacenan durante 7 días en un cuarto que garantice condiciones de humedad óptimas para su curado, para esto se adecua un cajón metálico en el cual se coloca viruta de madera ó arena saturadas para que mantengan húmedas y a temperatura constante los cilindros, se controla la humedad adicionando agua cuando se requiera.

Transcurridos los siete días se sacan y sumergen durante cinco horas en agua dos probetas para el ensayo de compresión y dos para el ensayo de humedecimiento y secado, se miden las alturas y diámetros de las probetas con calibrador pie de rey. Para el ensayo de compresión se sacan los cilindros y se prueban en la máquina para ensayo de compresión y se registra el valor obtenido en la prensa digital con sus respectivas unidades. Para el ensayo de humedecimiento secado se identifican claramente los cilindros uno y dos para asegurar la trazabilidad del ensayo, se llevan horno de secado las dos probetas durante 42 horas, se pesa y mide el cilindro uno, el cilindro dos se somete a un escarificado con un cepillo de cerdas metálicas (18-20 pasadas verticales y cuatro sobre cada extremo), nuevamente se mide el espécimen dos, así se cumple un ciclo; esta actividad debe hacerse hasta alcanzar doce ciclos.

Se elaboran los cálculos con los datos obtenidos para el caso de la compresión se divide el valor de la carga en el área de aplicación de la misma, cuidando que las unidades de carga y longitud sean coherentes con las unidades requeridas; la

muestra es aceptada si se obtiene un valor mínimo de 21 Kg/cm², en tanto que para humedecimiento-secado se calcula con los pesos iniciales y final a través de cada ciclo; el material se acepta si al final tiene una pérdida de peso de la mezcla compactada, al ser sometida al ensayo de durabilidad (humedecimiento-secado), no superior al 14% porque el material a utilizar se clasifica como A-1 según metodología AASHTO.

5.3.4 Supervisión de la Construcción. La supervisión de estos trabajos se realizaba de acuerdo a las especificaciones de construcción y con los espesores definidos en el documento del diseño de pavimento, se disponía de equipos para control, medición y ensayo como: equipo de topografía, equipo de laboratorio para el control de calidad de materiales y personal calificado como laboratorista y comisión topográfica.

Este trabajo consistía en la construcción de una capa de base, constituida por material adicionado totalmente o resultante de la escarificación de la capa de concreto asfáltico con material granular existente en la estructura a reemplazar, o una mezcla de ambos, estabilizándolos con cemento Portland, de acuerdo con las dimensiones, alineamientos y secciones indicados en los documentos del proyecto.

El material por estabilizar no debía contener más de cincuenta por ciento (50%), en peso, de partículas retenidas en el tamiz de 4.75 mm (No.4); ni más de cincuenta por ciento (50%), en peso, de partículas que pasaran el tamiz de 75 m (No.200). Además, el tamaño máximo no podría ser mayor de setenta y cinco milímetros (75 mm), ni superior a la mitad (1/2) del espesor de la capa compactada. La fracción inferior al tamiz de 425 m (No.40), no debía presentar plasticidad, determinada según normas de ensayo INV E-126 y E-126.

El cemento para estabilización era del tipo Portland tipo tres, el cual debía cumplir lo especificado en las normas ICONTEC 121 y 321. El agua debía ser limpia proveniente de la red de acueducto, si se toma de quebradas, se debía contar con el permiso necesario por parte de la entidad ambiental competente.

Básicamente, el equipo estaba constituido por elementos para la compactación, moto-niveladora, carro-tanques para aplicar agua y el material de curado de la capa compactada, elementos de transporte (volquetas), cargador; así como herramientas menores. Antes de construir la base estabilizada se comprobaba que la superficie que iba a servir de apoyo tuviera la densidad y lisura apropiadas, así

como las cotas indicadas en los planos o definidas por el Interventor. El material se transportaba desde el centro de acopio y se colocaba en la zona de los trabajos, se extendía con la ayuda de la moto-niveladora, de forma manual se extraían las partículas superiores a tres pulgadas, en ocasiones era necesario la adición de material tipo base granular que tuviera suficientes finos.

El cemento se aplicaba en bolsas esparciéndolo sobre el agregado pulverizado previamente extendido de manera que se esparciera la cantidad requerida según el diseño más la cantidad prevista por desperdicios, a todo lo ancho de la capa por estabilizar. Durante la aplicación del cemento, la humedad del suelo no podía ser superior a la definida durante el proceso de diseño como adecuada para lograr una mezcla íntima y uniforme del suelo con el cemento. Sobre el cemento esparcido sólo se permitía el tránsito del equipo que lo mezclaba con el suelo. El cemento sólo podía extenderse en la superficie que pudiera quedar terminada en la jornada de trabajo.

Inmediatamente después de ser esparcido el cemento, se efectuaba la mezcla, empleando la moto niveladora, en toda el área establecida, se calculaba el volumen compacto a utilizar de la base y tomando el valor de la densidad de las briquetas del diseño se calculaba el peso de este volumen de base, luego se multiplicaba este peso por el porcentaje definido de cemento el resultado es el valor del peso de cemento requerido, este valor se dividía en 50 para obtener el número de sacos y se aproximaba al entero superior. El número de pasadas dependía del equipo utilizado y era el necesario para garantizar la obtención de una mezcla homogénea (aproximadamente se gastaban dos horas para mezclar sesenta metros cúbicos compactos de base estabilizada'. En caso de que se requiriera, se añadía el agua faltante y se continuaba mezclando hasta que la masa resultante presente completa homogeneidad. La humedad de la mezcla debía ser la óptima del ensayo proctor normal (norma de ensayo INV E-806), con una tolerancia de más o menos uno por ciento (1%). Para controlar la humedad después de homogenizado el material se toma la humedad con el húmedometro, o en su defecto se podía disponer de una estufa en campo para hacer este cálculo, y adicionar el agua restante.

El proceso de compactación debía ser tal, que evitara la formación de una costra o capa superior delgada, débilmente adherida al resto de la base estabilizada. En caso de que ella se presentara, se eliminaba hasta obtener una superficie uniforme y compacta. La deficiencia de espesor es asumida por la capa de asfalto enriquecido. Una vez terminada la compactación, la superficie debía mantenerse húmeda hasta que se aplicara el riego de curado por medio de agua al menos por siete días. Al término de la jornada de trabajo se formaba una junta transversal

perpendicular al eje de la calzada, haciendo un corte vertical en el material compactado con disco cortador preferiblemente o en su defecto con un martillo. Si la base estabilizada no se construía en todo el ancho de la calzada sino por franjas, debía hacerse el corte longitudinal de forma vertical.

Las estabilizaciones con cemento sólo se podían llevar a cabo cuando no hubiera lluvia o temores fundados de que ella se produjera. En algunas ocasiones se presentaron lluvias imprevistas, cuando esto ocurría se cubría el material y si la lluvia no lavaba los finos se compactaba y se dejaba en observación para la elaboración posterior con el ensayo de placa. Pero en otras ocasiones se lavaban los finos y no permitían la compactación, en este caso se rechazaba el material.

Durante la ejecución de los trabajos se inspeccionaba visualmente el material, solicitando el retiro de sobre-tamaños y se toman aleatoriamente muestras para granulometría cuando existe la sospecha de falta de finos. Previamente se colocan estacas para señalar los niveles de terminado, teniendo en cuenta que el factor de compactación estaba alrededor del 25%, es decir para una capa compacta de 20 centímetros se colocaba una capa suelta de 25 centímetros. La compactación se permitía con cilindros tándem o combinado, con la desventaja que el combinado produce un acabado no óptimo visualmente por el paso de las llantas neumáticas, sin embargo se acepta porque no es una capa de acabado final. En cuanto tiene que ver con la calidad del cemento se revisaba por inspección visual y manual que no se presentaran cristalizaciones de este, y se revisaban las bolsas de cemento que estuvieran debidamente marcadas con el tipo de cemento a utilizar y en las cantidades utilizadas anteriormente por bulto (cemento Portland tipo III, bolsa de 50 Kilogramos)

Se efectuaba las siguientes verificaciones periódicas: Determinación de la granulometría (INV E-123) del material listo para estabilizar, una vez por jornada. Determinación de la plasticidad de la fracción fina (INV E-125 y E-126), mínimo una (1) vez por jornada.

Se tomaba una muestras diaria de la mezcla elaborada en la obra se moldeaban probetas (cuatro por muestra) con la energía del ensayo modificado de compactación (INV E-142) para verificar en el laboratorio su resistencia a compresión simple luego de siete (7) días de curado, de conformidad con un procedimiento similar al que se realiza durante el diseño de la mezcla.

El control de el porcentaje de compactación en la capa se realizaba calculando el

“peso unitario del suelo en el terreno” de la capa colocada mediante el método del cono de arena, según norma de ensayo INV-E-161-228. El equipo básicamente consiste en un cono metálico con válvula y un recipiente para almacenar arena con (D60/D10) <2 y sin partículas superiores al tamiz número 10. Se debe calcular continuamente el peso unitario aparente de la arena, igualmente la arena debe estar totalmente limpia, además se debe contar con equipo para calcular la humedad. Como las muestras tomadas para el control de resistencia se toman siguiendo la norma de proctor modificado que básicamente consiste en el apisonado de la muestra con equipos y moldes descritos en la norma; un martillo manejado manualmente de 10 libras aproximadamente con una caída de 18 pulgadas. Estas probetas al pesarlas y conociendo su volumen se puede obtener el peso unitario de la base estabilizada.

Para el cálculo del peso unitario del suelo se hace un hueco con el diámetro de la placa base (6”) del equipo y se profundiza 10 centímetros aproximadamente, se retira el material de lo mencionado orificio, se calcula su humedad; se llena el hueco con el contenido de arena del mecanismo antes mencionado. A la arena que sale del recipiente se le resta la constante del cono que es el peso de arena que cabe dentro del recipiente metálico (cono). El volumen del hueco se halla por una comparación entre el peso de la arena y su peso aparente; se calcula el peso unitario de la base estabilizada dividiendo el peso del material extraído entre el volumen calculado en el paso anterior luego se afecta con su humedad y se calcula el peso seco, paso seguido se hace la corrección por gruesos según los gráficos de la norma INV-E-228 para usarlo como densidad máxima. Finalmente el porcentaje de compactación es el cociente del peso unitario en terreno con el peso máximo del laboratorio.

Se pide como valor mínimo el 98%, valores que se alcanzan generalmente utilizando equipos apropiados y compactando antes de dos horas de mezclado el material; sin embargo si se obtenían valores cercanos entre 95% y 98% se dejaban las zonas en observación para corroborar su capacidad de resistencia con el ensayo de placa. Es de mencionar que la base estabilizada colocada se comporta como pavimento rígido en consecuencia los asentamientos ocasionados por redesinficación son bajos y proporcionan una excelente base para la losa de pavicrete.

Si bien es cierto se pueden presentar algunas fisuras por retracción estas se pueden sellar con la emulsión colocada sobre la base estabilizada, previo barrido de la mencionada capa. La capa siguiente solo se colocaba después de 7 días cuando ya se demostraba que las probetas cumplían con la resistencia, sin embargo en ocasiones por avance de obra se aceptaba liberar la base siempre y

cuando cumpliera con el módulo de reacción de la estructura calculado mediante el ensayo de placa.

Las determinaciones de densidad de la capa compactada se efectuaron en una proporción de una (1) por cada doscientos cincuenta metros cuadrados (250 m²), esta cantidad se refiere a los resultados conformes sin embargo, se realizaron más cantidades que no se registran en el cuadro adjunto porque demostraban el producto no conforme. En total se realizaron 110 densidades de base estabilizada aproximadamente. Los sitios para las mediciones se escogen al azar, pero principalmente se ejecutaban en lugares donde por condiciones de colocación se sospechaba su no cumplimiento con la especificación.

La superficie acabada no podrá presentar, en ningún punto, irregularidades mayores de quince milímetros (15 mm), cuando se compruebe con una regla de tres metros (3m) colocada tanto paralela como perpendicularmente al eje de la vía, en los sitios que escoja el Interventor, los cuales no podrán estar afectados por cambios de pendiente.

Como se consigno en el diseño de pavimentos la capa de mezcla asfáltica no se considera con aporte estructural en consecuencia para evaluar el modulo de reacción de la estructura se hace a nivel de la base estabilizada. Este valor se calcula mediante el ensayo de placa con carga estática no repetida, según norma de ensayo INV-E-168; Para la ejecución del ensayo se requiere un carro que produzca suficiente carga, se usa en el proyecto una volqueta dobletroque cargada, también se requieren cuatro placas circulares de diámetros 12 – 18 – 24 – 30 pulgadas; tres deformímetros con precisión de 0.001” y con capacidad de 1”; un gato que tenga un manómetro lector de carga. Básicamente el ensayo busca saber la deflexión de la base estabilizada al cargarse con la reacción que produce el gato al hacer levantar la volqueta hasta con 8000 Kg-f.

Se define el lugar del ensayo; para nivelar se coloca una capa de arena sobre la base estabilizada; sobre esta capa se coloca el conjunto de las cuatro placas; sobre estas se pone el gato que empalma con el troque de la volqueta, se inicia con la precarga que será de 642 Kg-f para hacer que el sistema de placas se asiente completamente, se coloca un trípode independiente a las placas para sobre esta referencia medir la deformación que será tomada con los deformímetros asentados sobre la placa de mayor diámetro separados entre sí 120° aproximadamente. Se inicia con la toma de valores cargando con valores de 650 – 1250 – 2500 – 3100 – 4700 – 6200 – 7800 Kg-f; por cada carga se toman las deflexiones leídas en los deformímetros durante tres minutos para que se

estabilice la lectura.

Para los cálculos se calcula $k'u$ (módulo de reacción del conjunto sin corregir) como el cociente entre diez y la deflexión producida al aplicar un esfuerzo de 10 lb/pulg². La curva presentara irregularidades que se corrigen tomando una paralela a la sección recta de la misma que pase por el origen, nuevamente se calcula k con base en la corrección por ceros, finalmente se corrige con el gráfico para deflexión de placa, obteniendo finalmente el valor corregido k , que debe ser por lo menos igual al propuesto en el diseño de pavimentos.

En el caso de no cumplir con el valor esperado del módulo de reacción se debe rediseñar cambiando la resistencia del pavicrete, porque no se puede cambiar el espesor de losa pues causaría un desajuste en el diseño geométrico, de lo contrario se puede revisar el diseño con el nivel de confiabilidad, haciendo que este baje. En el caso del tramo en mención no se presentó esta situación, también queda la posibilidad de hacer nuevamente el ensayo de placa sobre la carpeta asfáltica, se realizó la prueba y se pudo observar que el valor aumenta con una capa de 5cm alrededor de un diez por ciento.

Durante el desarrollo del proyecto se ejecutaron alrededor de noventa ensayos es decir uno cada 300 metros cuadrados, algunos fueron no conformes pero tenían que ver con la edad de prueba, se observó que al ser la base estabilizada con cemento la capacidad de soporte aumento con el tiempo.

5.4 SUBRASANTE Y BASE GRANULAR

La comprobación de las calidades de la subrasante se hace mediante la ejecución de ensayos de C.B.R. preferiblemente de campo según norma INV-E-169, o con el ensayo de placa; el dispositivo consta de una volqueta, un anillo de carga, y un gato para poder alzar la volqueta. Cuando no se cumple con el valor de diseño se reemplaza el material, llegando a colocar bolo como en el sector norte del viaducto García Cadena para mejorar la capacidad de soporte. Se realizan las densidades de campo por el método de cono de arena o con densímetro nuclear. No se permite compactaciones inferiores a 95% del valor de proctor modificado porque causa problemas en las capas superiores. Antes de dar por recibida la subrasante generalmente se hace una prueba de carga haciendo circular sobre ella una volqueta dobletrque cargada, si se presentan deflexiones apreciables al ojo humano se procede a reemplazar el material de subrasante con bolo de río en los carriles exclusivos,

Se realizaron 160 densidades conformes sobre la subrasante con un valor promedio del 97% de compactación, lo que da una frecuencia de un ensayo óptimo por cada 170m² de subrasante trabajada. Como en otras estructuras solo se cuentan las densidades optimas, otras que no son conformes sirven para hacer compactar nuevamente el material hasta alcanzar el valor deseado.

En cuanto a la base granular se instala si y solo si se encuentra la subrasante aceptada con los parámetros mencionados anteriormente. Se coloca el material aprobado en los sitios de subrasante liberada, dejando estacas cada 10 metros que controlan el espesor de la capa compactada, por el factor de compactación se coloca el 25% más suelto del espesor de la capa compactada. Se recibe mediante ensayos de compactación por método de cono de arena o densímetro nuclear siempre y cuando cumpla con las características aprobadas por la interventoría. Si después de realizar los ensayos respectivos no se cumple con los requisitos el material es rechazado; en caso de ser % de compactación se recompacta o de ser necesario se procede escarificar el material cuando carece por ejemplo de finos. Como se ha mencionado anteriormente el material debe quedar con la compactación óptima para garantizar el óptimo funcionamiento de la estructura.

En ocasiones se pretende dar como compacta una base que solo al hacer fuerza con el pie se levanta, este material se rechaza inmediatamente, estos problemas suelen suceder porque no se compacta con la energía necesaria del compactador o la granulometría carece de finos que permitan llenar los vacíos. No se permite la adición de finos con carácter plástico. En otras ocasiones se lavaban los materiales porque no están correctamente compactos o se deje demasiado tiempo sin aplicar el concreto hidráulico ó asfáltico.

Por condiciones de avance en el proyecto se permitió en lugares puntuales y áreas muy pequeñas (cruces de vías), sustituir la base estabilizada por base granular cambiando el espesor de 20cm a 40cm, además debe cumplir con el ensayo de placa antes de colocar el pavicreto

La comprobación de las propiedades de la base granular, se refiere a la verificación de propiedades de los materiales que la componen gruesos y finos. En particular se analizan las siguientes propiedades de los materiales: granulometría de los agregados combinados según la dosificación de la planta, límites de Atterberg y contenido de materia orgánica del agregado fino, índices de alargamiento y aplanamiento del agregado grueso, caras fracturadas del agregado grueso, sanidad de los agregados, equivalente de arena del agregado fino,

desgaste de los agregados, densidad máxima del laboratorio, C.B.R.. Los ensayos se realizan siguiendo las normas y frecuencias de acuerdo con el plan de inspección y ensayo adjunto en el documento.

5.5 ACTAS PARCIALES DE OBRA

Las actividades comprendían la revisión de las cantidades de obra para actas parciales de cobro de obra (a nivel de preacta), con base en la información aportada por la comisión de topografía, simultáneamente se realizaban chequeos al azar de las mediciones entregadas por la comisión.

5.6 PLAN DE INSPECCIÓN Y ENSAYO

Dentro de las actividades de control, al inicio del proyecto se planeo la mencionada labor con base en las especificaciones de construcción del proyecto, resultando como producto el documento que resume las actividades, las tolerancias, las normas de ensayo, la especificación a seguir denominado “PLAN DE INSPECCIÓN Y ENSAYO” el cual se adjunta en los anexos. Es tarea relevante la aplicación del mencionado documento durante la ejecución del proyecto.

5.7 CUMPLIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES DEFINIDAS EN EL PLAN DE CALIDAD DE LA INTERVENTORIA

- Verificar el replanteo topográfico para localización del proyecto, entregar los puntos topográficos de control al Contratista y supervisar la permanencia de las referencias topográficas. Esta se refiere a los trabajos que deben efectuarse para definir la ubicación y medidas exactas de las estructuras y vías, de acuerdo con los planos del proyecto ó con los requerimientos de la interventoría, con el apoyo de un personal idóneo (comisión topográfica). Para la localización el contratista deberá ceñirse estrictamente a los planos de localización general del proyecto relacionados con los planos topográficos, para lo cual, empleara sistemas de precisión que le permitan fijar adecuadamente los puntos auxiliares. La localización se hará basándose en puntos de control vertical y horizontal que servirán de base para el levantamiento del área a intervenir mediante equipos como: estación, tránsito, nivel de precisión, reglas, plomadas y herramienta menor
- Llevar y mantener actualizado el archivo de los documentos generados por el Área Técnica (Registro diario, cálculos, soportes, esquemas, y verificaciones

de actas), documentos que estarán debidamente archivados en la oficina de la interventoría.

- Analizar y revisar con el Contratista los planos y especificaciones Concordancia entre los diferentes tipos de información memorias de diseño-arquitectónicos-geométricos-estructurales. Para la óptima realización de esta labor se dispondrá de un sello para marcar planos con el tipo de versión, y otro como anulado para marcar planos obsoletos que pueden causar construcciones no conformes en el proyecto.
- Revisar y firmar los informes diarios de actividades (los cuales deben llevar relaciones diarias del personal y equipo del Contratista).
- Revisar los ensayos de laboratorio y/o pruebas de control de calidad del contratista. Estos ensayos deben ajustarse a las normas que rigen las especificaciones y mediante el uso de hojas de cálculo se realizara la revisión de los resultados presentados.
- Efectuar comprobación con otros laboratorios de los materiales empleados por el contratista.
- Controlar el avance del contrato, según los Programas de Trabajo, e Inversiones.
- Informarse del estado financiero del contrato.
- Controlar el programa de utilización de equipo.
- Hacer seguimiento al Plan de Manejo Tráfico (con el apoyo del Especialista correspondiente).
- Informar de actividades que se estén efectuando por fuera de especificaciones y de daños que aparezcan en las obras recibidas parcialmente, señalando sus causas y presentando soluciones que se puedan adoptar. Para lo cual se presentará un listado de no conformidades para su solución en la etapa de corrección de defectos.
- Elaborar los informes que le correspondan.
- Participar en la preparación de las Auditorías del Sistema de Gestión de Calidad.

5.8 REVISIÓN DE PLANOS RECORD

Tomando como base la información entregada por la comisión de topografía y las modificaciones realizadas en la construcción del proyecto se revisan los planos record de construcción, los cuales debían cumplir con las normas propias de cada entidad y estar amarradas a coordenadas del IGAC.

5.9 REVISIÓN DE CANTIDADES PARA OBRAS NO PREVISTAS

En ocasiones por necesidades de construcción se requería modificar las condiciones de intervención en el tramo buscando la correcta ejecución de los trabajos y aportar en su totalidad las condiciones para el cumplimiento del periodo de diseño de los carriles a intervenir. Con ayuda de equipos de computo y software apropiados como Excel, Autocad; e información de campo obtenida por la comisión de topografía se definían las cantidades y valores necesarios para la ejecución de los trabajos adicionales.

CONCLUSIONES

- El control de calidad propuesto por la interventoría en los pavimentos de Metrolinea incluye interacción en el análisis del diseño, la evaluación de los materiales y la verificación del proceso de instalación. Estas tres formas de supervisión garantizan la integridad del proceso constructivo y por lo tanto, la constructibilidad, la estabilidad y la durabilidad de la obra.
- El control de calidad es requisito indispensable para la corroboración de los trabajos y además es una condición de aceptación de los trabajos que finalmente influye en el pago de las labores y en estabilidad de la obra ejecutada.
- El contenido de humedad óptimo obtenido en el laboratorio mediante ensayos de proctor modificado es tan solo una guía para el constructor, pues no resulta lógico que la humedad del suelo en su densidad seca máxima en el campo tenga que ser igual a aquella del laboratorio, porque sus condiciones de densificación son claramente diferentes. En el laboratorio son golpes a piso rígido y confinamiento lateral sin pérdida de agua, en campo vibración o presión dinámica-neumática, piso que se puede considerar elástico donde se dispersa la energía de compactación, con expulsión de agua por todos lados, y en el caso de la base estabilizada con cemento, esta adición requiere una hidratación constante y suficiente para que se produzca su reacción y así obtener la uniformidad de la mezcla requerida.
- La base estabilizada con cemento utilizando material de reciclaje producto del fresado de pavimento asfáltico existente requiere de una especificación particular, porque se deben tener aspectos importantes como los siguientes: la especificación del INVIAS solo define granulometría con tamaño máximo 3 pulgadas, con el material utilizado en ocasiones se requiere adicionar pasa 100 y pasa 200 porque el fresado es pobre en estos tamaños y no siempre son suficientes los aportados por el cemento hidráulico para lograr un producto final satisfactorio, además cuando no se tiene una granulometría constante los procesos de compactación no pueden estandarizarse y por ende los resultados finales de los mismos no tienden a ser satisfactorios a lo largo del proceso.
- El control de la resistencia de las briquetas para base estabilizada debería tomarse en moldes para cilindros de concreto porque en ella se podrían aprovechar todos los gruesos que influyen en este resultado; se puede hacer la

equivalencia respectiva al cambiar de volumen y según el número de capas a utilizar, aunque esta toma sea más dispendiosa que la requerida por la norma INVIAS que solo pide el molde de proctor estándar.

- En los ensayos de resistencia para base estabilizada se decidió utilizar el molde de proctor modificado pues los equipos utilizados para la compactación logran las condiciones simuladas en este ensayo, además se debe corregir el valor del ensayo según el factor de forma, porque los ensayos de compresión simple buscan mantener una relación de ancho-alto aproximadamente 1:2, si esta corrección no se hace sobre las probetas con molde modificado se obtendrán valores mayores de resistencia alrededor del 11%.
- Para el tipo de estructura diseñado se debe reformular la norma de ensayo INV-E-168, porque al momento de hacer la corrección por placa los valores de las hipótesis de K(modulo de reacción) conjunto obtenidos antes de la corrección en algunos casos son superiores a 1000 lb/pulg³ y la grafica de corrección solo llega hasta este valor por tanto al extrapolar se corre el riesgo de errores.
- Para el tipo de estructura diseñado se debe reformular la norma de ensayo INV-E-168, porque al momento de hacer la corrección por placa se castiga muy fuerte el resultado al ser esta curva en forma parabólica y requerirse valores altos para la estructura de conjunto, la corrección en estos valores es de aproximadamente el 30%. Se puede afirmar con seguridad esta modificación porque al final de la construcción se realizaron ensayos sobre la rasante con el equipo del deflectómetro de impacto que demuestran que las hipótesis de diseño de la estructura en cuanto a resistencia se alcanzaron.
- Se deben mantener calibrados los equipos de medición, y hacer verificaciones constantes por la importancia de los resultados obtenidos, se pueden cometer errores de juicio sobre capas terminadas y ocasionar reprocesos y retrasos que irán en contra del proyecto, su ejecución en plazo y finalmente ocasionan sobre costos al mismo.
- Es recomendable hacer verificaciones conjuntas con los equipos de topografía porque cada comisión (contratista – interventoría) tiene sus propios equipos que a pesar de estar calibrados no necesariamente tienen la misma precisión.

- Se observó que después de los 28 días no todas las juntas inducidas sobre el pavimento rígido se produjeron, sino aproximadamente cada cinco losas,
- El empalme entre pavimento flexible y rígido a pesar de usarse imprimanles es defectuoso porque permite el paso de agua, aún en la etapa de corrección de defectos se reparó sin alcanzar el objetivo óptimo esperado. Con base en lo anterior se recomienda hacer mantenimiento constante de la mencionada junta
- La condición de comodidad para los carriles (índice de rugosidad internacional) no es óptima en el sector donde está construido el New Jersey por sus dificultades en construcción, pues no se podía utilizar regla vibratoria y al usar la regla normal solo se podía apoyar sobre la formaleta imposibilitado el apoyo contra el New Jersey, no obstante lo anterior y bajo un criterio técnico detallado se determinó su aceptación de acuerdo a la pendiente y longitud del tramo en mención.
- En el sector de la quebrada el macho no se colocó pavimento rígido porque con ensayos de penetración estándar y pesos específicos se demostró que el relleno no está totalmente consolidado, tomando como mejor alternativa el pavimento flexible porque este permite mayor asentamiento, con la salvedad que seguramente con el tiempo se debe re nivelar la mencionada capa por las circunstancias antes mencionadas. Este cambio de pavimento requirió un cambio de estructura pasando a base granular y un mayor espesor de concreto (asfáltico), además de colocarse una maya en el sitio de empalme de las dos estructuras para que absorba los asentamientos diferenciales.

ANEXOS

Anexo A. Ensayos de Laboratorio

CONTROL DE ENSAYOS PARA CARRIL EN LOSAS DE PAVICRETO CALZADA OCCIDENTAL
METROLINEA TRAMOS II Y III

NUCLEO

DENSIMETRO

SUBRASA

BEC

MDC ENRIQUECIDA

ENSAYO PLACA (Mpa/m)

ABSCISAS (m)		ALTURAS DE PAVICRETO (0,25 ó 0,29 m)						ALTURA PROM(m)	MODULO ROTU(4,5 Mpa) NTC-2871	DENSIDAD (95%PM) INV-E-161, 164	DENSIDAD (98%PM) INV-E-164	RESISTENCIA (21 Kg/cm2) INV-E-152	DENSIDAD (98%) INV-E-758	ESTABILIDAD (1430 lb) INV-E-748	% ASFAL(3/4"- 5,5 ; 1/2"-5,6%) INV-E-732	INV-E-168	
DE	A	h1	h2	h3	h7	h8	h9		CONTRATISTA	CONTRATISTA	CONTRATISTA	CONTRATISTA	CONTRATISTA	CONTRATISTA	CONTRATISTA	DISEÑO	CONTRATISTA
1170	1174	0,248	0,254	0,25	0,254	0,251	0,252	0,252									
									96%								
1174	1177	0,254	0,251	0,252	0,258	0,254	0,256	0,254									
1177	1181	0,258	0,254	0,256	0,255	0,248	0,26	0,255	4,66			33,92					
1181	1185	0,255	0,248	0,26	0,26	0,25	0,265	0,256									
1185	1189	0,26	0,25	0,265	0,255	0,255	0,265	0,258					2390	1/2"; 5,7%			

1189	1193	0,255	0,255	0,265	0,273	0,25	0,255	0,259		99%	100%								
1193	1197	0,273	0,25	0,255	0,263	0,253	0,25	0,257											
1197	1201	0,263	0,253	0,25	0,253	0,265	0,26	0,257											
1201	1205	0,253	0,265	0,26	0,25	0,271	0,27	0,262											
1205	1209	0,25	0,271	0,27	0,25	0,25	0,268	0,260											
1209	1213	0,25	0,25	0,268	0,26	0,26	0,268	0,259											
1213	1217	0,26	0,26	0,268	0,266	0,268	0,273	0,266											
1217	1221	0,266	0,268	0,273	0,256	0,263	0,27	0,266											
1221	1225	0,256	0,263	0,27	0,27	0,27	0,265	0,266											
1224	1228	0,27	0,27	0,265	0,265	0,264	0,263	0,266											
1228	1232	0,265	0,264	0,263	0,26	0,265	0,255	0,262											
1232	1236	0,26	0,265	0,255	0,26	0,269	0,265	0,262											
1236	1240	0,26	0,269	0,265	0,25	0,255	0,26	0,260											
1240	1244	0,25	0,255	0,26	0,27	0,278	0,28	0,266											
1243	1247	0,27	0,278	0,28	0,285	0,282	0,273	0,278											
1247	1251	0,285	0,282	0,273	0,293	0,293	0,295	0,287											
1251	1255	0,293	0,293	0,295	0,297	0,31	0,298	0,298											
1255	1259	0,297	0,31	0,298	0,297	0,308	0,295	0,301											
1259	1263	0,297	0,308	0,295	0,3	0,31	0,308	0,303											
1262	1266	0,3	0,31	0,308	0,3	0,31	0,3	0,305											
1266	1270	0,3	0,31	0,3	0,3	0,3	0,3	0,302											
1270	1274	0,3	0,3	0,3	0,299	0,31	0,295	0,301											
1274	1278	0,299	0,31	0,295	0,3	0,31	0,295	0,302		102%									
1278	1282	0,3	0,31	0,295	0,29	0,29	0,29	0,296											
1281	1285	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,290											
1285	1289	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,290											
1289	1293	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,290		102%	101%	27,14	2397	1/2";5,55%					
									4,81			27,13	2427	1/2"; 5,5%			330		
									5,1										
									4,7			25,8	2395	1/2"; 5,5%			357,7		
									4,81										

1293	1297	0,29	0,29	0,29	0,295	0,29	0,29	0,291												
1297	1301	0,295	0,29	0,29	0,295	0,29	0,3	0,293												
1300	1304	0,295	0,29	0,3	0,325	0,3	0,295	0,301												
1304	1308	0,325	0,3	0,295	0,31	0,3	0,295	0,304		101%										
1308	1312	0,31	0,3	0,295	0,3	0,3	0,295	0,300												
1312	1316	0,3	0,3	0,295	0,295	0,3	0,29	0,297												
1316	1320	0,295	0,3	0,29	0,295	0,295	0,29	0,294												
1318	1322	0,295	0,295	0,29	0,256	0,275	0,263	0,279												
1322	1326	0,256	0,275	0,263	0,271	0,263	0,254	0,264												
1326	1329	0,271	0,263	0,254	0,278	0,266	0,256	0,265												
1329	1333	0,278	0,266	0,256	0,261	0,256	0,251	0,261												
1333	1337	0,261	0,256	0,251	0,25	0,25	0,25	0,253												
1337	1341	0,25	0,25	0,25	0,25	0,247	0,25	0,250												
1341	1345	0,25	0,247	0,25	0,26	0,26	0,26	0,255												
1345	1348	0,26	0,26	0,26	0,29	0,29	0,294	0,276												
1348	1352	0,29	0,29	0,294	0,309	0,3	0,293	0,296												
1352	1356	0,309	0,3	0,293	0,3	0,293	0,29	0,298												
1356	1360	0,3	0,293	0,29	0,29	0,285	0,298	0,293												
1360	1364	0,29	0,285	0,298	0,293	0,29	0,292	0,291												
1364	1367	0,293	0,29	0,292	0,298	0,29	0,29	0,292												
1367	1371	0,298	0,29	0,29	0,31	0,3	0,295	0,297												
1371	1375	0,31	0,3	0,295	0,295	0,296	0,3	0,299												
1375	1379	0,295	0,296	0,3	0,295	0,293	0,299	0,296												
1379	1383	0,295	0,293	0,299	0,3	0,293	0,295	0,296		101%										
1383	1386	0,3	0,293	0,295	0,294	0,29	0,295	0,295		101%										
1386	1390	0,294	0,29	0,295	0,294	0,288	0,294	0,293												
1390	1394	0,294	0,288	0,294	0,292	0,293	0,295	0,293												
1394	1398	0,292	0,293	0,295	0,3	0,308	0,3	0,298												
1398	1402	0,3	0,308	0,3	0,294	0,306	0,305	0,302		99%										
1402	1405	0,294	0,306	0,305	0,29	0,293	0,303	0,299		99%										
1405	1409	0,29	0,293	0,303	0,29	0,293	0,3	0,295												
1409	1413	0,29	0,293	0,3	0,3	0,294	0,29	0,295												
1413	1417	0,3	0,294	0,29	0,296	0,3	0,3	0,297												
1417	1421	0,296	0,3	0,3	0,292	0,293	0,295	0,296												
									5,11		29,65		321,6							
									5,36											
									4,965										365,2	

1421	1424	0,292	0,293	0,295	0,285	0,285	0,287	0,290												
1424	1428	0,285	0,285	0,287	0,295	0,304	0,31	0,294												
1428	1432	0,295	0,304	0,31	0,314	0,3	0,295	0,303												
1432	1436	0,314	0,3	0,295	0,3	0,314	0,31	0,306	4,83											
1436	1440	0,3	0,314	0,31	0,29	0,31	0,317	0,307												
1440	1443	0,29	0,31	0,317	0,296	0,305	0,3	0,303												
1443	1447	0,296	0,305	0,3	0,308	0,29	0,295	0,299												
1447	1451	0,308	0,29	0,295				0,298												
1451	1455	0	0	0				0,000												
1455	1459	0	0	0				0,000												
1459	1462	0	0	0				0,000												
1462	1466	0	0	0				0,000												
1466	1470	0	0	0				0,000												
1470	1474	0	0	0				0,000												
1474	1478	0	0	0				0,000												
1478	1481	0	0	0				0,000												
1481	1485	0	0	0				0,000												
1485	1489	0	0	0				0,000												
1489	1493	0	0	0	0,25	0,25	0,265	0,128												
1493	1497	0,25	0,25	0,265	0,259	0,25	0,25	0,254		99%										
1497	1500	0,259	0,25	0,25	0,261	0,25	0,262	0,255			102%									
1500	1504	0,261	0,25	0,262	0,256	0,255	0,258	0,257				24,02								
1504	1508	0,256	0,255	0,258	0,256	0,253	0,268	0,258					100%							
1508	1512	0,256	0,253	0,268	0,265	0,26	0,25	0,259		101%										
1512	1516	0,265	0,26	0,25	0,25	0,253	0,257	0,256			99%									
1516	1519	0,25	0,253	0,257	0,255	0,263	0,266	0,257												
1519	1523	0,255	0,263	0,266	0,256	0,263	0,258	0,260									2425			270
1523	1527	0,256	0,263	0,258	0,257	0,258	0,258	0,258												
1527	1531	0,257	0,258	0,258	0,256	0,25	0,256	0,256		97%										
1531	1535	0,256	0,25	0,256	0,258	0,258	0,262	0,257			101%									
1535	1538	0,258	0,258	0,262	0,252	0,255	0,25	0,256	5,41			35,7						98,70%	1/2"; 5,7%	348,5
1538	1542	0,252	0,255	0,25	0,251	0,26	0,25	0,253												
1542	1546	0,251	0,26	0,25	0,258	0,262	0,262	0,257												
1546	1550	0,258	0,262	0,262	0,267	0,27	0,257	0,263												

1679	1683	0,256	0,263	0,255	0,264	0,27	0,258	0,261										
1683	1687	0,264	0,27	0,258	0,266	0,28	0,27	0,268										
1687	1690	0,266	0,28	0,27	0,263	0,272	0,265	0,269										
1690	1694	0,263	0,272	0,265	0,264	0,255	0,25	0,262										
1694	1698	0,264	0,255	0,25	0,25	0,266	0,26	0,258										
1698	1702	0,25	0,266	0,26	0,253	0,255	0,252	0,256										
1702	1706	0,253	0,255	0,252	0,252	0,251	0,25	0,252										
1706	1709	0,252	0,251	0,25	0,25	0,252	0,255	0,252										
1709	1713	0,25	0,252	0,255	0,258	0,255	0,25	0,253										
1713	1717	0,258	0,255	0,25	0,25	0,252	0,249	0,252					98,10%		2409	1/2"; 5,55%		
1717	1721	0,25	0,252	0,249	0,25	0,252	0,252	0,251					100,60%					
1721	1725	0,25	0,252	0,252	0,251	0,253	0,255	0,252										
1725	1728	0,251	0,253	0,255	0,25	0,252	0,256	0,253										
1728	1732	0,25	0,252	0,256	0,254	0,252	0,252	0,253										
1732	1736	0,254	0,252	0,252	0,252	0,251	0,255	0,253										
1736	1740	0,252	0,251	0,255	0,26	0,253	0,255	0,254					96,20%					
1740	1744	0,26	0,253	0,255	0,25	0,252	0,26	0,255					99,70%					
1744	1747	0,25	0,252	0,26	0,255	0,253	0,258	0,255										
1747	1751	0,255	0,253	0,258	0,256	0,251	0,25	0,254										
1751	1755	0,256	0,251	0,25	0,255	0,253	0,26	0,254										
1755	1759	0,255	0,253	0,26	0,256	0,253	0,25	0,255					99,50%					
1759	1763	0,256	0,253	0,25	0,253	0,254	0,25	0,253			100%							
1763	1766	0,253	0,254	0,25	0,25	0,25	0,25	0,251					98,80%					
1766	1770	0,25	0,25	0,25	0,257	0,25	0,253	0,252					102,40%					
1770	1774	0,257	0,25	0,253	0,25	0,25	0,254	0,252										
1774	1778	0,25	0,25	0,254	0,257	0,251	0,253	0,253										
1778	1782	0,257	0,251	0,253	0,255	0,26	0,254	0,255					98,00%		2462	1/2"; 5,65%		
1782	1785	0,255	0,26	0,254	0,257	0,254	0,253	0,256										
1785	1789	0,257	0,254	0,253	0,262	0,25	0,255	0,255										
1789	1793	0,262	0,25	0,255	0,25	0,25	0,255	0,254										
1793	1797	0,25	0,25	0,255	0,26	0,256	0,25	0,254					100,80%					
1797	1801	0,26	0,256	0,25	0,273	0,25	0,25	0,257							2403	1/2"; 5,7%		320,1
1801	1804	0,273	0,25	0,25	0,268	0,254	0,25	0,258										
1804	1808	0,268	0,254	0,25	0,255	0,249	0,25	0,254										

1808	1812	0,255	0,249	0,25	0,25	0,253	0,253	0,252									
1812	1816	0,25	0,253	0,253	0,255	0,25	0,248	0,252									
1816	1820	0,255	0,25	0,248	0,29	0,268	0,253	0,261									
1820	1823	0,29	0,268	0,253	0,25	0,25	0,25	0,260									
1823	1827	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,250									
1827	1831	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,251	0,250						102,00%			
1831	1835	0,25	0,25	0,251	0,25	0,25	0,25	0,250									
1835	1839	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,250									
1839	1842	0,25	0,25	0,25	0,25	0,252	0,25	0,250		101%	99%		34,87				
1842	1846	0,25	0,252	0,25	0,25	0,26	0,25	0,252		100%							
1846	1850	0,25	0,26	0,25	0,26	0,264	0,26	0,257	4,655								
1850	1854	0,26	0,264	0,26	0,274	0,266	0,258	0,264						99,00%			
1854	1858	0,274	0,266	0,258	0,27	0,268	0,255	0,265									
1858	1861	0,27	0,268	0,255	0,262	0,27	0,265	0,265									
1861	1865	0,262	0,27	0,265	0,26	0,264	0,27	0,265									
1865	1869	0,26	0,264	0,27	0,255	0,26	0,26	0,262									
1869	1873	0,255	0,26	0,26	0,25	0,26	0,257	0,257		101%							
1873	1877	0,25	0,26	0,257	0,25	0,26	0,26	0,256									
1877	1880	0,25	0,26	0,26	0,255	0,263	0,26	0,258									
1880	1884	0,255	0,263	0,26	0,254	0,262	0,26	0,259									
1884	1888	0,254	0,262	0,26	0,25	0,254	0,257	0,256									
1888	1892	0,25	0,254	0,257	0,253	0,25	0,252	0,253	4,655								
1892	1896	0,253	0,25	0,252	0,255	0,252	0,253	0,253									
1896	1899	0,255	0,252	0,253	0,255	0,25	0,25	0,253			99%		36,22				
1899	1903	0,255	0,25	0,25	0,258	0,25	0,246	0,252									
1903	1907	0,258	0,25	0,246	0,256	0,25	0,25	0,252		96%				99,70%			
1907	1911	0,256	0,25	0,25	0,247	0,246	0,25	0,250	4,6	96%							
																	253,3
															2427	1/2"; 5,55%	

2169	2173	0,29	0,298	0,304	0,293	0,302	0,302	0,298	5,31			99,10%			
2173	2177	0,293	0,302	0,302	0,29	0,293	0,3	0,297				97%			
2177	2181	0,29	0,293	0,3	0,299	0,294	0,292	0,295							
2181	2184	0,299	0,294	0,292	0,3	0,29	0,29	0,294							
2184	2188	0,3	0,29	0,29	0,294	0,291	0,3	0,294	4,52				2442	1/2"; 5,6%	274,2
2188	2192	0,294	0,291	0,3	0,294	0,29	0,29	0,293				99%			
2192	2196	0,294	0,29	0,29	0,295	0,29	0,29	0,292							
2196	2200	0,295	0,29	0,29	0,305	0,295	0,294	0,295				101%			
2200	2203	0,305	0,295	0,294	0,3	0,295	0,3	0,298	5,31			98,20%			
2203	2207	0,3	0,295	0,3	0,29	0,291	0,293	0,295							
2207	2211	0,29	0,291	0,293	0,292	0,292	0,29	0,291							
2211	2215	0,292	0,292	0,29	0,302	0,294	0,29	0,293				97%			
2215	2219	0,302	0,294	0,29	0,292	0,291	0,29	0,293	4,63						
2219	2222	0,292	0,291	0,29	0,293	0,29	0,29	0,291				101%			
2222	2226	0,293	0,29	0,29	0,298	0,284	0,285	0,290							
2226	2230	0,298	0,284	0,285	0,285	0,289	0,285	0,288							
2230	2234	0,285	0,289	0,285	0,293	0,29	0,29	0,289	5,31						
2234	2238	0,293	0,29	0,29	0,285	0,284	0,285	0,288							
2238	2241	0,285	0,284	0,285	0,29	0,285	0,283	0,285							
2241	2245	0,29	0,285	0,283	0,29	0,282	0,282	0,285							
2245	2249	0,29	0,282	0,282	0,294	0,29	0,29	0,288	4,63						
2249	2253	0,294	0,29	0,29	0,295	0,288	0,285	0,290				97%			
2253	2257	0,295	0,288	0,285	0,285	0,285	0,29	0,288							
2257	2260	0,285	0,285	0,29	0,295	0,297	0,293	0,291							
2260	2264	0,295	0,297	0,293	0,29	0,29	0,29	0,293	5,295						
2264	2268	0,29	0,29	0,29	0,292	0,29	0,29	0,290				100%			
2268	2272	0,292	0,29	0,29	0,286	0,29	0,294	0,290							
2272	2276	0,286	0,29	0,294	0,29	0,29	0,295	0,291							
2276	2279	0,29	0,29	0,295	0,29	0,287	0,292	0,291	5,200				2378	1/2"; 5,55%	
2279	2283	0,29	0,287	0,292	0,29	0,29	0,29	0,290							
2283	2287	0,29	0,29	0,29	0,262	0,262	0,262	0,276							
2287	2291	0,262	0,262	0,262	0,25	0,248	0,25	0,256							
2291	2295	0,25	0,248	0,25	0,252	0,252	0,26	0,253	5,200			98,20%	2479	1/2"; 5,5%	285,7
2295	2298	0,252	0,252	0,26	0,246	0,249	0,253	0,252							

2428	2431	0,26	0,265	0,27	0,265	0,27	0,28	0,268										
2431	2435	0,265	0,27	0,28	0,245	0,26	0,29	0,268	4,55			28,89		2548,00	1/2"; 5,6%	260	309,3	
2435	2439	0,245	0,26	0,29	0,252	0,275	0,286	0,268										
2439	2443	0,252	0,275	0,286	0,259	0,272	0,275	0,270										100,70%
2443	2447	0,259	0,272	0,275	0,258	0,263	0,26	0,265										
2447	2450	0,258	0,263	0,26	0,255	0,262	0,25	0,258			99%							
2450	2454	0,255	0,262	0,25	0,256	0,259	0,252	0,256										
2454	2458	0,256	0,259	0,252	0,26	0,254	0,254	0,256										
2458	2462	0,26	0,254	0,254	0,255	0,253	0,254	0,255										
2462	2466	0,255	0,253	0,254	0,252	0,254	0,253	0,254										
2466	2469	0,252	0,254	0,253	0,256	0,252	0,25	0,253										
2469	2473	0,256	0,252	0,25	0,264	0,258	0,253	0,256		5,00			37,38					
2473	2477	0,264	0,258	0,253	0,257	0,255	0,253	0,257						100,50%				
2477	2481	0,257	0,255	0,253	0,252	0,247	0,253	0,253										
2481	2485	0,252	0,247	0,253	0,253	0,25	0,256	0,252										
2485	2488	0,253	0,25	0,256	0,25	0,256	0,258	0,254										
2488	2492	0,25	0,256	0,258	0,255	0,25	0,253	0,254			95%	99%		98,20%				
2492	2496	0,255	0,25	0,253	0,255	0,25	0,253	0,253										
2496	2500	0,255	0,25	0,253	0,254	0,25	0,252	0,252										
2500	2504	0,254	0,25	0,252	0,26	0,252	0,248	0,253										
2504	2507	0,26	0,252	0,248	0,264	0,25	0,251	0,254										
2507	2511	0,264	0,25	0,251	0,256	0,255	0,258	0,256										
2511	2515	0,256	0,255	0,258	0,255	0,25	0,25	0,254										
2515	2519	0,255	0,25	0,25	0,25	0,25	0,258	0,252										
2519	2523	0,25	0,25	0,258	0,25	0,25	0,253	0,252										
2523	2526	0,25	0,25	0,253	0,253	0,251	0,25	0,251										

2526	2530	0,253	0,251	0,25	0,252	0,254	0,25	0,252																		
2530	2534	0,252	0,254	0,25	0,253	0,252	0,251	0,252																		
2534	2538	0,253	0,252	0,251	0,25	0,248	0,25	0,251																		
2538	2542	0,25	0,248	0,25	0,252	0,251	0,253	0,251																		
2542	2545	0,252	0,251	0,253	0,25	0,249	0,25	0,251																		
2545	2549	0,25	0,249	0,25	0,254	0,252	0,252	0,251																		
2549	2553	0,254	0,252	0,252	0,255	0,257	0,257	0,255																		
2553	2557	0,255	0,257	0,257	0,253	0,258	0,253	0,256																		
2557	2561	0,253	0,258	0,253	0,252	0,265	0,253	0,256																		
2561	2564	0,252	0,265	0,253	0,272	0,266	0,253	0,260																		
2564	2568	0,272	0,266	0,253	0,27	0,254	0,247	0,260																		
2568	2572	0,27	0,254	0,247	0,253	0,257	0,246	0,255																		
2572	2576	0,253	0,257	0,246	0,261	0,26	0,251	0,255																		
2576	2580	0,261	0,26	0,251	0,26	0,264	0,264	0,260							99%											
2580	2583	0,26	0,264	0,264	0,261	0,26	0,262	0,262																		
2583	2587	0,261	0,26	0,262	0,255	0,252	0,26	0,258																		
2587	2591	0,255	0,252	0,26	0,252	0,25	0,252	0,254																		
2591	2595	0,252	0,25	0,252	0,25	0,252	0,255	0,252							100%											
2595	2599	0,25	0,252	0,255	0,251	0,251	0,256	0,253																		
2599	2602	0,251	0,251	0,256	0,255	0,252	0,252	0,253																		
2602	2606	0,255	0,252	0,252	0,255	0,252	0,25	0,253																		
2606	2610	0,255	0,252	0,25	0,253	0,257	0,257	0,254																		
2610	2614	0,253	0,257	0,257	0,254	0,253	0,255	0,255																		
2614	2618	0,254	0,253	0,255	0,255	0,252	0,25	0,253																		
2618	2621	0,255	0,252	0,25	0,258	0,25	0,25	0,253																		
2621	2625	0,258	0,25	0,25	0,255	0,25	0,256	0,253	4,6																	
									5,05				34,76								309,3					
									4,7															309,3		
									4,6																	

2754	2758	0,255	0,26	0,26	0,255	0,26	0,263	0,259														
2758	2762	0,255	0,26	0,263	0,26	0,26	0,255	0,259														
2762	2766	0,26	0,26	0,255	0,255	0,255	0,25	0,256														
2766	2770	0,255	0,255	0,25	0,26	0,258	0,26	0,256														
2770	2773	0,26	0,258	0,26	0,258	0,255	0,255	0,258														
2773	2777	0,258	0,255	0,255	0,255	0,26	0,26	0,257														
2777	2781	0,255	0,26	0,26	0,26	0,255	0,255	0,258														
2781	2785	0,26	0,255	0,255	0,265	0,255	0,25	0,257														
2785	2789	0,265	0,255	0,25	0,256	0,264	0,255	0,258														
2789	2792	0,256	0,264	0,255	0,257	0,257	0,256	0,258														
2792	2796	0,257	0,257	0,256	0,26	0,26	0,258	0,258														
2796	2800	0,26	0,26	0,258	0,258	0,264	0,263	0,261														
2800	2804	0,258	0,264	0,263	0,27	0,267	0,274	0,266														
2804	2808	0,27	0,267	0,274	0,261	0,265	0,263	0,267														
2808	2811	0,261	0,265	0,263	0,263	0,261	0,262	0,263														
2811	2815	0,263	0,261	0,262	0,26	0,262	0,263	0,262														
2815	2819	0,26	0,262	0,263	0,25	0,262	0,267	0,261														
2819	2823	0,25	0,262	0,267	0,258	0,273	0,265	0,263														
2823	2827	0,258	0,273	0,265	0,255	0,263	0,261	0,263														
2827	2830	0,255	0,263	0,261	0,256	0,254	0,26	0,258														
2830	2834	0,256	0,254	0,26	0,27	0,257	0,26	0,260														
2834	2838	0,27	0,257	0,26	0,272	0,26	0,26	0,263														
2838	2842	0,272	0,26	0,26	0,26	0,253	0,255	0,260														
2842	2846	0,26	0,253	0,255	0,26	0,255	0,252	0,256														
2846	2849	0,26	0,255	0,252	0,26	0,254	0,25	0,255														
2849	2853	0,26	0,254	0,25	0,26	0,255	0,26	0,257														
2853	2857	0,26	0,255	0,26	0,25	0,254	0,258	0,256														
2857	2861	0,25	0,254	0,258	0,26	0,26	0,255	0,256														
2861	2865	0,26	0,26	0,255	0,257	0,26	0,26	0,259														
2865	2868	0,257	0,26	0,26	0,252	0,25	0,258	0,256														
2868	2872	0,252	0,25	0,258	0,251	0,252	0,26	0,254														
2872	2876	0,251	0,252	0,26	0,252	0,258	0,268	0,257														
2876	2880	0,252	0,258	0,268	0,257	0,258	0,26	0,259														
2880	2884	0,257	0,258	0,26	0,262	0,254	0,257	0,258														

3013	3017	0,254	0,26	0,263	0,25	0,25	0,263	0,257	97%				
3017	3020	0,25	0,25	0,263	0,25	0,26	0,255	0,255					
3020	3024	0,25	0,26	0,255	0,25	0,255	0,253	0,254					
3024	3028	0,25	0,255	0,253	0,25	0,26	0,265	0,256					
3028	3032	0,25	0,26	0,265	0,25	0,25	0,264	0,257					
3032	3036	0,25	0,25	0,264	0,25	0,25	0,253	0,253					
3036	3039	0,25	0,25	0,253	0,265	0,25	0,254	0,254					
3039	3043	0,265	0,25	0,254	0,255	0,252	0,26	0,256					
3043	3047	0,255	0,252	0,26	0,252	0,252	0,262	0,256		99%			
3047	3051	0,252	0,252	0,262	0,26	0,255	0,26	0,257					
3051	3055	0,26	0,255	0,26	0,26	0,257	0,258	0,258					
3055	3058	0,26	0,257	0,258	0,25	0,254	0,257	0,256					
3058	3062	0,25	0,254	0,257	0,255	0,257	0,262	0,256			38,01		
3062	3066	0,255	0,257	0,262	0,253	0,253	0,262	0,257					
3066	3070	0,253	0,253	0,262	0,263	0,255	0,256	0,257					
3070	3074	0,263	0,255	0,256	0,259	0,25	0,252	0,256					
3074	3077	0,259	0,25	0,252	0,256	0,251	0,26	0,255					
3077	3081	0,256	0,251	0,26	0,253	0,252	0,258	0,255					
3081	3085	0,253	0,252	0,258	0,25	0,25	0,252	0,253		99%			
3085	3089	0,25	0,25	0,252	0,255	0,257	0,258	0,254					
3089	3093	0,255	0,257	0,258	0,253	0,258	0,258	0,257					
3093	3096	0,253	0,258	0,258	0,254	0,256	0,26	0,257		99%			
3096	3100	0,254	0,256	0,26	0,26	0,258	0,256	0,257					
3100	3104	0,26	0,258	0,256	0,264	0,255	0,255	0,258					
3104	3108	0,264	0,255	0,255	0,256	0,257	0,254	0,257					
3108	3112	0,256	0,257	0,254	0,252	0,257	0,258	0,256					
3112	3115	0,252	0,257	0,258	0,256	0,261	0,263	0,258					
3115	3119	0,256	0,261	0,263	0,259	0,26	0,252	0,259					
3119	3123	0,259	0,26	0,252	0,262	0,258	0,251	0,257					
3123	3127	0,262	0,258	0,251	0,255	0,255	0,25	0,255					
3127	3131	0,255	0,255	0,25	0,255	0,254	0,253	0,254					
3131	3134	0,255	0,254	0,253	0,262	0,251	0,255	0,255					
3134	3138	0,262	0,251	0,255	0,26	0,25	0,252	0,255			98,10%		
3138	3142	0,26	0,25	0,252	0,25	0,25	0,25	0,252					
									5,41				263,8
									5,38				237,9

3271	3275	0,256	0,254	0,26	0,259	0,253	0,258	0,257											
3275	3279	0,259	0,253	0,258	0,258	0,254	0,254	0,256											
3279	3283	0,258	0,254	0,254	0,25	0,255	0,26	0,255					97,70%	2378	1/2"; 5,55%				
3283	3286	0,25	0,255	0,26	0,255	0,255	0,26	0,256											
3286	3290	0,255	0,255	0,26	0,256	0,258	0,26	0,257											
3290	3294	0,256	0,258	0,26	0,257	0,258	0,258	0,258											
3294	3298	0,257	0,258	0,258	0,255	0,264	0,254	0,258											
3298	3302	0,255	0,264	0,254	0,269	0,264	0,256	0,260	96%										
3302	3305	0,269	0,264	0,256	0,275	0,268	0,251	0,264											
3305	3309	0,275	0,268	0,251	0,265	0,268	0,259	0,264											
3309	3313	0,265	0,268	0,259	0,265	0,258	0,255	0,262											
3313	3317	0,265	0,258	0,255	0,263	0,256	0,258	0,259											
3317	3321	0,263	0,256	0,258	0,255	0,257	0,258	0,258											
3321	3324	0,255	0,257	0,258	0,255	0,256	0,254	0,256											
3324	3328	0,255	0,256	0,254	0,256	0,257	0,258	0,256	5,24										
3328	3332	0,256	0,257	0,258	0,256	0,26	0,256	0,257											
3332	3336	0,256	0,26	0,256	0,255	0,264	0,258	0,258											
3336	3340	0,255	0,264	0,258	0,255	0,255	0,259	0,258											
3340	3343	0,255	0,255	0,259	0,25	0,25	0,252	0,254											
3343	3347	0,25	0,25	0,252	0,253	0,256	0,255	0,253											
3347	3351	0,253	0,256	0,255	0,256	0,26	0,252	0,255											
3351	3355	0,256	0,26	0,252	0,278	0,27	0,254	0,262											
3355	3359	0,278	0,27	0,254	0,265	0,263	0,253	0,264											
3359	3362	0,265	0,263	0,253	0,25	0,255	0,255	0,257											
3362	3366	0,25	0,255	0,255	0,257	0,265	0,255	0,256					99,50%						
3366	3370	0,257	0,265	0,255	0,264	0,263	0,252	0,259	5,11										
3370	3374	0,264	0,263	0,252	0,26	0,263	0,253	0,259											
3374	3378	0,26	0,263	0,253	0,262	0,269	0,268	0,263											
3378	3381	0,262	0,269	0,268	0,255	0,273	0,256	0,264											
3381	3385	0,255	0,273	0,256	0,25	0,26	0,256	0,258					98,70%						
3385	3389	0,25	0,26	0,256	0,256	0,262	0,258	0,257											
3389	3393	0,256	0,262	0,258	0,26	0,26	0,25	0,258	5,62										
3393	3397	0,26	0,26	0,25	0,258	0,259	0,254	0,257					95%						
3397	3400	0,258	0,259	0,254	0,26	0,258	0,262	0,259											

3400	3404	0,26	0,258	0,262	0,25	0,26	0,26	0,258					98,40%		
3404	3408	0,25	0,26	0,26	0,25	0,26	0,266	0,258							
3408	3412	0,25	0,26	0,266	0,258	0,259	0,257	0,258							
3412	3416	0,258	0,259	0,257	0,275	0,274	0,266	0,265							
3416	3419	0,275	0,274	0,266	0,265	0,266	0,253	0,267							
3419	3423	0,265	0,266	0,253	0,25	0,25	0,25	0,256					100,80%	2462	1/2"; 5,65%
3423	3427	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,250							
3427	3431	0,25	0,25	0,25	0,262	0,26	0,26	0,255							
3431	3435	0,262	0,26	0,26	0,275	0,27	0,268	0,266					98,60%		
3435	3438	0,275	0,27	0,268	0,268	0,265	0,258	0,267							
3438	3442	0,268	0,265	0,258	0,26	0,26	0,258	0,262							
3442	3446	0,26	0,26	0,258	0,26	0,26	0,255	0,259							
3446	3450	0,26	0,26	0,255	0,265	0,26	0,258	0,260							
3450	3454	0,265	0,26	0,258	0,265	0,265	0,255	0,261							
3454	3457	0,265	0,265	0,255	0,25	0,25	0,25	0,256							
3457	3461	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,255	0,251							
3461	3465	0,25	0,25	0,255	0,356	0,374	0,37	0,309							
3465	3469	0,356	0,374	0,37	0,358	0,37	0,37	0,366							
3469	3473	0,358	0,37	0,37	0,253	0,3	0,295	0,324							
3473	3476	0,253	0,3	0,295											
3476	3480	0	0	0										2410	1/2"; 5,6%

**CONTROL DE ENSAYOS PARA CARRIL EN LOSAS DE PAVICRETO CALZADA ORIENTAL
METROLINEA TRAMOS II Y III**

NUCLEO DENSIMETRO

ABSCISAS (m)		ALTURAS DE PAVICRETO (m)							ALTURA PROM(m)	PAVICRETO	SUBRASANTE	BEC			MDC ENRRIQUECIDA			ENSAYO DE PLACA (Mpa/m)	
DE	A	h1	h2	h3	h7	h8	h9		MODULO ROTURA (4,5 Mpa)	DENSIDAD (95%PM)	DENSIDAD (98%PS)	RESISTENCIA (21 Kg/cm2)	DENSIDAD (98%)	ESTABILIDAD (1430 Lb)	% ASFALT(3/4"-5,5 ; 1/2"-5,6%)	DISEÑO	CONTRAT		
									CONTRAT	CONTRAT	CONTRAT	CONTRAT	CONTRAT	CONTRAT	CONTRAT				
1153	1156	h7	h8	h9															
1156	1160	0,00	0,00	0,00				0,000											
1160	1166	0,00	0,00	0,00	0,26	0,26	0,28	0,132											
1166	1170	0,26	0,26	0,28	0,25	0,25	0,25	0,257											
1170	1174	0,25	0,25	0,25	0,26	0,26	0,26	0,255											
1174	1178	0,26	0,26	0,26	0,26	0,25	0,26	0,256											
1178	1181	0,26	0,25	0,26	0,26	0,25	0,26	0,254											
1181	1185	0,26	0,25	0,26	0,26	0,25	0,26	0,255											
1185	1189	0,26	0,25	0,26	0,25	0,25	0,26	0,255											
1189	1193	0,25	0,25	0,26	0,26	0,25	0,26	0,253											
1193	1197	0,26	0,25	0,26	0,25	0,25	0,25	0,252											
1197	1201	0,25	0,25	0,25	0,27	0,26	0,26	0,258	5,1										
1201	1205	0,27	0,26	0,26	0,26	0,25	0,25	0,259											
1205	1209	0,26	0,25	0,25	0,26	0,25	0,26	0,254											
1209	1213	0,26	0,25	0,26	0,26	0,25	0,26	0,255											
1213	1217	0,26	0,25	0,26	0,26	0,28	0,26	0,262											
1217	1220	0,26	0,28	0,26	0,26	0,25	0,26	0,262											
1220	1224	0,26	0,25	0,26	0,26	0,25	0,26	0,257											
1224	1228	0,26	0,25	0,26	0,25	0,26	0,26	0,257											
1228	1232	0,25	0,26	0,26	0,25	0,26	0,26	0,255											

1232	1236	0,25	0,26	0,26	0,26	0,26	0,25	0,256								
1236	1239	0,26	0,26	0,25	0,27	0,27	0,26	0,261								
1239	1243	0,27	0,27	0,26	0,28	0,27	0,26	0,265								
1243	1247	0,28	0,27	0,26	0,29	0,28	0,27	0,274					1,03			
1247	1251	0,29	0,28	0,27	0,29	0,29	0,29	0,285								
1251	1255	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,291			1,00					
1255	1258	0,29	0,29	0,29	0,30	0,31	0,29	0,295				27,8		0,98		
1258	1262	0,30	0,31	0,29	0,30	0,30	0,30	0,299						1,00		
1262	1266	0,30	0,30	0,30	0,29	0,30	0,30	0,299								
1266	1270	0,29	0,30	0,30	0,29	0,29	0,29	0,294			1,00					
1270	1274	0,29	0,29	0,29	0,30	0,30	0,31	0,295	4,8		1,01					
1274	1277	0,30	0,30	0,31	0,30	0,29	0,30	0,297			1,00					
1277	1281	0,30	0,29	0,30	0,29	0,29	0,29	0,292			0,98			0,97		
1281	1285	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,30	0,292				26,5				
1285	1289	0,29	0,29	0,30	0,29	0,29	0,29	0,292								
1289	1293	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,291	4,7							
1293	1296	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,290			0,99			1,00		
1296	1300	0,29	0,29	0,29	0,30	0,29	0,29	0,292								
1300	1304	0,30	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,292								
1304	1308	0,29	0,29	0,29	0,29	0,30	0,29	0,292			1,01					
1308	1312	0,29	0,30	0,29	0,30	0,30	0,31	0,297	5,2				29,1	1,01		
1312	1315	0,30	0,30	0,31	0,29	0,29	0,29	0,295								318
1315	1319	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,290								
1319	1323	0,29	0,29	0,29	0,29	0,30	0,30	0,293			1,01	0,99				
1323	1327	0,29	0,30	0,30	0,29	0,29	0,30	0,294	4,9							
1327	1331	0,29	0,29	0,30	0,29	0,29	0,29	0,292								
1331	1334	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,30	0,292			0,99					
1334	1339	0,29	0,29	0,30	0,29	0,29	0,29	0,292								
1339	1343	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,30	0,291				34,2				
1343	1346	0,29	0,29	0,30	0,29	0,30	0,29	0,292								
1346	1350	0,29	0,30	0,29	0,29	0,30	0,30	0,295	4,9		1,00					
1350	1354	0,29	0,30	0,30	0,32	0,29	0,32	0,303								
1354	1358	0,32	0,29	0,32	0,32	0,32	0,32	0,313								
1358	1362	0,32	0,32	0,32	0,34	0,34	0,31	0,323								

1362	1365	0,34	0,34	0,31	0,31	0,31	0,31	0,318											
1365	1369	0,31	0,31	0,31	0,29	0,29	0,29	0,299	4,5	0,95									
1369	1373	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,30	0,292											
1373	1377	0,29	0,29	0,30	0,31	0,30	0,30	0,297											
1377	1381	0,31	0,30	0,30	0,31	0,30	0,32	0,304											
1381	1384	0,31	0,30	0,32	0,29	0,29	0,31	0,302											
1384	1388	0,29	0,29	0,31	0,29	0,29	0,29	0,294		1,02									
1388	1392	0,29	0,29	0,29	0,30	0,30	0,29	0,293											
1392	1396	0,30	0,30	0,29	0,30	0,30	0,30	0,296		0,98									
1396	1400	0,30	0,30	0,30	0,31	0,31	0,30	0,301	5,1										
1400	1403	0,31	0,31	0,30	0,31	0,31	0,29	0,302											
1403	1407	0,31	0,31	0,29	0,30	0,30	0,30	0,301											
1407	1411	0,30	0,30	0,30	0,31	0,31	0,30	0,304											
1411	1415	0,31	0,31	0,30	0,34	0,32	0,30	0,313											
1415	1419	0,34	0,32	0,30	0,31	0,30	0,31	0,311											
1419	1422	0,31	0,30	0,31	0,30	0,29	0,31	0,302											
1422	1426	0,30	0,29	0,31				0,300	4,6	1,01									
1426	1430	0,00	0,00	0,00				0,000											
1430	1434	0,00	0,00	0,00				0,000											
1434	1438	0,00	0,00	0,00				0,000											
1438	1441	0,00	0,00	0,00				0,000											
1441	1445	0,00	0,00	0,00				0,000											
1445	1449	0,00	0,00	0,00				0,000		1,01									
1449	1453	0,00	0,00	0,00				0,000											
1453	1457	0,00	0,00	0,00				0,000											
1457	1460	0,00	0,00	0,00				0,000											
1460	1464	0,00	0,00	0,00				0,000											
1464	1468	0,00	0,00	0,00				0,000											
1468	1472	0,00	0,00	0,00				0,000											
1472	1476	0,00	0,00	0,00				0,000											
1476	1479	0,00	0,00	0,00				0,000											
1479	1483	0,00	0,00	0,00				0,000											
1483	1487	0,00	0,00	0,00				0,000											
1487	1491	0,00	0,00	0,00				0,000	4,7										

246

2137	2141	0,30	0,29	0,30	0,29	0,28	0,29	0,292			0,99														
2141	2144	0,29	0,28	0,29	0,30	0,29	0,31	0,292						1,00											
2144	2148	0,30	0,29	0,31	0,29	0,29	0,29	0,293																	
2148	2152	0,29	0,29	0,29	0,29	0,27	0,29	0,286																	
2152	2156	0,29	0,27	0,29	0,29	0,28	0,29	0,283																	
2156	2160	0,29	0,28	0,29	0,29	0,29	0,29	0,287						1,01											
2160	2163	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,290																	
2163	2167	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,290																	
2167	2171	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,30	0,292	5,3																
2171	2175	0,29	0,29	0,30	0,29	0,29	0,30	0,293																	
2175	2179	0,29	0,29	0,30	0,29	0,29	0,29	0,292																	
2179	2182	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,289				0,99			0,97										
2182	2186	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,31	0,291		5,1															
2186	2190	0,29	0,29	0,31	0,30	0,29	0,31	0,296																	
2190	2194	0,30	0,29	0,31	0,30	0,30	0,30	0,299																	
2194	2198	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,31	0,302				1,00		26,6	2419	1/2"; 5,55%									
2198	2201	0,30	0,30	0,31	0,29	0,30	0,31	0,301																	
2201	2205	0,29	0,30	0,31	0,29	0,30	0,30	0,298																	
2205	2209	0,29	0,30	0,30	0,31	0,32	0,30	0,302																	
2209	2213	0,31	0,32	0,30	0,30	0,31	0,31	0,307																	
2213	2217	0,30	0,31	0,31	0,30	0,29	0,31	0,302																	
2217	2220	0,30	0,29	0,31	0,30	0,30	0,31	0,300																	
2220	2224	0,30	0,30	0,31	0,30	0,30	0,30	0,299					1,00												
2224	2228	0,30	0,30	0,30	0,31	0,29	0,29	0,297																	
2228	2232	0,31	0,29	0,29	0,31	0,29	0,29	0,296																	
2232	2236	0,31	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,293																	
2236	2239	0,29	0,29	0,29	0,30	0,28	0,29	0,290																	
2239	2243	0,30	0,28	0,29	0,29	0,28	0,29	0,289																	
2243	2247	0,29	0,28	0,29	0,30	0,29	0,29	0,290																	
2247	2251	0,30	0,29	0,29	0,30	0,29	0,29	0,292																	
2251	2255	0,30	0,29	0,29	0,29	0,28	0,30	0,290				1,00	29,3												
2255	2258	0,29	0,28	0,30	0,29	0,29	0,30	0,290																	
2258	2262	0,29	0,29	0,30	0,29	0,30	0,29	0,292																	
2262	2266	0,29	0,30	0,29	0,29	0,29	0,29	0,292	4,9															372	

2266	2270	0,29	0,29	0,29	0,30	0,29	0,29	0,292												
2270	2274	0,30	0,29	0,29	0,30	0,29	0,30	0,294												
2274	2277	0,30	0,29	0,30	0,29	0,31	0,30	0,297												
2277	2281	0,29	0,31	0,30	0,30	0,30	0,29	0,298												
2281	2285	0,30	0,30	0,29	0,28	0,27	0,27	0,284												
2285	2289	0,28	0,27	0,27	0,27	0,26	0,26	0,268												
2289	2293	0,27	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,263												
2293	2296	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,261												
2296	2300	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,27	0,261												
2300	2304	0,26	0,26	0,27	0,25	0,26	0,27	0,261												
2304	2308	0,25	0,26	0,27	0,25	0,26	0,27	0,260												
2308	2312	0,25	0,26	0,27	0,25	0,26	0,27	0,260												
2312	2315	0,25	0,26	0,27	0,26	0,26	0,26	0,260												
2315	2319	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,260												
2319	2323	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,261												
2323	2327	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,261												
2327	2331	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,261												
2331	2334	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,261												
2334	2338	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,260												
2338	2342	0,26	0,26	0,26	0,25	0,26	0,26	0,257												
2342	2346	0,25	0,26	0,26	0,25	0,25	0,25	0,254												
2346	2350	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,26	0,253												
2350	2353	0,25	0,25	0,26	0,25	0,26	0,26	0,255												
2353	2357	0,25	0,26	0,26	0,25	0,26	0,26	0,257												
2357	2361	0,25	0,26	0,26	0,25	0,26	0,27	0,258												
2361	2365	0,25	0,26	0,27	0,25	0,26	0,27	0,259												
2365	2369	0,25	0,26	0,27	0,25	0,27	0,26	0,260												
2369	2372	0,25	0,27	0,26	0,26	0,25	0,26	0,257												
2372	2376	0,26	0,25	0,26	0,26	0,27	0,27	0,259												
2376	2380	0,26	0,27	0,27	0,26	0,26	0,28	0,264												
2380	2384	0,26	0,26	0,28	0,26	0,26	0,27	0,263												
2384	2388	0,26	0,26	0,27	0,26	0,26	0,26	0,260												
2388	2391	0,26	0,26	0,26	0,25	0,26	0,27	0,258												
2391	2395	0,25	0,26	0,27	0,25	0,26	0,26	0,258												

2654	2657	0,26	0,26	0,26	0,25	0,25	0,25	0,255												
2657	2661	0,25	0,25	0,25	0,25	0,26	0,26	0,252												
2661	2665	0,25	0,26	0,26	0,26	0,25	0,27	0,256					1,00							
2665	2669	0,26	0,25	0,27	0,25	0,25	0,26	0,256												
2669	2673	0,25	0,25	0,26	0,26	0,27	0,25	0,256	5,2	0,98										
2673	2676	0,26	0,27	0,25	0,25	0,25	0,25	0,254												
2676	2680	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,26	0,252		1,00										
2680	2684	0,25	0,25	0,26	0,25	0,26	0,26	0,254												
2684	2688	0,25	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,257		0,99										
2688	2692	0,26	0,26	0,26	0,25	0,25	0,25	0,254												
2692	2695	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,250												
2695	2699	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,26	0,251	5,1	0,95										
2699	2703	0,25	0,25	0,26	0,25	0,25	0,25	0,251			0,99		1,00							
2703	2707	0,25	0,25	0,25	0,25	0,24	0,25	0,249												
2707	2711	0,25	0,24	0,25	0,25	0,25	0,25	0,249												
2711	2714	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,250												
2714	2718	0,25	0,25	0,25	0,25	0,24	0,25	0,248												
2718	2722	0,25	0,24	0,25	0,25	0,25	0,25	0,248		1,00										
2722	2726	0,25	0,25	0,25	0,25	0,24	0,25	0,249		0,98										
2726	2730	0,25	0,24	0,25	0,25	0,25	0,25	0,248												
2730	2733	0,25	0,25	0,25	0,25	0,24	0,25	0,248												
2733	2737	0,25	0,24	0,25	0,25	0,24	0,25	0,247	5,1											
2737	2741	0,25	0,24	0,25	0,25	0,25	0,25	0,248												
2741	2745	0,25	0,25	0,25	0,25	0,26	0,26	0,253		1,00										
2745	2749	0,25	0,26	0,26	0,26	0,25	0,25	0,254												
2749	2752	0,26	0,25	0,25	0,26	0,25	0,25	0,253			1,01									
2752	2756	0,26	0,25	0,25	0,26	0,25	0,25	0,253												
2756	2760	0,26	0,25	0,25	0,26	0,26	0,25	0,254												
2760	2764	0,26	0,26	0,25	0,25	0,26	0,26	0,255												
2764	2768	0,25	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,257												
2768	2771	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,258												
2771	2775	0,26	0,26	0,26	0,25	0,25	0,26	0,255	5,2											
2775	2779	0,25	0,25	0,26	0,25	0,25	0,26	0,255												
2779	2783	0,25	0,25	0,26	0,25	0,26	0,26	0,256		0,98										

2783	2787	0,25	0,26	0,26	0,27	0,26	0,27	0,262		0,99									
2787	2790	0,27	0,26	0,27	0,27	0,28	0,28	0,270											
2790	2794	0,27	0,28	0,28	0,26	0,27	0,26	0,267											
2794	2798	0,26	0,27	0,26	0,25	0,25	0,25	0,256											
2798	2802	0,25	0,25	0,25	0,25	0,26	0,27	0,255											
2802	2806	0,25	0,26	0,27	0,25	0,27	0,28	0,262											
2806	2809	0,25	0,27	0,28	0,25	0,26	0,26	0,261			1,02								
2809	2813	0,25	0,26	0,26	0,27	0,25	0,25	0,257		0,98									
2813	2817	0,27	0,25	0,25	0,27	0,27	0,26	0,261											
2817	2821	0,27	0,27	0,26	0,27	0,27	0,26	0,266			1,01								
2821	2825	0,27	0,27	0,26	0,25	0,26	0,27	0,264											
2825	2828	0,25	0,26	0,27	0,26	0,26	0,26	0,259											
2828	2832	0,26	0,26	0,26	0,25	0,26	0,26	0,256											
2832	2836	0,25	0,26	0,26	0,25	0,25	0,26	0,253		0,96									
2836	2840	0,25	0,25	0,26	0,25	0,26	0,27	0,255											
2840	2844	0,25	0,26	0,27	0,25	0,26	0,26	0,257											
2844	2847	0,25	0,26	0,26	0,25	0,25	0,26	0,254											
2847	2851	0,25	0,25	0,26	0,26	0,25	0,26	0,254											1,00
2851	2855	0,26	0,25	0,26	0,25	0,25	0,25	0,253											
2855	2859	0,25	0,25	0,25	0,25	0,26	0,26	0,254											
2859	2863	0,25	0,26	0,26	0,25	0,26	0,25	0,255											
2863	2866	0,25	0,26	0,25	0,25	0,25	0,25	0,251											
2866	2870	0,25	0,25	0,25	0,25	0,26	0,26	0,254			1,01								
2870	2874	0,25	0,26	0,26	0,25	0,27	0,27	0,259		1,01									
2874	2878	0,25	0,27	0,27	0,26	0,26	0,26	0,260											1,01
2878	2882	0,26	0,26	0,26	0,25	0,26	0,26	0,257	5,4										
2882	2885	0,25	0,26	0,26	0,26	0,26	0,25	0,256											
2885	2889	0,26	0,26	0,25	0,26	0,27	0,26	0,261											0,99
2889	2893	0,26	0,27	0,26	0,26	0,26	0,27	0,263											
2893	2897	0,26	0,26	0,27	0,25	0,25	0,26	0,258											
2897	2901	0,25	0,25	0,26	0,26	0,25	0,26	0,256	5,0	0,96									
2901	2904	0,26	0,25	0,26	0,27	0,25	0,27	0,259											
2904	2908	0,27	0,25	0,27	0,25	0,26	0,26	0,259											
2908	2912	0,25	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,257											
															2435	1/2"; 5,6%			301

2912	2916	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,27	0,259		0,95		31,2				
2916	2920	0,26	0,26	0,27	0,25	0,26	0,28	0,263								
2920	2923	0,25	0,26	0,28	0,25	0,26	0,27	0,262								
2923	2927	0,25	0,26	0,27	0,25	0,26	0,26	0,258								
2927	2931	0,25	0,26	0,26	0,25	0,26	0,26	0,256								
2931	2935	0,25	0,26	0,26	0,25	0,26	0,27	0,257								
2935	2939	0,25	0,26	0,27	0,26	0,26	0,27	0,260								
2939	2942	0,26	0,26	0,27	0,26	0,26	0,27	0,262								
2942	2946	0,26	0,26	0,27	0,25	0,25	0,26	0,258								
2946	2950	0,25	0,25	0,26	0,25	0,26	0,26	0,255								
2950	2954	0,25	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,256								
2954	2958	0,26	0,26	0,26	0,25	0,26	0,26	0,256	4,8							
2958	2961	0,25	0,26	0,26	0,25	0,25	0,26	0,254								
2961	2965	0,25	0,25	0,26	0,25	0,26	0,27	0,257								
2965	2969	0,25	0,26	0,27	0,25	0,26	0,26	0,259								
2969	2973	0,25	0,26	0,26	0,26	0,25	0,26	0,255								
2973	2977	0,26	0,25	0,26	0,25	0,25	0,26	0,254		1,00						
2977	2980	0,25	0,25	0,26	0,26	0,26	0,27	0,257								
2980	2984	0,26	0,26	0,27	0,26	0,26	0,25	0,257		0,97						
2984	2988	0,26	0,26	0,25	0,26	0,25	0,25	0,254								
2988	2992	0,26	0,25	0,25	0,25	0,25	0,26	0,254								
2992	2996	0,25	0,25	0,26	0,25	0,25	0,26	0,253	5,1							
2996	2999	0,25	0,25	0,26	0,26	0,25	0,26	0,255								
2999	3003	0,26	0,25	0,26	0,25	0,25	0,26	0,255								
3003	3007	0,25	0,25	0,26	0,25	0,25	0,25	0,251								
3007	3011	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,26	0,251								
3011	3015	0,25	0,25	0,26	0,25	0,26	0,25	0,252			1,02	32,2				
3015	3018	0,25	0,26	0,25	0,26	0,25	0,25	0,252								
3018	3022	0,26	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,251								
3022	3026	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,250	4,8							
3026	3030	0,25	0,25	0,25	0,26	0,26	0,26	0,253								
3030	3034	0,26	0,26	0,26	0,26	0,25	0,25	0,254								
3034	3037	0,26	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,251								
3037	3041	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,250								

3041	3045	0,25	0,25	0,25	0,25	0,26	0,26	0,253									
3045	3049	0,25	0,26	0,26	0,25	0,25	0,25	0,254	5,4				21,1	2417	1/2"; 5,55%	365	
3049	3053	0,25	0,25	0,25	0,25	0,26	0,26	0,254		0,98							
3053	3056	0,25	0,26	0,26	0,25	0,25	0,26	0,255									
3056	3060	0,25	0,25	0,26	0,25	0,25	0,27	0,255									
3060	3064	0,25	0,25	0,27	0,25	0,25	0,26	0,255									
3064	3068	0,25	0,25	0,26	0,25	0,25	0,25	0,252									
3068	3072	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,26	0,252									
3072	3075	0,25	0,25	0,26	0,25	0,25	0,25	0,252									
3075	3079	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,251									
3079	3083	0,25	0,25	0,25	0,26	0,26	0,27	0,255									
3083	3087	0,26	0,26	0,27	0,25	0,25	0,26	0,257									
3087	3091	0,25	0,25	0,26	0,26	0,25	0,26	0,254		0,97							
3091	3094	0,26	0,25	0,26	0,26	0,26	0,26	0,257									
3094	3098	0,26	0,26	0,26	0,25	0,26	0,26	0,257									
3098	3102	0,25	0,26	0,26	0,25	0,26	0,26	0,256									
3102	3106	0,25	0,26	0,26	0,25	0,25	0,25	0,254									
3106	3110	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,26	0,252									
3110	3113	0,25	0,25	0,26	0,26	0,26	0,26	0,255									
3113	3117	0,26	0,26	0,26	0,26	0,25	0,26	0,258									
3117	3121	0,26	0,25	0,26	0,26	0,25	0,25	0,256									
3121	3125	0,26	0,25	0,25	0,26	0,25	0,26	0,254									
3125	3129	0,26	0,25	0,26	0,26	0,26	0,26	0,256	5,6			27,0	2411	1/2"; 5,6%	355		
3129	3132	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,258		0,98							
3132	3136	0,26	0,26	0,26	0,26	0,25	0,25	0,255									
3136	3140	0,26	0,25	0,25	0,26	0,25	0,25	0,253									
3140	3144	0,26	0,25	0,25	0,26	0,26	0,27	0,259									
3144	3148	0,26	0,26	0,27	0,26	0,26	0,26	0,261									
3148	3151	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,25	0,256									
3151	3155	0,26	0,26	0,25	0,26	0,27	0,26	0,260	5,6								
3155	3159	0,26	0,27	0,26	0,26	0,26	0,26	0,261									
3159	3163	0,26	0,26	0,26	0,26	0,27	0,27	0,262									
3163	3167	0,26	0,27	0,27	0,26	0,26	0,26	0,262									
3167	3170	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,259									

3170	3174	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,27	0,260													
3174	3178	0,26	0,26	0,27	0,26	0,26	0,26	0,259													
3178	3182	0,26	0,26	0,26	0,25	0,26	0,26	0,258													
3182	3186	0,25	0,26	0,26	0,26	0,26	0,27	0,259		0,97											
3186	3189	0,26	0,26	0,27	0,26	0,26	0,26	0,258													
3189	3193	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,258													
3193	3197	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,259													
3197	3201	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,257													
3201	3205	0,26	0,26	0,26	0,26	0,25	0,25	0,254													
3205	3208	0,26	0,25	0,25	0,26	0,26	0,26	0,256													
3208	3212	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,25	0,257													
3212	3216	0,26	0,26	0,25	0,26	0,26	0,26	0,257		0,98											
3216	3220	0,26	0,26	0,26	0,25	0,25	0,25	0,254													
3220	3224	0,25	0,25	0,25	0,25	0,26	0,27	0,254													
3224	3227	0,25	0,26	0,27	0,25	0,25	0,26	0,254													
3227	3231	0,25	0,25	0,26	0,26	0,25	0,26	0,252													
3231	3235	0,26	0,25	0,26	0,26	0,25	0,25	0,252													
3235	3239	0,26	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,250													
3239	3243	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,251													
3243	3246	0,25	0,25	0,25	0,25	0,26	0,25	0,253													
3246	3250	0,25	0,26	0,25	0,25	0,25	0,26	0,253													
3250	3254	0,25	0,25	0,26	0,25	0,25	0,25	0,251													
3254	3258	0,25	0,25	0,25	0,26	0,26	0,25	0,253													
3258	3262	0,26	0,26	0,25	0,25	0,26	0,26	0,256													
3262	3265	0,25	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,257													
3265	3269	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,25	0,257													
3269	3273	0,26	0,26	0,25	0,25	0,28	0,28	0,263													
3273	3277	0,25	0,28	0,28	0,26	0,27	0,27	0,267		0,96											
3277	3281	0,26	0,27	0,27	0,25	0,28	0,27	0,265													
3281	3284	0,25	0,28	0,27	0,26	0,26	0,26	0,264													
3284	3288	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,25	0,259													
3288	3292	0,26	0,26	0,25	0,26	0,26	0,25	0,254													
3292	3296	0,26	0,26	0,25	0,26	0,26	0,25	0,254													
3296	3300	0,26	0,26	0,25	0,26	0,26	0,25	0,255													
																					347

3300	3303	0,26	0,26	0,25	0,25	0,26	0,25	0,254						
3303	3307	0,25	0,26	0,25	0,25	0,26	0,25	0,253						
3307	3311	0,25	0,26	0,25	0,25	0,25	0,25	0,252						
3311	3315	0,25	0,25	0,25	0,27	0,27	0,27	0,260		0,96				
3315	3319	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,28	0,270		4,6				
3319	3322	0,27	0,27	0,28	0,25	0,25	0,25	0,262						
3322	3326	0,25	0,25	0,25	0,25	0,26	0,25	0,252						
3326	3330	0,25	0,26	0,25	0,25	0,25	0,25	0,251						
3330	3334	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,250						
3334	3338	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,250						
3338	3341	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,26	0,250		0,96				
3341	3345	0,25	0,25	0,26	0,25	0,26	0,25	0,252						
3345	3349	0,25	0,26	0,25	0,26	0,26	0,26	0,257						
3349	3353	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,260						
3353	3357	0,26	0,26	0,26	0,25	0,26	0,26	0,259			1,02			
3357	3360	0,25	0,26	0,26	0,25	0,26	0,26	0,258						
3360	3364	0,25	0,26	0,26	0,26	0,25	0,25	0,256						
3364	3368	0,26	0,25	0,25	0,26	0,26	0,26	0,257		25,7				
3368	3372	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,25	0,257						
3372	3376	0,26	0,26	0,25	0,26	0,26	0,26	0,257						
3376	3379	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,25	0,258						
3379	3383	0,26	0,26	0,25	0,25	0,25	0,25	0,254						
3383	3387	0,25	0,25	0,25	0,26	0,26	0,26	0,253						
3387	3391	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,257						
3391	3395	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,258		0,97				
3395	3398	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,259						
3398	3402	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,259						
3402	3406	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,257						
3406	3410	0,26	0,26	0,26	0,25	0,25	0,25	0,254						
3410	3414	0,25	0,25	0,25	0,26	0,26	0,25	0,254						
3414	3417	0,26	0,26	0,25	0,26	0,26	0,26	0,256						
3417	3421	0,26	0,26	0,26	0,25	0,26	0,25	0,255						
3421	3425	0,25	0,26	0,25	0,26	0,26	0,26	0,256						
3425	3429	0,26	0,26	0,26	0,25	0,26	0,27	0,259						
												2416	1/2"; 5,55%	341
														283

3429	3433	0,25	0,26	0,27	0,26	0,26	0,27	0,260										
3433	3436	0,26	0,26	0,27	0,26	0,27	0,27	0,262										
3436	3440	0,26	0,27	0,27	0,26	0,27	0,27	0,264										
3440	3444	0,26	0,27	0,27	0,25	0,26	0,26	0,260										
3444	3448	0,25	0,26	0,26	0,25	0,26	0,27	0,257										
3448	3452	0,25	0,26	0,27	0,25	0,26	0,27	0,259										
3452	3455	0,25	0,26	0,27	0,26	0,26	0,26	0,260			1,00							
3455	3459	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,25	0,258	0,97									
3459	3463	0,26	0,26	0,25	0,26	0,26	0,26	0,258										
3463	3467	0,26	0,26	0,26	0,27	0,28	0,28	0,267										
3467	3471	0,27	0,28	0,28	0,27	0,27	0,27	0,270										
3471	3474	0,27	0,27	0,27	0,26	0,26	0,25	0,263										
3474	3478	0,26	0,26	0,25	0,27	0,28	0,26	0,264										
3478	3482	0,27	0,28	0,26	0,26	0,28	0,28	0,271										
VIADUCTO																		
3749	3752	0,25	0,26	0,27	0,25	0,27	0,26	0,258										
3752	3756	0,25	0,27	0,26	0,25	0,25	0,25	0,252										
3756	3760	0,25	0,25	0,25	0,26	0,25	0,25	0,249										
3760	3764	0,26	0,25	0,25	0,25	0,26	0,26	0,253										
3764	3768	0,25	0,26	0,26	0,25	0,26	0,25	0,252										
3768	3771	0,25	0,26	0,25	0,26	0,25	0,25	0,251										
3771	3775	0,26	0,25	0,25	0,25	0,25	0,24	0,250	5,0			14,2						285
3775	3779	0,25	0,25	0,24	0,26	0,26	0,25	0,252										
3779	3783	0,26	0,26	0,25	0,26	0,25	0,25	0,254										
3783	3787	0,26	0,25	0,25	0,25	0,26	0,25	0,253										
3787	3790	0,25	0,26	0,25	0,26	0,27	0,25	0,257										
3790	3794	0,26	0,27	0,25	0,25	0,27	0,25	0,258										
3794	3798	0,25	0,27	0,25	0,25	0,25	0,26	0,255										
3798	3802	0,25	0,25	0,26	0,26	0,25	0,26	0,254										
3802	3806	0,26	0,25	0,26	0,26	0,24	0,25	0,253										
3806	3809	0,26	0,24	0,25	0,26	0,25	0,26	0,252	5,0	1,00		24,8						276
3809	3813	0,26	0,25	0,26	0,26	0,25	0,25	0,253			1,00							
3813	3817	0,26	0,25	0,25	0,25	0,26	0,27	0,256										

3817	3821	0,25	0,26	0,27	0,26	0,25	0,26	0,259	5,2					0,99			240	324			
3821	3825	0,26	0,25	0,26	0,26	0,26	0,28	0,261													
3825	3828	0,26	0,26	0,28	0,26	0,25	0,28	0,262													
3828	3832	0,26	0,25	0,28	0,25	0,25	0,26	0,258													
3832	3836	0,25	0,25	0,26	0,25	0,26	0,27	0,256													
3836	3840	0,25	0,26	0,27	0,26	0,25	0,26	0,258													
3840	3844	0,26	0,25	0,26	0,26	0,26	0,27	0,260			1,00				1,01						
3844	3847	0,26	0,26	0,27	0,25	0,25	0,25	0,256													
3847	3851	0,25	0,25	0,25	0,27	0,26	0,25	0,255													
3851	3855	0,27	0,26	0,25	0,28	0,25	0,25	0,259		5,3											
3855	3859	0,28	0,25	0,25	0,28	0,25	0,25	0,260							1,01						
3859	3863	0,28	0,25	0,25	0,30	0,29	0,29	0,277				1,01									
3863	3866	0,30	0,29	0,29	0,30	0,29	0,30	0,294							1,01						
3866	3870	0,30	0,29	0,30	0,30	0,30	0,29	0,295													
3870	3874	0,30	0,30	0,29	0,30	0,29	0,30	0,294													
3874	3878	0,30	0,29	0,30	0,29	0,29	0,29	0,292													
3878	3882	0,29	0,29	0,29	0,30	0,30	0,29	0,292			0,99				1,00						
3882	3885	0,30	0,30	0,29	0,30	0,30	0,29	0,295													
3885	3889	0,30	0,30	0,29	0,30	0,30	0,31	0,299			0,96	1,00									
3889	3893	0,30	0,30	0,31	0,30	0,30	0,30	0,300		0,97											
3893	3897	0,30	0,30	0,30	0,30	0,29	0,30	0,296	4,7					0,99							
3897	3901	0,30	0,29	0,30	0,30	0,29	0,30	0,296													
3901	3904	0,30	0,29	0,30	0,29	0,29	0,31	0,297					25,3								
3904	3908	0,29	0,29	0,31	0,30	0,30	0,29	0,296													
3908	3912	0,30	0,30	0,29	0,30	0,30	0,30	0,297			0,98										
3912	3916	0,30	0,30	0,30	0,30	0,31	0,30	0,300				0,98									
3916	3920	0,30	0,31	0,30	0,30	0,32	0,30	0,304													
3920	3923	0,30	0,32	0,30	0,30	0,31	0,30	0,304							1,02						
3923	3927	0,30	0,31	0,30	0,30	0,30	0,30	0,301							1,01						
3927	3931	0,30	0,30	0,30	0,30	0,29	0,29	0,296		25,3											
3931	3935	0,30	0,29	0,29	0,29	0,30	0,30	0,293													
3935	3939	0,29	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,296													
3939	3942	0,30	0,30	0,30	0,29	0,29	0,30	0,294			1,00	0,98									
3942	3946	0,29	0,29	0,30	0,30	0,29	0,29	0,293													
																			308		

3946	3950	0,30	0,29	0,29	0,29	0,30	0,30	0,296												
3950	3954	0,29	0,30	0,30	0,29	0,29	0,29	0,294	5,2	0,97	0,99									
3954	3958	0,29	0,29	0,29	0,30	0,30	0,30	0,295		0,99										
3958	3961	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,299												
3961	3965	0,30	0,30	0,30	0,29	0,29	0,29	0,294												
3965	3969	0,29	0,29	0,29	0,30	0,29	0,29	0,292												
3969	3973	0,30	0,29	0,29	0,30	0,29	0,29	0,293												
3973	3977	0,30	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,291		0,98										
3977	3980	0,29	0,29	0,29	0,31	0,29	0,30	0,295												
3980	3984	0,31	0,29	0,30	0,30	0,29	0,29	0,297		0,99										
3984	3988	0,30	0,29	0,29	0,30	0,29	0,29	0,294												
3988	3992	0,30	0,29	0,29	0,30	0,29	0,29	0,294												
3992	3996	0,30	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,293	5,2											
3996	3999	0,29	0,29	0,29	0,30	0,29	0,30	0,294												
3999	4003	0,30	0,29	0,30	0,30	0,29	0,29	0,294												
4003	4007	0,30	0,29	0,29	0,30	0,29	0,30	0,293												
4007	4011	0,30	0,29	0,30	0,30	0,30	0,30	0,297												
4011	4015	0,30	0,30	0,30	0,31	0,29	0,30	0,300												
4015	4018	0,31	0,29	0,30	0,29	0,30	0,30	0,297												
4018	4022	0,29	0,30	0,30	0,27	0,28	0,25	0,279		1,02										
4022	4026	0,27	0,28	0,25	0,26	0,26	0,25	0,260												
4026	4030	0,26	0,26	0,25	0,25	0,25	0,25	0,253												
4030	4034	0,25	0,25	0,25	0,26	0,25	0,25	0,251	4,8											
4034	4037	0,26	0,25	0,25	0,25	0,25	0,26	0,252												
4037	4041	0,25	0,25	0,26	0,25	0,26	0,26	0,253												
4041	4045	0,25	0,26	0,26	0,25	0,26	0,26	0,254												
4045	4049	0,25	0,26	0,26	0,25	0,25	0,25	0,252												
4049	4053	0,25	0,25	0,25	0,26	0,26	0,26	0,255												
4053	4056	0,26	0,26	0,26	0,25	0,26	0,26	0,257												
4056	4060	0,25	0,26	0,26	0,25	0,26	0,27	0,257												
4060	4064	0,25	0,26	0,27	0,25	0,26	0,25	0,257												
4064	4068	0,25	0,26	0,25	0,25	0,25	0,25	0,251												
4068	4072	0,25	0,25	0,25	0,26	0,26	0,25	0,253	1,00											
4072	4075	0,26	0,26	0,25	0,26	0,28	0,27	0,262	0,98											

4075	4079	0,26	0,28	0,27	0,25	0,25	0,26	0,262											
4079	4083	0,25	0,25	0,26	0,26	0,25	0,26	0,257											
4083	4087	0,26	0,25	0,26	0,25	0,27	0,27	0,260											
4087	4091	0,25	0,27	0,27	0,26	0,26	0,28	0,265											
4091	4094	0,26	0,26	0,28	0,25	0,26	0,26	0,262											
4094	4098	0,25	0,26	0,26	0,25	0,27	0,26	0,259											
4098	4102	0,25	0,27	0,26	0,26	0,26	0,26	0,261	0,98	1,00									
4102	4106	0,26	0,26	0,26	0,26	0,25	0,26	0,258											
4106	4110	0,26	0,25	0,26	0,25	0,26	0,26	0,257											
4110	4113	0,25	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,259				1,02							
4113	4117	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,28	0,264											
4117	4121	0,26	0,26	0,28	0,25	0,26	0,26	0,263											
4121	4125	0,25	0,26	0,26	0,26	0,25	0,26	0,257											
4125	4129	0,26	0,25	0,26	0,25	0,26	0,26	0,257											
4129	4132	0,25	0,26	0,26	0,26	0,25	0,26	0,257											
4132	4136	0,26	0,25	0,26	0,25	0,25	0,26	0,255	99,8/%		25,6								
4136	4140	0,25	0,25	0,26	0,26	0,26	0,27	0,259											
4140	4144	0,26	0,26	0,27	0,25	0,25	0,27	0,261											
4144	4148	0,25	0,25	0,27	0,26	0,26	0,27	0,259											
4148	4151	0,26	0,26	0,27	0,25	0,25	0,26	0,258	0,99	1,00		1,01							
4151	4155	0,25	0,25	0,26	0,25	0,25	0,26	0,253											
4155	4159	0,25	0,25	0,26	0,25	0,25	0,27	0,254											
4159	4163	0,25	0,25	0,27	0,25	0,25	0,28	0,257											
4163	4167	0,25	0,25	0,28	0,25	0,25	0,27	0,258											
4167	4170	0,25	0,25	0,27	0,26	0,25	0,26	0,257											
4170	4174	0,26	0,25	0,26	0,26	0,25	0,27	0,257	0,98										
4174	4178	0,26	0,25	0,27	0,25	0,25	0,26	0,256											
4178	4182	0,25	0,25	0,26	0,26	0,25	0,26	0,254			1,01								
4182	4186	0,26	0,25	0,26	0,25	0,25	0,26	0,253											
4186	4189	0,25	0,25	0,26	0,25	0,25	0,26	0,252											
4189	4193	0,25	0,25	0,26	0,25	0,25	0,25	0,252			29,3	1,02							
4193	4197	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,251											
4197	4201	0,25	0,25	0,25	0,26	0,25	0,26	0,254											
4201	4205	0,26	0,25	0,26	0,26	0,25	0,26	0,256	0,98										

4334	4338	0,26	0,25	0,25	0,26	0,25	0,25	0,253										
4338	4341	0,26	0,25	0,25	0,26	0,26	0,25	0,254					1,00					
4341	4345	0,26	0,26	0,25	0,26	0,26	0,26	0,255										
4345	4349	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,258										
4349	4353	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,259		0,99								
4353	4357	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,258										
4357	4360	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,25	0,259										
4360	4364	0,26	0,26	0,25	0,26	0,26	0,25	0,258										
4364	4368	0,26	0,26	0,25	0,26	0,25	0,26	0,255										
4368	4372	0,26	0,25	0,26	0,27	0,25	0,26	0,258		1,00								
4372	4376	0,27	0,25	0,26	0,27	0,25	0,26	0,260			0,99		21,8					
4376	4379	0,27	0,25	0,26	0,26	0,25	0,25	0,256										
4379	4383	0,26	0,25	0,25	0,26	0,25	0,25	0,253						1,02				
4383	4387	0,26	0,25	0,25	0,26	0,25	0,25	0,252										
4387	4391	0,26	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,252		0,99								
4391	4395	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,27	0,254										
4395	4398	0,25	0,25	0,27	0,25	0,26	0,27	0,257										
4398	4402	0,25	0,26	0,27	0,27	0,27	0,28	0,266										
4402	4406	0,27	0,27	0,28	0,30	0,29	0,29	0,282						1,00				
4406	4410	0,30	0,29	0,29	0,30	0,29	0,31	0,295		0,99								
4410	4414	0,30	0,29	0,31	0,31	0,32	0,32	0,305										
4414	4417	0,31	0,32	0,32	0,29	0,29	0,30	0,302			1,01							
4417	4421	0,29	0,29	0,30	0,29	0,29	0,29	0,291										
4421	4425	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,291										
4425	4429	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,290										
4429	4433	0,29	0,29	0,29	0,30	0,29	0,30	0,293			1,02							
4433	4436	0,30	0,29	0,30	0,29	0,29	0,29	0,293										
4436	4440	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,30	0,291										
4440	4444	0,29	0,29	0,30	0,30	0,31	0,32	0,300		0,99								
4444	4448	0,30	0,31	0,32	0,30	0,30	0,30	0,305										
4448	4452	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,300			1,01		1,01					
4452	4455	0,30	0,30	0,30	0,30	0,29	0,30	0,297		4,9								
4455	4459	0,30	0,29	0,30	0,31	0,29	0,30	0,296										
4459	4463	0,31	0,29	0,30	0,29	0,29	0,29	0,294										

4463	4467	0,29	0,29	0,29	0,29	0,28	0,29	0,290											
4467	4471	0,29	0,28	0,29	0,30	0,30	0,30	0,294											
4471	4474	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,299		0,97				1,00					
4474	4478	0,30	0,30	0,30	0,29	0,29	0,30	0,297											
4478	4482	0,29	0,29	0,30	0,30	0,29	0,30	0,294											
4482	4486	0,30	0,29	0,30	0,30	0,29	0,29	0,294						0,99					
4486	4490	0,30	0,29	0,29	0,30	0,29	0,30	0,295			0,99								
4490	4493	0,30	0,29	0,30	0,30	0,29	0,30	0,296		0,99				1,00					
4493	4497	0,30	0,29	0,30	0,30	0,31	0,31	0,299											
4497	4501	0,30	0,31	0,31				0,302											
4501	4505																		
4505	4509																		
4509	4512																		
4512	4516																		
4516	4520																		
4520	4524																		
4524	4528																		
4528	4531																		
4531	4535																		
4535	4539																		
4539	4543																		
4543	4547																		
4547	4550																		
4550	4554																		
4554	4558																		
4558	4562																		
4562	4566	0,00	0,00	0,00	0,29	0,30	0,29	0,147											
4566	4569	0,29	0,30	0,29	0,30	0,29	0,30	0,296		1,01									
4569	4573	0,30	0,29	0,30	0,29	0,29	0,30	0,296		1,02				1,01					
4573	4577	0,29	0,29	0,30	0,30	0,29	0,30	0,296											
4577	4581	0,30	0,29	0,30	0,29	0,29	0,29	0,293		0,99									
4581	4585	0,29	0,29	0,29	0,30	0,29	0,30	0,293	5,2			28,4							
4585	4588	0,30	0,29	0,30	0,30	0,29	0,29	0,294		1,01									
4588	4592	0,30	0,29	0,29	0,30	0,29	0,30	0,293		1,00									
																		220	se colocó MDC
																			403

4592	4596	0,30	0,29	0,30	0,29	0,29	0,30	0,294												
4596	4600	0,29	0,29	0,30	0,29	0,30	0,30	0,294	5,0											
4600	4604	0,29	0,30	0,30	0,29	0,30	0,30	0,295							1,00					
4604	4607	0,29	0,30	0,30	0,30	0,30	0,29	0,295												
4607	4611	0,30	0,30	0,29	0,29	0,30	0,29	0,295							1,03					
4611	4615	0,29	0,30	0,29	0,29	0,29	0,30	0,295												
4615	4619	0,29	0,29	0,30	0,29	0,29	0,29	0,292			1,02									
4619	4623	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,30	0,291				0,98		29,7						
4623	4626	0,29	0,29	0,30	0,29	0,29	0,29	0,292												
4626	4630	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,291												
4630	4634	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,291												
4634	4638	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,291												
4638	4642	0,29	0,29	0,29	0,30	0,29	0,30	0,293								0,99				
4642	4645	0,30	0,29	0,30	0,31	0,30	0,31	0,300		4,8										
4645	4649	0,31	0,30	0,31	0,30	0,31	0,30	0,305												
4649	4653	0,30	0,31	0,30	0,31	0,31	0,30	0,304												
4653	4657	0,31	0,31	0,30	0,31	0,30	0,30	0,302			1,00									
4657	4661	0,31	0,30	0,30	0,29	0,30	0,29	0,296												
4661	4664	0,29	0,30	0,29	0,26	0,28	0,27	0,280				1,01		31,2						
4664	4668	0,26	0,28	0,27	0,26	0,26	0,26	0,263												320
4668	4672	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,259												
4672	4676	0,26	0,26	0,26	0,27	0,26	0,25	0,259												
4676	4680	0,27	0,26	0,25	0,26	0,26	0,26	0,258												
4680	4683	0,26	0,26	0,26	0,25	0,27	0,26	0,258	5,0											
4683	4687	0,25	0,27	0,26	0,26	0,27	0,25	0,258												
4687	4691	0,26	0,27	0,25	0,26	0,27	0,27	0,260			0,98				1,02					
4691	4695	0,26	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,265												
4695	4699	0,27	0,27	0,27	0,25	0,27	0,25	0,261			0,96									
4699	4702	0,25	0,27	0,25	0,25	0,27	0,26	0,258												
4702	4706	0,25	0,27	0,26	0,26	0,27	0,26	0,261				1,02		25,1						
4706	4710	0,26	0,27	0,26	0,26	0,27	0,26	0,261											336	
4710	4714	0,26	0,27	0,26	0,26	0,27	0,27	0,261	5,1											
4714	4718	0,26	0,27	0,27	0,25	0,25	0,26	0,259			0,99									
4718	4721	0,25	0,25	0,26	0,25	0,25	0,25	0,253							1,02					

4721	4725	0,25	0,25	0,25	0,26	0,27	0,26	0,257									
4725	4729	0,26	0,27	0,26	0,27	0,27	0,26	0,263									
4729	4733	0,27	0,27	0,26	0,26	0,27	0,27	0,265									
4733	4737	0,26	0,27	0,27	0,26	0,28	0,26	0,265									
4737	4740	0,26	0,28	0,26	0,25	0,27	0,25	0,261									
4740	4744	0,25	0,27	0,25	0,25	0,26	0,26	0,257		1,01	1,00		1,02				
4744	4748	0,25	0,26	0,26	0,26	0,25	0,26	0,256									
4748	4752	0,26	0,25	0,26	0,26	0,25	0,25	0,254									
4752	4756	0,26	0,25	0,25	0,25	0,26	0,26	0,254									
ADELANTAMIENTO																	
1274	1277	0,00	0,00	0,00	0,29	0,29	0,29	0,145									
1277	1281	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,290		0,97							
1281	1285	0,29	0,29	0,29	0,30	0,30	0,30	0,293									
1285	1289	0,30	0,30	0,30	0,30	0,29	0,30	0,296									
1289	1293	0,30	0,29	0,30	0,30	0,29	0,29	0,294		5,1							
1293	1296	0,30	0,29	0,29	0,30	0,29	0,30	0,294									
1296	1300	0,30	0,29	0,30	0,30	0,30	0,30	0,297									
1300	1304	0,30	0,30	0,30	0,29	0,29	0,29	0,295									
1304	1308	0,29	0,29	0,29	0,28	0,29	0,29	0,288									
1308	1312	0,28	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,288									
1312	1315	0,29	0,29	0,29	0,30	0,29	0,30	0,293									
1315	1319	0,30	0,29	0,30	0,29	0,30	0,29	0,294									
1319	1323	0,29	0,30	0,29	0,29	0,31	0,30	0,296									
1323	1327	0,29	0,31	0,30	0,29	0,29	0,29	0,295									
1327	1331	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,290									
1331	1334	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,290		5,1							
1334	1338	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,290									
1338	1342	0,29	0,29	0,29	0,30	0,30	0,30	0,294									
1342	1346	0,30	0,30	0,30	0,30	0,29	0,30	0,296									
1346	1350	0,30	0,29	0,30	0,30	0,29	0,29	0,294		4,9							

1350	1353	0,30	0,29	0,29	0,30	0,30	0,30	0,294												
1353	1357	0,30	0,30	0,30	0,29	0,31	0,30	0,297		0,99										
1357	1361	0,29	0,31	0,30	0,29	0,31	0,30	0,300												
1361	1365	0,29	0,31	0,30	0,29	0,31	0,30	0,300												
1365	1369	0,29	0,31	0,30	0,29	0,29	0,29	0,295	4,5											
1369	1372	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,290												
1372	1376	0,29	0,29	0,29	0,29	0,30	0,29	0,291												
1376	1380	0,29	0,30	0,29	0,29	0,31	0,30	0,295												
1380	1384	0,29	0,31	0,30	0,30	0,29	0,30	0,296												
1384	1388	0,30	0,29	0,30	0,30	0,29	0,30	0,295			0,95									
1388	1391	0,30	0,29	0,30	0,29	0,29	0,29	0,293												
1391	1395	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,290												
1395	1399	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,290												
1399	1403	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,290												
1403	1407	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,290												
1407	1410	0,29	0,29	0,29	0,29	0,30	0,29	0,292												
1410	1414	0,29	0,30	0,29	0,29	0,30	0,29	0,294		4,9										
1414	1418	0,29	0,30	0,29				0,294												
1418	1422																			
1422	1426																			
1426	1429																			
1429	1433																			
1433	1437																			
1437	1441																			
1441	1445																			
1445	1448																			
1448	1452																			
1452	1456																			
1456	1460																			
1460	1464																			
1464	1467																			
1467	1471																			
1471	1475																			
1475	1479																			

1479	1483																	
1483	1486																	
1486	1490																	
1490	1494																	
1494	1498																	
1498	1502																	
1502	1505																	
1505	1509																	
2118	2122																	
2122	2125				0,30	0,30	0,30	0,299										
2125	2129	0,30	0,30	0,30	0,31	0,28	0,29	0,297										
2129	2133	0,31	0,28	0,29	0,30	0,29	0,29	0,294										
2133	2137	0,30	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,292										
2137	2141	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,290										
2141	2144	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,290										
2144	2148	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,290										1,00
2148	2152	0,29	0,29	0,29	0,30	0,29	0,29	0,291										1,00
2152	2156	0,30	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,291										
2156	2160	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,291										
2160	2163	0,29	0,29	0,29	0,29	0,28	0,29	0,289										1,00
2163	2167	0,29	0,28	0,29	0,29	0,29	0,29	0,288										
2167	2171	0,29	0,29	0,29	0,31	0,29	0,29	0,291										
2171	2175	0,31	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,292										
2175	2179	0,29	0,29	0,29	0,30	0,29	0,30	0,293										
2179	2182	0,30	0,29	0,30	0,29	0,29	0,29	0,293										
2182	2186	0,29	0,29	0,29	0,29	0,30	0,29	0,291										0,98
2186	2190	0,29	0,30	0,29	0,29	0,31	0,30	0,296										
2190	2194	0,29	0,31	0,30	0,29	0,30	0,30	0,298										
2194	2198	0,29	0,30	0,30	0,30	0,29	0,29	0,295										
2198	2201	0,30	0,29	0,29	0,30	0,31	0,29	0,296										1,01
2201	2205	0,30	0,31	0,29	0,30	0,30	0,30	0,299										
2205	2209	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,299										

2209	2213	0,30	0,30	0,30	0,29	0,29	0,30	0,296						
2213	2217	0,29	0,29	0,30	0,30	0,30	0,29	0,294						
2217	2220	0,30	0,30	0,29	0,30	0,30	0,30	0,296				1,03		
2220	2224	0,30	0,30	0,30	0,30	0,29	0,30	0,296						
2224	2228	0,30	0,29	0,30	0,30	0,29	0,30	0,294						
2228	2232	0,30	0,29	0,30	0,30	0,29	0,30	0,294						
2232	2236	0,30	0,29	0,30	0,30	0,29	0,30	0,295						
2236	2239	0,30	0,29	0,30	0,29	0,29	0,29	0,293			1,00			
2239	2243	0,29	0,29	0,29	0,30	0,29	0,29	0,291				1,02		
2243	2247	0,30	0,29	0,29	0,30	0,30	0,29	0,294						
2247	2251	0,30	0,30	0,29	0,30	0,30	0,30	0,296						
2251	2255	0,30	0,30	0,30	0,29	0,29	0,28	0,291						
2255	2258	0,29	0,29	0,28	0,30	0,29	0,29	0,289						
2258	2262	0,30	0,29	0,29	0,30	0,29	0,29	0,293						
2262	2266	0,30	0,29	0,29	0,30	0,30	0,29	0,294				0,97		
2266	2270	0,30	0,30	0,29	0,32	0,30	0,30	0,300						
INICIO														
3855	3859				0,28	0,29	0,28	0,282						
3859	3863	0,28	0,29	0,28	0,30	0,30	0,30	0,290						
3863	3866	0,30	0,30	0,30	0,29	0,30	0,30	0,296						
3866	3870	0,29	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,296						
3870	3874	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,297						
3874	3878	0,30	0,30	0,30	0,31	0,30	0,30	0,299						
3878	3882	0,31	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,298						
3882	3885	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,297						
3885	3889	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,299						
3889	3893	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,298						
3893	3897	0,30	0,30	0,30	0,30	0,29	0,29	0,294						
3897	3901	0,30	0,29	0,29	0,30	0,29	0,29	0,293						
3901	3904	0,30	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,293						
3904	3908	0,29	0,29	0,29	0,30	0,30	0,30	0,294						
3908	3912	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,297						
3912	3916	0,30	0,30	0,30	0,30	0,31	0,30	0,301						

3916	3920	0,30	0,31	0,30	0,30	0,32	0,31	0,305										
3920	3923	0,30	0,32	0,31	0,30	0,31	0,30	0,304										
3923	3927	0,30	0,31	0,30	0,30	0,30	0,30	0,300										
3927	3931	0,30	0,30	0,30	0,30	0,29	0,29	0,295										
3931	3935	0,30	0,29	0,29	0,29	0,30	0,30	0,294										
3935	3939	0,29	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,296										
3939	3942	0,30	0,30	0,30	0,29	0,29	0,29	0,293										
3942	3946	0,29	0,29	0,29	0,30	0,29	0,29	0,291										
3946	3950	0,30	0,29	0,29	0,29	0,30	0,30	0,295										
3950	3954	0,29	0,30	0,30	0,29	0,29	0,29	0,294										
3954	3958	0,29	0,29	0,29	0,30	0,30	0,30	0,295										
3958	3961	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,298										
3961	3965	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,297										
3965	3969	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,299										
3969	3973	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,299										
3973	3977	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,298										
3977	3980	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,299										
3980	3984	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,300										
3984	3988	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,298										
3988	3992	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,299										
3992	3996	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,299										
3996	3999	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,299										
3999	4003	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,300										
4003	4007	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,298										
4007	4011	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,298										
4011	4015	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,300										
4015	4018	0,30	0,30	0,30	0,29	0,29	0,29	0,295										
4018	4022	0,29	0,29	0,29				0,290										
4022	4026	0,00	0,00	0,00				0,000										
		0,00	0,00	0,00				0,000										
INICIO																		
4398	4402	0,00	0,00	0,00				0,000										
4402	4406	0,00	0,00	0,00				0,000										
4406	4410	0,00	0,00	0,00	0,30	0,30	0,30	0,150										

4410	4414	0,30	0,30	0,30	0,29	0,30	0,30	0,298										
4414	4417	0,29	0,30	0,30	0,29	0,29	0,29	0,293										
4417	4421	0,29	0,29	0,29	0,29	0,30	0,29	0,291										
4421	4425	0,29	0,30	0,29	0,30	0,29	0,30	0,294										
4425	4429	0,30	0,29	0,30	0,30	0,30	0,30	0,298										
4429	4433	0,30	0,30	0,30	0,30	0,31	0,31	0,303										
4433	4436	0,30	0,31	0,31	0,30	0,29	0,30	0,300										
4436	4440	0,30	0,29	0,30	0,30	0,29	0,30	0,295										
4440	4444	0,30	0,29	0,30	0,30	0,31	0,31	0,300										
4444	4448	0,30	0,31	0,31	0,30	0,30	0,30	0,303										
4448	4452	0,30	0,30	0,30	0,29	0,29	0,29	0,294										
4452	4455	0,29	0,29	0,29	0,29	0,28	0,30	0,290										
4455	4459	0,29	0,28	0,30	0,30	0,29	0,31	0,296										
4459	4463	0,30	0,29	0,31	0,29	0,29	0,30	0,297										
4463	4467	0,29	0,29	0,30	0,29	0,29	0,30	0,293										
4467	4471	0,29	0,29	0,30	0,29	0,29	0,30	0,291										
4471	4474	0,29	0,29	0,30	0,29	0,29	0,30	0,292										
4474	4478	0,29	0,29	0,30	0,29	0,29	0,29	0,292										
4478	4482	0,29	0,29	0,29	0,30	0,29	0,30	0,293										
4482	4486	0,30	0,29	0,30	0,30	0,29	0,30	0,296										
4486	4490	0,30	0,29	0,30	0,29	0,29	0,30	0,295										
4490	4493	0,29	0,29	0,30	0,30	0,29	0,29	0,294										
4493	4497	0,30	0,29	0,29	0,30	0,29	0,30	0,296										
4497	4501																	
4501	4505																	
4505	4509																	
4509	4512																	
4512	4516																	
4516	4520																	
4520	4524																	
4524	4528																	
4528	4531																	
4531	4535																	
4535	4539																	

4539	4543																		
4543	4547																		
4547	4550																		
4550	4554																		
4554	4558																		
4558	4562																		
4562	4566				0,31	0,29	0,29	0,299											
4566	4569	0,31	0,29	0,29	0,31	0,30	0,30	0,301											
4569	4573	0,31	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,300											
4573	4577	0,30	0,30	0,30	0,30	0,31	0,30	0,299											
4577	4581	0,30	0,31	0,30	0,31	0,31	0,30	0,303											
4581	4585	0,31	0,31	0,30	0,29	0,29	0,30	0,300											
4585	4588	0,29	0,29	0,30	0,32	0,30	0,30	0,300											
4588	4592	0,32	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,302											
4592	4596	0,30	0,30	0,30	0,31	0,29	0,29	0,297											
4596	4600	0,31	0,29	0,29	0,30	0,29	0,29	0,295											
4600	4604	0,30	0,29	0,29	0,30	0,29	0,29	0,294											
4604	4607	0,30	0,29	0,29	0,31	0,29	0,29	0,295											
4607	4611	0,31	0,29	0,29	0,30	0,29	0,30	0,296											
4611	4615	0,30	0,29	0,30	0,31	0,30	0,30	0,300											
4615	4619	0,31	0,30	0,30	0,30	0,30	0,31	0,303											
4619	4623	0,30	0,30	0,31	0,30	0,30	0,30	0,301											
4623	4626	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,300											
4626	4630	0,30	0,30	0,30	0,31	0,30	0,30	0,300											
4630	4634	0,31	0,30	0,30	0,30	0,29	0,30	0,297											
4634	4638	0,30	0,29	0,30	0,30	0,29	0,29	0,293											
4638	4642	0,30	0,29	0,29	0,30	0,30	0,31	0,298											
4642	4645	0,30	0,30	0,31	0,31	0,31	0,31	0,304											
4645	4649	0,31	0,31	0,31	0,32	0,31	0,31	0,308											
4649	4653	0,32	0,31	0,31	0,32	0,32	0,32	0,312											
4653	4657	0,32	0,32	0,32	0,31	0,31	0,31	0,313											
4657	4661	0,31	0,31	0,31	0,30	0,30	0,30	0,303											

Anexo B. Plan de Inspección y Ensayo

BIBLIOGRAFIA

- Diseño de pavimentos unión temporal conexión vial metropolitana
- Especificaciones para la construcción de carreteras de INVIAS
- Normas de ensayo para materiales de INVIAS