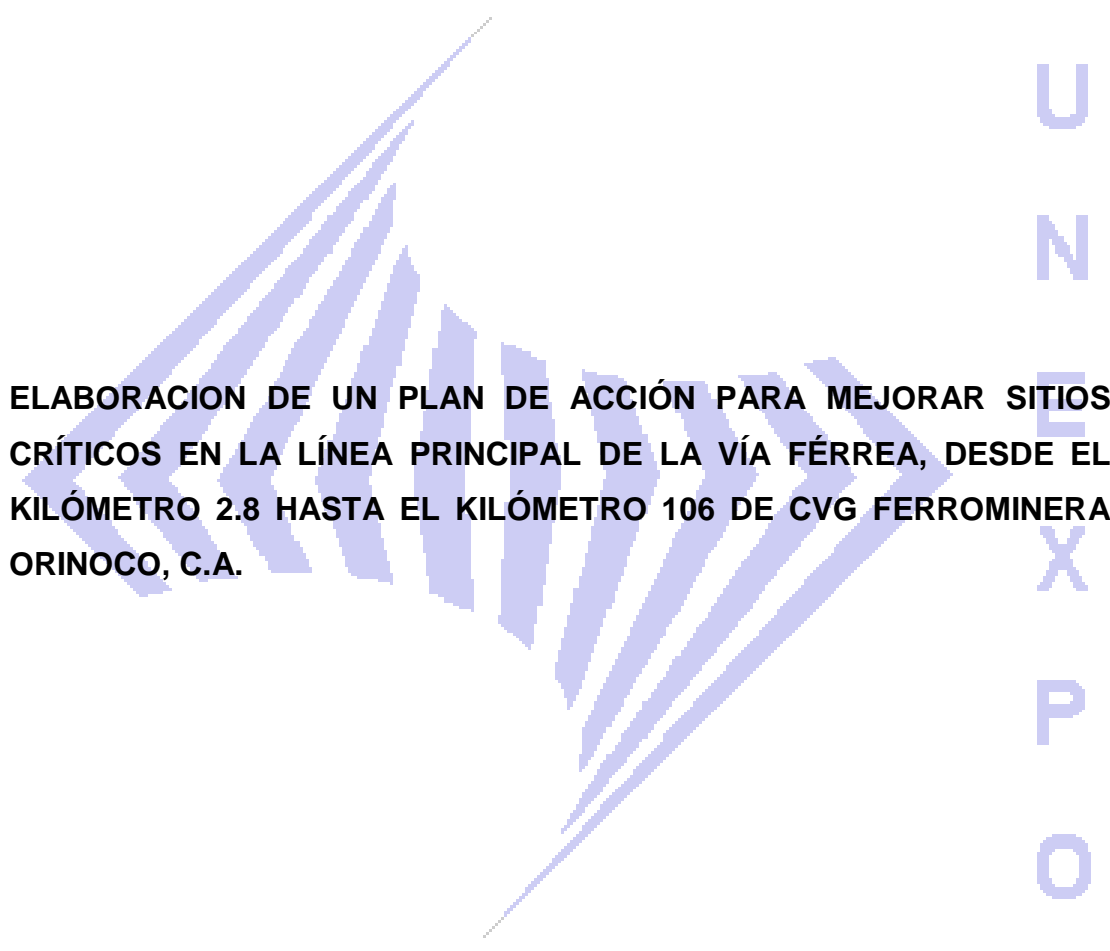



REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”
VICERRECTORADO PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
PRÁCTICA PROFESIONAL



**ELABORACION DE UN PLAN DE ACCIÓN PARA MEJORAR SITIOS
CRÍTICOS EN LA LÍNEA PRINCIPAL DE LA VÍA FÉRREA, DESDE EL
KILÓMETRO 2.8 HASTA EL KILÓMETRO 106 DE CVG FERROMINERA
ORINOCO, C.A.**

AUTOR.
MALAVÉ, JOSÉ
C.I: 21.248.880

CIUDAD GUAYANA, JUNIO DE 2013



**ELABORACION DE UN PLAN DE ACCIÓN PARA MEJORAR SITIOS
CRÍTICOS EN LA LÍNEA PRINCIPAL DE LA VÍA FÉRREA, DESDE EL
KILÓMETRO 2.8 HASTA EL KILÓMETRO 106 DE CVG FERROMINERA
ORINOCO, C.A.**


U
N
E
X
P
O

UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
"ANTONIO JOSÉ DE SUCRE"
VICERRECTORADO PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
PRÁCTICA PROFESIONAL


**ELABORACION DE UN PLAN DE ACCIÓN PARA
MEJORAR SITIOS CRÍTICOS EN LA LÍNEA
PRINCIPAL DE LA VÍA FÉRREA, DESDE EL
KILÓMETRO 2.8 HASTA EL KILÓMETRO 106 DE
CVG FERROMINERA ORINOCO, C.A.**

Br. José Malavé

Informe que se presenta ante el Departamento de Ingeniería Industrial del Vice-Rectorado Puerto Ordaz como requisito parcial para aprobar la Práctica Profesional.



Ing. Andrés Blanco
Tutor Académico



Ing. Julaida Piamo
Tutor Industrial

CIUDAD GUAYANA, JUNIO DE 2013.

MALAVÉ ROSAS JOSE MANUEL

Elaboración de un Plan de Acción para Mejorar Sitios Críticos en la Línea Principal de la Vía Férrea, desde el Kilómetro 2.8 hasta el Kilómetro 106 de CVG Ferrominera Orinoco, C.A.

Informe de práctica profesional

Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre”. Vice-Rectorado Puerto Ordaz. Departamento de Ingeniería Industrial.

Tutor Académico: Ing. Andrés Blanco

Tutor industrial: Ing. Julaida Piamo

Ciudad Guayana, Junio 2013

Capítulos: I. El Problema, II. Marco Referencial, III. Marco Metodológico, IV. Análisis y Resultados.



U
N
E
X
P
O

**UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
"ANTONIO JOSÉ DE SUCRE"
VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
PRÁCTICA PROFESIONAL**

ACTA DE APROBACIÓN

Quienes suscriben, miembros del jurado evaluador designados por el departamento de ingeniería industrial de la Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonio José de sucre", Vice-Rectorado Puerto Ordaz, para examinar el informe de práctica profesional presentado por la ciudadano José Manuel Malavé Rosas, con cédula de identidad n° 21.248.880 titulado **ELABORACION DE UN PLAN DE ACCIÓN PARA MEJORAR SITIOS CRÍTICOS EN LA LÍNEA PRINCIPAL DE LA VÍA FÉRREA, DESDE EL KILÓMETRO 2.8 HASTA EL KILÓMETRO 106 DE CVG FERROMINERA ORINOCO, C.A.**, consideramos que dicho informe cumple con los requisitos exigidos. A tal efecto, lo declaramos **APROBADO**. En Puerto Ordaz a los diez días del mes de Junio de dos mil trece.

Ing. Andrés Blanco
Tutor Académico

Ing. Julaida Piamo
Tutor Industrial

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico primero que nada a mi Dios porque me permite ver la luz y respirar el aire todos los días, por su infinita misericordia, por ser mi guía y cubrirme con su sangre preciosa en todo momento.

Se lo dedico de todo corazón a mi madre Carmen Rosas, por ser la persona que siempre estuvo ahí para apoyarme, aconsejarme y corregirme a cada instante, a mis dos padres Roberth Becerra y José Antonio Malavé porque siempre fueron sustento y me brindaron palabras sabias y alentadoras cuando quise desmayar.

A mis hermanos, Roberth David Becerra, Laura Becerra, José Antonio Malavé; Diego Malavé y Fiorella Malavé porque sirvieron de motivación para seguir siendo un ejemplo a seguir.

A toda mi familia, a todos aquellos los que creyeron en mí y a los que no también.

ESTO ES PARA USTEDES CON MUCHO AMOR...

AGRADECIMIENTOS

Quiero darle mis más sinceros agradecimientos primeramente a mi Dios todopoderoso, por darme sabiduría y entendimiento de lo alto, gracias por todo señor.

A mi madre Carmen Rosas, por todos los sacrificios que tuvo que hacer por mí, te lo retribuiré mama.

A mis dos padres, Roberth Becerra y José Antonio Malavé, siempre estuvieron ahí para brindar su apoyo y ayuda.

A mi abuela, Ambrosia Bethelmy por ser una mujer tan atenta, servicial y sabia.

Al Ing. Andrés Blanco, Sin su valiosa asistencia y orientación, este trabajo no se hubiese logrado. A pesar de todas tus ocupaciones siempre estuvo a la orden y dispuesto a sacar este trabajo adelante.

A la UNEXPO, mi alma máter, casa que me brindo la oportunidad de formarme como profesional y hogar de profesores como: Natasha A., Jairo P., Emerson S., Luis V., Lucymary A., Scandra M., y muchos más, que sin duda, aportan su granito de arena en nuestro crecimiento.

A mis amigos con los cuales compartí durante toda mi carrera momentos buenos y malos, pero siempre estuvieron ahí hasta el final:

Mario Cassiani, Alfredo Hernández, Paola y Johana Durango, Keyla Huertas, Nelson Castañeda, Noelibeth Leal, Rafael Macuarisma, Jesús

García, Jesús Farfán, Emidres Malpa Mil gracias a todos y cada uno se les quiere.

A CVG FERROMINERA ORINOCO C.A, por haberme dado la oportunidad de realizar mi trabajo de pasantía dentro de sus instalaciones, y poder desarrollar mi intelecto en el campo laboral.

A mi Tutora Industrial, Ingeniero Julaida Piamo, más que una tutora, una gran amiga, gracias por tus sabios consejos y porque dentro del gran trabajo que tienes, pudiste tomar un poco de tu tiempo para atender todas mis dudas, corregir mis errores y poder entregar un trabajo de calidad, siempre con una actitud positiva y servicial en todo momento.

A toda la Superintendencia de Conservación de Vías por apoyarme en este trabajo. A mis amigos y compañeros, en especial a: Wilfredo Boada, Luis Carelly, José Campos, Jesús Ortiz, Richard Rondón, Richard Yánez, Juvenal Rodríguez, Wuilman Rivera, Santiago Betancourt, ya que siempre estuvieron presentes para brindarme su apoyo y despejar dudas.

Y además de todas aquellas personas que en algún momento me brindaron su apoyo para la elaboración y culminación de este trabajo.



UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL
POLITÉCNICA
“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”
VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
PRÁCTICA PROFESIONAL

ELABORACION DE UN PLAN DE ACCIÓN PARA MEJORAR SITIOS CRÍTICOS EN LA LÍNEA PRINCIPAL DE LA VÍA FÉRREA, DESDE EL KILÓMETRO 2.8 HASTA EL KILÓMETRO 106 DE CVG FERROMINERA ORINOCO, C.A.

Autor: José Manuel Malavé Rosas

Tutor académico: Ing. Andrés Blanco

Tutor industrial: Ing. Julaida Piamo

Fecha: Junio 2013

RESUMEN

CVG FERROMINERA ORINOCO C.A. es una empresa del Estado Venezolano que se encarga de la explotación de mineral de hierro para abastecer a la industria siderúrgica tanto nacional como internacional. El Departamento de Mantenimiento de Vías y Estructuras adscrito a la Gerencia de Ferrocarril, garantiza el tráfico seguro de los trenes a través de la línea principal. Esta vía se ve sometida a grandes exigencias por lo que sino se cuenta con una Gestión de Mantenimiento oportuna, ocasionaría descarrilamientos, rápido deterioro de esta y una entrega inoportuna del mineral de hierro. En este proyecto se elaboro de un plan de acción para mejorar sitios críticos en la línea principal, con la finalidad de disminuir las condiciones de riesgo presentes, garantizando el estado óptimo de la vía. Se procedió a realizar inspecciones bajo el formato 4276 de toda la línea principal, se determinaron ocho sitios críticos que fueron identificados en el plano del sistema ferroviario, luego se procedió a desarrollar un plan de acción, determinándose así todas las acciones a realizar para recuperar los sitios en mal estado. De igual forma se sugiere una serie de estrategias de mejora, desarrolladas a través del análisis FODA.

Palabras claves: vía férrea, plan de acción, sitios críticos, durmientes, inspección, línea principal, formulario.

ÍNDICE GENERAL

CAPITULO	Página
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTOS	vii
RESUMEN	ix
EL PROBLEMA	3
1.1 Planteamiento del Problema	3
1.2 Objetivos de la investigación	6
1.2.1- Objetivo General.....	6
1.2.2- Objetivos Específicos	7
1.3 Justificación o importancia	7
1.4 Delimitación o alcance.....	8
MARCO REFERENCIAL	9
2.1 Descripción de la empresa	9
Antecedentes de la Empresa	10
Objetivos de la Empresa	12
General	12
Específicos	12
Funciones de la empresa.....	13
Misión	13
Visión	14
Ubicación y descripción de la empresa.....	14
Políticas de la Empresa	15

Política de Calidad	15
Objetivos de la Calidad	15
Política de Higiene y Seguridad	16
Política Ambiental	16
Certificaciones	17
Organigrama de la Empresa	17
2.2 Descripción del área de pasantía y trabajo asignado	19
Gerencia de ferrocarril	19
Alcance funcional de la Gerencia de Ferrocarril	19
Superintendencias de la Gerencia de Ferrocarril.....	20
Superintendencia de Mantenimiento de Vías y Estructuras.....	22
Supervisión de Conservación de Vías	22
Trabajo asignado	24
2.3 Descripción del proceso	24
2.4 Glosario de términos	26
MARCO METODOLOGICO.....	30
3.1 Actividades ejecutadas.....	30
3.2 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	33
Formulario 4276.....	33
Observación directa	34
Planos del sistema ferroviario	34
Metro.....	35
Tabla con gancho	35
Espray de color	35

Radio walkie-talkie	35
Bolígrafos y lápices	36
Material bibliográfico	36
3.3 Procesamiento de la información	36
3.4 Tipos de análisis	37
ANALISIS Y RESULTADOS	38
4.1 Ubicación de sitios críticos en el sistema ferroviario	38
4.2 Realización de inspecciones	40
4.3 Plan de acción	70
4.4 Análisis FODA	79
CONCLUSIONES	83
RECOMENDACIONES	85
BIBLIOGRAFIA	87

ÍNDICE DE TABLAS

Nº	Página
Tabla 1. Actividades ejecutadas	31
Tabla 2. Formulario de Inspección del Km 2.8 al 19	41
Tabla 3. Porcentajes y frecuencia de elementos dañados o faltantes del km 2.8 al 5	42
Tabla 4. Porcentajes y frecuencia de elementos dañados o faltantes del km 7.5 al 9	44
Tabla 5. Porcentajes y frecuencia de elementos dañados o faltantes del km 16 al 16.5	46
Tabla 6. Formulario de inspección del Km 40 al 60	48
Tabla 7. Formulario de inspección del Km 61.9 al 65.5	49
Tabla 8. Porcentajes y frecuencia de elementos dañados o faltantes del km 40.5 al 41.5	50
Tabla 9. Porcentajes y frecuencia de elementos dañados o faltantes del km 59 al 63	52
Tabla 10. Formulario de inspección del Km 67 al 69	55
Tabla 11. Porcentajes y frecuencia de elementos dañados o faltantes del km 66 al 69	56
Tabla 12. Formulario de inspección del Km 75 al 78	59
Tabla 13. Formulario de inspección del Km 78 al 80	60
Tabla 14. Porcentajes y frecuencia de elementos dañados o faltantes del km 75.5 al 80	61
Tabla 15. Formulario de inspección del Km 80.5 al 81	64

Tabla 16. Formulario de inspección del Km 81 al 82.5	65
Tabla 17. Porcentajes y frecuencia de elementos dañados o faltantes del km 80.5 al 82	66
Tabla 18. Plan de acción.....	71
Tabla 19. Duración de plan de acción.....	76
Tabla 20. Analisis FODA.....	79

ÍNDICE DE GRAFICOS

Nº	Página
Grafico 1. Elementos dañados o faltantes del km 2.8 al 5	43
Grafico 2. Elementos dañados o faltantes del km 7.5 al 9	45
Grafico 3. Elementos dañados o faltantes del Km 16 al 16.5.....	47
Grafico 4. Elementos dañados o faltantes del Km 40.5 al 41.5.....	51
Grafico 5. Elementos dañados o faltantes del Km 59 al 63	53
Grafico 6. Elementos dañados o faltantes del Km 66 al 69	57
Grafico 7. Elementos dañados o faltantes del Km 75.5 al 80.....	62
Grafico 8. Elementos dañados o faltantes del Km 80.5 al 82.....	67

ÍNDICE DE FIGURAS

Nº	Página
Figura 1. Ubicación geográfica de CVG Ferrominera Orinoco C.A.....	14
Figura 2. Estructura organizativa CVG Ferrominera Orinoco.....	18
Figura 3. Estructura organizativa Gerencia de Ferrocarril	21
Figura 4. Estructura organizativa jefatura de área de conservación de vías y mantenimiento de equipos ferroviarios	23
Figura 5. Diagrama de Gantt de las actividades ejecutadas	32
Figura 6. Ubicación de sitios críticos en el sistema ferroviario de CVG Ferrominera Orinoco.....	39
Figura 7. Diagrama de Gantt de plan de acción.....	77

INTRODUCCION

La Superintendencia de Mantenimiento de Vías y Estructuras, se encuentra adscrita a la Gerencia de Ferrocarril de la empresa C.V.G Ferrominera del Orinoco C.A. Tiene como misión conservar en condiciones optimas las vías férreas desde el kilometro 2,8 hasta el kilometro 106 respectivamente. Para cumplir con su mision, es necesario realizar acciones que permitan el trafico seguro y continuo de los trenes, y asi garantizar el suministro de mineral fino, grueso y derivados, a clientes internos y externos. Para ello se diseñar un plan que permita atacar los sitios considerados criticos, donde se encuentran las principales reducciones de velocidad debido a que según las inspecciones estan fuera de norma.

A través de este plan, se lograra orientar a cada uno de los trabajadores pertenecientes a las cuadrillas de mantenimiento la forma eficaz de realizar la recuperación de zonas críticas de la línea principal, puesto que se especificaría de forma muy clara, como, cuando y donde se debería aplicar. Esto permitirá que los trabajos de recuperación se ejecuten en cortos plazos y de la mejor forma, reduciendo considerablemente las paradas y de esta manera haya un fluido tráfico ferroviario. Cabe destacar que con las vías en excelentes condiciones se evitarían descarrilamientos de las locomotoras y vagones, que representa una pérdida de materia prima, locomotoras y tiempo, en otras palabras, una cuantiosa perdida de dinero.

El siguiente trabajo presenta su estructura de la siguiente manera: **CAPITULO I:** Presenta el planteamiento del problema, el objetivo general y los específicos, justificación, alcance y limitaciones del proyecto. **CAPITULO II:** Marco Referencial, se explican los antecedentes, bases teóricas y referencias sobre las que se basa la investigación. **CAPITULO III:** Marco

Metodológico, explica cada una de las actividades realizadas en este trabajo, técnicas para la recopilación de información y como se proceso esta información recolectada. **CAPITULO IV:** Presentación y análisis de resultados, conclusiones y recomendaciones planteadas.

CAPITULO I

EL PROBLEMA

Es necesario explicar de forma clara y detallada cual fue la situación problema tratada, es por ello que en este capítulo se formula el planteamiento de dicho problema, el objetivo general de la investigación y cada uno de los objetivos específicos que ayudaron a alcanzar las metas establecidas. También se demuestra la importancia de la ejecución del proyecto, y por último se especifica el lugar donde se realizó.

1.1 Planteamiento del Problema

CVG FERROMINERA ORINOCO, se encuentra localizada en la región Guayana, en Puerto Ordaz. Es una empresa comercial y pública que tiene como función explorar, extraer, procesar y suministrar mineral de hierro y derivados con productividad, calidad y competitividad; de forma sostenible, para abastecer oportunamente a la industria siderúrgica nacional y aquellos mercados internacionales que resulten económicos, estratégicamente atractivos; garantizando la responsabilidad de la empresa y contribuyendo al desarrollo económico del país.

Esta es una empresa del Estado Venezolano encargada de la explotación de hierro y que reafirma su papel como impulsora del desarrollo en la región y el país, mediante el suministro de mineral de hierro al sector

ferro siderúrgico nacional, empresas briqueteras localizadas en Guayana y la promoción de estrategias para añadir valor al mineral. Orientada a la producción y comercialización de mineral de hierro; El proceso da inicio con la extracción, seguidamente procesamiento y finaliza con el servicio de entrega, para de esta forma suministrar el mineral de hierro tanto fino, grueso y derivados; como lo son: pellas y briquetas.

Dentro de su estructura la empresa cuenta con distintas Gerencias cada una con su alcance funcional, siendo la Gerencia de Ferrocarril la encargada de transporte del mineral fino y grueso, pellas y briquetas hacia los diferentes destinos según el itinerario preestablecido. Esta Gerencia a su vez, está formada por seis (6) Superintendencias como lo son: Operaciones Ferroviarias Puerto Ordaz y Ciudad Piar, Mantenimiento de Señales, Talleres Generales, Planificación y Control y por último Mantenimiento de Vías y Estructuras. Esta última la encargada de garantizar el tráfico seguro de trenes a través de la ejecución de los programas de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo.

Las actividades que forman parte esencial del programa de mantenimiento preventivo son: Nivelación-Alineación, Regulación de Balasto, Inspección de Cambiavías, Inspección de curvas con perfilógrafo, Inspección de Puentes Ferroviarios, Inspección en Locomotora, Inspección en vehículo Alto Riel y la Inspección de la Vía férrea a pie. En esta última, se hace una inspección minuciosa del estado de los componentes de la vía (rieles, durmientes, balasto, fijaciones, geometría, trocha, pernos, eclisas) para que de esta manera se tomen las acciones preventivas como correctivas a fin de minimizar desperfectos que puedan originar un accidente ferroviario.

El constante tráfico de locomotoras de gran envergadura y peso someten a la línea principal de la vía férrea, que obviamente es la más concurrida, a

grandes esfuerzos que ocasionan el deterioro y por consiguiente que tramos de la vía se encuentren realmente en estado crítico. Esta situación ha sido así desde siempre y anteriormente se habían ejecutado planes de mejoramiento sobre los espacios críticos pero sin seguir la metodología adecuada, donde se explique de manera clara y específica de lo que se debe realizar y así poder tener una referencia de cómo, cuándo, dónde y mediante que medios se deben atacar estas zonas en mal estado.

A medida que la Superintendencia de Mantenimiento de Vías y Estructuras realiza las inspecciones diarias se puede observar una creciente problemática, trechos de vía férrea (desde el Km 2.8 hasta el Km 106) que se encuentran en muy mal estado por lo que es necesario su pronta corrección. Mientras esto ocurre, es necesaria la implementación de un plan de acción que le permita actuar de forma correcta, rápida y eficaz para que dichas vías se mantengan en mejores condiciones, minimizando riesgos que den a lugar algún accidente ferroviario.

La problemática planteada puede tener origen en las siguientes causas, no contar con los materiales para rehabilitar la vía, como lo son rieles, durmientes, pernos, placas de asiento, entre otros, ya sea porque no se tengan los recursos para adquirirlos, existan demoras en los pedidos o no se cuenten con los equipos necesarios para transportarlos. Es posible que se requiera mayor número de mano de obra, maquinarias y equipos para cubrir más espacios deteriorados al mismo tiempo y de una manera más rápida. Las vías de acceso hacia la línea principal son terrenos escabrosos y llenos de maleza lo que puede dificultar y demorar la llegada de las diferentes cuadrillas de mantenimiento.

Esta situación ocasiona las siguientes consecuencias, agrava el deterioro de los sitios críticos, es decir, aumenta el número de fracturas de rieles,

desprendimiento de pernos y placas de asiento, y ruptura de durmientes; a medida que pasa el tiempo estos desperfectos se pueden extender hacia tramos de vía recientemente rehabilitados. Dilatación y contracción de los rieles provocando accidentes ferroviarios. Contaminación del balasto con mineral de hierro, generando así la necesidad de sustituirlo inmediatamente.

De no atacar esta problemática de forma rápida podrían ocurrir múltiples descarrilamientos de las locomotoras y vagones que se encargan de transportar el mineral de hierro, generando así pérdidas monetarias para la empresa, puesto que se desperdiciaría gran cantidad del mineral ocasionando de esta manera retrasos con la llegada de la materia prima, afectando el proceso productivo. Por otra parte y lo más importante es que no sucedan pérdidas humanas y materiales significativos.

De la misma forma es importante saber si: ¿se pueden rehabilitar estos caminos deteriorados?; ¿se puede llegar a dichos trechos para realizar las inspecciones, observaciones y diagnósticos?; ¿se cuenta con los materiales y equipos para realizar la recuperación?; y por último, ¿es factible que la empresa aplique un plan de acciones? Todas estas son interrogantes que se deben tomar en cuenta.

1.2 Objetivos de la investigación

1.2.1- Objetivo General

Elaborar un plan de acción para mejorar sitios críticos en la línea principal de la vía férrea, desde el kilometro 2.8 hasta el kilometro 106 de CVG Ferrominera Orinoco.

1.2.2- Objetivos Específicos

1. Consultar mapas, gráficos e ilustraciones que permitan conocer más a fondo el sistema ferroviario de CVG Ferrominera Orinoco.
2. Realizar las inspecciones a pie, bajo el formato 4276 de los sitios críticos del tramo desde el kilometro 2.8 al kilometro 106.
3. Determinar elementos y condiciones críticas detectadas durante las inspecciones.
4. Desarrollar un plan de acción, el cual va a contener herramientas, materiales, equipos y mano de obra a utilizar.
5. Formular estrategias de mejora para optimizar la gestión de mantenimiento de vías, aplicando el análisis FODA.

1.3 Justificación o importancia

El presente trabajo de investigación permitiría orientar a cada uno de los trabajadores pertenecientes a las cuadrillas de mantenimiento la forma correcta y esquematizada de realizar la recuperación de zonas críticas de la línea principal, puesto que se especificaría de forma muy clara cada uno de los equipos, herramientas, formas y mano de obra necesaria.

Todo esto admitiría que los trabajos de recuperación se ejecuten en cortos plazos y de la mejor forma, reduciendo considerablemente las paradas y de esta manera haya un fluido tráfico ferroviario. Cabe destacar que con las vías en excelentes condiciones se sortearían descarrilamientos de las

locomotoras y vagones, que como se menciona anteriormente representa una pérdida de materia prima, locomotoras, tiempo y hasta vidas, que es lo mismo decir perdida de dinero.

1.4 Delimitación o alcance

La investigación se desarrolló en la Superintendencia de Mantenimiento de Vías y Estructuras, en la Supervisión de Conservación de Vías específicamente perteneciente a la Gerencia de Ferrocarril, la cual se realizó en unas 16 semanas aproximadamente, desde el día 19 de noviembre del 2012 hasta el 19 de marzo del 2013, con la finalidad de elaborar un plan de acción para mejorar sitios críticos en la línea principal de la vía férrea.

CAPITULO II

MARCO REFERENCIAL

Si se quiere conocer más a fondo sobre la investigación se debe tener una serie de fundamentos o bases teóricas que nos ayuden a su comprensión. Primeramente una breve descripción de la empresa, seguido a esto hay que describir el área de pasantía y trabajo asignado, descripción del proceso donde se realiza el trabajo y un glosario de términos donde se explica los elementos más mencionados en este proyecto.

2.1 Descripción de la empresa

Ferrominera Orinoco, C.A, es una empresa del Estado, la cual se dedica a la extracción, procesamiento, comercialización y venta de mineral de hierro y sus derivados en el territorio venezolano, donde proveemos a una acería y cinco plantas de reducción directa y exportamos a diversos países ubicados en Europa, Asia y América Latina. Tiene una capacidad instalada de producción de 25 millones de toneladas por año y una explotación constante en nuestras minas a cielo abierto, ubicadas en el Estado Bolívar.

Contamos con una Estación de Transferencia de mineral ubicada en Boca de Serpientes, frente al Delta del río Orinoco en el Océano Atlántico, que puede almacenar hasta 180 mil toneladas métricas de mineral, lo cual le permite una capacidad de transferencia anual del orden de 6,5 millones

de toneladas. Así mismo, operamos una red ferroviaria de 320 kilómetros. Experiencia, calidad y responsabilidad social hacen de CVG Ferrominera Orinoco pilar fundamental de la industria ferro siderúrgica nacional, garantizando el crecimiento de la cadena productiva del acero.

Antecedentes de la Empresa

En 1975, se nacionaliza la industria del hierro en Venezuela. Se revocan las concesiones mineras a las transnacionales Iron Mines Company y Orinoco Mining Company, y de la fusión de estas dos ex concesionarias se constituye CVG Ferrominera Orinoco. Para 1976, inicia operaciones CVG Ferrominera Orinoco. Y al año siguiente, se inicia la producción de mineral en el yacimiento San Isidro.

En el año 1990, reinicia operaciones la antigua Planta de Briquetas HIB, bajo tecnología Midrex. Las divisiones Pao y Piar de CVG Ferrominera alcanzan su máxima producción conjunta, con 20,3 millones de toneladas. Ya en 1993, inicia operaciones la Planta de Trituración Los Barrancos, en la mina Los Barrancos. Y al año siguiente se dio inicio de operaciones a la Planta de Pellas de CVG Ferrominera.

En 1995, se inicia la ampliación de la planta de Procesamiento de Mineral de Hierro en Puerto Ordaz y comienza la ejecución del Programa de Adecuación Ambiental de la empresa. Y al año siguiente se ejecuta el Proyecto de Recuperación Ambiental en El Pao.

Luego en 1998, CVG Ferrominera Orinoco es certificada con la norma ISO 9002:95. La planta de Procesamiento de Mineral de Hierro eleva su capacidad a 25 millones de toneladas anuales. Y en 1999, se presenta el

proyecto para la construcción de la Planta Piloto de Concentración en Ciudad Piar.

En el 2000, es modernizado el sistema de tráfico centralizado de trenes. Se efectúa el último embarque de mineral grueso desde el muelle de Palúa. Para el año 2001, CVG Ferrominera alcanza récord de producción de 18,4 millones de toneladas en la división Piar. Y comienzan las pruebas en el separador magnético de la Planta Piloto de Concentración. Entra en funcionamiento la variante Caruachi, nuevo trazado de la vía férrea.

En 2003, se logra nuevo récord histórico de producción para CVG Ferrominera, al llegar a 19,2 millones de toneladas. Se firma el contrato para la ejecución de obras del sistema de aducción de la Planta de Concentración de Cuarcitas Friables. Avanza el proyecto Sistema Humectante de Polvo en la Planta de Secado de Puerto Ordaz.

En el año 2005, el Gobierno Bolivariano crea, mediante decreto No. 3.146 de fecha 11 de enero de 2005, el Ministerio de Industrias Básicas y Minería (MIBAM). La Corporación Venezolana de Guayana es adscrita, junto con CVG Ferrominera Orinoco y el resto de empresas tuteladas, a este despacho ministerial.

En 2006, El Presidente de la República Bolivariana de Venezuela, coloca la piedra fundacional del núcleo de desarrollo endógeno industrializante “Ciudad del Acero”, a construirse en el área de Ciudad Piar. La empresa impone un nuevo récord de producción, luego de obtener 22,1 millones de toneladas.

Para el 2007, la industria del hierro pone en funcionamiento la primera fase de la Planta de Concentración de Mineral de Hierro, la cual consta de

una estación de carga y descarga, sistema de manejo de mineral y patios de apilamiento. Asimismo, arranca de manera inmediata la segunda etapa de este importante proyecto que contempla culminarse en el 2009. CVG Ferrominera Orinoco asume la administración y operación de la Planta de Briquetas de la Corporación Venezolana de Guayana, operada anteriormente por una filial de la trasnacional japonesa Kobe Steel.

Y en el año 2008, CVG Ferrominera inicia la administración total de la Planta de Pellas (antigua Toppca), incluyendo la absorción de todos sus trabajadores. La medida permite continuar contribuyendo con el crecimiento económico del sector hierro y acero en Guayana, la agregación de valor a la materia prima, y el fortalecimiento de la industria del hierro como presiderúrgica.

Objetivos de la Empresa

General

Extraer, procesar y suministrar el mineral de hierro con calidad y en la oportunidad requerida para la satisfacción de los clientes, haciéndose más competitivos a través de los mejoramientos continuos de sus procesos soportados en el sistema de calidad certificado conforme a la NVC-ISO 9002-1995.

Específicos

- Explorar, explotar y procesar el mineral de todos sus yacimientos, con el fin de obtener un máximo aprovechamiento de recursos mineros existentes.

- Comercializar sus productos tanto a nivel nacional como internacional.
- Suministrar oportunamente los volúmenes de mineral de hierro demandado los clientes.
- Mantener un programa de capacitación desarrollo y motivación del personal para los mejoramientos continuos de sus procesos.
- Aumentar el valor agregado nacional y asegurar la disponibilidad del material para el desarrollo siderúrgico nacional.

Funciones de la empresa

- Cumplir con los programas de producción y despacho que permita satisfacer los volúmenes requerido por los clientes.
- Satisfacer los requisitos de calidad de los productos exigido por los clientes.
- Suministrar oportunamente los volúmenes del mineral demandado por nuestros clientes.
- Mantener un programa de capacitación, desarrollo y motivación del personal para el mejoramiento continuo de sus procesos.

Misión

Explotar la industria del mineral de hierro y derivados con productividad, calidad y sustentabilidad, para abastecer en forma suficiente y oportuna la industria siderúrgica nacional y aquellos mercados que resulten estratégicamente atractivos, garantizando la rentabilidad de la empresa, fomentando la responsabilidad social y el desarrollo endógeno del país.

Visión

Ser la empresa base del desarrollo siderúrgico del país coadyuvando al bienestar de sus trabajadores, comunidad y accionistas, siendo referencia mundial de éxito del nuevo modelo socio productivo.

Ubicación y descripción de la empresa

Se encuentra ubicada en Venezuela (América del Sur), específicamente en el Estado Bolívar, cuenta con dos centros de operaciones, Ciudad Piar donde se encuentra los principales yacimiento del mineral de hierro y Puerto Ordaz donde se encuentras la planta del procesamiento del mineral de hierro y las oficinas principales. La CVG Ferrominera Orinoco, C.A., es una empresa encargada de exportar, procesar y comercializar el mineral de hierro con la calidad requerida a nivel nacional e internacional. (Ver figura 1)



Figura1.Ubicación geográfica de CVG FERROMINERA ORINOCO C.A

Fuente: Intranet

Políticas de la Empresa

Dentro del marco que guía la gestión en todos los niveles de la organización, C.V.G. Ferrominera Orinoco, C.A. ha definido e implantado sus políticas en materia de Calidad, Ambiente e Higiene y Seguridad, para asegurar la satisfacción de sus clientes, la preservación de la salud de sus trabajadores y del medio ambiente.

Política de Calidad

Su política es extraer, procesar y suministrar mineral de hierro, cumpliendo con los requisitos acordados con nuestros clientes y mejorando continuamente la eficiencia del sistema de gestión de la calidad de la gestión.

Objetivos de la Calidad

- Cumplir con los programas de producción y despacho que permitan satisfacer los volúmenes requeridos por nuestros clientes.
- Satisfacer los requisitos de calidad del producto exigidos por los clientes.
- Suministrar oportunamente los volúmenes de mineral de hierro demandados por nuestros clientes.
- Mantener un programa de capacitación, desarrollo y motivación del personal para el mejoramiento continuo de sus procesos.

Política de Higiene y Seguridad

Es política de CVG Ferrominera Orinoco asegurar la ejecución de sus actividades en forma óptima de Higiene y Seguridad Industrial, manteniendo un ambiente de trabajo que garantice la integridad física y mental de sus trabajadores y su mayor productividad. Para cumplir esta política la Gerencia debe planificar y perfeccionar la metodología de trabajo, la supervisión, garantizar el cumplimiento de todas las normas, procedimientos y condiciones de seguridad establecidas por la empresa, y cada trabajador es responsable por conocer y atender rigurosamente los métodos seguros generales y específicos de su área de trabajo.

Política Ambiental

CVG Ferrominera Orinoco C.A., reconoce que la preservación del medio ambiente es una necesidad básica y por ello asume los siguientes compromisos:

- Establecer y revisar periódica, objetivos y metas que permitan instalar y mejorar continuamente el Sistemas de Gestión Ambiental según los requerimientos de la Norma COVENIN ISO 14001.
- Exigir un adecuado desempeño ambiental a nuestros proveedores de bienes y servicios.
- Educar, entrenar y motivar a todo el personal de la organización para que adopte prácticas compatibles con la prevención de la contaminación.
- Identificar los aspectos ambientales significativos de sus actividades, productos y servicios, a fin de diseñar acciones tendientes a prevenir, mitigar y controlar los impactos ambientales

significativos y asegurar los niveles de calidad ambiental exigidos en la Legislación ambiental Vigente.

Certificaciones

CVG Ferrominera Orinoco C.A. tiene establecido y mantiene un sistema de la calidad certificado en conformidad con los requerimientos de la Norma Venezolana Covenin-ISO 9002:1995, otorgado por el fondo para la Normalización y Certificación de calidad (FONDONORMA) el día 09 de julio de 1998. El alcance de la certificación cubre el proceso de extracción, transporte y procesamiento de mineral de hierro fino y grueso. De esta manera CVG Ferrominera Orinoco C.A. fortalece su organización.

Organigrama de la Empresa

CVG Ferrominera Orinoco C.A. es una empresa que cuenta con un personal gerencial, técnico y obrero que está por el orden de las 3.700 personas y una estructura organizativa que se describe a continuación en la figura 2:

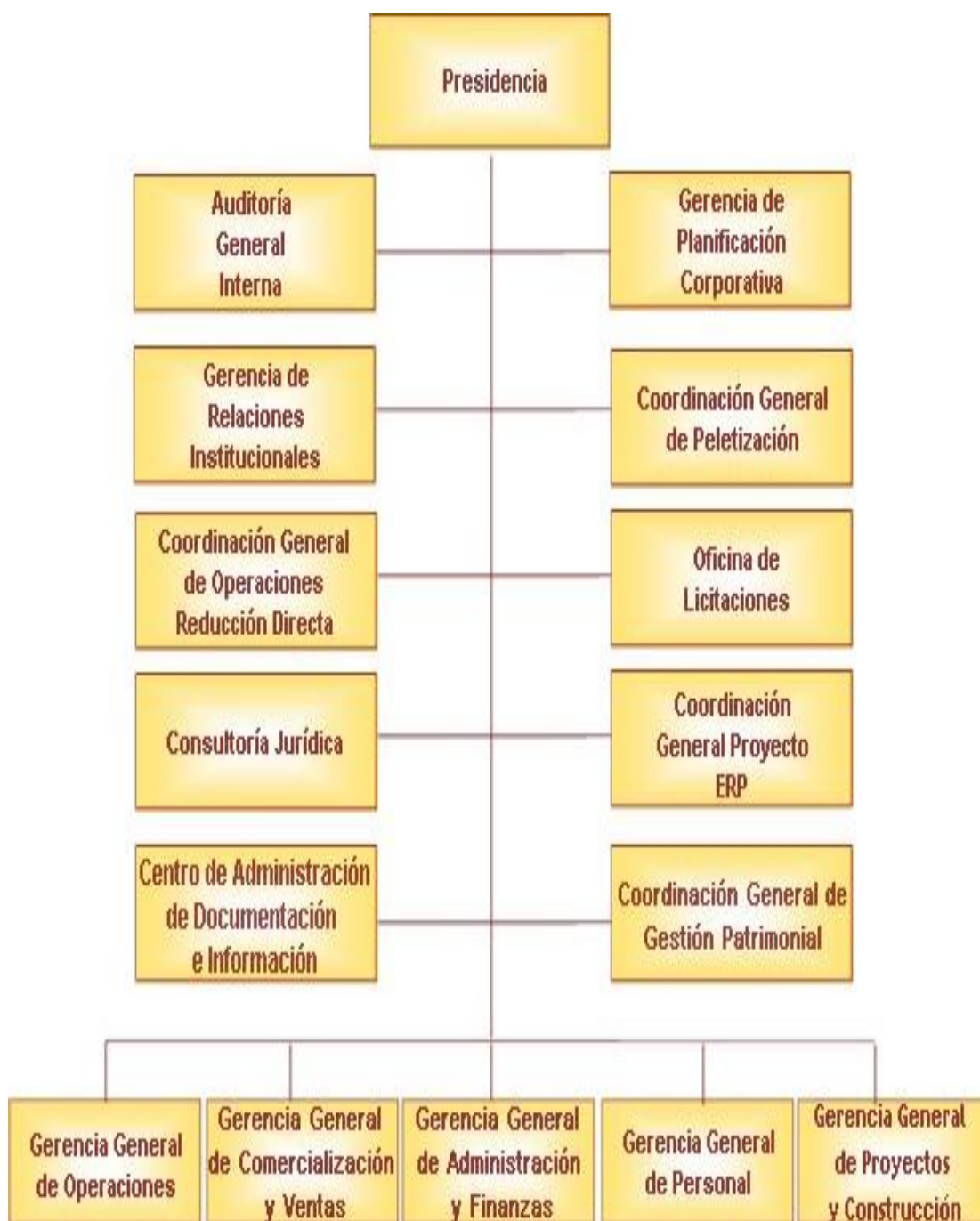


Figura 2. Estructura organizativa CVG Ferrominera Orinoco

Fuente: Intranet

2.2 Descripción del área de pasantía y trabajo asignado

Gerencia de ferrocarril

Coordinara y atiende el servicio de movilización oportuna del mineral de hierro, derivados y demás materiales susceptibles, y económicamente, al transporte ferroviario entre los centros productivos de la empresa, los clientes y proveedores que estén dentro del ámbito industrial matanzas. El Departamento de Mantenimiento de Vías y Estructuras, garantiza el tráfico seguro de los trenes a través del mantenimiento preventivo y correctivo oportuno.

Alcance funcional de la Gerencia de Ferrocarril

- ✓ Garantizar la ejecución de los programas de transporte de mineral de hierro y demás productos, desde las minas y plantas, hasta los centros de procesamiento, clientes o sitios de embarque.
- ✓ Garantizar el mantenimiento del sistema de control del tráfico de trenes.
- ✓ Garantizar el mantenimiento de las flotas de locomotoras y vagones de la empresa.
- ✓ Garantizar el mantenimiento de las vías férreas de la empresa.
- ✓ Garantizar la administración responsable de los recursos asignados.
- ✓ Garantizar la aplicación de las especificaciones establecidas en la NORMA COVENIN-ISO 9002.
- ✓ Asegurar la aplicación de la normativa establecida en materia de control ambiental y seguridad industrial.

Superintendencias de la Gerencia de Ferrocarril

La gerencia de ferrocarril esta subdividida en seis (6) superintendencias las cuales son: (Ver figura 3)

- ✓ Superintendencia de mantenimiento de vías y estructuras: tiene como misión asegurar la ejecución de los planes de construcción y mantenimiento de las vías férreas de la empresa.
- ✓ Superintendencia de talleres generales: tiene como misión el cumplimiento de los programas de mantenimiento preventivo y/o correctivo de la flota de locomotoras y vagones que posea la empresa.
- ✓ Superintendencia de operaciones ferroviarias Puerto Ordaz: tiene como misión asegurar el traslado oportuno del mineral de hierro desde las minas y plantas, hasta los centros de procesamiento, clientes o sitios de embarque.
- ✓ Superintendencia de operaciones ferroviarias Ciudad Piar: tiene como misión asegurar el traslado oportuno del mineral de hierro desde las minas y plantas, hasta los centros de procesamiento, clientes o sitios de embarque.
- ✓ Superintendencia de planificación y control: tiene como misión elaborar y notificar los planes semanales y mensuales de mantenimiento.
- ✓ Superintendencia de mantenimiento de señales: tiene como misión asegurar el cumplimiento de los programas de mantenimiento del sistema de señalización ferroviaria.

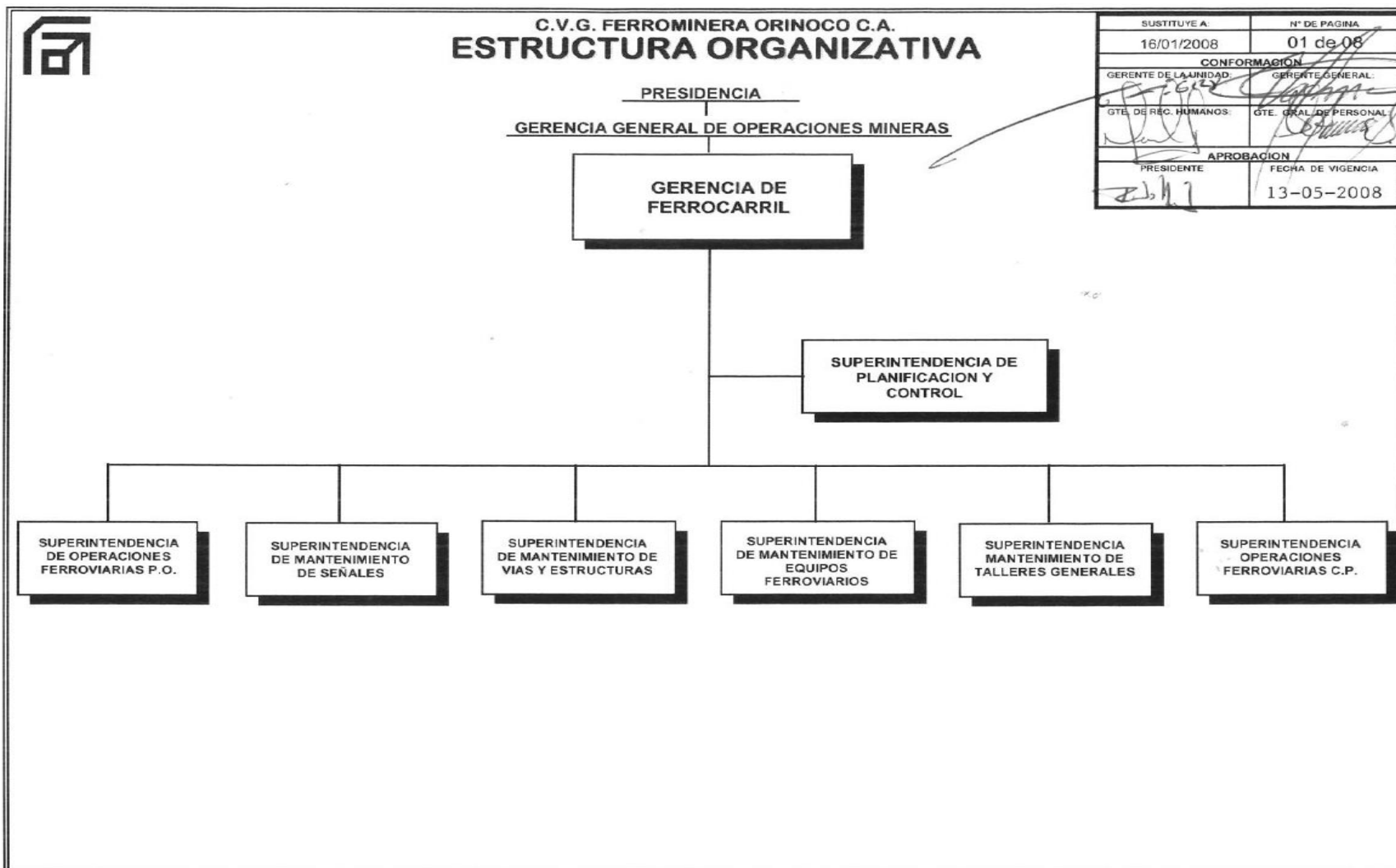


Figura 3. Estructura organizativa Gerencia de Ferrocarril

Fuente: Intranet

Superintendencia de Mantenimiento de Vías y Estructuras

Como se pudo apreciar anteriormente esta superintendencia está adscrita a la gerencia de ferrocarril y tiene como misión establecer normas, procedimientos y controles que regulen el mantenimiento preventivo y la ejecución del mantenimiento correctivo de la vía férrea. Para que de esta manera se puedan evitar y minimizar accidentes ferroviarios.

Supervisión de Conservación de Vías

Con más detalle se encuentra el ya mencionado departamento, en el cual se está realizando la presente investigación y cuyas principales funciones son:

- ✓ Programar y dirigir las actividades de conservación de vías, para que, se realicen en el tiempo establecido con el propósito de asegurar la disponibilidad de la vía férrea.
- ✓ Organizar y realizar inspecciones a la vía férrea a pie, en vehículos alto riel y/o locomotoras conjunta o individualmente con la jefatura de área de mantenimiento de vías y estructuras.
- ✓ Elaborar diariamente órdenes de trabajo de la supervisión de conservación de vías conjuntamente con la unidad de planificación.

A continuación se presenta como se encuentra distribuida dicha Superintendencia: (Ver figura 4)

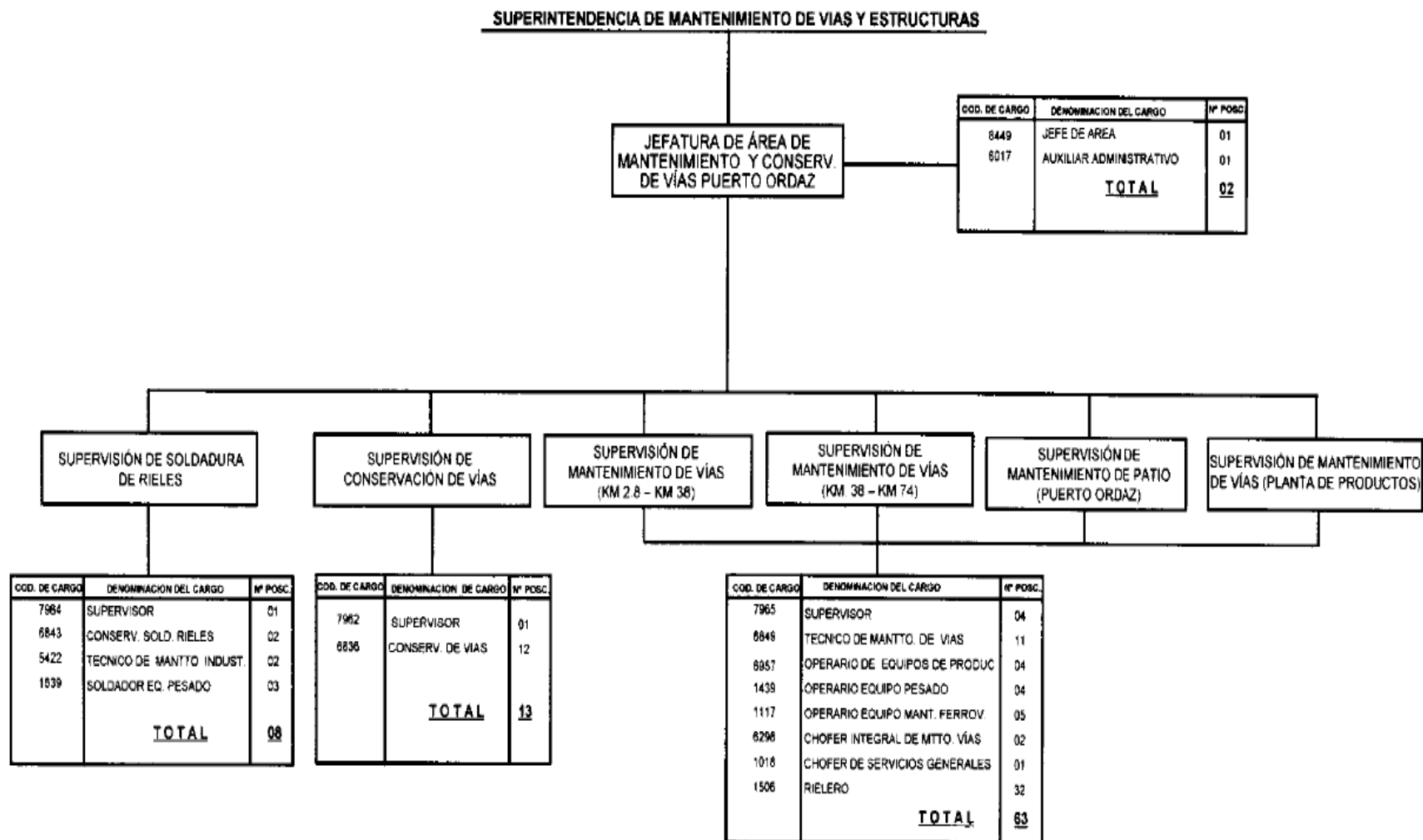


Figura 4. Estructura organizativa jefatura de área de conservación de vías y mantenimiento de equipos ferroviarios

Fuente: Intranet

Trabajo asignado

Como se pudo observar anteriormente la jefatura de conservación de vías y mantenimiento de equipos ferroviarios, tiene como función principal la de mantener en estado optimo la vía férrea para el tráfico seguro de trenes, es por ello que se requiere elaborar un plan de acción para mejorar sitios críticos en la línea principal de la vía férrea, desde el kilometro 2.8 hasta el kilometro 106 de CVG Ferrominera Orinoco, para de esta forma asegurar la disponibilidad de dicha línea.

2.3 Descripción del proceso

La jefatura de conservación de vías y mantenimiento de equipos ferroviarios utiliza una serie de procedimientos, equipos y materiales, para mantener a tono la línea principal de vía férrea:

1. Primeramente se realiza diversos tipos de inspecciones, siendo la más rutinaria la inspección a pie, donde se visualiza de una forma muy detallada la cantidad de durmientes rotos, rieles fracturados, achatados y/o corrugados, fijaciones sueltas, entre otros aspectos. Los cuales son documentados bajo el formulario 4276.
2. También se realizan inspecciones en HY – RAIL, donde se efectúa lo que ya se expuso anteriormente, pero no se puede observar de forma tan detallada.
3. Otro tipo sería la que se realiza con carro detector magnético y ultrasónico, los cuales se utilizan con la misma finalidad, la de detectar

fisuras internas de los rieles y de esta manera puedan ser reemplazados.

4. Por último se hace una inspección de las curvas, para tomar el perfil del desgaste y achatamiento del riel, que se ejecuta a través de un perfilografo.
5. A medida que se van realizando este tipo de inspecciones por parte del equipo de Conservación de Vías, se van enviando informes o notificaciones a la superintendencia de mantenimiento de vías y estructuras sobre los sitios en mal estado, para su posterior corrección.
6. Dicha superintendencia se encarga de ejecutar la recuperación, sustituyendo durmientes, balasto, rieles, fijaciones, pernos, eclisas, geometría, trochas y todos los componentes de vía férrea que sean necesarios reemplazar o corregir.
7. El acabado final lo realizan los conservadores de vías, a través de un balastero que se encarga de conformar y perfilar el balasto y una maquina de nivelación y alineación marca PLASSER & THEURER, Modelo 08 – 3S, la cual se utiliza para nivelar, alinear y dar la geometría final a la vía férrea.

2.4 Glosario de términos

Alma: Parte del riel, de pequeño espesor que une la cabeza con el patín.

Aparato de Vía: Un aparato de vía es un dispositivo que permite la ramificación y el cruce de diferentes vías de ferrocarril. Los aparatos de vía están formados por dos elementos básicos: desvíos y travesías.

Balasto Ferroviario: Es la piedra que se usa para construir los piedraplenes ferroviarios, sobre los que se colocan los durmientes y los rieles.

Cabeza u hongo: Parte superior de riel, que se utiliza como elemento de rodadura.

Clavos de vía: son pequeñas barras de acero de bajo carbono de forma rectangular que terminan en forma de cuña, y que se interceptan en el durmiente de madera a través de las planchuelas para fijar el riel.

Cámara de expansión: espacio dejado entre los rieles para permitir la expansión cuando sube la temperatura.

Durmientes: Se llaman durmientes o traviesas a las piezas que se colocan transversalmente sobre el balasto para proporcionar a los rieles de la vía un soporte adecuado.

Durmientes de concreto: son elementos que se colocan en dirección transversal al eje de la vía. Sobre ellos se colocan los rieles y constituyen a través de las fijaciones, una unión entre riel y balasto.

Durmientes de madera: son piezas de madera de longitud determinada, con muescas o entallado que se le colocan en ángulo recto con la vía férrea. Los durmientes reposan en un lecho de balasto para cumplir su función principal: soportar los rieles, conjuntamente con las planchuelas o placas de asiento, teniendo como fijación los clavos de vía.

Eclisa: es una pieza gruesa de acero al carbono, que tiene cuatro (4) o seis (6) perforaciones según sea el calibre del riel, se usa para unir los rieles y formar unidades muy largas.

Escarpia: pieza metálica curvada utilizada para conectar la almohadilla de la placa de asiento al riel.

Infraestructura: se conoce como infraestructura de una vía férrea al terraplén que cumple con las normas de ingeniería civil, es decir, compactación, nivelación, ángulo de escurrimiento, alcantarillas, etc.

Patín: Base del riel, de anchura mayor que la cabeza, cuya superficie inferior es plana para su apoyo en la traviesa.

Perno de empate: pieza de acero con una cabeza en extremo y un tornillo en el otro, destinada a alojar una tuerca para conectar los rieles de una vía férrea por medio de las eclisas.

Placa de asiento: son planchas de acero de forma cuadrada o rectangular, que sirven de base al patín del riel, para cada capacidad de riel hay una planchuela o placa de asiento.

Riel: Se denomina riel, carril, raíl o trillo a cada una de las barras metálicas sobre las que se desplazan las ruedas de los trenes y tranvías. Los rieles se

disponen como una de las partes fundamentales de las vías férreas y actúan como soporte, dispositivo de guiado y elemento conductor de la corriente eléctrica.

Riel ligero: Es aquél cuyo peso no excede de los 40 kg por metro lineal. Se usa en líneas por las que circulan trenes sin excesivo peso o que transportan cargas ligeras, y cuya velocidad no es alta. Por ejemplo, en los ferrocarriles mineros o los tranvías.

Riel pesado: Su peso oscila entre los 40 y los 60 kg por metro lineal. Se utilizan cuando aumentan los requerimientos de velocidad, seguridad y carga máxima a transportar. Principalmente se emplea en ferrocarriles de mercancías o pasajeros y metropolitanos, así como líneas de alta velocidad.

Señal de Ferrocarril: una señal de ferrocarril es un dispositivo vertical situado junto a la vía que indica al maquinista las condiciones de la vía que se va a encontrar por delante.

Superestructura: es el conjunto de elementos que reposan sobre el terraplén o infraestructura: durmientes, rieles, fijaciones, balasto, etc.

Trocha: Se denomina trocha o ancho de vía a la separación entre los carriles, la cual debe coincidir con la separación entre ruedas del material rodante.

Tuerca: pieza metálica para mantener ajustado a un perno de vía.

Vía clásica: es aquella vía férrea que está compuesta de durmientes de madera y rieles 39', unidos por eclisas o empates que son fijados a los

durmientes con clavos a través de planchuelas o placas de asiento para que el tren pueda desplazarse.

Vida elástica: está compuesta por tramos de largos rieles soldados (LRS), convenientemente fijados a durmientes de concreto mediante un sistema adecuado de fijación doblemente elástica que evita el deslizamiento de los rieles y permitir la flexión de los mismos, disminuyendo las vibraciones y los impactos al paso de los trenes.

Vía Férrea: Se denomina vía férrea a la parte de la infraestructura ferroviaria formada por el conjunto de elementos que conforman el sitio por el cual se desplazan los trenes.

CAPITULO III

MARCO METODOLOGICO

Para una mejor visualización del proyecto es necesario expresar las actividades que se van a realizar para llevarlo a cabo, las técnicas e instrumentos para recolectar los datos, como se van a procesar estos datos y el tipo de análisis que se va a aplicar en la investigación. Todo esto será ampliado y expuesto a continuación.

3.1 Actividades ejecutadas

1. Actividad 1: Indagar, investigar, describir y analizar mapas e ilustraciones, vía intranet e internet permitiendo así conocer mucho más a fondo el sistema ferroviario de CVG Ferrominera Orinoco (semana 1)
2. Actividad 2: Trasladarse vía terrestre hasta la vía férrea para verificar cuales son los sitios críticos, y de esta manera puedan ser anotados en el formulario 4276 cada uno de los elementos afectados. (semana 2 hasta semana 13)
3. Actividad 3: Cuantificar cada uno de los rieles, durmientes, fijaciones, entre otros aspectos, que se encuentran rotos o en mal estado. (semana 14)
4. Actividad 4: Determinar cada una de las herramientas, mano de obra, materiales y equipos necesarios para atacar las zonas afectadas. Todo esto expresado a través de un plan de acción. (semana 15)

5. Actividad 5: Establecer estrategias para que se aplique en tiempo y forma correcta dicho plan. (semana 16)

A continuación se muestra la tabla de todas las actividades ejecutadas durante toda la investigación, con fecha, nombre y duración de cada una de ellas. Todas estas permitieron la consecución de todos los objetivos planteados anteriormente y de esta manera poder ejecutar el presente proyecto (Ver tabla 1)

		Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
0		 Actividades ejecutadas	83 días?	lun 19/11/12	mar 19/03/13
1		 Actividad 1	5 días	lun 19/11/12	vie 23/11/12
2		Investigacion del sistema ferroviario	1 día	lun 19/11/12	lun 19/11/12
3		Análisis de mapas	2 días	mar 20/11/12	mié 21/11/12
4		Estudio del sistema ferroviario	2 días	jue 22/11/12	vie 23/11/12
5		 Actividad 2	65 días?	lun 26/11/12	jue 28/02/13
6		Inspeccion de via ferrea	65 días?	lun 26/11/12	jue 28/02/13
7		Mediciones de trochas	65 días	lun 26/11/12	jue 28/02/13
8		Toma de notas	65 días	lun 26/11/12	jue 28/02/13
9		 Actividad 3	5 días?	vie 01/03/13	jue 07/03/13
10		Cuantificar rieles	2 días	vie 01/03/13	lun 04/03/13
11		Cuantificar durmientes	2 días?	mar 05/03/13	mié 06/03/13
12		Cuantificar fijaciones	1 día?	jue 07/03/13	jue 07/03/13
13		 Actividad 4	2 días?	vie 08/03/13	lun 11/03/13
14		Estimar herramientas	2 días?	vie 08/03/13	lun 11/03/13
15		Estimar Mano de Obra	1 día?	vie 08/03/13	vie 08/03/13
16		Estimar Maquinaria y equipos	2 días?	vie 08/03/13	lun 11/03/13
17		 Actividad 5	6 días?	mar 12/03/13	mar 19/03/13
18		Análisis FODA	6 días?	mar 12/03/13	mar 19/03/13

Diagrama de Gantt

Tabla 1. Actividades ejecutadas

Fuente: Elaboración propia

Con base en esta tabla se realiza un diagrama de Gantt que se presenta a continuación, donde se puede visualizar de forma clara y especifica la duración de todas las actividades que se expusieron anteriormente con el paso de los meses. (Ver figura 5)

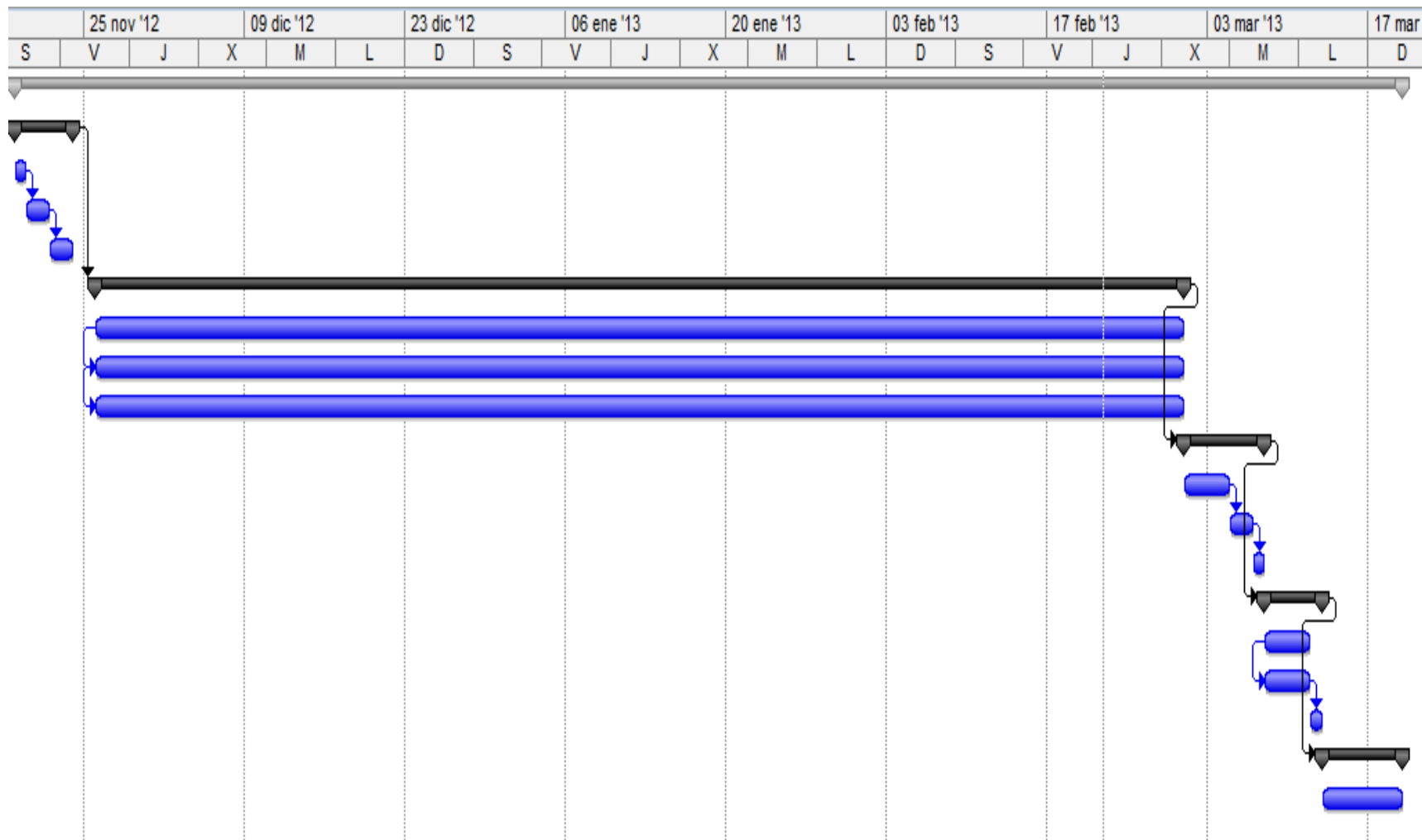


Figura 5. Diagrama de Gantt de las actividades ejecutadas

Fuente: Elaboración propia

3.2 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para la recolección de datos se utilizaron las siguientes técnicas:

Formulario 4276

Este formato se utiliza única y exclusivamente por CVG Ferrominera Orinoco, específicamente por los trabajadores de la Superintendencia de Mantenimiento de Vías y Estructuras, durante las inspecciones a pie que estos ejecutan, para que puedan llevar un registro de todos los elementos de vía férrea y así poder informar sobre la situación.

En cuanto a los durmientes de madera se expresa si se encuentran tijereteados, rotos o si presentan clavos sueltos; en los rieles se verifica si están corrugados, fracturados, desgastados o achatados; se mide la distancia de la trocha tanto en curva como en tangente; la geometría de la vía se refiere a la falta de balasto, empates bajos y si necesita nivelación o alineación para mejorar el trazo longitudinal y transversalmente; por otra parte en los durmientes de concreto se comprueba si están tijereteados o rotos y; las fijaciones de estos como lo son pernos rotos, grapas rotas, placas de asiento, cojinetes, roldanas, nablas; por último se visualiza si hay obstáculos, arboles, maleza, deslaves y derrumbes en la vía férrea.

Con dicho formato se pueden cuantificar estos elementos y de esta forma realizar un informe de la situación, para notificar al jefe de área y así se pueda realizar su pronta corrección. Permitiendo que de esta manera que las vías se mantengan en óptimas condiciones, evitado así accidentes y descarrilamientos que afecten el proceso productivo de la empresa.

Observación directa

Eyssautier de la M. (2006) expresa que “La observación directa consiste en interrelaciones de manera directa con el medio y con la gente que lo forman para realizar los estudios de campo” (p. 96). Las observaciones directas del proceso de inspección de vías férreas, es una herramienta importante que permitió obtener información sobre la determinada situación. Con esto se logro obtener una visión detallada de cada uno de los tramos de la línea principal de la vía férrea (desde el Km 2.8 hasta el Km 106) que se encontraban en condiciones deplorables, de los elementos de vía férrea que se mencionaron anteriormente y mediciones de trocha para verificar que se encuentren dentro de los parámetros establecidos.

Las observaciones se realizaron durante cuatro (4) meses consecutivos, generalmente en el turno comprendido desde las siete (7) de la mañana hasta las tres (3) de la tarde con el fin de visualizar el método de trabajo que se lleva a cabo actualmente, identificar tramos en mal estado y realizar mediciones para hacer comparaciones con parámetros establecidos y así verificar que todo se encuentre en total normalidad.

También fueron de gran utilidad los siguientes materiales e instrumentos utilizados para tomar notas, apuntes y hacer mediciones:

Planos del sistema ferroviario

Permitieron conocer la línea principal que sería objeto de estudio y poder identificar los tramos afectados.

Metro

Es un instrumento de medida que consiste en una cinta flexible graduada y se puede enrollar, haciendo que el transporte sea más fácil. También se pueden medir líneas y superficies curvas. En nuestro caso, sirve Para medir la distancia de las trochas y de esta manera verificar si dichas mediciones se encuentran dentro de los parámetros establecidos.

Tabla con gancho

Instrumento para sujetar papeles, generalmente con un gancho en forma de pinza en la parte superior. Permite tener un soporte adecuado para el formato 4276, para que de esta forma las anotaciones y apuntes se puedan apreciar claramente.

Espray de color

Envase de algunos líquidos mezclados con un gas a presión, de manera que al oprimir una válvula salga el líquido pulverizado, aerosol. En las inspecciones se utiliza para señalar y así poder ubicar rápidamente cada uno de los sitios deplorables.

Radio walkie-talkie

Es un transceptor de radio portátil que se parece a un teléfono celular, ligeramente más grande, pero construido como una sola unidad, con una antena que sobresale por la parte superior de la unidad. Dentro de la

empresa se usa para avisar a tráfico ferroviario que se encuentran trabajadores realizando operaciones sobre la vía férrea.

Bolígrafos y lápices

Son instrumentos de escritura o dibujo. El bolígrafo se caracteriza por su punta de carga, que contiene una bola generalmente de acero wolframio, que, en contacto con el papel, va dosificando la tinta a medida que se la hace rodar. Por otra parte el lápiz, consiste en una mina o barrita de pigmento encapsulado generalmente en un cilindro de madera fino. Permiten hacer cada una de las anotaciones, apuntes y observaciones durante la inspección.

Material bibliográfico

Manuales y libros fueron utilizados como guía para una mejor interpretación de los datos y procesos obtenidos mediante la aplicación de los formatos y observaciones realizadas.

3.3 Procesamiento de la información

La información se procesara por medio de tablas y graficas, realizadas en un paquete de Microsoft office 2007 (Project, Excel y Word) cuyos datos se vaciaron mecánicamente, es decir, por computador. Estas tablas y gráficos explican de forma clara y detallada como, cuando, donde y una estimación de en cuanto tiempo se debe realizar la rehabilitación de los tramos, en otras palabras, incluye mano de obra requerida, herramientas, materiales y equipos.

3.4 Tipos de análisis

Fernández y Baptista (2003) El análisis cualitativo se define como: “un método busca obtener información de sujetos, comunidades, contextos, variables o situaciones en profundidad, asumiendo una postura reflexiva y evitando a toda costa no involucrar sus creencias o experiencia (p 451). El análisis de la información relacionada con el proyecto se basara en la descripción obtenida del formulario 4276, pues con este se posee visión cualitativa y cuantitativa del estado de los elementos de la vía férrea y así poder identificar cuáles son los lugares más afectados, y en base a eso se puede estimar la mano de obra, herramientas, materiales y equipos necesarios para atacar estos sectores. Tabulando cada uno de estos factores para estipular el tiempo en que se deba realizar dicha recuperación, generando conclusiones concretas y estrategias para que se haga con cierta periodicidad.

CAPITULO IV

ANALISIS Y RESULTADOS

En el marco de este capítulo se exponen las técnicas aplicadas para la evaluación y determinación de los sitios críticos presentes en la línea principal del sistema ferroviario de CVG Ferrominera Orinoco (desde el km 2.8 hasta el 106), y como consecuencia se desarrolla un plan de acción para que se tenga conocimiento de cómo, cuándo y por medio de que se deben atacar dichos tramos en mal estado.

4.1 Ubicación de sitios críticos en el sistema ferroviario

En todo el extenso sistema ferroviario de CVG Ferrominera Orinoco, específicamente en la línea principal, se logro identificar cada uno de los sitios críticos, los cuales son: del km 2.8 al km 5, km 7.5 al km 9, km 16 al km 16.5, km 40.5 al km 41.5, km 59 al 63, km 66 al km 69, km 75.5 al km 80 y km 80.5 al 82, todos estos se pudieron localizar por medio de la cuantificación y análisis de los formularios 4276, esto se realizo para poder tener una mejor visual de donde se encuentran dichos sitios y poseer un bosquejo rápido de cuál será el orden en el que se atacaran (Ver figura 6).

La forma como se determinaron estos tramos en mal estado, serán expuestos y ampliados posteriormente, por medio de la visualización de los formularios, que fueron de útil ayuda para recolectar los datos al momento de ejecutar las inspecciones.

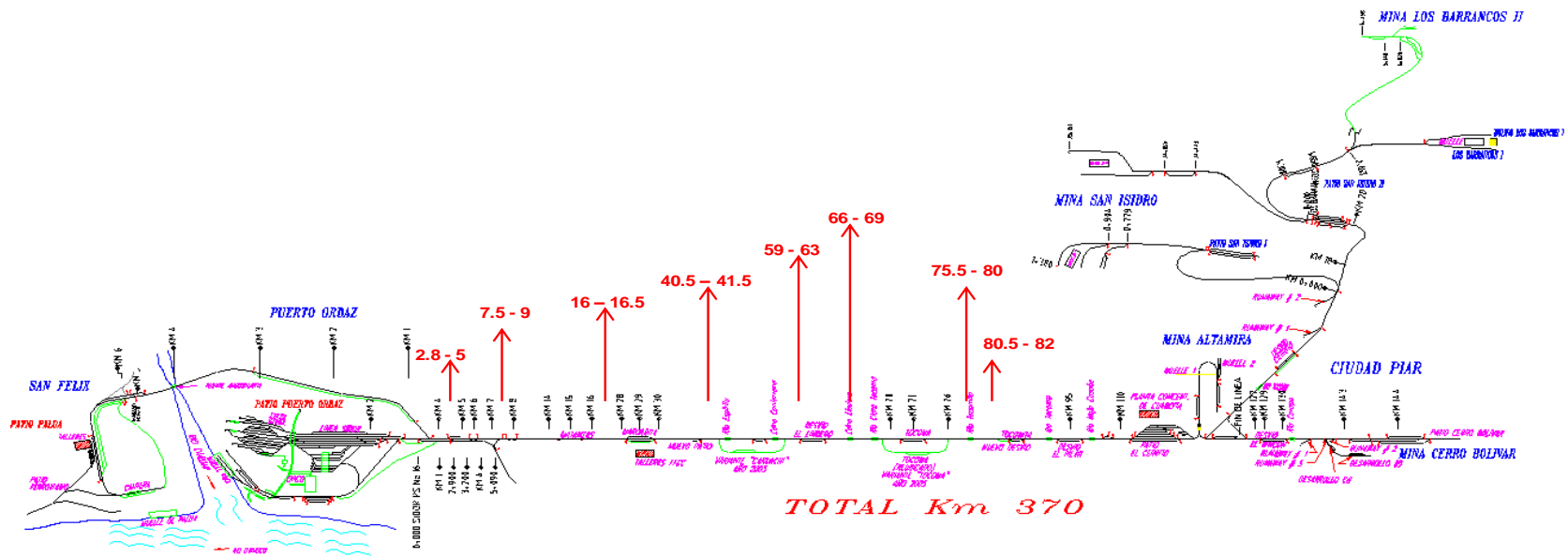


Figura 6. Ubicación de sitios críticos en el sistema ferroviario de CVG Ferrominera Orinoco

Fuente: Superintendencia de Mantenimiento de Vías y Estructuras

4.2 Realización de inspecciones

Las inspecciones se ejecutaron a pie, y a medida que se va transitando a lo largo de toda la línea principal se fueron detectando y registrando, los elementos de la vía férrea que se encuentran en mal estado y que, por consiguiente necesitan una pronta reposición o corrección, verificando donde se concentra el mayor número de elementos dañados y de esta forma poder diagnosticar e identificar cuáles son los sitios críticos presentes.

Todos estos datos fueron recolectados en formularios, los cuales se presentan a continuación (Ver tabla 2), con su respectiva gráfica de los elementos que necesitan ser sustituidos con mayor urgencia y rapidez, con base en estos datos y análisis, finalmente se propone un plan de acción con el que se espera que los sitios críticos corregidos.

FERRO-4276 REV 10/03/2009

GERENCIA DE FERROCARRIL
SUPERINTENDENCIA DE MANTENIMIENTO DE VÍAS Y ESTRUCTURAS

INSPECCIÓN DE LA VÍA FERREA

☐ A PIE

☐ EN LOCOMOTORA

☐ EN ZORRA-AUTO RIEL

☒ INSPECCIÓN ESPECIAL

FECHA: 25/11/2012

Plan 14 Julio 2013.

☐ INSPECCIÓN RUTINARIA

C.C. 254 DESCRIPCIÓN: Línea Principal

UBICACIÓN: Pro Oday.

INSPECCIÓN DEL KM 2.8

AL KM 19.

SITIO	SECC MADERA DURIMIENTES				PERNOS EMPATE		RIELES						TROCHA		GEOMETRIA DE LA VIA				SECC CONCRETO										VIA FERREA			
	TLERTEADOS	ROTOS	CLAVOS SUELTOS	FLOJOS	ROTOS	SOLDADURA EN EMPATE	CORRUGADOS	FRACTURADOS	DESGASTADOS	ACHATADOS	CURVA	TANGENTE	FALTA BALASTO	EMPATE BAJO	NIVELAC ALINEAC.	TLERTEADOS	ROTOS	PERNOS ROTOS	GRAPAS ROTAS	PLACAS DE ASIENTO	COQUETES	ROLDANAS	NABLAS	OBSTACULOS	ARBOLES	MALEZA	DESRAVES	DERRUMBES				
18/33	-	-	-	-	4	-	-	-	5	-	-	-	-	-	2	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
44/5	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3,5/4	-	-	-	-	-	2	2	1	-	-	-	-	-	-	6	-	190	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2,2/3,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	80°	-	-	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2,8/8	-	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
8/85	-	160	-	-	-	2	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
16/165	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	-	73	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Nota: Pernos de empuje, grapas, nablas, y empates bajos deben ser corregidos en la inspección, se reportaran como tal en las observaciones salvo causa mayor que se reportaran en el campo correspondiente. Los rieles desgastados o achatados deben analizarse con el perfilógrafo o carro geométrico.

OBSERVACIONES: Sitio Crítico Cambiarías P. Oeste Riel Suelto, Clavos, Placas, 11 Durmientes Roto Continuos. Hoja de Empate Fractura Km 4,8 - 16 de Continuos Km 5. 10 Pernos Continuos.

Responsable de la inspección: NOMBRE: Aularda Raul FICHA: 3968

JEFE DE ÁREA: FICHA: FECHA: 26/11/12

Tabla 2. Formulario de Inspección del Km 2.8 al 19

Fuente: Superintendencia de Mantenimiento de Vías y Estructuras

Como se puede observar esta fue una inspección realizada desde el km 2.8 al 19, y al cuantificar cada uno de los elementos dañados se constató que se presentan tres sitios críticos relevantes, el del km 2.8 al 5, del 7.5 al 9 y del 16 al 16.5, los tres presentan condiciones realmente críticas para el tráfico seguro de los trenes y material rodante. A continuación se presentan las tablas de resumen con sus respectivas gráficas, donde se detalla la cantidad y tipo de elemento de vía férrea que tiene que ser reemplazado. (Ver tablas 3, 4 y 5; gráficos 1, 2 y 3).

Elementos	Frecuencia	%
Durmientes de concreto	200	88,11
Rieles	13	5,73
Empates bajos	8	3,52
Pernos de empate	4	1,76
Soldadura de empates	2	0,88
Total	227	100,00

**Tabla 3. Porcentajes y frecuencia de elementos dañados o faltantes del
km 2.8 al 5**

Fuente: tabla 2

En la tabla anterior se puede observar que todos los elementos se encuentran ordenados de mayor a menor, con su respectiva representación porcentual y porcentaje acumulado, para de esta forma poder identificar cuáles son los elementos que por su elevada frecuencia y porcentaje necesitan ser atacado a brevedad posible. (Ver Grafico 1)

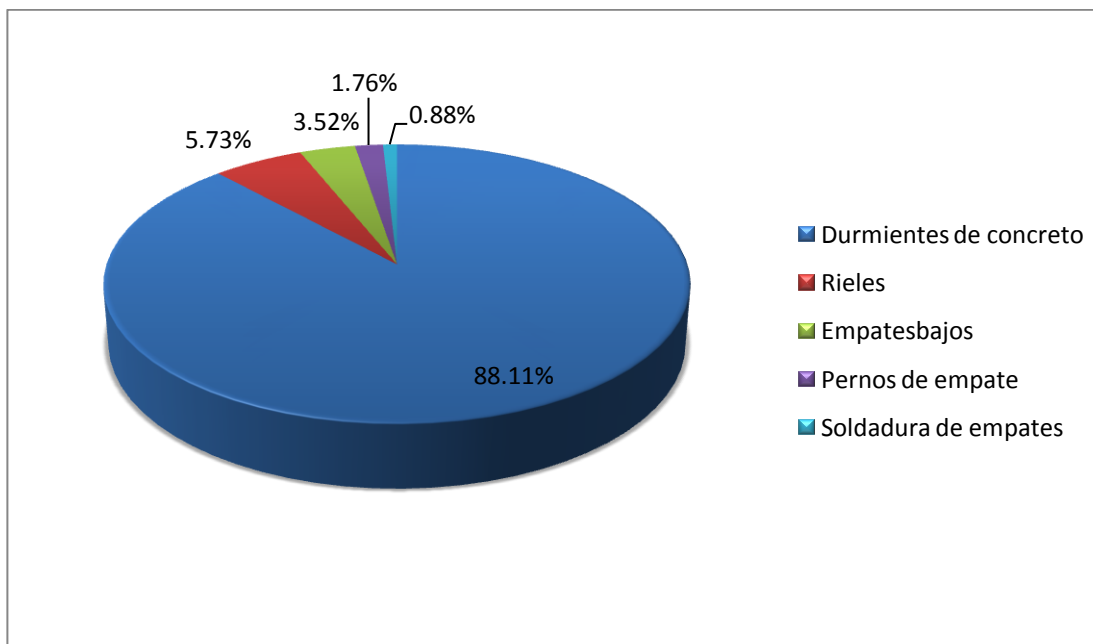


Gráfico 1. Distribución porcentual de los elementos dañados o faltantes del km 2.8 al 5
Fuente: tabla 3

De la grafica presentada anteriormente se puede decir, que es muy pequeña la cantidad de pernos de empates (1,76 %) que se tienen que sustituir, en comparación a la gran cantidad de durmientes de concreto que se encuentran rotos con un 88,11 % teniendo por ende, la mayor representación porcentual. Por otra parte solo se necesitan cambiar trece (13) rieles, que a su vez solo posee un 5,73 % del total, y se observaron ocho (8) empates bajos que no es más que un hundimiento de las eclisas con respecto al nivel normal de la vía, con un 3,52 %

Hay que resaltar que para los empates bajos no necesariamente se tienen que cambiar las eclisas, pues estas se pueden levantar con gatos o con la maquina niveladora, por eso hay que tomar las previsiones necesarias en cuanto a esto. También se pueden constatar dos (2) soldaduras de empate,

por lo cual tienen el porcentaje más bajo, solo el 0,88 % y en donde no es obligatorio cambiar el riel, en este caso se rellena con soldadura la unión entre ambos. En cuanto a las placas de asiento y fijaciones, el número de las primeras es cuatro veces el número de durmientes a cambiar, y el número de las segundas es el doble, es decir, cada durmiente necesita cuatro (4) fijaciones y dos (2) placas de asiento.

Elementos	Frecuencia	%
Durmientes de madera	220	70,06
Metros cúbicos de balasto	80	25,48
Durmientes de concreto	7	2,23
Rieles	5	1,59
Empates bajos	2	0,64
Total	314	100,00

**Tabla 4. Porcentajes y frecuencia de elementos dañados o faltantes del
km 7.5 al 9**

Fuente: tabla 2

En la tabla anterior se puede observar que todos los elementos se encuentran ordenados de mayor a menor, con su respectiva representación porcentual y porcentaje acumulado, para de esta forma poder identificar cuáles son los elementos que por su mayor frecuencia y porcentaje necesitan ser corregidos a brevedad posible. (Ver Grafico 2)

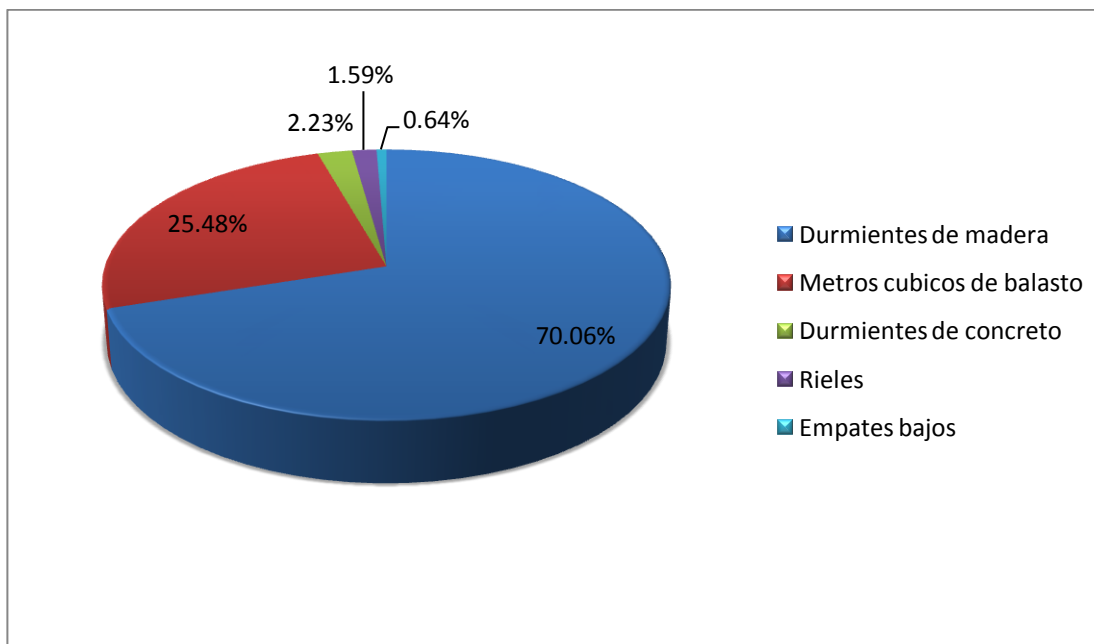


Gráfico 2. Distribución porcentual de los elementos dañados o faltantes del km 7.5 al 9
Fuente: tabla 4

Se puede corroborar de igual manera, que al realizar la suma de los dos tipos de durmientes, nos damos cuenta que nuevamente en este tramo hay gran número de durmientes rotos, doscientos veintisiete (227) en total, y que representaría un porcentaje muy alto con un 72,29 %, todo lo contrario al pequeño número de empates bajos (2) que se encuentran y el nivel bajo de rieles (5) fracturados, corrugados y achatados que hay que cambiar, con 0,64 % y 1,59 % respectivamente, sin dejar por fuera los ochenta metros cúbicos ($80 m^3$) de balasto faltante, lo cual constituye un porcentaje medianamente alto con 25,48 %.

Se hace la separación de los durmientes en dos tipos: madera y concreto, pero realmente la vía de Ferrominera Orinoco en principio era clásica, luego se fue modernizando y llevando a vía elástica bajo la norma

AREMA, los de madera están presente porque se utilizan en reparaciones rápidas de descarrilamientos, por presentar una buena resistencia y facilidad al poder ajustarlo a la trocha que se desee. Como se dijo anteriormente para los empates bajos no necesariamente se tienen que cambiar las eclisas y por último, las placas de asiento es el doble del número de durmientes y las fijaciones son cuatro veces el número de estos.

Elementos	Frecuencia	%
Durmientes de concreto	73	85,88
Empates bajos	12	14,12
Total	85	100,00

**Tabla 5. Porcentajes y frecuencia de elementos dañados o faltantes del
km 16 al 16.5
Fuente: tabla 2**

En la tabla preliminar se puede observar que todos los elementos se encuentran ordenados de mayor a menor, con su respectiva representación porcentual y porcentaje acumulado, para de esta forma poder identificar cuáles son los elementos que por su mayor frecuencia y porcentaje necesitan ser corregidos. (Ver Grafico 3)

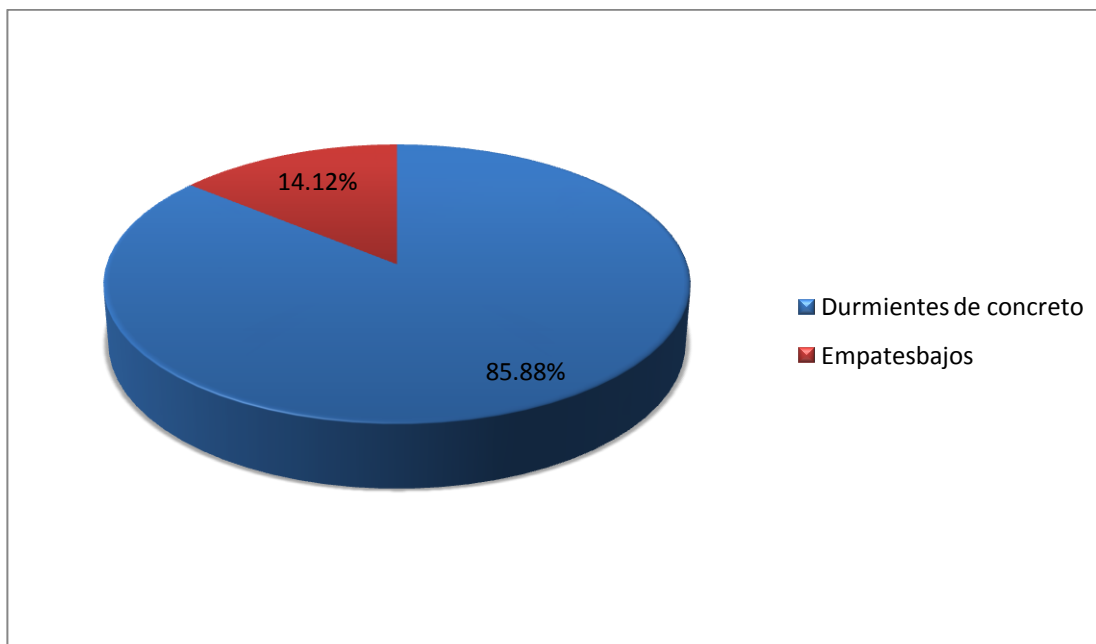



Grafico 3. Distribución porcentual de los elementos dañados o faltantes del Km 16 al 16.5
Fuente: tabla 5

En este tramo solo se observan dos elementos maltratados, pero se considera un sitio crítico porque una vez más el número de durmientes rotos es considerablemente alto pues representa el 85,88 % de los elementos totales que se deben corregir, hay que hacer hincapié en esto pues esto representa un gran peligro de descarrilamiento para todas las trenes y equipo rodante que transitan por la línea principal. A su vez, solo se corroboró un pequeño número de empates bajos, doce (12) en total, que como ya se ha dicho no necesariamente significa cambiar las eclisas, por las razones ya antes expuestas y que constituye el 14,12 % de la distribución porcentual. Lo mismo sucede con fijaciones y placas de asiento.

Ahora se muestra la realización de nuevas inspecciones con el formato 4276 de la empresa CVG Ferrominera Orinoco, que permitieron la detección de nuevos tramos en mal estado. (Ver tabla 6 y 7)



FERRO - 4276 REV. 10/03/2009

GERENCIA DE FERROCARRIL
SUPERINTENDENCIA DE MANTENIMIENTO DE VÍAS Y ESTRUCTURAS

INSPECCIÓN DE LA VÍA FERREA

☒ A PIE
☐ EN LOCOMOTORA
☐ EN ZORRA-AUTO RIEL

☒ INSPECCIÓN ESPECIAL
☐ INSPECCIÓN RUTINARIA

FECHA: 26-11-12

c.c. 254 DESCRIPCIÓN: Linea Principal

INSPECCIÓN DEL KM 40

UBICACIÓN: Pto Ordaz

AL KM 60

SITIO	SECC. MADERA			PERNOS EMPATE	RIELES					TROCHA	GEOMETRIA DE LA VÍA			SECC. CONCRETO					VÍA FERREA						
	DURMIENTES				SOLDADURA EN EMPATE	CORRUGADOS	FRACTURADOS	DESGASTADOS	ACHATADOS		CURVA	TANGENTE	FALTA BALASTO	EMPATE BAJO	NIVELAC. ALINEAC.	DURMIENTES		FLAJACIONES			OBSTACULOS	ARBOLES	MALEZA	DESRAYES	DERRUMBES
	TUERRETEADOS	ROTOS	CLAVOS SUELTOS													ROTOS	ROTOS	ROTOS	ROTOS	ROTOS					
<u>40.5</u>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>41</u>	-	7	-	-	10	-	3	2	-	-	-	-	-	-	90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>53</u>	-	-	-	-	-	-	2	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>53.5</u>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>54</u>	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>55.5</u>	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>56</u>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>59</u>	-	-	-	-	6	2	3	3	-	-	-	-	-	-	24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>59.5</u>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Nota: Pernos de empate, grapas, nablas, y empates bajos deben ser corregidos en la inspección, se reportaran como tal en las observaciones salvo causa mayor que se reportaran en el campo correspondiente. Los rieles desgastados o achatados deben analizarse con el perfilógrafo o carro geométrico.

OBSERVACIONES: _____

Responsable de la inspección: NOMBRE: Rivera W

JEFE DE ÁREA: FIRMA: [Firma] FICHA: 7299

FIRMA: [Firma] FICHA: 4207

FECHA: 30/11/12

Tabla 6. Formulario de inspección del Km 40 al 60

Fuente: Superintendencia de Mantenimiento de Vías y Estructuras

FERRO 4276 REV 10032009

GERENCIA DE FERROCARRIL
SUPERINTENDENCIA DE MANTENIMIENTO DE VÍAS Y ESTRUCTURAS

INSPECCIÓN DE LA VÍA FERREA

☒ A PIE ☒ INSPECCIÓN ESPECIAL ☐ EN LOCOMOTORA ☐ EN ZORRA-AUTO RIEL ☐ INSPECCIÓN RUTINARIA

FECHA: 27/11/2012

C.C: 254 DESCRIPCIÓN: LINEA PRINCIPAL UBICACIÓN: Principal

INSPECCIÓN DEL KM 61.9 AL KM 65.5

SITIO	SECC. MADERA		PERNOS EMPATE	RIELES				TROCHA	GEOMETRIA DE LA VÍA		SECC. CONCRETO				VÍA FERREA																	
	DURMIENTES	FLAJACIONES		TUERTEADOS	ROTOS	CLAVOS SUELTOS	FLOJOS		ROTOS	SOLDADURA EN EMPATE	CORRUGADOS	FRACTURADOS	DESGASTADOS	ACHATADOS	CURVA	TANGENTE	FALTA BALASTO	EMPATE BAJO	NIVELAC. ALINEAC.	TUERTEADOS	ROTOS	PERNOS ROTOS	GRAPAS ROTAS	PLACAS DE ASIENTO	COJINETES	ROLDANAS	NABLAS	OBSTACULOS	ARBOLES	MALEZA	DESRAVES	DERRUMBES
61.9	5																															
62.0	13		14	5	4														26				52									
62.5																			215				430									

Nota: Pernos de empate, grapas, nablas, y empates bajos deben ser corregidos en la inspección, se reportaran como tal en las observaciones salvo causa mayor que se reportaran en el campo correspondiente. Los rieles desgastados o achatados deben analizarse con el perfilógrafo o carro geométrico.

OBSERVACIONES: Km 62.1 Trocha de 57 1/2" Km 62.350 Empate con apertura de 2 1/2" y con solo un perno Km 62.4 Situación muy crítica Riel suelto en 14 durmientes continuos

Responsable de la inspección: NOMBRE: Jeyson L. Roldán FICHA: 7299 FECHA: 30/11/12

JEFE DE ÁREA: FIRMA: [Firma] FICHA: 6704

Tabla 7. Formulario de inspección del Km 61.9 al 65.5

Fuente: Superintendencia de Mantenimiento de Vías y Estructuras

Podemos apreciar que estas fueron dos inspecciones realizadas una desde el km 40 al 60 y otra del 61.9 al 65.5, al observar y cuantificar cada uno de los elementos dañados nos pudimos dar cuenta que se presentan dos sitios críticos importantes, el del km 40.5 al 41.5 y del 59 al 63, los dos presentan malas condiciones para el tráfico seguro de los trenes, es por eso que a continuación se presentan las tablas de resumen y sus respectivas graficas, con la cantidad y el tipo de elemento de vía férrea que tiene que ser reemplazado. (Ver tabla 8 y 9; graficos 4 y5).

Elementos	Frecuencia	%
Durmientes de concreto	90	46,88
Metros cúbicos de balasto	80	41,67
Pernos de empate	10	5,21
Durmientes de madera	7	3,65
Rieles	5	2,60
Total	192	100,00

**Tabla 8. Porcentajes y frecuencia de elementos dañados o faltantes del
km 40.5 al 41.5**

Fuente: tabla 6

En la tabla precedente se puede observar que todos los elementos se encuentran ordenados de mayor a menor, con su respectiva representación porcentual y porcentaje acumulado, para de esta forma poder identificar cuáles son los elementos que por su mayor frecuencia y porcentaje necesitan ser atacados a brevedad posible. (Ver Grafico 4)

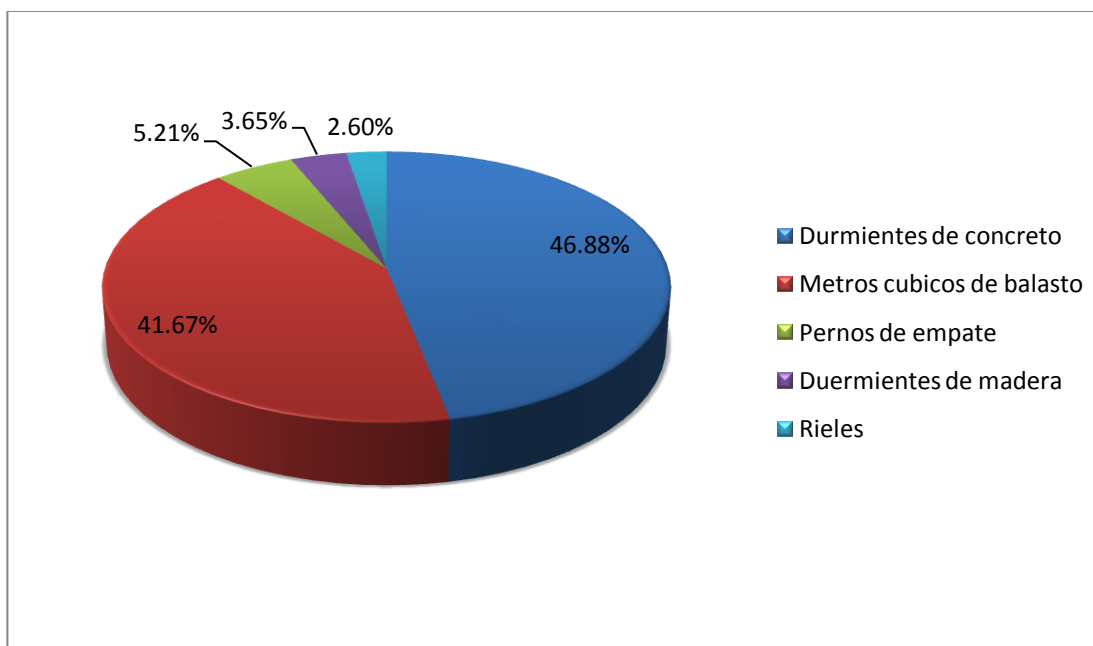


Gráfico 4. Distribución porcentual de los elementos dañados o faltantes del Km 40.5 al 41.5

Fuente: tabla 8

Esta ha sido la constante durante todas las graficas presentadas, índices elevados de durmientes rotos, por lo que se puede constatar que hay un total incluyendo madera y concreto de noventa y siete (97) durmientes rotos, es por esto que ambos tienen un 50,53% de la distribución porcentual; y a su vez estos están por encima de los diez (10) pernos de empate rotos con 5,21% de la repartición total, cinco (5) rieles entre corrugados, fracturados, los cuales representan el 2,60% y la falta de ochenta (80) metros cúbicos de balasto, que vendrían siendo casi la mitad del porcentaje con sus 41,67 %

Hay que destacar que las únicas fijaciones que se recomiendan utilizar actualmente son las Voslooh para los durmientes de concreto, pues tenemos que aclarar que con los durmientes de madera se usan clavos de vía. Sin

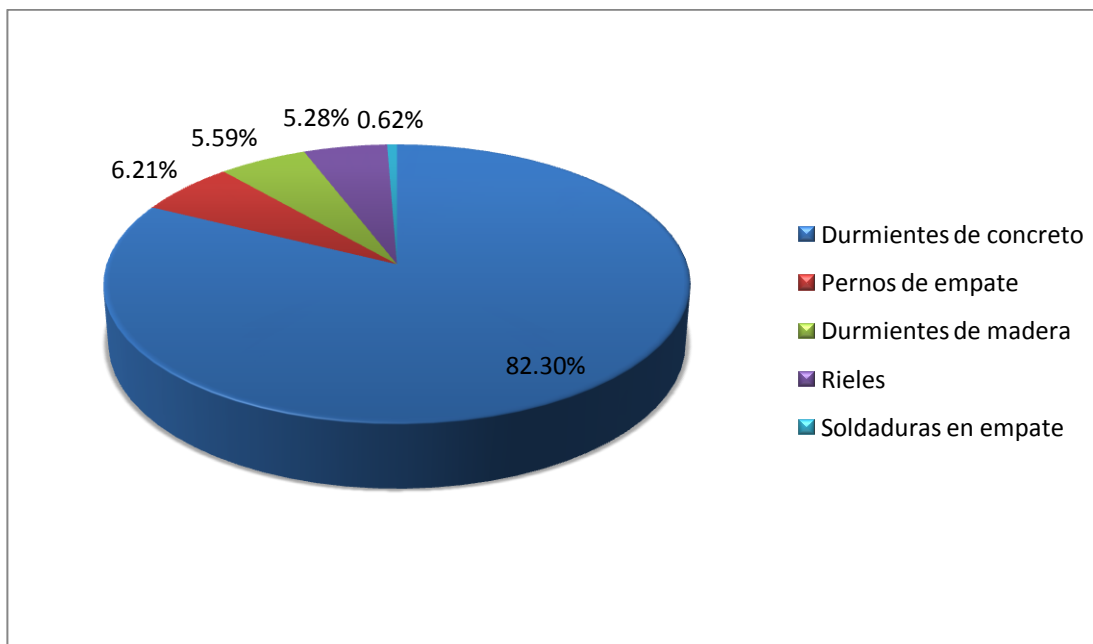
que parezca repetitivo hay que mencionar que por cada durmiente a reemplazar se emplean cuatro fijaciones y dos placas de asiento.

Elementos	Frecuencia	%
Durmientes de concreto	265	82,30
Pernos de empate	20	6,21
Durmientes de madera	18	5,59
Rieles	17	5,28
Soldaduras en empate	2	0,62
Total	322	100,00

**Tabla 9. Porcentajes y frecuencia de elementos dañados o faltantes del
km 59 al 63**

Fuente: tabla 6 y 7

En la tabla anterior se puede observar que todos los elementos se encuentran ordenados de mayor a menor, con su respectiva representación porcentual y porcentaje acumulado, para de esta forma poder identificar cuáles son los elementos que por su mayor frecuencia y porcentaje necesitan ser corregidos. (Ver Grafico 5)



Gráfica 5. Distribución porcentual de los elementos dañados o faltantes del Km 59 al 63
Fuente: tabla 9

Como ha sido una constante durante esta investigación, los durmientes están por encima del resto de los componentes de la vía férrea, si se suma ambos tipos dan un total de doscientos ochenta y tres (283) durmientes rotos y un 87,89% lo que significa casi toda la representación porcentual, por eso es preocupante pues su función principal es la de soportar los rieles, de los cuales hay diecisiete (17) corrugados o fracturados que simbolizan un 5,28%, y para que ocurra una unión segura de las eclisas hacen falta veinte (20) pernos de empate, cuyos valores se encuentran muy cercanos al de los rieles con un 5,59%

En menor proporción, se presentan dos (2) soldaduras en empate por corregir, cuyo nivel de porcentaje es el más bajo, pues presenta 0,62%. Donde no es necesario cambiar el riel, solo se rellena con soldadura, es por

eso que no se cuenta como un riel a reemplazar. Y retornamos a expresar lo mismo, hoy en día las únicas fijaciones recomendadas y que se deberían utilizar en toda vía férrea son las Voslooh, haciendo la salvedad ya mencionada con los durmientes de madera.

A continuación se presenta otro tramo inspeccionado durante este proyecto y donde se pueden visualizar los datos por medio del formato 4276 (Ver tabla 10).

FERRO - 4276 REV. 10/03/2009

GERENCIA DE FERROCARRIL
SUPERINTENDENCIA DE MANTENIMIENTO DE VÍAS Y ESTRUCTURAS

INSPECCIÓN DE LA VÍA FERREA

☒ A PIE
☐ EN LOCOMOTORA
☐ EN ZORRA-AUTO RIEL

INSPECCIÓN ESPECIAL *Plan Mantto 2013* FECHA: *01/12/2012*
INSPECCIÓN RUTINARIA

C.C.: *254* DESCRIPCIÓN: *Línea Principal* UBICACIÓN: *Sto Odeley*
INSPECCIÓN DEL KM: *67* AL KM: *69*

SITIO	SECC MADERA		PERNOS		RIELES				TROCHA		GEOMETRIA DE LA VÍA		SECC CONCRETO						VÍA FERREA										
	TLIERETEADOS	ROTOS	CLAVOS SUELTOS	FLUJOS	ROTOS	SOLDADURA EN EMPATE	CORRUGADOS	FRACTURADOS	DESGASTADOS	ACHATADOS	CURVA	TANGENTE	ALTA BALASTO	EMPATE BAJO	NIVELAC ALINEAC	TLIERETEADOS	ROTOS	PERNOS ROTOS	GRAPAS ROTAS	PLACAS DE ASIENTO	COJINETES	ROLDANAS	NABLAS	OSTACULOS	ARBOLES	MALEZA	DESLLAVES	DERRUMBES	
<i>67,450.</i>					<i>4</i>		<i>2</i>	<i>2</i>	<i>2</i>				<i>80</i>	<i>6</i>	<i>500</i>	<i>40</i>											<i>x</i>		
<i>67,9</i>					<i>4</i>		<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>				<i>40</i>	<i>4</i>	<i>500</i>	<i>30</i>										<i>x</i>			
<i>68</i>					<i>3</i>		<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>				<i>6</i>		<i>20</i>										<i>x</i>				
<i>68,1</i>					<i>4</i>		<i>1</i>	<i>2</i>	<i>2</i>	<i>1</i>			<i>4</i>		<i>10</i>										<i>x</i>				
<i>68,2</i>							<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>			<i>10</i>		<i>10</i>										<i>x</i>				
<i>68,3</i>					<i>4</i>		<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>					<i>10</i>										<i>x</i>				
<i>68,5</i>							<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>						<i>50</i>										<i>x</i>				
<i>68,6</i>					<i>6</i>		<i>2</i>	<i>2</i>	<i>2</i>						<i>14</i>										<i>x</i>				

Nota: Pernos de empate, grapas, nablas, y empates bajos deben ser corregidos en la inspección, se reportaran como tal en las observaciones salvo causa mayor que se reportaran en el campo correspondiente. Los rieles desgastados o achatados deben analizarse con el perfilgrafo o carro geometrico

OBSERVACIONES: *Durientes Malo Construido, Presencia de forma y Empate bajo.*

Responsable de la inspección: NOMBRE: *Juliana Pardo* FIRMA: *[Firma]* FICHA: *3101*
JEFE DE ÁREA: FIRMA: *[Firma]* FICHA: *7299* FECHA: *03/12/12*

Tabla 10. Formulario de inspección del Km 67 al 69

Fuente: Superintendencia de Mantenimiento de Vías y Estructuras

Se logra ver que esta fue una inspección del km 66 al 69, donde al observar y cuantificar cada uno de los elementos dañados nos pudimos dar cuenta que todo el tramo es considerado sitio crítico, presenta malas condiciones para el tráfico seguro de los trenes y material rodante, es por eso que a continuación se presenta la tabla de resumen y su respectiva gráfica con la cantidad y el tipo de elemento de vía férrea que tiene que ser reemplazado. (Ver tabla 11; gráfico 6).

Elementos	Frecuencia	%
Durmientes de concreto	184	46,46
Metros cúbicos de balasto	120	30,30
Empates bajos	30	7,58
Rieles	29	7,32
Pernos de empate	25	6,31
Soldaduras en empate	8	2,02
Total	396	100,00

**Tabla 11. Porcentajes y frecuencia de elementos dañados o faltantes del
km 66 al 69**

Fuente: tabla 10

En la tabla anterior se puede observar que todos los elementos se encuentran ordenados de mayor a menor, con su respectiva representación porcentual y porcentaje acumulado, para de esta forma poder identificar cuáles son los elementos que por su mayor frecuencia y porcentaje necesitan ser atacados a brevedad posible.

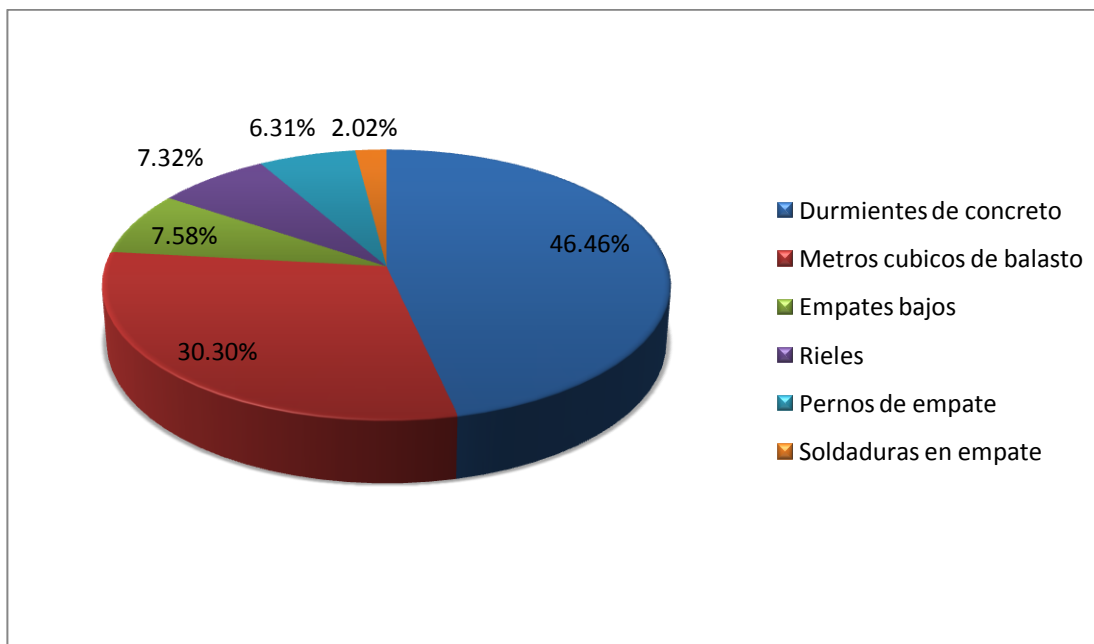


Gráfico 6. Distribución porcentual de los elementos dañados o faltantes del Km 66 al 69
Fuente: tabla 11

En este tramo se puede visualizar que hacen falta la mayoría de los elementos presentes de la vía férrea, se detectaron, ciento ochenta y cuatro (184) durmientes rotos en total, que a su vez constituyen el 46,46% de todos los elementos dañados, con 30,30% están representados los ciento veinte metros cúbicos ($120 m^3$) de balasto, que es una cantidad medianamente baja y muy cercanos entre ellos se encuentran estos tres: pernos de empate con veinticinco (25) rotos y 6,31%, veintinueve (29) rieles entre corrugados, fracturados y achatados con 7,32% y treinta (30) empates bajos que significan el 7,58%.

Por último lo que se ha presentado con menor frecuencia y con 2,02%, son ocho (8) soldaduras en empate. No es necesario explicar porque no se cuenta esta última como rieles dañados, ni tampoco los empates bajos como

eclisas a cambiar, placas de asiento y fijaciones, pues todo esto ha sido expuesto anteriormente. De igual forma hay que hacer referencia a los mil metros (1000 m) de nivelación y alineación que conviene realizar.

Seguidamente se muestran las inspecciones posteriores a esta, donde se van revelando todos los datos recolectados a través del formato ya conocido y, para seguir de la misma manera cuantificando, identificando y analizando sitios críticos presentes en el sistema ferroviario, específicamente en la línea principal de este sistema. (Ver tabla 12 y 13).

FERRO-4276 REV. 10032009

GERENCIA DE FERROCARRIL
SUPERINTENDENCIA DE MANTENIMIENTO DE VÍAS Y ESTRUCTURAS

INSPECCIÓN DE LA VÍA FERREA

☒ A PIE ☐ INSPECCIÓN ESPECIAL FECHA: 02/12/12

☐ EN LOCOMOTORA ☐ INSPECCIÓN RUTINARIA

☐ EN ZORRA-AUTO RIEL

c.c. 256 DESCRIPCIÓN: Línea Principal UBICACIÓN: Principal

INSPECCIÓN DEL KM 75 AL KM 78

SITO	SECC. MADERA				PERNOS EMPATE	RIELES				TROCHA	GEOMETRÍA DE LA VÍA				SECC. CONCRETO				VÍA FERREA										
	TRUERTADOS	ROTOS	CLAVOS SUELTOS	FLOJOS		SOLDADURA EN EMPATE	CORRUGADOS	FRACTURADOS	DESGASTADOS		ACHATADOS	CURVA	TANGENTE	FALTA BALASTO	EMPATE BAJO	NIVEL ALINEAC.	TRUERTADOS	ROTOS	PERNOS ROTOS	GRAPAS ROTAS	PLACAS DE ASIENTO	COJINETES	ROLDANAS	NABLAS	OBSTACULOS	ARBOLES	MALEZA	DESLAVES	DERRUMBES
75.8	56		84	5	9										420		940												
76.5	27		32	8	6										275		550												
77.5	25		42	4	6	5									180		360												
77.8	23		32	5	4	3									142		284												

Nota: Pernos de empate, grapas, nablas, y empates bajos deben ser corregidos en la inspección, se reportaran como tal en las observaciones salvo causa mayor que se reportaran en el campo correspondiente. Los rieles desgastados o achatados deben analizarse con el perfilógrafo o carro geométrico.

OBSERVACIONES: Km 76.4 TROCHA DE 55 3/4"; km 76.6 TROCHA DE 55 3/4"; km 76.5 55 1/8"
km 76.8 EMPATE CON ABERTURA DE 2" y km 77.2 RIEL SUELTOS EN 10 DURMIENTES CONTIGUOS
km 77.4 EMPATE CON UN SOLO PERNO; km 77.6 EMPATE SUR 4 3/8" de ABERTURA, EMPATE NORTE 3 3/8" de

Responsable de la inspección: NOMBRE JUVENAL RODRÍGUEZ FIRMA [Firma] FICHA: 6704

JEFE DE ÁREA: FIRMA [Firma] FICHA: 7299 FECHA: 03/12/12

Tabla 12. Formulario de inspección del Km 75 al 78
Fuente: Superintendencia de Mantenimiento de Vías y Estructuras

FERRO-4276 REV. 10/03/2008

GERENCIA DE FERROCARRIL
SUPERINTENDENCIA DE MANTENIMIENTO DE VÍAS Y ESTRUCTURAS

INSPECCIÓN DE LA VÍA FERREA

☐ A PIE ☒ INSPECCIÓN ESPECIAL ☐ EN LOCOMOTORA ☐ EN ZORRA-AUTO RIEL ☐ INSPECCIÓN RUTINARIA

FECHA: 02-12-12

C.C: 256 DESCRIPCIÓN: CD Pion UBICACIÓN: Línea Principal

INSPECCIÓN DEL KM 78 AL KM 80

SITIO	SECC. MADERA			PERNOS EMPATE	RIELES				TROCHA	GEOMETRIA DE LA VÍA			SECC. CONCRETO						VÍA FERREA										
	TUERTEADOS	ROTOS	CLAVOS SUELTOS		FLUIDOS	ROTOS	SOLDADURA EN EMPATE	CORRUGADOS		FRACTURADOS	DESCASTADOS	ACHATADOS	CURVA	TANGENTE	FALTA BALASTO	EMPATE BAJO	NIVELAC. ALINEAC.	TUERTEADOS	ROTOS	PERNOS ROTOS	GRAPAS ROTAS	PLACAS DE ASIENTO	COJINETES	ROLDANAS	NABLAS	DESTACADOS	ARBOLIS	MALEZA	DESRAYES
79.9							2	2									10										✓		
79.8							2	2									27									✓			
79.7							4	4									13									✓			
79.6							1	1									8									✓			
78.950																										✓			
78.600							3	3									28									✓			
78.550							4	4									31									✓			
78.400							6	6									47									✓			
78.300							5	5									29									✓			
78.200							4	4									19									✓			
78.100							1	1									20									✓			
78							1	1									16									✓			

Nota: Pernos de empate, grapas, nablas, y empates bajos deben ser corregidos en la inspección, se reportaran como tal en las observaciones salvo causa mayor que se reportaran en el campo correspondiente. Los rieles desgastados o achatados deben analizarse con el perfilgrafo o carro geométrico.

OBSERVACIONES: 79.5 Empates con un solo Perno, 78.600 Empate Abierto 3/4

Responsable de la inspección: NOMBRE: Varela R, Carlos J. FIRMA: [Firma] FICHA: 6320, 9198.

JEFE DE ÁREA: FIRMA: [Firma] FICHA: 7299 FECHA: 03/12/12

Tabla 13. Formulario de inspección del Km 78 al 80
Fuente: Superintendencia de Mantenimiento de Vías y Estructuras

De estas dos inspecciones, del Km 75 al 78 y del 78 al 80, dada la criticidad de los dos tramos inspeccionados, se decidió tomar un solo sitio crítico el cual abarca obviamente casi todo el trecho desde el Km 75.5 al 80. Este presenta malas condiciones para el tráfico seguro de los trenes, es por eso que a continuación se presenta su tabla de resumen y respectiva grafica con la cantidad y el tipo de elemento de vía férrea que tiene que ser reemplazado. (Ver tabla 14; grafico 7).

Elementos	Frecuencia	%
Durmientes de concreto	1315	74,84
Pernos de empate	190	10,81
Durmientes de madera	131	7,46
Rieles	121	6,89
Total	1757	100,00

**Tabla 14. Porcentajes y frecuencia de elementos dañados o faltantes del
km 75.5 al 80**

Fuente: tabla 12 y 13

En la tabla preliminar se puede observar que todos los elementos se encuentran ordenados de mayor a menor, con su respectiva representación porcentual y porcentaje acumulado, para de esta forma poder identificar cuáles son los elementos que por su mayor frecuencia y porcentaje necesitan una pronta respuesta y corrección.

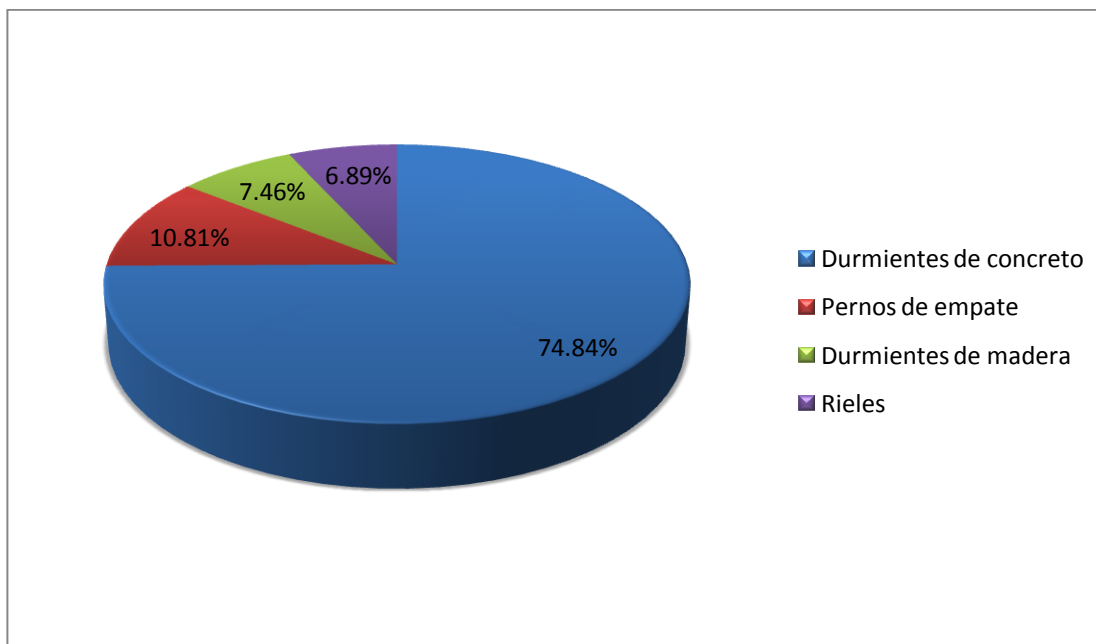


Gráfico 7. Distribución porcentual de los Elementos dañados o faltantes del Km 75.5 al 80
Fuente: tabla 14

De todos los sitios críticos identificados, este es el que presenta los números más elevados de elementos dañados. Todos están relativamente altos, con excepción de los durmientes de concreto que se van muy por encima del resto al tener mil trescientos quince (1315), por eso poseen 74,84% de la repartición total y sumamos con los durmientes de madera, proporciona un total de mil cuatrocientos cuarenta y seis (1446), es decir, 82,3% solo en la sección de durmientes. El resto se encuentre mas equitativo en cuanto a números pero igual forma presentan números altos, primero con ciento noventa (190) pernos de empate rotos, ciento veintiún (121) rieles y los ya mencionados durmientes de madera que fueron sumados anteriormente, cuya representación porcentual es de 10,81% y 6,89% respectivamente. Al mismo tiempo, no se puede dejar de lado los trescientos metros (300 m) de nivelación y alineación que se deben efectuar.

Este puede ser considerado por lejos el peor de los sitios críticos encontrados y es alarmante que se encuentre en esta situación, es por esto que se necesita su pronta recuperación, mas aun tomando en cuenta que a la hora de sustituir durmientes no se toma en cuenta si los hay de concreto o de madera, se utiliza el que este a disposición.

Para finalizar se presentan las dos últimas inspecciones donde se pudieron identificar sitios críticos, recolectando los datos en la línea principal con los ya conocidos formatos de inspección de la vía férrea, utilizados única y exclusivamente por los conservadores de vía de CVG Ferrominera Orinoco (Ver tabla 15 y 16).

FERRO 4276 REV 10032009

GERENCIA DE FERROCARRIL
SUPERINTENDENCIA DE MANTENIMIENTO DE VÍAS Y ESTRUCTURAS

INSPECCIÓN DE LA VÍA FERREA

☒ A PIE ☒ INSPECCIÓN ESPECIAL ☐ INSPECCIÓN RUTINARIA

FECHA: 03/12/12

C.C.: DESCRIPCIÓN: Ciudad Piar UBICACIÓN: Línea Principal

INSPECCIÓN DEL KM 80,5 AL KM 81

SITIO	SECC. MADERA		PERNOS		RIELES				TROCHA		GEOMETRÍA DE LA VÍA		SECC. CONCRETO		VÍA FERREA															
	TUERTEADOS	DURMIENTES	CLAVOS SUELTOS	FLOJOS	ROTOR	SOLDADURA EN EMPATE	CORRUGADOS	FRACTURADOS	DESGASTADOS	ACHATADOS	CURVA	TANGENTE	FALTA BALASTO	EMPATE BAJO	NIVELAC. ALINEAC.	TUERTEADOS	ROTOR	PERNOS ROTOS	GRAPAS ROTAS	PLACAS DE ASIENTO	COJINETES	ROLDANAS	NAEILAS	OBSTACULOS	AREOLES	MALEZA	DESRAVES	DETRIMIENTOS		
80,5													240				40		100											
80,6													240				40		100											
80,7													240				40		100											
80,8													240				40		100											
80,9													240				20		100											
81													240				20		100											

Nota: Pernos de empate, grapas, nabias, y empates bajos deben ser corregidos en la inspección, se reportaran como tal en las observaciones salvo causa mayor que se reportaran en el campo correspondiente. Los rieles desgastados o achatados deben analizarse con el perfilógrafo o carro geométrico.

OBSERVACIONES: Se observaron la mayoría de los durmientes clavados y muchas fallas de balasto x daños, se necesitan 2400 ms de balasto en todo el tramo.

Responsable de la inspección: NOMBRE: Placis Martínez FIRMA: [Firma] FICHA: 13574

JEFE DE ÁREA: FIRMA: [Firma] FICHA: 7299 FECHA: 03/12/12

Tabla 15. Formulario de inspección del Km 80.5 al 81

Fuente: Superintendencia de Mantenimiento de Vías y Estructuras

FERRO-4278 REV. 10/03/2009		GERENCIA DE FERROCARRIL SUPERINTENDENCIA DE MANTENIMIENTO DE VÍAS Y ESTRUCTURAS																												
INSPECCIÓN DE LA VÍA FERREA																														
<input type="checkbox"/> A PIE <input type="checkbox"/> EN LOCOMOTORA <input type="checkbox"/> EN ZORRA-AUTO RIEL		<input type="checkbox"/> INSPECCIÓN ESPECIAL <input checked="" type="checkbox"/> INSPECCIÓN RUTINARIA																												
C.C.: 256 DESCRIPCIÓN: <u>Ciudad Pinar</u>		UBICACIÓN: <u>Línea Principal</u>																												
INSPECCIÓN DEL KM <u>82.5</u>		AL KM <u>81</u>																												
SITIO	SECC MADERA		PERNOS EMPATE	RIELES				TROCHA	GEOMETRÍA DE LA VÍA		SECC CONCRETO							VÍA FERREA												
	TUERTEADOS	ROTOS		CLAVOS SUELTOS	FLOJOS	ROTOS	SOLDADURA EN EMPATE		CORRUGADOS	FRACTURADOS	DESGASTADOS	ACHATADOS	CURVA	TANGENTE	FALTA BALASTO	EMPATE BAJO	NIVELAC. ALINEAC.	TUERTEADOS	ROTOS	PERNOS ROTOS	GRAPAS ROTAS	PLACAS DE ASIENTO	COJINETES	ROLDANAS	NABLAS	OBSTACULOS	ARBOLES	MALEZA	DESRAYES	DERRUMBES
82.5	150						6																							
82.4	110						6																							
82.3	80						4										1													
82							3										8													
81.900	20						4																							
81.600							4										10													
81.400	10						6										100													
81.300							3										100													
81.200							10										100													
81.100	25						4										100													
81							10										100													

Nota: Pernos de empate, grapas, nablas, y empates bajos deben ser corregidos en la inspección, se reportaran como tal en las observaciones salvo causa mayor que se reportaran en el campo correspondiente. Los rieles desgastados o achatados deben analizarse con el perfilógrafo o carro geométrico.

OBSERVACIONES: Colocar Pernos Empate km 81.950, 81.100 e pie con Separación de 3", km 82.5 muchos durmientes dañados con el Puente.

Responsable de la inspección: NOMBRE: Amos Richens FIRMA: [Firma] FICHA: 6320

JEFE DE ÁREA: FIRMA: [Firma] FICHA: 7299 FECHA: 03/12/12

Tabla 16. Formulario de inspección del Km 81 al 82.5

Fuente: Superintendencia de Mantenimiento de Vías y Estructuras

De igual forma estas dos inspecciones, del Km 80.5 al 81 y del 81 al 82.5, dada la criticidad de los dos tramos inspeccionados, se decidió tomar un solo sitio crítico el cual abarca obviamente casi todo el trecho desde el Km 80.5 al 82. Este presenta malas condiciones para el tráfico seguro de los trenes y equipo rodante, es por eso que a continuación se presenta su tabla de resumen y respectiva grafica con la cantidad y el tipo de elemento de vía férrea que tiene que ser reemplazado. (Ver tabla 17; grafico 8).

Elementos	Frecuencia	%
Metros cúbicos de balasto	1440	55,02
Durmientes de concreto	719	27,47
Durmientes de madera	395	15,09
Rieles	63	2,41
Total	2617	100,00

**Tabla 17. Porcentajes y frecuencia de elementos dañados o faltantes del
km 80.5 al 82**

Fuente: tabla 15 y 16

En la tabla preliminar se puede observar que todos los elementos se encuentran ordenados de mayor a menor, con su respectiva representación porcentual y porcentaje acumulado, para de esta forma poder identificar cuáles son los elementos que por su mayor frecuencia y porcentaje necesitan ser atacados a brevedad posible. (Ver Grafico 8)

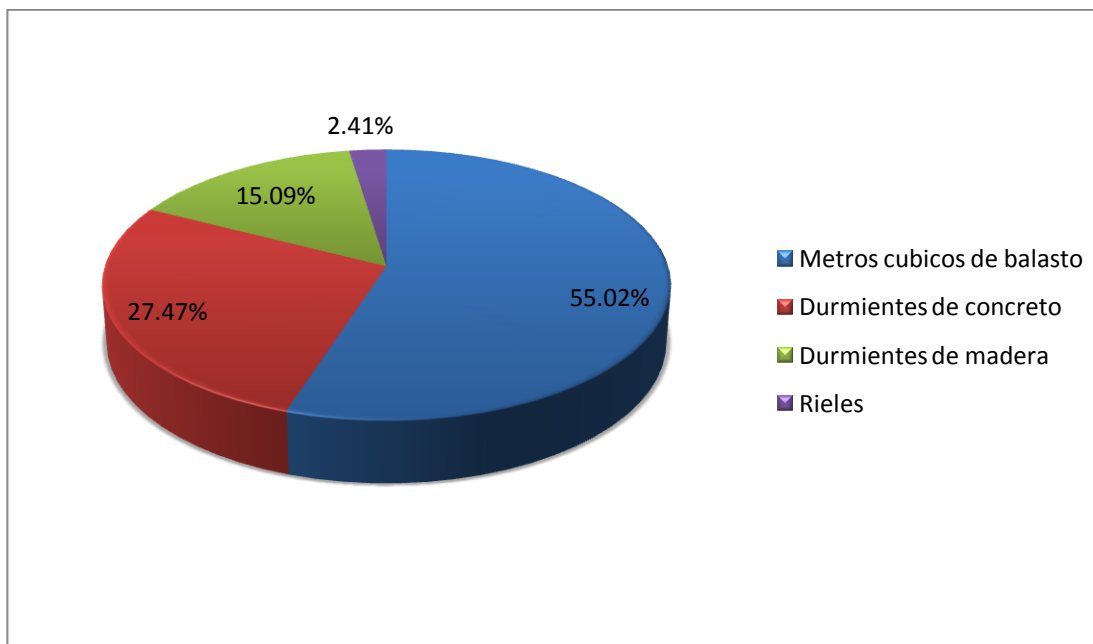


Gráfico 8. Distribución porcentual de los elementos dañados o faltantes del Km 80.5 al 82
Fuente: tabla 17

En esta ocasión, los durmientes tanto de concreto como de madera son superados por los mil cuatrocientos cuarenta metros cúbicos ($1440 m^3$) de balasto que falta, siendo entonces el mayor porcentaje expresado con 55,02%, pero no quedando muy por detrás, ya que, si sumamos ambos tipos de durmientes, nos damos cuenta que hay que sustituir unos mil ciento catorce (1114), obteniendo así el 42,56% de toda la distribución de porcentaje. Sin menospreciar y dejar atrás los sesenta y tres (63) rieles que hay que cambiar por sus diferentes condiciones de dañados, pues estos son 2,41% de los elementos dañados.

Está claro que estos dos últimos sitios críticos son los que se encuentran en peores condiciones y requieren de una inmediata respuesta por parte de los responsables para que subsanen estas situaciones. Hace falta una gran

cantidad de balasto, la cual es importante que se reponga pues este es donde reposa toda la estructura férrea. Hay que recalcar que lo ideal es que toda la vía contenga durmientes de concreto (vía elástica), pero se observan durmientes de madera dentro de las inspecciones, esto se debe a que los cambiavías que se usan actualmente están adecuados para funcionar con el tipo de durmiente ya mencionado.

4.3 Plan de acción

Un plan de acción es un tipo de esquema que prioriza las actividades más importantes para cumplir con ciertos objetivos y metas. De esta manera, un plan de acción se constituye como una especie de guía que brinda un marco o una estructura a la hora de llevar a cabo un proyecto. Dentro de una empresa, un plan de acción puede involucrar a distintos departamentos y áreas. El plan establece quiénes serán los responsables que se encargarán de su cumplimiento en tiempo y forma.

Una vez realizadas las inspecciones, se cuantificaron los elementos de vía férrea dañados o faltantes, se realizaron graficas sobre ellos, de las cuales se pudieron hacer un análisis y una pequeña discusión de que se debería hacer en la teoría y lo que se hace realmente, se identificaron varios sitios críticos, donde la gran mayoría se encuentra en muy mal estado. Finalmente, determinados los sitios, se identificaron en el mapa ferroviario para una mejor visualización.

De todos estos tramos criticos, hay dos que llaman realmente la atención debido a su situación actual, los cuales son: el tramo del 75.5 al 80 y el del 80.5 al 82, su estado es alarmante es por ello que se deben atacar en la brevedad posible. Sin embargo, se deben dejar de lado los otros sitios, pues todos representan un peligro para el transito seguro de los trenes, ya que debido a esto, hay grandes probabilidades de descarrilamiento y así poner en peligro la producción de la empresa, pues el mineral no llega en el tiempo estipulado, además de incurrir a altos costos de reparación y mantenimiento incluyendo materiales y el factor humano.

Para atacar cada uno de estos espacios en mal estado, se ve en la necesidad de elaborar un plan de acción que se presenta a continuación (Ver tabla 18). Este contendrá especificado cada uno de los sitios críticos a rehabilitar, todas las actividades que hay que ejecutar, los recursos que se utilizaran: mano de obra, maquinaria, herramientas, el tiempo estimado en que podrían realizarse y el responsable de que esto se lleve a cabo.

Plan de acción

Objetivos (Km)	Actividades	Materiales y elementos a reparar	Mano de obra	Herramientas	Maquinaria y equipos	Tiempo	Responsable
Recuperar del 2.8 al 5	<ul style="list-style-type: none"> - Quitar todos los elementos dañados. - Reemplazar elementos dañados y faltantes por nuevos. - Instalarlos y verificar. 	4 pernos de empate, 13 rieles, 200 durmientes de concreto, 8 empates bajos, 2 soldaduras en empate.	Dos (2) técnicos de mantenimiento de vías, dos (2) operadores y catorce (14) rieleros, dos (2) soldadores.	Mandarrias, gancho de riel, palas, pata de cabra, llave de empate, gato de línea, regla de trocha, barra de línea, jefe de línea.	Maquina de apretar clips, maquina de cortar rieles, maquina de perforar rieles, maquina de soldar, grúa de giro rápido (PETTIBONE).	Desde el 06/05/2013 hasta el 20/05/2013	Jefe de área de Mantenimiento y Conservación de Vías, Supervisor de Mantenimiento de Vías.
Recuperar del 7.5 al 9	<ul style="list-style-type: none"> - Quitar todos los elementos dañados. - Reemplazar elementos dañados y faltantes por nuevos. 	220 durmientes de madera, 5 rieles, 80 m ³ de balasto, 7 durmientes de concreto, 2 empates bajos.	Dos (2) técnicos de mantenimiento de vías, dos (2) operadores y catorce (14) rieleros, cuatro (4) conservadores	Mandarrias, gancho de riel, palas, pata de cabra, llave de empate, gato de línea, regla de trocha, barra de línea, jefe de línea.	Maquina de apretar clips, maquina de cortar rieles, maquina de perforar rieles, balastero, grúa de giro rápido (PETTIBONE).	Desde el 21/05/2013 hasta el 04/06/2013	Jefe de área de Mantenimiento y Conservación de Vías, Supervisor de Mantenimiento de Vías

	- Instalarlos y verificar.		de vías.				
Recuperar del 16 al 16.5	<ul style="list-style-type: none"> - Quitar todos los elementos dañados. - Reemplazar elementos dañados y faltantes por nuevos. - Instalarlos y verificar. 	12 empates bajos, 73 durmientes de concreto.	Un (1) técnico de mantenimiento de vías, un (1) operador de equipos, seis (6) rieleros.	Pata de cabra, barra de línea, gato de línea, mandarrias, jefe de líneas, palas.	Grúa de giro rápido (PETTIBONE).	Desde el 05/06/2013 hasta el 19/06/2013	Jefe de área de Mantenimiento y Conservación de Vías, Supervisor de Mantenimiento de Vías
Recuperar del 40.5 al 41.5	<ul style="list-style-type: none"> - Quitar todos los elementos dañados. - Reemplazar elementos dañados y faltantes por nuevos. - Instalarlos y verificar. 	7 durmientes de madera, 10 pernos de empate, 5 rieles, 80 m ³ de balasto, 90 durmientes de concreto.	Dos (2) técnicos de mantenimiento de vías, dos (2) operadores y catorce (14) rieleros, cuatro (4) conservadores de vías.	Mandarrias, gancho de riel, palas, pata de cabra, llave de empate, gato de línea, regla de trocha, barra de línea, jefe de línea.	Maquina de apretar clips, maquina de cortar rieles, maquina de perforar rieles, balastero, grúa de giro rápido (PETTIBONE).	Desde el 20/06/2013 hasta el 04/07/2013	Jefe de área de Mantenimiento y Conservación de Vías, Supervisor de Mantenimiento de Vías
Recuperar del 59 al 63	<ul style="list-style-type: none"> - Quitar todos los 	18 durmientes de madera, 20	Dos (2) técnicos de	Mandarrias, gancho de riel,	Maquina de apretar clips, maquina de	Desde el 05/07/2013	Jefe de área de Mantenimiento y

	<p>elementos dañados.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Reemplazar elementos dañados y faltantes por nuevos. - Instalarlos y verificar. 	<p>pernos de empate, 17 rieles, 265 durmientes de concreto, 2 soldaduras en empate</p>	<p>mantenimiento de vías, dos (2) operadores y catorce (14) rieleros, dos (2) soldadores.</p>	<p>palas, pata de cabra, llave de empate, gato de línea, regla de trocha, barra de línea, jefe de línea.</p>	<p>cortar rieles, maquina de perforar rieles, maquina de soldar, grúa de giro rápido (PETTIBONE).</p>	<p>hasta el 19/07/2013</p>	<p>Conservación de Vías, Supervisor de Mantenimiento de Vías</p>
<p>Recuperar del 66 al 69</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Quitar todos los elementos dañados. - Reemplazar elementos dañados y faltantes por nuevos. - Instalarlos y verificar. 	<p>25 pernos de empate, 29 rieles, 120 m³ de balasto, 30 empates bajos, 184 durmientes de concreto, 8 soldaduras en empate, 1000 metros de nivelación y alineación.</p>	<p>Dos (2) técnicos de mantenimiento de vías, dos (2) operadores y catorce (14) rieleros, dos (2) soldadores, cuatro (4) conservadores de vía.</p>	<p>Mandarrias, gancho de riel, palas, pata de cabra, llave de empate, gato de línea, regla de trocha, barra de línea, jefe de línea.</p>	<p>Maquina de apretar clips, maquina de cortar rieles, maquina de perforar rieles, maquina de soldar, balastero, grúa de giro rápido (PETTIBONE), maquina de nivelación y alineación PLASSER & THEURER.</p>	<p>Desde el 20/07/2013 hasta el 03/08/2013</p>	<p>Jefe de área de Mantenimiento y Conservación de Vías, Supervisor de Mantenimiento de Vías, Conservadores de vías.</p>
<p>Recuperar del 75.5 al 80</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Quitar todos los elementos dañados. 	<p>131 durmientes de madera, 190 pernos de</p>	<p>Dos (2) técnicos de mantenimiento de vías, dos</p>	<p>Mandarrias, gancho de riel, palas, pata de cabra, llave de</p>	<p>Maquina de apretar clips, maquina de cortar rieles, maquina de</p>	<p>Desde el 04/08/2013 hasta el 18/08/2013</p>	<p>Jefe de área de Mantenimiento y Conservación de Vías, Supervisor</p>

	<ul style="list-style-type: none"> - Reemplazar elementos dañados y faltantes por nuevos. - Instalarlos y verificar. 	empate, 121 rieles, 1315 durmientes de concreto, 300 metros de nivelación y alineación.	(2) operadores y catorce (14) rieleros, cuatro (4) conservadores de vía.	empate, gato de línea, regla de trocha, barra de línea, jefe de línea.	perforar rieles, grúa de giro rápido (PETTIBONE), maquina de nivelación y alineación PLASSER & THEURER.		de Mantenimiento de Vías, Conservadores de vías.
Recuperar del 80.5 al 82	<ul style="list-style-type: none"> - Quitar todos los elementos dañados. - Reemplazar elementos dañados y faltantes por nuevos. - Instalarlos y verificar. 	395 durmientes de madera, 63 rieles, 1440 m ³ de balasto, 719 durmientes de concreto.	Dos (2) técnicos de mantenimiento de vías, dos (2) operadores y catorce (14) rieleros, cuatro (4) conservadores de vías.	Mandarrias, gancho de riel, palas, pata de cabra, llave de empate, gato de línea, regla de trocha, barra de línea, jefe de línea.	Maquina de apretar clips, maquina de cortar rieles, maquina de perforar rieles, balastero, grúa de giro rápido (PETTIBONE).	Desde el 19/08/2013 hasta el 02/09/2013	Jefe de área de Mantenimiento y Conservación de Vías, Supervisor de Mantenimiento de Vías

Tabla 18. Plan de acción
Fuente: Elaboración propia

El plan de acción presentado anteriormente, se encuentra dividido en ocho secciones, primeramente se posicionan los objetivos que se deben alcanzar, donde todos se refieren a recuperar o corregir los sitios críticos ya identificados, solo varia el lugar donde se realizara dicha recuperación; luego cada una de las actividades que se deben ejecutar, que debido a que todos los objetivos son idénticos, estas son las mismas para cada caso; seguido se encuentran todos los materiales que se deben utilizar y los elementos que se necesitan reparar.

Posteriormente a esto, la mano de obra necesaria y hay que hacer hincapié en este ítem, pues la mano de obra está estimada para cambiar un riel y un durmiente, entonces se tienen que tomar las previsiones necesarias a la hora de cambiar diferentes cantidades de rieles y durmientes; a continuación las herramientas, maquinarias y equipos que estos deben utilizar; y consecutivamente se hace una estimación del tiempo que podría llevar realizar cada una de las correcciones. Como se menciona, este tiempo es un estimado, por lo cual estas recuperaciones se podrían finalizar posterior a este periodo o con mucha antelación. Para una mejor comprensión y visualización, se presentara una tabla con todas las fechas y su respectivo diagrama. (Ver tabla 19, figura 6)

Para finalizar se menciona las personas a cargo de que los objetivos sean alcanzados correctamente, casi en todos los casos vienen siendo los mismos, con excepción de los tramos que requieren nivelación y alineación, aquí también se incluye como responsables a los conservadores de vías pues estos son los encargados de realizar esta tarea.

Diagrama de Gantt

























		Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
0		<input type="checkbox"/> PLAN DE ACCION PARA RECUPERACION DE SITIOS	104,75 días?	lun 06/05/13	lun 02/09/13
1		<input type="checkbox"/> Recuperar del 2.8 al 5.0 km	12,88 días?	lun 06/05/13	lun 20/05/13
2		Quitar todos los elementos dañados.	3,25 días?	lun 06/05/13	jue 09/05/13
3		Reemplazar elementos dañados y faltantes por nuevos.	4,38 días?	vie 10/05/13	mar 14/05/13
4		Instalarlos y verificar.	5 días?	mié 15/05/13	lun 20/05/13
5		<input type="checkbox"/> Recuperar del 7.5 al 9.0 km	12,88 días?	mar 21/05/13	mar 04/06/13
6		Quitar todos los elementos dañados.	3,25 días?	mar 21/05/13	vie 24/05/13
7		Reemplazar elementos dañados y faltantes por nuevos.	3,25 días?	sáb 25/05/13	mar 28/05/13
8		Instalarlos y verificar.	5,88 días?	mié 29/05/13	mar 04/06/13
9		<input type="checkbox"/> Recuperar del 16.0 al 16.5 km	12,88 días?	mié 05/06/13	mié 19/06/13
10		Quitar todos los elementos dañados.	3 días	mié 05/06/13	sáb 08/06/13
11		Reemplazar elementos dañados y faltantes por nuevos.	4 días	dom 09/06/13	jue 13/06/13
12		Instalarlos y verificar.	5 días?	vie 14/06/13	mié 19/06/13
13		<input type="checkbox"/> Recuperar del 40.5 al 41.5 km	12,88 días?	jue 20/06/13	jue 04/07/13
14		Quitar todos los elementos dañados.	4 días	jue 20/06/13	lun 24/06/13
15		Reemplazar elementos dañados y faltantes por nuevos.	4,13 días?	mar 25/06/13	sáb 29/06/13
16		Instalarlos y verificar.	4,13 días?	dom 30/06/13	jue 04/07/13
17		<input type="checkbox"/> Recuperar del 59.0 al 63.0 km	12,88 días?	vie 05/07/13	vie 19/07/13
18		Quitar todos los elementos dañados.	5 días?	vie 05/07/13	mié 10/07/13
19		Reemplazar elementos dañados y faltantes por nuevos.	3 días	jue 11/07/13	dom 14/07/13
20		Instalarlos y verificar.	4,13 días?	lun 15/07/13	vie 19/07/13
21		<input type="checkbox"/> Recuperar del 66.0 al 69.0 km	12,88 días?	sáb 20/07/13	sáb 03/08/13
22		Quitar todos los elementos dañados.	4,13 días?	sáb 20/07/13	mié 24/07/13
23		Reemplazar elementos dañados y faltantes por nuevos.	4,13 días?	jue 25/07/13	lun 29/07/13
24		Instalarlos y verificar.	4,13 días?	mar 30/07/13	sáb 03/08/13
25		<input type="checkbox"/> Recuperar del 75.5 al 80.0 km	12,88 días?	dom 04/08/13	dom 18/08/13
26		Quitar todos los elementos dañados.	3,25 días?	dom 04/08/13	mié 07/08/13
27		Reemplazar elementos dañados y faltantes por nuevos.	3,25 días?	jue 08/08/13	dom 11/08/13
28		Instalarlos y verificar.	5,88 días?	lun 12/08/13	dom 18/08/13
29		<input type="checkbox"/> Recuperar del 80.5 al 82.0 km	12,75 días	lun 19/08/13	lun 02/09/13
30		Quitar todos los elementos dañados.	4 días	lun 19/08/13	vie 23/08/13
31		Reemplazar elementos dañados y faltantes por nuevos.	3,25 días	sáb 24/08/13	mar 27/08/13
32		Instalarlos y verificar.	5 días	mié 28/08/13	lun 02/09/13

Tabla 19. Duración de plan de acción

Fuente: Elaboración propia

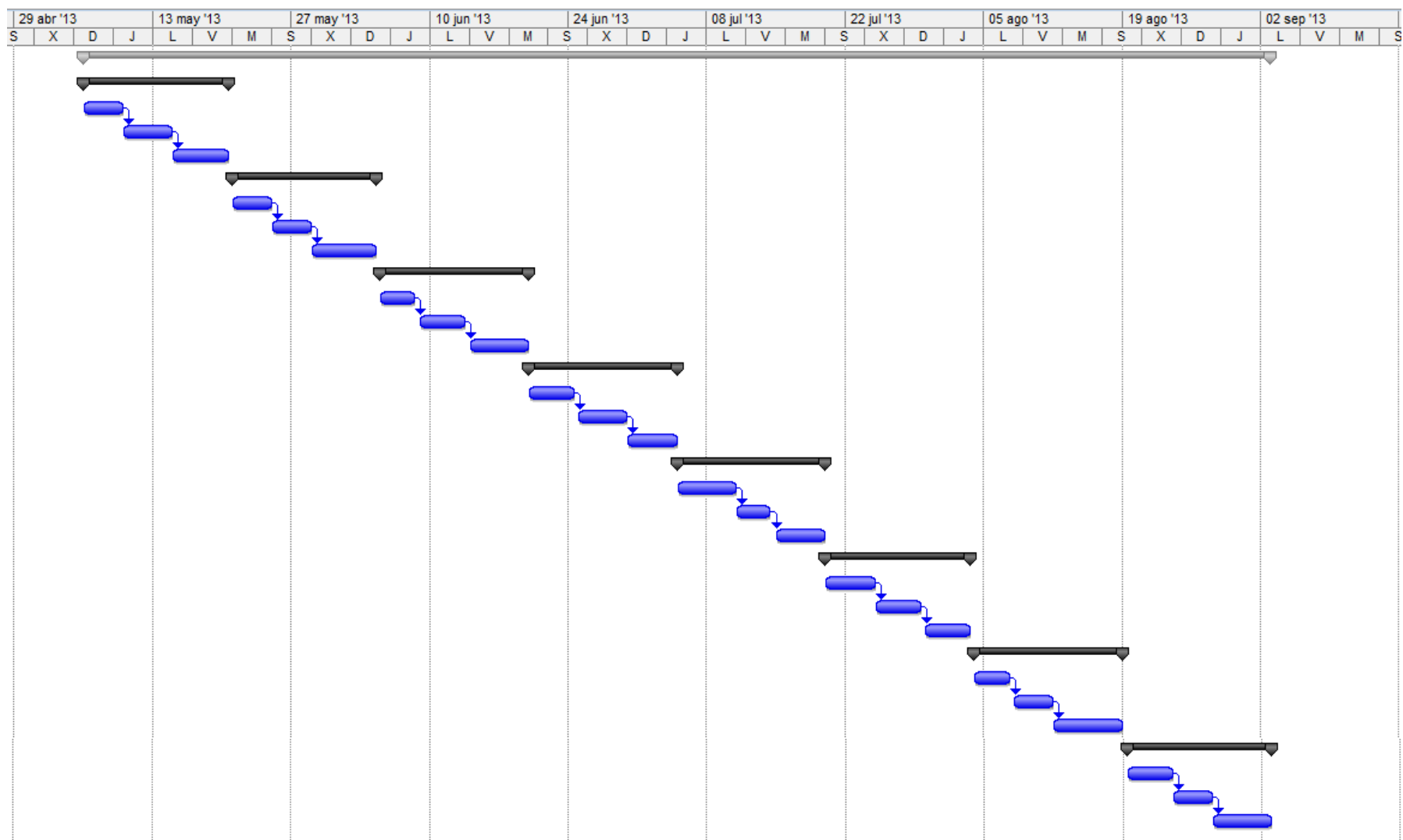


Figura 7. Diagrama de Gantt de plan de acción


Fuente: Elaboración propia

4.4 Análisis FODA

Es una importante herramienta de la planeación estratégica que conducen al desarrollo de cuatro tipos de estrategias: FO, DO, FA y DA. Las letras F, O, D y A representan fortalezas (F), oportunidades (O), debilidades (D) y amenazas (A) respectivamente y constituyen el ámbito externo e interno de la Superintendencia de Mantenimiento de Vías y Estructuras.

Para realizar este análisis, se procederá de la siguiente manera: hacer una lista de las fortalezas internas claves, hacer una lista de las debilidades internas decisivas, hacer una lista de las oportunidades externas importantes, hacer una lista de las amenazas externas claves, comparar las fortalezas internas con las oportunidades externas y registrar las estrategias FO resultantes en la casilla apropiada, cotejar las debilidades internas con las oportunidades externas y registrar las estrategias DO resultantes, comparar las fortalezas internas con las amenazas externas y registrar las estrategias FA resultantes, hacer comparación de las debilidades internas con las amenazas externas y registrar las estrategias DA resultantes.

Para elaborar la estrategia FO se debe utilizar las fortalezas internas con el objeto de aprovechar las oportunidades externas, la estrategia DO se realiza valiéndose de las oportunidades externas con el objetivo de la mejora de las debilidades internas, la estrategia FA Se basa en la utilización de las fortalezas para evitar o reducir al mínimo el impacto de las amenazas externas y por último, la estrategia DA tiene como objetivo derrotar las debilidades internas y eludir las amenazas externas intentando minimizarlas, mediante estrategias de carácter defensivo. Todas estas estrategias serán expuestas en la siguiente tabla que se presenta a continuación (Ver tabla 20).

 <p>Superintendencia de Mantenimiento de Vías y Estructuras</p>	<p>FORTALEZAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Se cuenta con personal calificado. 2. Disposición de herramientas y equipos. 3. Disposición de materiales. 	<p>DEBILIDADES</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. No se dispone de suficiente rotación de las cuadrillas de mantenimiento (disponibilidad). 2. Falta de incentivo al personal. 3. Falta de personal en las cuadrillas de mantenimiento.
<p>OPORTUNIDADES</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Disponibilidad de servicio de empresas foráneas. 2. Disposición de los cuerpos de seguridad del estado. 	<p>2-1: Contratar empresas foráneas para operar la mayor cantidad de herramientas y equipos al mismo tiempo, y de esta manera poder atacar y corregir los sitios críticos de manera rápida y oportuna.</p> <p>3-1: Realizar alianzas con empresas foráneas para que se haga un traslado rápido y seguro de todos los materiales que se deben utilizar en las recuperaciones.</p>	<p>3-1: Incluir obreros de empresas foráneas y contratistas en las cuadrillas de mantenimiento de la Superintendencia de Mantenimiento de Vías y Estructuras, para de esta manera cubrir el déficit de personal en dichas cuadrillas.</p>
<p>AMENAZAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Malas condiciones climáticas. 2. Alta inseguridad. 3. Falta de iluminación. 	<p>2-4: Aplicar de forma correcta los planes de mantenimiento preventivo y correctivo sobre las maquinarias y equipos, para que de esta manera estos posean un alto porcentaje de</p>	<p>2-3: Proporcionar una buena iluminación, como incentivo para que los trabajadores puedan trabajar de una forma más rápida, eficiente.</p>

<p>4. Poca disponibilidad de los equipos.</p> <p>5. No hay gestión oportuna en el pedido de repuestos y materiales.</p>	<p>disponibilidad, y puedan ser utilizados el mayor tiempo posible en las correcciones de los tramos afectados.</p> <p>3-5: Efectuar los pedidos de repuestos y materiales en tiempo y forma oportuna, de modo que siempre se tenga disposición de estos en el almacén, y así no se generen retrasos a la hora de utilizar estos componentes en las recuperaciones.</p>	<p>2-3: Prestar cuerpos de seguridad, como incentivo para que los trabajadores puedan trabajar de forma tranquila y segura.</p>
---	--	--

Tabla 20. Análisis FODA
Fuente: Elaboración propia

Este análisis se hizo con la finalidad de elaborar estrategias para optimizar la gestión de mantenimiento de vías, del cual se pudo deducir las siguientes:

- ✓ Realizar alianzas con empresas foráneas para que se haga un traslado rápido y seguro de todos los materiales que se deben utilizar en las recuperaciones.
- ✓ Contratar empresas foráneas para operar la mayor cantidad de herramientas y equipos al mismo tiempo, y de esta manera poder atacar y corregir los sitios críticos de manera rápida y oportuna.
- ✓ Aplicar de forma correcta los planes de mantenimiento preventivo y correctivo sobre las maquinarias y equipos, para que estos posean un alto porcentaje de disponibilidad, y puedan ser utilizados el mayor tiempo posible en las correcciones de los tramos afectados.
- ✓ Efectuar los pedidos de repuestos y materiales en tiempo y forma oportuna, de modo que siempre se tenga disposición de estos en el almacén, y así no se generen retrasos a la hora de utilizar estos componentes en las recuperaciones.
- ✓ Incluir obreros de empresas foráneas y contratistas en las cuadrillas de mantenimiento de la Superintendencia de Mantenimiento de Vías y Estructuras, para cubrir el déficit de personal en dichas cuadrillas.
- ✓ Proporcionar una buena iluminación, como incentivo para que los trabajadores puedan trabajar de una forma más rápida y eficiente.
- ✓ Prestar cuerpos de seguridad, como incentivo para que los trabajadores puedan trabajar de forma tranquila y segura.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos permitieron concluir con los siguientes aspectos:

1. Se logro estudiar, conocer y analizar el sistema ferroviario de CVG Ferrominera Orinoco, específicamente la línea principal (del Km 2.8 hasta el Km 106), y así de esta manera se pudo identificar sobre esta, todos los sitios críticos encontrados.
2. Se inspecciono toda la línea principal del sistema ferroviario de CVG Ferrominera Orinoco, bajo el formulario 4276.
3. Este formato permitió la cuantificación de todos los elementos dañados o faltantes en la vía, dándonos una visión de la condición, estado, frecuencia y cantidad de cada unos de estos, consiguiendo de esta forma poder determinar los sitios críticos que debían ser recuperados.
4. Se diagnosticaron ocho (8) sitios críticos relevantes, siendo los dos últimos los más alarmantes, del Km 75.5 al 80 y del Km 80.5 al 82.
5. Los durmientes tanto de concreto como de madera, fueron los que presentaron en la mayoría de los sitios críticos, la más alta frecuencia por daño.
6. Se pudo diseñar y elaborar un plan de acción, donde se especifica: objetivos, actividades, materiales, mano de obra, herramientas, maquinarias y equipos, tiempo y responsable que se deben utilizar para que se ataque de manera rápida y correcta todos los tramos a mejorar.

-
7. Por último, desarrollaron estrategias de mejora para la gestión del mantenimiento y conservación de vías.

RECOMENDACIONES

En función de los resultados y conclusiones que se obtuvieron en esta investigación, se recomiendan las acciones siguientes:

1. Emplear y ejecutar el plan de acción la fecha de inicio pautada, tratando de cumplir los periodos de tiempos plateados en el mismo.
2. Recuperar y corregir todos los sitios críticos diagnosticados, atacando primordialmente los que presenten mayor grado de deterioro, para garantizar el tráfico seguro de las locomotoras y minimizar el riesgo de descarrilamiento.
3. Hacer un estudio para determinar las posibles causas de porque tantos durmientes rotos o tijereteados, y al encontrarlas, tratar de subsanarlas.
4. Garantizar la disponibilidad operativa disponibilidad de maquinarias y equipos, para que de esta forma no se generen retrasos en las recuperaciones por fallas o desperfectos de los mismos.
5. Contar con todas las herramientas a la hora de realizar las correcciones de los espacios deteriorados.
6. Disponer en el almacén de todos los materiales a utilizar y de este modo no se detenga por la espera de estos, el proceso de mejora de los tramos en mal estado.

-
7. Contratar mano de obra calificada y no calificada para formar nuevas cuadrillas de mantenimiento, logrando completar las rotaciones y por consiguiente el aumento de la fuerza laboral.
 8. Los responsables de que se alcancen los objetivos, deben vigilar para que estos se lleven a cabo de manera rápida, correcta y efectiva.
 9. Aplicar las estrategias de mejoras anteriormente desarrolladas.

BIBLIOGRAFIA

- ARIAS, F. (2006). **Lecturas para el curso de Metodología Investigación.**
- BAENA, E. (2006). **Diseño de un Plan de Mantenimiento Preventivo para el Sistema de Volteo de Vagones de la Gerencia de Procesamiento de Mineral de Hierro en CVG Ferrominera Orinoco, C.A.**
- BASANTA, Y. (2003). **Determinación de la Fuerza Laboral de la Superintendencia de Mantenimiento de Vías y Estructuras en CVG Ferrominera Orinoco, C.A.**
- FERROCARRILES NACIONALES DE MÉXICO, (2009). **Manuales de Vías Férreas.**
- GODAD, Y. (2002). **Evaluación Técnico – Económica para Adquirir Equipos de Mantenimiento de Vías en la Gerencia de Ferrocarril de CVG Ferrominera Orinoco, C.A.**
- JHONSON, S. (2003). **Teorías de la Investigación.**
- JIMÉNEZ, M. (2008). **Estructuras De Vías.**
- MÉNDEZ, P. (2002). **Metodología de la Investigación.**
- PINO, O. (2008). **Construcción de Vía Férrea.**
- SABINO, C. (2004). **El Proceso de la Investigación.**
- SECTRA, D. (2003). **Recomendaciones de Diseño para Proyectos de Infraestructura Ferroviaria.** Santiago de Chile.

- VALECILLO, A. (2012). **Elaboración de una Práctica de Trabajo Seguro (PTS) de la Máquina de Bateo, Nivelación y Alineación de Vías Férreas, Marca PLASSER & THEURER, Modelo 08-3S, Adscrita en la Superintendencia de Mantenimiento de Vías y Estructuras, Gerencia de Ferrocarril de la Empresa CVG Ferrominera Orinoco.**
- Red Intranet perteneciente a CVG FERROMINERA ORINOCO C.A. [Documento en Línea]. Disponible en: <http://www.ferrominera.com>