

**SEGUIMIENTO EN LA REPARACION DE VIAS EN ZONAS AFECTADAS POR
LA REPOSICION DE TUBERIA**

CRISTIAN ORLANDO GONZALEZ RUEDA

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE INGENIERIA
FACULTA DE INGENIERIA CIVIL
BUCARAMANGA**

2017

**SEGUIMIENTO EN LA REPARACION DE VIAS EN ZONAS AFECTADAS POR
LA REPOSICION DE TUBERIA**

CRISTIAN ORLANDO GONZALEZ RUEDA

**Práctica empresarial como requisito para optar al título de
Ingeniero Civil**

Director

MSc. Aldemar Remolina Millán

Ingeniero Civil

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

ESCUELA DE INGENIERIA

FACULTA DE INGENIERIA CIVIL

BUCARAMANGA

2017

NOTA DE ACEPTACION

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Bucaramanga, Noviembre 2017

Este logro es dedicado a mi madre,

Por el esfuerzo que hizo día tras día,

Para formarme como persona y profesional

Brindándome los valores que me caracterizan.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco primero a Dios porque sin el nada de esto sería posible.

A mis padres por brindarme la educación, el apoyo y lecciones de vida.

En especial a mi madre por cada consejo brindado, por su amor y compañía incondicional, porque sin ella nada fuera posible y por luchar por nuestra familia.

Agradecer a mi papá, hermana y hermanito por estar presentes desde que inicie mi carrera y por brindarme momentos inolvidables a su lado.

A mi sobrina Danna Valentina Florez Rueda por ser ese toque de inspiración en lo último de mi carrera y por cada alegría junto a ella.

A mi abuela Ana Hilda Malagón por estar siempre presente que sin sus correcciones de comportamiento desde que era un niño no habría dejado atrás algunas malas actitudes y porque sin ella no sería la persona que hoy en día soy.

A mi tío Nicolás Rueda Malagón que fue un gran apoyo al comenzar y durante toda la carrera, que con su amor y consejos han forjado en mí, valores importantes para formarme como persona y como profesional.

A mi director de práctica ingeniero Aldemar Remolina Millan que con su pasión a la ingeniería civil y su gran trabajo me contagio de energía para enfrentar nuevos retos y siempre dar lo mejor de mí en esta práctica.

Por último, agradecer a mis compañeros, amigos y profesores que estuvieron presentes en cada semestre de mi carrera, con los que compartí momentos de alegría y tristeza que quedaran en los corazones.

Tabla de Contenido

INTRODUCCION.....	14
OBJETIVOS	15
Objetivo General	15
Objetivos Específicos	15
1. INFORMACION ACERCA DE LA EMPRESA ECOZONA S.A.S	16
1.1. Reseña Histórica.....	16
1.2. Quienes Somos.....	16
1.3. Visión	16
1.4. Misión	16
1.5. Metas	16
1.6. Objetivos Corporativos	17
1.7. Valores Corporativos.....	17
1.8. Políticas de la seguridad y salud en el trabajo – SST	18
1.9. Política de alcohol, tabaco y drogas	19
1.10. Política de acoso labora	19
1.11. Objetivos del sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo (SG-SST) 20	
1.12. Organigrama Ecozona S.A.S	21
1.13. Organigrama inicial del proyecto	22
1.14. Organigrama final del proyecto	23
2. DESCRIPCION DEL PROYECTO.....	24
2.1. Características de un proyecto.....	24
3. IDONEIDAD DEL SUPERVISOR TECNICA Y SU PERSONAL AUXILIAR 28	
3.1. Supervisor técnico.....	28
3.2. Personal auxiliar.....	29
4. MARCO TEORICO	31
4.1. Sello Asfaltico	31
4.1.1.Historia de la emulsión asfáltica	31

4.1.2. Componentes de la emulsión asfáltica	32
4.1.3. Usos emulsiones asfálticas	33
4.1.4. Aplicación.....	35
4.1.5. Ventajas	36
4.2. Reutilización de pavimento flexible	36
4.3. Enfermedades laborales en el sector de la pavimentación.....	39
4.4. Concreto rígido.....	44
4.4.1. El suelo	44
4.4.2. Colocación de acero y juntas	44
4.4.3. Concreto	45
4.4.4. Curado	46
4.4.5. Texturizado	47
4.4.6. Beneficios del concreto	47
4.5. Mejoramiento de la subrasante con piedra rajón	47
4.6. Pavimento de concreto optimizados – losas de mejor tamaño y espesor	48
4.7. Reutilización del pavimento rígido (Concreto)	50
4.8. Pavimento rígido vs pavimento flexible	51
5. ACTIVIDADES DESARROLLADAS	55
5.1. Localización y replanteo.....	55
5.2. Cerramiento con malla verde	61
5.3. Excavación manual en material común	64
5.4. Demolición de pavimento asfáltico y en concreto rígido	67
5.5. Mejoramiento de la subrasante con piedra rajón	69
5.6. Base granular y suelo cemento	71
5.7. Compactación	74
5.8. Pavimentación de la red principal y domiciliaria	76
5.9. Acero de refuerzo.....	78
5.10. Concreto de 3000 Psi.....	80
5.11. Sello asfáltico	84
OBSERVACIONES	90
RECOMENDACIONES.....	92

CONCLUSIONES.....	93
BIBLIOGRAFIA	94

Lista de Tablas

Tabla 1 Grado de supervisión técnica recomendado	30
Tabla 2 Riesgos en la nivelación y compactación	41
Tabla 3 Riesgos en la imprimación	41
Tabla 4 Riesgo de la pavimentación	42
Tabla 5 Beneficios del concreto	47
Tabla 6 Pavimento rígido vs pavimento flexible	53

Lista de Ilustraciones

Ilustración 1 El triángulo de la restricción	26
Ilustración 2 Componente de la emulsión asfáltica	32
Ilustración 3 Tratamiento usando emulsión asfáltico	34
Ilustración 4 Tratamiento superficial en varias capas	34
Ilustración 5 Fisuramiento de un pavimento	35
Ilustración 6 Utilización en la fabricación de mezclas recicladas en Europa	38
Ilustración 7- Vista satelital	55
Ilustración 8 - In situ	56
Ilustración 9 - Vista satelital	56
Ilustración 10 - In situ	57
Ilustración 11 - Vista satelital	57
Ilustración 12 - In situ	58
Ilustración 13 - Vista satelital	58
Ilustración 14 - In situ	59
Ilustración 15 - Vista satelital	59
Ilustración 16 - In situ	60
Ilustración 17 - Cerramiento en el barrio Santa Cruz, Girón	61
Ilustración 18 - Cerramiento en el barrio Bucaramanga, Bucaramanga	62
Ilustración 19 - Cerramiento en el barrio El Poblado, Girón	62
Ilustración 20 - Cerramiento en el barrio Nariño, Bucaramanga	63
Ilustración 21 - Excavación barrio El Poblado, Girón	65
Ilustración 22 - Excavación barrio Nariño, Bucaramanga	65
Ilustración 23 - Excavación barrio Santa Cruz, Girón	66
Ilustración 24 - Excavación barrio Bucaramanga, Bucaramanga	66
Ilustración 25 - Demolición de pavimento y concreto en el barrio Bucaramanga, Bucaramanga	67
Ilustración 26 - Demolición de pavimento y concreto en el barrio Bucaramanga, Bucaramanga	68
Ilustración 27 - Demolición de pavimento en el barrio Nariño, Bucaramanga	68
Ilustración 28 - Piedra rajón barrio Bucaramanga, Bucaramanga	70
Ilustración 29 - Piedra rajón barrio Bucaramanga, Bucaramanga	70
Ilustración 30 - Base en el barrio Santa Cruz, Girón	71
Ilustración 31 - Base en el barrio El Poblado, Girón	72
Ilustración 32 - Base en suelo cemento barrio Bucaramanga, Bucaramanga	72
Ilustración 33 - Base en el barrio Nariño, Bucaramanga	73
Ilustración 34 - Compactación base granular en el Barrio Bucaramanga, Bucaramanga	74
Ilustración 35 - Compactación de la rasante de la red principal y domiciliarias en el barrio El Poblado, Girón	75

Ilustración 36 - Compactación pavimento red principal y domiciliarias en el barrio El Poblado, Girón.....	75
Ilustración 37- Pavimentación espina de pescado barrio El Poblado, Girón.....	76
Ilustración 38 - Pavimentación espina de pescado barrio Santa Cruz, Girón	77
Ilustración 39 - Colocación de la malla electrosoldada barrio Bucaramanga, Bucaramanga	78
Ilustración 40 - Colocación de las juntas entre losas en el barrio Bucaramanga, Bucaramanga	79
Ilustración 41 - Maquina mezcladora de concreto	80
Ilustración 42 - Preparación del concreto en obra.....	81
Ilustración 43 - Capa de concreto de 10 cm para colocación de la malla electrosoldada	81
Ilustración 44 - Primera losa en concreto terminada (sin rayar)	82
Ilustración 45 - Losa en concreto con rayado	82
Ilustración 46 - Pavimento en concreto terminado en el barrio Bucaramanga, Bucaramanga	83
Ilustración 47 - Riego de impregnación asfáltica en el barrio El Poblado, Girón ...	85
Ilustración 48 - Sello asfáltico en el barrio El Poblado, Girón.	85
Ilustración 49 - Barrio El Poblado, Girón	86
Ilustración 50 - Riego de impregnación asfáltica en el barrio Nariño, Bucaramanga	86
Ilustración 51 - Sello asfáltico en el barrio Nariño, Bucaramanga	87
Ilustración 52 - Barrio Nariño, Bucaramanga	87
Ilustración 53 - Riego de impregnación asfáltica en el barrio Mutis, Bucaramanga	88
Ilustración 54 - Sello asfáltico en el barrio Mutis, Bucaramanga	88
Ilustración 55 - Barrio Mutis, Bucaramanga	89

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO: SEGUIMIENTO EN LA REPARACION DE VIAS EN ZONAS AFECTADAS POR LA REPOSICION DE TUBERIA

AUTOR(ES): CRISTIAN ORLANDO GONZALEZ RUEDA

PROGRAMA: Facultad de Ingeniería Civil

DIRECTOR(A): ING. MSc. ALDEMAR REMOLINA MILLAN

RESUMEN

El presente documento contiene información acerca de las prácticas empresariales realizadas por el estudiante Cristian Orlando Gonzalez Rueda, prácticas que son realizadas en la empresa ECOZONA S.A.S, el cual tiene como representante legal a Carlos Alberto Franco Duran. El practicante labora como ingeniero auxiliar de residencia y tiene como objetivo realizar el seguimiento y control de la construcción de la recuperación del pavimento en sitio donde EMPAS S.A realice trabajos de alcantarillado en los municipios del área metropolitana y es supervisada por el ingeniero Fredy Rolando Morante Pico. Este documento tiene una breve reseña de la técnica aplicada para el mejoramiento del pavimento flexible por medio de sellos asfaltos y pavimento rígido, y se presenta todo el proceso constructivo y cada una de las actividades realizar para poder lograr el objetivo final del contrato

PALABRAS CLAVE:

pavimento rígido y flexible, seguimiento y control de obra

V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE

TITLE: FOLLOW -UP ON THE REPAIR OF ROADS IN ZONES AFFECTED BY THE REPLACEMENT OF PIPELINE

AUTHOR(S): CRISTIAN ORLANDO GONZALEZ RUEDA

FACULTY: Facultad de Ingeniería Civil

DIRECTOR: ING. MSc. ALDEMAR REMOLINA MILLAN

ABSTRACT

This document contains information about the business practices carried out by the student Cristian Orlando Gonzalez Rueda, practices that are carried out in the Company ECOZONA S.A.S, which has as legal representative Carlos Alberto Franco Duran. The practitioner Works as an auxiliary engineer of residence and aims to perform the monitoring and control of the construction of pavement recovery as sites where EMPAS S.A. perform sewer work in the municipalities of the metropolitan área and is supervised by the enginner Fredy Rolando Morantes Perico. This documents has a brief overview of the techinque applied to the improvement of the flexible pavement by means of asplhalt seals and rigid pavement, and the entire construction process and each of the activities carried out in order to achieve the final objective of the contract is presented

KEYWORDS:

rigid and flexible pavement, monitoring and control of work

V° B° DIRECTOR OF GRADUATE WORK

INTRODUCCION

Con el fin de mejorar la infraestructura vial de los distintos sitios del municipio de Bucaramanga, Floridablanca y Girón. La empresa contratante EMPAS S.A ha decidido realizar la recuperación del pavimento en toda el área metropolitana donde se tuvo que intervenir para mejorar el sistema de alcantarillado.

En el informe se presentan las distintas actividades que se van a realizar por parte del practicante y se mostraran las diferentes situaciones que se pueden presentar durante la ejecución de la obra.

Este proyecto consistió en el mejoramiento de la estructura vial de 5 sitios donde la empresa EMPAS S.A. realizo el mejoramiento de la tubería de alcantarillado y por ende tuvo que intervenir el pavimento. Por este motiva se ha contratado a ECOZONA S.A.S para realizar las actividades necesarias para dejar la vía en perfecto estado siendo en pavimento rígido o flexible.

Para este proyecto se debe cumplir con todos los requisitos de calidad asignados por el contratista para que el sello asphaltico y el concreto rígido cumpla todas las condiciones de seguridad que debería tener una vía.

OBJETIVOS

Objetivo General

Fortalecer las competencias formativas, con el objetivo de ampliar la visión profesional poniendo en práctica la formación académica obtenida durante el pregrado en la planeación, ejecución y control de obras civiles.

Objetivos Específicos

Seguimiento y control de avance de obras

Control de la calidad de materiales en obra

1. INFORMACION ACERCA DE LA EMPRESA ECOZONA S.A.S

1.1. Reseña Histórica

Con el entusiasmo de crear empresa, generar empleo y trabajar para las necesidades de los ciudadanos surge el 01 de Agosto del 2012 en la Ciudad de Bucaramanga la idea de asociarse Arquitectos, Ingenieros, Contadores y Administradores; para conformar ECOZONA S.A.S con la idea de mantener un compromiso de Calidad, con un sentido de pertenencia para con su departamento y el país entero, demostrando a través de su trabajo, basado en proyectos de consultorías, diseño y ejecución de obras en las diferentes ramas buscando lograr siempre el continuo desarrollo de la región y el sector productivo perteneciente.

1.2. Quienes Somos

Es una empresa de servicios de ingeniería, cuyo principal objetivo es el apoyo y asistencia profesional a entidades públicas y privadas, especialmente en dedicado a desarrollar todo tipo de proyectos en el campo de la arquitectura y de la ingeniería mediante el empleo de buenas prácticas como el control de la calidad, protección del medio ambiente siendo estos nuestros pilares para que el cliente siempre este satisfecho con el producto final.

1.3. Visión

Ser una empresa constructora líder en el Mercado Colombiano y comprometida con el mejoramiento de la infraestructura Urbana, Arquitectónica a nivel público y privado, contando con ello con un equipo Humano y tecnológico de primera calidad que nos permita ser reconocida por su Capacidad, Calidad, Cumplimiento y Seguridad, buscando posicionarnos en los próximos 5 años en el mercado de la construcción a nivel Local y Nacional.

1.4. Misión

Nuestra Misión es afirmarnos como una empresa, comprometida con sus Clientes en el fiel cumplimiento de los contratos Adjudicados, en el Plazo contratado al precio convenido y con Seguridad.

1.5. Metas

- No perder la credibilidad como empresa económica, financieramente estructurada y con capacidad para realizar proyectos a nivel nacional.
- Crear y desarrollar conceptos arquitectónicos y de ingeniería, que excedan las necesidades de nuestros clientes en términos de calidad, cumplimiento, servicios, confiabilidad y protección de medio ambiente a costos competitivos.

- Ser la mejor alternativa para nuestros clientes.
- Hacer de nuestros trabajadores, nuestro mayor valor.
- Tener un parque de maquinaria, que pueda cumplir con los objetivos definidos en régimen de competitividad y eficacia.
- Compromiso de rentabilidad con nuestros socios.
- Contribuir al desarrollo de nuestro país.
- Cumplir rigurosamente los objetivos trazados.

1.6. Objetivos Corporativos

- Comerciales: Mantener una comunicación efectiva que permita conocer y satisfacer los requerimientos de nuestros clientes, ofreciendo la mejor Calidad y servicio al mejor costo-Beneficio.
- Operativo: Mejorar sistemática y continuamente en la prestación del servicio del diseño, consultoría, interventoría y construcción, con la participación creativa del capital Humano y el manejo continuo de estándares de calidad, buscando permanentemente la satisfacción del cliente.
- Financiero: Garantizar rendimientos financieros sostenibles en el mediano y largo plazo.

1.7. Valores Corporativos

- Compromiso
- Eficiencia
- Excelencia
- Respeto por el medio ambiente
- Innovación
- Ética
- Responsabilidad

- Trabajo en equipo
- Cumplimiento

1.8. Políticas de la seguridad y salud en el trabajo – SST

ECOZONA S.A.S., establece dentro de sus actividades la implementación y el desarrollo del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo apoyadas desde la Gerencia y el cual va dirigido a velar por el completo bienestar físico, mental y social de los trabajadores ofreciendo lugares de trabajo seguro y adecuado.

En ECOZONA S.A.S., la prevención de accidentes de trabajo y enfermedades laborales tiene tanta importancia como la prestación de sus servicios.

En ECOZONA S.A.S., los procedimientos de higiene y seguridad industrial se deben implementar paso a paso en los procesos de trabajo en todas las áreas; el Gerente velara por que estos se estén implementando de acuerdo con la programación generada a partir de la priorización de los factores de riesgo ocupacional identificados, para lo cual se destinaran los recursos financieros y llevar a cabo este compromiso.

Para cumplir dichos principios el Gerente se compromete a:

- Trabajar de la mano con el Vigía de Seguridad y salud en el trabajo, y las Brigadas de Emergencia.
- Destinar los recursos físicos, técnicos y financieros que se requieran para el cumplimiento, de las actividades de control de los factores de riesgo presentes en el proceso de su actividad económica, que puedan originar accidentes de trabajo y enfermedades de origen laboral.
- Promover el desarrollo de normas y procedimientos seguros para el desarrollo de procesos y ejecución de tareas que redunden en el desarrollo seguro de actividades.
- Diseñar y mantener activo un programa de inducción y re inducción al puesto de trabajo.
- Implementar actividades de promoción y prevención orientadas al mejoramiento de las condiciones de trabajo y salud de los trabajadores de la organización.

1.9. Política de alcohol, tabaco y drogas

ECOZONA S.A.S. es consciente que el uso de sustancias alucinógenas y psicoactivas y el consumo regular de alcohol y tabaco, son nocivos para la salud de nuestros empleados y de igual forma disminuyen la capacidad laboral para desempeñarse en forma adecuada, afectando seriamente la seguridad, eficiencia, productividad de los empleados y de la empresa en general.

Debido a ello, la empresa prohíbe:

- Está prohibido el uso, posesión y/o comercialización de drogas ilícitas, bebidas embriagantes y tabaco al igual que el uso inapropiado de sustancias psicotrópicas (agentes químicos que actúan sobre el sistema nervioso central, lo cual trae como consecuencia cambios temporales en la percepción, ánimo, estado de conciencia y comportamiento), por parte de los trabajadores, contratistas y subcontratista durante las horas de trabajo, sean estas dentro o fuera de las instalaciones.
- Igualmente está prohibido el uso de cualquier sustancia que atente contra la seguridad propia o la de otros trabajadores, contratistas o subcontratistas en el normal desempeño laboral.
- A todos los empleados presentarse al sitio de trabajo bajo la influencia del alcohol, estupefacientes o sustancias psicotrópicas (Drogas que tienen la habilidad de alterar los sentimientos, percepciones o humor del individuo (afectan el sistema nervioso central), produciendo excitación e incoordinación psicomotora), así como consumirlas y/o incitar a consumirlas en dicho sitio.

Por con siguiente la empresa promueve y fomenta actividades, campañas de capacitación y sensibilización para prevenir e informar a todos sus trabajadores, contratistas que se encuentren involucrados en los proyectos de ejecución.

La violación de esta política, así como la oposición a las inspecciones o toma de muestras, se considera falta grave y en consecuencia la Empresa puede adoptar medidas disciplinarias, inclusive dar por finalizado el contrato de trabajo por justa causa de acuerdo con lo establecido en el Reglamento Interno de Trabajo y la Ley, según sea el caso.

1.10. Política de acoso labora

ECOZONA S.A.S. da cumplimiento a la Ley 1010 de 2006, Resolución 652 y 1356 de 2012, conformando el Comité de Convivencia Laboral con el propósito de prevenir los casos de acoso laboral; de ésta manera se asignaran los recursos necesarios para el funcionamiento del mismo, realizando actividades de capacitación en temas significativos para lograr una armonía en las distintas áreas

de trabajo, comunicación asertiva y se manejen estrategias de resolución de conflictos efectivas y que no impacten de forma negativa el clima laboral.

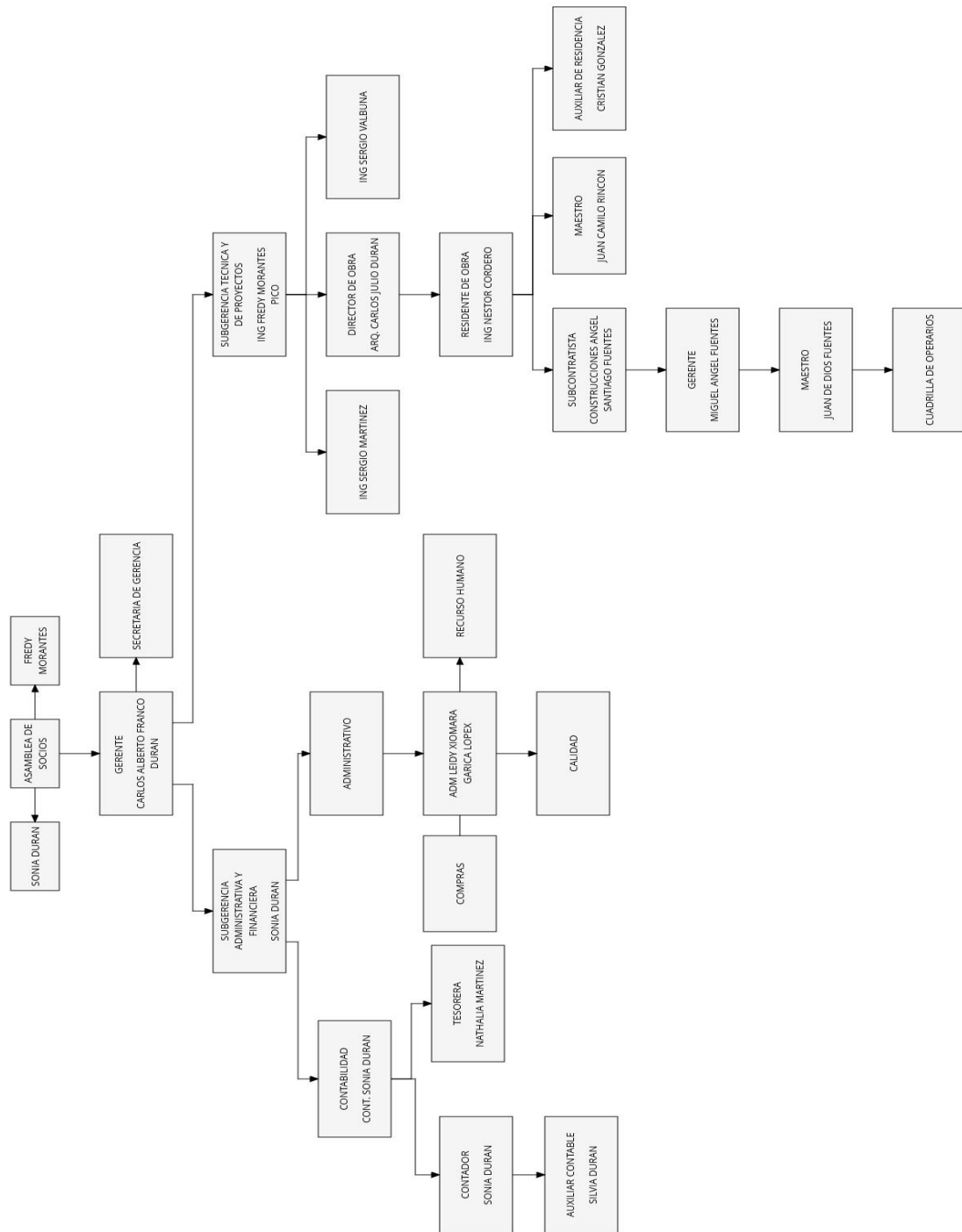
Por lo anterior **ECOZONA S.A.S** se compromete a prevenir y erradicar las conductas del acoso laboral y a defender los derechos de todos los trabajadores para generar un ambiente de trabajo sano, seguro y adecuado.

Esta política será publicada, divulgada y actualizada cada vez que la organización lo considere pertinente. De igual manera estará disponible a todas las partes interesadas.

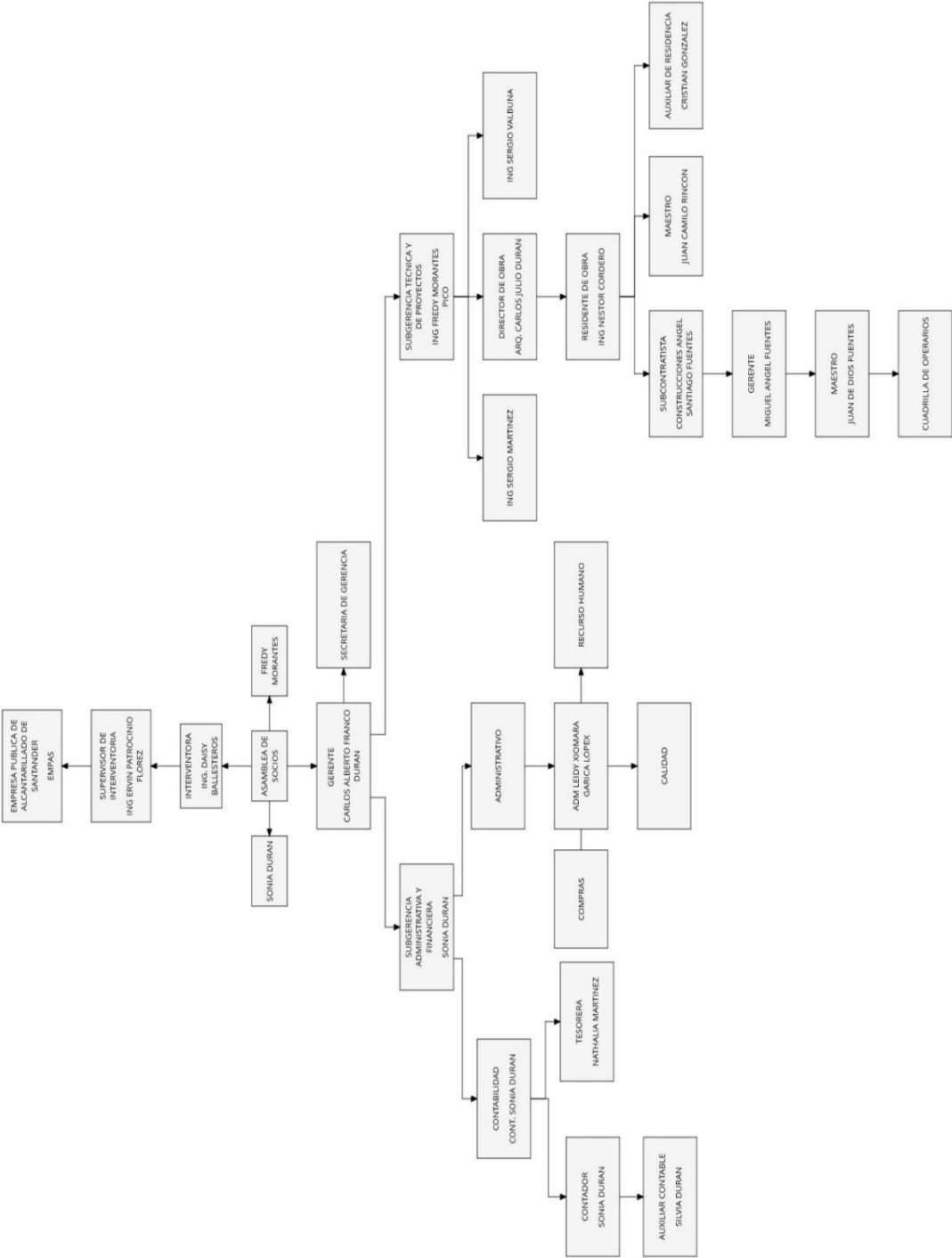
1.11. Objetivos del sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo (SG-SST)

- Garantizar las condiciones de trabajo seguras mediante la identificación, evaluación y el control de los factores riesgo en los lugares de trabajo
- Garantizar el cumplimiento de los requisitos legales que en materia de seguridad y salud en el trabajo apliquen a la organización.
- Implementar sistemas de tratamiento para los riesgos significativos que aporten a disminuir la probabilidad de ocurrencia y las consecuencias.
- Definir la estructura y responsabilidades del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el trabajo SG-SST.
- Implementar un plan de prevención, respuesta y recuperación ante emergencias.
- Monitorear el desempeño del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el trabajo SG-SS

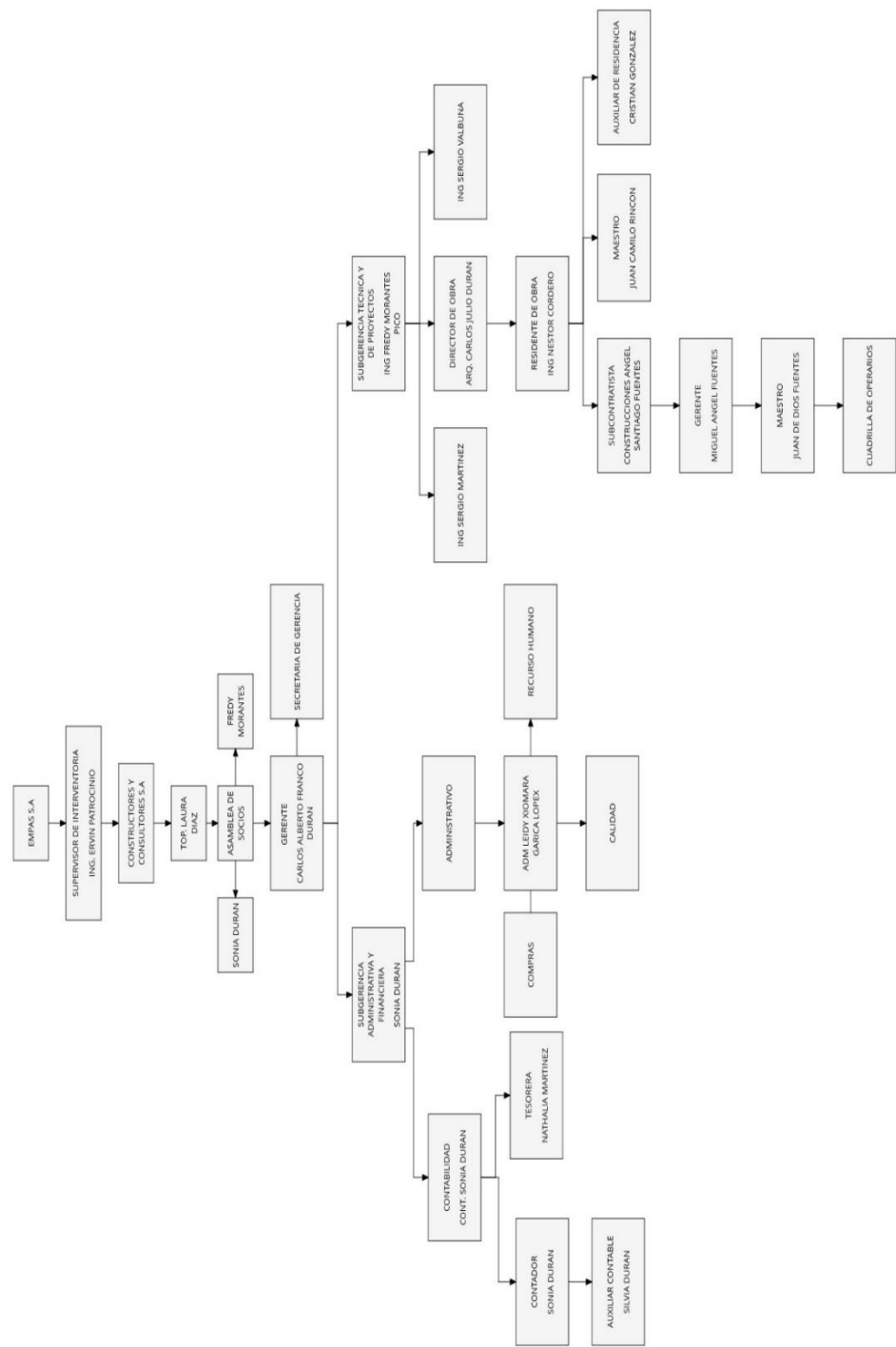
1.12. Organigrama Ecozona S.A.S



1.13. Organigrama inicial del proyecto



1.14. Organigrama final del proyecto



2. DESCRIPCION DEL PROYECTO

Con el fin de mejorar la infraestructura vial de los distintos sitios del municipio de Bucaramanga, Floridablanca y Girón, la empresa contratante EMPAS S.A ha decidido realizar la recuperación del pavimento en toda el área metropolitana donde tuvieron que intervenir para mejorar el sistema de alcantarillado.

La empresa contratante decidió dividir el contrato en dos fases, para poder tener mayor control de las distintas zonas donde se piensa realizar las recuperaciones de las vías. En la primera etapa la cual se está realizando actualmente se encuentra cinco vías involucradas.

La primera es en el Barrio Bucaramanga la cual se le hizo una rehabilitación total del suelo por las condiciones en las que se encontraba y se va a pavimentar en concreto rígido por decisión de la empresa contratante, también se encuentran el Barrio Nariño, Poblado y Santa Cruz estos dos últimos en el municipio de Girón, estas tres obras se piensa realizar el mismo proceso de recuperación, como primero excavación en el cajeo de la red principal y secundarias después se hará en relleno con materiales granulares como base y por último se aplicara el sello asfaltico para dar por terminado.

La última vía que se piensa intervenir se encuentra en el Barrio Mutis, aquí la empresa contratante EMPAS S.A ya había realizado la recuperación de la base y se encontraba la vía con la espina de pescado en pavimento, aquí solo se debe realizar la aplicación del sello asfaltico para dar por acabada la vía.

Actualmente ya se ha entregado completamente las vías de los barrios Nariño, Mutis, Poblado y Barrio Bucaramanga. En ejecución se encuentra el barrio Santa Cruz y otras vías externas en las que se ha apoyado, importante aclarar que se realizó un cambio de interventoría y durante una semana y media se seguían realizando algunas actividades en las obras, pero de una forma lenta por que la nueva interventoría quería realizar el empalme con la anterior interventoría haciendo reuniones para analizar las actividades de contrato que quedan pendientes.

2.1. Características de un proyecto

Para poder definir las características de un proyecto se debe pensar en primera instancia en saber gestionar un proyecto, la gestión de un proyecto es el uso de las habilidades, conocimientos y técnicas para poder ejecutar de manera eficaz y eficiente cualquier obra en la cual se esté trabajando y es una estrategia que ayuda a mejorar los resultados obtenidos al final para poder cumplir con las metas que tiene la empresa. [14]

Según la Asociación para la Gestión de Proyectos (APM,2013) la gestión de un proyecto se enfoca en controlar algunas características que implican un mejor rendimiento en la ejecución. [14]

- Comprender las necesidades de los grupos de interés
- Planificar que se necesita hacer, cuando, por quien y bajo qué instancias
- Coordina el trabajo de las personas involucradas
- Supervisar el trabajo que se realiza
- Gestionar cualquier cambio de plan
- Alcanzar resultados satisfactorios

Para poder alcanzar las metas propuestas al iniciar la gestión del proyecto se debe estudiar por qué se debe realizar y lo que se lograra hacer para crear ese estado de satisfacción en la comunidad la cual está involucrada.

Para el área metropolitana en los planes de desarrollo efectuados en los tres municipios es importante el mejoramiento de la malla vial de cada sector, como meta o propósito para los tres municipios en los que se desarrolla es importante cumplir con las metas resultados en los planes de desarrollo y realizar la gestión del mantenimiento de la malla vial en gran parte de la ciudad; para la empresa EMPAS S.A es importante dejar las vías como inicialmente estaban antes de que ellos la intervinieran haciendo los respectivos cambios de tubería en el alcantarillado y para la empresa contratista la meta es realizar un trabajo satisfactorio para la comunidad y para la empresa contratista la cual es la que verifica que las actividades ejecutadas durante la obra se hayan realizado de acuerdo a las normas establecidas.

Para poder lograr la meta establecida en un proyecto se deben ir cumpliendo ciertos objetivos los cuales afectarían el desarrollo del proyecto si alguno de ellos se encuentra fallando, así que se debería considerar como criterios para el éxito de un proyecto porque estos podrían estar determinando el resultado final de la obra y dependiendo de cada uno se podría decir que tan exitoso fue o no el proyecto.

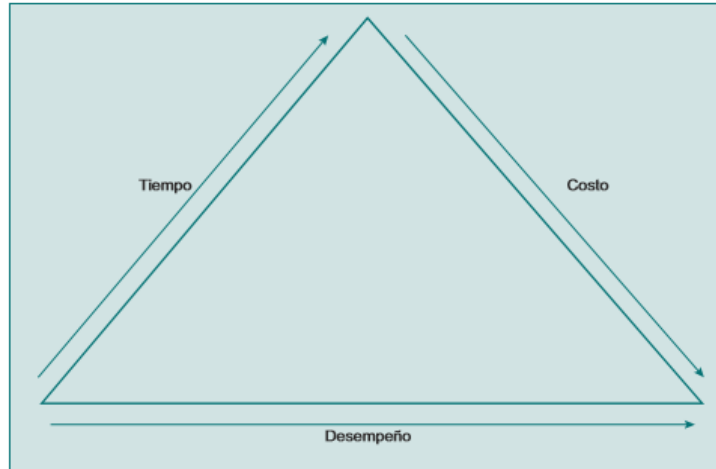
Cuando se habla de gestión de proyectos se deben analizar objetivos múltiples para un proyecto pequeño, mediano y grande.

- Tiempo
- Costo
- Desempeño
- Riesgo

Para cualquier obra los tres primeros objetivos vienen amarrados uno del otro, esto quiere decir que si alguno de estos disminuye los otros dos empiezan a variar al mismo tiempo.

En la siguiente **Ilustración 1** se muestra el concepto de objetivos múltiples respecto al tiempo, costo y desempeño. [14]

Ilustración 1El triángulo de la restricción



Fuente: Gestión de Proyectos, Dr. William Wallace

Representa el triángulo de triple restricción aquí se muestra la realidad al ejecutar una obra y como entre estas tres características se afectan una con otras.

Trayendo este triángulo y representándolo en la práctica empresarial con la obra que se está ejecutando se puede decir que por problemas que se han venido presentando en obra han representado la disminución del desempeño y esto hace que el tiempo que estaba estipulado una actividad tenga que ampliarse para poder ejecutar completamente y que a raíz de este inconveniente se ha aumentado el tiempo y se ha disminuido el desempeño o rendimiento de los trabajadores y se ha tenido que contemplar un sobre costo por los retrasos que se están presentando al tener que detener el trabajo en la obra.

Respecto a nuestro último objetivo mencionado se toma como esos problemas que se pueden presentar en una obra y que puede afectar la ejecución de la misma. Esta incertidumbre se debe tener en cuenta para muchas situaciones y en algunas ocasiones podemos tener la solución en el mismo instante que se presenta, pero por falta de planeación se debe detener la ejecución de la obra.

En la ejecución de la obra se han venido presentando distintas situaciones las cuales han afectado el desarrollo de la obra y por ende se ha tomado la determinación de detener la obra, en algunas ocasiones se ha podido solucionar de forma rápida y en otras no, todo ha dependido de la gravedad de la situación que se presenta.

Las siguientes son situaciones que se han presentado en el proyecto y han afectado de forma importante el proceso.

- Fuerte y constantes lluvias en horas de la tarde en el Barrio Bucaramanga.
- Rotura de dos tubos de acueducto uno en el barrio Bucaramanga y el otro en el barrio El Poblado en el sector de Girón.
- Fallas y contaminación del suelo en el barrio Bucaramanga.
- Problemas en el funcionamiento de la planta de asfalto que han generado demoras a la hora de enviar el pavimento.
- Dificulta en el acceso de la volqueta a la hora de descargar el triturado y la arena.

3. IDONEIDAD DEL SUPERVISOR TECNICA Y SU PERSONAL AUXILIAR

Según la Real Academia Española la palabra idóneo es un adjetivo que tiene como significado “Adecuado y apropiado para algo”. Si relacionamos esta palabra con nuestra práctica empresarial y el compromiso que tenemos como futuros ingenieros civiles de la Universidad Pontificia Bolivariana en el cual tenemos una formación integral en las personas en lo ético, científico, empresarial y cultural. Se puede decir que durante nuestro proceso como estudiante los docentes de la universidad nos dan a conocer al paso de los semestres el perfil de profesional, las características y el compromiso social que tenemos como ingenieros civiles egresados de la UPB.

La ley 400 de 1997 y 1229 del 2008 establecen los criterios y requisitos mínimos para poder ejercer nuestra carrera enfocados en la supervisión de obra. El reglamento colombiano de construcción sismo resistente (NSR-10) título I – Supervisión técnica, toma como referencias las anteriores leyes mencionadas y presenta como generalidad que todo ingeniero civil, arquitecto o constructor en arquitecto e ingeniería puede ejercer el cargo de supervisor de obra si este cuenta con los requisitos de calidad mínimos.

3.1. Supervisor técnico

La NSR-10 presenta tres (3) características que debe tener un supervisor técnico:

- **PROFESION:** De acuerdo con el artículo 35 de la Ley 400 de 1997 y la Ley 1229 de 2008 el supervisor técnico debe ser un profesional arquitecto, ingeniero civil o constructor de arquitectura e ingeniería este debe poseer matrícula profesional.
- **EXPERIENCIA:** De acuerdo con el artículo 36 de la Ley 400 de 1997 y la Ley 1229 de 2008 el supervisor debe acreditar ante la comisión asesora permanente del régimen de construcciones sismo resistentes una experiencia mayor de cinco (5) años de ejercicio profesional que se contarán a partir de la expedición de la tarjeta profesional.
- **INDEPENDENCIA:** El artículo 37 de la Ley 400 de 1997 exige que el supervisor técnico sea un ingeniero civil, arquitecto, constructor de arquitectura e ingeniería laboralmente independiente del constructor el cual está realizando la obra tanto de la estructura, o de los elementos no estructura que estén cubiertos por el reglamento.

Para fines educativos y en lo que compete esta práctica empresarial la NSR-10 le da la oportunidad al practicante de ingeniería civil poder entrar en el campo como

auxiliar de la supervisión de obra cumpliendo unos requisitos y siendo guiado por un supervisor de obra ya profesional.

3.2. Personal auxiliar

La NSR-10 presenta tres (3) características que debe tener un personal auxiliar.

- **GENERAL:** De acuerdo con lo establecido en el artículo 38 de la Ley 400 de 1997, las características como criterios, requerimientos y experiencia del personal profesional y no profesional, como inspectores, controladores y técnicos se dejarán a libre veredicto del supervisor técnico, teniendo presente que todo lo relacionado con el auxiliar debe estar acorde con las labores encomendadas, tamaño, importancia y dificultad de la obra.
- **DIRECCION Y RESPONSABILIDAD:** De acuerdo con el artículo 22 de la Ley 400 DE 1997 presenta que el supervisor técnico podría delegar labores de supervisión técnica al personal auxiliar, pero siempre debe estar bajo la dirección y responsabilidad del supervisor de obra.
- **RESIDENTES DE SUPERVISION TECNICA:** Es un profesional ingeniero civil, arquitecto o constructor en arquitectura e ingeniería que ejerza la función de residente de supervisión técnica, este profesional debe estar matricula y debe contar con la experiencia requería que se deja a juicio del supervisor técnico, pero esta debe ser evaluada dependiendo de las labores, el tamaño, importancia y dificultad que va a tener este residente en la obra.

Esta supervisión ejercida por un profesional o un auxiliar de supervisión residente contempla distintos grados de supervisión técnica, esta se encuentra dividida en dos (2) grados y se maneja dependiendo del tipo de características que se utilicen en la construcción, el grupo de uso que pertenezca, área de construcción y sistema estructural que tenga el proyecto.

- **GRADO A – SUPERVISION TECNICA CONTINUA:** Para este tipo de supervisión se solicita que esta una persona auxiliar profesional que este permanentemente en la obra y llevar un control del personal auxiliar, profesional y no profesional. En este grado el supervisor técnico debe asistir permanentemente al proyecto con el propósito de supervisar y dar las indicaciones permanentes a su auxiliar en campo.
- **GRADO B – SUPERVISION TECNICA ITINERANTE:** Para este tipo de supervisión no se requiere un auxiliar que este permanentemente en la obra, en cambio se solicita al supervisor técnica que asista con frecuencia para que verifique el avance que se va realizando en obra.

Dependiendo de las características del proyecto indicadas en la **Tabla 1**, se recomienda emplear y definir el grado de supervisión técnica que se debe manejar en la obra.

En la **Tabla 1** se presenta el grado de supervisión técnica recomendado para obras civiles.

Tabla 1 Grado de supervisión técnica recomendado

Tabla I.4.3-1
Grado de Supervisión Técnica Recomendado

Material estructural	Área Construida (5)	Control de calidad realizado por el constructor	A Supervisión Técnica Itinerante	B Supervisión Técnica Continua
Concreto Estructural, Estructura Metálica y Madera	menos de 3000 m ²	Grupos de Uso I y II	Grupos de Uso III y IV	
	entre 3000 m ² y 6000 m ²		Grupos de Uso I y II	Grupos de Uso III y IV
	mas de 6000 m ²			Grupos de Uso I, II, III y IV
Mampostería	menos de 3000 m ²	Grupos de Uso I y II	Grupos de Uso III y IV	
	entre 3000 m ² y 6000 m ²			Grupos de Uso I, II, III y IV
	mas de 6000 m ²			Grupos de Uso I, II, III y IV

Notas:

1. Están exentas de Supervisión Técnica de la construcción, según el Artículo 18 de la Ley 400 de 1997, las edificaciones con menos de 3000 m² de área construida.
2. Las estructuras de edificaciones de los grupos de uso III y IV, independientemente de su área, según el Artículo 20 de la Ley 400 de 1997, deben someterse a Supervisión Técnica de la construcción.
3. El diseñador estructural, o el ingeniero geotecnista, según el Parágrafo 2° del Artículo 18 de la Ley 400 de 1997, pueden exigir Supervisión Técnica de la construcción, independientemente del área, según la complejidad, procedimientos constructivos o materiales empleados.
4. Las estructuras diseñadas y construidas de acuerdo con el Título E del Reglamento, según el Parágrafo 1° del Artículo 18 de la Ley 400 de 1997, están exentas de Supervisión Técnica, siempre y cuando se trate de menos de 15 unidades de vivienda.
5. Cuando el proyecto se desarrolle por etapas, el área a considerar será la consignada en la licencia de construcción.
6. Se recomienda Supervisión Técnica Itinerante para estructuras de mampostería mayores a 1000 mts².

Fuente: Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10, Título I – Supervisión Técnica

4. MARCO TEORICO

Una de las partes más significativas para cualquier obra civil es el ciclo de vida que tiene su infraestructura y a esta se le atribuye los gastos de mantenimiento que se le deben realizar después de un tiempo y es más notable cuando esta está en sus últimos años de vida útil. Todos estos gastos incluyen diferentes áreas de trabajo que también poseen un costo dentro del proyecto porque desde que se realiza una obra civil se tienen que prever los gastos futuros y que técnicas se van a aplicar para realizarlo de la mejor forma.

Los proyectos viales son los que tienen mayor presencia el desgaste en la infraestructura y las vías que están dentro de una ciudad son las que poseen mayor utilización e intensidad de rodamiento entre los vehículos que la circulan también dependiendo de sitio donde se encuentre habrá desplazamiento de vehículos livianos y/o pesados.

Actualmente existen empresas dedicadas a solo la investigación de materiales y desarrollo de diferentes tipos de asfaltos dependiendo de la necesidad del cliente y se ven afectados por diferentes características, pero todo este desarrollo ha llevado a buscar distintos sistemas de diseño y todos tienen como objetivo permitir la fácil aplicación del asfalto buscando una mejor adhesión entre el asfalto existente y el nuevo.

4.1. Sello Asfáltico

4.1.1. Historia de la emulsión asfáltica

Las emulsiones asfálticas iniciaron en el siglo XX. Fue en los años 20 cuando se trató de generar conocimiento sobre aplicación de estas emulsiones empezando a emplearse como un riego (spray applications) y como paliativos de polvo (dust palliatives). Esta nueva forma de mejorar las condiciones de la vía creció de forma lenta por la falta de conocimiento que se tenía sobre la aplicación de esta. Al paso de los años se va viendo el desarrollo sobre este tema y se van conociendo distintas formas y aspectos que podrían afectar la aplicación de este sello, los distintos tipos de emulsiones, el grado de aplicación, equipos de construcción y diferentes formas de aplicarlo dio la necesitada de ser abordado el tema con mayor seriedad y pondría en juicio los diferentes métodos que utilizan distintas empresas. [4]

Entre los años 1930 y 1950 se incrementa firmemente la aplicación de emulsiones siendo así que en los años siguientes de la segunda guerra mundial los ingenieros viales de la época empezaron a utilizar más esta práctica aumentando el volumen y la carga de tránsito que podría soportar las vías mejorando sus mezclas. Esto llevó al desarrollo acelerado y mejoramiento del conocimiento en las mezclas asfálticas tratando de reducir el tiempo empleado para la aplicación de la mezcla y

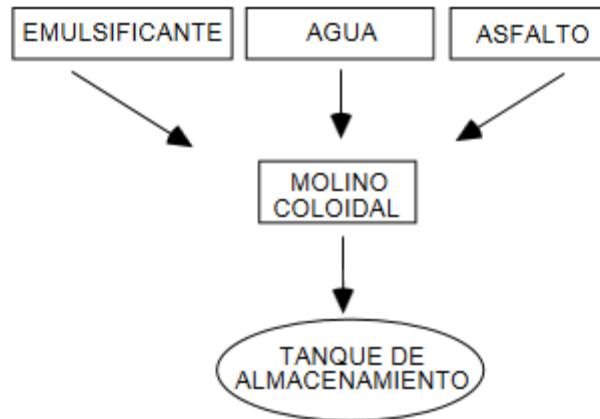
especificando que este debe ser utilizado en caliente con cemento asfáltico como ligante. [4]

4.1.2. Componentes de la emulsión asfáltica

Es la dispersión de finas gotas de asfalto, estabilizada en una fase acuosa con presencia de agentes emulsificante, al final se obtiene un producto con relativamente fluido. Esta puede ser utilizada sin calor o con solventes. Su almacenamiento debe ser a temperaturas con menor temperatura a las que se utiliza en otro tipo de asfalto.

Esta emulsión está basada en tres componentes asfalto, agua y agentes emulsificante con algunos tipos de aditivos dependiendo sus características. [5]

Ilustración 2 Componente de la emulsión asfáltica



Fuente: Emulsiones Asfálticas, documento técnico No 23 – secretaria de comunicaciones y transportes Instituto Mexicano de Transporte

- **Asfalto**

El asfalto es un material termoplástico, este material es un residuo del proceso de refinación del petróleo crudo. Por esta razón las mezclas químicas que estructura son complicadas al momento de la realización del mismo, pero su gran importancia en la industria de la construcción, rehabilitación, mejoramiento y mantenimiento de vías hace que el comercio en esta área sea apetecido por distintas empresas del área de la construcción.

La fabricación de emulsiones asfálticas es un trabajo complejo para cualquier empresa de asfalto, la empresa que produzca este sello debe tener presente los diferentes parámetros o propiedades que debe tener la emulsión para poder tener una buena aplicación. El principal aspecto para tener la emulsión para poder tener una buena aplicación, la viscosidad, estabilidad y comportamiento reológico. En su

estructura química también depende de los elementos que son añadidos, tensioactivos y reactivos químicos.

La composición química de los asfaltos se genera de composiciones química de gran complejo con hidrocarburos de alto peso molecular con proporciones de (Oxígeno, Azufre y Nitrógeno) también con metales como Vanadio y Níquel. Todos estos componentes construyen las diferentes características físicas, reológicas, coloidales y durabilidad en el asfalto. En algunas ocasiones estas emulsiones de asfalto pueden contener aditivos, como estabilizantes, mejoradores de recubrimiento, adherencia o agentes de control de rotura.

El asfalto es muy susceptible a los cambios de temperatura y estos crean que esta sufra de envejecimiento por los diferentes tiempos de exposición, las propiedades mecánicas del asfalto son muy pobres ya que a bajar temperaturas tiende a ser quebradizo y también su baja recuperación elástica cuando se ejerce una fuerza por el rodamiento de vehículos hace que este disminuya su vida útil al pasar del tiempo.

- **Agua**

El agua contrae propiedades que se desean al final y esta no debe ser reducida porque al contener minerales u otros elementos que podrían afectar la fabricación de esta emulsión. Considerando que el agua que es de consumo humano (agua potable) no es adecuado para la composición del asfalto, la presencia de iones de calcio y de magnesio es preocupante en el agua, pero esta es tratada con cloruro de calcio que hace que la emulsión catiónica aumente la estabilidad durante el almacenamiento.

- **Agentes emulsivos**

Estos agentes dependen de la medida de químicos utilizados como emulsivos. El objetivo de este agente es mantener las gotitas de asfalto en suspensión estable y que controle el tiempo de rotura. Como primeros agentes se utilizaron sangre de buey, arcillas y jabones, pero el aumento de la demanda en las emulsiones al pasar los años se fue mejorando estos agentes haciéndolo más eficientes y ahora se utiliza los ácidos grasos, la madera y aceites (resina y ligninas).

4.1.3. Usos emulsiones asfálticas

Los usos principales de las emulsiones asfálticas dependen si contienen o no agregado. [1]

Sin agregado

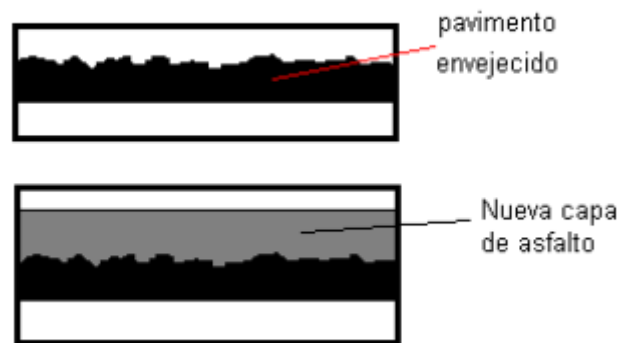
- **Riego**

Consisten en el rociado uniforme de la emulsión asfáltica, este no necesita la utilización de agregado y su forma de distribuirla es por medio de un camión regados, este debe está provisto con una bomba para poder obtener un riego uniforme.

- **Tratamiento y sellado**

Este es utilizado para pavimentos de aspecto viejo y con pequeñas grieta o poros superficiales que puedan producir daños más grandes a futuro, también se mejora la adherencia con esta nueva capa asfáltica.

Ilustración 3 Tratamiento usando emulsión asfaltico



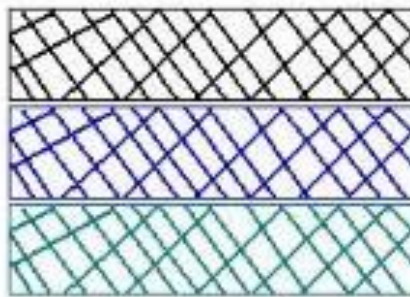
Fuente: Emulsiones asfálticas uso s-rompimiento

Con agregado

- **Tratamientos superficiales**

Es la aplicación de la emulsión sobre la superficie a intervenir, a la cual se le añade una capa de agregado pétreo de tamaño uniforme. Se pueden realizar dos o tres aplicaciones y su espesor máximo debe ser aproximadamente una pulgada.

Ilustración 4 Tratamiento superficial en varias capas

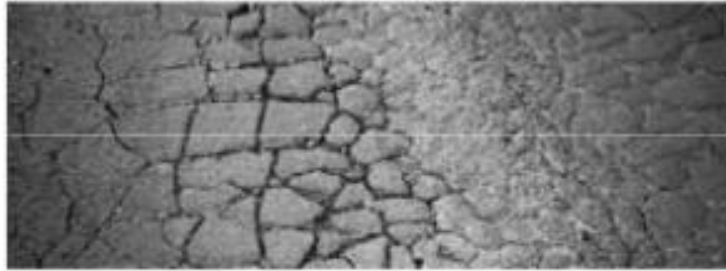


Fuente: Emulsiones asfálticas uso s-rompimiento

- **Tratamientos anti fisuras**

La utilización de esta emulsión asfáltica retarda el reinicio de las fisuras en el pavimento, esto depende del espesor que tenga la capa que pongamos sobre la existente. Se utiliza un geotextil impregnado para mejorar la absorción del ligante esto asegura la estanqueidad y facilita la unión entre las capas.

Ilustración 5 Fisuramiento de un pavimento



Fuente: Emulsiones asfálticas uso s-rompimiento

- **Lechada o slurrys**

Es la combinación de un agregado denso con emulsión asfáltica, agua, Filler mineral y aditivos, esta es utilizada para recubrir y proteger el pavimento, aplicada en rutas nacionales, calles urbanas, aeropuertos, etc. Tiene un espesor que esta entre 3 y 14 mm, se sobrepone esta capa sobre pavimentos nuevos o ya existentes, sobre asfalto o concretos.

- **Mezclas en frio**

Combinación de un árido con un ligante asfaltico, esta mezcla es utilizada en pavimentos de alta calidad como carpetas de rodamiento o bases asfálticas y tienen propiedades como de resistir deformaciones e impermeabilizar la vía para no recibir daño con el agua.

4.1.4. Aplicación

- Preparación de la junta o grieta: al realizar las juntas se debe hacer un aseo general en toda la zona que se va a intervenir con el sello asfaltico y eliminar todo material suelto.
- Imprimación: Cuando la junta este totalmente limpia y seca se debe regar y dejar ligamento o imprimante asfaltico que sirve para mejorar la adherencia entre el pavimento viejo y el sello asfaltico. [2]

- Aplicación del sellante: esta emulsión asfáltica se va a fundir una vez alcanzada una temperatura de 170°C y se debe verter por debajo del nivel del pavimento existente. [7]
- Compactación: al aplicar el sellante en la vía se puede ir compactando después de algunos minutos de fundido y se puede entregar al servicio cuando la emulsión se enfríe a temperatura ambiente.

4.1.5. Ventajas

- Durabilidad: con un uso adecuado de los equipos de riego de sellante y la compactación y una buena emulsión asfáltica cumpliendo de las condiciones necesarias para la vía se puede permitir una mayor vida útil del tratamiento. [3]
- Seguridad y confort: Las dosificaciones correctas en la emulsión evitan el exceso de gravilla suelta y esto previene el derrape de los vehículos.
- Impermeabiliza e impide la filtración de agua, aceite y solventes que afecten la vía.
- Mejora la estética de la vía porque el pavimento viejo es suplantado por una capa de emulsión que le da aspecto de pavimento nuevo.

4.2. Reutilización de pavimento flexible

El reciclaje del pavimento flexible trata de la reutilización de los materiales que conforman un pavimento existente y que ya ha tenido gran desgaste al paso del tiempo.

Los tratamientos que hoy en día se han utilizado son técnicas que se han desarrollado por experimentos directos y conceptos empíricos que se obtienen de procedimientos de ensayo y error. Estos tienen principios físicos-mecánicos y se basa en la buena gradación del material existente ya que estos tienen las características indicadas para ser aptos en estructuras asfálticas. También se maneja el ligante asfáltico presente en los residuos del material y con un proceso químico por medio de aditivos, agentes rejuvenecedores, emulsiones o crudos se puede llegar a ser reutilizado este ligante.

Como primer paso se debe realizar la disgregación pretendiendo que se separen los agregados pétreos gruesos y de fracturar los pedazos de forma fina que siguen ligados en el asfalto existente, esto se realiza con el objetivo que estas partículas se puedan adherir en el asfalto nuevo.

Para empezar la segunda fase de debe recuperar o rejuvenecer el pavimento residual que está en los escombros ya disgregados, esto se hace para recuperar las propiedades de resistencia y bituminosas del ligante; cuando se realiza una recuperación en caliente se debe seleccionar el rejuvenecedor para que este no afecte las condiciones actuales del residuo asfáltico. Para el sistema frío se utiliza el pavimento viejo como se encuentra y solo se le adiciona asfalto en forma de crudo pesado o de emulsiones.

Por último, para dar por terminado este proceso de reciclaje se divide en dos partes dependiendo de la forma en la que se vaya a trabajar el asfalto si es in situ o en planta, cuando se realiza de la primera forma se realiza la mezcla de los materiales disgregados y los aditivos o agentes, por medio de esta mezcla podemos obtener un nuevo material que es utilizado como capas intermedias en la estructura del pavimento para colocar sobre esta la capa de rodadura.

En caso de que sea en planta o en frío se les realiza el mismo procedimiento, pero con la diferencia es que a este nuevo pavimento se le realiza el control pertinente y los ensayos para validar que este pavimento reciclado cumpla con todas las condiciones para poder ser utilizado como capa de rodadura.

Tipos de reciclaje

Según VALLEJO, (2004), existen 4 formas de realizar el reciclaje de pavimento, dos que son en planta y dos que son in situ y lo que varía es la temperatura en la que se va a realizar el proceso [30]

- En planta y en caliente
- In situ y en caliente
- En planta y en frío
- In situ y en frío

Ilustración 6 Utilización en la fabricación de mezclas recicladas en Europa

PAIS	(t) MATERIAL ASFALTICO RECICLABLE DISPONIBLE	(%) REALMENTE USADO EN RECICLAJE EN CALIENTE	(%) REALMENTE USADO EN RECICLAJE EN FRIO	(%) DE LA PRODUCCIÓN DE LAS MEZCLAS NUEVAS EN CALIENTE QUE CONTENGAN MATERIAL RECICALDO
Alemania	14.000.000	82	18	60
Austria	600.000	10	10	5
Bélgica	13.000.000	50	0	36
Irlanda	48.000	38	0	2,1
Dinamarca	240.000	>80	0	53
Eslovenia	22.000	50	10	15
Eslovaquia	1.250	0	0	0
Francia	6.500.000	13	<2	<10
Holanda	3.400.000	80	20	65
Hungría	-	15	0	0,6
Italia	14.000.000	18	2	0
Noruega	590.000	7	26	8
Polonia	1.000.000	4	55	0,2
Reino Unido	5.000.000	0	0	0
Republica Checa	604.400	30	50	10
España	690.000	30	15	5
Suecia	650.000	50	50	0
Suiza	945.000	50	50	0

Fuente: EAPA, 2006

Fuente: EAPA, 2006

En estos países se ha adoptado políticas de reciclaje el cual en los últimos años ha ayudado a dejar de utilizar materiales nuevos y en cambio reciclar aquellos que han cumplido su función, pero por medio de un proceso se puede mejorar y reutilizar.

En Colombia este proceso se ha llevado a cabo en dos ciudades, Medellín y Bogotá desde el año 1992 se ha venido utilizando la técnica de reciclaje en frio y se ha ganado experiencia en este tema. Actualmente en el país se lleva a cabo el reciclaje in-situ para pavimentos, esto se debe que al país han llegado maquinas las cuales pueden procesar el pavimento viejo y rehabilitar en pavimentos nuevos con un costo muy inferior. [30]

La utilización de estos pavimentos se ha realizado en las siguientes vías de nuestro país:

- Quibdó – Yuto (Choco)
- Medellín – Santuario (Antioquia)

- Manizales – Mesones (Caldas)
- Autopista Bogotá – Villavicencio (Cundinamarca)
- Dentro de la ciudad de Bogotá (Av. Américas, Av. 68, Av. Boyacá, Av. Lara Bonilla)

Ventajas de reciclar el pavimento asfáltico [31]

- Permite utilizar el 100% del pavimento existente, lo que reduce el costo de construcción con materiales vírgenes
- Reduce el consumo de energía
- Se puede realizar primero un carril y después el otro lo que hace que reduzca los inconvenientes económicos a la hora de cerrar la vía
- Permite abrir el tráfico en pocas horas
- Conservación de los recursos naturales
- Reducción de los materiales de desecho
- Pavimentos reciclados se pueden volver a reciclar
- Mejoramiento de la resistencia al deslizamiento
- Mejora el perfil geométrico de la calzada

4.3. Enfermedades laborales en el sector de la pavimentación

La situación actual del país y su crecimiento en el desarrollo de su infraestructura vial ha tenido gran inversión en los últimos por parte el sector público y privado. En esta práctica empresarial se está pavimentando aquellas vías las cuales EMPAS ha realizado algún tipo de reposición en la tubería y ahí se lleva a intervenir y pavimentar. Según los estudios que se han realizado en este sector se han presentados distintos problemas en la calidad de vida de los trabajadores que están en este medio.

Este capítulo trata sobre las enfermedades y se presenta un resumido análisis sobre las enfermedades laborales más comunes por causa del trabajo realizar al

pavimentar, estos problemas pueden causar lesiones físicas, perturbación funcional, invalidez o la muerte también se pueden categorizar permanentes o temporales. [26]

El libro de la salud y la seguridad en el trabajo en su tercer volumen capítulo 93 que hace referencia al área de la construcción define los asfaltos como mezclas complejas con componentes químicos de alto peso molecular y que en ellos predomina los asfáltenos, hidrocarburos, cíclicos (aromáticos o naftenicos) entre otros componentes. La composición del asfalto depende al uso que se le vaya dar y al proceso utilizado durante su proceso.

Actualmente se generan 60 millones de toneladas de asfalto las cuales el 80% son utilizados en construcción y mantenimiento de vías.

Se han realizado estudios sobre la exposición de las personas con las partículas de hidrocarburo aromáticos polinucleares (PAH) este está compuesto de naftaleno y este componente puede producir cáncer.

Sobre el humo que bota el asfalto no se posee gran información, pero el manejo del asfalto cuando este se encuentre a una temperatura alta y sin elementos de protección personal puede causar quemaduras de alto grado porque el pavimento es pegajoso y no se quitan con facilidad. Una de las mayores preocupaciones en la aplicación del asfalto es la irritación de la piel y de los ojos por el humo ya que este se encuentra caliente. Enfermedades que puede producir este humo es dermatitis y lesiones en el rostro parecidos al acné y en algunos casos queratosis ligera en caso de que se exponga al trabajador en repetidos y prolongadas ocasiones.

Al inhalar el humo que bota el asfalto se forma congestión nasal, bronquitis, neumonía, dilatación bronquial, pérdida ciliar, atrofia epitelial y necrosis. Esto se llega a la realización de algunos estudios los cuales indican que estos problemas se causan por respirar el aire contaminado con hidrocarburos y que el grado de intensidad en el problema depende de la dosis de aire que se respira.

Se hicieron algunas pruebas con ratones para observar el efecto en la piel cuando se trabaja con asfalto refinado al vapor y este produjo tumores en la piel. En las personas todavía no existen prueba que certifique que el asfalto sea cancerígeno, pero se tiene que analizar que cierto número de personas que han sido expuestas a betunes asfáltico se les ha desarrollado un cáncer respiratorio, dos estudios daneses muestran que a algunos de los trabajadores se les desarrollo algún tipo de cáncer de pulmón.

Los trabajadores que tengan que expandir el asfalto y el conductor de la maquina deben llevar mascarar para evitar que los vapores del pavimento entren con facilidad y respire involuntariamente partículas toxicas, además no se debe comer, beber o fumar cuando se esté realizando esta práctica. [27]

Se realizó un análisis y priorización de los factores de riesgo teniendo como guía la metodología propuesta en la guía técnica colombiana GTC-45. Para esta práctica se miraron tres actividades las cuales se realizan durante la aplicación de asfalto en la pavimentación de las vías; nivelación, imprimación y pavimentación y se analizaron los riesgos que posee al ejercer alguna de estas actividades.[28] Por ejemplo, riesgos físicos (ruido, radiaciones, vibraciones y altas temperaturas), riesgo químico (polvo, gases y vapores), ergonómicos (posturas inadecuadas y altas cargas), biológicos (bacteria y virus) entre otras, se miraron todos los posibles riesgos que se puedan generar y se puedan convertir en accidentes de trabajo y enfermedades profesionales.

- Riesgos en la nivelación y compactación: este trabajo consiste en la instalación de la base granular preparación la superficie en conformidad a los alineamientos, pendientes y dimensiones indicados en cada proyecto.

Tabla 2 Riesgos en la nivelación y compactación

FACTOR DE RIESGO	
Físicos	Energía mecánica
Químicos	Concentración de material particulado
	CO, CO ₂ , SO ₂ , NO ₂
Ergonómicos	Sobreesfuerzos y movimientos
	Estar de pie o sentado por mucho tiempo

Fuente: A. Cáceres, C. Luis; Legislación en salud ocupacional y riesgos profesionales. Bogotá: Salud Laboral. 2005

- Riesgos en la imprimación: este segundo paso comprende la limpieza de la base granular donde se piensa pavimentar de tal forma que este sin material contaminados, seco y de la mejor forma compactada para así poder aplicar una capa ligante la cual establece una buena adherencia entre la superficie existente y nueva.

Tabla 3 Riesgos en la imprimación

FACTOR DE RIESGO	
Físicos	Energía mecánica (ruido)

FACTOR DE RIESGO	
Químicos	Líquidos (Emulsión asfáltica)
	Gases (CO, CO ₂ , SO ₂ , NO ₂)
Ergonómicos	Estar de pie

Fuente: A. Cáceres, C. Luis; Legislación en salud ocupacional y riesgos profesionales. Bogotá: Salud Laboral. 2005

- Riesgo de la pavimentación: es una mezcla la cual llega a la obra con una temperatura mayor de 100°C, el extendido del pavimento puede ser por medio de una maquina pavimentadora con ayuda de algunos trabajadores.

Tabla 4 Riesgo de la pavimentación

FACTOR DE RIESGO	
Físicos	Energía mecánica (ruido)
Químicos	Gases (CO, CO ₂ , SO ₂ , NO ₂)
Ergonómicos	Sobreesfuerzos y movimientos
	De pie o sentado

Fuente: A. Cáceres, C. Luis; Legislación en salud ocupacional y riesgos profesionales. Bogotá: Salud Laboral. 2005

Es general existen dos peligros principales cuando se maneja el asfalto, el primero son los incendios y explosiones que se pueden producir y lo segundo es la exposición de gases producidos por el asfalto puede tener graves efectos en la salud del trabajador que incluyen dolor de cabeza, sarpullido, fatiga, reducido, irritación a la garganta y ojos, tos y hasta cáncer en la piel.

Equipo de protección personal

La OSHA (Occupational Safety and Health Administration), recomienda a las empresas que cada trabajador utilice equipos de protección personal (EPP) esto para poder reducir las posibles exposiciones a los accidentes que se pueden presentar en los procesos de la pavimentación de vías. [36]

Para el personal es importante estar protegido de las quemaduras e irritaciones que se pueden causar por el asfalto ya que este llega a la obra a temperaturas muy altas. Además, productos químicos que son utilizados para la aplicación del

pavimento y estos pueden afectar el torrente sanguíneo por la piel expuesta no protegida y esto podría distintas enfermedades en cada persona. [36]

Recomendaciones en el momento de manejar el asfalto caliente.

- Careta tamaño mínimo 200 mm (8 pulgadas).
- Ropa suelta con cuellos cerrados y con puños abrochados en las muñecas.
- Botas por lo menos 150 mm, amarradas sin aberturas.
- Pantalones sin dobladillos.
- Cremas y lociones protectoras contra los irritantes a la piel.
- Guantes térmicos insulados con puños largo que cubren los brazos.

En caso de algún accidente se debe realizar lo siguiente

Cuando un trabajador presente alguna lesión ya sea por exposición de gases de asfalto, asfalto frio, asfalto caliente se debe presentar atención medio o primeros auxilios inmediatamente.

Gases de asfalto

- Lleve al trabajador a tomar aire fresco.
- Darle respiración si la persona presenta problemas para respirar.
- Administrar respiración artificial si la persona deja de respirar.

Asfalto frio

- Se debe quitar el asfalto frio de la piel con un limpiador de manos sin agua o se puede utilizar un aceite mineral tibio a 43°C.
- Lavar la piel con buena agua y jabón.
- Quitar la ropa y bañar a la persona inmediatamente.
- Cuando el daño es en los ojos se debe controlar con agua por al menos 5 minutos.

Asfalto Caliente

- Aplicar agua fría o hielo en la zona donde haya quemadura de asfalto.
- Si la quemadura en el trabajador es más del 10% del cuerpo se debe aplicar agua tibia, o más caliente para aliviar el dolor, porque se debe quitar el calor del asfalto lo más rápido posible.
- No quitar el asfalto de la piel.
- No vendar la quemadura.

4.4. Concreto rígido

4.4.1. El suelo

Esta losa de concreto se puede realizar sobre el suelo natural o alguna subrasante, teniendo en cuenta que no puede haber presencia de materia orgánica o de arcilla que no tenga buenas condiciones para poder soportar el peso de los vehículos que pasarán sobre este, independientemente de donde se construyan las losas de suelo se tendrán que compactar y esta debe llegar a un 95% de Proctor modificado.

- Base granular: el principal objetivo de la base es servir como capa de soporte uniforme en el cual se apoyarán las losas, servir para poder controlar las variaciones volumétricas del terreno estas deben cumplir con las características que estipulan las normas y especificaciones INVIAS. [6]
- Base de suelo cemento: es una mezcla entre suelo, cemento y el agua en proporciones específicas dependiendo del trabajo a realizar y la calidad del suelo donde se construye, también contribuye en bajar los índices de plasticidad y disminuir los cambios de volumen en los materiales aumentando su capacidad de soporte. [6]

4.4.2. Colocación de acero y juntas

Actualmente las barras de refuerzo en los pavimentos rígidos se colocan de método manual, los operarios van ubicando las barras antes de pavimentar y soportan estas en posición vertical, se debe tener en cuenta que los soportes no impidan la colocación y consolidación del hormigón.

Las barras pasajuntas serán de acero liso y deben estar engrasadas, estas se ubican entre la junta de las dos losas, tratando que el paralelismo entre el eje longitudinal de la vía, estas son importantes en el pavimento rígido y se hacen para

poder controlar los esfuerzos de contracción y de dilatación de material también a los cambios de temperatura y humedad. [10]

Las barras de amarre se deben utilizar longitudinalmente y su objetivo es evitar que las losas de concreto se desplacen, deberán tener acero corrugado y su diámetro y longitud deberá ser especificado por el diseñador, estas se deberán localizar en la mitad del espesor del concreto.

La junta en los concretos tiene diferentes funciones y estas se pueden clasificar en:

- **Construcción:** se utiliza cuando se va a realizar la fundida de la placa final y se debería detener la construcción, estas juntas son como la separación de carril.
- **Contracción:** controlan las grietas transversales que son ocasionadas por esfuerzos a tracción y controla las grietas que causa el alabeo del pavimento.
- **Alabeo:** es cuando el concreto tiene cambios en la humedad y temperatura, al ser variable estas producen esfuerzos que podrían llegar a generar fisuras.
- **Expansión-Aislamiento:** son utilizados para estructuras fijas, por ejemplo, pozos de inspección, sumideros, válvulas y otras estructuras diferentes al pavimento. También se debe utilizar donde haya cambio de dirección de la vía e intersecciones con otros pavimentos.

Para realizar el sello de juntas y poder obtener buena adherencia del material sellante entre las caras verticales de la losa se deberá tener limpio la parte donde va la junta. El material que se va a utilizar para sellar las juntas deberá ser elástico y permitir las dilataciones y contracciones que presentan en las losas sin tener que agrietarse.

Para realizar los cortes de pavimentos en las juntas se debe realizar con precaución para crear los agrietamientos en los lugares donde se tiene previsto. Este corte se debe hacer cuando el concreto se esté endureciendo.

Cuando se hace el corte y se empieza a observar la pérdida del agregado en la junta o pequeñas fisuras en la losa de concreto es un indicio que el concreto no está endureciendo.

4.4.3. Concreto

Los concretos utilizados para pavimentos se diseñan para trabajar a flexo tracción y soportar esfuerzos de carga de distintos tipos de acuerdo con la característica del proyecto a trabajar.

Hay concretos para pavimentos urbanos (urbanizaciones, avenidas, zonas de estacionamiento), industriales (fábricas, centros comerciales, estacionamientos y pisos) y para carreteras (locales, regionales e internacionales); y cada uno tiene unas características especiales dependiendo el uso que se le vaya a dar. [12]

Los materiales del concreto son tres:

- **Arena:** la resistencia a la abrasión depende del desgaste de la arena y del agregado grueso. Entre más pesado sea el tránsito debemos tener arena más limpia, respecto a la calidad de esta existe la (Norma INV E-133-04) el cual tiene las especificaciones mínimas de la arena. [6]

La mejor arena producida viene de la explotación de playas o de bancos de río, cuando la arena se almacena es recomendable cubrirla con plástico evitando que el viento se lleve la arena más fina que se encuentre.

- **Agregado grueso:** la calidad del agregado grueso es importante por la resistencia mecánica que adquiere el concreto y la resistencia al desgaste, dependiendo del peso de los vehículos que pasan por la vía es preferible escoger los agregados más resistentes ante el desgaste. Esta propiedad del agregado se mide en el ensayo de La Máquina de Los Ángeles (Norma INV E-218-07).
- **Cemento:** para la construcción de pavimentos se utiliza el cemento tipo 1 a menos que el diseñador exija que se tenga que realizar el concreto con otro tipo de cemento, como podría ser el tipo 3.
- **Agua:** el agua debe ser libre de azúcares y otros contaminantes.

4.4.4. Curado

Cuando se habla de concreto con este espesor este tiende a secarse muy rápido y a fisurar rápidamente, por lo cual es importante empezar el curado de forma correcta, es importante mantener la humedad y los regímenes de temperatura adecuados para que el concreto alcance la resistencia y se garantice la calidad de este.

La aplicación de agua por medio de rociado, vapor o cubiertas de materiales como tejidos de fique o algodón, aserrín y paja son buenos para poder garantizar que el concreto guarde su contenido de humedad durante sus primeros días, este curado debe empezar cuando se vea que el concreto superficialmente este seco y no tengo rastro de agua, las condiciones del clima también pueden afectar el curado del

concreto y puede variar dependiendo a la humedad, velocidad del viento y la temperatura.

4.4.5. Texturizado

El objetivo principal es que la estructura de concreto tenga una superficie buena la cual pueda entregar óptimas condiciones para poder lograr contacto con el neumático, el macro texturizado se logra al pasar una escoba con cerdas metálicas para poder realizar unas lineales contrarias al flujo de la vía. [12]

4.4.6. Beneficios del concreto

En la **Tabla 5** se muestran los beneficios del concreto respecto a la seguridad vial y el cuidado que se le da al medio ambiente.

Tabla 5 Beneficios del concreto

Beneficios	Concreto
Seguridad Vial	Reduce el salpiqueo de agua superficial (no se ahuella, no se empoza). Mejor adherencia superficial: textura rugosa para mejor adherencia entre pavimento y neumático.
	Mayor Visibilidad: • 3 veces más reflejante que el asfalto. • Ahorros en costos de iluminación en vías urbanas hasta un 30% de energía.
	Planicidad Superficial: Conserva textura superficial por más tiempo.
Cuidado del Medio Ambiente	Ahorro de combustible en camiones puede ir de 0.8% a 6.9% va. asfalto.
	Se reducen las emisiones de dióxido de carbono y otras.
	Requiere de 3 a 5 veces menos energía en su construcción, mantenimiento y rehabilitación.
	Es 100% reciclable.
	Reduce el efecto de calor urbano, por su color y propiedades reflectoras.

Fuente: Asociación Canadiense del Concreto Premezclado [11]

4.5. Mejoramiento de la subrasante con piedra rajón

En la obra situada en el barrio Bucaramanga al realizar la demolición del pavimento existente y empezar con la limpieza del terreno para tener la sub-rasante en perfectas condiciones para iniciar la intervención con la base granular, se observó el suelo se encontraba en malas condiciones ya que la tierra se encontraba contaminada en la mayor parte del terreno. Como solución el supervisor de interventoría de la obra dio la orden de realizar una excavación más profunda a la que se había pactado llegando a excavar 70 cm en total.

Como parámetro de evaluación se observa la capacidad de soporte o resistencia a las deformaciones por esfuerzo cortante bajo las cargas del tránsito para las cuales está diseñado el pavimento, también se tuvo presente el contenido de humedad del suelo y los cambios de volumen por el agua en exceso, llegado a que estos cambios pueden presentar grandes daños en la estructura de pavimento.

Según el INVIAS (Instituto Nacional de Vías) en su artículo 230 [32] de las normas y especificaciones técnicas se pueden realizar mejoramientos de la sub-rasante con adición de materiales, esto consiste en el mejoramiento de la sub-rasante para la estructura de pavimento realizando el suministro y colocación de materiales pétreos (piedra rajón), esto se realiza cuando se encuentran rellenos o suelos con propiedades de soporte bajas y sea necesario reemplazar con el fin de evitar problemas de hundimientos o deformación en un futuro.

La PIEDRA RAJON, es constituido como material pétreo con buena resistencia, su tamaño máximo dependerá del espesor de la capa de mejoramiento y sobre esta se tendrá que ir un material granular de menor tamaño para llenar los vacíos inter granulares y así poder tener una buena compactación.

4.6. Pavimento de concreto optimizados – losas de mejor tamaño y espesor

En los últimos años se han desarrollado técnicas para la reducción del espesor de las losas y así poder optimizar el tamaño de cada losa dependiendo del tráfico y el tipo de vehículo que tendrá la vía. Esta técnica se ha venido desarrollando con distintos tipos de pruebas y ensayos a gran escala, se han probado bajo cargas variables con espesores de 8,15 y 20 cm, todas estas con base granular y sobre capas asfálticas sin adherir.

Durante los ensayos elaborados en los tres espesores se identificó hasta qué punto resistió el tráfico y con cuantos ejes equivalentes no se mostraron grietas en el concreto. [25]

- Espesor de 20 cm: No mostraron agrietamiento siendo ensayadas con 50 millones de ejes equivalentes.
- Espesor de 15 cm: mostraron grietas a los 12 millones de ejes equivalentes.
- Espesor de 8 cm: mostraron sus primeras grietas a los 75 millones de ejes equivalentes.

Para optimizar el comportamiento de las losas se deben mirar distintos factores externos como el clima, tráfico, capa y materiales. En los ensayos realizados se ha calculado situaciones críticas variando las cargas mecánicas y térmicas con distintas posiciones, en general se dice que las últimas innovaciones en losas de

concreto hacen que este pavimento rígido sea 7 cm más delgado que el diseño tradicional de la AASHTO (1993).

Este método de pavimentos en concreto rígido y de menor espesor ha generado grandes cambios en los sectores públicos y privados para cualquier tipo de carretera teniendo un costo menor a realizar una estructura de pavimento tradicional. Teniendo presente que esta losa de concreto permite el tránsito de vehículos pesados y liviano.

Ventajas de utilizar pavimentos rígidos optimizados

- Poco mantenimiento
- Bajo impacto ambiental por que se ahorra 30% en iluminación
- Disminución del calentamiento del terreno al reflejar el calor de las losas
- No requiere sellos de juntas ni barras de traspaso
- Fácil de reparar en caso de fallas

Para poder optimizar el pavimento en concreto redujeron las dimensiones de cada losa, esto para que durante el paso de cada vehículo solo exista un juego de ruedas sobre cada una, para mejorar la distribución de cada carga y así poder evitar el agrietamiento a flexión, estos estudios los ha venido realizando la Universidad de Illinois de EE. UU. [25]

En Colombia

Se han realizado distintos proyectos de pavimentos rígidos optimizados y se le ha dado el debido seguimiento a cada carretera construida, los resultados son satisfactorios de acuerdo con los beneficios que ha generado esta nueva tecnología.

Algunas vías construidas en nuestro país

- Vía residencia: Proyectos Torres del Parque, Valledupar: una vía de uso residencial y de parqueo de vehículos, cuenta con un espesor de losa de 12 cm y una subbase de 25 cm para un tráfico de 500.000 EE, se realizó en el año 2017
- Vías urbanas Barranquilla: en esta ciudad se han realizado distintas obras de pavimentación con esta nueva tecnología reduciendo el espesor del diseño original entre unos 4 y 6 cm optimizando su forma para poder brindar buenos resultados.

- Tramo Piloto, Túnel de Oriente, Antioquia: para este tramo piloto se elaboraron cinco sectores con 40 m cada uno, teniendo 22 losas de 1.8 m de longitud. Para estos ensayos se varió el MR del concreto y así obteniendo distintos espesores de diseño para un mismo tráfico.

4.7. Reutilización del pavimento rígido (Concreto)

La alta demanda que se ha venido presentando en los últimos años en el sector público y privado de la construcción ha generado gran producción de concreto en Colombia. La generación de volúmenes de residuos de concretos dados por las demoliciones de estructuras existentes y la creación producción de concreto para realizar nuevas estructuras han generado un gran impacto al medio ambiente no solo en nuestro país si no en todo el mundo. A través de los años distintos países han creado leyes y normas, con el fin de mejorar las medidas ambientales sobre el uso del RCD. [23]

En Colombia se han creado algunos lineamientos que permiten el aprovechamiento de estos recursos existentes, como fin de innovar a la hora de reducir los residuos generados por las demoliciones en las distintas obras que se van manejando en el país. Esto disminuye la utilización de materias primas no renovables reduciendo el impacto ambiental generado por estos residuos.

En Bogotá específicamente por trata de mitigar la gravedad y diversidad del impacto ambiental generado por los residuos generación por las distintas obras de construcción de la ciudad la Secretaria Distrital de Ambianta (SDA) planteo la Guía de Manejo Ambiental para el sector. Aquí se muestra la forma en la que se debe procesar correctamente e integralmente los RCD generaos por las actividades de construcción en Bogotá y no solo se trata de construcción sostenible si no también le da la aplicación de la reutilización para poder generar un bienestar propio en la obra y así disminuir costos. [24]

Proceso de reciclado del concreto

El procedimiento que se hace para reciclar el concreto es muy común, todo comienza en una planta de reciclaje de concreto que contiene como maquinaria dos trituradoras estas deben de tener dos bandas y una de ellas debe contener un imán el cual tenga la fuerza de atraer lo que queda de acero en los residuos, este debe tener el tamaño indicado para poder procesar y cuando no es así se hace una trituración manual por medio de pica en los escombros. Después de pasar por el imán pasará por un martillo con un rotor que depende a la velocidad que ponga el operador que está entre los 80 a 100 revoluciones por minuto, a mayor velocidad el residuo generado será más fino.

Durante todo este recorrido esta banda transportadora tendrá imanes para poder ir limpiando este concreto en estas dos fases, este material final es utilizado como agregado y contiene como característica que es una materia de mejor calidad a los agregados normales. [35]

Algunas aplicaciones del concreto reciclado

Como aplicaciones de materiales reciclados de RCD, en Colombia han sido muy escasos, según investigaciones realizadas en Colombia se han solo estudiado propiedades como a la resistencia a la flexión, compresión y para bloques y adoquines prefabricados. En otros países se ha utilizado como subbases viales en su forma granular y dependiendo el país en el que se encuentren tiene un porcentaje de presencia en el concreto estructural, en el Reino Unido es de 20%, Australia es de 30% y Alemania es de 45%. [35]

- En 38 estados de Estados Unidos se utilizan el concreto reciclado como agregado para subbases viales.
- 11 estados de Estados Unidos reciclan el concreto y lo reutilizan como concreto nuevo.
- Holanda es un país donde está prohibido el desecho de concreto y todo lo reciclan y lo reutilizan.
- Sao Paulo y Belo Horizonte en Brasil reciclan el concreto y lo utilizan en agregados para las subbases viales y existe legislación que promueve el reciclado de concreto.
- Tailandia recicla el concreto y lo convierte en productos prefabricas para proyectos comunitarios.
- Japón utilizada casi todo su concreto para recuperación en sus proyectos viales como subbase.
- Qatar y los Emiratos Árabes producen agregados con el concreto reciclado.

4.8. Pavimento rígido vs pavimento flexible

Al inicio del siglo XX las vías de transporte han evolucionado de forma constante viendo la necesidad de tener una infraestructura eficiente en todas las carreteras del mundo, brindando al usuario mejor comodidad al manejar su vehículo.

Cuando estamos iniciando una obra vial uno de los mayores dilemas es saber qué tipo de pavimento sería el mejor, y esto ha sido un tema de gran discusión entre ingenieros, constructores y contratistas en los últimos años.

Es importante recordar que la estructura de pavimento ya sea flexible o rígido se somete a cargas de alto tráfico, a los cambios de clima, temperatura, esfuerzos y deformación entre sus capas. Todos estos factores afectan el ciclo de vida o ciclo de servicio por esto la estructura de pavimento tiene diferentes propiedades en la calidad de sus materiales y estos dependen del uso y las características a las que se va a utilizar el pavimento.

Aunque las condiciones del pavimento cuando se abra el servicio no solo dependen de la calidad de los materiales utilizados, también se debe tener presente que un buen proceso constructivo y una programación de mantenimiento cada vez que lo necesite.

Respecto a la estructura es importante realizar un análisis empleando modelos de representación real para revisar su desempeño a las distintas condiciones a las que está expuesto, esto se debe realizar por medio de ensayos que realicen empresas que tenga la capacidad de simular cada condición y se deberán guiar por las normas técnicas vigentes.

La realización del diseño de pavimento debe ir enfocada a ciertas características las cuales se definan dependiendo el uso que se les vaya a dar y se deberá observar algunos objetivos que se deben considerar de gran importancia, por ejemplo:

- Comodidad en los usuarios.
- Durabilidad en la estructura de pavimento.
- Buena fricción en los neumáticos.
- Amigable con el medio ambiente.
- Excelente estado de la capa de rodadura.
- Optimiza los costos de construcción.
- Mantenimiento adecuado del pavimento.

Comparación de los dos tipos de pavimento

A la hora de realizar un pavimento se debe determinar las propiedades de la sub-rasante, condiciones de tráfico y ambientales a las cuales va a estar expuesto el pavimento durante todo su ciclo de servicio. Cuando se tengan esas tres condiciones claras podemos determinar que diseño sería el correcto, considerando los aspectos estructurales y criterios de tolerancia de los dos tipos de pavimento. [34]

Teniendo los dos diseños ajustados por un análisis de costo – beneficio de alternativas planteadas por el ingeniero diseñador y siguiendo las recomendaciones de este si se puede definir cuál de los dos métodos de construcción y mantenimiento es más eficiente y pueda satisfacer los niveles de servicios exigidos por el público. [34]

A continuación, se presenta **Tabla 6** versus de los dos tipos de pavimento que se podrán utilizar a la hora de realizar una pavimentación vial [34]

Tabla 6 Pavimento rígido vs pavimento flexible

PAVIMENTO RIGIDO	PAVIMENTO FLEXIBLE
Diseño y durabilidad	
Tienen como ventaja que su periodo de diseño mínimo es de 20 años según lo explica el Manual Peruano 2014 de carreteras, suelos, geotecnia y pavimentos.	Se recomienda realizar periodos de diseño de 10 a 20 años, cuando estos poseen más de 20 años son pavimentos con asfalto de alta calidad o modificados para tener mayor ciclo de servicio.
Diseño estructural y transmisión de esfuerzos	
Los pavimentos en concreto trabajan estructuralmente dependiendo del área de cada losa y esta absorbe los esfuerzos que se producen por las cargas, este tipo de pavimento se puede colocar directamente sobre la sub-rasante sin necesidad de hacer una capa base.	Aquí se presentan múltiples capas donde los esfuerzos son distribuidos en forma gradual por toda la estructura de pavimento.
Tipos de falla	

Las fallas típicas son por fatiga cuando los esfuerzos son mayores a la resistencia de las losas de concreto y se pueden presentar fisuras como escalonamiento, agrietamiento en esquina o agrietamiento transversal y longitudinal.	Presenta fallas por fatiga o por deformación de las capas que la componen, además estas fallas se presentan inicialmente como fisuras en la capa de rodamiento que al paso del tiempo y sin ningún tratamiento se pueden convertir en problemas más significativos como la piel de cocodrilo, agrietamientos, roderas y desprendimientos.
Servicio - comodidad	
Un buen proceso constructivo y un mantenimiento oportuno durante el ciclo de servicio de cualquiera de los dos tipos de pavimento son importantes para brindar al usuario un nivel alto de confiabilidad al transitar por esta vía, en general las dos brindan buena calidad de servicio todo depende cual sea el tratamiento que se le dé al paso de los años.	
Efectos ambientales	
Los cambios de temperatura afectan al concreto y general problemas de alabeo y esfuerzos de contracción por estos cambios también se pueden presentar algunas fisuras o problemas de transferencia de cargas entre cada losa, pero en términos generales el pavimento en concreto es menos sensible a los cambios de clima y estos son considerados más ecológicos.	Se sabe que el pavimento es un material termo – plástico y su resistencia se ve afectada dependiendo de la temperatura, también por el cambio de las condiciones del clima tienden a que la estructura del pavimento se comporte de forma diferente en los climas fríos este tiende a rigidizarse y en climas calientes el pavimento tiende a ahuellarse porque se vuelve más blanco.
Costo	
Los costos de construcción iniciales entre el pavimento rígido son más altos respecto al costo de un pavimento flexible, pero a la hora de hablar del costo de mantenimiento de la vía el pavimento flexible necesita mayor mantenimiento respecto al rígido. Para poder comparar el costo que tiene cada tipo de pavimento se debe mirar las características de cada proyecto, periodo de diseño y condiciones del mercado en este momento para poder ver las diferencias entre cada una.	

Fuente: Propia

5. ACTIVIDADES DESARROLLADAS

5.1. Localización y replanteo

Las imágenes muestran la ubicación de los sitios donde se intervino la primera etapa del proyecto, se encuentra una imagen con vista satelital y otra in situ. En la imagen in situ evidencia el estado inicial de la vía donde se la empresa EMPAS S.A intervino en el sistema de alcantarillado.

El objetivo de esta actividad es referenciar la ubicación de la obra y definir exactamente donde se iniciará y finalizará la recuperación de la malla vial y que manejo se le debe dar dependiendo el estado en el que se encuentre el terreno.

En la **Ilustración 7** e **Ilustración 8** se encuentra la localización vista satelital e in situ del barrio Mutis, Bucaramanga – calle 56 entre carreras 7 y 8.

Ilustración 7- Vista satelital



Fuente: Google Maps

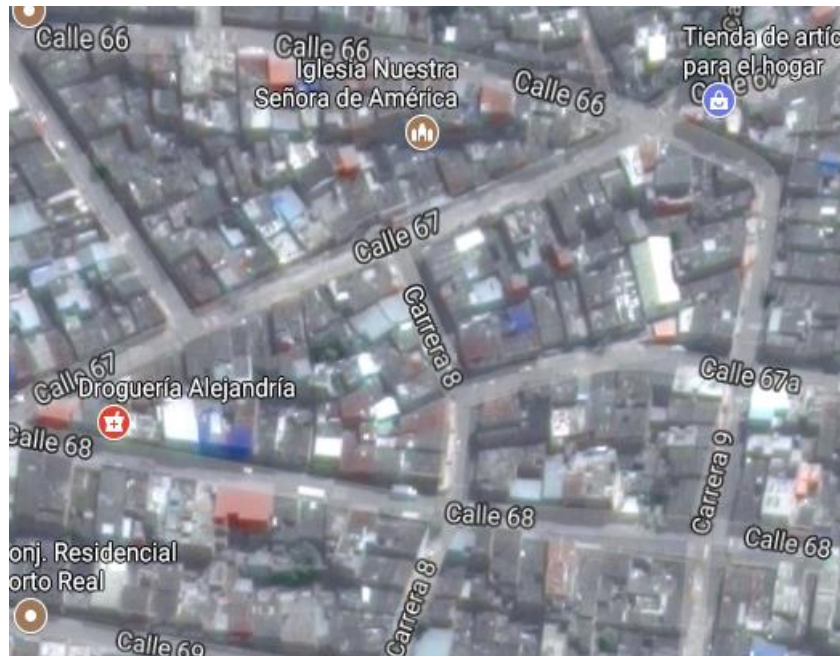
Ilustración 8 - In situ



Fuente: Ecozona S.A.S.

En la **Ilustración 9** e **Ilustración 10** se encuentra la localización en vista satelital e in situ del barrio Bucaramanga, Bucaramanga – carrera 8 entre calles 67 y 67^a.

Ilustración 9 - Vista satelital



Fuente: Google Maps

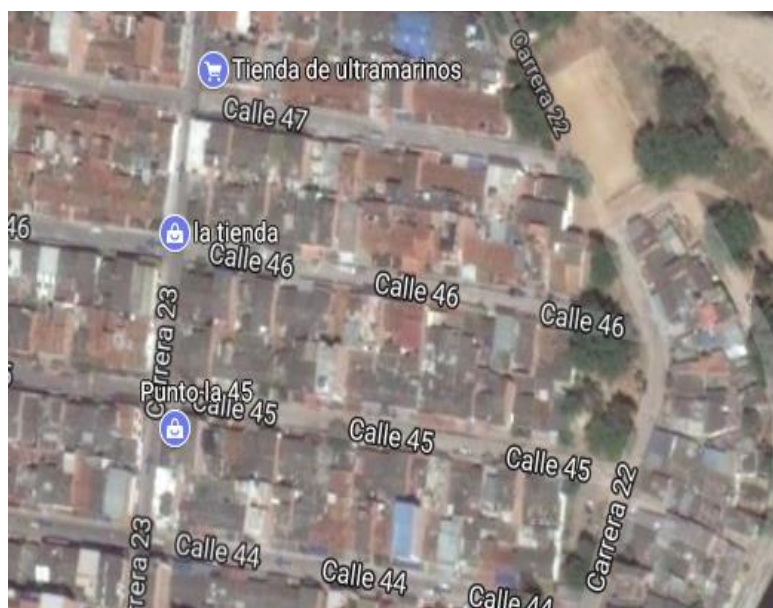
Ilustración 10 - In situ



Fuente: Ecozona S.A.S

En la **Ilustración 11** e **Ilustración 12** se encuentra la localización vista satelital e in situ del barrio El Poblado, Girón – calle 46 entre carreras 22 y 23.

Ilustración 11 - Vista satelital



Fuente: Google Maps

Ilustración 12 - In situ



Fuente: Ecozona S.A.S

En la **Ilustración 13** e **Ilustración 14** se encuentra la localización vista satelital e in situ del barrio Nariño, Bucaramanga – carrera 6 entre calles 21 y 22

Ilustración 13 - Vista satelital



Fuente: Google Maps

Ilustración 14 - In situ



Fuente: Ecozona S.A.S

En la **Ilustración 15** e **Ilustración 16** se encuentra la localización vista satelital e in situ del barrio Nariño, Bucaramanga– calle 16

Ilustración 15 - Vista satelital



Fuente: Google Maps

Ilustración 16 - In situ



Fuente: Ecozona S.A.S

5.2. Cerramiento con malla verde

Establecer los lineamientos técnicos, administrativos, calidad y de seguridad industrial en el trabajo. Este cerramiento se hace con malla verde antes de dar inicio a la obra y durante todo el proceso de ejecución del proyecto, para crear un aislamiento entre el personal no permitido y el grupo de trabajo.

Las siguientes imágenes muestran el encerramiento realizado para los trabajos que se realizaron en la primera etapa, en el Barrio Mutis no se realizó cerramiento, pero se hizo la señalización pertinente para el manejo y control del tráfico.

En las siguientes ilustraciones se muestra el cerramiento con malla verde de los sitios intervenidos.

Ilustración 17 - Cerramiento en el barrio Santa Cruz, Girón



Fuente: Ecozona S.A.S

Ilustración 18 - Cerramiento en el barrio Bucaramanga, Bucaramanga



Fuente: Ecozona S.A.S

Ilustración 19 - Cerramiento en el barrio El Poblado, Girón



Fuente: Ecozona S.A.S

Ilustración 20 - Cerramiento en el barrio Nariño, Bucaramanga



Fuente: Ecozona S.A.S

5.3. Excavación manual en material común

Este ítem se refiere a los movimientos de tierra mediante el proceso de excavar y retirar volúmenes de tierra u otros materiales para la conformación del suelo donde se hará el mejoramiento de la estructura de la vía.

Para este proyecto el cual se manejan distintos sitios en el área metropolitana se evidencio que la calidad del suelo variaba dependiendo a la zona y la profundidad de excavación. Para tres de las cinco obras solo se realizó la excavación en el cajeo de la red principal y la red domiciliarias de alcantarillado y estas presentaban un buen material granular porque era un relleno que se había hecho provisionalmente mientras se contrataba toda la recuperación de la malla vial.

En un caso aparte, en el Barrio Bucaramanga se realizó la intervención de la red de alcantarillado por parte del EMPAS S.A y se evidencio que el suelo estaba presentando fallas y estaban afectando la estructura del pavimento.

Para este caso en particular la empresa contratante indico que se debía realizar una excavación de 10 cm de espesor para quitar el suelo blando que se encontraba, pero al realizar esta excavación se presentó que el suelo que había por debajo de este presentaba un alto grado de contaminación y que realizar un pavimento rígido encima de este suelo era arriesgarse a que el concreto sufriera fisuras en los primeros 6 meses de vida útil.

Por eso se llegó a la conclusión de realizar una excavación de 45 cm para poder eliminar gran parte del suelo el cual está en mal estado y en dos lugares específicos donde el suelo estaba en muy mal estado se bajaría a 70 cm para realizar obras de mejoramiento en el mismo.

En las siguientes ilustraciones se encuentran las excavaciones de los barrios intervenidos.

Ilustración 21 - Excavación barrio El Poblado, Girón



Fuente: Ecozona S.A.S

Ilustración 22 - Excavación barrio Nariño, Bucaramanga



Fuente: Ecozona S.A.S

Ilustración 23 - Excavación barrio Santa Cruz, Girón



Fuente: Ecozona S.A.S

Ilustración 24 - Excavación barrio Bucaramanga, Bucaramanga



Fuente: Ecozona S.A.S

5.4. Demolición de pavimento asfáltico y en concreto rígido

Pavimento en concreto: En coordinación con la interventoría se deberán determinar las áreas de pavimento en concreto que se han de demoler. Esta consiste en la demolición total o parcial de la estructura y se realizara en pavimentos existentes por esta razón se deberá trabajar con la precaución necesaria para evitar que el pavimento que no va a ser intervenido no sufra fisuramiento en su estructura.

Pavimento asfáltico: Este trabajo comprende la demolición de la capa de rodadura en donde se realizará el reemplazo total de la vía a recuperar, esta debe ser autorizada por la interventoría la cual definirá el alcance de este ítem.

Para el caso del Barrio Bucaramanga el cual se encontró una capa de pavimento asfáltico de 5 cm de espesor y también concreto rígido que tenía un espesor mínimo de 15 cm y máximo de 42 cm el cual se presentó en lugares donde el terreno tenía mayor profundidad, esto hizo que esta actividad se ampliara en tiempo porque el espesor de concreto no era el mismo en todas las partes.

En el Barrio Santa Cruz se decide demoler en algunas áreas específicas el pavimento asfáltico para poder mejorar la junta entre el pavimento nuevo y el existente.

Ilustración 25 - Demolición de pavimento y concreto en el barrio Bucaramanga, Bucaramanga



Fuente: Ecozona S.A.S

Ilustración 26 - Demolición de pavimento y concreto en el barrio Bucaramanga, Bucaramanga



Fuente: Ecozona S.A.S

Ilustración 27 - Demolición de pavimento en el barrio Nariño, Bucaramanga



Fuente: Ecozona S.A.S

5.5. Mejoramiento de la subrasante con piedra rajón

En la obra situada en el barrio Bucaramanga al realizar la demolición del pavimento existente y empezar con la limpieza del terreno para tener la sub-rasante en perfectas condiciones para iniciar la intervención con la base granular, se observó el suelo se encontraba en malas condiciones ya que la tierra se encontraba contaminada en la mayor parte del terreno. Como solución el supervisor de interventoría de la obra dio la orden de realizar una excavación más profunda a la que se había pactado llegando a excavar 70 cm en total.

Como parámetro de evaluación se observa la capacidad de soporte o resistencia a las deformaciones por esfuerzo cortante bajo las cargas del tránsito para las cuales está diseñado el pavimento, también se tuvo presente el contenido de humedad del suelo y los cambios de volumen por el agua en exceso, llegando a que estos cambios pueden presentar grandes daños en la estructura de pavimento.

Según el INVIAS (Instituto Nacional de Vías) en su artículo 230 de las normas y especificaciones técnicas se pueden realizar mejoramientos de la sub-rasante con adición de materiales, esto consiste en el mejoramiento de la sub-rasante para la estructura de pavimento realizando el suministro y colocación de materiales pétreos (piedra rajón), esto se realiza cuando se encuentran rellenos o suelos con propiedades de soporte bajas y sea necesario reemplazar con el fin de evitar problemas de hundimientos o deformación en un futuro.

La PIEDRA RAJON, es constituido como material pétreo con buena resistencia, su tamaño máximo dependerá del espesor de la capa de mejoramiento y sobre esta se tendrá que ir un material granular de menor tamaño para llenar los vacíos inter granulares y así poder tener una buena compactación.

Este método de mejorar la subrasante se ha venido utilizando en distintas obras del país, manejando los mismos métodos y especificaciones técnicas que se realizaron en el barrio Bucaramanga, algunas de las obras son:

Cundinamarca: Anden parque de los maestros en la Universidad Nacional de Colombia, Instrumentación de pavimentos con la Universidad de los Andes

Boyacá: Mejoramiento y mantenimiento de las vías rurales del municipio de Ramiriquí

Santander: Mejoramiento de la malla vial en las vías de agua blanca la venta, la venta, la venta pariquí en el municipio de Floridablanca.

Ilustración 28 - Piedra rajón barrio Bucaramanga, Bucaramanga



Fuente: Ecozona S.A.S

Ilustración 29 - Piedra rajón barrio Bucaramanga, Bucaramanga



Fuente: Ecozona S.A.S

5.6. Base granular y suelo cemento

Esta actividad comprende lo que es el suministro, transporte, colocación, humedecimiento, extensión y conformación; y terminado del material de base granular aprobado por la interventoría con las indicaciones dadas por la empresa contratista.

En el caso de Barrio Bucaramanga que presentaba un suelo contaminado en mal estado se decidió realizar un mejoramiento en piedra de ciclópeo específicamente en dos zonas donde se encontraba la mayor falla de suelo, después de esta capa de piedra estará la subbase y la base granular, pero además por petición de la empresa contratista también se decidió realizar una mezcla de suelo cemento sobre toda la vía para disminuir su plasticidad y evitar el cambio brusco de volumen cuando se entregue la vía.

Para el resto de barrios solo se decidió hacer un llenado con material granular a la caja de la red principal y domiciliaria dejando aproximadamente 12 cm de espesor por debajo de la caja para aplicar la primera capa de pavimento.

Ilustración 30 - Base en el barrio Santa Cruz, Girón



Fuente: Ecozona S.A.S

Ilustración 31 - Base en el barrio El Poblado, Girón



Fuente: Ecozona S.A.S

Ilustración 32 - Base en suelo cemento barrio Bucaramanga, Bucaramanga



Fuente: Ecozona S.A.S

Ilustración 33 - Base en el barrio Nariño, Bucaramanga



Fuente: Ecozona S.A.S

5.7. Compactación

En el caso de vías terrestres buscar una buena compactación del suelo podría mejorar las condiciones de vía útil de la vía porque implicaría disminuir la compresibilidad de suelos y poder incrementar la estabilidad volumétrica. También se busca el no agrietamiento, la permeabilidad y el incremento de la resistencia del suelo.

En este proyecto se utiliza la compactación en la base granular, suelo cemento y en el sello asfáltico para dar el acabado final. A cada una de estas capas se hace el procedimiento de compactación para evitar cambios de volumen al haber infiltración de agua en el terreno.

Para la recuperación de las cinco vías se realizó la compactación por etapas pasando en repetidas ocasiones por el mismo tramo de vía para darle buena compactación hasta que se viera bien conformada tanto la base como el sello de asfalto que se le aplica.

Se toma en cuenta la recomendación dada por un maestro externo a la obra que es compactar con rana o saltarín la rasante de la vía para poder evitar algún tipo de hundimiento interno a la hora de darle un vibrado a la base granular.

Ilustración 34 - Compactación base granular en el Barrio Bucaramanga, Bucaramanga



Fuente: Ecozona S.A.S

Ilustración 35 - Compactación de la rasante de la red principal y domiciliarias en el barrio El Poblado, Girón



Fuente: Ecozona S.A.S

Ilustración 36 - Compactación pavimento red principal y domiciliarias en el barrio El Poblado, Girón



Fuente: Ecozona S.A.S

5.8. Pavimentación de la red principal y domiciliaria

La pavimentación de la red principal y domiciliar se realiza después de compactar la base granular para así poder nivelar el pavimento existente con el pavimento nuevo y poder tener una capa de pavimento nivelada para poder sellar de asfalto la vía completa.

Esta capa de pavimento se le daba dar tránsito por lo menos 10 días, esto fue requerido por la empresa contratante para que el pavimento tuviera mejor condición y se compactara totalmente con el paso de la llanta de los carros.

Como diferencia este pavimento posee una base granular de mayor tamaño, porque el sello es una capa de recuperación y rejuvenecimiento de la capa de rodadura de pavimento existente y por ende este debe tener un triturado de menor tamaño y el pavimento.

Esta pavimentación de la espina de pescado se realiza para los barrios El Poblado y Santa Cruz en Girón y Nariño en Bucaramanga.

Ilustración 37- Pavimentación espina de pescado barrio El Poblado, Girón



Fuente: Ecozona S.A.S

Ilustración 38 - Pavimentación espina de pescado barrio Santa Cruz, Girón



Fuente: Ecozona S.A.S

5.9. Acero de refuerzo

En el barrio Bucaramanga se realizó la pavimentación en concreto rígido, por esta razón se debe construir una estructura de acero entre losas de concreto para mejorar la capacidad de soportar las cargas y poder transferir las cargas al pasar el vehículo de una a otra losa.

El diseño estructural para este pavimento lo entregó la empresa contratista EMPAS S.A el cual se trabaja de una malla electrosoldada sobre una capa de concreto de 5 cm de espesor y traslapes o juntas entre cada losa vertical o horizontal cada 30 cm y en acero liso y deben estar engrasado.

En la junta de la mitad de las dos losas se debe cubrir las varillas de acero con un tubo para que este quede algo suelto y pueda controlar las grietas causadas por el alabeo y que las losas de concreto no se desplacen.

También se encuentra horizontalmente en la parte inferior de cada losa envueltas en tubo para evitar el agrietamiento cuando el vehículo pasa de una losa a otra y se forma dos esfuerzos que hacen un pandeo del concreto.

Ilustración 39 - Colocación de la malla electrosoldada barrio Bucaramanga, Bucaramanga



Fuente: Ecozona S.A.S

Ilustración 40 - Colocación de las juntas entre losas en el barrio Bucaramanga, Bucaramanga



Fuente: Ecozona S.A.S

5.10. Concreto de 3000 Psi

El concreto utilizado para el barrio Bucaramanga fue de 3000 psi, esta decisión fue tomada por la empresa contratante EMPAS S.A y ellos mismos se encargaron de realizar el diseño de mezcla del concreto.

Este concreto fue prepara en obra con mezcladora y siguiendo el diseño dado por la empresa EMPAS S.A, se utilizó para cada bulto de cemento de 50kg son 7 baldes de arena, 8 baldes de triturado y 5 baldes de agua, el balde utilizado para estas dosificaciones es de 10 litros.

La fundida de concreto se realiza por losas terminada se empieza el empalme la de otra, primero un carril completo y después se hace la junta con el carril contrario. Para cada losa de concreto se comienza con una capa de concreto de 5 cm aproximadamente para poder colocar encima la malla electrosoldada y después se riega más concreto completando los 20 cm de espesor de concreto y ahí si colocando el refuerzo de acero.

Por último, se le hace un rayado al concreto de en la dirección contraria al tránsito para evitar que este quede totalmente liso y pueda mejorar las condiciones de fricción entre el pavimento y la llanta.

Ilustración 41 - Maquina mezcladora de concreto



Fuente: Ecozona S.A.S

Ilustración 42 - Preparación del concreto en obra



Fuente: Ecozona S.A.S

Ilustración 43 - Capa de concreto de 10 cm para colocación de la malla electrosoldada



Fuente: Ecozona S.A.S

Ilustración 44 - Primera losa en concreto terminada (sin rayar)



Fuente: Ecozona S.A.S

Ilustración 45 - Losa en concreto con rayado



Fuente: Ecozona S.A.S

**Ilustración 46 - Pavimento en concreto terminado en el barrio Bucaramanga,
Bucaramanga**



Fuente: Ecozona S.A.S

5.11. Sello asfáltico

Para la aplicación del sello en el barrio Nariño y Mutis se utilizaron aproximante 8 volquetas de 7 m³ de asfalto, estas llevaban a una temperatura aproximada de 150°C a 170°C dependiendo de la distancia que estaba la planta asfaltera a la vía en intervención, el clima, la temperatura y la forma en que fue transportado y cubierto el asfalto.[13] [7].

Primero se debe hacer un riego de liga para la aplicación de sellos en la superficie y poder tener adherencia entre el pavimento existente y el nuevo sello que se va a aplicar. [9]

La primera volqueta va descargando poco a poco el asfalto en la máquina pavimentadora y esta la va regando sobre la superficie en toda el primer carril de modo que los operarios alcancen a extenderla sobre todo el primer carril, se hace este procedimiento por toda la vía a reparar hasta que quede totalmente cubierta de pavimento, este asfalto se debe de mantener lo más caliente posible a la hora de extender y compactar.

Actualmente ya se realizó el sello de las vías de los barrios El Poblado, Girón; Nariño y Mutis en Bucaramanga, en el barrio Santa Cruz no se ha sellado porque se está dando un mayor tiempo de rodamiento en la vía porque esta no es tan transitable por vehículos.

En la **Ilustración 47**, **Ilustración 48** e **Ilustración 49** se encuentran los tres procesos para finales para dar por terminada la recuperación de la malla vial del barrio El Poblado, Girón.

Ilustración 47 - Riego de impregnación asfáltica en el barrio El Poblado, Girón



Fuente: Ecozona S.A.S

Ilustración 48 - Sello asfáltico en el barrio El Población, Girón.



Fuente: Ecozona S.A.S

Ilustración 49 - Barrio El Poblado, Girón



Fuente: Ecozona S.A.S

En la se encuentran los tres procesos para finales para dar por terminada la recuperacion de la malla vial del barrio Nariño, Bucaramanga.

Ilustración 50 - Riego de impregnación asfáltica en el barrio Nariño, Bucaramanga



Fuente: Ecozona S.A.S

Ilustración 51 - Sello asfáltico en el barrio Nariño, Bucaramanga



Fuente: Ecozona S.A.S

Ilustración 52 - Barrio Nariño, Bucaramanga



Fuente: Ecozona S.A.S

En la se encuentran los tres procesos para finales para dar por terminada la recuperacion de la malla vial del barrio Mutis, Bucaramanga.

Ilustración 53 - Riego de impregnación asfáltica en el barrio Mutis, Bucaramanga



Fuente: Ecozona S.A.S

Ilustración 54 - Sello asfaltico en el barrio Mutis, Bucaramanga



Fuente: Ecozona S.A.S

Ilustración 55 - Barrio Mutis, Bucaramanga



Fuente: Ecozona S.A.S

OBSERVACIONES

- Durante el mes de agosto y septiembre se presentaron fuertes lluvias en algunas ocasiones desde temprano en la mañana y otras en la tarde, afectando la base granular y provocando que el pavimento se enfrié más rápido. Por eso es importante tapar la base granular y la volqueta que transporta el pavimento tener un plástico impermeable, además de mirar los pronósticos del clima de la página del IDEAM para analizar cómo puede estar el comportamiento del clima el día de pavimentar.
- En dos ocasiones el pavimento durante su recorrido planta – obra se enfrió rápidamente y cuando llegó la hora de pavimentar este no estaba en la temperatura correcta y fue más difícil compactar. Se debería revisar la temperatura del pavimento a la hora de salir de la planta y a la hora de llegar a la obra.
- En el barrio Mutis se presentaron dos días de fuertes lluvias el cual tocó para la obra durante una hora, esto ocasionó que la base granular en dos redes domiciliarias se estancara el agua. Al siguiente día en horas de la mañana se secó y se pavimentó toda la red principal y domiciliaria, pero en horas de la tarde el pavimento se fisuró todo ese tramo, también se generó un colchón porque la base granular se mojó bastante y se contaminó creándose vacíos. Se demolió todo el pavimento dañado y se sacó la base reemplazándola por nueva base granular y volviendo a pavimentar.
- Se generaron fisuras en el pavimento a la hora de compactarlo con el vibro compactador, esto se debe a que el asfalto todavía estaba muy caliente y no es recomendable compactar a altas temperaturas. De esta manera se dejó reposar el pavimento de 10 a 15 minutos mientras bajaba su temperatura.
- En el barrio Bucaramanga se dañaron dos tubos de acueducto los cuales estaban situados en la parte donde se hizo el refuerzo del terreno con piedra ciclópea y se tuvo que excavar a 70 cm. Toco llamar al acueducto de Bucaramanga para que vinieran a arreglar el tubo que habíamos dañado.
- En una ocasión se tuvo el infortunio que empezó a llover cuando se estaba pavimentando, el asfalto todavía estaba en la volqueta y comenzó a mojarse y enfriarse rápidamente, tocó mandar a un empleado para que trajera plásticos impermeables para cubrir la volqueta y evitar que el asfalto se dañara.

- En el barrio Mutis el terreno estaba duro en el momento que se iba a realizar la excavación y el primer día de trabajo allá el rendimiento de la obra fue mínimo porque se demoraban mucho picando la tierra. Por esta razón se llevó a la obra el compresor con los taladros para poder demoler esta tierra mucho mas rápido.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda analizar el pronóstico del tiempo del clima en la página IDEAM para el día que se hará la pavimentación y poder evitar las posibles lluvias.
- Se sugiere tomar la temperatura de pavimento con un termómetro a la hora que llega a la obra, cuando se esté esparciendo sobre la base granular y cuando se vaya a compactar.
- Se recomienda cubrir la base granular con un plástico para evitar que se llene de agua y se contamine. También si se llega a mojar la base es importante sacarla, esparcirla y ponerla al sol para que se seque y siga estando en buenas condiciones.
- A la hora de compactar se debe esperar que el pavimento esparcido baje su temperatura de 90 a 100 grados para que este no presente fisuras y quede con una buena presentación.
- En las zonas donde se debe excavar a más de 50 cm se debe tener precaución porque en algunos casos la tubería de gas y acueducto puede que no tenga la profundidad exigida y se puede contar con el infortunio de romper un tubo.
- La volqueta donde se transporte el asfalto y/o la base granular se debe contar con un plástico impermeable para cubrirlo en caso de lluvia.
- Cuando el terreno a excavar estar duro a la hora de picar se deberá trabajar con un taladro para que ayude a demoler la tierra y se pueda avanzar más rápido en la obra.

CONCLUSIONES

- Es importante conocer a que temperatura se va a manejar el pavimento para no cometer errores en el momento de expandirlo y compactar.
- Para tener grandes avances de obra se requiere contar con la maquinaria adecuada para facilitar el trabajo en las diferentes actividades a realizar.
- Cuando se desea pavimentar se debe mirar el pronóstico del tiempo para alejar cualquier índice de lluvia que pueda afectar durante el proceso de la pavimentación.
- Los trabajadores deben contar con todo su equipo de protección personal para evitar quemaduras a la hora de manipular el asfalto caliente.
- Cuando la base granular es afectada por la lluvia, se debe retirar y reponer por nueva base para evitar que haya futuros hundimientos.
- La reutilización de pavimento que se encuentra en buen estado es de gran importancia porque se disminuye los costos de cada una de las obras expuestas, en el barrio Santa Cruz se obtuvo un ahorro de 20%, en el barrio Nariño se ahorró 16.6%, en el barrio El Poblado un 11.2% de ahorro en el pavimento nuevo.
- Las losas optimizadas es un nuevo método que ha cambiado el concepto de pavimentación, porque se obtiene un ahorro mínimo del 40% de concreto, dependiendo del espesor que se maneje en la zona y el tipo de tráfico a la que estaba expuesta.
- Los gases tóxicos que emiten el asfalto producen en el cuerpo humano distintas clases de enfermedades por eso es importante realizar estas prácticas con los elementos de protección personal.
- La determinación del tipo de pavimento que se desea utilizar en la zona depende del tipo de características que está expuesta la vía

BIBLIOGRAFIA

1. Ronald M, Bracho C y Avendaño J. Emulsiones asfálticas (usos-rompimiento).
2. Sánchez Sabogal F, Modulo 8 Ligantes Bituminosos. Escuela Colombiana de Ingenieros.
3. Química Latinoamericana, Sellos & Tratamientos Superficiales. Recuperado de http://www.quimicalatinoamericana.cl/images/pdf/productos/emulsiones_asfalticas/SellosyTratamientosSuperficiales.pdf
4. Asphalt Emulsion Manufacturers Association, Asphalt Institute. Emulsiones asfálticas – Manual Básico de Emulsiones Asfálticas. Manual series No. 19.
5. Rodríguez Talavera R, Castaño Meses V, Martínez Madrid M. Emulsiones Asfálticas – Documento técnico No.23. Secretaria de comunicaciones y transportes.
6. Londoño Naranjo, Cipriano y Álvarez Pabón, Jorge Alberto. Manual de diseño de pavimentos de concreto, para vías con bajos, medias y altos volúmenes de transito / Cipriano Alberto Londoño Naranjo; Jorge Alberto Álvarez Pabón; Instituto Colombiano de Productores de Cemento – Medellín: ICPC; 2008. 114P.
7. ASFALCHILE – Soluciones para Pavimentos. Tecnología Móbil. Sello Asfaltico para Juntos y Grietas en Pavimentos.
8. Matthew Volovski; Jackeline Murillo – Hoyos; Tariq Usman Saeed, A.M.A.ASCE; and Samuenl Labi, M.ASCE. Estimation of Routine Maintenance Expenditures for Highway Pavement Segments: Accounting for Heterogeneity Using Random – Effects Models. Technical Papers.
9. Grupo Asfalchile. Tep Liquido – Imprimante Asfaltico. Recuperado de <https://www.asfalchile.cl/phocadownload/fichas/complementos-asfalticos/tep-liquido.pdf>
10. Pohlman N. Continuously Reinforced Concrete Pavement: Best Practices In Design Construction and Rehabilitation. New York. Novinka.
11. UNICON – Profesionales en Concreto, Cementos Lima S.A.A. El Pavimento de Concreto. Recuperado de <http://www.duravia.com.pe/wp-content/uploads/COLECCIONABLE-DURAVIA-V.2.pdf>

12. PACASMAYO – Especialista en Cementos. Concreto para pavimentos. Recuperado de <http://www.cementospacasmayo.com.pe/productos-y-servicios/concreto-premezclado/concretos-para-pavimentos/>
13. Cincire V. BENEFICIOS DE LAS CAPAS DE RODADURA CON RIEGO SINCRONIZADO. SemMateriales México.
14. Wallace W. Gestión de Proyecto – EDINBURGH BUSINESS SCHOOL HERIOT – WATT UNIVERSITY.
15. Ley 400 (19 de agosto de 1997). Título I
16. Ley 842 (08 de octubre de 2003)
17. Ley 1229 (16 de julio de 2008)
18. Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10). Titulo A – Requisitos generales de diseño y construcción sismo resistente.
19. Gómez D. Práctica empresarial Rehabilitación del pavimento de la carrera 31 entre avenida 36 y la calle 60 del barrio Ciudad Bolívar del municipio de Barrancabermeja – Consorcio Modernización Vial.
20. Triana Jhon. Seguimiento técnico de la pavimentación en concreto hidráulico de doble calzada de la calle 44, que va desde la glorieta del terminal hasta la glorieta del obelisco en la ciudad de Valledupar, Cesar.
21. Cuello Y. Auxiliar de interventoría para la construcción y pavimentación de la carretera bandillo – San Juan del Cesar.
22. Quiroga F. Construcción y mantenimiento de la vía incora y fase final de la alameda de la paz en pavimento flexible.
23. Guacaneme Fabio. Ventajas y usos del concreto reciclado. Universidad Militar Nueva Granada.
24. Escandon, Juan. Diagnósticos técnico y económico del aprovechamiento de residuos de construcción y demolición es las edificaciones en la ciudad de Bogotá. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá D.C. 2011.

25. Romero, J. Losas de menor tamaño y espesor, ¿Es posible?. Construdata.
26. A. Cáceres, C. Luis; Legislación en salud ocupacional y riesgos profesionales. Bogotá: Salud Laboral. 2005
27. ARSEG. Comprendió de Normas Legales Sobre Salud Ocupacional. 2006.
28. K. Ringen, J. Seegal, L. James, Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo – volumen 3 – Capítulo 93 (Construcción), 1998.
29. Moscote. O, Méndez. G, Beltrán. C; Análisis de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales en actividades de pavimentación con asfalto.
30. Restrepo Héctor, Stephens Steve. Reciclaje de pavimentos, estudios de las ventajas económicas del reciclaje en frio in situ de pavimentos asfálticos. Universidad de Medellín. 2015.
31. Pajuelo Carlos. “Reciclado de pavimentos”. Universidad Nacional Federico Villareal. Lima, Perú. 2014.
32. INVIAS. Reciclado de pavimento asfáltico en frio en el lugar empleando ligantes bituminosos. Artículo 461-07.
33. INVIAS. Mejoramiento de la sub-rasante con adición de materiales. Artículos 230.
34. Chang C. Pavimentos rígidos versus flexibles ¿Mitos o realidades? – Viabilidad y transporte latinoamericano.
35. Cement Sustainability Initiative. Reciclando Concreto. Consejo mundial empresarial para el desarrollo sostenible.
36. Departamento de seguros de Texas (TDI). División de compensación para trabajadores (DWC). La seguridad con el asfalto.