



INFORME FINAL

**ANALISIS DE RENDIMIENTO DE EQUIPO Y MANO DE OBRA EN PROYECTOS VIALES:
SEGUNDA ETAPA: CORREDOR VIAL MOJARRAS-POPAYAN, PLAN 2500: ROSAS –LA
SIERRA Y EL ESTRECHO-BALBOA**

PRESENTADO POR:

**NILSA ROCIO VILLOTA ROSERO
ANDRES FELIPE MARTINEZ TEJADA**

DIRECTOR DE PASANTIA:

ING.ALDEMAR JOSE GONZALEZ FERNANDEZ

POPAYÁN, OCTUBRE DE 2006

INFORME DE PASANTIA

**“ANALISIS DE RENDIMIENTOS REALES DE MANO DE OBRA Y EQUIPOS EN OBRAS VIALES DEL
DEPTO DEL CAUCA EN EL AÑO 2006”**

NILSA ROCIO VILLOTA ROSERO Y ANDRES FELIPE MARTINEZ TEJADA



TABLA DE CONTENIDO

1. **INTRODUCCION.**
2. **OBJETIVOS.**
 - 2.1. OBJETIVOS GENERALES.
 - 2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.
3. **MARCO DE REFERENCIA.**
 - 3.1 PRELIMINARES DEL TRABAJO.
4. **METODOLOGIA DE ANALISIS.**
 - 4.1 TABLA DE ANÁLISIS.
5. **CARACTERISTICAS DE LOS PROYECTOS.**
 - 5.1 PLAN 2500: VIA ROSAS – LA SIERRA Y EL ESTRECHO – BALBOA.
 - 5.1.1 Información del contrato de construcción e interventoría.
 - 5.1.1.1 Contrato del proyecto Plan 2500.
 - 5.2 SEGUNDA ETAPA CORREDOR VIAL DE OCCIDENTE MOJARRAS – POPAYÁN Y LA VARIANTE.
 - 5.2.1 Información del contrato de construcción e interventoría.
 - 5.2.1.1 Contrato del corredor vial Mojarras –Popayán.
 - 5.2.2 Información general del mantenimiento vial.
 - 5.2.2.1 Conservación vial.
 - 5.2.2.2 Mantenimiento rutinario.
 - 5.2.2.3 Mantenimiento periódico.
 - 5.2.2.4 Tratamiento Superficial.
 - 5.2.2.5 Renovación de la superficie.
 - 5.2.2.6 Refuerzo de la estructura
6. **UBICACIÓN DE LOS PROYECTOS DE ANÁLISIS.**
 - LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO PLAN 2500
 - 6.1 VÍA ROSAS – LA SIERRA.
 - 6.2 VÍA EL ESTRECHO – BALBOA.
 - LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO CORREDOR VIAL.
 - 6.3 VÍA POPAYÁN – MOJARRAS Y LA VARIANTE DE POPAYÁN.

INFORME DE PASANTIA

*“ANALISIS DE RENDIMIENTOS REALES DE MANO DE OBRA Y EQUIPOS EN OBRAS VIALES DEL
DEPTO DEL CAUCA EN EL AÑO 2006”*

NILSA ROCIO VILLOTA ROSERO Y ANDRES FELIPE MARTINEZ TEJADA



6.4 INFORMACIÓN DE LA EMPRESA.

6.4.1 Actividades desarrolladas por la interventoría.

6.5 PRIMERA FASE DEL TRABAJO.

6.5.1 Diseño de formatos.

6.6 SEGUNDA FASE DEL TRABAJO.

6.6.1 Lista de las actividades seleccionadas.

6.6.2 Especificaciones técnicas del Instituto Nacional de Vías.

6.6.2.1 Fresado de pavimento asfáltico.

6.6.2.2 Base Granular.

6.6.2.3 Subbase Granular.

6.6.2.4 Imprimación.

6.6.2.5 Riego de Liga.

6.6.2.6 Mezcla densa en caliente MDC.

6.6.2.7 Subdrenes con geotextil y material granular.

6.6.2.8 Gaviones.

7. FACTORES QUE AFECTAN LOS RENDIMIENTOS EN LAS OBRAS VIALES.

7.1 FACTORES QUE AFECTAN EL RENDIMIENTO EN LA MAQUINARIA.

7.1.A Tabla de factores teóricos.

7.1.B Tabla de factores en la práctica.

7.1.1 Motoniveladora.

7.1.2 Compactadores.

7.1.3 Compactadores Neumáticos.

7.1.4 Tanque Irrigador.

7.1.5 Fresadora.

7.1.6 Excavadoras Hidráulicas.

7.2 FACTORES QUE AFECTAN EL RENDIMIENTO EN LA MANO DE OBRA.

7.2.A Tabla de factores que afectan el rendimiento de la mano de obra.

7.3 MAQUINARIA Y RECURSOS HUMANOS EN LOS PROYECTOS VIALES: PLAN 2500 Y CORREDOR VIAL DEL OCCIDENTE.

7.3.1 Maquinaria y recursos humanos por parte de la constructora tramo Rosas – La Sierra.

7.3.2 Maquinaria y recursos humanos por parte de la constructora tramo El Estrecho – Balboa.

7.3.3 Maquinaria y recursos humanos por parte de la constructora tramo Mojarras – Popayán.

7.3.4 Listado total y detalle de la maquinaria del contratista.

7.3.5 Recursos humanos por parte de la empresa interventora.

7.3.5.1 Comisión flotante.

INFORME DE PASANTIA

“ANÁLISIS DE RENDIMIENTOS REALES DE MANO DE OBRA Y EQUIPOS EN OBRAS VIALES DEL DEPTO DEL CAUCA EN EL AÑO 2006”

NILSA ROCIO VILLOTA ROSERO Y ANDRES FELIPE MARTINEZ TEJADA



7.3.5.2 Personal en la obra.

7.4 TERCERA FASE DEL PROYECTO.

8. VALORES DE RENDIMIENTOS.

8.1 RENDIMIENTOS TEÓRICOS.

8.2 RENDIMIENTOS REALES.

8.2.1 Rendimientos diarios.

8.2.2 Rendimientos horarios.

8.2.2.1 Tramo: Rosas la Sierra.

8.2.2.2 Tramo: El Estrecho Balboa.

8.2.2.3 Tramo: Mojarras Popayán.

8.2.3 Comparacion entre rendimiento diario y rendimiento horario.

8.2.3.1 Periodos normales de trabajo.

8.2.3.1.1 Periodos normales de trabajo en la mano de obra.

8.2.3.1.2 Periodos normales de trabajo en la maquinaria.

8.3 RENDIMIENTOS DEL CONTRATISTA.

8.3.1 Desarrollo del plan de calidad del interventor

8.3.1.1 Calidad de la obra.

8.3.1.2 Ensayos de laboratorio.

8.3.2 Responsabilidades especiales del constructor.

8.3.2.1 Autocontrol.

8.3.2.2 Permisos y licencias.

8.3.2.3 Patentes y regalías.

9. ANALISIS DE RENDIMIENTOS.

9.0.1 Método de la ingeniería y el análisis estadístico.

9.0.1.1 Recolección de datos en la ingeniería.

9.0.1.2 Diseño de investigaciones experimentales.

9.0.1.3 Observaciones de procesos en el tiempo.

9.0.2 METODO ESTADISTICO PARA EL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.

9.0.2.1 Variable cuantitativa continúa.

9.0.2.2 Tamaño de la muestra.

9.0.2.3 Intervalos de clase.

9.0.2.4 Rango de los datos.

9.0.2.5 Tamaño del intervalo.

9.0.2.6 Límites de los intervalos de clase.

9.0.2.7 Mitad del intervalo.

INFORME DE PASANTIA

**“ANALISIS DE RENDIMIENTOS REALES DE MANO DE OBRA Y EQUIPOS EN OBRAS VIALES DEL
DEPTO DEL CAUCA EN EL AÑO 2006”**

NILSA ROCIO VILLOTA ROSERO Y ANDRES FELIPE MARTINEZ TEJADA



-
- 9.0.2.8 Frecuencia absoluta.
 - 9.0.2.9 Frecuencia relativa acumulada.
 - 9.0.2.10 Cuadro de frecuencias.
 - 9.0.2.11 Media aritmética.
 - 9.0.2.12 Indicadores de dispersión.
 - 9.0.2.13 La varianza.
 - 9.0.2.14 Desviación estándar.
 - 9.0.2.15 Coeficiente de varianza.
 - 9.0.3 Análisis estadístico de los datos.
 - 9.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO EN EL TRAMO ROSAS – LA SIERRA.
 - 9.1.1 Análisis estadístico de subbase granular en el tramo Rosas – La Sierra.
 - 9.1.2 Análisis estadístico de la base granular en el tramo Rosas – La Sierra.
 - 9.1.3 Análisis estadístico de la construcción de muros en gaviones en el tramo Rosas – La Sierra.
 - 9.1.4 Análisis estadístico de imprimación de base granular en el tramo Rosas – La Sierra.
 - 9.1.5 Análisis estadístico de extensión y compactación de mezcla densa en caliente (MDC) en el tramo Rosas – La Sierra.
 - 9.2 ANALISIS ESTADISTICO EN EL TRAMO EL ESTRECHO – BALBOA.
 - 9.2.1 Análisis estadístico de subbase granular en el tramo El Estrecho - Balboa.
 - 9.2.2 Análisis estadístico de la base granular en el tramo El Estrecho - Balboa.
 - 9.2.3 Análisis estadístico de imprimación de base granular en el tramo El Estrecho - Balboa.
 - 9.2.4 Análisis estadístico de extensión y compactación de mezcla densa en caliente (MDC) en el tramo El Estrecho - Balboa.
 - 9.2.5 Análisis estadístico de la construcción de muros en gaviones en el tramo El Estrecho – Balboa.
 - 9.3 ANALISIS ESTADISTICO EN EL TRAMO MOJARRAS – POPAYAN.
 - 9.3.1 Análisis estadístico de parcheo con carpeta asfáltica corredor vial Mojarras – Popayán.
 - 9.3.2 Análisis estadístico de fresado de carpeta asfáltica corredor vial Mojarras – Popayán.
 - 9.4 MUROS EN CONCRETO CICLOPEO.
 - 9.4.1 Proceso de la información tramo Rosas – La Sierra.
 - 9.4.2 Proceso de la Información tramo El Estrecho – Balboa.
 - 9.5.3 Promedio de los rendimientos.



9.5 FILTROS EN GEODREN.

9.5.1 Proceso de la información tramo Rosas – La Sierra.

9.5.2 Proceso de la Información tramo El Estrecho – Balboa.

9.5.3 Promedio de los rendimientos.

10. ANALISIS DE RESULTADOS

10.1 CUADRO COMPARATIVO.

10.2 ANALISIS DE RENDIMIENTOS.

11. CORRELACION DE RESULTADOS.

11.1 RENDIMIENTOS TEÓRICOS Y REALES.

11.2 FACTORES DE CORRELACIÓN ENTRE EL RENDIMIENTO TEÓRICO Y REAL PARA CADA TRAMO.

12. COMENTARIOS Y RECOMENDACIONES.

13. REGISTRO FOTOGRAFICO.

14. CRONOGRAMA DE TRABAJO.

15. OBSERVACIONES.

16. CONCLUSIONES.

17. SUGERENCIAS.

18. BIBLIOGRAFIA.

19. ANEXOS.

INFORME DE PASANTIA

**“ANALISIS DE RENDIMIENTOS REALES DE MANO DE OBRA Y EQUIPOS EN OBRAS VIALES DEL
DEPTO DEL CAUCA EN EL AÑO 2006”**

NILSA ROCIO VILLOTA ROSERO Y ANDRES FELIPE MARTINEZ TEJADA



1. INTRODUCCION

Conocer que los rendimientos de Mano de Obra y Equipo son los parámetros básicos que determinan la duración y el costo de una obra, pero lo importante de estos es poderlos aplicar en todos los casos, ya que estos varían mucho con las condiciones del tiempo, del terreno y también con las condiciones anímicas de la mano de obra, es decir son fácilmente afectables por diversos factores, por esto se considera que los rendimientos de Mano de Obra y Equipo son algo impredecibles y estos son los motivos que los colocan como objeto principal de la presente investigación; para lograr correlacionar los resultados existentes en tablas que tiene la constructora, el INVIAS y la empresa interventora con los presentados en este informe y así poder actualizarse un poco en materia de rendimientos.

Para la realización del proyecto se toman mediciones de rendimientos teniendo varias condiciones de terreno y de clima, y en algunos casos otros factores como curvas cerradas, en el caso de tener un operario distinto, o en caso de tener fallas mecánicas reportarlas si esto incide en algo en los resultados finales para así al final poder concluir que tanto estos factores afectan los resultados.



Se trabajó en los proyectos de: MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO INTEGRAL DE LAS RUTAS MOJARRAS- POPAYAN DEL CORREDOR VIAL DEL OCCIDENTE (INCLUIDO EL MANTENIMIENTO RUTINARIO, LA SEÑALIZACION, EL MONITOREO, LA VIGILANCIA Y LOS CONTEOS DE TRANSITO) RUTA 25 TRAMO 2503, INCLUYE LA VARIANTE DE POPAYAN 25CCB Y TAMBIEN EN EL PLAN 2500 DISEÑO RECONSTRUCCION, PAVIMENTACION Y/O REPAVIMENTACION DEL GRUPO 33, TRAMO 1 VIA ROSAS - LA SIERRA Y TRAMO 2 VIA EL ESTRECHO – BALBOA DEL DEPARTAMENTO DEL CAUCA; esto con el fin de poder hacer comparaciones.

Luego de ser procesados los datos y así poderlos encontrar conclusiones generales de los rendimientos.

Se involucraron dos proyectos totalmente diferentes como lo son: El Plan 2500 y El Corredor Vial del Occidente por que nos brindan la posibilidad de trabajar en diferentes clases de terreno, de clima, de mano de obra y así detallar diferentes factores que afectan los rendimientos de Mano de Obra y Equipo.



2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

- ❶ Ampliar los resultados del proyecto de pasantía sobre rendimientos reales de mano de obra y equipo para diseñar un manual basado en la construcción de obras viales con el propósito de proporcionar una herramienta guía para la elaboración de propuestas, evaluación de las mismas, programación y control de proyectos de índole vial.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ❶ Vivenciar los procesos constructivos mediante la observación y toma de datos de las actividades ejecutadas durante el avance de la obra.



-
- ❶ Hacer un registro detallado de los recursos necesarios para cada actividad referente al número de trabajadores, equipos y tiempo que requiere cada actividad durante el proceso constructivo.

 - ❷ Analizar los rendimientos reales de mano de obra y equipo, para la realización de cada una de las actividades de mantenimiento, conservación, conservación rehabilitación y construcción de vías, con base en observaciones de campo.

 - ❸ Presentar los resultados de rendimientos de mano de obra y equipos reales para cada una de las actividades constructivas ya citadas anteriormente, según el formato establecido por el INVIAS, especificando las condiciones de la obra en cada caso.

 - ❹ Identificar como es afectado el rendimiento de la mano de obra y equipos por causa del estado del tiempo y demás condiciones del entorno.

 - ❺ Comparar los rendimientos obtenidos en este estudio, con los presentados por el contratista en su propuesta y con los ofrecidos en tablas.

 - ❻ Recopilar la información y presentarla de tal forma que contribuya a la estandarización de los costos directos de mano de obra y equipos para evitar especulaciones y constituir con esta información una base para un estudio más amplio en un futuro.



3. MARCO DE REFERENCIA

El proyecto se basa en un análisis teórico-práctico que quiere obtener resultados globales para hacer una conclusión general de la variación de los rendimientos.

3.1 PRELIMINARES DEL TRABAJO

Este proyecto se comenzó a desarrollar capturando información concerniente al sistema vial y todo lo que este abarque, así como el mantenimiento y construcción de vías en las cuales se analizarán las actividades para hacerles un seguimiento en cuanto a su rendimiento y a los factores que afectan su normal desarrollo.

Paralelo a esto se realizaron unas visitas técnicas que nos han dado conocimiento de la infraestructura vial que tiene el Departamento del Cauca y en las que se mira las diferentes obras en ejecución del proyecto, esto nos



permite identificar los diferentes componentes que utiliza el constructor los cuales son maquinaria, mano de obra e insumos y la calidad de los mismos; en los ítems que se están trabajando actualmente en los proyectos viales segunda etapa corredor vial Mojarras –Popayán, La Variante y plan 2500 Rosas –La Sierra, El Estrecho – Balboa en el Departamento del Cauca.

También nos relacionamos con todas las funciones de la empresa, se estudio los contratos que existen tanto del contratista como el de la interventoría, así como también se tubo acceso a las especificaciones exigidas, a las cantidades de obra, precios unitarios, programación de obra, informes que se deben presentar a el INVIAS y a la coordinadora de apoyo, que son las encargadas de supervisar que el trabajo por parte de la empresa este bien realizado, etc.



5. CARACTERÍSTICAS DE LOS PROYECTOS:

El trabajo de investigación de pasantía ha incluido dos proyectos viales que se están trabajando en el Departamento del Cauca los cuales son: El Plan 2500 y El Corredor Vial, esto con el fin de hacerle un seguimiento a los diferentes ítems propuestos en varias condiciones de terreno y de clima para así poder tener conclusiones globales de cómo afectan los factores externos a estas actividades.

5.2 SEGUNDA ETAPA CORREDOR VIAL MOJARRAS - POPAYÁN Y LA VARIANTE.

Este es un proyecto en el cual se realizan obras de mantenimiento y mejoramiento integral de la vía el cual tiene actividades de pavimentación o repavimentación, parcheo, construcción y mejoramiento de obras de arte y muros.

- El corredor Vial tiene una longitud de 121Km entre Mojarras y Popayán. Esta carretera cuenta con dos carriles, cada uno con un ancho de 3.65



metros y bermas que varían desde 0.20 metros en el sector PR 35 – PR 43 a 1.70 metros en el sector PR 108 – PR 121, no existen bermas entre el PR 54 – PR 108.

- La Variante de Popayán tiene una longitud de 16.3 Km., cuenta con dos carriles y tiene bermas a lo largo de la vía.

5.1 PLAN 2500: ROSAS – LA SIERRA Y EL ESTRECHO – BALBOA

Proyecto en el que se tiene obras de diseño, reconstrucción, pavimentación y/o repavimentación de estos tramos en los que se tiene actividades de construcción de base, subbase, carpeta asfáltica, construcción, realce y mejoramiento de muros y obras de arte, etc.

- Rosas – La Sierra: con una longitud 11 Km es un proyecto de diseño, reconstrucción y pavimentación de la vía, contara con dos carriles cada uno de 2.75 metros.
- El Estrecho – Balboa: con una longitud de 19.7 Km es un proyecto de diseño, reconstrucción, pavimentación y/o repavimentación de la carretera que contara con dos carriles cada uno de 3 metros



5.1.1 Información contratos de obra e interventoría

5.1.1.1 Contrato del Plan 2500

CONTRATISTA: **Consortio Vías y Equipos 2500**

Contrato N°	1631 de 2005
Objeto:	EL DISEÑO, LA RECONSTRUCCIÓN, LA PAVIMENTACIÓN Y/O REPAVIMENTACIÓN DE LA VÍA GRUPO 33 TRAMO 1 VIA ROSAS – LA SIERRA DEL K0+000 AL K 11+000 CON UNA LONGITUD DE 11.0 KILOMETROS; TRAMO 2 (P) VIA EL ESTRECHO – BALBOA DEL K 8+950 AL K 23+950 CON UNA LONGITUD DE 15.00 KILOMETROS; TRAMO 2 (R) VIA EL ESTRECHO - BALBOA DEL K 4+250 AL K 8+950 CON UNA LONGITUD DE 4.70 KILOMETROS EN EL DEPARTAMENTO DEL CAUCA.
Valor total	\$ 17.400'213.379
Valor anticipo	\$ 5.337.641.478
Orden de inicio	02 de Noviembre de 2005
Plazo total	23 Meses
Fecha de terminación	01 de Octubre de 2007

INTERVENTORIA: Ingeniería Estudios y Control: **INESCO S.A.**

INFORME DE PASANTIA
“ANALISIS DE RENDIMIENTOS REALES DE MANO DE OBRA Y EQUIPOS EN OBRAS VIALES DEL
DEPTO DEL CAUCA EN EL AÑO 2006”
NILSA ROCIO VILLOTA ROSERO Y ANDRES FELIPE MARTINEZ TEJADA



Contrato no	1883 de 2005
Objeto:	INTERVENTORIA DE LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS, PAVIMENTACIÓN Y/O REPAVIMENTACIÓN DE LAS VIAS INCLUIDAS DENTRO DEL PROGRAMA DE PAVIMENTACIÓN DE INFRAESTRUCTURA VIAL DE INTEGRACIÓN Y DESARROLLO GRUPO 33. VIA ROSAS -LA SIERRA – ESTRECHO BALBOA. EN EL DEPARTAMENTO DEL CAUCA
Valor total	\$ 1.167'358.696 Incluido IVA
Valor anticipo	\$ 271'712.799,93
Orden de inicio	01 DE Noviembre de 2005
Plazo total	24 Meses
Fecha de terminación	31 de Octubre de 2007

5.2.1 Información contratos de obra e interventoría

5.2.1.1 Contrato del Corredor Vial

CONTRATISTA: Unión temporal Corredores viales 2

Contrato N°	1790 de 2004
Objeto:	MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO INTEGRAL DE LA RUTA MOJARRAS POPAYÁN DEL CORREDOR VIAL DEL OCCIDENTE (INCLUIDO EL TRATAMIENTO RUTINARIO, LA SEÑALIZACIÓN, EL MONITOREO, VIGILANCIA Y LOS CONTEOS DE TRANSITO) RUTA 25 TRAMO 2503
Valor total	\$ 43053'057.386,02
Valor anticipo	\$ 42330'361.537,02
Orden de inicio	17 de Diciembre de 2004
Plazo total	5 Años
Fecha de terminación	17 de Diciembre de 2009

INTERVENTORIA: Ingeniería Estudios y Control: **INESCO S.A.**

Contrato no	1930 de 2004
Objeto:	INTERVENTORÍA PARA EL MEJORAMIENTO Y



	MANTENIMIENTO INTEGRAL DE LA RUTA MOJARRAS POPAYÁN DEL CORREDOR VIAL DEL OCCIDENTE (INCLUIDO EL TRATAMIENTO RUTINARIO, LA SEÑALIZACIÓN, EL MONITOREO, VIGILANCIA Y LOS CONTEOS DE TRANSITO) RUTA 25 TRAMO 2503
Valor total	\$ 3717'295.335,00
Orden de inicio	17 de Diciembre de 2004
Plazo total	24 Meses
Fecha de terminación	16 de Febrero de 2010

5.2.2 Información general del Mantenimiento Vial

En los diferentes proyectos viales las obras que se realizan se clasifican de acuerdo al estado de la vía en la que se vaya a trabajar, teniendo en cuenta estos parámetros las obras a realizar quedan incluidas en los siguientes aspectos:

5.2.2.1 Conservación Vial:

Es el trabajo realizado continuamente o periódicamente en forma sistemática para proteger las áreas físicas y todos los elementos de carretera de los efectos del tiempo, uso, operación para así asegurar un funcionamiento óptimo y que realicen bien las actividades para las cuales fueron diseñadas.

Resumiendo la conservación vial se puede definir como el conjunto de actividades destinadas a preservar de los efectos dañinos que se presentan por el paso del tiempo y el uso al que esta sometido la vía; Siempre teniendo en



cuenta que el costo debe ser bajo para así poder obtener costos razonables de operación de los vehículos.

5.2.2.2 Mantenimiento Rutinario:

Conjunto de actividades de bajo costo que conservan la vía en los aspectos de limpieza y buen funcionamiento de las áreas físicas que son: Pintura, parcheos, corte de vegetación, limpieza general, etc.

Estas actividades se colocan en el presupuesto de operación, se realizan a intervalos regulares entre los que se encuentran:

- Reparación de pequeños defectos de la vía sin pavimentar
- Reparación de pequeños defectos de la vía con pavimento
- Mantenimiento de drenaje
- Mantenimiento de taludes
- Mantenimiento de los dispositivos de seguridad y de control del tránsito
- Limpieza de las bermas
- Mantenimiento de las zonas de descanso, etc.

5.2.2.3 Mantenimiento Periódico:

Son las actividades que deben realizarse a diferentes intervalos para prevenir daños graves y prevenir los efectos dañinos del clima y del uso los cuales son:

- Reemplazar partes o ajustes de la estructura como son: refinamiento y refuerzo de la estructura



Estos trabajos implican un presupuesto alto en el mantenimiento periódico de una vía, están dirigidos a que los elementos fallen. Esto es ambiguo ya que todas las actividades son periódicas lo que diferencia a esta de las otras es que tratan de un tratamiento superficial o una renovación de las superficies.

5.2.2.4. Tratamiento Superficial:

Son las actividades de mejoramiento de las carreteras pavimentadas sin constituirse un refuerzo estructural

- Mantiene una buena textura que garantiza la fricción entre el vehículo y la carretera.
- Previene las grietas y fisuras que puedan presentarse por la oxidación y la radiación solar.

Este normalmente se aplica mientras el pavimento está en buen estado, cuando este no ha alcanzado siquiera el estado regular, algunas actividades que se clasifican aquí son:

- Sello (Seal)
- Tratamiento superficial
- Riego de neblina (Fug seal)
- Lechada Asfáltica (Slurry seal)
- Rasurado (Grooving)

5.2.2.5 Renovación de la Superficie:



En una carretera sin pavimentar se refiere a la reapelación de grava y en una carretera con pavimento se refiere adherir una capa adicional sin alterar la capa adyacente, también incluye el reciclado de pavimento para preservar la calidad de la superficie de rodadura, asegura la integridad de la estructura por más tiempo.

5.2.2.6 Refuerzo de la Estructura:

Actividad similar que la renovación de la Superficie pero con el objeto específico de aumentar la capacidad estructural.

6. UBICACIÓN DE LOS PROYECTOS DE ANÁLISIS.

LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO PLAN 2500

6.1 VIA ROSAS – LA SIERRA:

El proyecto se localiza al sur occidente del Departamento del Cauca (sur de Popayán). Se encuentra ubicado entre el pie de monte de la cordillera Central sobre su flanco occidental. Las obras a ejecutar se iniciaran en el PR 0+0000 ubicado en la cabecera municipal de Rosas hasta el sector de la Cuchilla con una longitud de 11 Km. Sirve de comunicación entre los municipios de Rosas, La Sierra, La Vega, Almaguer, San Sebastián y Santa Rosa. Su topografía está compuesta por terreno montañoso, relieve fuertemente quebrado de pendientes variables. Toda la vía está conformada por material de afirmado el cual se encuentra en mal estado en superficie y estructura, debido a la contaminación producto de los deslizamientos ocurridos en época de invierno. Predomina un clima Húmedo, cuenta con un ancho de banca entre 5 y 6

INFORME DE PASANTIA

**“ANÁLISIS DE RENDIMIENTOS REALES DE MANO DE OBRA Y EQUIPOS EN OBRAS VIALES DEL
DEPTO DEL CAUCA EN EL AÑO 2006”**

NILSA ROCIO VILLOTA ROSERO Y ANDRES FELIPE MARTINEZ TEJADA



metros con velocidades de operación de 10 a 30 Km/h. El municipio de Rosas y La Sierra se encuentran vecinos a la línea del Ecuador sobre la ladera media Interandina media de la cordillera central, razón por la cual le corresponde un clima Ecuatorial de montaña con pisos térmicos Cálido, Templado y Frío.

La precipitación para el municipio de rosas es de 5130.5 mm anuales en la parte media del municipio. El municipio de La Sierra los valores medios anuales de precipitación son de 2440 mm. La época de mayores lluvias se encuentra entre los meses de enero a mayo y de octubre a diciembre. Los periodos de menor intensidad de lluvia son entre los meses de junio a agosto. Las temperaturas de Rosas y La Sierra disminuyen con la altitud y se encuentran los siguientes pisos térmicos: Cálido entre 23 y 24 °C, medio entre 18 y 23 °C, frío entre 12 y 18°C. Los valores promedios de temperatura para el municipio de Rosas y la sierra se encuentran entre los 17 a 21 ° C.

6.2 VIA EL ESTRECHO – BALBOA:

El proyecto se desarrolla en la zona sur occidental de Colombia, desde las inmediaciones del valle del Patía (El Estrecho PR 0) hasta las estribaciones de la cordillera occidental, sobre su flanco oriental (Municipio de Balboa PR 23+950), sobre una vía de carácter secundario a nivel de afirmado.

La variedad de pisos térmicos permite la existencia de suelos medianamente fértiles, los cuales se ven afectados por los diferentes procesos de erosión, deslizamientos, brechas, cárcavas y presencia de rocas meteorizadas.



El área de influencia directa para el proyecto se encuentra definida por el tramo que del corregimiento El Estrecho (Patía) conduce a la cabecera municipal de Balboa.

La población del área de influencia indirecta es de 28.665 teniendo en cuenta que esta vía comunica al municipio de Argelia con Balboa, conectándose a la única salida hacia la vía Panamericana, en este sentido se tendrán repercusiones directas e importantes en la región, aumentando la Seguridad, comodidad eficacia del tránsito y el comercio.

El Municipio de Balboa es uno de los cuarenta (40) Municipios en que se divide el Departamento del Cauca. Hace parte de la Sub-Región Sur, conformada por los Municipios de Patía, Bolívar, Argelia, Almaguer, Mercaderes, San Sebastián y Balboa.

La vía que comunica al corregimiento del Estrecho con la cabecera municipal de Balboa, se encuentra en un estado regular de conservación de los cuales existen 8.2 km Aproximadamente a nivel de pavimento altamente deteriorado y 14.5 Km de vía a nivel de afirmado en regular estado de conservación, desde el puente la Barca sobre el río Patía hasta la cabecera municipal de Balboa.

La distribución de la precipitación durante el año se presenta en 2 períodos húmedos: marzo, abril, Mayo y finales de Octubre, Noviembre, Diciembre; siendo el más marcado este último. La época de ausencia de lluvias, constituye un período muy seco que corresponde a los meses de Junio, Julio, Agosto,



Septiembre, hasta mediados de Octubre y Enero y Febrero en menor proporción.

El deterioro de los suelos debido al mal uso al que se los somete por las continuas quemas, ausencia de vegetación natural y de cobertura, al agrietamiento por causa de la sequía genera procesos erosivos; son factores determinantes que se ven agravados por la presencia de un período muy seco. La Fosa del Patía se caracteriza por la rigurosidad de su clima, escasas lluvias, alta evaporación, con temperaturas superiores a 240C.

En estas condiciones la cantidad de lluvias que cae es inferior a 1200 mm por año que es notoriamente insuficiente para satisfacer la evapotranspiración potencial, notándose varios meses secos, por lo menos tres a mediados del año: Julio, Agosto y Septiembre.

LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO CORREDOR VIAL

6.3 VIA MOJARRAS - POPAYÁN Y LA VARIANTE:

Este se localiza al Sur Occidente del Departamento del Cauca, desde la abscisa PR 0+000 (Mojarras) y PR 121+000 (Popayán), que corresponde a la ruta 25 del Tramo 2503 que forma parte del corredor vial del occidente y sirve de comunicación entre los departamentos del Cauca y Nariño, Las poblaciones que se encuentran a lo largo del Corredor Vial son: Mojarras, Galíndez, El



Estrecho, Patía, La Lupa, El Bordo, Piedrasentada, Párraga, Rosas, Timbio y Popayán.

Predomina un terreno montañoso en un 46%, ondulado un 32%, plano 22%. Adicionalmente se incluye la Variante de Popayán Ruta 25 CCB, que forma parte del corredor vial, con una longitud de 16.3 Km. Y se construyo con el fin de aliviar el tránsito vehicular por la ciudad de Popayán.

6.4 INFORMACIÓN DE LA EMPRESA

Fundada en Abril 3 de 1970, se ha consolidado como una de las mas importantes empresas consultoras de Colombia en el campo de la ingeniería, interventoría, diseños, asesorías, supervisión y asistencia técnica relacionadas principalmente con los proyectos Viales.

En este proyecto INESCO S.A. se desenvuelve estrictamente como firma interventora objetivo es canalizar la experiencia y capacidad del personal profesional para acometer los diferentes proyectos multidisciplinarios de Ingeniería que se requiere a Nivel Nacional, tanto en el sector Privado como en el Oficial.

La organización de la firma Interventora es de una estructura Técnico-Administrativa eficiente, objetiva y productiva.

La firma interventora busca satisfacer las necesidades del campo de la construcción a Nivel Nacional, con el propósito de brindar la Calidad, Responsabilidad y Cumplimiento que la caracteriza, exponiendo las mejores Garantías de desarrollo humano y técnico en beneficio del Desarrollo Nacional.

INFORME DE PASANTIA

**“ANALISIS DE RENDIMIENTOS REALES DE MANO DE OBRA Y EQUIPOS EN OBRAS VIALES DEL
DEPTO DEL CAUCA EN EL AÑO 2006”**

NILSA ROCIO VILLOTA ROSERO Y ANDRES FELIPE MARTINEZ TEJADA



Prevista de tecnología del nuevo milenio y el desarrollo profesional personal de cada uno de los integrantes de la empresa sin restricción alguna de cargo, cultivando los principios básicos de la ética profesional: Honestidad, Humildad y Excelencia.

6.4.1 Actividades desarrolladas por la interventoría:

- ❖ Se hicieron recorridos permanentes para supervisar el estado del Corredor Vial y las obras del Plan 2500.
- ❖ Se inspeccionó el trabajo de las cooperativas en cuanto a rocería, limpieza de cunetas, alcantarillas, defensas metálicas, señales verticales y poda de árboles para mejorar visibilidad en curvas.
- ❖ Se realizaron reuniones de coordinación con el Contratista para la programación de los trabajos y establecer su avance.
- ❖ Se realizaron visitas periódicas a los SAU, el primero reubicado en el PR83+0750 lado derecho (Municipio de Rosas) y el segundo ubicado en la salida norte del Bordo PR 43+0000 para revisar las solicitudes de los usuarios.
- ❖ Visitas y recorridos a la vía de los Especialistas en Geotecnia, Pavimentos, estructuras y Ambiental de la Interventoría, para revisar los procedimientos seguidos en el avance de las actividades del proyecto y de las emergencias presentadas.
- ❖ Se realizó seguimiento al material de derrumbe colocado en el botadero ubicado en el PR98+0700.
- ❖ Se hicieron recorridos del Corredor Vial y El Plan 2500 para conocer el estado y avance de las actividades por parte del Director de Obra y el Ingeniero Residente de la Interventoría.



-
- ❖ Se continuó con la revisión y conocimiento constante de los documentos del contrato del proyecto.
 - ❖ Supervisión e inspección de la operación de las plantas trituradoras y asfálticas en Galíndez.
 - ❖ Asistencia y supervisión de las capacitaciones a las Microempresas.
 - ❖ Se acompañó a la constructora en dar respuesta a las quejas realizadas por algunos usuarios del corredor vial.
 - ❖ Chequeo de los puntos de control topográfico en el monitoreo del comportamiento de los fallos y/o emergencias presentadas en el PR90+0000, PR90+0450 y PR92+0550 (fallas geológicas existentes)
 - ❖ Se realiza chequeo y verificación de niveles del reciclado, base granular y de la carpeta asfáltica colocada en el tramo II.
 - ❖ Supervisión y control de los indicadores de Gestión Vial y de los Indicadores del Mantenimiento Rutinario
 - ❖ Se realizó la supervisión de la colocación de los rellenos y construcción de las cunetas.
 - ❖ Supervisión y control de los agregados triturados para utilizarlos como Base y mezcla asfáltica y para la preparación de concreto utilizado en la obra.
 - ❖ Supervisión y toma de densidades de las capas de base existente, reciclado y base granular colocadas y compactadas en el refuerzo.
 - ❖ Supervisión, inspección y control de la construcción de obras complementarias.
 - ❖ Supervisión y realización de ensayos para el control de la calidad de los materiales utilizados en el parcheo definitivo del corredor vial.
 - ❖ Análisis y recomendaciones derivadas de los resultados de los ensayos.



-
- ❖ Se realizaron reuniones permanentes con la Gerencia para informar sobre el avance de la obra y de las necesidades de la Interventoría en el proyecto.
 - ❖ Presentación al INVIAS de los informes semanales y mensuales.
 - ❖ Se suministró la información requerida por el INVIAS para la supervisión del proyecto
 - ❖ Recorridos a los sectores afectados por las lluvias, que ocasionan derrumbes, para evaluar y evitar posibles emergencias.
 - ❖ Supervisión y control de retiro y despeje de derrumbes y piedras en la vía.
 - ❖ Supervisión y control de la limpieza de las alcantarillas y cunetas afectadas por los derrumbes.
 - ❖ Supervisión de parcheo de emergencia realizado en todo el corredor vial.
 - ❖ Se verifico los casos de invasión a la Zona de derecho de vía en todo el corredor vial.
 - ❖ Se realiza visita y recorrido a todo el Corredor y el Plan 2500 con presencia del Director de la Interventoría y personal técnico y administrativo de la Constructora.
 - ❖ Se acompaño al contratista en la demarcación horizontal de las zonas escolares del corredor vial.

3.2.1 Lista de las Actividades seleccionadas.

ITEM	UNIDAD
-------------	---------------



I. 330.1 Base	m ³
II. 320.2 Subbase	m ³
III. 420. Imprimación	m ²
IV. 450. MDC-2	m ³
V. 681. Muros en Gavión	m ³
VI. Muros en Ciclópeo	m ³
VII. 673. Filtros en Geodren	m ³
VIII. 460. Fresado	m ³
XI. 440.4 Bacheo	m ³

- **Los ítems I- II-III- VI-V- VI-VII:** Se trabajaron en Rosas-la Sierra y el Estrecho –Balboa, del Proyecto Plan 2500.
- **Los ítems VIII – XI:** Se trabajaron en la vía Mojarras Popayán, del Proyecto Corredor Vial del Occidente.

6.6.2 Especificaciones técnicas del instituto nacional de vías

6.6.2.1 Fresado de pavimento asfáltico

Este trabajo consiste en la obtención de un nuevo perfil longitudinal y transversal de un pavimento asfáltico existente, mediante su fresado en frío, de acuerdo con los alineamientos y dimensiones indicadas en los documentos del proyecto y las instrucciones del Interventor.

▪ **Equipo:**

El equipo para la ejecución de los trabajos deberá ser una máquina fresadora cuyo estado, potencia y capacidad productiva garanticen el correcto cumplimiento del plan de trabajo. Si durante el transcurso de los trabajos el



Interventor observa deficiencias o mal funcionamiento de la máquina, ordenará su inmediata reparación o reemplazo.

Realización de los trabajos

- **Preparación de la superficie existente**

Inmediatamente antes de las operaciones de fresado, la superficie de pavimento deberá encontrarse limpia y, por lo tanto, el Constructor deberá adelantar las operaciones de barrido y/o soplado que se requieran para lograr tal condición.

- **Fresado del pavimento**

El fresado se efectuará sobre el área que apruebe el Interventor, a temperatura ambiente y sin adición de solventes u otros productos ablandadores que puedan afectar la granulometría de los agregados o las propiedades del asfalto existente.

El material extraído deberá ser transportado y acopiado en los lugares que indiquen los documentos del proyecto o que establezca el Interventor y será de propiedad del Instituto Nacional de Vías.

Durante el manipuleo del material fresado, deberá evitarse su contaminación con suelos u otros materiales extraños.

En proximidades de sardineles y en otros sitios inaccesibles al equipo de fresado, el pavimento deberá removerse empleando otros métodos que den lugar a una superficie apropiada.



El trabajo de fresado se podrá realizar en varias capas, hasta alcanzar el espesor del proyecto, debiendo quedar una superficie nivelada y sin fracturas. Cualquiera que sea el método utilizado por el Constructor, los trabajos de fresado no deberán producir daños a objetos, estructuras y plantas que se encuentren cerca a la zona de acción de sus equipos y, por lo tanto, deberá tomar las precauciones que corresponda, siendo de su responsabilidad todos los daños y perjuicios que en dichos elementos se ocasionen durante el desarrollo de los trabajos. Al efecto, el Interventor estará facultado para exigir la modificación o incremento de todas las medidas de seguridad que se hayan adoptado inicialmente.

Condiciones para el recibo de los trabajos

- **Controles**

Durante la ejecución de los trabajos, el Interventor verificará el funcionamiento del equipo empleado y levantará los perfiles que considere necesarios.

- **Condiciones específicas para el recibo y tolerancias**

- Se admitirá una tolerancia de las cotas de la superficie resultante, respecto de las de proyecto, hasta de cinco milímetros (5 mm) en defecto o en exceso.
- El Interventor se abstendrá de aceptar en el acopio todo material que resulte contaminado como resultado de un manipuleo incorrecto por parte del Constructor.

- **Medida**

La unidad de medida del pavimento asfáltico fresado será el metro cuadrado (m^2), aproximado al entero, de superficie fresada de acuerdo con las



exigencias de esta especificación y las dimensiones y cotas señaladas en los documentos del proyecto u ordenadas por el Interventor.

El área tratada se determinará multiplicando la longitud fresada por el ancho tratado, el cual estará establecido en los planos del proyecto o será fijado por el Interventor.

▪ **Forma de pago**

El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato, por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y a satisfacción plena del Interventor.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos de limpieza previa que requiera la superficie, el fresado para alcanzar las cotas o espesores que indique el proyecto; cargue, transporte, descargue y acopio del material fresado en los sitios establecidos; la reparación a satisfacción de todos los elementos que hayan sido afectados por la ejecución de los trabajos; la señalización preventiva y el ordenamiento del tránsito público durante el lapso de ejecución de los trabajos y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución del fresado del pavimento asfáltico.

ITEM DE PAGO

460. Fresado de pavimento asfáltico Metro cuadrado (m²)

6.6.2.2 Base granular



Este trabajo consiste en el suministro, transporte, colocación y compactación de material de base granular aprobado sobre una subbase, afirmado o subrasante, en una o varias capas, conforme con las dimensiones, alineamientos y pendientes señalados en los planos del proyecto u ordenados por el Interventor.

▪ **Materiales**

Los agregados para la construcción de la base granular deberán satisfacer los requisitos indicados obtenidos con los ensayos de: Solidez, Equivalente de arena, Desgaste, Plasticidad, Determinación de índice de aplanamiento y alargamiento etc.

Que garanticen el buen comportamiento de los materiales.

Además, deberán ajustarse a alguna de las siguientes franjas granulométricas:

TAMIZ		PORCENTAJE QUE PASA	
Normal	Alternativo	BG-1	BG-2
37.5 mm	1 1/2"	100	-
25.0 mm	1	70-100	100
19.0 mm	3/4"	60-90	70-100
9.5 mm	3/8"	45-75	50-80
4.75 mm	No.4	30-60	35-65
2.0 mm	No.10	20-45	20-45
425 µm	No.40	10-30	10-30
75 µm	No.200	5-15	5-15

▪ **Equipo**



Todos los equipos deberán ser compatibles con los procedimientos de construcción adoptados y requieren la aprobación previa del Interventor, teniendo en cuenta que su capacidad y eficiencia se ajusten al programa de ejecución de las obras y al cumplimiento de las exigencias de la presente especificación y de la correspondiente partida de trabajo.

Para la obtención del material a utilizar se requieren equipos para la explotación de los materiales, eventualmente una planta de trituración, una unidad clasificadora, equipo de lavado, de ser necesario; equipos para cargue, transporte, extensión, mezcla, humedecimiento y compactación del material, así como herramientas menores.

Ejecución de los trabajos

- **Preparación de la superficie existente**

El Interventor sólo autorizará la colocación de material de base granular cuando la superficie sobre la cual debe asentarse tenga la densidad y las cotas indicadas o definidas por el Interventor. Además deberá estar concluida la construcción de las cunetas, desagües y filtros necesarios para el drenaje de la calzada.

Si en la superficie de apoyo existen irregularidades que excedan las tolerancias determinadas en las especificaciones respectivas, de acuerdo con lo que se prescribe en la unidad de obra correspondiente, el Constructor hará las correcciones necesarias a satisfacción del Interventor.

- **Transporte y colocación de material**



El Constructor deberá acarrear y verter el material, de tal modo que no se produzca segregación, ni se cause daño o contaminación en la superficie existente. Cualquier contaminación que se presentare, deberá ser subsanada antes de proseguir el trabajo.

La colocación del material sobre la capa subyacente se hará en una longitud que no sobrepase mil quinientos metros (1.500 m) de las operaciones de mezcla, conformación y compactación del material de la subbase.

▪ **Extensión y mezcla del material**

El material se dispondrá en un cordón de sección uniforme, donde será verificada su homogeneidad. Si la base se va a construir mediante combinación de varios materiales, éstos se mezclarán formando cordones separados para cada material en la vía, que luego se combinarán para lograr su homogeneidad. En caso de que sea necesario humedecer o airear el material para lograr la humedad de compactación, el Constructor empleará el equipo adecuado y aprobado, de manera que no perjudique a la capa subyacente y deje una humedad uniforme en el material. Este, después de mezclado, se extenderá en una capa de espesor uniforme que permita obtener el espesor y grado de compactación exigidos, de acuerdo con los resultados obtenidos en la fase de experimentación.

▪ **Compactación**

Una vez que el material de la subbase tenga la humedad apropiada, se conformará y compactará con el equipo aprobado por el Interventor, hasta alcanzar la densidad especificada.



Aquellas zonas que por su reducida extensión, su pendiente o su proximidad a obras de arte no permitan la utilización del equipo que normalmente se utiliza, se compactarán por los medios adecuados para el caso, en forma tal que las densidades que se alcancen no sean inferiores a las obtenidas en el resto de la capa.

La compactación se efectuará longitudinalmente, comenzando por los bordes exteriores y avanzando hacia el centro, traslapando en cada recorrido un ancho no menor de un tercio (1/3) del ancho del rodillo compactador. En las zonas peraltadas, la compactación se hará del borde inferior al superior.

No se extenderá ninguna capa de material de subbase mientras no haya sido realizada la nivelación y comprobación del grado de compactación de la capa precedente. Tampoco se ejecutará la subbase granular en momentos en que haya lluvia o fundado temor de que ella ocurra, ni cuando la temperatura ambiente sea inferior a dos grados Celsius (2°C).

▪ **Apertura al tránsito**

Sobre las capas en ejecución se prohibirá la acción de todo tipo de tránsito mientras no se haya completado la compactación. Si ello no es factible, el tránsito que necesariamente deba pasar sobre ellas, se distribuirá de forma que no se concentren ahuellamientos sobre la superficie. El Constructor deberá responder por los daños producidos por esta causa, debiendo proceder a la reparación de los mismos con arreglo a las indicaciones del Interventor.

▪ **Conservación**

Si después de aceptada la subbase granular, el Constructor demorare la construcción de la capa inmediatamente superior, por conveniencia o



negligencia, deberá reparar, a su costa, todos los daños en la subbase y restablecer el mismo estado en que se aceptó.

Condiciones para el recibo de los trabajos

▪ Controles

Durante la ejecución de los trabajos, el Interventor adelantará los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo empleado por el Constructor.
- Comprobar que los materiales cumplen con los requisitos de calidad exigidos en el aparte 300.2 y en la respectiva especificación.
- Supervisar la correcta aplicación del método de trabajo aceptado como resultado de la fase de experimentación en el caso de subbases y bases granulares o estabilizadas.
- Ejecutar ensayos de compactación en el laboratorio.
- Verificar la densidad de las capas compactadas efectuando la corrección previa por partículas de agregado grueso, siempre que ello sea necesario. Este control se realizará en el espesor de capa realmente construido de acuerdo con el proceso constructivo aplicado.
- Tomar medidas para determinar espesores y levantar perfiles y comprobar la uniformidad de la superficie.
- Vigilar la regularidad en la producción de los agregados de acuerdo con los programas de trabajo.



Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

▪ Calidad de los agregados

En adición a lo descrito en el aparte 311.5.2.1 del Artículo 311, se efectuarán las siguientes pruebas:

- Resistencia por el método C.B.R., de acuerdo con la norma de ensayo INV E-148.
- Equivalente de arena, según norma de ensayo INV E-133.

Durante la etapa de producción se efectuarán en adición a los ensayos descritos en el mismo aparte, los siguientes:

- Determinación de la proporción de partículas fracturadas mecánicamente en el agregado grueso (INV E-227), una (1) vez por jornada.
- Determinación del equivalente de arena (INV E-133), una (1) vez por semana.
- Determinación de los índices de aplanamiento y alargamiento (INV E-230), una (1) vez por semana.
- Determinación del desgaste Los Ángeles (INV E-218) y la solidez ante la acción de sulfatos (INV E-220), al menos una (1) vez al mes.

▪ Calidad del producto terminado

Se considerará como "lote" que se aceptará o rechazará en bloque, la menor área construida que resulte de los siguientes criterios:

- Quinientos metros lineales (500m) de base granular compactada
- Tres mil quinientos metros cuadrados (3500 m²) de base granular compactada
- La obra ejecutada en una jornada de trabajo



La capa terminada deberá presentar una superficie uniforme y ajustarse a las rasantes y pendientes establecidas. La distancia entre el eje de proyecto y el borde de la capa no podrá ser inferior a la señalada en los planos o la definida por el Interventor quien, además, deberá verificar que la cota de cualquier punto de la base conformada y compactada, no varíe en más de dos centímetros (2 cm) de la proyectada.

Así mismo, deberá adelantar las siguientes comprobaciones:

ITEM DE PAGO

330.1 Base granular Metro cúbico (m³)

330.2 Base granular para bacheo Metro cúbico (m³)

6.6.2.3 SUBBASE GRANULAR

Este trabajo consiste en el suministro, transporte, colocación y compactación de material de subbase granular aprobado sobre una superficie preparada, en una o varias capas, de conformidad con los alineamientos, pendientes y dimensiones indicados en los planos del proyecto o establecidos por el Interventor.

▪ Materiales

Los agregados para la construcción de la subbase granular deberán satisfacer los requisitos indicados en el aparte 300.2 del Artículo 300 para dichos materiales. Además, deberán ajustarse a la siguiente franja granulométrica:

INFORME DE PASANTIA

**“ANALISIS DE RENDIMIENTOS REALES DE MANO DE OBRA Y EQUIPOS EN OBRAS VIALES DEL
DEPTO DEL CAUCA EN EL AÑO 2006”**

NILSA ROCIO VILLOTA ROSERO Y ANDRES FELIPE MARTINEZ TEJADA



TAMIZ		PORCENTAJE QUE PASA
Normal	Alternativo	SBG-1
50 mm	2"	100
37.5 mm	1 ½"	70-100
25 mm	1"	60-100
12.5 mm	1/2"	50-90
9.5 mm	3/8"	40-80
4.75 mm	No.4	30-70
2.0 mm	No.10	20-55
425 µm	No.40	10-40
75 µm	No.200	4-20

▪ **Equipo**

El mismo equipo requerido para la base con las mismas exigencias que garanticen su calidad.

▪ **Calidad del producto terminado**

- Que la cota de cualquier punto de la subbase conformada y compactada, no varíe en más de dos centímetros (2 cm) de la cota proyectada.
- La uniformidad de la superficie de la obra ejecutada, comprobada con una regla de tres metros (3 m) de longitud, colocada tanto paralela como normalmente al eje de la vía, no admitiéndose variaciones superiores a veinte milímetros (20 mm), para cualquier punto que no esté afectado por un cambio de pendiente. Cualquier irregularidad que exceda esta tolerancia se corregirá con reducción o adición de material en capas de poco espesor, en cuyo caso, para asegurar buena adherencia, será obligatorio escarificar la capa existente y compactar nuevamente la zona afectada.

INFORME DE PASANTIA

**“ANALISIS DE RENDIMIENTOS REALES DE MANO DE OBRA Y EQUIPOS EN OBRAS VIALES DEL
DEPTO DEL CAUCA EN EL AÑO 2006”**

NILSA ROCIO VILLOTA ROSERO Y ANDRES FELIPE MARTINEZ TEJADA



▪ **ITEM DE PAGO**

320.1 Subbase granular de CBR $\geq 20\%$	Metro cúbico (m ³)
320.2 Subbase granular de CBR $\geq 30\%$	Metro cúbico (m ³)
320.3 Subbase granular de CBR $\geq 40\%$	Metro cúbico (m ³)
320.4 Subbase granular para bacheo	Metro cúbico (m ³)

6.6.2.4 IMPRIMACION

Este trabajo consiste en el suministro, transporte, eventual calentamiento y aplicación uniforme de un ligante bituminoso sobre una superficie granular terminada, previamente a la extensión de una capa asfáltica o un tratamiento bituminoso. El riego también podrá aplicarse a bermas construidas en material granular y a sus taludes. El trabajo incluye también, eventualmente, el suministro y la aplicación de un agregado fino para la protección de la superficie imprimada.

▪ **Equipo**

Para los trabajos de imprimación se requieren elementos mecánicos de limpieza y carro tanques irrigadores de agua y asfalto.

El equipo para limpieza previa de la superficie donde se aplicará el riego de imprimación, estará constituido por una barredora mecánica y/o una sopladora mecánica. La primera será del tipo rotatorio y ambas serán operadas mediante empuje o arrastre con tractor. Como equipo adicional, podrán utilizarse compresores, escobas, y demás implementos que el Interventor autorice.

El carro tanque irrigador de materiales bituminosos deberá cumplir exigencias mínimas que garanticen la aplicación uniforme y constante de cualquier

INFORME DE PASANTIA

**“ANALISIS DE RENDIMIENTOS REALES DE MANO DE OBRA Y EQUIPOS EN OBRAS VIALES DEL
DEPTO DEL CAUCA EN EL AÑO 2006”**

NILSA ROCIO VILLOTA ROSERO Y ANDRES FELIPE MARTINEZ TEJADA



material bituminoso, a la temperatura apropiada, sin que lo afecten la carga, la pendiente de la vía o la dirección del vehículo. Sus dispositivos de irrigación deberán proporcionar una distribución transversal adecuada del ligante. El vehículo deberá estar provisto de un velocímetro calibrado en metros por segundo (m/s) para poder saber la cantidad de emulsión que coloca en la capa.

- **Determinación de la dosificación del ligante**

La dosificación definitiva del ligante la establecerá el Interventor como resultado de la aplicación de los riegos iniciales y será, salvo instrucción en contrario, aquella que sea capaz de absorber la capa que se imprima, en un lapso de veinticuatro (24) horas. Dicha cantidad nunca será inferior a quinientos gramos por metro cuadrado (500 g/m²) de ligante residual.

ITEM DE PAGO

420. Imprimación Metro cuadrado (m²)

6.6.2.5 RIEGO DE LIGA

Este trabajo consiste en el suministro, transporte, eventual calentamiento y aplicación uniforme de un ligante asfáltico sobre losas de concreto o sobre una capa bituminosa, previamente a la extensión de otra capa bituminosa, que no sea un tratamiento superficial o una lechada asfáltica.

- **Equipo**



Se utiliza el mismo equipo que la imprimación con las mismas exigencias.

▪ **Determinación de la dosificación del ligante**

La dosificación del ligante será definida por el Interventor, sobre la base de las pruebas iniciales en obra. En condiciones normales, se recomiendan dosificaciones del orden de doscientos a trescientos gramos de ligante residual por metro cuadrado (200 a 300 g/m²).

ITEM DE PAGO

421.1 Riego de liga con emulsión asfáltica CRR-1	Metro cuadrado (m ²)
421.2 Riego de liga con emulsión asfáltica CRR-2	Metro cuadrado (m ²)
421.3 Riego de liga con emulsión modificada con Polímeros CRR- 1m.	Metro cuadrado (m ²)
421.4 Riego de liga con emulsión modificada con Polímeros CRR- 2m.	Metro cuadrado (m ²)

6.6.2.6 MEZCLA DENSA EN CALIENTE (CONCRETO ASFALTICO)

Este trabajo consiste en la elaboración, transporte, colocación y compactación, de una o más capas de mezcla asfáltica de tipo denso, preparada y colocada en caliente, de acuerdo con esta especificación y de conformidad con los alineamientos, cotas, secciones y espesores indicados en los planos o determinados por el Interventor.

INFORME DE PASANTIA

“ANALISIS DE RENDIMIENTOS REALES DE MANO DE OBRA Y EQUIPOS EN OBRAS VIALES DEL DEPTO DEL CAUCA EN EL AÑO 2006”

NILSA ROCIO VILLOTA ROSERO Y ANDRES FELIPE MARTINEZ TEJADA



Equipo

▪ **Planta mezcladora**

La mezcla de concreto asfáltico se fabricará en plantas adecuadas de tipo continuo o discontinuo, capaces de manejar simultáneamente en frío el número de agregados que exija la fórmula de trabajo adoptada.

Las plantas productoras de mezcla asfáltica deberán cumplir con lo establecido en la reglamentación vigente sobre protección y control de calidad del aire y para su funcionamiento en la obra, se deberá presentar al Instituto Nacional de Vías, la correspondiente autorización expedida por la entidad nacional o regional encargada de otorgar tales permisos.

▪ **Equipo para el transporte**

Tanto los agregados como las mezclas se transportarán en volquetas debidamente acondicionadas para tal fin. Cuando vaya a transportar mezcla, la superficie interna del platón deberá ser tratada con un producto cuya composición y cantidad deberán ser aprobadas por el Interventor, con el fin de evitar la adherencia de la mezcla a ella. La forma y altura del platón serán tales, que durante el vertido en la pavimentadora, la volqueta sólo toque a ésta a través de los rodillos previstos para ello.

Las volquetas deberán estar siempre provistas de una lona o cobertor adecuado, debidamente asegurado, tanto para proteger los materiales que transporta, como para prevenir emisiones contaminantes.

▪ **Equipo para la extensión de la mezcla**



La extensión y terminación de concretos asfálticos producidos en planta se hará con pavimentadoras autopropulsadas, adicionalmente, deberán estar dotadas de un elemento calefactor para la ejecución de la junta longitudinal.

▪ **Equipo de compactación**

Se deberán utilizar compactadores autopropulsados de rodillos metálicos, estáticos o vibratorios, de neumáticos o mixtos. El equipo de compactación será aprobado por el Interventor, a la vista de los resultados obtenidos en la fase de experimentación. Todos los compactadores deberán ser autopropulsados y estar dotados de inversores de marcha suaves; además, estarán dotados de dispositivos para la limpieza de los rodillos o neumáticos durante la compactación y para mantenerlos húmedos en caso necesario.

Los compactadores de rodillos metálicos no deberán presentar surcos ni irregularidades. Los compactadores vibratorios dispondrán de dispositivos para eliminar la vibración al invertir la marcha, siendo aconsejable que el dispositivo sea automático. Los de neumáticos tendrán ruedas lisas, en número, tamaño y disposición tales, que permitan el traslape de las huellas delanteras y traseras y, en caso necesario, faldones de lona protectora contra el enfriamiento de los neumáticos.

ITEM DE PAGO

450.1 Mezcla densa en caliente tipo MDC-0	Metro cúbico (m ³)
450.2 Mezcla densa en caliente tipo MDC-1	Metro cúbico (m ³)
450.3 Mezcla densa en caliente tipo MDC-2	Metro cúbico (m ³)
450.4 Mezcla densa en caliente tipo MDC-3	Metro cúbico (m ³)



450.5 Mezcla densa en caliente para bacheo

Metro cúbico (m³)

6.6.2.7 SUBDRENES CON GEOTEXTIL Y MATERIAL GRANULAR

Este trabajo consiste en el suministro, transporte y colocación de materiales para la construcción de filtros para subdrenaje compuestos por geotextil y material drenante, en los sitios señalados en los planos del proyecto o indicados por el Interventor. Esta especificación se basa en la supervivencia de los geotextiles frente a los esfuerzos de instalación.

- **Materiales**

Esta especificación es aplicable a la colocación de un geotextil contra el suelo para permitir el paso del agua a largo plazo dentro del sistema de drenaje subsuperficial, reteniendo el suelo adyacente. La función principal del geotextil en esta aplicación es la filtración. Las propiedades del geotextil para filtración están en función de la gradación del suelo del sitio y de las condiciones hidráulicas del mismo.

- **Geotextil**

Se usarán geotextiles elaborados con fibras sintéticas, del tipo No Tejidos o Tejidos^[1]. El geotextil escogido en el diseño deberá tener capacidad para dejar pasar el agua, reteniendo el suelo del sitio. El geotextil a utilizar deberá presentar los siguientes requerimientos de propiedades mecánicas, hidráulicas y de filtración.

Las propiedades de resistencia de los geotextiles dependen de los requerimientos de supervivencia y de las condiciones y procedimientos de instalación. Las propiedades corresponden a condiciones normales de instalación.



▪ **Material Drenante**

Podrá provenir de la trituración de piedra o roca, o ser una mezcla de ambos y estará constituido por fragmentos duros y resistentes a la acción de los agentes de intemperismo por lo que deberán tener una alta composición de materiales silíceos.

Deberá, además, cumplir los siguientes requisitos:

▪ **Granulometría**

El material drenante deberá estar constituido por partículas que contemplen el huso granulométrico de la Tabla. Las partículas pueden ser angulares o redondeadas. El material deberá estar limpio, sin material fino, sin material orgánico y deberá ser durable. La densificación del material se debe realizar por medio de equipos mecánicos apropiados, buscando el acomodamiento de las partículas.

Granulometría material drenante

TAMAÑO TAMIZ	PORCENTAJE PASA
3"	100
2 ½"	70 – 100
2	60 – 100
1 ½"	50 – 100
1"	35 – 80
¾"	30 – 65
½"	25 – 50
3/8"	20 – 45
¼"	15 – 35
No 4	12 – 30
No 8	6 – 20
No 16	0 – 10
No 30	0 – 2

INFORME DE PASANTIA

**“ANALISIS DE RENDIMIENTOS REALES DE MANO DE OBRA Y EQUIPOS EN OBRAS VIALES DEL
DEPTO DEL CAUCA EN EL AÑO 2006”**

NILSA ROCIO VILLOTA ROSERO Y ANDRES FELIPE MARTINEZ TEJADA



Ejecución de trabajos

Será responsabilidad del Constructor la colocación de elementos de señalización preventiva en la zona de los trabajos, la cual deberá ser visible durante las veinticuatro (24) horas del día.

- **Preparación del terreno**

La construcción del subdren sólo será autorizada por el Interventor cuando la excavación haya sido terminada, de acuerdo con las dimensiones, las pendientes, las cotas y las rasantes indicadas en los planos del proyecto o las ordenadas por el Interventor. La excavación se deberá ejecutar de acuerdo con lo indicado en el Artículo 600 "Excavaciones Varias" del Instituto Nacional de Vías.

- **Condiciones normales de instalación del geotextil**

El geotextil se deberá colocar cubriendo totalmente la parte inferior y las paredes laterales de la excavación, evitando las arrugas del geotextil, acomodándolo para asegurar un buen contacto con la excavación y dejando por encima la cantidad de geotextil suficiente para que, una vez se acomode el material drenante, se cubra en su totalidad con un traslapo de 0.30 m como mínimo o mediante la realización de costura industrial. En caso de que el ancho de la excavación sea menor a 0.30 m el traslapo mínimo deberá ser igual al ancho de la excavación. Los tramos sucesivos del geotextil se traslaparán 0.45 m como mínimo y se deberá traslapar o coser el geotextil aguas arriba sobre el geotextil aguas abajo.

No se permitirá que el geotextil quede expuesto, sin cubrir, por un lapso mayor a (3) días.

INFORME DE PASANTIA

*"ANALISIS DE RENDIMIENTOS REALES DE MANO DE OBRA Y EQUIPOS EN OBRAS VIALES DEL
DEPTO DEL CAUCA EN EL AÑO 2006"*

NILSA ROCIO VILLOTA ROSERO Y ANDRES FELIPE MARTINEZ TEJADA



▪ **Controles**

Durante la ejecución de los trabajos, el Interventor adelantará los siguientes controles:

- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo empleado por el Constructor.
- Verificar que las excavaciones tengan las dimensiones y pendientes señaladas en los planos o las ordenadas por él, antes de autorizar la construcción del filtro.
- Vigilar la regularidad en la producción de los agregados durante el período de ejecución de la obra.
- Supervisar la correcta aplicación del método aceptado, en cuanto a la elaboración y colocación de los agregados, la colocación del geotextil y la colocación de la capa de sello de filtro.
- Supervisar la correcta disposición de los materiales en los sitios definidos para este fin.
- Comprobar que los materiales a utilizar cumplan con los requisitos exigidos por la presente especificación.
- Efectuar ensayos de control sobre el geotextil, en un laboratorio independiente al del fabricante y al material granular del relleno. Los ensayos de control relacionados con el geotextil, deberán hacerse de conformidad con lo establecido en las normas INV E-909 e INV E-908
- Verificar que cada rollo de geotextil tenga en forma clara la información del fabricante, el número del lote y la referencia del producto.

ÍTEM DE PAGO

673 Material filtrante	Metro cúbico (m ³)
673.1 Geotextil	Metro cuadrado (m ²)
673.2 Material drenante	Metro cúbico (m ³)
673.3 Material de cobertura	Metro cúbico (m ³)



6.6.2.8 GAVIONES

Este trabajo consiste en el transporte, suministro, manejo, almacenamiento e instalación de canastas metálicas, y el suministro, transporte y colocación de material de relleno dentro de las canastas, de acuerdo con los alineamientos, formas y dimensiones y en los sitios indicados en los planos del proyecto o determinados por el Interventor.

Materiales

- **Canastas metálicas**

Las canastas metálicas estarán formadas de alambre de hierro galvanizado de triple torsión, con huecos hexagonales de abertura no mayor de diez centímetros (10 cm). El alambre deberá ajustarse a la norma ASTM A-116 o a la ASTM A-856.

Se utilizará alambre galvanizado de diámetro superior a dos milímetros (2 mm), excepto en las aristas y los bordes del gavión que estarán formados por alambres galvanizados cuyo diámetro será, como mínimo, un veinticinco por ciento (25 %) mayor que el del enrejado.

La forma y dimensiones de las canastas serán las señaladas en los planos y las especificaciones particulares del proyecto.

- **Material de relleno**

Podrá consistir de canto rodado, material de cantera o material de desecho adecuado, teniendo cuidado de no utilizar materiales que se desintegren



por la exposición al agua o a la intemperie, que contengan óxido de hierro, con excesiva alcalinidad con compuestos salinos, cuya composición pueda atacar el alambre de la canasta.

El peso unitario del material deberá ser, cuando menos, de un mil doscientos cincuenta kilogramos por metro cúbico (1250 kg/m^3).

Deberá cumplir, además, los siguientes requisitos:

- **Granulometría**

El tamaño mínimo de las piedras deberá ser, por lo menos, treinta milímetros (30 mm) mayor que las aberturas de la malla de la canasta.

- **Resistencia a la abrasión**

El desgaste del material al ser sometido a ensayo en la máquina de Los Angeles.

- **Absorción**

Su capacidad de absorción de agua será inferior al dos por ciento (2%) en peso. Para determinarla, se fragmentará una muestra representativa de las piedras y se ensayará de acuerdo con la norma INV E-223.

- **Equipo**

Se requieren, principalmente, equipos para la explotación, procesamiento y transporte del material de relleno; para el transporte de las canastas de alambre; para la eventual adecuación de la superficie sobre la cual se construirán los gaviones, así como herramientas manuales.



Ejecución de los trabajos

- **Conformación de la superficie de apoyo**

Cuando los gaviones requieran una base firme y lisa para apoyarse, ésta podrá consistir en una simple adecuación del terreno o una cimentación diseñada y construida de acuerdo con los detalles de los planos del proyecto.

- **Colocación de las canastas**

Cada canasta deberá ser armada en el sitio de la obra, acuerdo con el detalle de los planos del proyecto. Su forma prismática se establecerá con ayuda de palancas u otro medio aceptado por el Interventor.

Relleno

El material de relleno de colocará dentro de la canasta manualmente, de manera que las partículas de menor tamaño queden hacia el centro de ella y las más grandes junto a la malla. Se procurará durante la colocación, que el material quede con la menor cantidad posible de vacíos. Si durante el llenado las canastas pierden su forma, se deberá retirar el material colocado, reparar y reforzar las canastas y volver a colocar el relleno.

- **Costura y anclaje**

Cuando la canasta esté llena, deberá ser cosida y anclada a las canastas adyacentes, con alambre igual al utilizado en la elaboración de éstas.



Condiciones para el recibo de los trabajos

▪ Controles

Durante la ejecución de los trabajos, el Interventor adelantará los siguientes controles principales:

- Comprobar el estado y funcionamiento del equipo utilizado por el Constructor.
- Comprobar que los materiales por utilizar cumplan con los requisitos de calidad exigidos por la presente especificación;
- Vigilar la regularidad en la producción de los materiales de relleno.
- Verificar que el alineamiento, pendientes y dimensiones de la obra se ajusten a su diseño.
- Medir las cantidades de obra ejecutadas a su satisfacción, por el Constructor.

▪ Medida

La unidad de medida será el metro cúbico (m^3), aproximado al décimo de metro cúbico, de gaviones fabricados y colocados a satisfacción del Interventor.

El volumen se determinará sumando los volúmenes de las canastas correctamente colocadas de acuerdo con los planos y las instrucciones del Interventor.

ITEM DE PAGO



681.1 Gaviones

Metro cúbico (m³)

7. FACTORES QUE AFECTAN LOS RENDIMIENTOS DE MANO DE OBRA Y EQUIPO EN OBRAS VIALES.

7.1 FACTORES QUE AFECTAN EL EQUIPO:

Son los parámetros que con su influencia interfieren en la productividad de un equipo, para la selección óptima del equipo, que nos brinde la mejor productividad, intervienen muchos factores que están relacionados entre si, los cuales son:

- ✓ Tipo de obra y requerimiento de potencia
- ✓ Condiciones de la obra
- ✓ Ciclo de trabajo: En cualquier obra la maquina repite ciertos movimientos o ciclos, una vez que se organiza el trabajo y se pone en operación es fácil determinar este y luego sacar un promedio.

Por lo tanto en las obras que se necesite la maquinaria deben estar planificado todos los procesos para que haya coordinación en el trabajo, menor perdida de tiempo y estos nos arrojen mayor productividad.

7.2 A TABLA

Factores Teóricos que Afectan el Rendimiento del Equipo.

Factores	Altura	Temperatura	Ciclo de trabajo
Descripción	El motor pierde potencia con el incremento de altura	Cuando el motor tiene la temperatura adecuada o la optima es donde	En los motores se debe evitar el cambio de temperatura por lo

INFORME DE PASANTIA

“ANALISIS DE RENDIMIENTOS REALES DE MANO DE OBRA Y EQUIPOS EN OBRAS VIALES DEL DEPTO DEL CAUCA EN EL AÑO 2006”

NILSA ROCIO VILLOTA ROSERO Y ANDRES FELIPE MARTINEZ TEJADA



		empieza la productividad máxima.	tanto hay que evitar que el trabajo sea continuo. Aquí entra a tomar parte la planeación de Obra.
--	--	----------------------------------	---

7.2 B TABLA

Factores que Afectan el Rendimiento del Equipo en la practica.

Factores	Topografía	Operación	Material	Transito
Descripción	En terrenos montañosos la maquina pierde fuerza y tiempo para ejecutar el trabajo.	Calidad y experiencia del operario	Clase de material y húmeda que tenga este.	La cantidad del transito existente en la zona y la dificultad para ser interrumpido.

7.1.1 Motoniveladora:

La producción de esta maquina tiene gran importancia para el contratista y está sujeta a muchas variables. Más que en el caso de otras maquinas, la eficiencia del operador y el material en que se trabaja tiene influencia en la producción de la Motoniveladora.

La producción de esta se mide por el área preparada y no por la cantidad de metros cúbicos que mueva. Por lo tanto, debido a la naturaleza del trabajo que realiza esta, lo que interesa al contratista es el tiempo en ejecutar un trabajo. Con tal finalidad, debe conocerse el número de pasadas necesarias para hacer un determinado trabajo. No todas las pasadas se hacen a la misma



velocidad, pues con cada pasada sucesiva se torna más fácil el trabajo con ese material, lo cual hace posible utilizar velocidades más altas en las siguientes pasadas.

A continuación se dan las velocidades de la transmisión recomendables para los diversos trabajos de las motoniveladoras:

TABLA DE VELOCIDADES
Motoniveladora 12G

Tipo de trabajo	Velocidades en la caja	Velocidad de desplazamiento
Desmonte ligero	1A - 2A	3.7 -6.0
Desyerbes	1A - 2A	3.7 -6.0
Construcción de cunetas y terraplenes	1A - 2A	3.7 -6.0
Escarificación	1A - 3A	3.7 -9.5
Afines de taludes	1A	
Mezcla de materiales	2A - 3A	6.0 -9.5
Extendido y nivelación de materiales	2A - 4A	6.0 - 15.6
Conservación de caminos	3A - 5A	9.5 - 25.0



7.1.2 Compactadores:

La producción de un compactador se expresa en metros cúbicos compactados por hora. El material de relleno debe compactarse para obtener una base estable de la estructura. Por lo general, el ingeniero de la obra suministra al contratista las especificaciones con respecto a la compactación. Conociendo el espesor del material esparcido y el número de pasadas requeridas, se calcula la productividad del compactador.

El número de pasadas que deben hacerse con el equipo de apisonar depende especialmente del tipo de material que se compacta y de la humedad que tenga, en algunos casos se especifica el número de pasadas, pero en la mayoría de los casos se hace experimentalmente mirando como se comporta el material.

7.1.3 Compactadores Neumáticos:

El compactar neumático no rompe el suelo, cada llanta tiene un eje para que estabilice mejor el material, la compactación depende de la presión de las llantas, existe una presión óptima de las llantas.

Al igual que los otros, la producción de un compactador se mide en metros cúbicos compactados por hora.

Estos compactadores miden la presión de cada llanta para poder controlar la cantidad de aire, ya que la mezcla asfáltica caliente aumenta la presión de estas.

7.1.4 Tanque Irrigador:



El rendimiento de esto es muy alto, medido en metros cuadrados por hora. Lo exigido en estos es que el vehículo deberá estar provisto de un velocímetro calibrado en metros por segundo (m/s) para poder saber la cantidad de emulsión o agua coloca en la capa.

7.1.5 Fresadoras de Pavimento:

Equipo con rendimientos muy altos, medido en metro cuadrado. Esta maquina debe tener una potencia y capacidad productiva que de buenos resultados en los trabajos asignados

7.1.6 Escavadoras hidráulicas:

Como en cualquier otra maquina de movimiento de tierra, la productividad de una excavadora corresponde a la cantidad de material por carga del cucharón, multiplicada por el número de cargas del cucharón en una hora. Para determinar la producción de esta se deben definir primero las condiciones de trabajo, y luego estimar el tiempo del ciclo y la carga útil del cucharón

7.2 FACTORES QUE AFECTAN LA MANO DE OBRA:

Son los aspectos que directa o indirectamente inciden en el comportamiento normal de los trabajadores afectando su rendimiento.

La mano de obra es el aspecto más importante de las obras civiles, ya que sobre este recae la responsabilidad de todos los aspectos que se exigen en la ingeniería con respecto a la calidad, seguridad y economía.

Se utiliza para la realización de todos los procesos constructivos, pero en este trabajo destacamos los ítems en que el trabajo o rendimiento depende de esta

i



7.1. A TABLA (Factores que Afectan El Rendimiento de la Mano de Obra)

Factores	Descripción	Indicador
Clima	La lluvia, el sol afectan directamente el rendimiento en los trabajos.	El sol Factor de incidencia moderada, la lluvia un enemigo en algunos procesos constructivos
Remuneración y Cumplimiento	Estos aspectos incentivan al trabajador para que cumpla con las funciones del trabajo y así mismo garantiza la permanencia en este.	Factor que afecta mucho la calidad de la Mano de Obra.
Seguridad Social	Se debe garantizar a los trabajadores protección concerniente a salud, prestaciones sociales y dotación de trabajo que garantice su bienestar y seguridad en la ejecución del trabajo.	Es un aspecto que por necesidad del sustento propio el trabajador no exige.
Coordinación del grupo de trabajo	En los trabajos ha realizar, se deben delegar funciones para que el trabajo en grupo sea productivo y coordinado.	Este parámetro es importante en la productividad y es obligación del jefe de la obra planear la ejecución de los trabajos y repartir las funciones.
Supervisión	Siempre se debe controlar el trabajo realizado, para garantizar que se tenga la calidad necesaria.	Esta ligado íntimamente con la obra y es el que nos garantiza la productividad y calidad.
Subcontratación de las obras	Al estar contratada la obra directamente se garantiza mejores condiciones para el trabajador y mejor calidad de la obra.	Este es un factor de mucha importancia en las obras en las que se desarrolla este proyecto.
Personal calificado, para la ejecución de las obras	Cuadrillas bien constituidas	Influye con los rendimientos y la calidad de la obra

INFORME DE PASANTIA

“ANALISIS DE RENDIMIENTOS REALES DE MANO DE OBRA Y EQUIPOS EN OBRAS VIALES DEL DEPTO DEL CAUCA EN EL AÑO 2006”

NILSA ROCIO VILLOTA ROSERO Y ANDRES FELIPE MARTINEZ TEJADA



7.3 MAQUINARIA Y RECURSOS HUMANOS EN LOS PROYECTOS VIALES: PLAN 2500 Y CORREDOR VIAL DEL OCCIDENTE

7.3.1 Maquinaria y recursos humanos por parte de la constructora

Tramo: Vía Rosas – La Sierra

Los recursos operativos con los que cuenta el contratista para la ejecución de las obras son los siguientes:

Tipo de Equipo	Cantidad
Retroexcavadora	1
Volqueta	3
Vibrador	2
Camión de cabina	1
Mezcladora	2
Motoniveladora	2
Compactador neumático	1
Carrotanque irrigador	1
Apisonador	1

Los recursos humanos en la obra son:

Tipo de Personal	Cantidad
Ingeniero	1
Topógrafo	1
Cadenero	2
Operario de Máquina	3
Conductor	1
Oficial constructor	3
Auxiliar constructor	5
Obreros	26
Microempresarios	10



7.3.2 Maquinaria y recursos humanos por parte de la constructora

Tramo: Vía El Estrecho – Balboa

Los recursos operativos con los que cuenta el contratista para la ejecución de las obras son los siguientes:

Tipo de Equipo	Cantidad
Retroexcavadora	1
Volqueta	2
Vibrocompactador	1
Camión de estacas	1
Mezcladora	2
Motoniveladora	1
Vibrador	1
Carrotanque irrigador	1
Apisonador	1

Los recursos humanos en la obra son:

Tipo de Personal	Cantidad
Ingeniero	3
Topógrafo	1
Cadenero	3
Operario de Máquina	3
Conductor	1
Oficial constructor	5
Obreros	32



7.3.3 Maquinaria y recursos humanos por parte de la constructora

Tramo: Mojarras - Popayán

Los recursos operativos usados por el contratista en este mes son:

Tipo de Equipo	Cantidad
Volqueta	1
Vibrocompactador	1
Camión de estacas	1
Mezcladora	2
Vibrador	1
Carrotanque irrigador	1
Apisonador	1

Los recursos humanos en la obra son:

Tipo de Personal	Cantidad
Ingeniero	1
Operario de Máquina	1
Conductor	1
Oficial constructor	5
Obreros	16



7.3.4. Listado Total y detalle de la Maquinaria del Contratista

TIPO	MARCA	MODELO	CAPACIDAD
Camión	Dodge	300	
Campero	Samurai	93	
Camioneta	Toyota	96	1 Ton
Equipo en planta			
Volquetas	Internacional	94	10 m3
Volquetas	Dina	95	12 m3
Volquetas	Brigadier	93	14 m3
Volquetas	Volvo		12
Volquetas	Komatsu		
Volquetas	Volvo	98	24
Cargador	Komatsu	WA 180	1.5 m3
Cargador	Volvo	190-B	1.5 m3
Retroexcavadora	Komatsu	PC 200	1 m3
Retroexcavadora	Caterpillar	318-C	
Retroexcavadora	Caterpillar	CA 320	0.9 m3
Bulldozer	Caterpillar	D6C	
Soldador	Lincon	SA-250	
Trit Primaria	Chul- meang	2005	80 m3/h
Trit Secundaria	Allis Chalmers	2004	80 m3/h
Trit terciaria	Norderberg	VBO 806	60 m3/h
Tanque Asfalto		2005	8000 Galones
Planta Eléctricas	Onda y Olimpiam		6 y 17 Kw
Planta Asfáltica	ing. Becomp	BC 110-2003	110 Ton/h
Equipo en la Obra			
Pavimentadota	Berber Grenn	BG-24°	5.8 m3 Tolva
Recicladora	Caterpillar	RR-250	335 Hp
Vibrocompactador	Dynapac	CA-151-AD	8.6 Ton
Comp. Neumático	Ingram	SEP-00	12 Ton
Carrotanque	Internacional	1982	2700 Gal
Irigador de Asfalto	Internacional	1994	2500 Gal
Fresadora	Wirtgen	W-1000	202 Hp
Motoniveladora	Caterpillar	140-G	140 Hp
Motoniveladora	Mitsubishi		
Motoniveladora	Caterpillar	140-6	140 HP
Vibrocompactador	Dynapac	CA-15 o CA-151	
Volquetas	Doble Troque		24
Equipo Externo			
Rana	Briggs y Stratton	13 HOHV	



7.3.5 Recursos humanos por parte de la Empresa Interventora.

7.3.5.1 Comisión Flotante:

Es el grupo que se encarga de visitar y hacer el control de los procesos constructivos que se llevan a cabo en las obras que tiene a cargo la interventora, tanto en las vías del plan 2500 como también en las vías del corredor vial.

Esta comisión está integrada así:

- ❖ **Ingeniero Residente:** Director de la empresa interventora
- ❖ **Ingeniera Ambiental:** Encargada de la supervisión ambiental
- ❖ **Ingeniero Civil:** Especialista en pavimentos y construcción
- ❖ **Ingeniero Civil:** Supervisión en los procesos de construcción y manejo de Presupuesto
- ❖ **Geotecnólogo:** Especialista en suelos y materiales
- ❖ **Conductor**

7.3.5.2 Personal en la obra

Personal	Plan 2500		Corredor Vial del Occidente		Planta
	Rosas- La Sierra	El Estrecho-Balboa	Mojarras-Popayán	La Variante	
Ingeniero					X
Geotecnólogo					X
C Topografía		X	X		
Inspector	X	X			



8. VALORES DE RENDIMIENTOS.

8.1 RENDIMIENTOS TEORICOS

8.1 RENDIMIENTOS TEORICOS

330.1 Base	Equipo	Motoniveladora	1	240
		Vibrocompactador	1	240
		Tanque Irrigador Agua	1	240
	Mano de obra			
320.2 Subbase	Equipo	Motoniveladora	1	200
		Vibrocompactador	1	200
		Tanque Irrigador Agua	1	200
	Mano de obra			
420. Imprimacion	Equipo	Tanque Irrigador Agua		2000
	Mano de obra	Obrero	1	2000
450. Carpeta asfaltica con MDC-2	Equipo	Finisher		200
		Compactador Tandem		200
		Compactador Llantas		200
	Mano de Obra	Inspector	1	
		Obreros	8	200
681. Muros en gaviones	Equipo	Herramienta menor		
	Mano de obra	Oficiales	1	
		Obreros	4	12
Muros en concreto ciclopeo	Equipo	Herramienta menor		
	Mano de obra	Maestro	1	
		Oficiales	1	
		Obreros	8	10

INFORME DE PASANTIA

“ANALISIS DE RENDIMIENTOS REALES DE MANO DE OBRA Y EQUIPOS EN OBRAS VIALES DEL DEPTO DEL CAUCA EN EL AÑO 2006”

NILSA ROCIO VILLOTA ROSERO Y ANDRES FELIPE MARTINEZ TEJADA



673. Filtors en Geodren	Equipo	Herramienta menor		
	Mano de obra	Oficiales Obreros	1 2	20
460. Fresado	Equipo	Fresadora Volqueta	1 1	280
	Mano de obra	Obreros	3	280
440.4 Bacheo	Equipo	Finisher	1	240
		Compactador Tandem	1	240
		Volquetas	1	240
	Mano de Obra	Inspector	1	30
		Obreros	10	30



8.2 RENDIMIENTOS REALES.

Actividad	Unidad	Rosas - La Sierra	El Estrecho - Balboa	Mojarras - Popayán
▪ Base	m ³ /dia	179.7	282	
▪ Subbase	m ³ /dia	198.93	264.69	
▪ MDC-2	m ³ /dia	137.9	150.59	
▪ Imprimación	m ² /dia	2724.1	5024.95	
▪ Fresado Pav. Asfáltico	m ³ /dia			392.7
▪ Parcheo	m ³ /dia			278.79
▪ Muros en Gavión	m ³ /dia	2.34	2.66	
▪ Muros en concreto Ciclópeo	m ³ /dia	7.22	6.05	
▪ Filtros en Geodren	ml/dia	14.1	9.82	

INFORME DE PASANTIA

“ANALISIS DE RENDIMIENTOS REALES DE MANO DE OBRA Y EQUIPOS EN OBRAS VIALES DEL DEPTO DEL CAUCA EN EL AÑO 2006”

NILSA ROCIO VILLOTA ROSERO Y ANDRES FELIPE MARTINEZ TEJADA



8.2.1 Rendimientos Diarios.

Estos fueron obtenidos después de hacerles un análisis estadístico, para determinar el grado de confiabilidad que tienen los datos.

Actividad	Unidad	Proyectos		
		Rosas - La Sierra	El Estrecho - Balboa	Mojarras - Popayán
▪ Base	m ³ /dia	179.7	282	
▪ Subbase	m ³ /dia	198.93	264.69	
▪ MDC-2	m ³ /dia	137.9	150.59	
▪ Imprimación	m ² /dia	2724.1	5024.95	
▪ Fresado Pav. Asfáltico	m ³ /dia			392.7
▪ Parcheo	m ³ /dia			278.79
▪ Muros en Gavión	m ³ /dia	2.34	2.66	
▪ Muros en concreto Ciclópeo	m ³ /dia	7.22	6.05	
▪ Filtros en Geodren	ml/dia	14.1	9.82	

INFORME DE PASANTIA

“ANALISIS DE RENDIMIENTOS REALES DE MANO DE OBRA Y EQUIPOS EN OBRAS VIALES DEL DEPTO DEL CAUCA EN EL AÑO 2006”

NILSA ROCIO VILLOTA ROSERO Y ANDRES FELIPE MARTINEZ TEJADA



8.2.2 Rendimientos Horarios.

8.2.2.1 Tramo: Rosas - La Sierra

ITEM	UNIDAD	EQUIPO Y MANO DE OBRA	*HORAS	RENDIMIENTO HORARIO
330.1 Base	m ³	➤ Motocompactora	8	22.46
		➤ Compactador	4	44.98
		➤ T. Irrigador	3	59.97
		➤ Volqueta	8	22.49
		➤ Inspector	8	22.96
		➤ Obreros		22.46
		➤ C. Topografía	3	59.97
320.2 Subbase	m ³	➤ Motocompactora	8	24.87
		➤ Compactador	4	49.73
		➤ T. Irrigador	3	99.47
		➤ Volqueta	8	24.87
		➤ Inspector		
		➤ Obreros	8	24.87
		➤ C Topografía	3	66.31
420. Imprimación	m ²	➤ Irrigador de asfalto	8	340.51
		➤ Obrero	8	340.51
450. MDC-2	m ³	➤ Finisher	8	17.24
		➤ Comp. de Llantas	4	34.48
		➤ Comp. Tandem	4	34.48
		➤ T. Irrigador	3	68.95
		➤ Volquetas	8	17.24
		➤ Inspector		
		➤ Obreros	8	17.24
681. Muros en Gavión	m ³	➤ Ayudante ➤ Oficial	9	0.29
Muros en Ciclópeo	m ³	➤ Oficial ➤ Obreros	9	0.80
673. Filtros en Geodren	m ³	➤ Ayudante ➤ Oficial ➤ Maestro	9	1.57

* Las horas que se tienen en cuenta, fueron sacadas de todos los datos tomadas en el campo y nos representan un periodo normal de trabajo del equipo y la mano de obra utilizados.

INFORME DE PASANTIA

“ANALISIS DE RENDIMIENTOS REALES DE MANO DE OBRA Y EQUIPOS EN OBRAS VIALES DEL DEPTO DEL CAUCA EN EL AÑO 2006”

NILSA ROCIO VILLOTA ROSERO Y ANDRES FELIPE MARTINEZ TEJADA



8.2.2.2 Tramo: El Estrecho - Balboa

ITEM	UNIDAD	EQUIPO Y MANO DE OBRA	HORAS	RENDIMIENTO HORARIO	
330.10 Base	m ³	➤ Motocompactora	8	35.25	
		➤ Compactador	4	70.50	
		➤ T irrigador	3	94.00	
		➤ Volqueta	8	35.25	
		➤ Inspector	8	35.25	
		➤ Obreros			
		➤ C. Topografía	3	94.00	
320.2 Subbase	m ³	➤ Motocompactora	8	33.09	
		➤ Compactador	4	66.17	
		➤ T. Irrigador	3	88.23	
		➤ Volqueta	8	33.09	
		➤ Inspector			
		➤ Obreros	8	33.09	
		➤ C. Topografía	3	88.23	
420. Imprimación	m ²	➤ Irrigador de asfalto	8	628.12	
		➤ Obrero	8	628.12	
450. MDC-2	m ³	➤ Finisher	9	16.73	
		➤ Comp. De Llantas	4	37.65	
		➤ Comp. Tandem	4	37.65	
		➤ T Irrigador	3	50.20	
		➤ Volquetas	8	18.82	
		➤ Inspector			
		➤ Obreros	8	18.82	
681. Muros en Gavión	m ³	➤ Ayudante ➤ Oficial	9	0.30	
Muros en Ciclópeo	m ³	➤ Oficial ➤ Obreros	9	0.67	
673. Filtros en Geodren	m ³	➤ Ayudante ➤ Oficial ➤ Maestro	9	1.09	

8.2.2.3 Tramo: Mojarras – Popayán



ITEM	UNIDAD	EQUIPO Y MANO DE OBRA	HORAS	RENDIMIENTO HORARIO	
440. Bacheo, incluye carpeta Asfáltica	m ³	➤ Finisher	9	30.99	
		➤ Fresadora	4	69.73	
		➤ Comp. Tandem	4	69.70	
		➤ Volquetas	8	34.85	
		➤ Inspector			
		➤ Obreros	8	34.85	
460. Fresado Carp. Asfáltica	m ³	➤ Fresadora	6	65.45	
		➤ Volquetas	6		
		➤ Inspector	6		
		➤ Obreros	6	65.45	

8.2.3 Comparación entre rendimiento diario y el rendimiento horario

Los rendimientos en obras viales de gran o mediana importancia, siempre están referidos a rendimientos diarios, ya que se tiene la mano de obra y la maquinaria trabajando de tiempo completo, pero es importante hacerle un seguimiento particular a las actividades para poder determinar más o menos los periodos de trabajo normal de estos aspectos; en los rendimientos no solo se debe estudiar la variable clave que es la cantidad de obra ejecutada, sino también hacerle un estudio práctico a los periodos en los que se está trabajando.

Para nuestro proyecto se le hizo un seguimiento a los periodos de tiempo en la que se utilizaba la maquinaria y la mano de obra, para poder determinar cuántas horas se trabaja en un día y sacar el rendimiento promedio horario que es el que tiene en cuenta la cantidad de obra promedio del día, dividido por el periodo de tiempo analizado en la obra.

8.2.3.1 Periodos normales de trabajo.



8.2.3.1.1 En la mano de obra.

En la mano de obra es fácil cuantificar por que la mayoría de obras están subcontratadas, y a estos contratistas les interesa que su obra se ejecute en el menor tiempo posible para así asegurar la ganancia, además estos contratistas exigen al personal contratado (obreros, oficiales, ayudantes, maestros) que cumplan un jornal diario el cual tiene 9 horas diarias, por lo tanto el periodo normal de trabajo de la mano de obra es 9 horas.

8.2.3.1.2 En la maquinaria.

Se tienen muchos factores que justifican el periodo de trabajo en el equipo, estos podrían ser:

- Que la maquina sea la que lleva la directriz en la actividad de análisis
- Rendimiento muy alto por lo tanto, esta maquina se tiene que adaptar al nivel de la obra.
- Disponibilidad de maquinaria

Motoniveladora:

Esta es una maquina que maneja el rendimiento en bases, subbase y lo que normalmente se registro de trabajo en un dia fueron 8 horas, ya que aunque presente periodos de trabajo mas grandes, las perdidas que tiene por el transito son altas.

Finisher:

Esta depende del trabajo que tenga para hacer, pero lo normal en buenas condiciones y habiendo suministro de material trabaja 9 horas.

Fresadora:

Esta depende de el trabajo de muchas maquinas mas y de la programación de obra, por lo tanto aunque sobrada de potencia y de disposición el periodo de



trabajo normal en la obra "FRESADO" es de 6 horas, por no tener la disponibilidad de volquetas para llevar el reciclado y en el "PARCHEO" por que el rendimiento de la Finisher no es tan alto como el de esta, por lo tanto el ing. Residente calcula cuanto puede avanzar la Finisher en el dia y esta es la cantidad de obra que se fresa, mas o menos trabaja en el parcheo 3 a 4 horas diarias.

Compactadores:

Esta maquinaria tiene un rendimiento alto, claro esta con buenas condiciones de trabajo (suelos NP, sin lluvias, buen operador, etc.), en la practica lo que normalmente trabaja son 4 horas.

Volquetas:

En el trabajo que se las coloca estas tienen un periodo de trabajo de muy alto, ya que tienen las condiciones para transportarse como cualquier otro carro, lo que infiere en ellas es la distancia de acarreo, disponibilidad de las mismas, pero lo que nos marca el periodo es que en la obra se trabaja en el dia con mas facilidad, por lo tanto la que normalmente trabaja el otro equipo son 8 o 9 horas.



8.3 RENDIMIENTOS DEL CONTRATISTA.

8.3 RENDIMIENTOS DEL CONTRATISTA

Actividad	Insumos	Detalle	Cantidad	Proyectos	
				Rosas -La Sierra	El Estrecho - Balboa
330,1 Base	Equipo	Motoniveladora	1	126.2	160
		Vibrocompactador	1	126.2	160
		Tanque Irrigador Agua	1	126.2	160
	Mano de Obra	Pare - Siga	2	313	390
320,2 Subbase	Equipo	Motoniveladora	1	248	280
		Vibrocompactador	1	248	280
		Tanque Irrigador Agua	1	248	280
	Mano de Obra	Pare - Siga	2	643.3	700
420. Imprimacion	Equipo	Tanque Irrigador Agua	1	882.64	1151.2
	Mano de obra	Obrero	1	650	100
450. Carpeta asfaltica con MDC-2	Equipo	Finisher	1	144	144
		Compactador Tandem	1	144	144
		Compactador Llantas	1	144	144
	Mano de Obra	Cuadrilla de asfalto	14	252.8	221.6
		Oficial	1	252.8	221.6
		Pare - Siga	2	252.8	221.6
681. Muros en gaviones	Equipo	Herramienta menor			
	Mano de obra	Oficiales	2		
		Obreros	2	7.5	15.08
	Equipo	Herramienta menor			

INFORME DE PASANTIA

“ANALISIS DE RENDIMIENTOS REALES DE MANO DE OBRA Y EQUIPOS EN OBRAS VIALES DEL DEPTO DEL CAUCA EN EL AÑO 2006”

NILSA ROCIO VILLOTA ROSERO Y ANDRES FELIPE MARTINEZ TEJADA



Muros en concreto ciclopeo		Mano de obra	Maestro Oficiales Obreros	1 2 4	10	12
673. Filtros en Geodren	Equipo	Herramienta menor				
	Mano de obra	Oficiales Obreros	2 2	20	25	

Actividad	Insumos	Detalle	Cantidad	Corredor Vial
				Mojarras - Popayán
460. Fresado	Equipo	Fresadora	1	320
		Volquetas	3	
	Mano de obra	Obreros	2	
440.4 Bacheo	Equipo	Finisher	1	280
		Compactador Tandem	1	280
		Volquetas		280
	Mano de Obra	Inspector	16	
		Obreros		



8.3.1 Desarrollo del plan de calidad del interventor

Se empezó a implementar en conjunto con el inició la Fase Operativa. Con la capacitación del personal adecuado para trabajar la Gestión de Calidad y documentos de soporte.

La Profesional de Calidad es la encargada del continuo trabajó en la optimización del Plan de Gestión de Calidad de la Interventoría para este proyecto, así mismo hace la revisión del Plan de Calidad tanto de la compañía Consultora como de la compañía Constructora.

8.3.1.1 Calidad en la obra

La calidad en la obra es un procedimiento que se hace continuamente por la empresa interventora mediante los inspectores de obra que son residentes de las obras en las que se esta trabajando, ellos son encargados de fiscalizar los procesos constructivos que se tengan y reportar anomalías de estos a los ingenieros de la interventora para tomar los correctivos necesarios. Este es una forma directa de hacer la supervisión, pero es necesario que los ingenieros se encarguen de la parte técnica ya que ellos son capaces de cuestionar si los procesos constructivos están bien hechos, por lo tanto de la empresa se hacen tres salida por semana de los auxiliares de ingeniero residente y de la ingeniera ambiental.

8.3.1.2 Ensayos de Laboratorio

Se toman muestras en la planta de trituración localizada en Galíndez de la base granular que se utilizara en el proyectó, para estos se realizan ensayos de gradación, determinación de la plasticidad y caracterización; cumpliendo con



el control de calidad en cuanto a las especificaciones del INVIAS Art. 300, 320 y 330.

También se tomaron densidades de campo del material de base y subbase existente con RAP (reciclado) y de la Base granular compactados en los tramos en donde se haya utilizado este material, la medida en que se mezclan estos materiales es 50% de la base sacada de la planta de trituración localizada en Galíndez y 50% de RAP (Pavimento Asfáltico Reciclado), para la subbase es 50% de RAP y 50% de material sacado de la cantera de Loma Quemada. Para efectuar el Control de Calidad de los materiales y del proceso constructivo del refuerzo de la vía, aprobado por la Interventoría. En este caso se cumplieron con las especificaciones de los Artículos 320 y 330 del INVIAS.

Se tomaron muestras de material utilizado en la producción de MDC-2, se realizó ensayos de gradación y límites para el control de la calidad del producto y para la revisión del diseño Marshall.

Se tomaron muestras de mezcla asfáltica MDC-2 utilizada en el pavimento de refuerzo y de la mezcla asfáltica utilizada en el parcheo del corredor vial, a las cuales se les realizaron ensayos de extracción y gradaciones para el control de calidad respectivo.

Se analizaron los materiales con los que se hace el concreto hidráulico, haciéndoles ensayos de gradación, equivalente de arena, forma de partículas, desgaste y también se fabricaron cilindros para revisar si la resistencia desarrollada por este concreto hidráulico cumple con los parámetros exigidos por la interventoría.



Igualmente la Interventoría acompañó a la Constructora, en la ejecución de ensayos de los materiales que se utilizaran en la obra y de sus resultados ha realizado observaciones en cuanto a su ejecución, rechazando la utilización de aquellos materiales de los cuales los ensayos NO CUMPLIERON con las exigencias de las especificaciones del INVIAS y confirmando el uso de aquellos que si las superaron.

8.3.2 Responsabilidades especiales del constructor

El Constructor deberá incluir dentro de su organización administrativa el diseño e implantación de un modelo de aseguramiento de la calidad. Para cumplir con este requisito, se utilizará la norma NTC-ISO9002 vigente.

La responsabilidad por la calidad de la obra es única y exclusivamente del Constructor y cualquier supervisión, revisión, comprobación o inspección que realice el Instituto Nacional de Vías o sus representantes se hará para verificar su cumplimiento, y no exime al Constructor de su obligación sobre la calidad de las obras objeto del contrato.

8.3.2.1 Autocontrol

El Constructor deberá contar con un laboratorio de campo, controlado por personal calificado e idóneo para tal labor, previamente aprobado por el Interventor, que le permita realizar las pruebas de control de calidad exigidas por las presentes especificaciones.

Cuando el Instituto Nacional de Vías ordenare al Constructor realizar algunas pruebas que no estuvieren contempladas en las especificaciones, con el fin de



verificar si algún trabajo tiene defectos, y la prueba revelare que los tiene, el costo de éstas será a cargo del Constructor.

8.3.2.2 Permisos y licencias

El Constructor deberá obtener todos los permisos y licencias que le correspondan y pagar todos los impuestos y derechos de los que no esté exonerado.

8.3.2.3 Patentes y regalías

El Constructor es el único responsable del uso y pago de regalías, y cualquier costo relacionado con el uso de patentes, marcas registradas y derechos reservados ya sea de equipo, dispositivos, materiales, procedimientos u otros , deberá estar incluido en los precios de los ítem contractuales, ya que por estos conceptos el Instituto Nacional de Vías no le reconocerá ningún pago.

Cuando se analiza toda la información se procede a diseñar el manual de rendimientos, tomar las conclusiones y a determinar si existen correlaciones con los rendimientos existentes.



9. ANALISIS DE RENDIMIENTOS

9.0.1 El Método de la ingeniería y el análisis estadístico

Un Ingeniero es la persona que resuelve problemas de interés para la sociedad mediante la aplicación eficiente de principios científicos, Los Ingenieros deben llevar a cabo esta tarea perfeccionando un producto o proceso existentes diseñando un producto o proceso nuevo que satisfaga las necesidades de los consumidores.

El método científico es el enfoque aplicado para formular y resolver estos problemas. Los pasos del método de la Ingeniería son los siguientes:

1. Desarrollar una descripción clara y concisa del problema
2. Identificar, al menos de una manera tentativa, los factores importantes que afectan el problema o que pueden jugar un papel en la solución.
3. proponer un modelo para el problema, utilizando los conocimientos científicos o de la Ingeniería del fenómeno bajo estudio. Consignar todas las limitaciones y/o supuestos del modelo.
4. Realizar los experimentos apropiados y recolectar datos para probar o validar el modelo tentativo.
5. Refinar el modelo con base en los datos observados.
6. Manipular el modelo para contribuir a desarrollar una solución del problema.
7. Realizar un experimento apropiado para confirmar que la solución propuesta del problema es efectiva a la vez que eficiente.



-
8. Sacar conclusiones o hacer recomendaciones con base en la solución del problema.

9.0.1.1 Recolección de datos de ingeniería

La primera forma en que los ingenieros suelen recolectar datos es con un **estudio observacional**. En esta situación, el proceso o sistema que se estudia solo puede ser observado por un Ingeniero, y los datos se obtienen conforme se van presentando.

También otra forma en la que suelen obtenerse datos observacionales es mediante el análisis de los datos históricos sobre el sistema o proceso.

La segunda forma de obtenerlos es una forma IDEAL en la cual se experimenta con un modelo diseñado, pero esto requiere cambiar las variables que se encuentran en juego, para tomar una decisión acerca de cuales son las variables responsables de los cambios observados en la eficiencia de los resultados.

9.0.1.2 Diseño de investigaciones experimentales

Gran parte de nuestros conocimientos de Ingeniería se desarrollan mediante la realización de pruebas de experimentación. Con frecuencia, los ingenieros trabajan en áreas de problemas en las que ninguna teoría científica o de ingeniería tiene una aplicación directa o completa, por lo que la experimentación y la observación de los datos resultantes constituyen la única



manera en que puede resolverse el problema, aunque existe una base para explicar los fenómenos que nos interesan, casi siempre es necesario realizar pruebas o experimentos para confirmar que la teoría en realidad es operativa en la situación en la que se este aplicando.

El pensamiento estadístico y los métodos estadísticos juegan un papel importante en la plantación, realización y análisis de los datos de experimentación en ingeniería.

9.0.1.3 Observación de procesos en el tiempo

Siempre que recolectamos datos en el tiempo es importante graficarlos en esta dimensión, los fenómenos que podrían afectar el sistema o proceso con frecuencia se hacen más evidentes en una grafica orientada en el tiempo y entonces se puede juzgar mejor el concepto de estabilidad.

9.0.2 Método estadístico para el procesamiento de la información

9.0.2.1 Variable cuantitativa continua "X"

X = Rendimiento real obtenido en el campo en m³ o m² por día

9.0.2.2 Tamaño de la muestra (n).

n= Numero de datos

9.0.2.3 Intervalos de clase (m).

Esta entre los valores: $5 \leq m \leq 20$ y se calcula mediante las formulas:

$$m = 1 + 3.3 \text{ Log}(n)$$

$$m = \sqrt{n}$$



Tomamos el mayor de los datos, se debe determinar los datos máximos y los mínimos.

Esta forma se utiliza cuando los datos son distintos

9.0.2.4 Rango de los datos (R).

$$R = X_{\max} - X_{\min}$$

9.0.2.5 Tamaño del intervalo (C).

$$C = R / m$$

Para determinar los límites se toma el menor valor y se le resta 0.05 como posible error de cálculo y este es el límite inferior del primer intervalo.

9.0.2.6 Límites de los intervalos de clase.

$$L_0 = X_{\min} - 0.05$$

$$L_1 = L_0 + C$$

$$L_2 = L_1 + C$$

Y así sucesivamente para todos los intervalos hasta llegar al mayor valor.

9.0.2.7 Mitad del intervalo (Mc)

$$M_c = (L_{(i-1)} + L_i) / 2$$

9.0.2.8 Frecuencia absoluta (ni)

Numero de veces que cae un dato en el intervalo

9.0.2.9 Frecuencia relativa acumulada (Ni)

$$N_i = n_1 + n_2 + \dots + n_i$$

Después de tener los datos anteriores calculados se los organiza en un cuadro de frecuencias en donde se colocan los intervalos

9.0.2.10 Cuadro de frecuencias



9.0.2.11 Media aritmética (X)

$$X = \sum (Mc \cdot hi)$$

9.0.2.12 Indicadores de dispersión

Son la medida de confianza, nos demuestran la homogeneidad y la centralidad de los datos.

9.0.2.13 La Varianza (s^2)

$$s^2 = \sum hi \cdot (Mc - Xm)^2$$

9.0.2.14 Desviación estándar (S)

$$S = \sqrt{\sum ni \cdot (Mc - Xm)^2}$$

9.0.2.15 Coeficiente de varianza (CV)

$$CV = S/X \cdot 100$$

Este dato es el indicador de dispersión que tenga los datos, en porcentaje.

9.0.3 Análisis estadístico de los datos

A continuación se realiza el análisis estadístico para los ITEMS en los que fácilmente se puede medir su rendimiento, ya que estos no tienen sub ítems.

9.1.1 ANALISIS ESTADISTICO DE SUBBASE GRANULAR EN EL TRAMO: ROSAS – LA SIERRA

- X = Rendimiento real de una capa de subbase granular UNID (m³/dia).

RENDIMIENTOS REALES OBTENIDOS EN EL CAMPO

102	128	140	140
-----	-----	-----	-----



153	153	166	191
191	191	191	204
204	205	216	229
242	255	255	

- $n =$ Numero de datos (19)
- $m =$ Intervalos de clase
 $m = 1 + 3.3 \text{ LOG } n = 1 + 3.3 \text{ LOG } 19 = 5.22 = 6$
 $m = \sqrt{19} = 4.4$
Por tal razón tomamos a $m = 6.00$.

- Rango de datos (R):
Dato mínimo: $X_{\min} = 102$
Dato máximo: $X_{\max} = 255$
 $R = X_{\max} - X_{\min} = 255 - 102 = 153$
- Tamaño del intervalo (c):
 $C = R/m = 153/6 = 25.50$
- Limite en los intervalos de clase:
 $Lo = X_{\min} - 0.05 = 102 - 0.05 = 101.95$
 $L1 = Lo + C = 101.95 + 25.5 = 127.45$
y así sucesivamente para los intervalos posteriores
- Mitad del intervalo (M_c):
 $M_c = (L_{i-1} + L_i) / 2 = (101.95 + 127.45) / 2 = 114.70$
Este valor lo calculamos para cada uno de los intervalos



- Frecuencia absoluta (n_i):
Son el número de datos que se encuentran dentro de un intervalo
- Frecuencia Relativa (h_i):
 $h_i = n_i/n = 1/19 = 0.053 = 0.05$
- Frecuencia relativa acumulada (N_i): $N_i = n_1+n_2+n_3+...+n_i$.

CUADRO DE FRECUENCIA DE LOS RENDIMIENTOS

i	Li-1 -Li	Mc	n_i	h_i	$h_i(\%)$	N_i
1	101,95-127,45	114,7	1	0,05	5	1
2	127,45 - 152,95	140,2	3	0,16	16	4
3	152,95 - 178,45	165,7	3	0,16	16	7
4	178,45 - 203,95	191,2	4	0,21	21	11
5	203,95 - 229,45	216,7	5	0,26	26	16
6	229,45 - 254,95	242,2	3	0,16	16	19
			19	1	100	

Los rendimientos son muy uniformes, podremos deducir que estos se encuentran entre 127.45 y 254.95 m³/día ya que estos intervalos presentan porcentajes casi similares y esto podría depender en que en la colocación o extensión de la base se tiene mas cuidado por los altos costos del material de base y además porque se debe garantizar un mayor grado de compactación en esta capa granular, además se debe garantizar la perfecta nivelación de la superficie, ya que directamente sobre esta capa granular va la carpeta asfáltica.



Los mayores rendimientos se obtuvieron en un tramo recto, los menores rendimientos se presentaron con un operario con poca experiencia (por enfermedad del operario habitual).

- Media Aritmética: Variable discreta

$$X = \sum (Mc \cdot hi)$$

$$X = 189.93 \text{ m}^3/\text{día}$$

- Indicadores de dispersión

- La varianza (s^2)

$$s^2 = \sum hi \cdot (Mc - X_m)^2$$

$$s^2 = 1396.11$$

- La desviación estándar (s):

$$S = \sqrt{\sum ni \cdot (Mc - X_m)^2}$$

$$S = 37.87$$

Cabe anotar que entre mayor sea el valor de la desviación estándar, entonces mas confiables sern los resultados obtenidos.

- Coeficiente de variación (CV):

$$CV = (s/X_m) \cdot 100$$

$$CV = (37.37/189.93) \cdot 100 = 20.0 \%$$

Esto indica que se encuentran dispersos muy poco de la media.



El rendimiento promedio: $X = 189.93$ m³/día

**9.1.2 ANALISIS ESTADISTICO DE BASE GRANULAR EN EL TRAMO:
ROSAS – LA SIERRA**

- X = Rendimiento real del equipo en base granular (m³/día).
- n = Numero de datos (18)
- m = Intervalos de clase

$$m = 1 + 3.3 \text{ LOG } n = 1 + 3.3 \text{ LOG } 18 = 5.14 = 6$$

$$m = \sqrt{18} = 4.24$$

Por tal razón tomamos a $m = 6.00$.

Rendimientos obtenidos en el campo (m³/día)

42	61	120	125
126	137	142	153
153	173	173	179
183	184	184	192
192	204	244	289

Los dos (2) primeros datos no se tienen en cuenta porque en estos días se reportaron fallas en la maquinaria.

- Rango de datos (R):
Dato mínimo: $X_{\min} = 120$
Dato máximo: $X_{\max} = 289$
 $R = X_{\max} - X_{\min} = 289 - 120 = 169$
- Tamaño del intervalo (c):



$$C = R/m = 169/6 = 28.17$$

- Limite en los intervalos de clase:

$$Lo = X_{\min} - 0.05 = 120 - 0.05$$

$$L1 = Lo + C = 119.05 + 9.39$$

$$L2 = L1 + C = 129.34 + 9.39$$

y así sucesivamente para los intervalos posteriores

- Mitad del intervalo (M_c):

$$M_c = (L_{i-1} + L_i) / 2 = (119.95 + 128.44) / 2 = 124.20$$

este valor lo calculamos para cada uno de los intervalos

- Frecuencia absoluta (n_i):

Son el número de datos que se encuentran dentro de un intervalo

- Frecuencia Relativa (h_i):

$$h_i = n_i/n = 5/18 = 0.2778 = 0.28$$

- Frecuencia relativa acumulada (N_i): $N_i = n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_i$.

CUADRO DE FRECUENCIA DE RENDIMIENTOS DE BASE GRANULAR



i	Li-1 -Li	Mc	ni	hi	hi(%)	Ni
1	119,95-147,22	133,59	5	0,28	28	5
2	147,22-175,39	161,31	4	0,22	22	9
3	175,39-203,56	189,48	6	0,33	33	15
4	203,56-231,73	217,65	1	0,06	6	16
5	231,73-259,9	245,82	1	0,06	6	17
6	259,9-288,95	274,43	1	0,06	6	18
			8	1	100	

Como se puede observar el rendimiento que se obtiene para la maquinaria presenta rendimientos desde los 119.95 m³/día a los 203.56 m³/día rango que se presenta con una mayor frecuencia, por tanto el rendimiento promedio se encontrara en el intermedio de dicho rango.

Los rendimientos mas altos se obtuvieron en un rango comprendido entre los 231.73 m³/día y los 288.95 m³/día, estos valores ideales en el rendimiento de una maquina se lograron en lugares con terreno plano y en donde el transito automotor no interferid en mayor medida con el desplazamiento de la maquinaria, porque estos eran días de inicio de la semana con poco trafico, cabe anotar que el día de mayor trafico es el día sábado (día de mercado en la zona).

- Media Aritmética: Variable discreta

$$X = \sum (Mc \cdot hi)$$

$$X = 179.7 \text{ m}^3/\text{día}$$

- Indicadores de dispersión
- La varianza (s^2)



$$s^2 = \sum hi*(Mc-Xm)^2$$

$$s^2 = 1588.43$$

- La desviación estándar (s):

$$S = \sqrt{(\sum ni(Mc-Xm)^2)}$$

$$S = 39.86$$

- Coeficiente de variación (CV):

$$CV = (s/Xm)*100$$

$$CV = (39.86/179.70)*100 = 22.18 \%$$

Esto indica que se encuentran dispersos moderadamente de la media

El rendimiento promedio: X = 179.7 m3/día

9.1.3 ANALISIS ESTADISTICO DE LA CONSTRUCCION DE MUROS EN GAVIONES EN EL TRAMO: ROSAS – LA SIERRA

- X = Rendimiento real Muros en Gaviones (m3/día).

RENDIMIENTOS REALES OBTENIDOS EN EL CAMPO

1	1.5	2	2
2	2	2	2
2	2.5	2.5	2.5
2.5	2.5	2.5	2.5
2.5	2.5	3	3
3	3	3	3.5

- n = Numero de datos (24)
- m = Intervalos de clase



$$m = 6$$

- Rango de datos (R):

$$\text{Dato m\u00ednimo: } X_{\min} = 1.0$$

$$\text{Dato m\u00e1ximo: } X_{\max} = 3.5$$

$$R = X_{\max} - X_{\min} = 3.5 - 1.5 = 2.5$$

- Tama\u00f1o del intervalo (c):

$$C = R/m = 2.5/6 = 0.42$$

- Limite en los intervalos de clase:

$$L_0 = X_{\min} - 0.05 = 1.0 - 0.05 = 0.95$$

$$L_1 = L_0 + C = 1.37$$

Y as\u00ed sucesivamente para los intervalos posteriores

- Mitad del intervalo (M_c):

$$M_c = (L_{i-1} + L_i) / 2 = (0.95 + 1.37) / 2 = 1.16$$

Este valor lo calculamos para cada uno de los intervalos

- Frecuencia absoluta (n_i):

Son el n\u00famero de datos que se encuentran dentro de un intervalo

$$n_i (L_0 - L_1) = 1$$

- Frecuencia Relativa (h_i):

$$h_i = n_i/n = 1/24 = 0.04$$

- Frecuencia relativa acumulada (N_i):



i	Li-1 -Li	Mc	ni	hi	hi(%)	Ni
1	0,95 - 1,37	1.16	1	0.04	4	1
2	1,37 -1,79	1.58	1	0.04	4	2
3	1,79 - 2,21	2	7	0.29	29	9
4	2,21 - 2,63	2.42	9	0.38	38	18
5	2,63 - 3,05	2.84	5	0.21	21	23
6	3,05 - 3,45	3.25	1	0.04	4	24
			24	1	100	

El 38 % de los datos analizados se encuentran dentro del rango de valores de :
2.21 – 2.63 m³/dia.

- Media Aritmética: Variable discreta

$$X = \sum (Mc \cdot hi)$$

$$X = 2.34 \text{ m}^3/\text{dia} .$$

- Indicadores de dispersión

- La varianza (s^2)

$$s^2 = \sum hi \cdot (Mc - X_m)^2$$

$$s^2 = 0.20$$

- La desviación estándar (s):

$$S = \sqrt{(\sum ni (Mc - X_m)^2)}$$

$$S = 0.45$$

Cabe anotar que entre mayor sea el valor de la desviación estándar, entonces mas confiables sern los resultados obtenidos, por tanto hay poca dispersión.

INFORME DE PASANTIA

**“ANALISIS DE RENDIMIENTOS REALES DE MANO DE OBRA Y EQUIPOS EN OBRAS VIALES DEL
DEPTO DEL CAUCA EN EL AÑO 2006”**

NILSA ROCIO VILLOTA ROSERO Y ANDRES FELIPE MARTINEZ TEJADA



-
- Coeficiente de variación (CV):

$$CV = (s/Xm)*100$$

$$CV = (0.45/2.34)*100 = 19 \%$$

Esto indica que se cuenta con una información confiable porque se cuenta con relativamente poca dispersión de los datos.

El rendimiento promedio: $X = 2.34 \text{ m}^3/\text{día}$

9.1.4 ANALISIS ESTADISTICO DE IMPRIMACION DE BASE GRANULAR EN EL TRAMO DEL PLAN 2500 ROSAS – LA SIERRA

El rendimiento en esta actividad es muy alto entonces entraríamos a considerar que este ITEM o actividad no es crítico en el desarrollo de una obra como tal, depende entonces esta actividad del normal desarrollo de la obra.

- X = Rendimiento real de una capa de subbase granular UNID (m²/día).

RENDIMIENTOS REALES OBTENIDOS EN EL CAMPO

1650	2475	2475	2750	2750	4125
------	------	------	------	------	------

- n = Numero de datos (6)
- m = Intervalos de clase



El numero mínimo de intervalos de clase es del orden de $s < m < 20$ pero en este caso tenemos que $m = 1.5$ por tanto tomamos a $m = 5$ que es el valor mínimo aconsejado.

Por tal razón tomamos a $m = 5.00$

- Rango de datos (R):

Dato mínimo: $X_{min} = 1650$

Dato máximo: $X_{max} = 4125$

$$R = X_{max} - X_{min} = 4125 - 1650 = 2475$$

- Tamaño del intervalo (c):

$$C = R/m = 2475/5 = 495$$

- Limite en los intervalos de clase:

$$L_o = X_{min} - 0.05 = 1650 - 0.05 = 1649.95$$

$$L_1 = L_o + C = 1649.95 + 495 = 2144.95$$

Y así sucesivamente para los intervalos posteriores

- Mitad del intervalo (Mc):

$$M_c = (L_{i-1} + L_i) / 2 = (1649.95 + 2144.95) / 2 = 1897.45$$

Este valor lo calculamos para cada uno de los intervalos

- Frecuencia absoluta (n_i):

Son el número de datos que se encuentran dentro de un intervalo

$$n_i (L_o - L_1) = 2$$



- Frecuencia Relativa (h_i):

$$h_i = n_i/n = 2/6 = 0.333$$

- Frecuencia relativa acumulada (N_i):

$$N_i = n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_i.$$

CUADRO DE FRECUENCIA DE LOS RENDIMIENTOS

i	Li-1 -Li	Mc	n_i	h_i	$h_i(\%)$	N_i
1	1649,95 - 2144,95	1897,45	1	0,17	17	1
2	2144,95 - 2639,95	2392,45	2	0,33	33	3
3	2639,95 - 3134,95	2887,45	2	0,33	33	5
4	3134,95 - 3629,95	3382,45	0	0	0	5
5	3629,95 - 4124,95	3877,45	1	0,17	17	6
			6	1	100	

El rendimiento depende mas que todo del buen mantenimiento del irrigador, específicamente de la flauta de irrigación y de las boquillas que se encuentran al final de la flauta haciéndose necesario un mantenimiento diario, por lo menos cuando se este trabajando diariamente, y claro esta que también depende de la calidad de la emulsión asfáltica , la cual al ser “recalentada “ en varias oportunidades cambia sus propiedades haciéndose mas densa , con el consecuente taponamiento de las boquillas de la flauta.

Cada que se recarga el tanque del irrigador con emulsión asfáltica se hace necesario el mantenimiento de las boquillas y esto es algo dispendioso, por tanto un tanque lleno sirve para lo que se ejecute en un día de trabajo (teóricamente), pero si se cuenta con el personal suficiente para realizar dicho

INFORME DE PASANTIA

“ANALISIS DE RENDIMIENTOS REALES DE MANO DE OBRA Y EQUIPOS EN OBRAS VIALES DEL
DEPTO DEL CAUCA EN EL AÑO 2006”

NILSA ROCIO VILLOTA ROSERO Y ANDRES FELIPE MARTINEZ TEJADA



mantenimiento, esta labor puede realizarse hasta dos (2) veces en el transcurso de un mismo día.

- Media Aritmética: Variable discreta

$$X = \sum (Mc \cdot hi)$$

$$X = 2724.1 \text{ m}^2/\text{día}$$

Este valor nos indica que es el rendimiento promedio bajo condiciones de operación normales.

- Indicadores de dispersión

- La varianza (s^2)

$$s^2 = \sum hi \cdot (Mc - X_m)^2$$

$$s^2 = 386608.58$$

- La desviación estándar (s):

$$S = \sqrt{\sum ni \cdot (Mc - X_m)^2}$$

$$S = 621.78$$

Cabe anotar que entre mayor sea el valor de la desviación estándar, entonces más confiables serán los resultados obtenidos, por tanto hay poca dispersión.

- Coeficiente de variación (CV):

$$CV = (s/X_m) \cdot 100$$

$$CV = (621.78/2724.1) \cdot 100 = 23 \%$$

INFORME DE PASANTIA

**“ANÁLISIS DE RENDIMIENTOS REALES DE MANO DE OBRA Y EQUIPOS EN OBRAS VIALES DEL
DEPTO DEL CAUCA EN EL AÑO 2006”**

NILSA ROCIO VILLOTA ROSERO Y ANDRÉS FELIPE MARTÍNEZ TEJADA



Esto indica que se cuenta con una información confiable.

El rendimiento promedio: $X = 2724.1 \text{ m}^2/\text{dia}$

9.1.5 ANALISIS ESTADISTICO DE EXTENSION Y COMPACTACION DE MEZCLA DENSA EN CALIENTE (MDC-2) EN EL TRAMO: ROSAS – LA SIERRA

El rendimiento en esta actividad es muy alto entonces entraríamos a considerar que este ITEM o actividad no es critico en el desarrollo de una obra como tal, depende entonces esta actividad del normal desarrollo de la obra.

- X = Rendimiento real de una capa de subbase granular UNID (m³/dia).

RENDIMIENTOS REALES OBTENIDOS EN EL CAMPO

87	98	119	124	138	141
152	152	154	156	166	176

- n = Numero de datos (12)
- m = Intervalos de clase

El numero mínimo de intervalos de clase es del orden de $s < m < 20$ pero en este caso tenemos que $m = 1.5$ por tanto tomamos a $m = 5$ que es el valor mínimo aconsejado.

Por tal razón tomamos a $m = 5.00$

- Rango de datos (R):
Dato mínimo: $X_{\min} = 176$

INFORME DE PASANTIA

“ANALISIS DE RENDIMIENTOS REALES DE MANO DE OBRA Y EQUIPOS EN OBRAS VIALES DEL DEPTO DEL CAUCA EN EL AÑO 2006”

NILSA ROCIO VILLOTA ROSERO Y ANDRES FELIPE MARTINEZ TEJADA



Dato máximo: $X_{max} = 87$

$$R = X_{max} - X_{min} = 176 - 87 = 89$$

- Tamaño del intervalo (c):

$$C = R/m = 89/5 = 17.8 = 18$$

- Limite en los intervalos de clase:

$$L_o = X_{min} - 0.05 = 87 - 0.05 = 86.95$$

$$L_1 = L_o + C = 86.95 + 18 = 104.95$$

Y así sucesivamente para los intervalos posteriores

- Mitad del intervalo (M_c):

$$M_c = (L_{i-1} + L_i) / 2 = (86.95 + 104.95) / 2 = 95.95$$

Este valor lo calculamos para cada uno de los intervalos

- Frecuencia absoluta (n_i):

Son el número de datos que se encuentran dentro de un intervalo

$$n_i (L_o - L_1) = 2$$

- Frecuencia Relativa (h_i):

$$h_i = n_i/n = 2/12 = 0.17$$

- Frecuencia relativa acumulada (N_i):

$$N_i = n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_i.$$

CUADRO DE FRECUENCIA DE LOS RENDIMIENTOS



i	Li-1 -Li	Mc	ni	hi	hi(%)	Ni
1	86,95 - 104,95	95,95	2	0,17	17	2
2	104,95 - 122,95	113,95	1	0,08	8	3
3	122,95 - 140,95	131,95	2	0,17	17	5
4	140,95 - 158,95	149,95	5	0,41	41	10
5	158,95 - 175,95	167,95	2	0,17	17	12
			12	1	100	

El 41 % de los datos analizados se encuentran dentro del rango de valores de : 140.95 – 158.95 m³/día, los datos en los cuales la maquinaria ha tenido un rendimiento inferior a 100 m³/día son obtenidos en periodos relativamente cortos (4 – 8) horas.

- Media Aritmética: Variable discreta

$$X = \sum (Mc \cdot hi)$$

$$X = 137.9 \text{ m}^3/\text{día} .$$

- Indicadores de dispersión

- La varianza (s^2)

$$s^2 = \sum hi \cdot (Mc - X_m)^2$$

$$s^2 = 564.12$$

- La desviación estándar (s):

$$S = \sqrt{(\sum ni (Mc - X_m)^2)}$$

$$S = 23.75$$

INFORME DE PASANTIA

**“ANALISIS DE RENDIMIENTOS REALES DE MANO DE OBRA Y EQUIPOS EN OBRAS VIALES DEL
DEPTO DEL CAUCA EN EL AÑO 2006”**

NILSA ROCIO VILLOTA ROSERO Y ANDRES FELIPE MARTINEZ TEJADA



Cabe anotar que entre mayor sea el valor de la desviación estandar, entonces mas confiables sern los resultados obtenidos, por tanto hay poca dispersión.

- Coeficiente de variación (CV):

$$CV = (s/Xm)*100$$

$$CV = (23.75/137.9)*100 = 17 \%$$

Esto indica que se cuenta con una información confiable

El rendimiento promedio: X = 137.9 m3/día

9.2.1 ANALISIS ESTADISTICO DE SUBBASE GRANULAR EN EL TRAMO:

EL ESTRECHO – BALBOA

- X = Rendimiento real de una capa de subbase granular UNID (m3/día).

RENDIMIENTOS REALES OBTENIDOS EN EL CAMPO

125	140	182	220	221
222	244	245	250	250
256	260	263	271	274
274	280	283	283	283
284	289	289	294	306
307	311	314	334	340

- n = Numero de datos (30)

- m = Intervalos de clase

$$m = 1+3.3 \text{ LOG } n = 1+3.3 \text{ LOG } 30 = 6$$

INFORME DE PASANTIA

“ANALISIS DE RENDIMIENTOS REALES DE MANO DE OBRA Y EQUIPOS EN OBRAS VIALES DEL
DEPTO DEL CAUCA EN EL AÑO 2006”

NILSA ROCIO VILLOTA ROSERO Y ANDRES FELIPE MARTINEZ TEJADA



$$m = \sqrt{30} = 5.48$$

Por tal razón tomamos a $m = 6.00$.

- Rango de datos (R):

$$\text{Dato m\u00ednimo: } X_{\min} = 125$$

$$\text{Dato m\u00e1ximo: } X_{\max} = 340$$

$$R = X_{\max} - X_{\min} = 340 - 125 = 215$$

- Tama\u00f1o del intervalo (c):

$$C = R/m = 215/6 = 35.83$$

- Limite en los intervalos de clase:

$$L_o = X_{\min} - 0.05 = 125 - 0.05 = 124.95$$

$$L_1 = L_o + C = 124.95 + 35.83 = 160.78$$

y as\u00ed sucesivamente para los intervalos posteriores

- Mitad del intervalo (Mc):

$$Mc = (L_{i-1} + L_i) / 2 = (124.95 + 160.78) / 2 = 142.87$$

Este valor lo calculamos para cada uno de los intervalos

- Frecuencia absoluta (n_i):

Son el n\u00famero de datos que se encuentran dentro de un intervalo

$$n_i (L_o - L_1) = 2$$

- Frecuencia Relativa (h_i):

$$h_i = n_i/n = 2/30 = 0.07$$

- Frecuencia relativa acumulada (N_i): $N_i = n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_i$.



CUADRO DE FRECUENCIA DE LOS RENDIMIENTOS

i	Li-1 -Li	Mc	ni	hi	hi(%)	Ni
1	124,95-160,78	142,87	2	0,07	7	2
2	160,78 -196,61	178,7	1	0,03	3	3
3	196,61 - 232,44	214,53	3	0,1	10	6
4	232,44 - 268,27	250,36	7	0,23	23	13
5	268,27 - 304,10	286,19	11	0,37	37	24
6	304,10 - 339,95	322,03	6	0,2	20	30
			30	1	100	

En este caso no se omitió ningún dato porque la maquinaria estuvo operando sin ningún contratiempo, al igual que el operador, en un periodo normal de trabajo que esta comprendido entre 8 – 9 horas por día.

El 37% de los datos están en un rango de 268.27 – 304.10 m³/día

El 7% de los datos están aglomerados porque en este periodo la maquina trabajo durante un lapso de 4 – 6 horas al día obteniéndose un rango entre 124.95 – 160.78 m³/día.

- Media Aritmética: Variable discreta

$$X = \sum (Mc \cdot hi)$$

$$X = 264.69 \text{ m}^3/\text{día}$$

- Indicadores de dispersión

- La varianza (s^2)

$$s^2 = \sum hi \cdot (Mc - X_m)^2$$

$$s^2 = 2388.14$$

INFORME DE PASANTIA

“ANALISIS DE RENDIMIENTOS REALES DE MANO DE OBRA Y EQUIPOS EN OBRAS VIALES DEL
DEPTO DEL CAUCA EN EL AÑO 2006”

NILSA ROCIO VILLOTA ROSERO Y ANDRES FELIPE MARTINEZ TEJADA



- La desviación estándar (s):

$$S = \sqrt{(\sum ni (Mc-Xm)^2)}$$

$$S = 48.87$$

Cabe anotar que entre mayor sea el valor de la desviación estándar, entonces mas confiables sern los resultados obtenidos, por tanto hay poca dispersión.

- Coeficiente de variación (CV):

$$CV = (s/Xm)*100$$

$$CV = (48.87/264.69)*100 = 18.0 \%$$

Esto indica que se encuentran dispersos muy poco de la media.

El rendimiento promedio: X = 264.69 m³/dia

9.2.2 ANALISIS ESTADISTICO DE BASE GRANULAR EN EL TRAMO: EL ESTRECHO - BALBOA

- X = Rendimiento real de una capa de subbase granular UNID (m³/dia).

RENDIMIENTOS REALES OBTENIDOS EN EL CAMPO

84	128	188	210	214
252	255	268	279	280
281	284	284	285	286
294	296	298	304	306
300	307	308	308	312
312	312	312	314	314

INFORME DE PASANTIA

“ANALISIS DE RENDIMIENTOS REALES DE MANO DE OBRA Y EQUIPOS EN OBRAS VIALES DEL
DEPTO DEL CAUCA EN EL AÑO 2006”

NILSA ROCIO VILLOTA ROSERO Y ANDRES FELIPE MARTINEZ TEJADA



Se considera que los dos datos iniciales es decir 84 y 128 m³/día, porque para estos rendimientos se reportaron fallas en la maquinaria empleada por el constructor, entonces estos datos nos podrían afectar significativamente a los demás datos consignados.

- $n =$ Numero de datos (28)

- $m =$ Intervalos de clase

$$m = 1 + 3.3 \text{ LOG } n = 1 + 3.3 \text{ LOG } 28 = 6$$

$$m = \sqrt{28} = 5.29$$

Por tal razón tomamos a $m = 6.00$.

- Rango de datos (R):

$$\text{Dato mínimo: } X_{\min} = 188$$

$$\text{Dato máximo: } X_{\max} = 314$$

$$R = X_{\max} - X_{\min} = 314 - 188 = 126$$

- Tamaño del intervalo (c):

$$C = R/m = 126/6 = 21$$

- Limite en los intervalos de clase:

$$L_o = X_{\min} - 0.05 = 188 - 0.05 = 187.95$$

$$L_1 = L_o + C = 187.95 + 21 = 208.95$$

Y así sucesivamente para los intervalos posteriores

- Mitad del intervalo (Mc):

$$M_c = (L_{i-1} + L_i) / 2 = (187.95 + 208.95) / 2 = 184.45$$

Este valor lo calculamos para cada uno de los intervalos



- Frecuencia absoluta (n_i):

Son el número de datos que se encuentran dentro de un intervalo

$$n_i (L_o - L_1) = 1$$

- Frecuencia Relativa (h_i):

$$h_i = n_i/n = 1/28 = 0.0357 = 0.036$$

- Frecuencia relativa acumulada (N_i): $N_i = n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_i$.

CUADRO DE FRECUENCIA DE LOS RENDIMIENTOS

i	$L_{i-1} - L_i$	M_c	n_i	h_i	$h_i(\%)$	N_i
1	187,95 - 208,95	198,45	1	0,04	4	1
2	208,95 - 229,95	219,45	2	0,07	7	3
3	229,95 - 250,95	240,45	2	0,07	7	5
4	250,95 - 271,95	261,45	1	0,04	4	6
5	271,95 - 292,95	282,45	7	0,25	25	13
6	292,95 - 313,95	303,45	15	0,53	53	28
			28	1	100	

Los rendimientos son moderadamente altos, porque se presenta una topografía plana en todo el lugar, además se cuenta con la presencia de un material granular No Plástico (NP), este material no presenta reacción adversa alguna con el agua.

El 50% de los datos se encuentran en el rango : 292.95 y 313.95 m³/dia, se presentan datos de rendimientos un poco bajos en las curvas horizontales que presenta la vía existente, esta anotación se realiza con el fin de analizar el rendimiento de la Motoniveladora en diferentes lugares topográficos, para este caso también se reportaron fallas mecánicas o de ajustes necesarios a la

INFORME DE PASANTIA

“ANALISIS DE RENDIMIENTOS REALES DE MANO DE OBRA Y EQUIPOS EN OBRAS VIALES DEL DEPTO DEL CAUCA EN EL AÑO 2006”

NILSA ROCIO VILLOTA ROSERO Y ANDRES FELIPE MARTINEZ TEJADA



maquinaria y por tal razón estos días de rendimiento bajo no se tuvieron en cuenta para el análisis estadístico del caso.

- Media Aritmética: Variable discreta

$$X = \sum (Mc \cdot hi)$$

$$X = 282.01 \text{ m}^3/\text{día} = 282 \text{ m}^3/\text{día}$$

- Indicadores de dispersión

- La varianza (s^2)

$$s^2 = \sum hi \cdot (Mc - X_m)^2$$

$$s^2 = 934.75$$

- La desviación estándar (s):

$$S = \sqrt{\sum ni (Mc - X_m)^2}$$

$$S = 30.57$$

Cabe anotar que entre mayor sea el valor de la desviación estándar, entonces más confiables serán los resultados obtenidos.

- Coeficiente de variación (CV):

$$CV = (s/X_m) \cdot 100$$

$$CV = (30.57/282) \cdot 100 = 11.0 \%$$

Esto indica que se encuentran dispersos muy poco de la media.

El rendimiento promedio: $X = 282 \text{ m}^3/\text{día}$

INFORME DE PASANTIA

*“ANÁLISIS DE RENDIMIENTOS REALES DE MANO DE OBRA Y EQUIPOS EN OBRAS VIALES DEL
DEPTO DEL CAUCA EN EL AÑO 2006”*

NILSA ROCIO VILLOTA ROSERO Y ANDRÉS FELIPE MARTÍNEZ TEJADA



9.2.3 ANALISIS ESTADISTICO DE IMPRIMACION DE BASE GRANULAR EN EL TRAMO: EL ESTRECHO - BALBOA

El rendimiento en esta actividad es muy alto entonces entraríamos a considerar que este ITEM o actividad no es critico en el desarrollo de una obra como tal, depende entonces esta actividad del normal desarrollo de la obra.

- X = Rendimiento real de una capa de subbase granular UNID (m²/dia).

RENDIMIENTOS REALES OBTENIDOS EN EL CAMPO

4050	4200	4500	5250	6000	6000
------	------	------	------	------	------

- n = Numero de datos (6)
- m = Intervalos de clase

El numero mínimo de intervalos de clase es del orden de $s < m < 20$ pero en este caso tenemos que $m = 1.5$ por tanto tomamos a $m = 5$ que es el valor mínimo aconsejado.

Por tal razón tomamos a $m = 5.00$

- Rango de datos (R):
Dato mínimo: $X_{min} = 4050$
Dato máximo: $X_{max} = 6000$

$$R = X_{max} - X_{min} = 6000 - 4050 = 1950$$



- Tamaño del intervalo (c):

$$C = R/m = 1950/5 = 390$$

- Limite en los intervalos de clase:

$$Lo = X_{min} - 0.05 = 4050 - 0.05 = 4049.95$$

$$L1 = Lo + C = 4049.95 + 390 = 4439.95$$

Y así sucesivamente para los intervalos posteriores

- Mitad del intervalo (Mc):

$$Mc = (Li-1 + Li) / 2 = (4049.95 + 4439.95) / 2 = 4244.95$$

Este valor lo calculamos para cada uno de los intervalos

- Frecuencia absoluta (ni):

Son el número de datos que se encuentran dentro de un intervalo

$$ni (Lo-L1) = 2$$

- Frecuencia Relativa (hi):

$$hi = ni/n = 2/6 = 0.333$$

- Frecuencia relativa acumulada (Ni):

$$Ni = n1 + n2 + n3 + \dots + ni.$$

CUADRO DE FRECUENCIA DE LOS RENDIMIENTOS

i	Li-1 -Li	Mc	ni	hi	hi(%)	Ni
1	4049,95 - 4439,95	4244,95	2	0,33	33	2
2	4439,95 - 4829,95	4634,95	1	0,17	17	3
3	4829,25 - 5219,95	5024,95	0	0	0	3
4	5219,95 - 5609,95	5414,95	1	0,7	17	4
5	5609,95 - 5999,95	5804,95	2	0,33	33	6
			6	1	100	

INFORME DE PASANTIA

“ANALISIS DE RENDIMIENTOS REALES DE MANO DE OBRA Y EQUIPOS EN OBRAS VIALES DEL
DEPTO DEL CAUCA EN EL AÑO 2006”

NILSA ROCIO VILLOTA ROSERO Y ANDRES FELIPE MARTINEZ TEJADA



El rendimiento depende mas que todo del buen mantenimiento del irrigador, específicamente de la flauta de irrigación y de las boquillas que se encuentran al final de la flauta haciéndose necesario un mantenimiento diario, por lo menos cuando se este trabajando diariamente, y claro esta que también depende de la calidad de la emulsión asfáltica , la cual al ser “recalentada “ en varias oportunidades cambia sus propiedades haciéndose mas densa , con el consecuente taponamiento de las boquillas de la flauta.

Cada que se recarga el tanque del irrigador con emulsión asfáltica se hace necesario el mantenimiento de las boquillas y esto es algo dispendioso, por tanto un tanque lleno sirve para lo que se ejecute en un dia de trabajo (teóricamente), pero si se cuenta con el personal suficiente para realizar dicho mantenimiento, esta labor puede realizarse hasta dos (2) veces en el transcurso de un mismo dia.

- Media Aritmética: Variable discreta

$$X = \sum (Mc \cdot hi)$$

$$X = 5024.95 \text{ m}^2/\text{dia}$$

Este valor nos indica que es el rendimiento promedio bajo condiciones de operación normales.

- Indicadores de dispersión
- La varianza (s^2)



$$s^2 = \sum h_i \cdot (M_c - X_m)^2$$

$$s^2 = 453258$$

- La desviación estándar (s):

$$S = \sqrt{(\sum n_i (M_c - X_m)^2)}$$

$$S = 673.24$$

Cabe anotar que entre mayor sea el valor de la desviación estándar, entonces más confiables serán los resultados obtenidos, por tanto hay poca dispersión.

- Coeficiente de variación (CV):

$$CV = (s/X_m) \cdot 100$$

$$CV = (673.24/5024.95) \cdot 100 = 13 \%$$

Esto indica que se cuenta con una información confiable.

El rendimiento promedio: X = 5024.95 m²/día

9.2.4 ANALISIS ESTADISTICO DE MEZCLA DENSA EN CALIENTE (MDC-2) EN EL

TRAMO:

EL ESTRECHO - BALBOA

El rendimiento en esta actividad es muy alto entonces entraríamos a considerar que este ITEM o actividad no es crítico en el desarrollo de una obra como tal, depende entonces esta actividad del normal desarrollo de la obra.

INFORME DE PASANTIA

*“ANALISIS DE RENDIMIENTOS REALES DE MANO DE OBRA Y EQUIPOS EN OBRAS VIALES DEL
DEPTO DEL CAUCA EN EL AÑO 2006”*

NILSA ROCIO VILLOTA ROSERO Y ANDRES FELIPE MARTINEZ TEJADA



-
- X = Rendimiento real de una capa de subbase granular UNID (m³/día).

RENDIMIENTOS REALES OBTENIDOS EN EL CAMPO

120	122	133	138	139	139	140
148	148	153	156	157	159	161
162	163	168	189			

- n = Numero de datos (18)

- m = Intervalos de clase

$$m = 5$$

- Rango de datos (R):

$$\text{Dato m\u00ednimo: } X_{\min} = 120$$

$$\text{Dato m\u00e1ximo: } X_{\max} = 189$$

$$R = X_{\max} - X_{\min} = 189 - 120 = 69$$

- Tama\u00f1o del intervalo (c):

$$C = R/m = 69/5 = 13.8 = 13.8$$

- Limite en los intervalos de clase:

$$L_o = X_{\min} - 0.05 = 120 - 0.05 = 119.95$$

$$L_1 = L_o + C = 119.95 + 13.8 = 133.75$$

Y as\u00ed sucesivamente para los intervalos posteriores

- Mitad del intervalo (M_c):

$$M_c = (L_{i-1} + L_i) / 2 = (119.95 + 133.75) / 2 = 126.85$$

INFORME DE PASANTIA

**“ANALISIS DE RENDIMIENTOS REALES DE MANO DE OBRA Y EQUIPOS EN OBRAS VIALES DEL
DEPTO DEL CAUCA EN EL A\u00d1O 2006”**

NILSA ROCIO VILLOTA ROSERO Y ANDRES FELIPE MARTINEZ TEJADA



Este valor lo calculamos para cada uno de los intervalos

- Frecuencia absoluta (n_i):

Son el número de datos que se encuentran dentro de un intervalo

$$n_i (L_o - L_1) = 3$$

- Frecuencia Relativa (h_i):

$$h_i = n_i/n = 3/18 = 0.1666$$

- Frecuencia relativa acumulada (N_i):

$$N_i = n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_i.$$

CUADRO DE FRECUENCIA DE LOS RENDIMIENTOS

i	$L_{i-1} - L_i$	M_c	n_i	h_i	$h_i(\%)$	N_i
1	119,95 - 133,75	126,85	3	0,17	17	3
2	133,75 - 147,55	140,65	4	0,21	21	7
3	147,55 - 161,35	154,45	7	0,4	40	14
4	161,35 - 175,15	168,25	3	0,17	17	17
5	175,15 - 188,95	182,05	1	0,05	5	18
			18	1	100	

El 40 % de los datos analizados se encuentran dentro del rango de valores de : 147.55 – 161.35 m³/día, los datos en los cuales la maquinaria ha tenido un rendimiento inferior a 100 m³/día son obtenidos en periodos relativamente cortos (4 – 8) horas.

- Media Aritmética: Variable discreta

$$X = \sum (M_c * h_i)$$

$$X = 150.59 \text{ m}^3/\text{día} .$$

INFORME DE PASANTIA

“ANALISIS DE RENDIMIENTOS REALES DE MANO DE OBRA Y EQUIPOS EN OBRAS VIALES DEL
DEPTO DEL CAUCA EN EL AÑO 2006”

NILSA ROCIO VILLOTA ROSERO Y ANDRES FELIPE MARTINEZ TEJADA



- Indicadores de dispersión

- La varianza (s^2)

$$s^2 = \sum h_i \cdot (M_c - X_m)^2$$

$$s^2 = 224.99$$

- La desviación estándar (s):

$$S = \sqrt{(\sum n_i (M_c - X_m)^2)}$$

$$S = 15$$

Cabe anotar que entre mayor sea el valor de la desviación estándar, entonces más confiables serían los resultados obtenidos, por tanto hay poca dispersión.

- Coeficiente de variación (CV):

$$CV = (s/X_m) \cdot 100$$

$$CV = (15/150.59) \cdot 100 = 9.4 \%$$

Esto indica que se cuenta con una información confiable

El rendimiento promedio: $X = 150.59 \text{ m}^3/\text{día}$

9.2.5 ANALISIS ESTADISTICO DE LA CONSTRUCCION DE MUROS EN GAVIONES EN EL TRAMO: EL ESTRECHO - BALBOA

- X = Rendimiento real de Muros en Gaviones ($\text{m}^3/\text{día}$).

RENDIMIENTOS REALES OBTENIDOS EN EL CAMPO



1.5	1.5	2	2
2	2	2.5	2.5
2.5	2.5	2.5	3
3	3	3	3
3	3	3	3
3.5	3.5	3.5	3.5

- $n =$ Numero de datos (24)
- $m =$ Intervalos de clase
 $m = 6$
- Rango de datos (R):
Dato mínimo: $X_{min} = 1.5$
Dato máximo: $X_{max} = 3.5$

$$R = X_{max} - X_{min} = 3.5 - 1.5 = 2.0$$

- Tamaño del intervalo (c):
 $C = R/m = 2/6 = 0.333$
- Limite en los intervalos de clase:
 $Lo = X_{min} - 0.05 = 1.5 - 0.05 = 1.45$
 $L1 = Lo + C = 1.78$

Y así sucesivamente para los intervalos posteriores

- Mitad del intervalo (M_c):
 $M_c = (L_{i-1} + L_i) / 2 = (1.45 + 1.78) / 2 = 1.62$
Este valor lo calculamos para cada uno de los intervalos



- Frecuencia absoluta (n_i):

Son el número de datos que se encuentran dentro de un intervalo

$$n_i (L_o - L_1) = 2$$

Frecuencia Relativa (h_i):

$$h_i = n_i/n = 2/24 = 0.08$$

- Frecuencia relativa acumulada (N_i):

$$N_i = n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_i.$$

CUADRO DE FRECUENCIA DE LOS RENDIMIENTOS

i	Li-1 -Li	Mc	n_i	h_i	$h_i(\%)$	N_i
1	1,45 - 1,78	1,62	2	0,08	8	2
2	1,78 - 2,11	1,95	4	0,17	17	6
3	2,11 - 2,44	2,28	0	0	0	6
4	2,44 - 2,77	2,61	5	0,2	20	11
5	2,77 - 3,10	2,94	9	0,38	38	20
6	3,1 - 3,45	3,28	4	0,17	17	24
			24	1	100	

El 38 % de los datos analizados se encuentran dentro del rango de valores de :
12.77 – 3.1 m³/día.

- Media Aritmética: Variable discreta

$$X = \sum (Mc \cdot h_i)$$

$$X = 2.66 \text{ m}^3/\text{día} .$$

- Indicadores de dispersión



- La varianza (s^2)

$$s^2 = \sum h_i \cdot (M_c - X_m)^2$$

$$s^2 = 0.27$$

- La desviación estándar (s):

$$S = \sqrt{\sum n_i (M_c - X_m)^2}$$

$$S = 0.52$$

Cabe anotar que entre mayor sea el valor de la desviación estándar, entonces mas confiables sern los resultados obtenidos, por tanto hay poca dispersión.

- Coeficiente de variación (CV):

$$CV = (s/X_m) \cdot 100$$

$$CV = (0.52/2.66) \cdot 100 = 19.46 \%$$

Esto indica que se cuenta con una información confiable porque se cuenta con relativamente poca dispersión de los datos.

El rendimiento promedio: $X = 2.66 \text{ m}^3/\text{dia}$

9.3.1 ANALISIS ESTADISTICO DE PARCHEO CON CARPETA ASFALTICA EN EL CORREDOR VIAL MOJARRAS - POPAYAN

- X = Rendimiento real de una capa de subbase granular UNID (m³/dia).

RENDIMIENTOS REALES OBTENIDOS EN EL CAMPO

35	182	182	198	250	254
260	268	270	270	292	280

INFORME DE PASANTIA

“ANALISIS DE RENDIMIENTOS REALES DE MANO DE OBRA Y EQUIPOS EN OBRAS VIALES DEL DEPTO DEL CAUCA EN EL AÑO 2006”

NILSA ROCIO VILLOTA ROSERO Y ANDRES FELIPE MARTINEZ TEJADA



284	286	286	287	290	290
294	300	302	312	312	315
320	320	320	324	330	360

- $n =$ Numero de datos (29)

- $m =$ Intervalos de clase

$$m = 1 + 3.3 \text{ LOG } n = 1 + 3.3 \text{ LOG } 29 = 6$$

$$m = \sqrt{29} = 5.385$$

Por tal razón tomamos a $m = 6.00$.

- Rango de datos (R):

$$\text{Dato m\u00ednimo: } X_{\min} = 182$$

$$\text{Dato m\u00e1ximo: } X_{\max} = 360$$

$$R = X_{\max} - X_{\min} = 360 - 182 = 178$$

- Tama\u00f1o del intervalo (c):

$$C = R/m = 178/6 = 29.67$$

- Limite en los intervalos de clase:

$$L_o = X_{\min} - 0.05 = 182 - 0.05 = 181.95$$

$$L_1 = L_o + C = 181.95 + 29.67 = 211.62$$

y as\u00ed sucesivamente para los intervalos posteriores

- Mitad del intervalo (M_c):

$$M_c = (L_{i-1} + L_i) / 2 = (181.95 + 211.62) / 2 = 196.78$$

Este valor lo calculamos para cada uno de los intervalos

INFORME DE PASANTIA

**“ANALISIS DE RENDIMIENTOS REALES DE MANO DE OBRA Y EQUIPOS EN OBRAS VIALES DEL
DEPTO DEL CAUCA EN EL A\u00d1O 2006”**

NILSA ROCIO VILLOTA ROSERO Y ANDRES FELIPE MARTINEZ TEJADA



- Frecuencia absoluta (n_i):
Son el número de datos que se encuentran dentro de un intervalo
 $n_i (L_o - L_1) = 3$
- Frecuencia Relativa (h_i):
 $h_i = n_i/n = 3/29 = 0.10$
- Frecuencia relativa acumulada (N_i): $N_i = n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_i$.

i	$L_{i-1} - L_i$	Mc	n_i	h_i	$h_i(\%)$	N_i
1	181,95 - 211,62	196,79	3	0,1	10	3
2	211,62 - 241,29	226,46	0	0	0	3
3	241,29 - 270,96	256,13	6	0,21	21	9
4	270,96 - 300,63	285,8	10	0,34	34	19
5	300,63 - 330,30	315,47	9	0,31	31	28
6	330,30 - 359,95	345,13,	1	0,03	3	29
			29	1	100	

CUADRO DE FRECUENCIA DE LOS RENDIMIENTOS

Los mayores % de frecuencia están concentrados en el intervalo 3 al 5, reportando datos en un rango que comprende desde 241.29 a 330.30 m³/día por lo tanto el rendimiento que podemos esperar de la maquina debe estar comprendido en dicho rango.

En los datos con un menor rendimiento se reporto que los rendimientos no solo dependen de la maquina en estudio, sino que también dependen de todo un proceso previo.



- Media Aritmética: Variable discreta

$$X = \sum (Mc \cdot hi)$$

$$X = 278.79 \text{ m}^3/\text{dia}$$

- Indicadores de dispersión

- La varianza (s^2)

$$s^2 = \sum hi \cdot (Mc - Xm)^2$$

$$s^2 = 1346.01$$

- La desviación estándar (s):

$$S = \sqrt{(\sum ni \cdot (Mc - Xm)^2)}$$

$$S = 36.69.$$

Cabe anotar que entre mayor sea el valor de la desviación estándar, entonces mas confiables seran los resultados obtenidos, por tanto hay poca dispersión.

- Coeficiente de variación (CV):

$$CV = (s/Xm) \cdot 100$$

$$CV = (36.69/278.79) \cdot 100 = 13.0 \%$$

Esto indica que se encuentran dispersos moderadamente de la media.

El rendimiento promedio: $X = 278.79 \text{ m}^3/\text{dia}$

9.3.2 ANALISIS ESTADISTICO DE FRESADO DE CARPETA ASFALTICA EN EL TRAMO: MOJARRAS - POPAYAN

INFORME DE PASANTIA

*“ANALISIS DE RENDIMIENTOS REALES DE MANO DE OBRA Y EQUIPOS EN OBRAS VIALES DEL
DEPTO DEL CAUCA EN EL AÑO 2006”*

NILSA ROCIO VILLOTA ROSERO Y ANDRES FELIPE MARTINEZ TEJADA



El seguimiento que se le hizo a la Fresadora esta inicialmente en m³/ minutos,
Para poder hacer el análisis estadístico se toma el rendimiento m³/hora.

- X = Rendimiento real de una capa de subbase granular UNID (m³/hora).

RENDIMIENTOS REALES OBTENIDOS EN EL CAMPO

51	57	59	60
64	65	65	65
65	66	67	74
79			

- n = Numero de datos (13)
- m = Intervalos de clase
 $m = 1 + 3.3 \text{ LOG } n = 1 + 3.3 \text{ LOG } 13 = 5$
 $m = \sqrt{13} = 3.605$
- Por tal razón tomamos m = 5.00
- Rango de datos (R):
Dato mínimo: X_{min} = 51
Dato máximo: X_{max} = 79
 $R = X_{\text{max}} - X_{\text{min}} = 79 - 51 = 28$
- Tamaño del intervalo (c):
 $C = R/m = 28/5 = 5.60$
- Limite en los intervalos de clase:
 $Lo = X_{\text{min}} - 0.05 = 51 - 0.05 = 50.95$
 $L1 = Lo + C = 50.95 + 5.6 = 56.55$



y así sucesivamente para los intervalos posteriores

- Mitad del intervalo (Mc):

$$Mc = (Li-1 + Li) / 2 = (50.95 + 56.55) / 2 = 53.75$$

Este valor lo calculamos para cada uno de los intervalos

- Frecuencia absoluta (ni):

Son el número de datos que se encuentran dentro de un intervalo

$$ni (Lo-L1) = 1$$

- Frecuencia Relativa (hi):

$$hi = ni/n = 1/13 = 0.08$$

- Frecuencia relativa acumulada (Ni):

$$Ni = n1+n2+n3+...+ni.$$

CUADRO DE FRECUENCIA DE LOS RENDIMIENTOS

i	Li-1 -Li	Mc	ni	hi	hi(%)	Ni
1	50,95 - 56,55	53,75	1	0,08	8	1
2	56,55 - 62,15	59,35	3	0,23	23	4
3	62,15 -67,75	64,95	7	0,54	54	11
4	67,75 - 73,35	70,55	0	0	0	11
5	73,35 - 78,45	76,15	2	0,15	15	13
			13	1	100	

El rendimiento normal de la maquina esta comprendido en el rango de 62.15 – 67.75 m³/h. Ya que el 54 % de los datos se encuentran en este intervalo

INFORME DE PASANTIA

“ANALISIS DE RENDIMIENTOS REALES DE MANO DE OBRA Y EQUIPOS EN OBRAS VIALES DEL
DEPTO DEL CAUCA EN EL AÑO 2006”

NILSA ROCIO VILLOTA ROSERO Y ANDRES FELIPE MARTINEZ TEJADA



Esta actividad inicialmente reporto un rendimiento expresado en m³/minuto, y las interrupciones o pausas sucedieron por la disponibilidad de las volquetas, que en este caso seria el equipo crítico para realizar esta actividad o ITEM. Este material fresado se utiliza para mejorar las propiedades del material de subbase que se esta utilizando en la via Rosas – La Sierra, ya que es un material no plástico (NP) que ayuda en gran medida a disminuir la plasticidad del material con que se cuenta en la via Rosas – La Sierra.

Al no tener un sitio de acopio para este material fresado denominado **RAP** (Recycled asphalt Paviment), lo mas conveniente para el constructor es depositarlo directamente sobre la via para su posterior mezclado con el material que será utilizado como subbase proveniente de “loma Quemada” en el K 5 + 000 de la via Rosas –La Sierra.

- Media Aritmética: Variable discreta

$$X = \sum (Mc \cdot hi)$$

$$X = 64.45 \text{ m}^3/\text{dia}$$

- Indicadores de dispersión

- La varianza (s^2)

$$s^2 = \sum hi \cdot (Mc - X_m)^2$$

$$s^2 = 35.81$$

- La desviación estándar (s):



$$S = \sqrt{\sum ni (Mc - Xm)^2}$$

$$S = 5.98$$

Cabe anotar que entre mayor sea el valor de la desviación estandar, entonces mas confiables serna los resultados obtenidos, por tanto hay poca dispersión.

- Coeficiente de variación (CV):

$$CV = (s/Xm)*100$$

$$CV = (5.98/64.45)*100 = 9.0 \%$$

Esto indica que se encuentran dispersos moderadamente de la media.

Por lo tanto para nuestra actividad tomamos un periodo normal de trabajo de la fresadora de 6 horas.

$$\text{Rendimiento diario} = 65.45 * 6 = 392.70 \text{ m}^3 / \text{ dia}$$

9.4 MUROS EN CONCRETO CICLÓPEO

Esta compuesto por las siguientes actividades:

- Excavación
- Formaleta
- Fundición



9.4.1 Proceso de la información tramo: Rosas – La Sierra

➤ **Datos N° 1:**

Muro en concreto ciclópeo: **Volumen total de concreto 42 m³**

Actividad	Tiempo (días)	Mano de Obra	Cantidad de Mano de Obra	Cantidad de Obra
Excavación	2	<ul style="list-style-type: none">• Maestro• Oficial• Ayudantes	1 2 2	10 m ³
Formaleta	1.5	<ul style="list-style-type: none">• Maestro• Oficial• Ayudantes	1 2 2	46m ²
Fundición	3	<ul style="list-style-type: none">• Maestro• Oficial• Ayudantes	1 2 2	42 m ³
TOTAL =	6.5			

Calculo de rendimiento = Volumen total de concreto / Total días empleados

Rendimiento= 42 m³/ 6.5 día = 6.46 m³/día

➤ **Dato N° 2:**

Muro en concreto ciclópeo: **Volumen total de concreto 25 m³**

Actividad	Tiempo (días)	Mano de Obra	Cantidad de Mano de Obra	Cantidad de Obra
Excavación	1	<ul style="list-style-type: none">• Maestro	1	12 m ³

INFORME DE PASANTIA

“ANALISIS DE RENDIMIENTOS REALES DE MANO DE OBRA Y EQUIPOS EN OBRAS VIALES DEL
DEPTO DEL CAUCA EN EL AÑO 2006”

NILSA ROCIO VILLOTA ROSERO Y ANDRES FELIPE MARTINEZ TEJADA



		<ul style="list-style-type: none"> • Oficial • Ayudantes 	2 2	
Formaleta	1/2	<ul style="list-style-type: none"> • Maestro • Oficial • Ayudantes 	1 2 2	36m ²
Fundición	2	<ul style="list-style-type: none"> • Maestro • Oficial • Ayudantes 	1 2 2	25 m ³
TOTAL =	3.5			

Calculo de rendimiento = Volumen total de concreto / Total días empleados

Rendimiento= 25 m³/ 3.5 día = 7.14 m³/día

➤ **Dato N° 3:**

Muro en concreto ciclópeo: **Volumen total de concreto 50 m³**

Actividad	Tiempo (días)	Mano de Obra	Cantidad de Mano de Obra	Cantidad de Obra
Excavación	1	<ul style="list-style-type: none"> • Maestro • Oficial • Ayudantes 	1 2 2	12 m ³
Formaleta	1	<ul style="list-style-type: none"> • Maestro • Oficial • Ayudantes 	1 2 2	30m ²
Fundición	4	<ul style="list-style-type: none"> • Maestro • Oficial • Ayudantes 	1 2 2	50 m ³
TOTAL =	6			

Calculo de rendimiento = Volumen total de concreto / Total días empleados

INFORME DE PASANTIA

“ANALISIS DE RENDIMIENTOS REALES DE MANO DE OBRA Y EQUIPOS EN OBRAS VIALES DEL DEPTO DEL CAUCA EN EL AÑO 2006”

NILSA ROCIO VILLOTA ROSERO Y ANDRES FELIPE MARTINEZ TEJADA



Rendimiento= 50 m³/ 6 día = 8.33 m³/día

➤ **Dato N° 4:**

Muro en concreto ciclópeo: **Volumen total de concreto 43 m³**

Actividad	Tiempo (días)	Mano de Obra	Cantidad de Mano de Obra	Cantidad de Obra
Excavación	2	<ul style="list-style-type: none">• Maestro• Oficial• Ayudantes	1 2 2	15 m ³
Formaleta	1	<ul style="list-style-type: none">• Maestro• Oficial• Ayudantes	1 2 2	30 m ²
Fundición	3	<ul style="list-style-type: none">• Maestro• Oficial• Ayudantes	1 2 2	43 m ³
TOTAL =	6			

Calculo de rendimiento = Volumen total de concreto / Total días empleados

Rendimiento= 43 m³/ 6 día = 7.17 m³/día

INFORME DE PASANTIA

“ANALISIS DE RENDIMIENTOS REALES DE MANO DE OBRA Y EQUIPOS EN OBRAS VIALES DEL DEPTO DEL CAUCA EN EL AÑO 2006”

NILSA ROCIO VILLOTA ROSERO Y ANDRES FELIPE MARTINEZ TEJADA



➤ **Dato N° 5:**

Muro en concreto ciclópeo: **Volumen total de concreto 28 m³**

Actividad	Tiempo (días)	Mano de Obra	Cantidad de Mano de Obra	Cantidad de Obra
Excavación	1	<ul style="list-style-type: none">• Maestro• Oficial• Ayudantes	1 2 2	7 m ³
Formaleta	1	<ul style="list-style-type: none">• Maestro• Oficial• Ayudantes	1 2 2	22 m ²
Fundición	2	<ul style="list-style-type: none">• Maestro• Oficial• Ayudantes	1 2 2	28 m ³
TOTAL =	4			

Calculo de rendimiento = Volumen total de concreto / Total días empleados

Rendimiento= 28 m³/ 4 día = 7 m³/día

INFORME DE PASANTIA

“ANALISIS DE RENDIMIENTOS REALES DE MANO DE OBRA Y EQUIPOS EN OBRAS VIALES DEL DEPTO DEL CAUCA EN EL AÑO 2006”

NILSA ROCIO VILLOTA ROSERO Y ANDRES FELIPE MARTINEZ TEJADA



9.4.2 Proceso de la información tramo: El Estrecho – Balboa

➤ **Dato N° 1:**

Muro en concreto ciclópeo: **Volumen total de concreto 30 m³**

Actividad	Tiempo (días)	Mano de Obra	Cantidad de Mano de Obra	Cantidad de Obra
Excavación	1	<ul style="list-style-type: none">• Maestro• Oficial• Ayudantes	1 2 2	18 m ³
Formaleta	1	<ul style="list-style-type: none">• Maestro• Oficial• Ayudantes	1 2 2	42 m ²
Fundición	4	<ul style="list-style-type: none">• Maestro• Oficial• Ayudantes	1 2 2	30 m ³
TOTAL =	6			

Calculo de rendimiento = Volumen total de concreto / Total días empleados

Rendimiento= 30 m³/ 6 dia = 5 m³/dia



➤ **Dato N° 2:**

Muro en concreto ciclópeo: **Volumen total de concreto 45 m³**

Actividad	Tiempo (días)	Mano de Obra	Cantidad de Mano de Obra	Cantidad de Obra
Excavación	1	<ul style="list-style-type: none">• Maestro• Oficial• Ayudantes	1 2 2	22 m ³
Formaleta	1	<ul style="list-style-type: none">• Maestro• Oficial• Ayudantes	1 2 2	50 m ²
Fundición	3	<ul style="list-style-type: none">• Maestro• Oficial• Ayudantes	1 2 2	45 m ³
TOTAL =	5			

Calculo de rendimiento = Volumen total de concreto / Total días empleados

Rendimiento= 45 m³/ 5 dia = 9 m³/dia



➤ **Dato N° 3:**

Muro en concreto ciclópeo: **Volumen total de concreto 15 m³**

Actividad	Tiempo (días)	Mano de Obra	Cantidad de Mano de Obra	Cantidad de Obra
Excavación	1	<ul style="list-style-type: none">• Maestro• Oficial• Ayudantes	1 2 2	15 m ³
Formaleta	1/2	<ul style="list-style-type: none">• Maestro• Oficial• Ayudantes	1 2 2	25 m ²
Fundición	2	<ul style="list-style-type: none">• Maestro• Oficial• Ayudantes	1 2 2	15 m ³
TOTAL =	3.5			

Calculo de rendimiento = Volumen total de concreto / Total días empleados

Rendimiento= 15 m³/ 3.5 día = 4.29 m³/día



➤ **Dato N° 4:**

Muro en concreto ciclópeo: **Volumen total de concreto 52 m³**

Actividad	Tiempo (días)	Mano de Obra	Cantidad de Mano de Obra	Cantidad de Obra
Excavación	2	<ul style="list-style-type: none">• Maestro• Oficial• Ayudantes	1 2 2	18 m ³
Formaleta	1.5	<ul style="list-style-type: none">• Maestro• Oficial• Ayudantes	1 2 2	65 m ²
Fundición	5	<ul style="list-style-type: none">• Maestro• Oficial• Ayudantes	1 2 2	52 m ³
TOTAL =	8.5			

Calculo de rendimiento = Volumen total de concreto / Total días empleados

Rendimiento= 52 m³/ 8.5 día = 6.12 m³/día



➤ **Dato N° 5:**

Muro en concreto ciclópeo: **Volumen total de concreto 60 m³**

Actividad	Tiempo (días)	Mano de Obra	Cantidad de Mano de Obra	Cantidad de Obra
Excavación	3	<ul style="list-style-type: none">• Maestro• Oficial• Ayudantes	1 2 2	22 m ³
Formaleta	2	<ul style="list-style-type: none">• Maestro• Oficial• Ayudantes	1 2 2	80 m ²
Fundición	6	<ul style="list-style-type: none">• Maestro• Oficial• Ayudantes	1 2 2	60 m ³
TOTAL =	11			

Calculo de rendimiento = Volumen total de concreto / Total días empleados

Rendimiento= 60 m³/ 11 dia = 5.45 m³/dia



➤ **Dato N° 6:**

Muro en concreto ciclópeo: **Volumen total de concreto 45 m³**

Actividad	Tiempo (días)	Mano de Obra	Cantidad de Mano de Obra	Cantidad de Obra
Excavación	1	<ul style="list-style-type: none">• Maestro• Oficial• Ayudantes	1 2 2	12 m ³
Formaleta	1	<ul style="list-style-type: none">• Maestro• Oficial• Ayudantes	1 2 2	18 m ²
Fundición	5	<ul style="list-style-type: none">• Maestro• Oficial• Ayudantes	1 2 2	45 m ³
TOTAL =	7			

Calculo de rendimiento = Volumen total de concreto / Total días empleados

Rendimiento= 45 m³/ 7 dia = 6.43 m³/dia



9.4.3 Promedio de los rendimientos.

Teniendo en cuenta que los datos no se encuentran tan dispersos, que son pocos y que se les hizo un cálculo previo antes de tener los resultados, se los promediara para obtener el rendimiento en obra.

Actividad	Rendimientos obtenidos en Obra (m ³)	
	Rosas - La Sierra	El Estrecho - Balboa
Muro Ciclópeo	6,46	5
Muro Ciclópeo	7,14	9
Muro Ciclópeo	8,33	4,29
Muro Ciclópeo	7,17	6,12
Muro Ciclópeo	7	5,45
Muro Ciclópeo		6,43
Sumatoria	36.1	36.29
Número de datos	5	6
Rendimiento promedio (m³/dia)	7.22	6.05

* El rendimiento promedio lo sacamos sumando los rendimientos obtenidos en la Obra y los dividimos por el número de datos.



9.5 FILTROS EN GEODREN.

Esta compuesto por las siguientes actividades:

- Excavación varia sin clasificar
- Geotextil
- Material filtrante
- Material de cobertura

9.5.1 Proceso de la información tramo: Rosas – La Sierra

➤ **Datos N° 1:**

Filtros en geodren: **Longitud del filtro**

Actividad	Tiempo (días)	Mano de Obra	Cantidad de Mano de Obra	Cantidad de Obra
Excavación	2	<ul style="list-style-type: none">• Oficial• Obreros	4 1	58.76 m ³
Geotextil	1/2	<ul style="list-style-type: none">• Oficial• Obreros	4 1	85 ml
M Filtrante	2	<ul style="list-style-type: none">• Oficial• Obreros	4 1	45 m ³
M Cobertura	1	<ul style="list-style-type: none">• Oficial• Obreros	4 1	11.5
TOTAL =	5.5			

Calculo de rendimiento = Longitud del filtro trabajado / Total días empleados

Rendimiento= 85 ml/ 5.5 dia = 15.45 ml/dia

INFORME DE PASANTIA

“ANALISIS DE RENDIMIENTOS REALES DE MANO DE OBRA Y EQUIPOS EN OBRAS VIALES DEL DEPTO DEL CAUCA EN EL AÑO 2006”

NILSA ROCIO VILLOTA ROSERO Y ANDRES FELIPE MARTINEZ TEJADA



➤ **Datos N° 2:**

Filtros en geodren: **Longitud del filtro**

Actividad	Tiempo (días)	Mano de Obra	Cantidad de Mano de Obra	Cantidad de Obra
Excavación	3	<ul style="list-style-type: none">• Oficial• Obreros	4 1	84 m ³
Geotextil	1/2	<ul style="list-style-type: none">• Oficial• Obreros	4 1	100 ml
M Filtrante	2	<ul style="list-style-type: none">• Oficial• Obreros	4 1	56 m ³
M Cobertura	1/2	<ul style="list-style-type: none">• Oficial• Obreros	4 1	28 m ³
TOTAL =	6			

Calculo de rendimiento = Longitud del filtro trabajado / Total días empleados

Rendimiento= 100 ml/ 6 día = **16.67 ml/día**



➤ **Datos N° 3:**

Filtros en geodren: **Longitud del filtro**

Actividad	Tiempo (días)	Mano de Obra	Cantidad de Mano de Obra	Cantidad de Obra
Excavación	3	<ul style="list-style-type: none">• Oficial• Obreros	4 1	50.4 m ³
Geotextil	1/2	<ul style="list-style-type: none">• Oficial• Obreros	4 1	60 ml
M Filtrante	2	<ul style="list-style-type: none">• Oficial• Obreros	4 1	33 m ³
M Cobertura	1/2	<ul style="list-style-type: none">• Oficial• Obreros	4 1	17 m ³
TOTAL =	6			

Calculo de rendimiento = Longitud del filtro trabajado / Total días empleados

Rendimiento= 60 ml/ 6 día = 10 ml/día



➤ **Datos N° 4:**

Filtros en geodren: **Longitud del filtro**

Actividad	Tiempo (días)	Mano de Obra	Cantidad de Mano de Obra	Cantidad de Obra
Excavación	1	<ul style="list-style-type: none">• Oficial• Obreros	4 1	38 m ³
Geotextil	1/2	<ul style="list-style-type: none">• Oficial• Obreros	4 1	45 ml
M Filtrante	1	<ul style="list-style-type: none">• Oficial• Obreros	4 1	25 m ³
M Cobertura	1/2	<ul style="list-style-type: none">• Oficial• Obreros	4 1	12.6 m ³
TOTAL =	3			

Calculo de rendimiento = Longitud del filtro trabajado / Total días empleados

Rendimiento= 45 ml/ 3 dia = 15 ml/dia



➤ **Datos N° 5:**

Filtros en geodren: **Longitud del filtro**

Actividad	Tiempo (días)	Mano de Obra	Cantidad de Mano de Obra	Cantidad de Obra
Excavación	2	<ul style="list-style-type: none">• Oficial• Obreros	4 1	66 m ³
Geotextil	1/2	<ul style="list-style-type: none">• Oficial• Obreros	4 1	78 ml
M Filtrante	2	<ul style="list-style-type: none">• Oficial• Obreros	4 1	43.68 m ³
M Cobertura	1	<ul style="list-style-type: none">• Oficial• Obreros	4 1	21.8 m ³
TOTAL =	5.5			

Calculo de rendimiento = Longitud del filtro trabajado / Total días empleados

Rendimiento= 78 ml/ 5.5 dia = 14.18 ml/dia



➤ **Datos N° 6:**

Filtros en geodren: **Longitud del filtro**

Actividad	Tiempo (días)	Mano de Obra	Cantidad de Mano de Obra	Cantidad de Obra
Excavación	1	<ul style="list-style-type: none">• Oficial• Obreros	4 1	31.92 m ³
Geotextil	1/2	<ul style="list-style-type: none">• Oficial• Obreros	4 1	38 ml
M Filtrante	1	<ul style="list-style-type: none">• Oficial• Obreros	4 1	21.28 m ³
M Cobertura	1/2	<ul style="list-style-type: none">• Oficial• Obreros	4 1	10.6 m ³
TOTAL =	3			

Calculo de rendimiento = Longitud del filtro trabajado / Total días empleados

Rendimiento= 38 ml/ 3 día = 12.67 ml/día



9.5.2 Proceso de la información tramo: El Estrecho – Balboa

➤ **Datos N° 1:**

Filtros en geodren: **Longitud del filtro**

Actividad	Tiempo (días)	Mano de Obra	Cantidad de Mano de Obra	Cantidad de Obra
Excavación	1	<ul style="list-style-type: none">• Oficial• Obreros	4 1	25.2 m ³
Geotextil	1/2	<ul style="list-style-type: none">• Oficial• Obreros	4 1	30 ml
M Filtrante	1	<ul style="list-style-type: none">• Oficial• Obreros	4 1	16.8 m ³
M Cobertura	1/2	<ul style="list-style-type: none">• Oficial• Obreros	4 1	8.4 m ³
TOTAL =	3			

Calculo de rendimiento = Longitud del filtro trabajado / Total días empleados

Rendimiento= 30 ml/ 3 día = 10 ml/día



➤ **Datos N° 2:**

Filtros en geodren: **Longitud del filtro**

Actividad	Tiempo (días)	Mano de Obra	Cantidad de Mano de Obra	Cantidad de Obra
Excavación	3	<ul style="list-style-type: none">• Oficial• Obreros	4 1	50 m ³
Geotextil	1/2	<ul style="list-style-type: none">• Oficial• Obreros	4 1	60 ml
M Filtrante	2	<ul style="list-style-type: none">• Oficial• Obreros	4 1	34 m ³
M Cobertura	1	<ul style="list-style-type: none">• Oficial• Obreros	4 1	17 m ³
TOTAL =	6.5			

Calculo de rendimiento = Longitud del filtro trabajado / Total días empleados

Rendimiento= 60 ml/ 5.5 dia = 10.91 ml/dia



➤ **Datos N° 3:**

Filtros en geodren: **Longitud del filtro**

Actividad	Tiempo (días)	Mano de Obra	Cantidad de Mano de Obra	Cantidad de Obra
Excavación	1	<ul style="list-style-type: none">• Oficial• Obreros	4 1	26.9 m ³
Geotextil	1/2	<ul style="list-style-type: none">• Oficial• Obreros	4 1	32 ml
M Filtrante	1	<ul style="list-style-type: none">• Oficial• Obreros	4 1	17.9 m ³
M Cobertura	1/2	<ul style="list-style-type: none">• Oficial• Obreros	4 1	8.96 m ³
TOTAL =	3			

Calculo de rendimiento = Longitud del filtro trabajado / Total días empleados

Rendimiento= 32 ml/ 3 dia = 8.33 ml/dia



➤ **Datos N° 4:**

Filtros en geodren: **Longitud del filtro**

Actividad	Tiempo (días)	Mano de Obra	Cantidad de Mano de Obra	Cantidad de Obra
Excavación	1	<ul style="list-style-type: none">• Oficial• Obreros	4 1	38 m ³
Geotextil	1/2	<ul style="list-style-type: none">• Oficial• Obreros	4 1	45 ml
M Filtrante	1	<ul style="list-style-type: none">• Oficial• Obreros	4 1	27.8 m ³
M Cobertura	1/2	<ul style="list-style-type: none">• Oficial• Obreros	4 1	12.6 m ³
TOTAL =	3			

Calculo de rendimiento = Longitud del filtro trabajado / Total días empleados

Rendimiento= 45 ml/ 3 día = 15 ml/día



➤ **Datos N° 5:**

Filtros en geodren: **Longitud del filtro**

Actividad	Tiempo (días)	Mano de Obra	Cantidad de Mano de Obra	Cantidad de Obra
Excavación	2	<ul style="list-style-type: none">• Oficial• Obreros	4 1	29.4 m ³
Geotextil	1/2	<ul style="list-style-type: none">• Oficial• Obreros	4 1	35 ml
M Filtrante	2	<ul style="list-style-type: none">• Oficial• Obreros	4 1	20 m ³
M Cobertura	1	<ul style="list-style-type: none">• Oficial• Obreros	4 1	9.8 m ³
TOTAL =	5.5			

Calculo de rendimiento = Longitud del filtro trabajado / Total días empleados

Rendimiento= 35 ml/ 5.5 dia = 6.36 ml/dia



➤ **Datos N° 6:**

Filtros en geodren: **Longitud del filtro**

Actividad	Tiempo (días)	Mano de Obra	Cantidad de Mano de Obra	Cantidad de Obra
Excavación	1	<ul style="list-style-type: none">• Oficial• Obreros	4 1	21 m ³
Geotextil	1/2	<ul style="list-style-type: none">• Oficial• Obreros	4 1	25 ml
M Filtrante	1	<ul style="list-style-type: none">• Oficial• Obreros	4 1	14 m ³
M Cobertura	1/2	<ul style="list-style-type: none">• Oficial• Obreros	4 1	7 m ³
TOTAL =	3			

Calculo de rendimiento = Longitud del filtro trabajado / Total días empleados

Rendimiento= 25 ml/ 3 dia = 8.33 ml/dia



9.5.3 Promedio de los rendimientos.

Teniendo en cuenta que los datos no se encuentran tan dispersos, que son pocos y que se les hizo un cálculo previo antes de tener los resultados, se los promediara para obtener el rendimiento en obra.

Actividad	Rendimientos obtenidos en Obra (m ³)	
	Rosas - La Sierra	El Estrecho - Balboa
Filtros en Geodren	15.45	10
Filtros en Geodren	16.67	10.91
Filtros en Geodren	10	8.33
Filtros en Geodren	15	15
Filtros en Geodren	14.8	6.36
Filtros en Geodren	12.67	8.33
Sumatoria =	84.59	58.93
Número de datos	6	6
Rendimiento promedio (m³/dia)	14.1	9.82

* El rendimiento promedio lo sacamos sumando los rendimientos obtenidos en la Obra y los dividimos por el número de datos.



10. ANALISIS DE RENDIMIENTOS

10.1 CUADRO COMPARATIVO

10.2 ANALISIS DE RENDIMIENTOS

El objetivo primordial de este trabajo es la comparación y si existe, la correlación de los rendimientos obtenidos, conjugando las diversas condiciones que se tienen en los proyectos donde nace esta investigación.

Por este motivo se tomaron algunos ítems iguales en la vía, Rosas – la Sierra y El Estrecho – Balboa para hacer una comparación directa de los rendimientos obtenidos y así poder identificar los factores que los afectan.

Del mismo modo hacerles un seguimiento a los ítems en los que su principal componente es la mano de obra y otro para los cuales la maquinaria sea el aspecto fundamental y sacar conclusiones de lo que infiere en su normal desarrollo.

11. CORRELACION DE RESULTADOS.

11.1 Comparación Rendimientos Reales en las obras viales de: Rosas – La Sierra y El Estrecho – Balboa

- ✓ **Bases y Subbase:** Este se constituía como el ítem de mayor importancia en la investigación, aunque al final no se haya podido hacer una comparación directa, por que en la vía de Rosas –La Sierra están

INFORME DE PASANTIA

“ANALISIS DE RENDIMIENTOS REALES DE MANO DE OBRA Y EQUIPOS EN OBRAS VIALES DEL DEPTO DEL CAUCA EN EL AÑO 2006”

NILSA ROCIO VILLOTA ROSERO Y ANDRES FELIPE MARTINEZ TEJADA



haciendo una mezcla de materiales para la conformación de bases y subbases, en cambio en la vía El Estrecho – Balboa se está trabajando con un material para la conformación de estas.

En la práctica se logró determinar que la topografía ayuda mucho en el rendimiento, por que el operador tiene facilidad para desplazarse en reversa, mas visibilidad, el tránsito no interrumpe tanto por que tiene mas área en donde extenderse.

La calidad del operador es un factor de indiscutible relevancia por que es el que determina un buen rendimiento cuando el operador es versátil y tiene seguridad al manejar la máquina.

- ✓ **Carpeta Asfáltica (MDC-2):** El rendimiento es más alto en el Estrecho y era de suponerse, ya que la topografía plana, le brinda al operador facilidad para desplazar Finisher, y al tráfico visibilidad para no verse interrumpido; también al estar ubicado a 650 msnm el motor de la máquina no pierde potencia.
- ✓ **Imprimación:** El rendimiento en Rosas es mas bajo por ser terreno montañoso, presenta muchas curvas que impiden tener buena visibilidad, en el terreno se tiene en terreno plano que facilito tener menores tiempos en el cubrimiento de las áreas a imprimir.
- ✓ **Muros en Gavión:** Los rendimientos son similares, aunque en el principio se creía que serian más altos en el Estrecho que cuenta con mano de obra más aguerrida, más fuerte a la adversidad del clima.
- ✓ **Muros en Concreto Ciclópeo:** El rendimiento es mas alto en Rosas, es por presentar personal calificado, con mejores condiciones con respecto al pago, son subcontratistas directos de la empresa y esto garantiza que los precios sean mas altos, buen ambiente de trabajo hay gente de un nivel



socio cultural mas alto, con respecto al clima la temperatura promedio es de 20 °C, en cambio en el estrecho se tiene por lo regular una temperatura promedio de 38 °C.

- ✓ **Filtros en Geodren:** El rendimiento es mucho mas alto en Rosas es por contar con personal calificado que controla la ejecución de los trabajos y solo existe un solo subcontratista, garantizando que la remuneración sea más alta.



12. COMENTARIOS Y RECOMENDACIONES

El presente trabajo pretende ser una herramienta guía para los ingenieros que intervienen en la ejecución de proyectos viales, por tal razón no consideramos que sean aplicables a otras regiones del país, al menos que tengan características similares en cuanto a topografía, clima, y demás factores implícitos que afectan el rendimiento de la mano de obra y del equipo en una obra vial, se presentan unos formatos anexos para ser diligenciados durante el desarrollo de la obra, además de la herramienta básica para el posible análisis estadístico de estos datos.



13. REGISTRO FOTOGRAFICO



14. CRONOGRAMA DE TRABAJO

ACTIVIDADES DEL PROYECTO	PERIODO MENSUAL			
	1	2	3	4
• Investigación bibliográfica y capacitación.	■	■		
• Inducción en INESCO S. A.	■	■	■	
• Visita a la obra.		■	■	■
• Captura de información en la obra.		■	■	■
• Procesamiento de la información.			■	■
• Presentación del informe final.				■

■ PROPUESTA DE TRABAJO.

■ PROPUESTA DE TRABAJO EJECUTADA.



15.OBSERVACIONES

El análisis de rendimiento de equipo y mano de obra es algo subjetivo que implica incontables variables de todo tipo, pero en el presente trabajo se han tratado de simplificar y reducir dichos factores que afectan los diversos rendimientos.

El contratista como tal tiene la tendencia a verse favorecido en los análisis de precios unitarios, pero esta no es una razón justificable para elevar estos precios unitarios argumentando rendimientos inferiores a los que realmente se obtienen, esta es una recomendación válida para las partes que intervienen en la contratación estatal y claro hasta en la contratación privada.

Es claro anotar que las condiciones climáticas relativamente favorables en las que se obtuvo la información para hacer este análisis influyen en un rendimiento alto tanto de mano de obra como de equipo.

En el caso del reporte del rendimiento en la imprimación de base granular y en el fresado este se hizo inicialmente en m²/min y m³/min respectivamente, por presentar rendimientos muy altos, lo cual luego se llevo a un rendimiento horario para un mejor proceso de la información.

INFORME DE PASANTIA

**“ANALISIS DE RENDIMIENTOS REALES DE MANO DE OBRA Y EQUIPOS EN OBRAS VIALES DEL
DEPTO DEL CAUCA EN EL AÑO 2006”**

NILSA ROCIO VILLOTA ROSERO Y ANDRES FELIPE MARTINEZ TEJADA



1. CONCLUSIONES

- Es también claro que las condiciones climáticas adversas afectan considerablemente el rendimiento de la maquinaria y de la mano de obra, este es el caso que se presenta en la vía Rosas – La Sierra, que debido a que se encuentra en toda la región andina y una zona con pluviosidad alta y también con una alta humedad, siendo estos factores los enemigos de un ingeniero en cualquier construcción civil, además que las condiciones topográficas son mas adversas al encontrarse en un terreno netamente montañoso, aunque también hay factores favorables como es el caso de un excelente trazado de esta vía, al contrario de la vía El Estrecho – Balboa.

- Otro factor importante que influye en los rendimientos es la carencia de personal lo suficientemente calificado para la construcción de los diversos ítems, esto se nota fundamentalmente en la calidad en la elaboración de las obras de arte, hecho notorio en la vía El Estrecho – Balboa, donde se contrato personal poco calificado, procurando contratar personal de la zona lo cual en este caso se hace para reactivar la economía de la zona, pero sin analizar las consecuencias de este hecho.



-
- El rendimiento de la maquinaria es afectado notoriamente por la altura a la que se encuentren sobre el nivel del mar, por tal razón se tiene un mayor rendimiento en la zona del valle del Patía (en su inicio), este rendimiento se ve disminuido a medida que la maquinaria avanza hacia el Municipio de Balboa que se encuentra a una mayor altura sobre el nivel de mar comparado con El Estrecho.
 - La antigüedad de la maquinaria, es decir el numero de horas trabajadas en su totalidad por una maquina también inciden en su rendimiento final, es lógico suponer que una maquina mas nueva tiene un mayor rendimiento.
 - La topografía es un aspecto que nos afecta directamente en el rendimiento de la maquinaria, es solo fijarse en los resultados y observar que el rendimiento en El Estrecho es alto, esto es algo que marca diferencia ya que este rendimiento se encuentra mas alto que el rendimiento teórico, esto por que la topografía le brinda al operador facilidad para desplazarse, mas visibilidad, etc.
 - El ambiente de trabajo propiciado por un buen manejo de personal enfocado a la cordialidad y el compañerismo entre las personas que componen una cuadrilla de trabajo al igual que el buen entendimiento entre todas las partes involucradas en la construcción de una via aumentan el rendimiento de la mano de obra, hecho notorio en la via Rosas – La Sierra, donde existe un buen ambiente de trabajo, lo cual no ocurre en El Estrecho –Balboa donde existen muchos conflictos entre el



personal tal vez porque se encuentra dentro de un contexto cultural distinto (zona de cultivos ilícitos), donde el personal tuvo jornales más altos en el pasado, y el personal no acostumbra a resolver los conflictos mediante el diálogo.

- El subcontratar repetitivamente una misma obra, ayuda a que se presenten problemas como: El incumplimiento de los pagos, bajar el precio de el jornal, perder prestaciones sociales, incumplimiento de los materiales que ocasiona a su vez la perdida de tiempo para el trabajador, y un sinnúmero de dificultades que concluyen en una insatisfacción por el trabajador, bajando el rendimiento del mismo y haciendo perder calidad a la obra. Un ejemplo palpable se ubica en El Estrecho, en esta parte se ha subcontratado tres veces una misma obra, hay incumplimiento en el pago, retraso en los materiales, se está pagando a muy bajo precio la mano de obra, por lo tanto el rendimiento es mas bajo que el teórico y hasta el del mismo contratista presentado en la propuesta inicial. Lo mas critico de este aspecto es que se esta bajando en la calidad de la obra y aunque se le exija al contratista mejorar, es difícil que las sugerencias por parte de la empresa interventora, lleguen hasta terceras personas.
- La planeación de obra es un factor muy importante, este va ligado de la mano con los rendimientos que se obtengan, un ejemplo claro de esto es que en el Estrecho para la colocación de base y subbase, se tiene cubicada el material, es decir mas o menos se sabe que cantidad de material requiere cierto tramo, en cambio en Rosas se coloca el material



acordonado a lo largo de la via sin saber que cantidad es necesaria, causando perdidas de tiempo en el trabajo de la maquinaria ya la mayoría de veces tocaba agregar material o sacarlo.

- No se pudo llegar a correlacionar los rendimientos teóricos con los reales, por falta de datos, ya que para esto es necesario tener la suficiente información de diferentes lugares, con diferentes factores afectando las obras y para así sacar factores que correlacionen estos rendimientos.

- Con este trabajo se logran hacer comparaciones importantes para los rendimientos existentes y se deja una puerta abierta en la investigación, para ampliar el manual de rendimientos.



17.SUGERENCIAS

En el proceso diario de la construcción de obras civiles se presentan algunos inconvenientes de diverso orden, unos mecánicos, otros de tipo técnico y otros humanos, pero en general uno de los principales objetivos del presente trabajo es analizar de que manera se ve reflejado en el desarrollo normal de una obra civil, en este caso en la construcción y en el mantenimiento de una vía vehicular, una de las principales recomendaciones es tener en cuenta la gran mayoría de los factores que afectan el normal desarrollo de una obra, es decir no basarse en la información que ofrece el fabricante de una máquina en la cual reporta un rendimiento "ideal", que no se asemeja a la realidad y mucho menos a nuestro contexto colombiano, donde hay factores que no se explican generalmente en textos de equipos siendo necesario el análisis de algunos de estos factores.

Es conveniente para el Instituto Nacional de Vías actualizar los rendimientos reportados tanto en maquinaria como en mano de obra, lo que se pretende es analizar unos cuantos ITEMS que involucran mano de obra y Equipo, y acercarlos a un presente inmediato, ya que la información con la se que cuenta hasta el momento por parte de la nación no se ha actualizado a las condiciones de hoy en día, pero tampoco se pretende que sea esta una guía rígida insuceptible a correcciones, como se dijo con anterioridad lo que



principalmente se pretende es llegar a un promedio de rendimiento en condiciones de trabajo normales incluyendo los errores citados al comienzo.

Que la universidad se interese por inducir a los estudiantes a la investigación, así logrará que el estudiante adquiera experiencia en el trabajo y encuentre otras formas y reglas de hacer las cosas; la ingeniería siempre ha trabajado con procesos experimentales, todas las reglas conocidas tuvieron un inicio y ese fue en la duda y creatividad del ser humano, todavía faltan cosas que innovaran y cambiaran el mundo constructivo, por eso hay que incentivar la investigación.

El encontrar correlaciones en los rendimientos, es un trabajo que requiere tener información de muchos sitios, para poder conjugar los factores que los afectan, en esta investigación se analizaron dos condiciones diferentes, y se logro obtener conclusiones importantes, ahora se deja abierta la puerta de la investigación de los rendimientos, esperamos que se siga ampliando para en un futuro poder llegar a esas correlaciones motivo de nuestra investigación.



18. BIBLIOGRAFIA

1. MAGALY ASTRID BRAVO. Proyecto de Pasantia. Análisis de Rendimientos Reales de Mano de Obra y Equipo en una Obra Vial. Marzo 2006.
2. INSTITUTO NACIONAL DE VIAS, .Lista de Actividades de Mantenimiento Vial. Agosto 1995.
3. INSTITUTO NACIONAL DE VIAS, Normas Técnicas de Obras Viales, 2003
4. BUSTAMANTE MUÑOZ ARY FERNANDO. Manual de Administración del Mantenimiento Vial.1998.
5. BUSTAMANTE MUÑOZ ARY FERNANDO. Sistema de Administración del Mantenimiento Vial. Marzo 1997.
6. BUSTAMANTE MUÑOZ ARY FERNANDO. Administradores Viales un Nuevo Concepto para el Mantenimiento Vial en Colombia. Diciembre 1996.
7. PAÚL L. MEYER, Probabilidad y aplicaciones estadísticas, Addison - Wesley Iberoamericana. Agosto 27 de 1987
8. FREDERICK S. MERRITT, Manual del ingeniero civil, McGRAW – HILL, Septiembre de 1990
9. GECOLSA, Manual de Maquinaria

INFORME DE PASANTIA

“ANALISIS DE RENDIMIENTOS REALES DE MANO DE OBRA Y EQUIPOS EN OBRAS VIALES DEL DEPTO DEL CAUCA EN EL AÑO 2006”

NILSA ROCIO VILLOTA ROSERO Y ANDRES FELIPE MARTINEZ TEJADA



ANEXOS

Se coloca el formato que se utilizo, la forma como se recogió la información de algunos ítems y el procesos que se le hizo para colocarla en el formato N° 3, que es el que contiene los resultados de rendimientos que se van a analizar.

1.1 Imprimación: Como el rendimiento del Carrotanque es muy alto y además este no trabaja todo el día, se hicieron las mediciones reportando las abscisas de inicio, final, se saco el área imprimada y el tiempo utilizado en este trabajo.

El formato utilizado fue el N° 1, en el que se anoto la fecha y luego se sumo toda la cantidad de obra que hizo en un día, para este dato ser anotado en el formato N°3.

1.2 Fresado: Se le hizo un seguimiento a la fresadora en donde se anotaba la cantidad de material fresado y el tiempo utilizado en este trabajo, en este ítem el rendimiento depende netamente de la Fresadora por esto el formato en el que se tomo la información fue el N° 2.

Los tiempos que se tomaron están en minutos, pero para registrarlos en el formato N° 3 se pasaron a horas.

1.3 Bases y subbases: Se utiliza el formato N° 1.

- **En Rosas – La Sierra:** Se anotaron las abscisas inicial y final de la obra, luego con la sección típica de la via se saca el volumen trabajado en el día.



- **En El Estrecho – Balboa:** En la mayoría de tramos el material estaba cubicado, es decir que se sabia que cantidad de material es necesario en cada tramo, por lo tanto en esos tramos se registraba el volumen.

1.4 Muros y Filtros: Se utilizo el formato N° 1, en donde se registraba el avance de obra diariamente, es decir se anoto cuantos días gastaba la cuadrilla en cada subactividad.

- **Excavación**
- **Formaleta**
- **Fundición**

Se tenia también la cantidad de obra total del muro o del filtro, para después de acabar todo el procedimiento, dividir la cantidad de obra entre los días gastados hasta la culminación de la obra.





**ANALISIS DE RENDIMIENTOS REALES DE MANO DE OBRA Y EQUIPO
EN OBRAS VIALES DEL DEPARTAMENTO DEL CAUCA EN EL AÑO 2006**

**INFORME DE PASANTIA
“ANALISIS DE RENDIMIENTOS REALES DE MANO DE OBRA Y EQUIPOS EN OBRAS VIALES DEL
DEPTO DEL CAUCA EN EL AÑO 2006”
NILSA ROCIO VILLOTA ROSERO Y ANDRES FELIPE MARTINEZ TEJADA**



