



UNIVERSIDAD DE HOLGUÍN

Facultad de Ingeniería
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL

TRABAJO DE DIPLOMA

**DISEÑO CONCEPTUAL DE LAS VÍAS DEL PATIO
FERROVIARIO VIDALINA ENTRE LAS LOCALIDADES DE
FRANK PAÍS Y SAGUA DE TÁNAMO**

MAGDA TAIMY MARTÍN ESCALONA

HOLGUÍN

2015



UNIVERSIDAD DE HOLGUÍN

Facultad de Ingeniería
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL

TRABAJO DE DIPLOMA

**DISEÑO CONCEPTUAL DE LAS VÍAS DEL PATIO
FERROVIARIO VIDALINA ENTRE LAS LOCALIDADES DE
FRANK PAÍS Y SAGUA DE TÁNAMO**

Autor: MAGDA TAIMY MARTÍN ESCALONA

Tutor: P.I.Ing. MANUEL SAÚCO MÉNDEZ

HOLGUÍN

2015

PENSAMIENTO

”Debemos redoblar nuestros esfuerzos y jurarnos a nosotros mismos, que si un día nuestro trabajo nos pareciera bueno, debemos luchar por hacerlo mejor y si fuera mejor, debemos luchar por hacerlo perfecto; conociendo de antemano que ninguna obra de calidad humana será jamás suficientemente perfecta.”

Fidel Castro Ruz

AGRADECIMIENTOS

- A la Revolución por darme la oportunidad de poder estudiar y convertirme en una profesional preparada.
- A toda mi familia y en especial a mis padres, mi hermano, mis tías y mis primos.
- A mi tutor Sauco por su apoyo incondicional.
- A todos los que de una forma u otra ayudaron en mi formación.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a los que lucharon por impulsarme en los momentos de debilidad y soñaron con ver este sueño hecho realidad, a mis padres y a alguien muy especial que está siempre presente en todo lo que hago, mi abuelita Aurelia que en paz descansa.

RESUMEN

Por lo económico que resulta el transporte ferroviario ante otros medios, y previendo la necesidad futura de trasladar todo el mineral existente en la localidad de Nicaro que puede ser puesto a explotación en las fábricas de Moa; en el año 1985 la Dirección Provincial de Planificación Física de Holguín elabora un proyecto que consiste en la reparación de gran parte de la estructura ferroviaria existente y la construcción de nuevos tramos de Nicaro a Moa, por lo que se requiere el diseño de patios ferroviarios para obtener una vía más factible y segura. La presente investigación propone resolver tal situación y obtuvo como resultado el diseño conceptual de las vías del patio ferroviario Vidalina, mediante el empleo del software *AutoCAD Civil 3D Land Desktop Companion 2009* como herramienta de diseño de la infraestructura de la vía, el PreCons II y el programa PCWim para el cálculo de aproximadamente el costo real de la obra. Por lo que la solución del problema de la investigación y el cumplimiento del objetivo fueron posibles con la implementación de un sistema de métodos de la investigación científica de naturaleza teórica y empírica.

ABSTRACT

For the economical aspect that carries about the transporting of resources using railways and others means of transportation and taking into consideration the future necessity of transporting all the minerals that are present in Nicaro, which can be exploited in Moa`s factories, in 1985 the Human Plan Office of Holguin designed a project. That project involved the repair of a large area of an existent railroad structure and also the construction of some new stretches from Nicaro to Moa. That project requires the design of shunting yards; it carries about that railways would be more feasible and safer. The current investigation has the aim of getting to a solution for this situation. It had as a result the conceptual design of the railroad of the Vidalina shunting yard, through the use of the software AutoCAD Civil 3D Land Desktop Companion 2009 as a design tool of the infrastructure of the railroad, in the PreCons II and the software PC Wim for the calculation of an approximate of the real costs of the work. The solution of the problem of the investigation and the performance of the objective were possible because of the implementation of a system of theoretical and empirical methods of the scientific investigation.

GLOSARIO DE TÉRMINOS Y DEFINICIONES

Corona de la explanación: Superficie de la explanación delimitada por los bordes de la misma.

Entrevía: Distancia medida en sentido transversal entre los ejes de dos o más vías adyacentes.

Explanación: Obra de tierra cuya finalidad es servir de cimiento a una estructura que se obtiene mediante la preparación del terreno natural, efectuando cortes, terraplenes y otras labores, con el objeto de nivelar el mismo para la colocación de la superestructura de la vía férrea.

Fijación elástica: Fijación carril-traviesa que efectúa la transmisión de los esfuerzos del carril a la traviesa mediante elementos elásticos.

Fijación rígida: Fijación carril-traviesa que efectúa la transmisión de los esfuerzos del carril a la traviesa mediante elementos rígidos.

Obra de fábrica: Construcción que se ejecuta para salvar un obstáculo o como protección de la misma. Pueden ser puentes, alcantarillas, paso a desnivel, muros de contención y otras.

Pendiente: Inclinación con respecto a la horizontal medida en tanto por ciento o tanto por mil, también se utiliza para indicar bajada en el sentido de circulación, utilizándose la denominación de rampa para indicar subida en el mismo sentido.

Reconstrucción de vías: Es la renovación de todos los elementos de la superestructura, así como, relocalizaciones altimétricas y planimétricas apreciables, incluyendo en caso necesario, tramos de trazado independiente.

Reparación capital: Es la renovación de todos los elementos de la superestructura, mejoras en la sección transversal y en el drenaje, sin entrar en cambios apreciables de relocalizaciones altimétricas y planimétricas.

Sección transversal típica de las vías férreas: Perfil transversal tomado a partir del eje de la vía férrea en ambas direcciones formando un ángulo recto con este eje y donde se indican todas sus componentes con sus respectivas dimensiones para una determinada categoría de la vía y condición de tráfico ferroviario.

Terraplén: Estructura de tierra de forma y dimensiones determinadas que se construye sobre el terreno natural para formar la infraestructura de la vía férrea y otros tipos de obras de la explanación.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO – 1: FUNDAMENTOS TEÓRICOS PARA LA PROYECCIÓN DE LAS VÍAS DEL PATIO FERROVIARIO VIDALINA.....	7
Introducción al capítulo	7
1.1 Antecedentes históricos del diseño de las vías del patio ferroviario Vidalina.	7
1.2 El patio ferroviario como elemento componente de la vía férrea.....	8
1.2.1 Características de la construcción de los patios ferroviarios.....	9
1.2.2 Funciones de los patios ferroviarios.....	9
1.2.3 Áreas para las operaciones de los patios ferroviarios.....	10
1.2.4 Maniobras en los patios ferroviarios.....	11
1.2.5 Clasificación de los patios ferroviarios.	12
1.3 Elementos componentes de la vía de los patios ferroviarios.....	12
1.4.1 Ubicación de las vías del patio.....	25
1.4.2 Alineación en planta de las vías del patio.	26
1.4.3 Alineación en perfil de las vías del patio.	27
1.4.4 Sección transversal de las vías del patio.	27
Conclusiones del capítulo.....	29
CAPÍTULO – 2: DISEÑO CONCEPTUAL DE LAS VÍAS DEL PATIO FERROVIARIO VIDALINA	31
Introducción al capítulo	31
2.1 Caracterización de los territorios aledaños a la ubicación del patio ferroviario Vidalina.	31
2.1.1 Beneficios económico- sociales y para la defensa.....	32

2.2 Ubicación de las vías del patio ferroviario Vidalina.	34
2.3 Diseño de la infraestructura de las vías del patio ferroviario Vidalina en el Auto CAD Land.	36
2.3.1 Creación de la superficie de trabajo.	36
2.3.2 Trazado de la alineación en planta.	39
2.3.3 Obtención del perfil longitudinal del terreno.	41
2.3.4 Perfiles transversales.	44
2.3.4.1 Solución del drenaje.	46
2.3.5 Cálculo del volumen de movimiento de tierra.	47
2.4 Elementos de la superestructura de las vías del patio ferroviario Vidalina.	48
2.5 Recursos y presupuesto.	48
Conclusiones del capítulo.	50
CONCLUSIONES GENERALES.	51
RECOMENDACIONES.	52
BIBLIOGRAFÍA.	53
ANEXOS	

INTRODUCCIÓN

El transporte ferroviario es la actividad económica que resuelve los obstáculos relacionados con la distancia para el traslado de personas y cargas. La transportación de grandes volúmenes de materias primas hacia los centros industriales y productos hacia zonas comerciales y puertos constituye la principal actividad comercial de los ferrocarriles.

Este medio de transporte es utilizado en gran medida en países del primer mundo y ha llegado a diferenciarse favorablemente de los demás medios debido a sus posibilidades de transportar cargas masivas, de lograr grandes velocidades, la regularidad de su funcionamiento y bajo costo.

Su surgimiento data del año 1825, en Inglaterra. En Cuba fue introducido años más tarde, resultando así el primer país de América Latina y el séptimo en el mundo en utilizarlo. En sus inicios fue empleado con fines económicos y posteriormente para facilitar la transportación masiva de pasajeros de un punto a otro del territorio nacional.

Uno de los aspectos más importantes del ferrocarril es, sin lugar a dudas, la vía férrea. Por esto, una correcta proyección, construcción y explotación de la vía constituye una tarea primordial para la economía nacional.

En el año 1985 y como parte del Esquema Provincial de Ordenamiento Territorial para el desarrollo integral de la provincia de Holguín, la Dirección Provincial de Planificación Física (DPPF) planteó una idea conceptual para extender la red ferroviaria hasta la ciudad de Moa.

Esencialmente la idea consiste en reconstruir la vía férrea existente desde Herrera hasta Nicaro y desde aquí hasta Moa construir un nuevo trazado, la cual en su momento no pudo ser desarrollada debido fundamentalmente a los acontecimientos políticos que vivió el mundo con la caída del campo socialista en Europa del Este y la desintegración de la Unión Soviética, con el consecuente impacto económico a nuestro país.

Aquella idea del año 1985 en estos momentos merece ser analizada nuevamente teniendo en cuenta los resultados positivos que ha logrado Cuba

con la implementación de los Lineamientos aprobados en el Sexto Congreso del Partido, que muestran la política económica a seguir por nuestro país.

Este proyecto es retomado en el año 2013 por Pupo y Small que fueron los encargados del diseño en específico del tramo de vía férrea Nicaro- Cayo Mambí y Cayo Mambí- Moa. En el año 2014 González obtuvo la solución a la reconstrucción del tramo de vía Herrera – Nicaro.

Este estudio se ha realizado básicamente en la necesidad de transporte presente en la actualidad, teniendo en cuenta la eficiencia energética y el ahorro de recursos del ferrocarril ante otros medios de transporte, de todo el mineral existente en la localidad de Nicaro que puede ser puesto a explotación en las fábricas de Moa.

Logrando contribuir a la economía de la provincia y por ende la de todo el país, debido al gran impacto social que representa el desarrollo exitoso del proyecto antes mencionado. De esta forma los estudios realizados por parte de la DPPF de Holguín y posteriormente el diseño desarrollado por Pupo, Small y González no significan la culminación del proyecto, sino que se requiere el diseño de patios ferroviarios para con ello garantizar el funcionamiento exitoso de la vía.

Como justifica esta investigación, se requiere para la descomposición y composición, mantenimiento y el trasbordo tanto de mercancías como para el movimiento de pasajeros de las localidades de Frank País y Sagua de Tánamo, la existencia de un patio ferroviario en Vidalina.

Por lo que se declara el problema de la investigación siguiente: ¿Cómo realizar el diseño conceptual de las vías del patio ferroviario Vidalina que responda a las exigencias del desarrollo económico que se proyecta para los poblados de Frank País y Sagua de Tánamo?

El objeto de estudio es el patio ferroviario Vidalina y el campo de acción el diseño conceptual de las vías del patio ferroviario Vidalina.

El objetivo general de la investigación realizar el diseño conceptual de las vías del patio ferroviario Vidalina, que responda a las exigencias del desarrollo económico que se proyecta en la región, a partir de la idea conceptual elaborada por la DPPF de Holguín en el año 1985.

Para cumplir el objetivo general, se definieron los objetivos específicos siguientes:

1. Determinar los antecedentes que han caracterizado la historia del diseño conceptual de las vías del patio ferroviario Vidalina.
2. Sistematizar los fundamentos teóricos y metodológicos que sustentan el diseño conceptual de las vías del patio Vidalina.
3. Realizar un estudio que evidencie la necesidad del diseño conceptual de las vías del patio ferroviario Vidalina.
4. Realizar el diseño conceptual de las vías del patio ferroviario Vidalina.

La hipótesis que sustenta la investigación es: si se concluye el diseño conceptual de las vías del patio ferroviario Vidalina, se podrá complementar el proyecto de construcción de la vía férrea Nicaro – Moa, iniciado en el año 1985 por la DPPF de Holguín, respondiendo así a las exigencias del desarrollo económico de la región.

Preguntas científicas:

1. ¿Qué antecedentes han caracterizado la historia del diseño conceptual de las vías del patio ferroviario Vidalina?
2. ¿Qué fundamentos teóricos y metodológicos sustentan el diseño conceptual de las vías del patio ferroviario Vidalina?
3. ¿Cómo realizar el estudio que evidencie la necesidad del diseño conceptual de las vías del patio ferroviario Vidalina?
4. ¿Cómo realizar el diseño conceptual de las vías del patio ferroviario Vidalina?

Tareas de la investigación:

1. Determinación de los antecedentes que han caracterizado la historia del diseño conceptual de las vías del patio ferroviario Vidalina.
2. Sistematización de los fundamentos teóricos y metodológicos que sustentan el diseño conceptual de las vías del patio ferroviario Vidalina.

3. Realización de un estudio que evidencie la necesidad del diseño conceptual de las vías del patio ferroviario Vidalina.
4. Elaboración del diseño conceptual de las vías del patio ferroviario Vidalina.

Para el desarrollo de la presente investigación se requiere el empleo de los métodos que a continuación se mencionan. Entre los métodos teóricos:

- Histórico-lógico: es de utilidad en la revisión de documentos e investigaciones realizadas sobre la vía férrea proyectada en la localidad de Vidalina, a la hora de lograr una cultura formadora del conocimiento en el proyectista.
- Análisis-síntesis: se utilizó en la revisión y estudio de trabajos, libros, publicaciones científicas e investigaciones existentes sobre la proyección y construcción, para el análisis de la información adecuada a tener en cuenta a la hora de realizarse el diseño conceptual de las vías del patio ferroviario Vidalina.
- Modelación: para la creación del modelo digital del terreno a partir de las opciones y herramientas del software *AutoCAD Civil 3D Land Desktop Companion 2009*.

Entre los métodos empíricos:

- Observación científica: resulta de utilidad para la caracterización de las condiciones topográficas del terreno en el que se desea realizar el diseño conceptual de las vías del patio ferroviario Vidalina.
- Entrevistas: Se utilizó en el diagnóstico del estado actual de la zona en la que será enclavado el diseño, mediante un estudio de factibilidad en territorios aledaños al lugar.
- Análisis de documentos: para la revisión de las Normas de la Construcción, en las que se revelan requisitos indispensables para el diseño conceptual exitoso de las vías del patio ferroviario.

El aporte de la investigación es el diseño conceptual de las vías del patio ferroviario Vidalina para complementar la investigación realizada por la DPPF

de Holguín y la novedad científica el diseño conceptual de las vías del patio ferroviario Vidalina Nicaro –Moa, iniciada en el año 1985 por la DPPF de Holguín.

Actualidad del tema de investigación: El diseño conceptual de las vías del patio ferroviario Vidalina constituye un complemento a la investigación realizada por la DPPF de Holguín y Pupo, Small y González. Se dispone a garantizar la utilización de medios de transportes más eficientes e impulsar el programa de recuperación y desarrollo del ferrocarril dentro del proceso inversionista del país, expuesto por el VI Congreso del Partido Comunista de Cuba en los lineamientos 270, 271 y 272.

Estructura del informe de la investigación: El informe de la investigación se estructura en dos capítulos.

- En el primer capítulo se muestran los resultados de la caracterización histórica, teórico – metodológica y empírica del diseño conceptual de las vías del patio ferroviario Vidalina.
- En el segundo capítulo se realiza el diseño conceptual de la vía del patio ferroviario Vidalina teniendo en cuenta las normas y regulaciones vigentes que guardan relación con el transporte ferroviario.

CAPÍTULO 1

FUNDAMENTOS TEÓRICOS PARA LA PROYECCIÓN DE LAS VÍAS DEL PATIO FERROVIARIO VIDALINA

CAPÍTULO – 1: FUNDAMENTOS TEÓRICOS PARA LA PROYECCIÓN DE LAS VÍAS DEL PATIO FERROVIARIO VIDALINA

Introducción al capítulo

El patio ferroviario garantiza el funcionamiento adecuado de la vía férrea en su totalidad. Existe gran variedad de conceptos que interrelacionados definen sus características, funciones y clasificación, e innumerables son los elementos que garantizan su integridad.

En el presente capítulo se hace referencia de forma general a algunas características de los patios ferroviarios, los principales criterios que se han de tener en cuenta a la hora de proyectar el trazado en planta y perfil de las vías que lo integran, entre otros aspectos que debe conocer el proyectista para lograr perfeccionar el diseño.

1.1 Antecedentes históricos del diseño de las vías del patio ferroviario Vidalina.

La provincia de Holguín cuenta con una infraestructura técnica que se apoya en un sistema compuesto por la red vial provincial y la red ferroviaria. Esta última diseñada por 146,8 km de líneas férreas, correspondiendo el 25,8% al ferrocarril central, el 3,5% al ramal del municipio Holguín, el 34,3% al ramal Alto Cedro-Antilla y el 36,4% a las que anteriormente eran empleadas por el MINAZ.

En el año 1985 y como parte del Esquema Provincial de Ordenamiento Territorial para el desarrollo integral de la provincia de Holguín, la Dirección Provincial de Planificación Física (DPPF) planteó una idea conceptual para extender la red ferroviaria hasta la ciudad de Moa.

Esencialmente la idea consiste en reconstruir la vía férrea existente desde Herrera hasta Nicaro y desde aquí hasta Moa construir un nuevo trazado, la cual en su momento no pudo ser desarrollada debido fundamentalmente a los acontecimientos políticos que vivió el mundo con la caída del campo socialista en Europa del Este y la desintegración de la Unión Soviética, con el consecuente impacto económico a nuestro país.

Este proyecto es retomado en el año 2013 por Pupo y Small que fueron los encargados del diseño en específico del tramo de vía férrea Nicaro- Cayo

Mambí y Cayo Mambí- Moa. En el año 2014 González investigó la solución a la reconstrucción del tramo de vía Herrera – Nicaro.

Con los estudios de desarrollo integral que involucran a la provincia de Holguín, y dentro de ella al municipio Mayarí, la desactivación del central Guatemala y la planta de Níquel de Nicaro, son cuestiones que impulsan a la extensión de la red ferroviaria existente, previendo que en el futuro surja la necesidad de realizar el traslado de las reservas niquelíferas presentes en la meseta de Pinares de Mayarí, hacia las dos plantas procesadoras activas en Moa.

Esta obra facilitaría además, el transbordo para todo tipo de carga y pasaje a los territorios de Frank País, Sagua de Tánamo y Moa, vinculándolos al resto de la red nacional.

1.2 El patio ferroviario como elemento componente de la vía férrea.

La vía férrea es la parte de la superestructura ferroviaria formada por el conjunto de elementos que conforman el sitio por el cual se desplazan los trenes. Consta básicamente de carriles apoyados sobre traviesas que se disponen dentro de una capa de balasto.

“Se llaman patios ferroviarios al grupo de vías, las cuales están agrupadas mediante haces en forma de escalera. Los patios son de recepción, de expedición, de recepción y expedición, de clasificación, de pasajeros, de depósitos, etc.

Las principales formas son las de trapecio y la de pez, en la primera encontramos vía de diferentes longitudes, y en la segunda pueden tener la misma longitud y están ubicadas a ambos lados de la vía principal, y se usa cuando la cantidad de vías es pequeña de 5 a 6 carrileras, a veces la forman dos trapecios situados a cada lado de la principal.

Al proyectar el tipo de patio se debe lograr que la mayor cantidad de vías tengan longitudes útiles mínimas y concentrar las conexiones, para lograr los mínimos gastos de construcción y explotación”¹.

¹ Martín Monroy, Vilma; Flores Alfonso, Mario y Fajardo Pí, Narciso. (2014). Curso de estaciones ferroviarias.

Para su ejecución es necesario realizar movimientos de tierras y obras complementarias. Se requiere en su construcción el empleo de señalizaciones que indiquen su ubicación y en el caso de líneas electrificadas, con el tendido eléctrico que provee de energía a las locomotoras.

1.2.1 Características de la construcción de los patios ferroviarios.

Los patios ferroviarios se construyen con la misma tecnología que las vías de camino, pero su ubicación y propósitos definen un grupo de características para su construcción.

- Los patios y centros de cargas y descargas, generalmente se ubican en zonas sub urbanas o industriales con menor densidad de instalaciones aéreas.
- Generalmente están construidas las edificaciones, andenes y otras instalaciones de servicios ferroviarios que exigen precisión y calidad en el tendido y balastaje de la vía.
- Exige la colocación de gran cantidad de conexiones y vías paralelas.
- Es necesario asegurar el restablecimiento de los pasos a nivel a la mayor brevedad para reducir el impacto de la construcción sobre el tránsito de la ciudad.
- Las maniobras de los trenes de obra resultan más sencillas en la medida que se avanza en la construcción de las vías de patio.

La construcción de patios ferroviarios exige elevada calidad del proyecto, precisión en los trabajos de replanteo de vías, conexiones y organización en el uso de la maquinaria de construcción especializada.

1.2.2 Funciones de los patios ferroviarios.

Los patios sirven de apoyo al sistema de transporte ferroviario, desempeñando diversas funciones para lograr un mejor funcionamiento del sistema, actuando en algunos casos como punto de intercambio con otros sistemas de transporte. Los patios ferroviarios pueden desempeñar funciones como las que a continuación se mencionan:

Según Samuel (1961) una función de los patios, es que puede facilitar la reparación de ruptura de los trenes en patios posteriores. Considera que puede haber líneas de clasificación específica asignada a cierta carga sólo durante un cierto período de tiempo del día y que ayuda a reducir los errores de clasificación.

Añade Wright y Ashford (1989), la principal función de un patio ferroviario es permitir la clasificación de coches mediante su separación en bloques y la distribución de la carga a sus diversos destinos.

De acuerdo con Edwards (1992), la tendencia actual en el entorno ferroviario es reducir el número de patios, más grandes y mejor equipados con procesos automatizados.

Para el diseño se tuvieron en cuenta las condiciones económico- sociales de los territorios aledaños a la ubicación del patio ferroviario, atendiendo a las necesidades existentes se propone un patio destinado a:

- Brindar servicios de trasbordo tanto de mercancías como para el movimiento de pasajeros.
- La descomposición y composición de trenes.
- El mantenimiento de las maquinarias de los trenes y elementos componentes del mismo.
- Permite el cruce y adelantamiento de los trenes.

1.2.3 Áreas para las operaciones de los patios ferroviarios.

Un patio se compone generalmente de tres áreas:

- Área de recepción de trenes: donde los trenes que entran en el patio son desviados de la línea principal y almacenados temporalmente antes de ser desmembrados y clasificados. En este intervalo de tiempo también se produce la inspección- composición, y si es necesario los coches dañados se marcan para ser separados y luego se envían a la reparación.

- Área de clasificación: donde se separan y agrupan los coches en bloques de acuerdo con un destino común, que puede ser el destino final de la carga o de otro patio posterior.
- Área de formación de trenes: donde se forman y estacionan los trenes a la espera de otras operaciones que permitan su partida, es decir, el retorno a la línea principal. Entre estas operaciones está inspeccionar la composición e iniciar la preparación de documentos de impuestos para el transporte de carga y la permisología para que el tren pueda partir.

Un patio más completo también puede contener líneas específicas para reparar equipos averiados, principalmente coches con fallas menores, líneas para la recarga de combustible y arena para locomotoras y líneas locales.

1.2.4 Maniobras en los patios ferroviarios.

Las maniobras son todos los movimientos que se efectúan por las carrileras de un patio (formación, descomposición y variación de la composición de un tren, movimientos relacionados con la carga y descarga de los vagones, etc), excepto los movimientos de trenes formados como recepción, expedición y paso a través de una estación.

Las maniobras se producen en todos los patios, en un volumen dependiente del tipo de patio y constituyen la actividad más importante de ellos; se dividen en:

- Maniobras de descomposición: los vagones que llegan en los trenes, son distribuidos en las carrileras de clasificación según su destino.
- Maniobras de formación: disposición de los vagones acorde al plan de formación de los trenes.
- Acople o desacople: unión o separación de los vagones o grupo de vagones.
- Las maniobras se pueden realizar con medios de maniobras fijos o móviles. Los fijos son los güinches, que arrastran los vagones a lugares específicos, y los móviles que se realizan con las locomotoras del tren, las locomotoras del patio, los tractores, unilok, etc.

1.2.5 Clasificación de los patios ferroviarios.

Atendiendo al nivel de complejidad que requiere el funcionamiento de los distintos tipos de patios, se clasifican de la siguiente forma:

- Intermedios: adelantamientos y de cruce, operaciones con pasajeros y de cargas locales.
- De tramos: revisión técnica de los trenes, cambio de la tripulación del tren, formación y descomposición de trenes.
- De clasificación: formación y descomposición de trenes.
- De pasajeros: recepción y expedición de los pasajeros.
- Técnico de pasajeros: reparación y rehabilitación de los trenes de pasajeros.
- De carga: carga y descarga de mercancías, a granel y empaquetadas de diversas formas y en contenedores.
- Especializadas: en función de su uso, combustibles, minerales, etc.

1.3 Elementos componentes de la vía de los patios ferroviarios.

Como parte de la estructura de un patio ferroviario se encuentran los componentes siguientes: carriles, sustentaciones, sujeciones o fijaciones, capas de asiento y plataforma. En la figura 1.1 se identifican los elementos componentes de los patios ferroviarios.

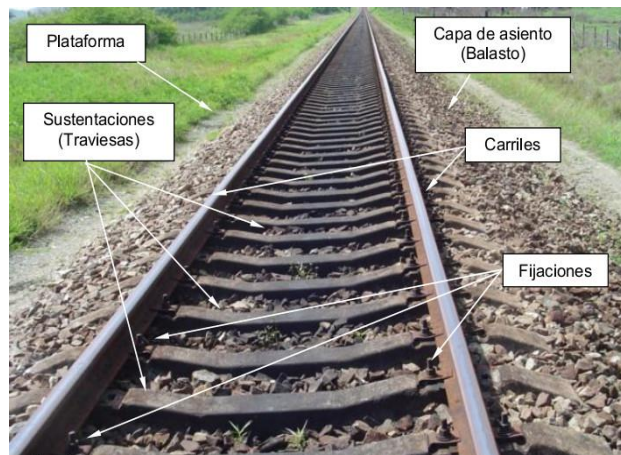


Figura 1.1: Elementos componentes de los patios ferroviarios.

Fuente: Cadenas Freixas, Ileana y Martínez López del Castillo, Wilfredo (2013). Vías Férreas.

Carriles:

El carril es el elemento de la superestructura que mejor caracteriza la vía férrea y atendiendo a las funciones que cumple y su rol en la seguridad del movimiento de los vehículos ferroviarios sobre la vía, se puede afirmar que es el más importante.

El carril debe cumplimentar las siguientes funciones:

- Resistir y transmitir a las traviesas las cargas originadas por los equipos tractivos y de arrastre, así como los esfuerzos térmicos, consecuencia de la variación de temperatura. Estos esfuerzos tienen carácter espacial y para su análisis se descomponen en verticales, transversales y longitudinales.
- Guiar a los vehículos que circulan sobre la vía.
- Servir como superficie de rodadura asegurando elevada continuidad en plana y perfil.
- Elemento conductor para el retorno de la corriente eléctrica en las vías con este tipo de tracción.
- Conducir la corriente eléctrica para la señalización en vías con sistemas automatizados de señales.

El cumplimiento eficiente de estas funciones depende de las características mecánicas y propiedades metalúrgicas del carril. El carril es el elemento más destacado en garantizar la seguridad del movimiento de los trenes.

Las características mecánicas fundamentales de los carriles de mayor uso internacional y en Cuba ver la tabla (Anexo 1.1). Características generales de los principales carriles en uso en la práctica internacional y en Cuba.

Sustentaciones:

Las sustentaciones dentro de la vía férrea son considerados elementos que sirven de apoyo a los carriles. De ellos el más conocido es la traviesa o durmiente, sin embargo, existen diferentes soluciones como las semi -traviesas o la vía sobre placa.

Cumplen fundamentalmente cuatro funciones la estabilidad de la vía, el mantenimiento del ancho de vía, debe facilitar el asiento del carril con su inclinación 1:20 ó 1:40 según corresponda y debe contribuir al aislamiento eléctrico de los carriles.

Las sustentaciones se clasifican atendiendo al material con que son elaboradas en:

Traviesas de madera: se fabrican de roble, pino y haya. En el ferrocarril cubano abundaron las traviesas de júcaro, ácana, jiquí, caoba e inclusive ébano, que sin ningún tipo de protección tuvieron una vida útil superior a 50 años.

Las traviesas de madera poseen un grupo de ventajas como son: buena flexibilidad y resistencia a la flexión, transfiriéndole a la vía favorables propiedades elásticas, reduciendo las cargas que se transmiten a la plataforma; elevado coeficiente de aislamiento eléctrico, por lo que no requiere de dispositivos aislantes en las fijaciones; posibilita el clavado de fijaciones en distintas posiciones lo que facilita su empleo en aparatos de vía, donde la posición relativa de los carriles es variable; en descarrilamientos, el impacto de la rueda astilla la traviesa pero no provoca su rotura.

Su uso se encuentra limitado por un grupo de inconvenientes: elevado impacto ambiental, se dice que para la fabricación de las traviesas requeridas en 1 km de vía se estima que es necesario talar 200 ha de bosque con 80 años de edad; su vida útil es inferior a las traviesas de hormigón; el poco peso propio, reduciendo la estabilidad transversal y longitudinal de la vía, lo que limita su uso a vías con velocidades inferiores a 200 km/h.

Traviesas metálicas: resultan de poco interés por su poca difusión y el abandono de su fabricación. En algunas vías instaladas inicialmente con traviesas metálicas, se sustituyeron por traviesas de hormigón con el objetivo de recuperar el acero.

Sus ventajas radican en: el buen funcionamiento en la absorción de los esfuerzos; su vida útil superior a 50 años; elevado valor residual (chatarra o regeneración)

Entre las desventajas se pueden citar: no funcionan adecuadamente en vías con carril soldado; elevan considerablemente el nivel de ruido por encima de vías con traviesas de madera u hormigón; dificulta mucho lograr el aislamiento eléctrico del carril; la velocidad máxima admisible en vías con traviesas de acero no supera 140 km/h.

Traviesas de hormigón: las traviesas de hormigón pretensado, en sentido general, han presentado superiores cualidades al resto de las traviesas.

Entre sus ventajas se destacan: le infiere a la vía excelente resistencia longitudinal y transversal; mantiene de manera estable el ancho de la vía; puede ser utilizada en túneles y en ambientes húmedos; sus necesidades de conservación son mínimas; su vida útil se sitúa teóricamente en 50 años.

Presentan los siguientes inconvenientes: su elevada rigidez concentra los esfuerzos y requiere placas de asiento elastoméricas, cada vez de mayor espesor, con el objetivo de aumentar su elasticidad; pobre valor residual; el proceso de fabricación es complejo; se dificulta su manipulación.

La traviesa CUBA73 de hormigón pretensado es la más utilizada actualmente en Cuba, por sus condiciones de durabilidad, resistencia y economía (Anexo 1.2). Esta traviesa apoya sobre el balasto un área $F = 2696 \text{ cm}^2$. Su armadura está constituida por cuatro barras de acero de alto límite elástico de perfil periódico, (corrugado), y 9,5 mm de diámetro. La fuerza de tensado en cada barra es de 910 kN, que genera tensión en la traviesa de 3640 kN y la resistencia del hormigón es 50 MPa.

Fijaciones:

Las fijaciones o sujeciones, son el conjunto de elementos que fijan los carriles a las traviesas. Este simple concepto agrupa una gran variedad de soluciones.

Los sistemas de fijaciones cumplen un grupo de funciones mecánicas y eléctricas que se resumen como:

- Mantener el ancho de la vía.
- Evitar el vuelco del carril.

- Impedir el deslizamiento longitudinal del carril.
- Elevar la elasticidad de la vía con traviesas de hormigón.
- Asegurar suficiente aislamiento eléctrico entre ambas filas de carriles en vías electrificadas o con sistemas de señalización que lo requieran.

Los sistemas de sujeción deben estar diseñados de manera que sus componentes sean capaces de resistir los esfuerzos verticales, transversales y longitudinales que el carril transmite a la traviesa.

Atendiendo a la forma en que se logra el anclaje del carril a la traviesa, las fijaciones se clasifican en:

Fijaciones directas: el elemento de anclaje a la traviesa genera el apriete sobre el carril.

Fijaciones indirectas: el carril se apoya en una placa de asiento metálica que se fija a la traviesa con elementos exclusivos a ese propósito. El apriete sobre el carril lo proporcionan otros elementos distintos al anclaje a la traviesa.

Fijaciones mixtas: el carril se apoya en una placa de asiento rígida, pero el elemento de anclaje de la placa de apoyo es el mismo que aprieta el carril.

Los principales tipos de fijaciones que permanecen en explotación se clasifican atendiendo a la forma en que se logra el anclaje del carril a la traviesa, ver la tabla (Anexo 1.3).

Las fijaciones elásticas y rígidas indistintamente no deben ser utilizadas al fijar el carril a las traviesas. Además en un mismo tramo de vía no se deben mezclar diferentes tipos de fijaciones elásticas o diferentes tipos de fijaciones rígidas, ya sea una vía en construcción, reconstrucción o reparación capital.

Juntas:

La junta es el sistema de conexión mecánica entre dos carriles continuos en la misma fila. El lugar entre dos carriles sucesivos es el punto más débil de la vía, como consecuencia de los efectos dinámicos que se originan al paso de la rueda del vehículo ferroviario. La discontinuidad que existe origina choques, deformaciones severas del carril, aplastamiento de su cabeza, basculación del

balasto bajo la traviesa, corrimiento de la vía, aumento de la resistencia a la rodadura y reducción del confort de los pasajeros durante el viaje.

Atendiendo a la necesidad de lograr una solución que de continuidad a la vía el conjunto de piezas de unión conocido como junta, debe cumplimentar las siguientes funciones:

- Unir los carriles solidariamente, logrando que actúen como una viga continua tanto en planta como en elevación.
- Lograr que la resistencia a la deformación sea igual o próxima a la de los carriles que empalma.
- Impedir los desplazamientos relativos laterales y verticales de los extremos de los carriles y a la vez posibilitar la dilatación de los mismos.
- Algunas juntas deben cumplir funciones de aislante eléctrico.

Las juntas amordazadas deben ser sencillas, formadas por la menor cantidad de elementos que aseguren su correcto funcionamiento y simplifiquen su montaje y desmontaje. El sistema de juntas consta de tres partes componentes: bridas o mordazas, tornillos y conexiones.

Mordazas: las mordazas o bridas son los elementos que unen materialmente los extremos de los carriles. Cuando la rueda se aproxima al extremo del carril, este se flexiona y la mordaza evita esa flexión, recibiendo las cargas en su centro y las trasmite al patín del carril en sus extremos. En la práctica internacional y en Cuba se usan las mordazas de barrote (Anexo 1.4 a)

Tornillos: las mordazas se colocan por pares, en cada una de las caras del alma de los extremos del carril y para fijarlas se aprisionan con tornillos que pasan a través de orificios existentes en las mordazas y en los carriles.

Conexiones de juntas: para asegurar la continuidad de la corriente eléctrica para señalización y bloqueo o vías electrificadas, los carriles se conectan con cables. (Anexo 1.4 b).

Capas de asiento:

Se conoce como capas de asiento a los mantos de diferentes materiales granulares sobre los que reposa el emparrillado de la vía férrea. Generalmente se identifica como balasto.

Atendiendo a su lugar dentro de la superestructura de la vía férrea, entre los elementos más resistentes, (emparrillado carriles-traviesas) y el menos resistente, (plataforma de la vía), las funciones de las capas de asiento se resumen como:

- Repartir uniformemente sobre la plataforma las cargas que recibe de la traviesa, de forma tal que su tensión admisible no sea superada.
- Estabilizar la vía en las direcciones vertical, longitudinal y transversal.
- Amortiguar mediante su estructura pseudoelástica, las acciones dinámicas de los vehículos sobre la vía.
- Proteger la plataforma de las variaciones de humedad debidas al medio ambiente. Facilitar la evacuación de las aguas pluviales.
- Permitir la recuperación de las calidades geométricas y estructurales de la vía mediante operaciones de alineación, nivelación y limpieza.

Las capas de asiento están compuestas por tres capas fundamentales la capa de balasto, la sub base y la plataforma (Anexo 1.5). El balasto debe estar formado por piedra triturada y alcanzar un espesor entre 0,25 y 0,35 m debajo de la traviesa.

En Cuba el balasto se fabrica de piedra triturada con fracciones desde 19,1 a 63,5 mm. La Norma Cubana 197: 2004 Transporte Ferroviario, regula la granulometría en dos fracciones, de 63,5 mm a 38,1mm y de 38,1mm a 19,1 mm, diferenciando la granulometría de las rocas ígneas a la de las rocas calizas. Resistencia a compresión del material para balasto en las diferentes canteras existentes en Cuba. (Anexo 1.6).

El sub balasto puede ser mono o multicapa en función de las características de la plataforma y las cargas que actúan sobre ella. Generalmente está formado por una capa granular de arena o grava, apoyada en ocasiones en láminas

estancas de materiales sintéticos llamadas geomembranas o sobre un fieltro anticontaminante conocido por geotextil. El sub balasto sirve para:

- Proteger a la plataforma de la erosión que ocasiona la penetración del balasto y la lluvia.
- Mejorar el reparto de cargas sobre la plataforma, evitando solicitaciones superiores a las admisibles en función de la capacidad portante del suelo.
- En el caso de países fríos, protege a la plataforma de los efectos del hielo.

La sub base puede estar compuesta por una capa de material con granulometría continua de 0 – 30 mm, compactada al 100 % del Óptimo Proctor Modificado o al 105 % del Óptimo Proctor Normal.

En Cuba, los últimos 0,30 m de la corona de la plataforma se construye con suelo de elevada calidad constructiva, compactado al 100 % del Optimo Proctor Modificado, obteniéndose una superficie lisa de suficiente dureza y estabilidad que satisface adecuadamente los requerimientos de cimentación.

Plataforma de la vía férrea:

La plataforma es el lecho sobre el cual se coloca la superestructura de la vía férrea. La superficie de la plataforma es la frontera entre la superestructura y la infraestructura. Su calidad incide directamente sobre el mantenimiento de las cualidades geométricas y estructurales de la vía férrea.

La plataforma ferroviaria puede encontrarse en terraplén, excavación o media ladera, generalmente está constituida por suelos excepto en el paso sobre puentes, viaductos y túneles, donde la plataforma la constituyen los elementos portantes de la estructura.

Las funciones de la plataforma se resumen como:

- Servir de apoyo a la superestructura de la vía y las instalaciones de servicio.
- Absorber las cargas estáticas y dinámicas transmitidas por la superestructura.

- La plataforma funciona como un cimiento y debe recibir las cargas sin sufrir asentamientos plásticos.
- Evacuar las aguas de la manera más expedita posible.

Se han realizado numerosos estudios que establecen relaciones entre el material de la plataforma y la elasticidad de la vía férrea. Debe señalarse que las características mecánicas de la vía férrea en su conjunto, es función de las características mecánicas de todos los elementos que la componen y los parámetros técnicos que definen su resistencia, sin dejar de destacar el papel que desempeñan las propiedades mecánicas de la plataforma.

En el diseño y construcción de patios ferroviarios intervienen un grupo de contenidos comunes, generalmente tratados en obras especializadas en la temática. En esta obra se tratarán las particularidades concernientes a la vía férrea.

Desvíos:

Los desvíos son los diferentes esquemas de vía que posibilitan operaciones ferroviarias tales como adelantamiento, cruces, paso de una vía hacia otra, formación de trenes, inversiones, etc. Los esquemas más conocidos y utilizados son:

Apartaderos: permite que un tren salga de la vía principal para dar paso a otro que marcha en el mismo sentido a mayor velocidad, o cruzar con un tren que marcha en sentido contrario. Está constituido por dos desvíos y un tramo de vía paralela a la vía principal, ubicada a cierta distancia conocida como entre vías y su longitud útil es en función de la longitud de los trenes que circulan por la vía. (Anexo 1.7 a).

El poste de capacidad no es más que una señal que indica la posición que no puede rebasar el tren que espera, para que exista suficiente espacio para que el tren que avanza por la vía principal cruce sin peligro.

Traspaso, escape o cruzamiento: permite el paso de una vía hacia otra que se encuentra al lado. Se construye con dos desvíos y un tramo de vía que los une. La longitud del escape depende de los ángulos de los desvíos y de la distancia entre vías. (Anexo 1.7 b).

Haces de vías: posibilita ramificar las vías y se utilizan en patios ferroviarios. Pueden ser rectos o curvos, laterales o centrales. (Anexo 1.7 c).

Se conoce como calle a la vía que une a los desvíos. Los haces de vías con calle central implican la colocación de muchos desvíos sobre la vía principal y es propio de patios ferroviarios especializados en la formación de trenes. La construcción de haces de vías curvos se justifica a partir de las condiciones geométricas prevalecientes en la zona del emplazamiento y exige desvíos con cruzamientos curvos que generalmente son caros, como:

Triángulo de inversión: posibilita cambiar el sentido de la marcha cuando no existen limitaciones de espacio o cuando existen vías convergentes que se pueden unir con una curva. El triángulo está constituido por tres desvíos. (Anexo 1.7 d).

Para la inversión del sentido de la marcha de los vehículos ferroviarios también se construyen *lazos*, sin embargo, esta solución requiere mucho espacio. (Anexo 1.7 e).

Generalmente en los patios ferroviarios se colocan numerosos desvíos para establecer los diferentes esquemas que relacionados significan el diseño en cuestión. Cualquier solución deberá satisfacer en todos los casos las distancias mínimas entre los centros geométricos.

Elementos componentes de los desvíos.

En los desvíos o conexiones, se identifican tres partes fundamentales: cambio, carriles de unión y cruzamiento. (Anexo 1.8 a)

El cambio posibilita la bifurcación de los hilos de carril de la vía a través de piezas móviles conocidas por agujas que se desplazan solidariamente por la acción de dispositivos creados para ello. Al desplazarse hacia un lado u otro, las agujas hacen contacto con el carril adyacente, conocido como contraguja, de manera que siempre una de ellas estará en contacto con la contraguja correspondiente. (Ver Anexo 1.8 b)

La punta matemática de la aguja se ubica en la intersección de su eje con el del hilo de carril que converge. La punta real es el extremo material de este

elemento del cambio. El ángulo de desviación θ_0 se conforma en la punta matemática entre ambos ejes.

Las agujas se fabrican de perfiles normales, de perfiles especiales con la misma altura que las Contraguja o de perfiles especiales de menor altura. La aguja o espadín es de sección variable. La punta se coloca debajo de la contraguja adyacente y se modifica en la medida que se avanza hacia el talón, donde finalmente posee la misma sección que el carril.

Las agujas se mueven sobre cojinetes de deslizamiento que son superficies horizontales pulidas y engrasadas que le sirven de apoyo y facilitan su movimiento. Representación del esquema de los dispositivos de anclaje y deslizamiento. (Anexo 1.9)

El movimiento de las agujas es solidario, o sea, giran simultáneamente logrando que cuando la que abre la vía desviada esté unida a su contraguja, la que abre el paso a la vía principal esté separada de su contraguja para dejar espacio a las pestañas de las ruedas de los vehículos ferroviarios.

En la otra posición sucede lo contrario, las agujas se fijan con pernos a las contraguja en el talón, colocando entre ambas la almohadilla de talón. Según la manera de pivotar en el talón, las agujas pueden ser de alma flexible enclaustradas en el talón o de alma articulada en el talón, dejadas de fabricar desde hace más de 50 años.

La contraguja no es más que un carril normal al que se le desbasta una de las caras laterales de manera que la punta de la aguja pueda colocarse debajo de ella y quedar protegida de los golpes que producen las pestañas de las ruedas.

La zona llamada carriles de unión está conformada por cuatro hilos de carriles, dos corresponden a la vía directa y dos curvos a la vía desviada. En esta zona es característico el radio con que se diseña la vía desviada, que es función del ángulo de desvío α y del diseño de la aguja. Se construye de carriles y cupones de carriles a los que se les calcula la longitud que deben tener para describir la curva del desvío.

La misión de estos elementos es unir el cambio con el cruzamiento y se apoyan sobre traviesas especiales de mayor longitud, llamadas longrinas en la bibliografía técnica y conocida como largueros por los ferroviarios cubanos.

Los cruzamientos dan solución a la intercepción de los carriles, es el lugar donde se produce el cruce de las trayectorias de las ruedas. Los carriles deben ofrecer continuidad en la rodadura y además, dejar espacio para que las pestañas de las ruedas pasen, por lo que constituye un lugar de la vía al que se le ha prestado especial atención.

Existen muchas especificidades entre las diferentes soluciones, pero a todas son comunes los elementos generales que se presentan en el (Anexo 1.9). Los cruzamientos tradicionales están formados por un corazón de punta fija, dos patas de liebre y dos contracarriles.

Los ferroviarios cubanos identifican al conjunto patas de liebre y corazón como rana, de manera que se conoce como corazón de la rana, patas de la rana y guarda rana los elementos constituyentes del cruzamiento. En el (Anexo 1.10) se muestra el esquema general del cruzamiento y sus elementos componentes.

Al paso por el cruzamiento, la parte exterior de la rueda situada en la laguna, se apoya sobre la pata de la rana, mientras que el guiado se asegura por el carril y el contracarril o guarda rana. Al paso de la rueda por la laguna su perímetro de rodadura se desplaza hacia el borde exterior, pero se mantiene la continuidad del movimiento en su paso de la pata de la rana al corazón.

Características técnicas de los desvíos utilizados en Cuba:

La mayoría de los desvíos colocados en vías férreas cubanas son sencillos típicos de aguja recta y corazón monolítico. Sobre la Vía Central se colocan desvíos 1/11 para carriles P-50 y desvíos 1/9 en las vías interiores de los patios. Sus principales características se presentan en la tabla 1.1.

Tabla 1.1 Características de los desvíos colocados en la Vía Central de los Ferrocarriles de Cuba.

Fuente: Cadenas Freixas, Ileana y Martínez López del Castillo, Wilfredo (2013). Vías Férreas.

Velocidad permisible [km/h]		Marca de la rana	Longitud del desvío. [m]		Radios. [m]	
					Agujas	Curva de unión
Vía principal	Vía desviada		L _{TEÓR.}	L _{PRÁCT.}		
100	40	1/9	24,854	31,063	297,26	200
120	40	1/11	26,902	33,532	297,26	297,26
Longitudes. [m]		Ángulos				
Agujas	Rana	Ángulo de desvío en la punta de la aguja Θ_0		Ángulo de la rana α .		
6,515	3,965	0°41'24,66''		6°20'24,69''		
6,515	4,980	0°41'24,66''		5°11'40''		

A pesar de estar colocados desvíos con velocidad autorizada de 120 km/h por la vía principal, solo se autorizó 70 km/h para los trenes de viajeros.

En los años 70 se fabricaron en Cuba conexiones 1/7 con agujas y corazón de carriles, para vías interiores de patios. Muchos de estos desvíos se colocaron con largueros fabricados de carriles retirados de servicio. A pesar del esfuerzo que significó su fabricación en el país, no se puede decir que su comportamiento haya sido satisfactorio.

La carencia de juegos de largueros de madera y su elevado costo en el mercado internacional ha generado el desarrollo de largueros de hormigón pretensado en la Empresa Industrial de Instalaciones Fijas de Santa Clara, con resultados satisfactorios en su trabajo en la vía.

Los desvíos son el lugar de la vía donde existen piezas móviles que requieren su cuidadoso ajuste, las ruedas deben circular por un estrecho espacio entre la pata y el corazón de la rana, están sometidos a esfuerzos adicionales que originan el desgaste de la aguja y el corazón, todo lo que exige acciones especiales de mantenimiento.²

² Cadenas Freixas, Ileana y Martínez López del Castillo, Wilfredo. (2013). Vías férreas. Universidad de Camagüey.

1.4 Elementos del diseño geométrico de las vías de los patios ferroviarios.

El diseño geométrico de un patio ferroviario constituye la parte elemental de un proyecto, ya sea en estaciones de pasajeros, centros de carga y descarga, patios industriales, patios de formación de trenes, es una tarea compleja en la que intervienen varias especialidades ferroviarias, fundamentalmente explotación del transporte, operaciones y vías.

Con el trazado del patio se trata principalmente de plantear la ubicación de sus ejes, tratando siempre de que su posición sea la óptima para lograr un equilibrio, entre los costos de construcción y los de explotación, según los propósitos del proyecto y teniendo en cuenta las condiciones topográficas y socio-económicas de la zona prevista para su localización.

1.4.1 Ubicación de las vías del patio.

El diseño se realiza en función de los volúmenes de carga o pasajeros previstos, de manera muy simplificada se resume en determinar la cantidad de equipos estacionados y los movimientos que se ejecutan en la vía, estableciendo las necesidades de vías para las diferentes operaciones y los esquemas que facilitan el movimiento.

Para la ubicación de los patios lo más recomendable es escoger una zona recta en planta y horizontal en perfil, para lugares con condiciones difíciles la NRMT XX: 2001 establece las variantes posibles:

- En condiciones difíciles se permite su ubicación en curvas con radio mayor de 1200 m y en condiciones topográficas especialmente difíciles se permite una disminución del radio de la curva hasta 600 m con previa fundamentación técnica y económica.
- La ubicación de las estaciones también dependerá de criterios socio-económicos, según la función para la cual se diseñen.
- La distancia mínima entre los ejes de las vías principales en los patios deberá ser 5,0 m y en condiciones difíciles 4,8 m previa fundamentación técnica-económica correspondiente.

El Proyecto de Norma Cubana 2004 Transporte Ferroviario. Vías Férreas. Gálidos del Ferrocarril, propone las distancias entre vías para diferentes tipos de vías (Anexo 1.12).

La decisión de la ubicación del patio en cuestión se determina teniendo un grupo de variantes de trazado en los planos, mediante el reconocimiento aéreo o de campo. Luego se valoran todas las posibles variantes desde el punto de vista de garantizar el objetivo fundamental del proyecto, tomando en cuenta las características constructivas y de explotación.

Se realizan prospecciones, estudios previos (en los mapas, en fotos aéreas), y se elaboran las soluciones de proyecto necesarios para obtener los datos fundamentales de carácter constructivo y de explotación, de las variantes establecidas. Por último se realiza la comparación detallada de las variantes del trazado de la vía y se selecciona la mejor.

1.4.2 Alineación en planta de las vías del patio.

Para llevar a cabo la proyección de la planta del patio se hace necesario conocer una serie de requisitos técnicos para lograr un diseño funcional, seguro y confortable para los usuarios de la vía.

La alineación ideal en un patio es en línea recta en planta, condición esta muy útil para ser considerada como directriz de diseño. Es la combinación de tramos rectos unidos por curvas circulares sencillas, es decir con un solo radio en todo su desarrollo, de 300m teniendo en cuenta el radio permisible en el diseño de patios.

El radio de las curvas influye en las condiciones de circulación del equipo. Los radios pequeños producen muchas dificultades como el desgaste de rieles y ruedas debido al roce y la disminución del coeficiente de adhesión de las ruedas y los carriles. En Cuba el radio de 300m mínimo recomendado para cuando es necesario construir el patio en curva. En el argot de los ferroviarios se denomina patio en arco.

1.4.3 Alineación en perfil de las vías del patio.

El perfil longitudinal del patio es la proyección en el plano vertical del eje de la vía y junto con el plano de planta establece de manera unívoca la posición geométrica de las vías.

Las alineaciones en perfil están constituidas por una serie de alineaciones rectas unidas por curvas. Las características principales de las alineaciones rectas son su longitud y su inclinación respecto al plano horizontal.

Consideraciones para la determinación del trazado en perfil de la rasante:

Las pendientes de proyecto deben tener la menor inclinación posible, la condición ideal es pendiente de 0‰, ya que su inclinación tiene una decisiva influencia en la capacidad de arrastre de los equipos de carga y pasajeros que se colocan en las carrileras, significando la ocurrencia de un indeseado accidente ferroviario.

1.4.4 Sección transversal de las vías del patio.

La sección transversal del patio posee un grupo de características y particularidades, combinaciones de vías partiendo del diseño de la vía principal en dependencia de la cantidad de ejes planificados por proyecto.

El anteproyecto de la Norma Cubana XX: 2003. Transporte ferroviario. Vías férreas. Explanación de las vías férreas, establece la sección transversal típica en patios y apartaderos para las nuevas construcciones, reconstrucciones y reparaciones capitales en los ferrocarriles de servicios públicos y propios (Figura 1.2).

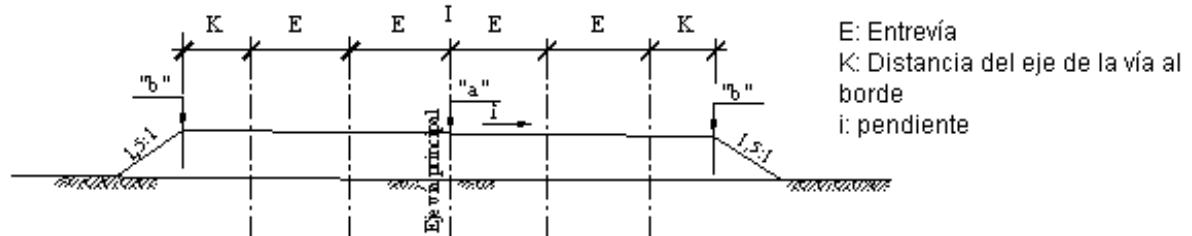


Figura 1.2 Sección transversal típica de patios en un solo sentido.

Fuente: NRMT: XX: 2010 Transporte Ferroviario. Vías Férreas. Explanación de las vías férreas.

En los patios el ancho de la explanación es variable y se determina en función del número de vías. Cuando el ancho de la explanación abarca más de 6

carrileras se permitirá el empleo de un perfil transversal quebrado (véase figura No.5A) cuyas pendientes tendrán sentido contrario alternativamente para evitar el exceso de altura del balasto.

La distancia del eje de la vía exterior al borde de la explanación deberá ser mínima de 3,25 m para vías de categoría I y II de ancho normal y 2,90 m para vías de categoría III y IV de cualquier ancho de vía para garantizar la seguridad de los trabajadores que prestan servicio en los patios.

Conclusiones del capítulo

1. Los antecedentes históricos que han caracterizado el diseño conceptual de las vías del patio ferroviario Vidalina permitieron precisar la necesidad del diseño del mismo. Teniendo en cuenta que el diseño geométrico de patios ferroviarios es una tarea compleja donde interactúan numerosos factores, fundamentalmente el relieve y las características de los vehículos ferroviarios que se mueven dentro de la estructura, pero de la misma prioridad resultan los aspectos técnico-económicos y sociales que deciden la construcción del mismo.
2. La consulta al marco teórico en relación con el objeto de la investigación permitió identificar los fundamentos teóricos y metodológicos que sustentan el diseño conceptual de las vías del patio ferroviario Vidalina.

CAPÍTULO 2

DISEÑO CONCEPTUAL DE LAS VÍAS DEL PATIO FERROVIARIO VIDALINA

CAPÍTULO – 2: DISEÑO CONCEPTUAL DE LAS VÍAS DEL PATIO FERROVIARIO VIDALINA

Introducción al capítulo

En el presente capítulo se realiza la confección del trazado de las vías del patio ferroviario Vidalina, siguiendo la proposición planteada por Pupo (2013) y la Dirección Provincial de Planificación Física de Holguín.

Es utilizado el software *AutoCAD Civil 3D Land Desktop Companion 2009* como herramienta de diseño en la infraestructura de las vías, el PreCons II y el programa PC Wim para el cálculo de aproximadamente el costo real de la obra y se tuvieron en cuenta las regulaciones vigentes del transporte ferroviario, las condiciones del terreno, la cantidad de trenes y las cargas que se han de mover por la estructura.

2.1 Caracterización de los territorios aledaños a la ubicación del patio ferroviario Vidalina.

Municipio Frank País

Limita al norte con el Océano Atlántico, al Sur con el municipio de Sagua de Tánamo y la provincia Santiago de Cuba, al Este con el municipio Moa y al Oeste con el municipio Mayarí. Con una extensión territorial de 512,36 km² y una población total de 25 356 habitantes, distribuida en la zona urbana y la zona rural y de montaña.

Es considerado un territorio con predominio de pequeñas alturas y terreno ondulado. Por ser un municipio eminentemente costero tiene tres bahías. El territorio es semi-montañoso, destacándose entre sus principales elevaciones la Sierra Cristal y el grupo montañoso Sagua-Baracoa.

Frank País es un municipio cuya principal fuente económica es la agricultura, la ganadería, y el café en la zona montañosa. La producción de leche de vaca es en la actualidad una de las fuentes de mayor ingreso; pues además de abastecer al municipio en su totalidad, ayuda a abastecer a los municipios de Moa y Sagua de Tánamo.

La agricultura se basa en la producción de Viandas; tales como el Boniato, la Yuca, el Plátano Burro y el Plátano Macho entre otros productos, la producción de carne de cerdo y de oveja está entre las producciones del municipio. El cultivo del camarón constituye una de las principales fuentes de ingreso en la economía cayomambisera, siendo este un producto de consumo nacional y de exportación.

Municipio Sagua de Tánamo

Limita al Norte y Nordeste con el municipio Frank País; por el Este con el municipio Moa; por el Oeste con el municipio Segundo Frente, perteneciente a la provincia Santiago de Cuba, y por el Sur limita con el municipio El Salvador de la provincia Guantánamo. Cuenta con una extensión territorial de 702 km² y una población total de 49 917 habitantes.

Este municipio es montañoso, territorio enmarcado en el macizo Sagua-Baracoa. Cuenta con una importante red hidrográfica, es uno de los lugares de mayor pluviosidad de la provincia.

La base económica fundamental es el café, la actividad forestal y en menor medida los cultivos varios. El municipio es atravesado por el río Sagua, uno de los más caudalosos de la región, el cual junto al Miguel, Castro y Santa Catalina trae consigo que alrededor del 33 % de la población está asentada en áreas inundables en tiempo de crecida.

2.1.1 Beneficios económico- sociales y para la defensa.

La zona Este de la provincia Holguín que comprende los municipios de Frank País, Sagua de Tánamo y Moa, por la lejanía y el relieve, principalmente montañoso, se ve dificultado en cuanto al suministro de insumos, materias primas y transporte.

Con el objetivo de afianzar la importancia del transporte ferroviario para esta región de la provincia, se llevó a cabo un estudio de los principales movimientos que se realizan entre el municipio cabecera y esta zona mediante la realización de entrevistas a las entidades encargadas del transporte tanto de personas como de productos necesarios para el desarrollo económico de

las provincias antes mencionadas (Ver anexo 13), apreciándose que con el diseño del patio se verá favorecida en gran medida la región.

La Empresa de Transporte Agropecuario de Holguín mueve fertilizantes del tipo NPK, UREA y Super Fosfato. En un mes trasladan alrededor de 300t de estos productos al municipio Sagua de Tánamo para la siembra de café, lo que significa el empleo de 15 rastras y hacia el municipio Moa 200t para cultivos varios, utilizando alrededor de 20 rastras.

Por otra parte la Empresa Mayorista Provincial de Alimentos de Holguín es la encargada de la distribución de los productos para comedores obrero y la gastronomía, además de la canasta familiar normada con gran variedad de alimentos destinados a la población. Distribuyen en un mes aproximadamente 256t al municipio Frank País, 509t a Sagua de Tánamo y alrededor de 730t a Moa, lo que equivale a una demanda total de 75 rastras.

La Empresa Provincial del Transporte traslada diariamente por necesidades de estudio, económicas o de salud hacia el municipio Moa 195 personas y hacia Sagua de Tánamo 240 que al evaluar el mes se moverían alrededor de 5 850 y 7 200 personas respectivamente.

Son conocidas las capacidades del ferrocarril para el transporte masivo de cargas, por lo que son numerosas las posibilidades que brinda este medio ante el surgimiento de cualquier contingencia.

En el área donde se asienta la industria del níquel en Moa, no se puede descartar la posibilidad de que se derramen sustancias tóxicas e inflamables, por lo que de darse este tipo de situación, la asistencia rápida del tren, contribuiría a la salvaguarda de la vida de las personas mediante la evacuación oportuna hacia los lugares fuera de peligro.

El ferrocarril representaría el medio ideal, al este poder asumir el transporte masivo de efectivos y las pesadas cargas de los equipos de guerra, de darse una agresión armada por parte del enemigo, y existir la necesidad del traslado de tropas y armamentos. De la misma manera pudiese ser empleado en el traslado del personal ante la proximidad de un evento meteorológico.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en las entrevistas mencionadas anteriormente, el diagnóstico inicial y el análisis de documentos que rigen la transportación de carga a través de la vía férrea, se pudo constatar que el uso de la locomotora TEM2-TK es más eficiente que la rastra (Ver tabla 2.1 a y b).

Tabla 2.1 Beneficios económico para el país.

Medio de transporte	Capacidad de carga (ton)	Consumo (l/ km)	Distancia recorrida (km)	Precio total (cuc)
Rastras NORBENZ	20	0,98	130	110,84
Trenes de Locomotora TEM2-TK	1200	8,73	139	1 055,72

a) Datos generales de las rastras NORBENZ y los trenes de locomotora TEM2-TK.

Medio de transporte	Cantidad (u)	Precio total (cuc)	Ahorro en un mes (cuc)	Ahorro en un año (cuc)
Rastras NORBENZ	60	6 650,4	5 595	67 140
Trenes de Locomotora TEM2-TK	1	1 055,72		

b) Ahorro que representa el uso de los trenes TEM2-TK.

2.2 Ubicación de las vías del patio ferroviario Vidalina.

Para la ubicación del patio ferroviario Vidalina lo más recomendable es escoger una zona recta en planta y horizontal en perfil, logrando obtener un diseño óptimo en cuanto a seguridad y facilidades de movimiento de los trenes previstos, para lugares con condiciones difíciles la NRMT XX: 2001 establece

las variantes posibles. La (Figura 2.1) ilustra la posición escogida para localizar el patio ferroviario Vidalina.



Figura 2.1: Área de localización del patio Ferroviario Vidalina.

Fuente: Satélite.

Inicialmente Pupo (2013) consideró en su propuesta de diseño ubicar el patio en la zona de Vidalina en las afueras de Cayo Mambí, en un tramo de vía horizontal de 400m. Espacio este que es considerado insuficiente, debido al largo calculado del tren que se moverá por esta zona y a la demanda de carga y descarga tanto de mercancías como de personas.

Como solución se planteó extender el tramo de vía horizontal previsto 300m más, para un total de 706,07m que es aproximadamente el largo requerido del patio, aunque esto signifique considerar la restructuración de la vía inicialmente propuesta para el diseño. Es válido aclarar que el diseño conceptual es solo una propuesta para lograr una aproximación a los recursos y presupuesto que implica el diseño específico de la vía, lo que no incluye ninguna edificación, ni la implementación de señalizaciones.

Se procedió posteriormente a unir los planos que contienen la alineación en planta de la vía, para trabajar con la nueva extensión determinada del patio y consecuentemente definir ambos tramos de vía como una única alineación horizontal, con el comando *Define from Objects* del menú *Alignments*. Por

último fueron creadas las etiquetas, con el comando *Create Station Labels* del menú *Alignments*.

Para la realización del trabajo en una superficie en limpio, es decir desechando toda información innecesaria, se utilizaron los comandos *rectangle* de la barra de herramientas *Draw* y *Trim* de la barra *Modify*. Se obtuvo el área de trabajo a partir de la cual se procede a la creación de una nueva superficie de trabajo.

2.3 Diseño de la infraestructura de las vías del patio ferroviario Vidalina en el Auto CAD Land.

La principal función de la infraestructura de la vía férrea es salvar los obstáculos del relieve y lograr las pendientes requeridas para asegurar el movimiento de los trenes por la superestructura, que sirve de calzada.

La diferencia entre la infraestructura ferroviaria y la carretera radica en sus dimensiones, fundamentalmente en la altura. La infraestructura ferroviaria generalmente exige mayor altura para lograr pendientes pequeñas, teniendo en cuenta la incidencia de la misma sobre la resistencia al movimiento. La infraestructura incluye, además de las obras de tierra, a las obras de fábrica, puentes, viaductos y túneles.

A continuación se describe el procedimiento utilizado en el software *AutoCAD Civil 3D Land Desktop Companion 2009* como solución al diseño de la infraestructura del patio ferroviario Vidalina.

2.3.1 Creación de la superficie de trabajo.

Para iniciar con el diseño en cuestión se propuso la creación de una nueva superficie de trabajo, compuesta por una malla de triángulos irregulares en tercera dimensión, a partir de una combinación de puntos, líneas de quiebre y curvas digitalizadas, como información dentro del dibujo.

Por lo tanto, antes de iniciar el proceso de modelar un terreno es necesario crear una superficie, en la que se pueden representar aquellos atributos que definen una superficie topográfica. El procedimiento utilizado es detallado a continuación:

Paso 1: Creación de la superficie con el comando *Terrain Model Explorer* del menú *Terrain* se accede a la carpeta *Terrain* (Figura 2.2) donde se encuentran las superficies creadas. Dentro de la opción *Manager* se encuentra la opción *Create Surface* que permite crear una nueva superficie con el nombre de “Localización del patio”.

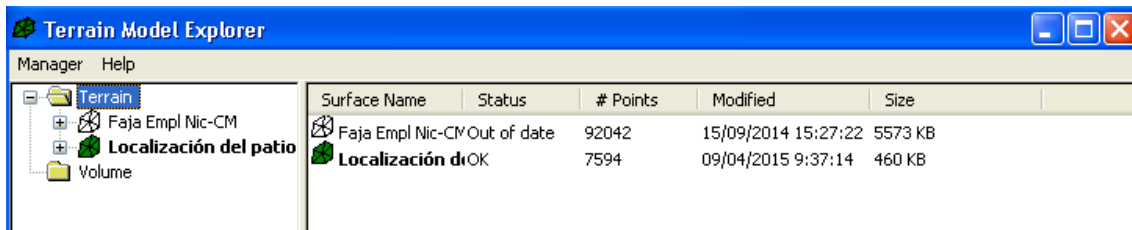


Figura 2.2: Creación de la superficie.

Fuente: Autoría.

Paso 2: Selección de los datos e información topográfica para calcular la superficie: los comandos utilizados para la selección de datos que formarán parte de la superficie fueron los que se muestran a continuación (Figura 2.3):

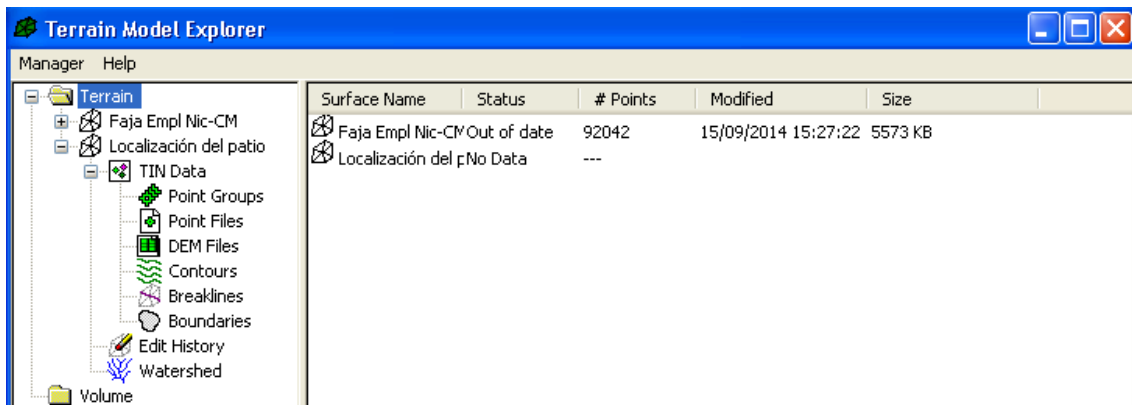


Figura 2.3: Selección de datos para la construcción de la superficie.

Fuente: Autoría.

- *Point Groups*: Grupo de puntos creados, en la opción *Add Point Group* se introduce el grupo de puntos creado con anterioridad en el que se incluyen los puntos que pertenecen a la superficie, “Puntos 1”.
- *Curvas de nivel Contours*: Es utilizado cuando los datos provienen de la digitalización de planos topográficos, para el ingreso de datos se elige *Add Contour Data*, al usar este comando se despliega un cuadro de diálogo en el que se refieren los parámetros de cómo se generan los

vértices (Figura 2.4) y posteriormente son seleccionadas las curvas de nivel que integran la superficie deseada.

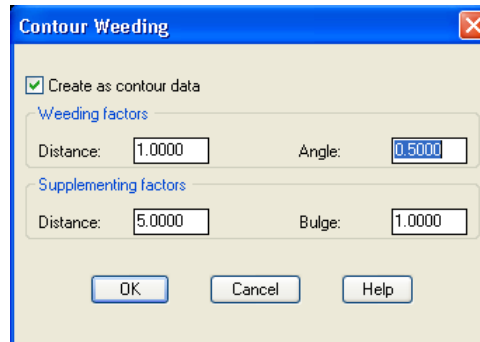


Figura 2.4: Definición de los parámetros para las curvas de nivel digitalizadas.

Fuente: Autoría.

- Líneas de quiebres *Breaklines*: Es necesario definir los accidentes topográficos para obtener un mejor resultado, el comando utilizado para definir los quiebres fue *Define By Polyline*, es seleccionada una polilínea en 3D ya dibujada la cual representa el quiebre.
- Aplicación de un borde o límite a la superficie *Boundaries*: Esta opción permite dar un borde a la malla para que esta no sobrepase los límites donde hay datos, es utilizado el comando *Add Boundary Definition* con este se selecciona del dibujo una polilínea dibujada con anterioridad.

Paso 3: Cálculo de la malla o superficie: Con todos los datos que se ingresaron se procede a calcular la malla, mediante la opción *Build* (Figura 2.5), que posteriormente se define la procedencia de los datos topográficos y demás información adicional.

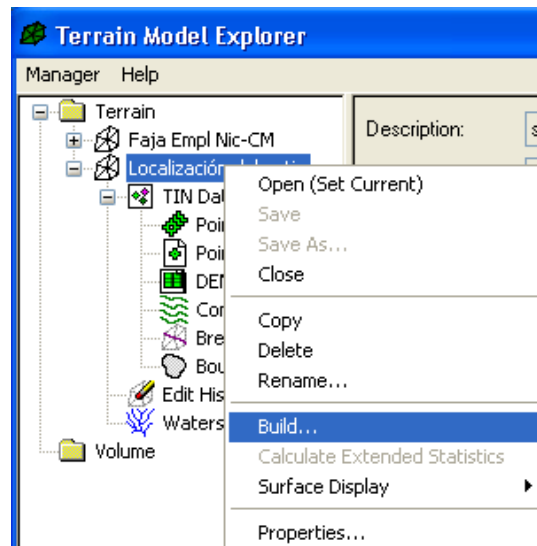


Figura 2.5: Selección de la opción para el cálculo de la superficie.

Fuente: Autoría.

2.3.2 Trazado de la alineación en planta.

La vía férrea categoría I es la propuesta en todo el diseño inicial que parte de Holguín hasta la ciudad de Moa según lo estipulado en la NC 249:2003. Transporte ferroviario. Vías férreas. Clasificación de vías férreas, y por tanto es la categoría asumida para la selección de información necesaria en el diseño conceptual de las vías del patio ferroviario Vidalina.

Por las características que presenta y la importancia económico- social es considerada una vía principal con velocidades permisibles de los trenes que circulan mayores que 100 km/h, que garantiza las transportaciones dentro de la red nacional ferroviaria, arteria fundamental a la cual se vinculan otras líneas o ramales.

En función de los volúmenes de carga o pasajeros previstos, es determinada la cantidad de equipos estacionados y los movimientos que se ejecutan en la vía. Estableciendo las necesidades de vías para las diferentes operaciones y los esquemas que facilitan el movimiento, es propuesto para el diseño cuatro vías interiores, dos a ambos lados de la vía principal.

Para el trazado de la alineación en planta se procede de la siguiente manera en el software *AutoCAD Land* (Figura 2.6):

- Se crean las tangentes utilizando el comando *Line* del menú *Lines/Curves*.
- Se trazan las curvas circulares mediante el comando *Curve Between Two Lines* del menú *Lines/Curves*.
- Se define cada eje de vía que tendrá el patio como una alineación horizontal, con el comando *Define from Objects* del menú *Alignments*.
- Se crean las etiquetas, con el comando *Create Station Labels* del menú *Alignments*.

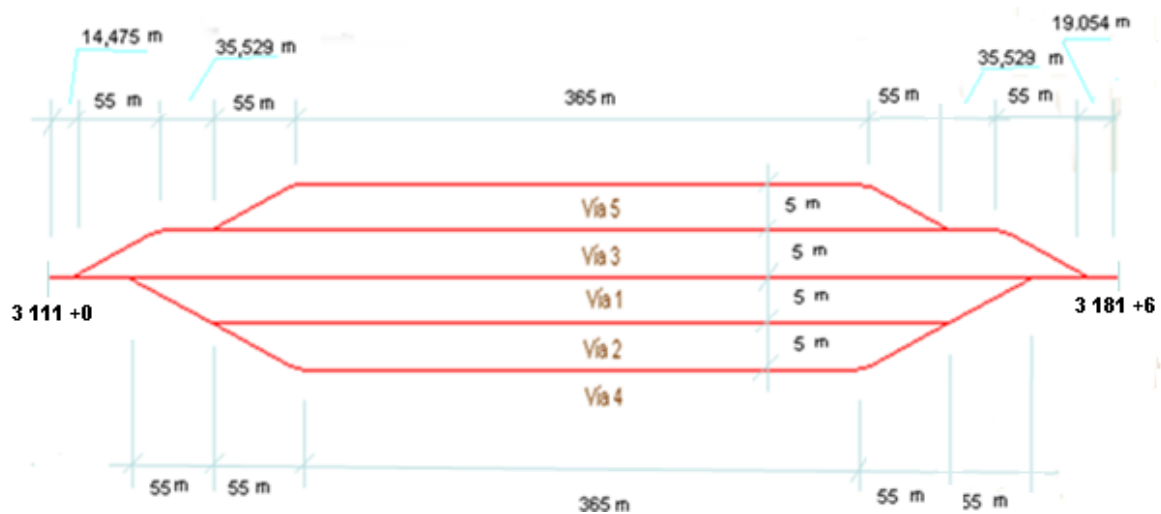


Figura 2.6: Vista en planta de las alineaciones.

Fuente: Autoría.

Después de haber analizado las diferentes variantes para la posible ubicación del patio objeto de estudio y teniendo en cuenta la existencia de una conductora de agua a 30 m al sureste, y un camino que será utilizado como acceso al patio a una distancia de aproximadamente 300 m al noreste del mismo; se propone el trazado a partir de la estación 3 111+0 y hasta la estación 3 181+6 respetando el diseño de la vía principal, todas las vías parten de un mismo punto y continúan el etiquetado existente.

Según lo establecido en la NRMT Transporte Ferroviario. Vías Férreas. Explanación de las vías férreas, la distancia entre ejes de vías del patio es de 5m debido a la utilización de carrileras de depósitos de vagones de carga y descarga para vías categoría I, se requiere la utilización de seis curvas de 300

m de radio y ocho desvíos del tipo 1/11 como especifica la norma para vías de esta categoría.

2.3.3 Obtención del perfil longitudinal del terreno.

En la obtención del perfil longitudinal del terreno resulta de vital importancia y es generalmente un inconveniente, el hecho de no poder contar con un levantamiento topográfico que brinde el detalle y precisión de los niveles altimétricos del terreno, lo que obliga a obtener un perfil en la mayoría de los casos con información desactualizada y de poca exactitud.

Una vez obtenidas las alineaciones en planta, se procede a obtener el perfil longitudinal del terreno que le corresponde, empleando los comandos del menú *Profile* de la manera que se expone a continuación:

- Obtener las cotas del terreno, mediante la opción *Sample from surface* del comando *Existing ground*. Se inserta la alineación y la superficie en que se desea trabajar.
- Creación y configuración del perfil longitudinal, mediante la opción *Full Profile* del menú *Create Profile*. Se define el kilometraje de inicio y término del perfil, se puede especificar la cota desde la cual se iniciará, cambiar la escala vertical que tendrá el perfil longitudinal y ratificar que se desea dibujar de izquierda a derecha.

En la (Figura 2.7) se muestran los perfiles longitudinales del terreno de las alineaciones que representan las vías pronosticadas con sus respectivas cotas en cada estación.

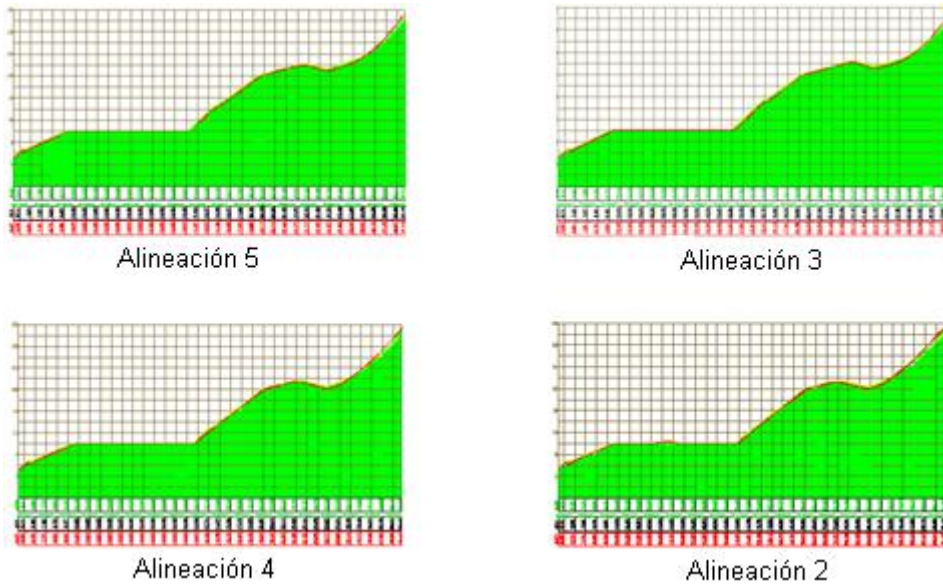


Figura 2.7: Perfiles longitudinales de las alineaciones.

Fuente: Autoría.

El terreno muestra un comportamiento irregular, las alturas varían entre los 5 m y 29 m aproximadamente en todas las alineaciones.

2.3.3.1 Trazado de la alineación en perfil de la rasante.

Una vez obtenidos los perfiles longitudinales del terreno en el *AutoCAD Land* se procede al trazado de las tangentes, empleando el menú *Profiles* según se expone a continuación:

Paso 1: Creación de una nueva capa para las tangentes, se utiliza el comando *FG Centerline Tangents/ Set Current Layer* del menú *Profiles* (Figura 2.8) para establecer como vigente la capa en la que se trazará el perfil de la rasante para cada alineación.

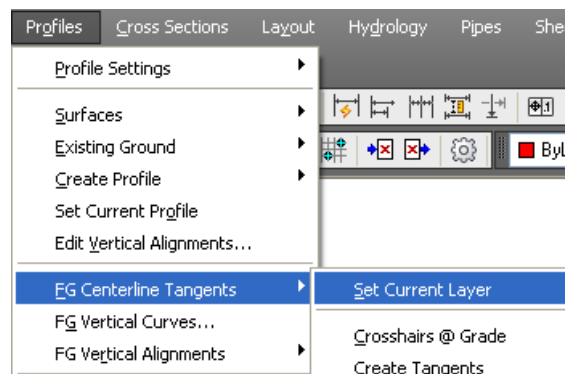


Figura 2.8: Definición de la capa para las tangentes.

Fuente: Autoría.

Paso 2: Creación de las tangentes, el comando *FG Centerline Tangents/ Create Tangents* del menú *Profiles* (Figura 2.9) permite dibujar el tramo recto de la rasante.

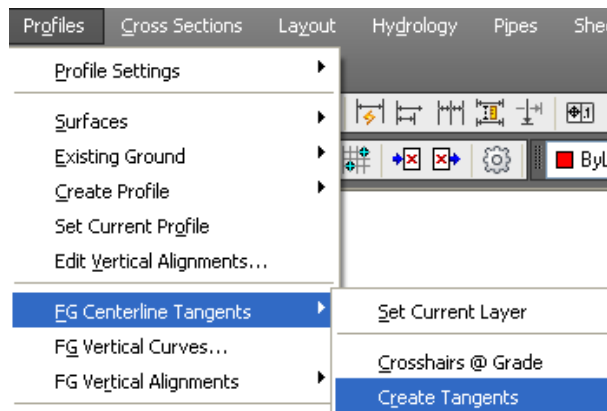


Figura 2.9: Selección de la opción para crear las tangentes.

Fuente: Autoría.

Paso 3: Definir la rasante como alineamiento vertical, usando el comando *FG Vertical Alignments/ Define FG Centerline* del menú *Profiles* (Figura 2.10) la información vertical de las vías es asociado al alineamiento horizontal.

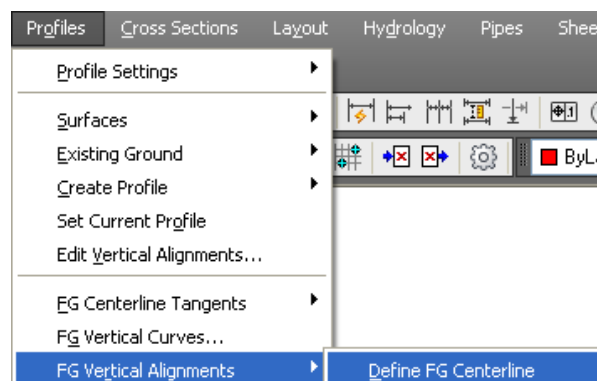


Figura 2.10: Selección de la opción para definir la rasante.

Fuente: Autoría.

La tangente es trazada utilizando una pendiente de 0‰ a lo largo de todo el perfil longitudinal del terreno y en cada uno de los casos propuestos es utilizada una altura de 15.25 m, evitando los grandes movimientos de tierra y tratando de lograr una compensación entre los volúmenes de terraplén y excavación.

2.3.4 Perfiles transversales.

Para obtener los perfiles transversales de la explanación de las carrileras se diseña una sección transversal típica con un ancho de corona de 5m que es la distancia prevista entre vías, con taludes de 1,5:1 en terraplén y en excavación, bermas de 2m cada 6m de altura y una pendiente en la superficie de la explanación de 5%, procediendo de la siguiente manera:

Paso 1: Obtención de cotas de terreno para perfiles transversales: Con el comando *Existing Ground/ Sample From Surface* del menú *Cross Sections*, al usar este comando se despliega un cuadro de diálogo en el que se especifican informaciones tales como, la distancia transversal desde el eje de la vía a la que se desea obtener las cotas del terreno, la distancia a lo largo del eje en la que se quiere obtener un perfil transversal, etc. (Figura 2.11).

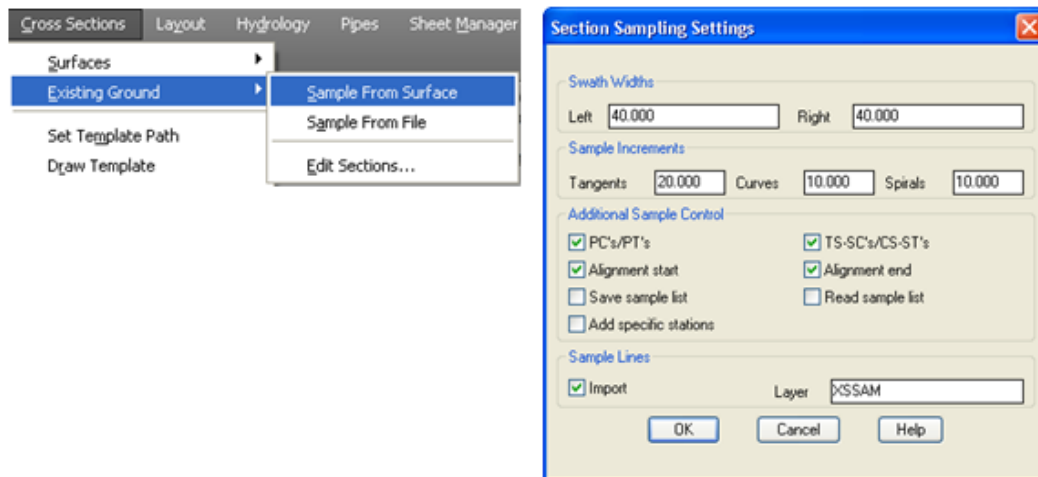


Figura 2.11: Opción de las cotas de terreno para los perfiles transversales.

Fuente: Autoría.

Paso 2: Confección de la tabla de materiales: Se definen los materiales que se utilizarán en el ingreso de la plantilla mediante el comando *Templates/ Edit Material Table* del menú *Cross Sections* (Figura 2.12).

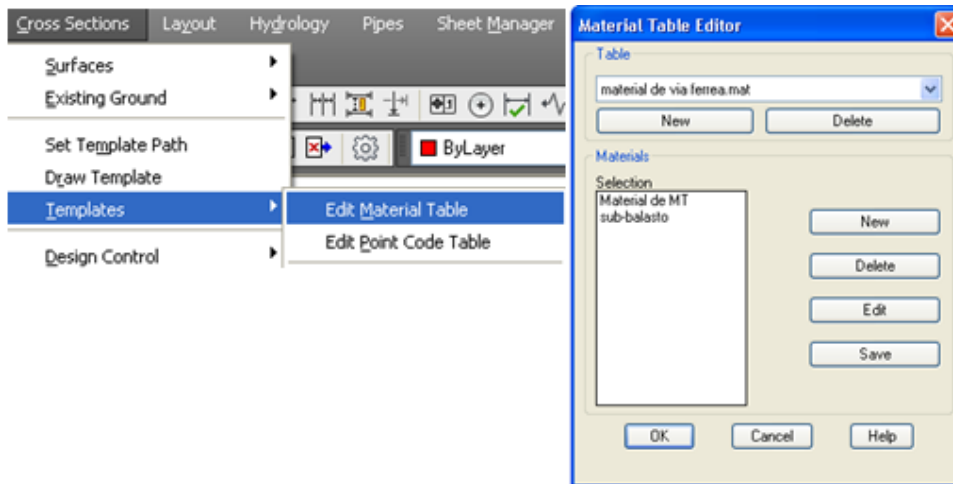


Figura 2.12: Tabla de materiales.

Fuente: Autoría.

Paso 3: Dibujo y definición de la plantilla: Para dibujar la plantilla se elige el comando *Draw Template* del menú *Cross Sections*, se procede a dibujar la plantilla y posteriormente se define mediante la opción *Templates/ Define Template* del menú *Cross Sections*, con el objetivo de guardarla en la librería de plantillas, de forma tal que pueda ser utilizada en proyectos futuros (Figura 2.13).

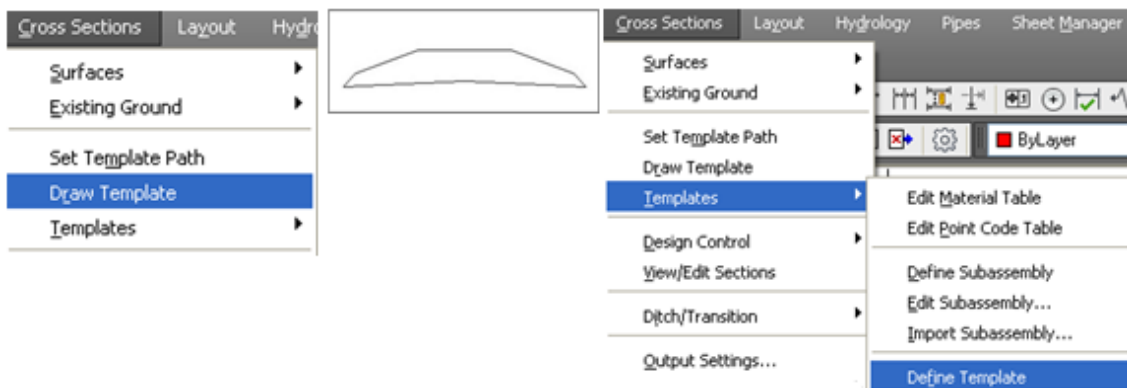


Figura 2.13: Dibujo y definición de la plantilla.

Fuente: Autoría.

Paso 4: Configuración de los parámetros para el control del diseño, en este paso se indicará la plantilla que se va a usar entre la lista completa de plantillas disponibles en la librería, se ingresa el valor y tipo de talud de corte y relleno y cuneta a usar, mediante el comando *Design Control/ Edit Design Control* del menú *Cross Sections* (Figura 2.14).

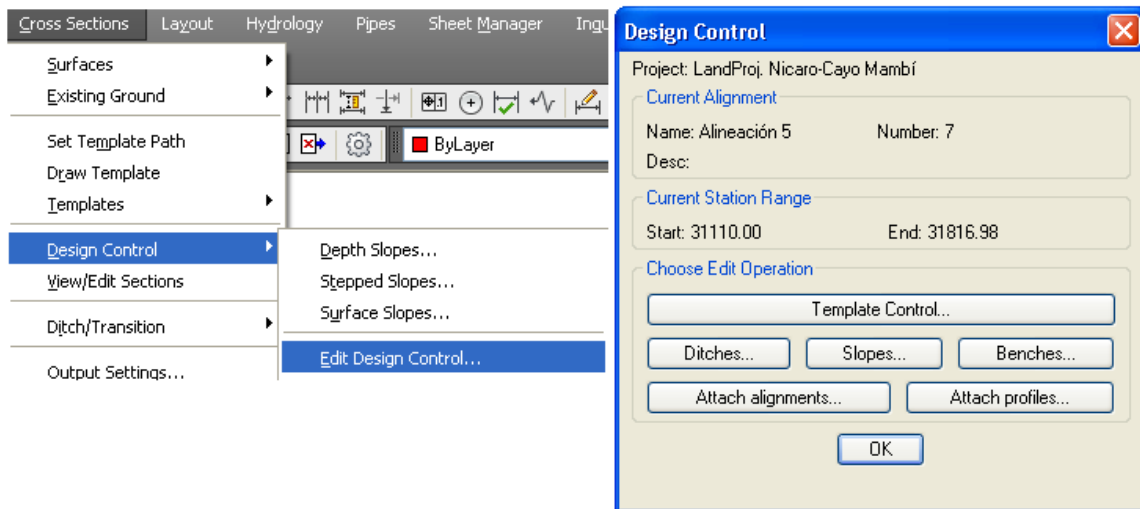


Figura 2.14: Comando para complementar el diseño original.

Fuente: Autoría.

2.3.4.1 Solución del drenaje.

El agua de cualquier origen afecta gravemente a la plataforma. Para evitar su incidencia negativa se diseñan sistemas de drenaje que aseguren la rápida evacuación de las aguas de la plataforma o su intersección para evitar que lleguen a la misma.

Las dificultades mayores para el drenaje de la plataforma de las vías férreas se localizan en los patios ferroviarios, donde las vías se ubican en áreas relativamente grandes y con pendientes muy pequeñas hasta llegar a 0% que es la situación existente en este caso, lo que exige el diseño cuidadoso de su sistema de drenaje.

Se prevé según establece la NRMT Transporte Ferroviario. Vías Férreas. Explanación de las vías férreas, en el diseño del drenaje superficial de la sección transversal típica la construcción de cunetas con forma trapezoidal y entre dos pendientes descendientes de cada vía la colocación de una canaleta longitudinal con pendiente de 2% que evacuará las aguas hacia una canaleta transversal de igual pendiente y de ahí a una obra de fábrica cercana a la ubicación de la explanada.

La solución a adoptar depende de diferentes factores y son resultados de estudios que permiten determinar el ancho y profundidad de la zanja,

materiales a utilizar y su granulometría, así como la ubicación y diámetro de las canaletas.

2.3.5 Cálculo del volumen de movimiento de tierra.

Una vez realizado el diseño de las secciones transversales de la explanada y de su sistema de drenaje se procede a calcular los volúmenes de movimiento de tierra, para el cual se utiliza el comando *Volume Table/ Total Volumen Output* del menú *Cross Sections* que reporta el volumen en excavación y terraplén. Además se requiere el empleo del comando *Templata Surface/ Surface Volume Output* del menú *Cross Sections* para obtener el volumen total del material declarado para la confección de la plantilla, sub-balasto (Figura 2.15)

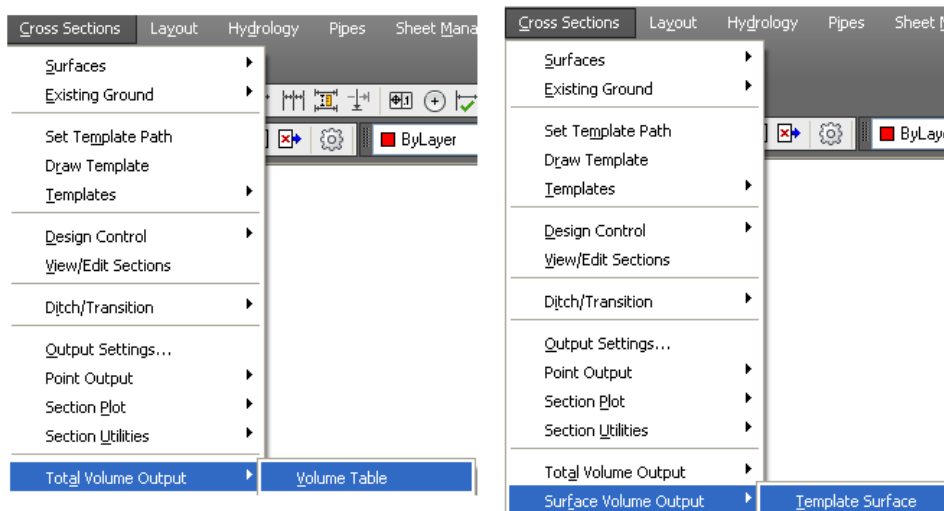


Figura 2.15: Selección del comando para el cálculo del movimiento de tierra.

Fuente: Autoría.

En la tabla 2.1 se muestran detalladamente los volúmenes de movimiento de tierra obtenidos para cada vía y la cantidad de material necesario.

Tabla 2.2: Informe del movimiento de tierra.

Vías	Long(m)	Volúmenes(m ³)		
		Excavación	Terraplén	Sub-balasto
Vía 2	696,52	9 904,47	9 450,35	837,59
Vía 3	455	4 531,69	6 479,39	609,16

Vía 4	475,30	10 831,04	15 021,06	609,16
Vía 5	706,99	32 331,95	27 726,02	876,38
Total	2 333,81	57 599,15	58 676,82	2932,29

2.4 Elementos de la superestructura de las vías del patio ferroviario Vidalina.

La superestructura está constituida por un grupo de elementos que trabajando como sistema, transmiten las cargas originadas por los vehículos ferroviarios a la infraestructura y además guían el movimiento de los trenes.

Compuesta por campos de vía de dos raíles del tipo P-50 de la misma longitud 12.5 m con sus extremos enfrentados, traviesa de hormigón armado pretensadas de modelo CUBA 73 para el desarrollo de la vía y de madera en el caso de las conexiones serán utilizadas 20 por cada campo de vía, juntas amordazadas 2 en cada campo de vía ubicado en el extremo del raíl, fijaciones elásticas del modelo J-2 P50 empleando 4 fijaciones por cada traviesa y balasto de piedra triturada 19.1 mm hasta 73.5 mm de roca ígnea.

En todo el diseño son utilizados desvíos sencillos típicos de aguja recta y corazón monolítico 1/11 recomendados en la norma de Transporte Ferroviario. Vías Férreas. Diseño Geométrico de Patios Ferroviarios (2011) para vías categoría I.

Para una longitud total del patio de 2.4 km se requiere la utilización de 192 campos de vía lo que representa aproximadamente 384 raíles, 3 840 traviesas, 384 juntas, 15 360 fijaciones y 4800 m³ de balasto, además de 8 desvíos.

2.5 Recursos y presupuesto.

Con la longitud y categoría de las vías a proyectar se obtiene un balance de la cantidad de recursos necesarios para el desarrollo de la estructura ferroviaria, empleando estadísticas realizadas a las empresas del MICONS normadas para las nuevas construcciones, reconstrucciones y reparaciones capitales de obras viales, el PreCons II y el programa PC Wim, se obtuvo un aproximado al valor real de la obra teniendo como resultado \$ 1 004 459,9 de costos directos (Ver

Anexo 14) y \$ 1 506 689,85 de costos indirectos que representan el 60% de los costos de la obra, para un costo total de \$ 2 511 149,75; cifra que es considerada adecuada teniendo en cuenta el alcance del proyecto.

Conclusiones del capítulo

1. El estudio realizado posibilitó evidenciar la necesidad del diseño conceptual de las vías del patio ferroviario Vidalina, arrojando como resultado un valor estimado del ahorro de recursos que significaría para nuestro país la puesta en marcha de esta obra vial.
2. Mediante el diseño conceptual de las vías del patio ferroviario Vidalina se obtuvo un valor aproximado de la cantidad de recursos y el presupuesto necesario previstos para la futura ejecución de la obra.

CONCLUSIONES GENERALES

1. La determinación de los antecedentes que han caracterizado la historia del diseño conceptual de las vías del patio ferroviario Vidalina permitieron precisar elementos que han incidido negativamente en la manifestación del problema investigado.
2. Los fundamentos teóricos y metodológicos asumidos por el objeto y el campo de acción de la investigación resultaron de una alta pertinencia para su estudio, caracterización, transformación y posibilitar la realización del diseño conceptual de las vías del patio ferroviario Vidalina.
3. La triangulación de las informaciones derivadas de los procesos de caracterización histórica, teórica – metodológica y empírica del objeto y el campo de la investigación permitieron evidenciar la necesidad del diseño conceptual de las vías del patio ferroviario Vidalina.
4. El diseño conceptual de las vías del patio ferroviario Vidalina posibilita complementar el proyecto de construcción de la vía férrea Nicaro –Moa, iniciado en el año 1985 por la DPPF de Holguín, respondiendo así a las necesidades económico- sociales que se desarrollan dentro del contexto histórico del territorio.

RECOMENDACIONES

1. Realizar un levantamiento topográfico que brinde en detalle los niveles altimétricos del terreno para la obtención de un perfil longitudinal con mayor exactitud e información actualizada.
2. Analizar la posibilidad de llevar a cabo estudios hidrológicos, hidráulicos y geológicos que permitan profundizar en cuanto a la propuesta considerada como solución del drenaje superficial y brindar un presupuesto apropiado a la realización del proyecto.
3. Realizar un estudio ingeniero-geológicos que permita conocer las características reales de los suelos que formaran parte del diseño conceptual del patio ferroviario, el cual brindaría la posibilidad de obtener el presupuesto real para la realización del proyecto.
4. Valorar la posibilidad de modificar el trazado de la rasante propuesto por Tahimí Small (2013).
5. Proponer a la DPPF el diseño conceptual de las vías del patio ferroviario Guaro, como parte del proyecto para la construcción de la vía férrea Nicaro –Moa, iniciado en el año 1985.

BIBLIOGRAFÍA

1. Cadenas Freixas, Ileana y Martínez López del Castillo, Wilfredo. (2013). Vías férreas. Universidad de Camagüey.
2. Calaña Azcuy, Antonio Luis y Casanella Leyva, Francisco Raúl. (2009). Aplicaciones del sistema profesional AutoCAD Land Development Desktop. Curso de Postgrado. Universidad de Holguín "Oscar Lucero Moya".
3. Cañizares Socarras, Rafael. (2013). Evaluación de la incidencia de la heterogeneidad de la Vía Central de los Ferrocarriles de Cuba en las solicitudes de servicio. Caso de estudio km. 540 – 544. Tesis de Maestría. Universidad de Camagüey.
4. Cobreiro Estorino, Gustavo; Martín Monroy, Vilma. (2010). Monografía: Fundamentos de la resistencia y estabilidad de la vía férrea bajo la acción del material móvil. La Habana.
5. Cruz Cabezas, Miguel A. (2014). ¿Cómo se estructura y construye un Trabajo de diploma? Universidad de Holguín "Oscar Lucero Moya".
6. Días M, Marcela y Quilodran S, Jonathan. (2014) Aplicaciones topográficas asistidas por software de dibujo avanzado. Universidad de Concepción Sede Los Ángeles.
7. González Silva, Alián (2014) Confección de las ideas conceptuales del anteproyecto de vía férrea del tramo Herrera- Nicaro. Trabajo de diploma. Universidad de Holguín "Oscar Lucero Moya".
8. López Pita, Andrés. (2006). Infraestructuras ferroviarias. Servicio de publicaciones. Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona.
9. Machín Purón, Livia y Sánchez Uría, Ángel (1984). Proyección de Vías Férreas. Editorial Pueblo y Educación. La Habana.
10. Martín Monroy, Vilma; Flores Alfonso, Mario y Fajardo Pí, Narciso. (2014). Curso de estaciones ferroviarias.
11. Pupo Toledo, Carlos Ernesto (2013). Anteproyecto de la vía férrea Nicaro- Cayo Mambí. Trabajo de diploma. Universidad de Holguín "Oscar Lucero Moya".

12. Small Azcorra, Tahimí (2013). Anteproyecto para la construcción de una vía férrea del tramo Nicaro- Cayo Mambí. Trabajo de diploma. Universidad de Holguín "Oscar Lucero Moya".
13. Rodríguez Gómez, José; Milián Ruiz, Carlos. (1988). Tecnología y equipos de la construcción de vías férreas. Editorial Pueblo y Educación, La Habana.

Consultas:

1. http://www.canarail.com/CMS/Media/250_105_frCA_0_Canarail__Folleto_de_mineria_Espanol.pdf (13 de octubre 2014)
2. <http://viasferreas.blogspot.com/2009/06/administracion-y-operaciones.html> (19 de enero 2015)
3. <http://amx.com.es/blog/instalacion-destacada-centro-de-operaciones-ferroviarias-en-sussex/> (23 de marzo 2015)
4. <http://www.sendasweb.cu> (23 de marzo 2015)
5. http://www.lajiribilla.co.cu/2004/n153_04/memoria.html (23 de marzo)
6. <http://ketari.nirudia.com/9219> (11 de abril 2015)
7. <http://wikimapia.org/1774645/es/Estaci%C3%B3n-Central-de-Ferrocarriles-La-Habana> (11 de abril 2015)
8. <http://elfogonerovenegas.blogspot.com/2008/06/estacin-central.html> (11 de abril 2015)
9. http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Playa_de_maniobras&oldid=76011935 (11 de abril 2015)
10. http://es.wikipedia.org/wiki/Playa_de_maniobras (11 de abril 2015)
11. http://es.wikipedia.org/wiki/V%C3%ADa_f%C3%A9rrea (15 de mayo 2015)
12. http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Vía_férrea&oldid=76765835 (15 de mayo 2015)
13. http://ferrocarriles.wikia.com/wiki/V%C3%ADa_f%C3%A9rrea (15 de mayo 2015)

14. http://www.ecured.cu/index.php/V%C3%ADa_f%C3%A9rrea (15 de mayo 2015)
15. http://aquarius.ime.eb.br/~webde2/prof/vania/pubs/patios_de_classificacao.pdf (15 de mayo 2015)

Normas:

1. NC 197: 2004. Transporte ferroviario. Vías Férreas. Balasto de piedra triturada. Especificaciones.
2. NRMT125:2011. Transporte Ferroviario. Vías Férreas. Diseño Geométrico de Patios Ferroviarios.
3. NRMT107:2006. Transporte ferroviario. Comercial y explotación. Requisitos Técnicos para la carga de contenedores sobre vagones plataforma.
4. NRMT38:2005. Transporte ferroviario. Vías Férreas. Fijaciones Carril – Traviesa. Requisitos, ensayos, marcado y calidad.
5. NRMT79:2003. Transporte ferroviario. Vías Férreas. Diseño geométrico de la planta.
6. NMRTXX: 2010. Transporte ferroviario. Vías Férreas. Explanación de las vías férreas.
7. NRMT46:2002. Transporte ferroviario. Comercial y explotación. Clasificación de las estaciones ferroviarias.
8. NRMT37:2001. Transporte ferroviario. Vías Férreas. Diseño geométrico del perfil.

ANEXOS

Anexo - 1

Tabla 1.1 Características generales de los principales carriles en uso en la práctica internacional y en Cuba.

Tipo de carril	Masa	Altura	Ancho del patín	Ancho de la cabeza	Ancho del alma	Área de la sección
	kg/m	mm	mm	mm	mm	cm ²
UIC-54	54,43	159	140	70/72,2	16	69,34
UIC-60	60,34	172	150	72/74,3	16,5	76,86
UIC-71	71,27	186	160	74/76,5	18	90,79
P-43	44,65	140	114	70/70	14,5	57,00
P-50	51,67	152	132	70/72	16	65,93
P-65	64,72	180	150	73/75	18	82,56
P-75	74,41	192	150	71,8/75	20	93,06
Tipo de carril	Momento Inercia		Modulo Resistente			
	Horizontal	Vertical	Sobre la cabeza	Debajo del patín	Eje vertical al lado del patín	
	cm ⁴	cm ⁴	cm ³	cm ³	cm ³	
UIC-54	2346	417,50	279,19			
UIC-60	3055	512,9	335,5		68,4	
UIC-71	4151,66	735,06	499,73		91,9	
P-43	1489	260	208,3	217,3	42	
P-50	2018	375	248	286	42	
P-65	3548	569	359	436	45	
P-75	4490	661	432	509	55,3	

Anexo - 2

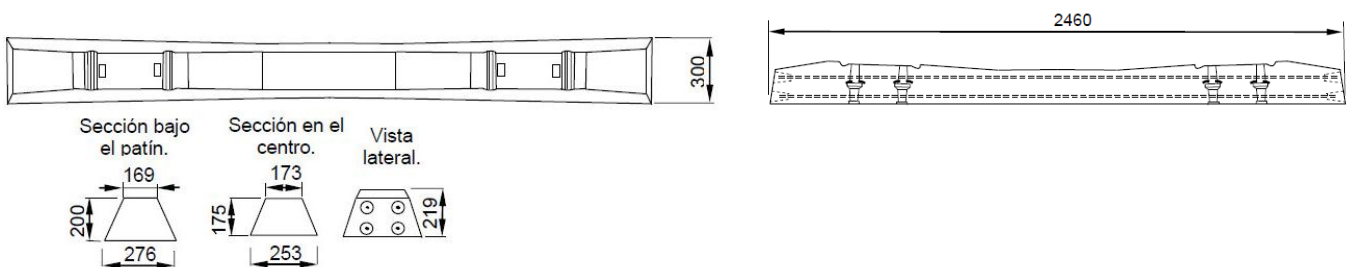


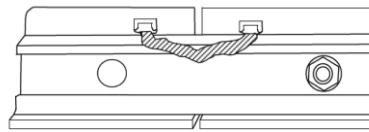
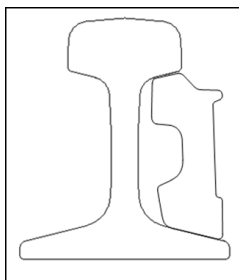
Figura 1.2 Nueva traviesa cubana.

Anexo - 3

Tabla 1.3 Clasificación atendiendo a la forma en que se logra el anclaje del carril a la traviesa de los principales tipos de fijaciones que permanecen en explotación.

Clasificación	Tipo de traviesa	Modelo
Fijación rígida directa	Madera	Escarpías, Tirafondos
Fijación rígida indirecta		K
Fijación elástica directa	Hormigón	Clavo Dorken, Tovar, Clip DE, Nabla, SKI
		RN, CIL, P2, Nabla, Pandrol, Vossloh HM, FIST, J-2
Fijación elástica indirecta	Madera	Pandrol, Vossloh Skl12
	Hormigón	Pandrol, Vossloh Skl12

Anexo - 4



a) Mordaza de barrote.

b) Conexión eléctrica entre carriles.

Figura 1.4 Componentes de las juntas

Anexo - 5

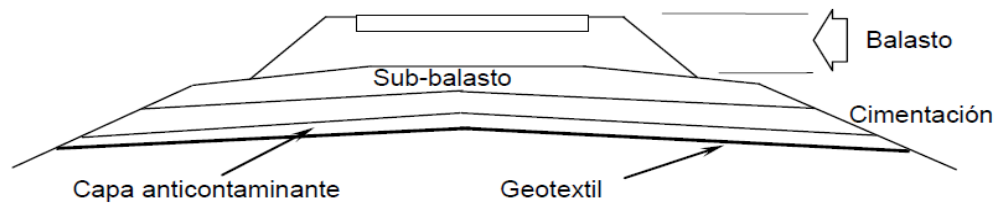


Figura 1.5 Composición de las capas de asiento.

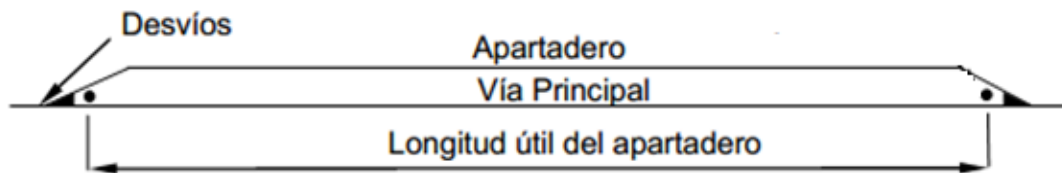
Anexo - 6

Tabla 1.6 Resistencia a compresión del material para balasto en las diferentes canteras existentes en Cuba.

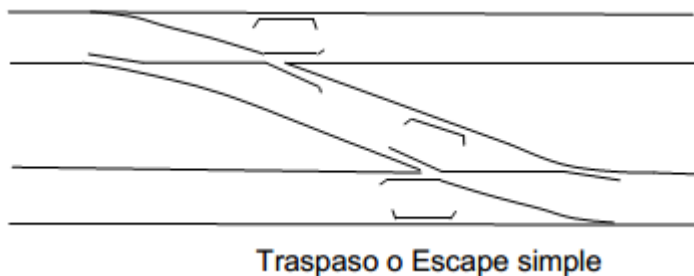
Provincia	Cantera	Grupo	Resistencia a compresión [MPa]
Pinar del Río	Reynaldo Mora	Caliza Silificada	64,4
Pinar del Río	Elpidio Berovides	Caliza	65,0
Habana	La Molina	Caliza	60,0
Matanzas	A. Maceo	Caliza Dolomitizada	49,2
Matanzas	5 de Diciembre	Caliza Dolomita Cacárea	54,0
Cienfuegos	Santiago Ramírez	Ígnea PorfiritaAndesítica	60,0 – 10,0
Villa Clara	Mariano Pérez	Caliza	81,7
Ciego de Ávila	José San Mateo	PorfiritaDacitoAndesítica Ígnea	136,0
Camagüey	Palo Seco	Ígnea PorfiroAndesítico Basáltica	160,0 – 196,0
Camagüey	Vietnam Heroico	Caliza	44,3 – 75,9
Camagüey	Luis A. Turcios Lima	Ígnea basalto	110,0 – 180,0
Camagüey	Jesús Suárez	Ígnea	110

Las Tunas	José Rodríguez	Caliza	40,0 – 60,0
Granma	Ramón Viamontes	Caliza	52,9
S. de Cuba	Los Guaos	Ígnea PorfiroAndesítico	80,0 – 120,0

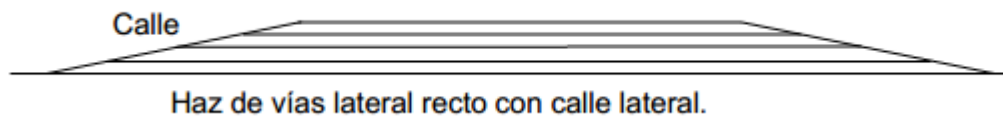
Anexo - 7



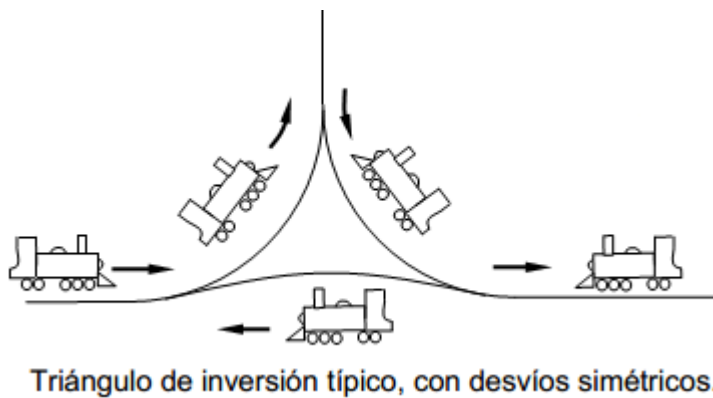
a) Esquema general del apartadero.



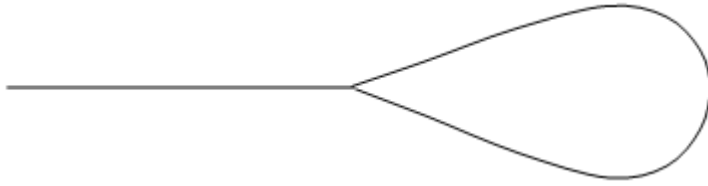
b) Esquema general de escapes o cruzamientos.



c) Esquema de haces de vías.



d) Esquemas de triángulos de inversión.

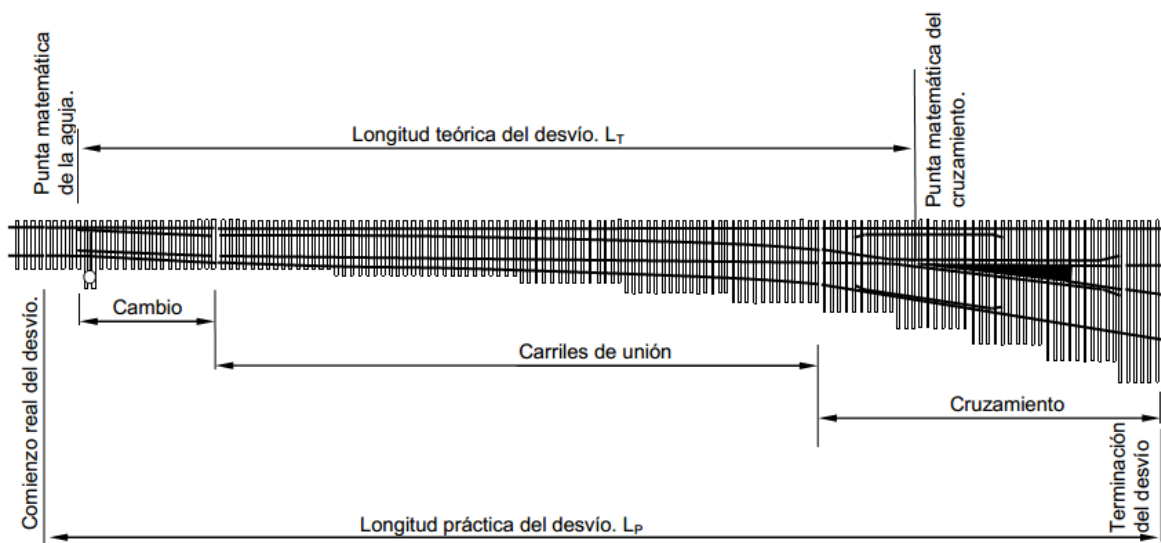


e) Lazo de inversión.

Figura 1.7 Esquemas de vía que posibilitan operaciones ferroviarias.

Anexo - 8

a)



b)

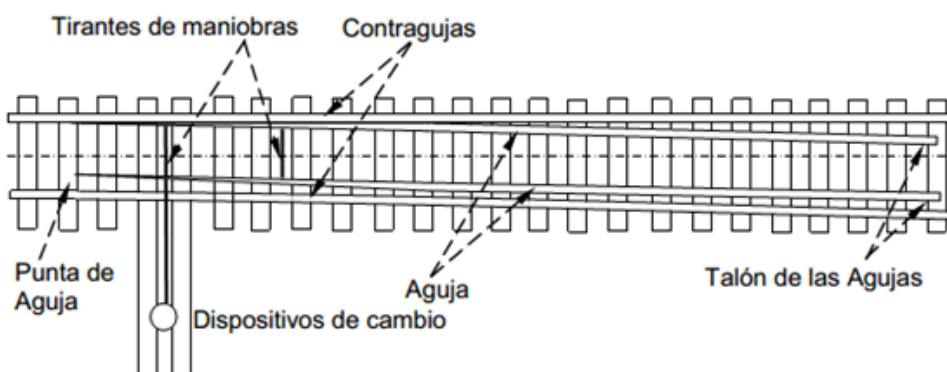


Figura 1.8 Esquema de desvío.

Anexo - 9

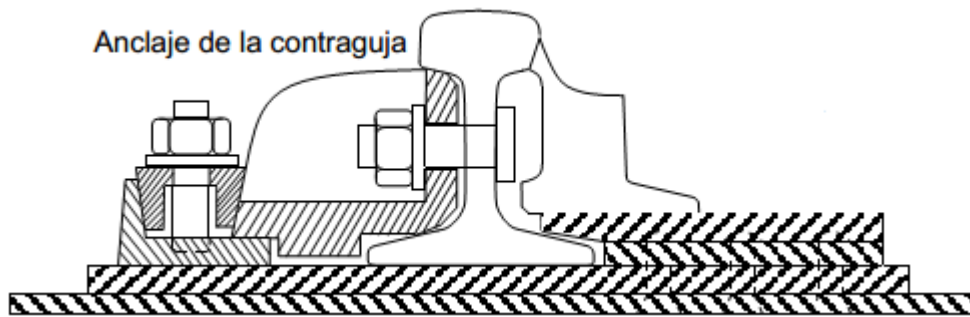


Figura 1.9 Esquema del cojinete de deslizamiento y el anclaje de la contraguja.

Anexo - 10

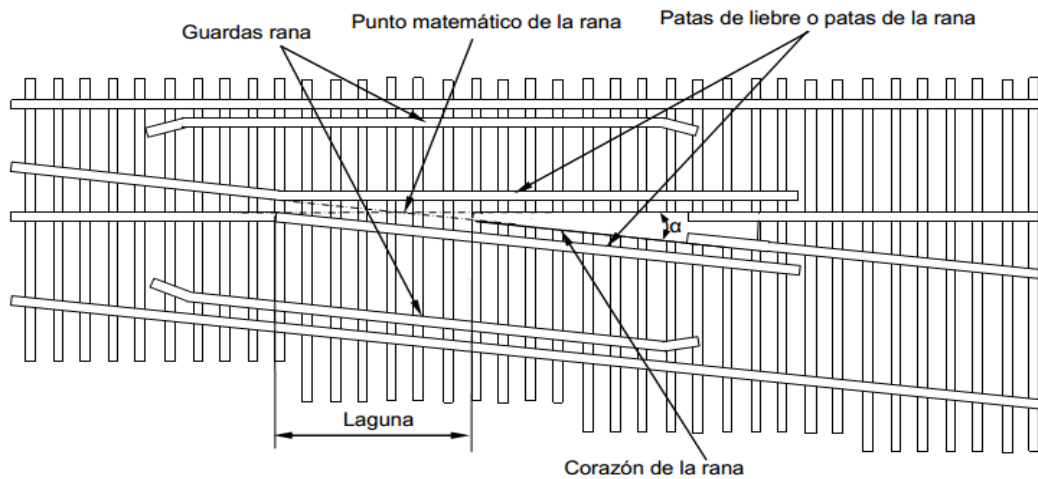


Figura 1.10 Esquema general del cruzamiento.

Anexo - 11

Tabla 1.11 Distancia mínima de la entrevía.

Nº	Tipo y uso de las vías	Entrevía. [mm].
Vías principales de servicio público.		
1	Doble vía con tráficos de sentidos contrarios y velocidades máximas mayores de 100 km/h hasta 140 km/h.	4400
2	Doble vía con tráficos de sentidos contrarios y de velocidades máximas mayores de 80 km/h hasta 100 km/h.	4200
3	Doble vía con tráficos de sentidos contrarios y velocidades máximas de 80 km/h y menores.	4100

4	Vías paralelas con tráficos de doble sentido por ambas.	5300
5	Vías con transbordadores de caña y velocidades máximas de 100 km/h y menores.	6100
Para vías en patios de servicios públicos.		
6	Para vías principales y las adyacentes.	5000
7	Para segundas, tercera y demás vías principales.	5000
8	Entre otras vías.	4500
9	Entrevía para carga y descarga directa entre equipos de arrastre.	3600
10	Para vías de haces de recepción y expedición de trenes.	4620
11	Para vías con andenes intermedios.	≥ 7500
12	Para vías de patios contiguos con haces de vías diferentes.	6000

Anexo – 12

Entrevista al estadístico de la Empresa de Transporte Agropecuario de Holguín.

Objetivo: Reseccionar información necesaria sobre los productos y cantidades de estos que son transportados hacia las localidades de Frank País, Sagua de Tánamo y Moa respectivamente.

1. ¿Qué productos transporta esta empresa hacia las localidades de Frank País, Sagua de Tánamo y Moa?
2. ¿Cuánta cantidad de cada producto transportan a las localidades de Frank País, Sagua de Tánamo y Moa en un mes?
3. ¿Cree usted que sería más factible la utilización de trenes para transportar estos productos teniendo en cuenta el ahorro de combustible que representaría la sustitución de las rastras?

Entrevista al director de la Empresa Mayorista Provincial de Alimentos de Holguín.

Objetivo: Reseccionar información necesaria sobre los productos y cantidades

de estos que son transportados hacia las localidades de Frank País, Sagua de Tánamo y Moa respectivamente.

1. ¿Qué productos transporta esta empresa hacia las localidades de Frank País, Sagua de Tánamo y Moa?
2. ¿Cuánta cantidad de cada producto transportan a las localidades de Frank País, Sagua de Tánamo y Moa en un mes?
3. ¿Cree usted que sería más factible la utilización de trenes para transportar estos productos teniendo en cuenta el ahorro de combustible que representaría la sustitución de las rastras?

Anexo – 13

Tabla 2.1 Informe de presupuesto de costos directos de la estructura.

a) Costos de los elementos de la superestructura.

Actividades	Precio(\$)	Cantidad	Total(\$)
Ensamblaje de campos	2 497,79	192	479 575, 68
Colocación de campos	1 434,36	24 (100m)	34 424,64
Riego de balasto	20,54	4 800m ³	9 8592
Levante y calzado	42,86	96 (100m)	4 114,56
Acabado del prisma	1 605,40	2,4km	3 852,96
Construcción de Los desvíos 1-11	18 954,42	8	151 635,36
Total(\$)			772 195,2

b) Costos de la infraestructura.

Obra: INGPFB PLATAFORMA PATIO FERROVIARIO

Fecha de Impresión: 25/Mayo/2015

Zona: 001 PATIO FERROVIARIO (VIDALINA)

Objeto: 01 CONSTRUCCIÓN DE PLATAFORMA

Nivel: 01 TRABAJOS PRELIMINARES

Especialidad: 01 TRABAJOS PRELIMINARES

SubEspecialidad: 01 Trabajos Preliminares

Código	Descripción	U/M	Cantidad	Costo Unitario			Costo Total
				Material	Mano O.	Equipos	
UO- 0112000	DESBROSE			186.0000 - C2			\$1,047.18
011211	DE VEGETACION HTA 4 M ALTURA (INCLUYE RECOGIDA Y QUEMA)	C2	186.0000		\$2.94	\$2.69	\$1,047.18
	Materiales: \$0.00					Mano de obra: \$546.84	
						Equipos: \$500.34	
				Total SubEspecialidad: 01			\$1,047.18
	Materiales: \$0.00					Mano de obra: \$546.84	
						Equipos: \$500.34	
				Total Especialidad: 01			\$1,047.18
	Materiales: \$0.00					Mano de obra: \$546.84	
						Equipos: \$500.34	
				Total Nivel: 01			\$1,047.18

Nivel: 02 CONSTRUCCIÓN DE PLATAFORMA

Especialidad: 02 MOV. DE TIERRA

Código	Descripción	U/M	Cantidad	Costo Unitario			Costo Total
				Material	Mano O.	Equipos	
UO- 0121000	EXCAVACIÓN Y ACARREO CAPA VEGETAL			627.7500 - CK			\$25,846.02
012431	EN TIERRA SIN TRANSPORTE HORIZONTAL	M3	5,580.0000		\$0.02	\$0.78	\$4,464.00
016112	ACARREO CON TOPADOR DE CUALQUIER MATERIAL PRODUCTO DE LAS EXCAVACIONES A 50 M DISTANCIA	M3	1,744.0000		\$0.03	\$0.59	\$1,081.28
016142	POR CARRETERA (VELOCIDAD 30-40 KM/H) DISTANCIA ADICIONAL A 1 KM CON CAMION DE VOLTEO HASTA 10 M3	CK	627.7500			\$20.54	\$12,893.99
016145	POR CAMINO DE TIERRA (VELOCIDAD 15-20 KM/ H) HASTA 1 KM DISTANCIA CON CAMION DE VOLTEO HASTA 10 M3	C3	69.7500			\$106.19	\$7,406.75
UO- 0121001	EXCAVACIÓN Y ACARREO ROCA BLANDA			579.8300 - C3			\$131,402.30
012441	EN ROCA BLANDA SIN TRANSPORTE HORIZONTAL	M3	54,063.0000		\$0.02	\$1.05	\$57,847.41
016112	ACARREO CON TOPADOR DE CUALQUIER MATERIAL PRODUCTO DE LAS EXCAVACIONES A 50 M DISTANCIA	M3	19,327.0000		\$0.03	\$0.59	\$11,982.74
016145	POR CAMINO DE TIERRA (VELOCIDAD 15-20 KM/ H) HASTA 1 KM DISTANCIA CON CAMION DE VOLTEO HASTA 10 M3	C3	579.8300			\$106.19	\$61,572.15
UO- 0123001	CONSTRUCCIÓN DE TERRAPLEN			48,705.0000 - M3			\$73,969.20
015112	C/CONTROL DE COMPACTACION A MAXIMA DENSIDAD SIN EXTEND. POR LA UNIDAD DE TRANSPORTE	M3	48,705.0000		\$0.07	\$1.35	\$69,161.10
018121	YNIVELACION DE EXPLANACIONES	C2	186.0000		\$1.35	\$24.50	\$4,808.10
	Materiales: \$0.00					Mano de obra: \$5,485.44	
						Equipos: \$225,732.08	
				Total SubEspecialidad: 01			\$231,217.52

Obra: INGPFB PLATAFORMA PATIO FERROVIARIO

Fecha de Impresión: 25/Mayo/2015

Materiales: \$0.00	Mano de obra: \$5,485.44	Equipos: \$225,732.08	
		Total Especialidad: 02	\$231,217.52
Materiales: \$0.00	Mano de obra: \$5,485.44	Equipos: \$225,732.08	
		Total Nivel: 02	\$231,217.52
Materiales: \$0.00	Mano de obra: \$6,032.28	Equipos: \$226,232.42	
		Total Objeto: 01	\$232,264.70
Materiales: \$0.00	Mano de obra: \$6,032.28	Equipos: \$226,232.42	
		Total Zona: 001	\$232,264.70
Materiales: \$0.00	Mano de obra: \$6,032.28	Equipos: \$226,232.42	
		Total Empresa: 0001	\$232,264.70
Materiales: \$0.00	Mano de obra: \$6,032.28	Equipos: \$226,232.42	
Costo Total de las Partidas que forman parte de los costos de Construcción de la Obra:			\$232,264.70