UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

METODOLOGÍA PARA EL ESTIMADO DE LOS COSTOS DE INVERSIÓN DE UN SISTEMA FERROVIARIO

Trabajo de Investigación presentado por:

Milegny Alejandra BOLÍVAR CASTILLO

Y

Raquel Alicia ROJAS MOREIRA

a la

Escuela de Ingeniería Civil

Como requisito parcial para obtener el título de

I N G E N I E R O C I V I L

Tutor:

Gabriel VANORIO LEYBA

Caracas, Febrero 2008

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

METODOLOGÍA PARA EL ESTIMADO DE LOS COSTOS DE INVERSIÓN DE UN SISTEMA FERROVIARIO

Este Jurado; una vez realizado el examen del presente trabajo ha evaluado su contenido con el resultado: VEINTE PUNTOS (20 Ptos).

J U R A D O E X A M I N A D O R

Firma:	Firma:	Firma:
Nombre: GABRIEL VANORIO	Nombre: RICARDO RIVAS	Nombre:

Realizado Por	Bolívar Castillo, Milegny Alejandra Rojas Moreira, Raquel Alicia
Profesor Guía	Vanorio Leyba, Gabriel
Fecha	Caracas, febrero del 2008

INDICE DE CONTENIDO

INDICE DE CONTENIDO i
INDICE DE FIGURAS iii
INDICE DE TABLAS iv
INDICE DE GRÁFICOS v
SINOPSIS vi
INTRODUCCIÓN 1
OBJETIVOS 2
Objetivo General 2
Objetivos Específicos 2
ALCANCES 3
LIMITACIONES 3
CAPITULO I 4
EL SISTEMA FERROVIARIO 4
1.1. Generalidades: 4
1.1.1. Beneficios Económicos y Sociales de los Sistemas Ferroviarios: 4
1.1.2. Plan Ferroviario Nacional: 4
1.2. Elementos Que Conforman Un Sistema Ferroviario 7
1.2.1. Infraestructura: 8
1.2.2. Superestructura: 17
1.2.3. Sistema Integral: 21
1.2.4. Material Rodante: 24
CAPITULO II 30
PLANIFICACIÓN DE UN PROYECTO FERROVIARIO 30
2.1. Proyecto de transporte de Cargas 32
2.1.1. Sistemas Generales: 32
2.1.2. Sistemas Dedicados 33
2.1.3. Sistemas Especializados 34
2.2. Proyectos de Transporte de Pasajeros: 35
2.2.1. Sistemas de Larga Distancia: 35
2.2.2. Sistemas de Distancia Media 36
2.2.3. Sistemas de Cercanías 37
2.2.4. Sistemas Suburbanos: 38
2.2.5. Otros Sistemas: 39
2.3. Proyectos de Tráfico Mixto 40
CAPITULO III 41
GESTIÓN DE COSTOS DE UN PROYECTO FERROVIARIO 41
3.1. Estimación de Costos 43
3.1.1. Factores Ambientales 43
3.1.2. Activos de los Procesos de la Organización 44
3.1.3. Enunciado del Alcance del Proyecto 45
3.1.4. Estructura de Desglose del Trabajo. 45
3.1.5. Diccionario de la EDT. 46
3.1.6. Plan de Gestión del Proyecto. 46
3.2. Estimación de Costos: Herramientas y Técnicas 47

3.2.1. Estimación por Analogía 47
3.2.2. Determinación de Precios Unitarios de Costos de Recursos 48
3.2.3. Estimación Ascendente 48
3.2.4. Estimación Paramétrica 48
3.2.5. Software de Gestión de Proyectos 49
3.2.6. Análisis de Propuestas para Licitaciones 49
CAPÍTULO IV: 50
METODOLOGÍA PARA EL ESTIMADO DE COSTOS DE INVERSIÓN DE UN SISTEMA FERROVIARIO 50
4.1. Índices De Actualización De Precios: 51
4.1.1. Fórmulas De Variación de Precios y Metodología de Aplicación 51
4.1.2. Cálculo de las Variaciones de Precio 52
4.1.3. Componente en Euro 52
4.2. Costos estimados de inversión de Estudios y Proyectos 57
4.3. Costos de Inversión Actualizados de los Elementos de un Sistema Ferroviario: 58
4.3.1. Infraestructura: 58
4.3.2. Superestructura: 64
4.3.3. Sistema Integral: 67
4.3.4. Material Rodante: 72
CAPÍTULO V 79
BASE DE CÁLCULO PARA EL ESTIMADO DE COSTOS DE INVERSIÓN DE UN SISTEMA FERROVIARIO 79
5.1. Manual de Usuario de Metodología de Costos de Inversión de un Sistema Ferroviario: 94
CAPITULO VI 99
APLICACIÓN DE METODOLOGÍA PARA EL ESTIMADO DE COSTOS DE INVERSIÓN DE UN SISTEMA FERROVIARIO A UN CASO DE ESTUDIO 99
6.1. Caracterización: 100
6.2. Estimados de costos de inversión del caso de estudio del Línea Eje Norte Llanero: 104
6.3. Análisis de resultados: 118
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 119
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 120

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. 1.Plan de Desarrollo Ferroviario Nacional, 2006 – 2030 7
Figura 1. 2.Esquema de elementos que componen un sistema ferroviario..... 8
Figura 1. 3.Plataforma sobre terreno Natural 9
Figura 1. 4.Plataforma fabricada o construída..... 9
Figura 1. 5.Puente ferroviario de tren Zamora, España 10
Figura 1. 6.Sección Típica de Viaducto en Doble vía..... 11
Figura 1. 7.Túnel ferroviario de sección circular en construcción 12
Figura 1. 8.Sección Típica rectangular de túnel de vía doble 12
Figura 1. 9. Principales tipos de muros de contención..... 13
Figura 1. 10.Talleres del Sistema ferroviario Ezequiel Zamora e la Encrucijada ... 14
Figura 1. 11. Modelo de estación ferroviaria de pasajeros..... 15
Figura 1. 12.Esquema de interpuerto de San Diego (Valencia, Carabobo, Venezuela)..... 16
Figura 1. 13.Esquema de disposición del los elementos de superestructura. 17
Figura 1. 14.Balasto..... 18
Figura 1. 15.Durmientes ya dispuestos en vía férrea..... 19
Figura 1. 16.Esquema del riel..... 20
Figura 1. 17. Aparato de vía. 21
Figura 1. 18. Esquema del Subsistema Telecomunicaciones 23
Figura 1. 19. Locomotora a Vapor, en funcionamiento Budapest, Hungría..... 24
Figura 1. 20. Locomotora Diesel, Minas El Algarrobo, Chile..... 25
Figura 1. 21. Locomotora Eléctrica de Trocha Angosta, Chile 26
Figura 1. 22. Vagones tolvas para el transporte de Balasto, de la empresa TAFESA 27
Figura 1. 23. Vagones Plataformas 27
Figura 1. 24. Ejemplo de coche ferroviario de doble piso diseñada por la concesionaria de Trenes de Argentina (TBA)..... 28
Figura 1. 25. Trenes EMU, El Aeropuerto de Schiphol, en Ámsterdam, Holanda. 28
Figura 1. 26. Tren DMU, Tren Español Rápido en Zaragoza, España..... 29

Figura2. 1. Esquema de fases de proyectos para la puesta en marcha de un sistema ferroviario 31
Figura2. 2. Tren de carga de un ferrocarril regional norteamericano. 33
Figura2. 3. Tren del ferrocarril de Tocopilla (SQM) 34
Figura2. 4.Tren de alta velocidad THALYS..... 36
Figura2. 5.Tren de distancia media de AMTRAK (USA)..... 37
Figura2. 6. Tren de cercanías de Madrid..... 38
Figura2. 7. Tren suburbano (S Bahn) en Alemania 39
Figura2. 8. Tren de sistema de metro con ruedas neumáticas..... 39

Figura 5. 1.Parte Inferior de Pantalla en el archivo de Excel. 94
Figura 5. 2. Celda a colocar los kilómetros de Vía férrea..... 95

Figura 5. 3.Descripción de uso y selección de la moneda 96
Figura 5. 4.Error por selección de diferentes monedas en cualquiera de las hojas96
Figura 5. 5.Selección de cantidades de obra y precios en "Metodología de Costos, Valores límites" 97
Figura 5. 6.Selección de cantidades de obra y precios en "Metodología de Costos para Variables" 98

Figura 6. 1.Línea Eje Norte Llanera 100

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Líneas que componen el "Plan de Desarrollo Ferroviario 2006 – 2030" 5
Tabla 2. Coeficientes de Incidencia para Infraestructura 54
Tabla 3. Coeficientes de Incidencia para Superestructura y Sistema Integral 55
Tabla 4. Índices Promedios anuales de Precios al Consumidor (HICP) 56
Tabla 5. Índices Promedios anuales de Precios de Producción (PIP) 56
Tabla 6. Índices de Actualización y Ajuste para Obras de Infraestructura 57
Tabla 7. Índices de Actualización y Ajuste para Sistema Integral y Vía férrea 57
Tabla 8. Costos de Inversión de Estudios y Proyectos 58
Tabla 9. Costos de Inversión para Infraestructura: Plataforma Ferroviaria en topografía Fácil. 59
Tabla 10. Costos de Inversión para Infraestructura: Plataforma Ferroviaria en topografía Media. 59
Tabla 11. Costos de Inversión para Infraestructura: Plataforma Ferroviaria en topografía Difícil. 60
Tabla 12. Costos de Inversión para Infraestructura: Túneles. 60
Tabla 13. Costos de Inversión para Infraestructura: Puentes y Viaductos. 61
Tabla 14. Costos de Inversión para Infraestructura: Cruces de vía férrea por carretera 61
Tabla 15. Costos de Inversión para Infraestructura: Cruces de vía férrea por Autopista 62
Tabla 16. Costos de Inversión para Infraestructura: Barrera Anti-ruido 62
Tabla 17. Costos de Inversión para Infraestructura: Estaciones e Instalaciones .. 63
Tabla 18. Vida Útil de estructuras 64
Tabla 19. Costos de inversión para Superestructura: Vía Férrea (según tipos de rieles) 65
Tabla 20. Costos de inversión para Superestructura: Aparatos de Vía. 66
Tabla 21. Costos de inversión para Sistema Integral: Subestaciones de Tracción. 67
Tabla 22. Costos de inversión para Sistema Integral: Catenaria. 68
Tabla 23. Costos de inversión para Sistema Integral: Señalización. 69
Tabla 24. Costos de inversión para Sistema Integral: Señalización. 70
Tabla 25. Vida Útil para Sistema Integral. 71
Tabla 26. Costos de inversión para Material Rodante: Locomotoras Diesel Norteamericanas. 72

Tabla 27. Costos de inversión para Material Rodante: Locomotoras Eléctricas. ... 73
Tabla 28. Costos de inversión para Material Rodante: Coches. ... 73
Tabla 29. Costos de inversión para Material Rodante: Vagones de Carga Europeos ... 74
Tabla 30. Costos de inversión para Material Rodante: Vagones de Carga Norteamericanos ... 75
Tabla 31. Costos de inversión para Material Rodante: Equipo para transporte combinado ... 76
Tabla 32. Costos de inversión para Material Rodante: Otros Equipos ... 77
Tabla 33. Costos de inversión para Material Rodante: Otros Equipos ... 77
Tabla 34. Vida Útil de Material Rodante. ... 78
Tabla 35. Base De Datos, Infraestructura ... 82
Tabla 36. Base de Datos, Infraestructura y Superestructura ... 83
Tabla 37. Base De Datos, Sistema Integral ... 84
Tabla 38. Base De Datos, Material Rodante Y Estudios. ... 85
Tabla 39. Infraestructura ... 86
Tabla 40. Continuación De Infraestructura ... 87
Tabla 41. Superestructura ... 88
Tabla 42. Sistema Integral ... 89
Tabla 43. Continuación De Sistema Integral ... 90
Tabla 44. Material Rodante Y Estudios ... 91
Tabla 45. Continuación De Material Rodante Y Estudios ... 92
Tabla 46. Hoja Resumen ... 93
Tabla 47. Infraestructura del Eje Norte Llanero ... 105
Tabla 48.Infraestructura del Eje Norte Llanero ... 106
Tabla 49. Superestructura del Eje Norte Llanero ... 107
Tabla 50. Sistema Integral del Eje Norte Llanero ... 108
Tabla 51. Sistema Integral del Eje Norte Llanero ... 109
Tabla 52. Material Rodante y Estudios del Eje Norte Llanero ... 110
Tabla 53.Material Rodante y Estudios del Eje Norte Llanero ... 111
Tabla 54. Hoja Resumen del Eje Norte Llanero ... 112

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Porcentajes Estimados de Inversión para Infraestructura del Eje Norte Llanero al año 2008 ... 113
Gráfico 2.Porcentajes Estimados de Inversión para Superestructura del Eje Norte Llanero al año 2008 ... 114
Gráfico 3. Porcentajes Estimados de Inversión para Sistema Integral del Eje Norte Llanero al año 2008 ... 115
Gráfico 4. Porcentajes Estimados de Inversión para Material Rodante del Eje Norte Llanero al año 2008 ... 116
Gráfico 5. Porcentajes Estimados para Inversión Total del Eje Norte Llanero al año 2008 ... 117

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

METODOLOGÍA PARA EL ESTIMADO DE LOS COSTOS DE INVERSIÓN DE UN SISTEMA FERROVIARIO

Trabajo Especial de Grado

Autores: Br. Milegny A Bolívar Castillo
Br. Raquel A Rojas Moreira
Tutor: Ing. Gabriel Vanorio Leyba
Fecha: Marzo 2008

SINOPSIS

El presente Trabajo Especial de Grado consistió en desarrollar una metodología para el estimado de los costos de inversión de un sistema ferroviario a nivel de planificación; basado en experiencias de costos paramétricos internacionales, actualizadas mediante la aplicación de índices de precios.

Entre los principales objetivos de esta investigación destacan: La identificación de componentes de costos de un sistema ferroviario, el desarrollo de una metodología para estimar los costos de obras civiles, superestructura de la vía férrea, sistema integral ferroviario y material rodante.

Esta Metodología permite obtener órdenes de magnitudes de los costos de inversión de un proyecto ferroviario.

La Metodología desarrollada es abierta, permitiendo su optimización, mejora y actualización.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad el Ejecutivo Nacional a través del Instituto Autónomo de Ferrocarriles del Estado (IAFE), esta impulsando un ambicioso plan ferroviario nacional de aproximadamente 8.600 Km. de vías principales, repartidos en varios sistemas. Cada uno de estos sistemas requerirá de una adecuada planificación técnica, económica y financiera, que garantice la ejecución de los trabajos de obras civiles y equipamiento del sistema integral ferroviario en términos de calidad, tiempo y costo.

Para una buena planificación de un sistema de transporte ferroviario, uno de los aspectos básicos, es el contar con un buen estimado de las inversiones a realizar, a partir de las cuales se podrán definir entre otros aspectos, los cronogramas de inversión, determinación de la relación beneficio/costo, referencia para la contratación de obras y presupuestos para la ejecución.

En Venezuela no se cuenta con una metodología que permita estimar los costos de inversión de un sistema ferroviario para las obras civiles, superestructura de la vía férrea, sistema integral ferroviario y material rodante, es por ello que se plantea el presente trabajo de investigación el cual en base a las experiencias internacionales permita elaborar una "Metodología para el Estimado de los Costos de Inversión de un Sistema ferroviario".

OBJETIVOS

Objetivo General

Elaborar una "Metodología para el Estimado de los Costos de Inversión de un Sistema Ferroviario".

Objetivos Específicos

1. Identificar los componentes de costos de un sistema ferroviario.

2. Definir una metodología para el estimado de costos de las obras civiles (terraplenes, túneles, viaductos, estaciones y otras edificaciones).

3. Definir una metodología para el estimado de costos del sistema integral ferroviario (señalización, telecomunicaciones, electrificación y material rodante).

4. Aplicación de la metodología a un caso de estudio.

ALCANCES

Es una investigación teórica basada en referencias paramétricas de costos de inversión en infraestructura, superestructura, material rodante y sistemas integral de los sistemas ferroviarios; con un campo de aplicación a nivel de planificación en el cual se requiere obtener estimados de costos de inversión de nuevos sistemas ferroviarios.

LIMITACIONES

Entre las principales limitaciones que se presentaron para la ejecución del presente trabajo destacan:

1. El difícil acceso a los contratos y presupuestos de los sistemas ferroviarios que actualmente se encuentran en construcción en Venezuela.

2. El limitado número de referencias de costos paramétricos de sistemas ferroviarios a nivel internacional.

3. La poca referencia bibliográfica sobre el tema.

CAPITULO I
EL SISTEMA FERROVIARIO

1.1. Generalidades:

1.1.1. Beneficios Económicos y Sociales de los Sistemas Ferroviarios:

Las estadísticas internacionales confirman sin ninguna duda que el Ferrocarril es el medio de transporte terrestre más seguro, con grandes ventajas con respecto al modo automotor. A paridad de tráfico, la superficie necesaria para implementar una infraestructura ferroviaria es aproximadamente un tercio de la que se requeriría para una carretera o autopista. El ferrocarril está en capacidad de realizar con una sola operación, transportes cuantitativamente mucho mayores de lo que puede efectuar el modo automotor, garantizando los tiempos de viaje. Otro aspecto importante de los sistemas ferroviarios es que producen menos impactos o efectos externos sobre el medio ambiente y la sociedad.

1.1.2. Plan Ferroviario Nacional:

El Plan Ferroviario Nacional contempla el desarrollo de una red conformada por varios sistemas que responden a actividades económicas, políticas y sociales, tomando en cuenta los planes y las necesidades del país. El "Plan de Desarrollo Ferroviario Nacional 2006 – 2030" comprende el desarrollo de los siguientes sistemas o tramos ferroviarios:

Tabla 1. Líneas que componen el "Plan de Desarrollo Ferroviario 2006 – 2030"

Nº	DENOMINACIÓN DE LA LÍNEA, RAMAL O SUB-RAMAL	Longitud (Km.)
1	**LÍNEA EJE NORTE LLANERO OCCIDENTAL (VALENCIA - SAN CRISTÓBAL).**	**581,50**
	San Cristóbal-El Piñal-Barinas-Guanare-Acarigua-San Rafael de Onoto-San Carlos-Tinaco-Tinaquillo-Valencia.	
	• Ramal: El Piñal-El Nula (Conexión Comunidad Andina).	33,00
	• Ramal: Boconoito-Libertad-Ciudad de Nutrias-Bruzual-Mantecal.	183,00
	• Ramal: Km. 224 - Ciudad Bolivia.	11,00
	Subtotal	**808,50**
2	**LÍNEA EJE NORTE LLANERO CENTRO ORIENTAL (TINACO – MATURÍN).**	**610,00**
	Tinaco-El Pao-Ortíz-El Sombrero-Chaguaramas-Valle de La Pascua-Tucupido-Zaraza-Aragua de Barcelona-Anaco-La Ceiba-Maturín.	
	• Ramal: Valle de La Pascua-El Tigre.	206,00
	• Ramal: La Ceiba – Barcelona.	90,00
	Subtotal	**906,00**
3	**LÍNEA EJE FLUVIAL CENTRAL (CIUDAD BOLÍVAR - ABEJALES).**	**999,00**
	Abejales-El Cantón-Guasdualito-Elorza-Mantecal-El Samán de Apure-Achaguas-San Fernando de Apure-Cazorla-Cabruta-III Puente-Caicara del Orinoco-Maripa-Ciudad Bolívar.	
4	**LÍNEA CENTRO CONEXIÓN COLOMBIA (BARCELONA – PUERTO AYACUCHO).**	**733,00**
	Barcelona-Píritu-Clarines-Guanape-Valle de Guanape-Paso Real-Chaguaramas-Las Mercedes-Cabruta-Caicara del Orinoco-Los Pijiguaos-Puerto Ayacucho.	
	• Ramal Paso Real-Altagracia.	30,00
	• Ramal Pijiguaos-Las Ventanas.	70,00
	Subtotal	**833,00**
5	**LÍNEA OCCIDENTAL (MARACAIBO - SAN CRISTÓBAL).**	**479,10**
	San Cristóbal-La Fría-El Cruce-Machiques- La Villa del Rosario-La Concepción-Maracaibo.	
	• Ramal El Guayabo-Encontrados.	62,50
	• Ramal El Km. 78-Vía Tibú-Conexión Colombia.	19,00
	• Ramal El km78-Casigua El Cubo.	15,00
	• Ramal Maracaibo-Puerto Bolívar.	60.0
	• Subramal San Rafael de El Moján-Carrasquero-Guasare.	90.0
	Subtotal	**725,60**
6	**LÍNEA NOR-OCCIDENTAL (MORÓN – SABANETA).**	397,00
	Morón-Tucacas-Yaracal-Píritu-Coro-Urumaco-Dabajuro-Santa Rita – Sabaneta.	
	• Ramal Yaracal-Riecito.	20,00
	• Ramal Coro-Punto Fijo.	92,00
	Subtotal	**509,00**
7	**LÍNEA LAGO MARACAIBO (MARACAIBO - LA FRÍA).**	480,00
	Maracaibo-Puente Padilla-Santa Rita-Cabimas-Ciudad Ojeda-Lagunillas-Bachaquero-Pueblo Nuevo-Mene Grande-Santa Isabel-Sabana de Mendoza-Arapuey-Nueva Bolivia-Tucani-El Vigía-La Tendida-Coloncito-La Fría.	
	• Ramal El Vigía-Santa Bárbara de Zulia.	69,00
	• Ramal Sabana de Mendoza-La Ceiba.	39,00
	Subtotal	**588,00**
8	**LÍNEA CENTRO OCCIDENTAL (PUERTO CABELLO - SABANA DE MENDOZA)**	388,70
	Puerto Cabello-Morón-San Felipe-Chivacoa-Yaritagua-Barquisimeto-Quibor-Carora-Sabana de Mendoza.	
	• Ramal Quibor-El Tocuyo.	32,00
	• Ramal Yaritagua-Acarigua-Turén-El Baúl-Arismendi-Achaguas.	362,20

Nº	DENOMINACIÓN DE LA LÍNEA, RAMAL O SUB-RAMAL	Longitud (Km.)
	Subtotal	**782,90**
9	**LÍNEA CENTRO ORIENTAL (BARCELONA – CIUDAD GUAYANA).**	366,00
	Barcelona-San Mateo-Anaco-Cantaura-El Tigre-Soledad-Ciudad Bolívar-Ciudad Guayana.	
	• Ramal Encrucijada-Ciudad Piar.	105,00
	• Ramal Barcelona-Puerto La Cruz-Guanta.	20,00
	Subtotal	**491,00**
10	**LÍNEA NORORIENTAL (CIUDAD GUAYANA - MANICUARE)**	395,20
	Manicuare- Cariaco-Casanay-Caripito-Quiriquire-Maturín-Temblador-Chaguaramas-Ciudad Guayana.	
	• Ramal Casanay-Carúpano-Río Caribe.	46,00
	• Ramal Temblador-Tucupita.	86,00
	Subtotal	**527.2**
11	**LÍNEA SUR ORIENTAL (CIUDAD GUAYANA – SANTA ELENA DE UAIRÉN)**	**591,00**
	Ciudad Guayana-Upata-Guasipati-El Callao-Tumeremo-El Dorado-Las Claritas- Santa Elena Uairén.	
12	**LÍNEA CAPITAL (CARACAS – CÚA - EL SOMBRERO)**	142,90
	Caracas-Charallave Norte-Cúa-Camatagua-El Sombrero.	
	• Ramal Charallave Norte – Clarines.	212,00
	• Subramal Caucagua-Terminal de Oriente.	60,00
	Subtotal	**414,90**
13	**LÍNEA NORTE CENTRO (PUERTO CABELLO - CHARALLAVE NORTE)**	187,00
	Charallave Norte-Paracotos-Las Tejerías-La Victoria-Turmero-Maracay-San Joaquín-Guacara-Valencia-Puerto Cabello.	
14	**LÍNEA LA ENCRUCIJADA – SAN FERNANDO DE APURE.**	**279,00**
	Encrucijada-San Juan de los Morros-Ortiz-San Fernando de Apure.	
15	**LÍNEA LA GUAIRA (TERMINAL DE ORIENTE – LA GUAIRA).**	**20,00**
16	**LÍNEA PARQUE EL ENCANTO (LOS LAGOS – EL ENCANTO).**	**7,90**
	TOTAL	**8 670,0**

Fuente: Plan de Desarrollo Ferroviario 2006 – 2030

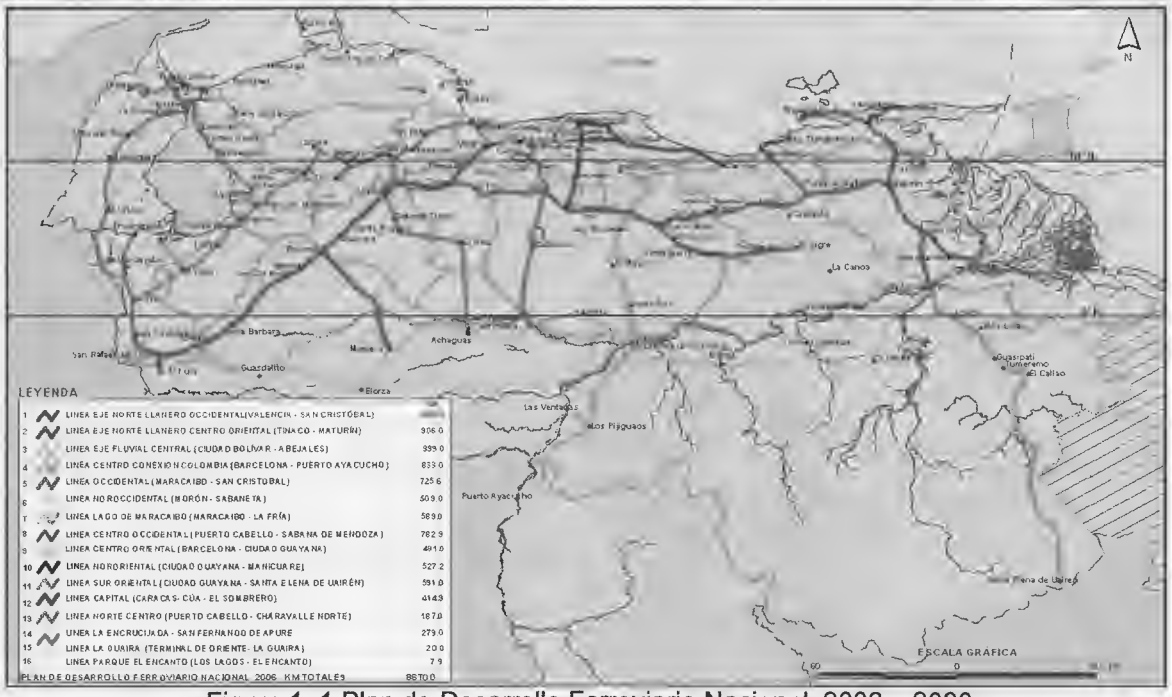

Figura 1. 1.Plan de Desarrollo Ferroviario Nacional, 2006 – 2030

Fuente: Plan de Desarrollo Ferroviario 2006 – 2030

1.2. Elementos Que Conforman Un Sistema Ferroviario

El Ferrocarril convencional es un Sistema de Transporte Terrestre, en el que los vehículos se apoyan sobre el camino de rodadura por intermedio de elementos rotativos metálicos. Esta interrelación entre vehículo y camino de rodadura se concreta en dos conceptos que son específicos del sistema:

- Guiado unidireccional por contacto
- Utilización de la adherencia para la transmisión de los esfuerzos de propulsión y frenado.

El Sistema Ferroviario está conformado básicamente por los siguientes subsistemas y elementos mostrados a continuación en el siguiente esquema:

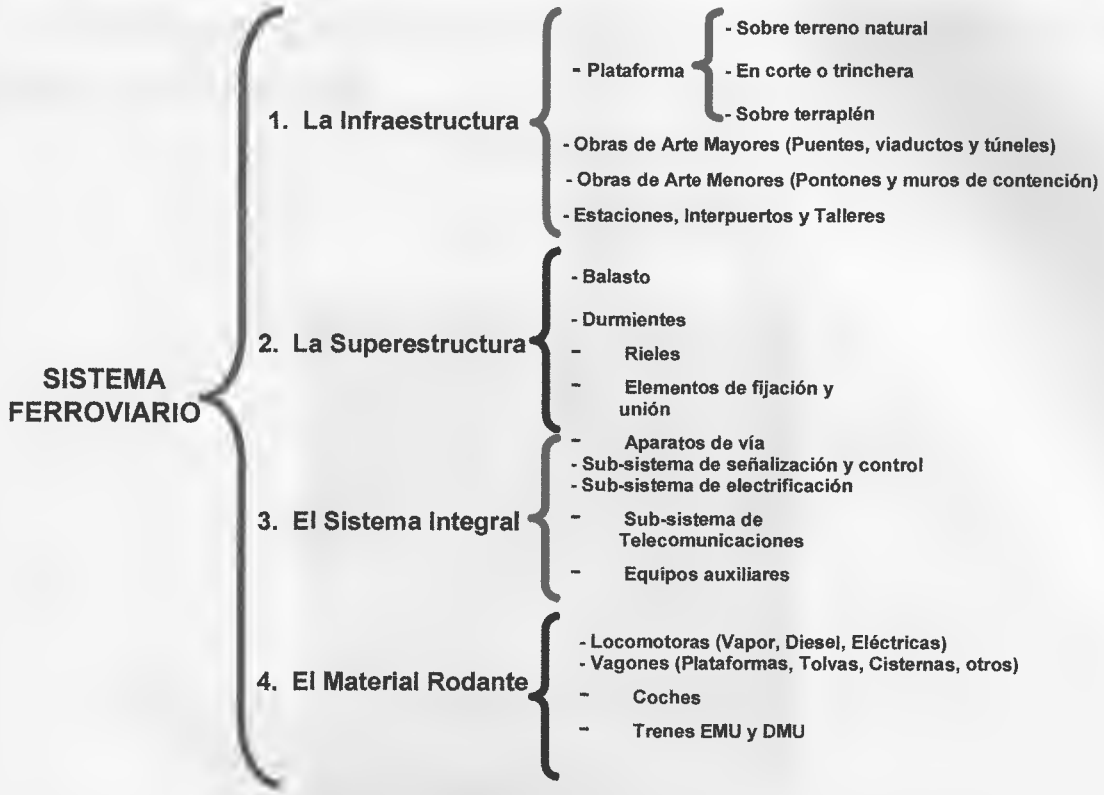

Figura 1. 2.Esquema de elementos que componen un sistema ferroviario.

1.2.1. Infraestructura:

Está compuesta por todas las obras civiles que componen un sistema ferroviario, tal como a continuación se describen brevemente:

- **Plataforma:**

Es el elemento de soporte de la estructura de vía, de la cual recibe, por medio de la capa de balasto, las tensiones debidas a las acciones del tráfico. Las plataformas ferroviarias tienen como función proporcionar el apoyo a la estructura de vía de modo que no sufra deformaciones que impidan o influyan negativamente en la explotación, bajo condiciones de tráfico que van a estar determinadas por el estado de la vía. Existen dos tipos de plataforma:

✓ Plataformas Naturales:

Son las formadas por suelos naturales y tratados. Estas a su vez se distinguen en las siguientes:

- Sobre terreno natural.
- En corte o trinchera.
- Sobre terraplén.

Figura 1. 3.Plataforma sobre terreno Natural

✓ Plataformas fabricadas o construidas:

Son las diseñadas estructuralmente y generalmente son compuestas de concreto armado y/o acero.

Figura 1. 4.Plataforma fabricada o construída.
Vía férrea Valles del Tuy Venezuela

Obras de Arte Mayores:

✓ Puentes y Viaductos:

Son obras destinadas a permitir que la vía férrea mantenga su continuidad física y geométrica en aquellas zonas donde la topografía no lo permite. Los viaductos son obras de gran longitud (algunos kilómetros a veces), con varias luces, las cuales salvan vaguadas o depresiones por cuyo fondo puede o no circular una corriente de agua. Los puentes, son obras de más de 10 m de luz, con soportes normalmente de no gran altura, destinados a cruzar en general cortaduras del terreno, que alojan en su fondo un río o una vía de comunicación. Entre las principales funciones que deben desempeñar los puentes y viaductos ferroviarios son:

- Mantener la continuidad material y geométrica de la línea.
- Servir de soporte a la estructura de la vía.
- Permitir el paso bajo ellos de una vía de tráfico natural o artificial que en otro caso interferiría con el ferrocarril.

Figura 1. 5.Puente ferroviario de tren Zamora, España

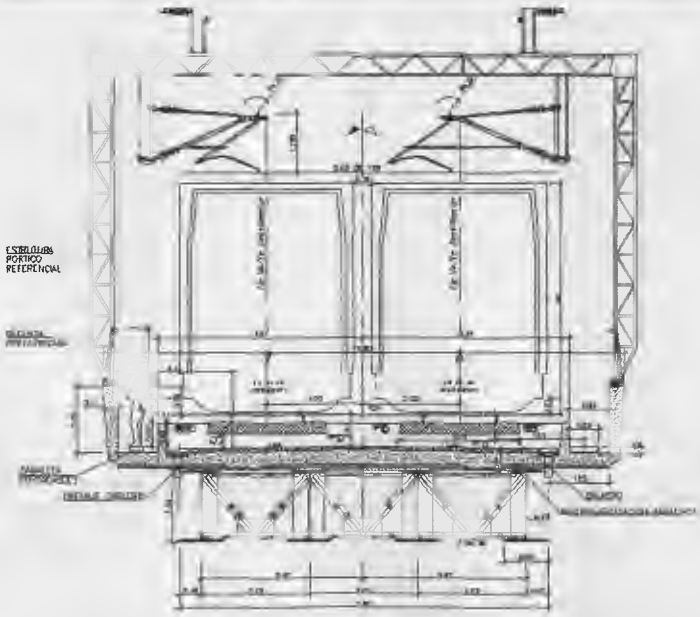

Figura 1. 6.Sección Típica de Viaducto en Doble vía

✓ Túneles:

Son obras cuya misión es la de permitir la continuidad física y geométrica de la vía férrea ante un obstáculo natural masivo, que debe ser atravesado por la línea. Las secciones de los túneles ferroviarios pueden ser construidas en vía sencilla o en vía doble, con sección, que dependerán del gálibo que se defina para cada caso y del método constructivo. Entre las principales secciones de túneles convencionales destacan:

- Sección Abovedada.
- Sección Circular.

Por otra parte, en cuanto a las secciones de túneles construidas a cielo abierto, destacan:

- Sección Rectangular.
- Sección Abovedada (armada o no).
- Secciones Prefabricadas.

Figura 1. 7.Túnel ferroviario de sección circular en construcción

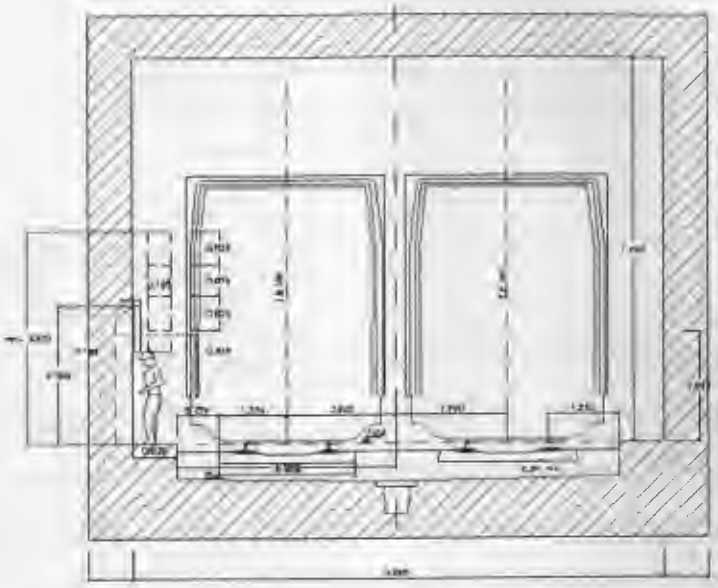

Figura 1. 8.Sección Típica rectangular de túnel de vía doble

Obras de arte menores:

✓ Pontones:

Son obras pequeñas de paso de luces superiores a tres metros (3 m) y que no exceden de diez metros (10 m)

✓ Muros de contención:

Es un tipo estructura de rígida, destinada a detener grandes masas de tierra u otros materiales sueltos, cuando las condiciones geológicas o topográficas no permiten que estas masas asuman sus pendientes naturales, con la finalidad de proteger la vía férrea de deslizamientos sobre ella o mantener la estabilidad de la plataforma.

Figura 1. 9. Principales tipos de muros de contención.

Edificaciones:

✓ Patios y talleres:

Son lugares destinados al almacenamiento de trenes y vehículos auxiliares, a sus reparaciones, revisiones y limpieza. Generalmente son recintos ubicados al final de las líneas, aunque a veces por disponibilidades de terreno, al existir líneas excesivamente largas o por prolongaciones de una línea ya existente, se encuentran en la parte intermedia del trazado. El diseño debe abordarse con el concepto de construcción de una instalación industrial, con mayor o menor grado de equipamiento. Según las actividades de mantenimiento a realizarse, las instalaciones se clasifican por niveles:

- Instalaciones para mantenimiento de primer nivel: Denominadas generalmente como depósitos, patios o cocheras; cuyas funciones principales serán el almacenamiento de trenes útiles o fuera de servicio, el mantenimiento programado de ciclo corto, las limpiezas y reparación de averías. Las principales zonas de una instalación de mantenimiento de primer nivel son: Zona de estacionamiento, Zona de lavado y Zona de mantenimiento preventivo y correctivo.

- Instalaciones para mantenimiento de segundo nivel: Son aquellas a las que se les destina la realización de reparaciones y revisiones mayores. Su funciones principales son: la reparación y revisión de equipos y subconjuntos, grandes modificaciones, repintados, reparación de accidentes y reparaciones o revisiones de ciclo largo.

- Instalaciones para mantenimiento de tercer nivel: Destinadas a intervenciones mayores sobre grandes elementos.

- Instalaciones para mantenimiento de tercer nivel: Destinadas a intervenciones de mantenimiento pesado.

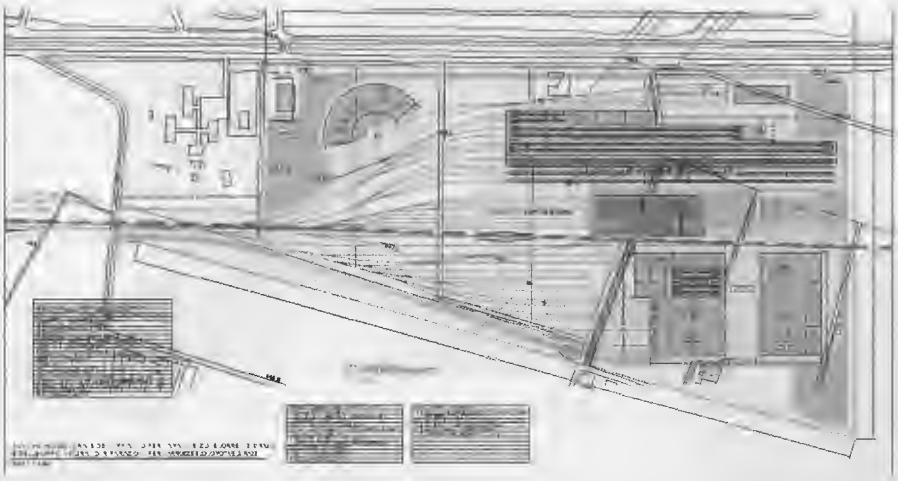

Figura 1. 10.Talleres del Sistema ferroviario Ezequiel Zamora e la Encrucijada

✓ Estaciones de pasajeros:

Desempeñan un rol fundamental en el desarrollo urbano, convirtiéndose en nuevos polos de la ciudad, ya que representan entre otros aspectos: el lugar de integración de la red de transporte; el punto de intercambio entre los diferentes modos; y el polo de atracción, promotor de actividades recreacionales, culturales y comerciales. En las estaciones de pasajeros se pueden distinguir tres sectores básicos:

- Sector ferroviario: formado por las vías generales y las vías de apartado de circulación dotadas de andenes de servicio.
- Sector del edificio de servicio: formado por el edificio central de la Terminal y sus anexos, en los cuales se encuentran ubicados todos los servicios de atención al viajero.
- Sector de medios complementarios: representan el subsistema de relación de los medios urbanos de dispersión y concentración en la Terminal con el ferrocarril. El estacionamiento de automóviles, los medios de acceso y transferencia de personas desde los distintos medios complementarios al edificio de servicio.

Figura 1. 11. Modelo de estación ferroviaria de pasajeros.

✓ Los Interpuertos:

Son instalaciones complejas de infraestructuras y servicios destinados al cambio de mercancías entre las diferentes modalidades de transporte, ya que están en conexión con puertos, aeropuertos, carreteras y autopistas, por lo tanto contienen un terminal íntermodal idóneo para la formación y recepción de trenes completos. Los Interpuertos representan el elemento neurálgico de las actividades del transporte de mercancías, en el cual se concentran todas las actividades vinculadas con la actividad del transporte, tales como almacenes, áreas de estacionamiento y servicios. La localización de los interpuertos se ubican fuera de las áreas urbanas, lo cual optimiza la eficiencia de la actividad de transporte y distribución, minimizando el impacto urbano y ambiental que produce a los ciudadanos el tránsito de grandes vehículos pesados por las ciudades. Los tres (3) sectores funcionales que conforman el Interpuerto son:

- Sector Íntermodal.
- Sector de Almacenamiento de Contenedores.
- Sector Servicios Logísticos.

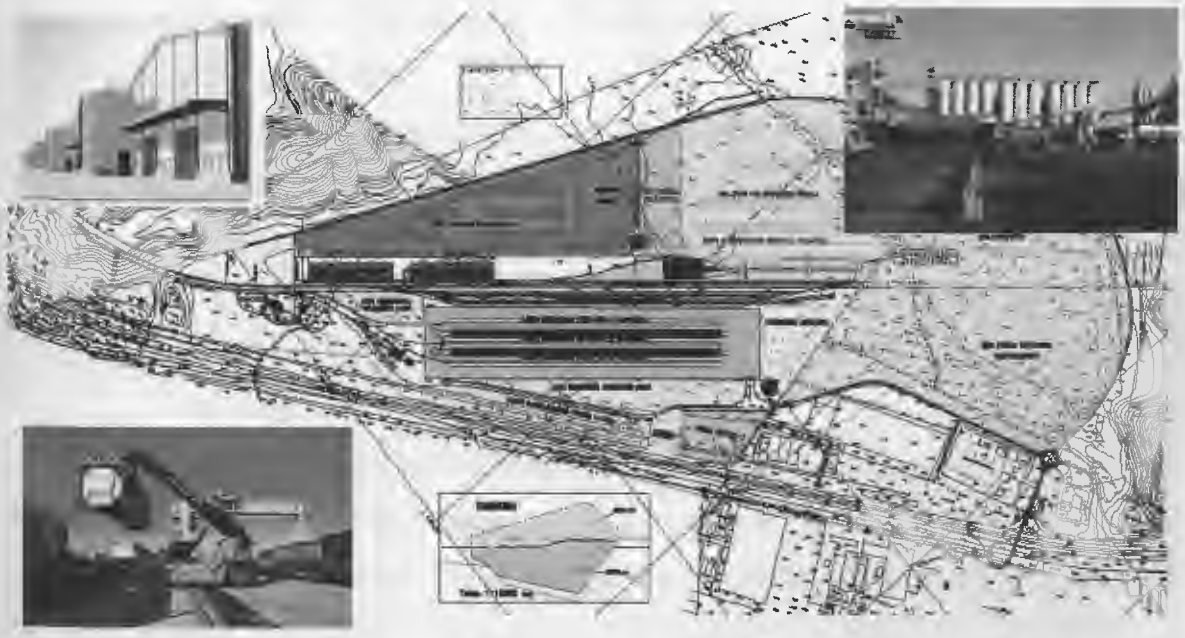

Figura 1. 12.Esquema de interpuerto de San Diego (Valencia, Carabobo, Venezuela)

1.2.2. Superestructura:

Es el conjunto conformado por la superficie de rodadura, balasto, durmientes, rieles y fijaciones. El balasto va colocado sobre la plataforma, los durmientes, que descansan sobre el balasto; y por último, encima de los durmientes unidos por las fijaciones, se encuentran los rieles, como se muestra en el siguiente gráfico:

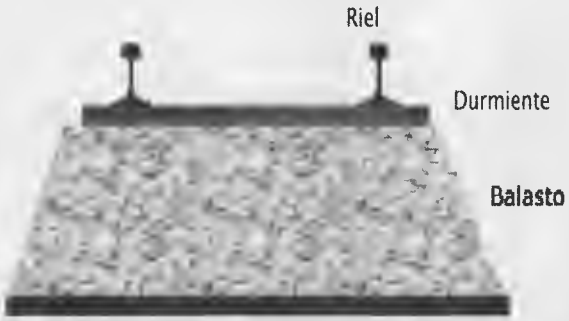

Figura 1. 13.Esquema de disposición del los elementos de superestructura.

- **Balasto:**

Es un material natural, por lo general piedra picada, cuya misión principal es darle estabilidad a la vía férrea y el cual cumple las siguientes funciones:

- Repartir uniformemente sobre la plataforma las cargas que recibe de los durmientes.
- Estabilización vertical, longitudinal y lateral de la vía.
- Amortiguar por medio de su estructura seudo-elástica la acción de los vehículos sobre la vía.
- Permitir la fácil recuperación de la geometría de vía a través de operaciones de alineación y velación mediante compactación del balasto.

El balasto procede de la trituración de rocas extraídas en canteras de piedras duras. Las rocas se extraen de bancos sanos de la cantera, con exclusión de todos los bancos poco consistentes y eliminando toda ganga, corteza de cantera, polvos, residuos terrosos, arena y otras materias extrañas. Los elementos

del balasto deberán ser de forma poliédrica y de aristas agudas procedentes de cantera (s).

Figura 1. 14.Balasto.

- **Durmientes:**

Son elementos que mantienen la distancia entre los rieles y aseguran la repartición de la carga sobre el balasto. Sus funciones son las siguientes:

- Soportar el riel fijando y asegurando su posición en relación al eje de la vía, además de su inclinación y nivelación.
- Resistir las cargas verticales, longitudinales y transversales procedentes del riel y trasmitirlas a través de sus superficies de apoyo y su sección.
- Alcanzar y mantener la estabilidad de la vía en el plano horizontal y vertical frente a los esfuerzos estáticos y dinámicos producidos por las cargas rodantes así como los esfuerzos que se presentan por variación de temperatura.

Los durmientes deben aportar elasticidad, pero manteniendo la rigidez suficiente como para soportar las fuerzas que les transmiten los rieles y también, deben evitar la transmisión de la corriente que pasa por ellos; función que cumplen perfectamente los durmientes de madera. En los últimos años, se han desarrollado

durmientes de concreto armado monobloque, que evitan el problema de las fuerzas de tracción, postensando las armaduras para que todo el concreto se monte sometido a un esfuerzo de compresión inicial, de tal forma que las fuerzas de tracción producidas con el paso de los trenes, no hagan más que descargar poco a poco la compresión sin que el concreto llegue nunca a trabajar a tracción.

Figura 1. 15.Durmientes ya dispuestos en vía férrea.

- **Rieles:**

Son los elementos de rodadura del vehículo ferroviario que deben tener características que le permitan:

- Resistir directamente los esfuerzos que recibe del material rodante y transmitirlos a los durmientes.
- Realizar el guiado del material rodante
- Conducir la corriente de retorno hasta los cuartos de transformación (sub. Estaciones).
- Conducir las corrientes necesarias para la señalización.

Figura 1. 16.Esquema del riel.

- **Elementos de fijación y unión:**

Los elementos de fijación constituyen otro de los elementos importantes de la vía; ellos deben soportar las fuerzas que se transmiten entre el riel y el durmiente, y al mismo tiempo, debe aportar elasticidad al conjunto. En todos los tipos de sujeción se coloca entre el riel y el durmiente una placa de caucho de poco espesor que sirve para incrementar la elasticidad del conjunto. Las fijaciones se clasifican en: Sujeciones directas, Sujeciones indirectas, Sujeciones rígidas y Sujeciones elásticas.

- **Aparatos de vía:**

Son dispositivos que permiten la continuidad de la vía, para un itinerario seleccionado entre varios rieles, divergentes o secantes. Los desvíos permiten el paso de una vía a otra, cuyos ejes son tangentes. Las travesías permiten el paso de una vía a través de otra, cuyos ejes se cortan.

Figura 1. 17. Aparato de vía.

1.2.3. Sistema Integral:

Compuesto por todos los sistemas necesarios para el funcionamiento de trenes e integrada por los siguientes subsistemas:

- **Señalización y control:**

En general, se denomina señalización a los distintos sistemas de control y protección de los ferrocarriles. Los objetivos que se plantean a la hora de diseñar estos sistemas para la explotación de una línea ferroviaria son: proporcionar seguridad en la operación y posibilitar una explotación flexible y eficiente. Desde el punto de vista del frenado, un tren se le puede considerar como lento y ciego, ya que dada la pequeña adherencia entre la rueda y el riel tarda demasiado tiempo en frenar, lo que lo imposibilita muchas veces el frenar completamente en la distancia de visibilidad. Por lo tanto para que los trenes puedan circular por la vía férrea a velocidades medias y altas, es necesario disponer de sistemas de ayuda que vayan avisando al conductor de si hay o no problemas por delante; cuando la vía este ocupada, avisarán al conductor con espacio suficiente para poder detener el tren.

Alimentación o Electrificación:

Muchos ferrocarriles modernos utilizan principalmente la tracción eléctrica, por lo que es necesario suministrarles la corriente por medio de un sistema de captación. Son varias las razones por las que se ha impuesto la tracción eléctrica a la tracción diesel:

- Menos volumen y menor peso del sistema de tracción.
- El sistema de tracción eléctrica permite una tracción distribuida entre vehículos.
- Admiten sobrecargas momentáneas y no pierden potencia con la altitud.
- La mayor capacidad de tracción con menores costos de explotación.
- Menor impacto ambiental.
- Sufre aproximadamente la mitad de averías.
- Los costos de mantenimiento se ubican alrededor de 1/3 del los de el diesel.

En contra, la tracción eléctrica requiere grandes inversiones en instalaciones propias, tales como: líneas de alimentación, subestaciones y catenaria. Por eso se precisa un estudio financiero profundo; la electrificación es rentable para líneas de elevadas velocidades o con tráfico intenso. Los sistemas de captación de corriente los podremos clasificar en:

- Sistema de captación por tercer riel:
  - ✓ Toma de corriente superior.
  - ✓ Toma de corriente inferior.
  - ✓ Toma de corriente lateral.
- Sistema de captación por tercer riel aéreo: catenaria rígida.
- Sistema de captación por línea aérea de contacto:
  - ✓ Sistema de captación por suspensión tranviaria.
  - ✓ Sistema de captación por catenaria.

Con la palabra catenaria se denomina al conjunto de los elementos que constituyen la línea aérea que ha de mantener contacto con el pantógrafo. La catenaria está formada por uno o dos hilos conductores colocados encima de los rieles para que el tren pueda captar la corriente, así como por todos los elementos necesarios para poder situar dichos hilos conductores en una posición sensiblemente paralela a la vía. Para facilitar la captación de corriente, es necesario que el hilo conductor se encuentre lo más horizontal posible.

- **Telecomunicaciones**:

Este sub-sistema permite la comunicación del personal abordo en los trenes con el sistema de radio de ferrocarriles. Entre otros, existen el sistema analógico tren-tierra, ya obsoleto técnicamente, y el Sistema Global de Comunicaciones Móviles para Ferrocarriles. El Sistema Global de Comunicaciones Móviles para Ferrocarriles, (GSM-R) es un sistema de comunicaciones para la explotación ferroviaria basado en el Estándar GSM de radio pública del Instituto Europeo de Comunicaciones.

Figura 1. 18. Esquema del Subsistema Telecomunicaciones

1.2.4. Material Rodante:

Conformados por los vehículos que circulan en el sistema, tales como:

- **Locomotoras**:

Es el material rodante con motor que se utiliza para dar tracción a los trenes, de acuerdo a su funcionamiento, existen distintos tipos de locomotoras:

- ✓ Vapor:

Una locomotora de vapor es una máquina que trabaja mediante la combustión de carbón en una caldera externa que calienta agua y el vapor resultante de la ebullición de ésta genera presión y mueve los pistones que impulsan las ruedas mediante un juego de bielas.

Figura 1. 19. Locomotora a Vapor, en funcionamiento Budapest, Hungría.

✓ Diesel:

Son aquellas que utilizan como fuente de energía la producida por un motor de combustión interna de ciclo diesel. La transmisión de la potencia se realiza con transmisión mecánica convencional. Las locomotoras diesel-eléctricas consisten básicamente en dos componentes: un motor diesel que mueve un generador eléctrico, y varios motores eléctricos (conocidos como motores de tracción), que comunican a las ruedas (pares) la fuerza tractiva que mueve a la locomotora. Generalmente hay un motor de tracción por cada eje, siendo 4 o 6 en una locomotora típica. Los motores de tracción se alimentan con corriente eléctrica y luego, por medio de piñones, mueven las ruedas.

Figura 1. 20. Locomotora Diesel, Minas El Algarrobo, Chile

✓ Eléctricas:

Son aquellas que utilizan la energía eléctrica proveniente de una fuente externa, para aplicarla directamente a motores de tracción eléctricos. Las locomotoras eléctricas requieren la instalación de cables eléctricos de alimentación a lo largo de todo el recorrido, que se sitúan a una altura por encima

de los trenes a fin de evitar accidentes. Esta instalación se conoce como catenaria. Las locomotoras toman la electricidad por un trole, que se le conoce como pantógrafo.

El costo de la instalación de alimentación hace que la tracción eléctrica solamente sea rentable en líneas de gran tráfico, o bien en vías con gran parte del recorrido en túnel bajo montañas o por debajo del mar, con dificultades para la toma de aire para la combustión de los otros tipos de motor.

Figura 1. 21. Locomotora Eléctrica de Trocha Angosta, Chile

- **Vagones:**

Son cada uno de los vehículos destinados al transporte de mercancías. Existen diferentes tipos:

- ✓ Vagones Tolvas: destinados al transporte de materiales sueltos y granulares.

Figura 1. 22. Vagones tolvas para el transporte de Balasto, de la empresa TAFESA

- ✓ Vagones plataformas: destinados al transporte de maquinarias pesadas, contenedores, vehículos automotores, etc.

Figura 1. 23. Vagones Plataformas

- ✓ Coches: son los vehículos ferroviarios destinados al transporte de viajeros o usuarios.

Figura 1. 24. Ejemplo de coche ferroviario de doble piso diseñada por la concesionaria de Trenes de Argentina (TBA)

- ✓ Trenes EMU: son Unidades Eléctricas Múltiples.

Figura 1. 25. Trenes EMU, El Aeropuerto de Schiphol, en Ámsterdam, Holanda

- ✓ Trenes DMU: Unidad múltiple de Diesel

Figura 1. 26. Tren DMU, Tren Español Rápido en Zaragoza, España

CAPITULO II
PLANIFICACIÓN DE UN PROYECTO FERROVIARIO

El desarrollo de un Proyecto Ferroviario es el producto de una serie de actividades secuenciales que se inician desde la fase de "Planificación", y hasta la "Puesta en Marcha" del Sistema Ferroviario. El Objetivo básico de la planificación de cualquier proyecto es la creación procesos que puedan ser llevados a cabo en la forma económica y social más adecuada, utilizando los recursos naturales y los medios disponibles.

La planificación tiene como ingrediente inherente la economía, en vista de que ésta tiene como meta la utilización eficiente de los recursos disponibles. Una buena planificación se debe realizar al menor costo posible, garantizando el objetivo principal de la misma. Otro objetivo fundamental de la planificación es el desarrollo de un proyecto visionario y eficiente que pueda ser entendido y controlado durante la fase de construcción y operación, con flexibilidad de libre elección entre el cliente y el proyectista. En la figura 2.1 se presenta un esquema de las fases y actividades a desarrollar para la "Construcción" y "Puesta en Marcha" de un proyecto ferroviario, en el cual se muestran los estudios y proyectos necesarios para el desarrollo o construcción de un sistema ferroviario, desde la fase de planificación hasta la puesta en marcha.

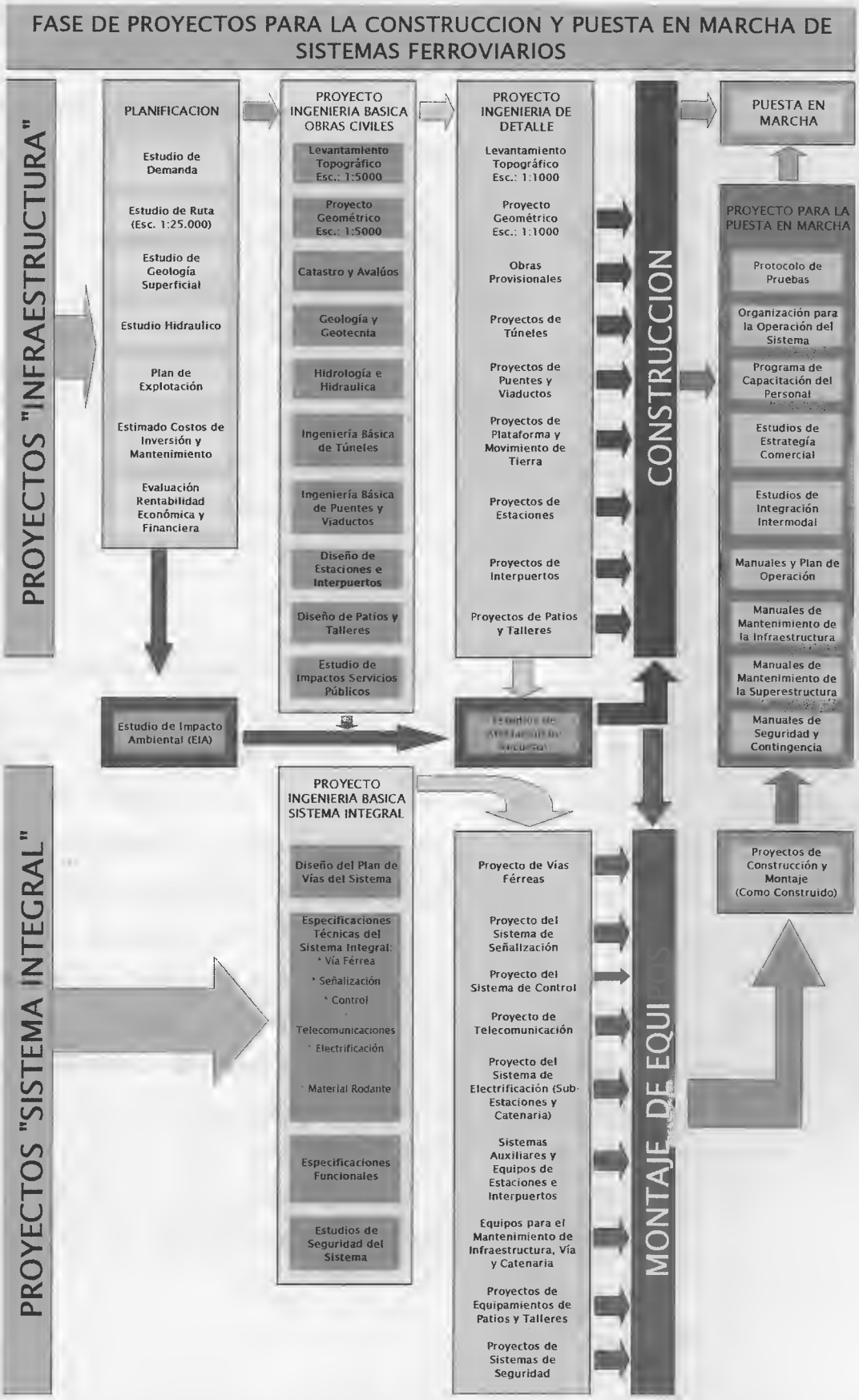

Figura2. 1. Esquema de fases de proyectos para la puesta en marcha de un sistema ferroviario

Como se esquematiza en la figura 2.1, existen varias fases para la ejecución de un proyecto ferroviario.

Para los efectos de Diseño, los proyectos de transporte ferroviario pueden clasificarse en tres grandes categorías:

2.1. Proyectos de Transporte de Carga

2.2. Proyectos de Transporte de Pasajeros

2.3. Proyectos de Tráfico Mixto

Dentro de cualquiera de estas categorías puede presentarse dos casos:

- ✓ Proyectos Nuevos
- ✓ Proyectos de Rehabilitación

En el caso de este trabajo a efectos de la metodología de costos se limita a Proyectos Nuevos.

2.1. Proyecto de transporte de Cargas

2.1.1. Sistemas Generales:

Los sistemas de transporte de carga general son principalmente ferrocarriles de servicio público, aunque en algunos casos, ferrocarriles de servicio privado pueden transportar cargas de tipo diverso.

Los sistemas generales se caracterizan habitualmente por efectuar transporte de cargas de propiedad de terceros, en carros especializados para cada tipo de producto. En general, estos sistemas operan en grandes extensiones de red ferroviaria, con muy variadas mallas origen-destino de las cargas, por lo que no es posible determinar a priori las distancias recorridas.

El parámetro más importante para determinar las características técnicas de un sistema de esta naturaleza es el volumen de carga transportada en cada kilómetro de vía, medida en toneladas brutas (tara + carga).

Figura2. 2. Tren de carga de un ferrocarril regional norteamericano.

2.1.2. Sistemas Dedicados

Los sistemas dedicados de transporte de carga son generalmente ferrocarriles particulares, que transportan cargas generadas por sus propias actividades industriales, forestales o mineras, en líneas propias o ajenas, con equipos generalmente de su propiedad.

Lo normal es que estos sistemas transporten un producto predominante entre un origen y un destino fijos, en trenes unitarios, con equipos asignados en forma exclusiva, pasando a ser otras cargas sólo un transporte marginal, que también suele efectuarse entre el mismo origen y destino.

En estos casos es posible determinar en forma más precisa las características del sistema en forma previa a su construcción o rehabilitación. Se conoce el tipo de producto a transportar, su volumen, origen y destino, instalaciones terminales necesarias para su manejo, etc. de manera de configurar un proyecto completo.

Figura2. 3. Tren del ferrocarril de Tocopilla (SQM)

2.1.3. Sistemas Especializados

Por regla general, estos sistemas corresponden a aplicaciones muy especializadas que utilizan elementos de la técnica ferroviaria para efectuar transportes de corto recorrido en instalaciones industriales o mineras. Un ejemplo de este tipo de sistemas es el transporte de escorias en fundiciones, en que el producto es transportado algunos cientos de metros entre los hornos y el botadero, por trenes muchas veces operados en forma automática.

Entre estos sistemas pueden también incluirse los patios de clasificación, los sistemas de carga y descarga en terminales y otros mecanismos que sin corresponder al movimiento mismo de trenes, forman parte de la infraestructura ferroviaria.

2.2. Proyectos de Transporte de Pasajeros:

Las modalidades en que puede presentarse un proyecto de transporte ferroviario de pasajeros son numerosas y puede afirmarse que no hay dos proyectos iguales. Sin embargo, atendiendo a factores tales como la distancia, la frecuencia y el propósito del viaje, los proyectos de pasajeros pueden clasificarse en cinco clases:

2.2.1. Sistemas de larga distancia (intercity)

2.2.2. Sistemas de distancia media

2.2.3. Sistemas de cercanías

2.2.4. Sistemas suburbanos

2.2.5. Otros sistemas

Existen además los sistemas urbanos, entre los que se cuentan los metros, tranvías, peoplemovers y otros.

2.2.1. Sistemas de Larga Distancia:

El concepto de larga distancia ha experimentado cambios significativos en las últimas dos décadas, debido a la aparición de los trenes de alta velocidad, cuyo rango óptimo de distancias se encuentra alrededor de los 500 km. Para distancias más cortas, en la mayoría de los casos el ahorro de tiempo en relación a los trenes convencionales (160-180 km/h) no justifica las elevadas inversiones y costos de operación de estos trenes, mientras que para distancias mayores el transporte aéreo sigue siendo más económico.

Pese a su denominación, la distancia recorrida es menos relevante para la clasificación que el tiempo de viaje. Los primeros trenes de alta velocidad, introducidos en Japón hace unos 30 años entre Tokyo y Osaka, hacían el recorrido de aproximadamente 500 km en poco más de dos horas y media. Actualmente lo hacen en aproximadamente una hora y media y el viaje entre Tokyo y Osaka ya no puede considerarse de larga distancia. En Europa, donde las

distancias son mayores, los trenes de alta velocidad se consideran para distancias medias, aunque su recorrido ha ido aumentando en forma correspondiente al aumento de velocidad. Pese a todo esto, se define como sistemas de larga distancia a los que tienen recorridos mayores de 400 km.

Los sistemas ferroviarios de pasajeros de larga distancia tienen, además, otras características de servicio.

Figura2. 4.Tren de alta velocidad THALYS

2.2.2. Sistemas de Distancia Media

De acuerdo con la definición anterior, estos sistemas tienen recorridos inferiores a 400 km. En lo que se refiere al límite inferior de su recorrido, hay una frontera difusa con los servicios de cercanías, cuyo recorrido ha estado también aumentando a parejas con su velocidad.

Para efectos de la clasificación, en forma un tanto arbitraria se define a los servicios de distancia media como aquellos cuyo recorrido está comprendido entre 150 km y 400 km.

Figura2. 5.Tren de distancia media de AMTRAK (USA)

2.2.3. Sistemas de Cercanías

Los servicios de cercanías son sistemas de transporte de volumen relativamente alto, que tienen como objetivo unir grandes ciudades con centros urbanos medianos o pequeños que pueden calificarse de ciudades-dormitorio, ya que la actividad laboral principal de los usuarios se halla en la gran ciudad.

Según lo que ya se ha dicho, el recorrido de estos sistemas de cercanías es inferior a 150 km, pero es posible que este recorrido sea mayor en el futuro, a medida que aumenta la velocidad de los trenes. El máximo tiempo de viaje de estos sistemas es de aproximadamente una hora.

Las características de servicio de estos sistemas son completamente diferentes a las de los dos sistemas descritos anteriormente.

Figura2. 6. Tren de cercanías de Madrid

2.2.4. Sistemas Suburbanos:

Los sistemas suburbanos comparten una serie de características con los sistemas de cercanías y con los sistemas de metro, por lo que resulta difícil identificarlos en forma exacta. Como su nombre lo indica, tienen como objetivo unir el centro de las grandes ciudades con sus suburbios.

En estos sistemas los tiempos de viaje pueden ser similares a los de cercanías, pese a que sus recorridos son inferiores, debido a sus paradas más frecuentes. Las características de servicio de estos sistemas son algo diferentes a las de los sistemas de cercanías, especialmente en lo que se refiere a las acomodaciones para los pasajeros.

Figura2. 7. Tren suburbano (S Bahn) en Alemania

2.2.5. Otros Sistemas:

Hay otros sistemas de transporte de pasajeros que no pueden ubicarse en forma exacta en las clases anteriores, pero que comparten algunas características de diseño. Entre estos sistemas están los trenes de tipo turístico, que pueden tener características muy variadas, y los sistemas de transporte de personal en minas u otras instalaciones industriales. En general, estos sistemas tienen recorridos más bien cortos y en ellos la velocidad no es un factor especialmente relevante.

Figura2. 8. Tren de sistema de metro con ruedas neumáticas

2.3. Proyectos de Tráfico Mixto

Se trata de sistemas ferroviarios por los que circulan trenes de pasajeros y de carga y cuyas características deben, por lo tanto, conformarse a los requerimientos de ambos tipos de trenes.

Si bien en teoría podrían darse todas las combinaciones posibles entre los diversos tipos de sistemas mencionados, los casos más usuales son la coexistencia de sistemas de carga general con vías de pasajeros que llevan trenes de cercanías, media o larga distancia, o combinaciones de ellos.

En el caso de los sistemas de pasajeros de alta densidad, como los de tipo suburbano, por ejemplo, la coexistencia con trenes de carga suele ser complicada, porque habitualmente estos sistemas no disponen de canales de circulación aptos para trenes de carga en horarios diurnos.

En general los sistemas de tráfico mixto se caracterizan por adaptarse a los requerimientos más restrictivos de los sistemas de carga y pasajeros que circulan sobre ellos. Así, los requerimientos de seguridad en el tráfico deberán ser los de pasajeros, y los de pesos por eje deberán ser los de carga.

CAPITULO III
GESTIÓN DE COSTOS DE UN PROYECTO FERROVIARIO

La Gestión de Costos del Proyecto incluye los procesos involucrados en la planificación, estimación, preparación del presupuesto y control de costos. Los principales procesos de la Gestión de Costos son:

- **Estimación de Costos:** Es el Conjunto de Técnicas que permiten dar un valor aproximado de los costos del proyecto.
- **Preparación del Presupuesto de Costos:** Es un proceso de recopilación de datos de partidas, precios unitarios y costos de cada una de las actividades individuales o paquetes de trabajo de un proyecto, a fin de establecer una línea base de costo.
- **Control de Costos:** Caracterizada como la actividad de seguimiento y análisis de los factores que crean variaciones de costo en el presupuesto del proyecto.

Estos procesos interactúan entre sí de manera recurrente. Cada proceso puede involucrar el esfuerzo de una o más personas o grupos de personas, dependiendo de las necesidades del proyecto. Cada proceso tiene lugar por lo menos una vez en cada proyecto y se realiza en una o más fases, en el caso de que el proyecto se encuentre dividido en fases.

La Gestión de los Costos del Proyecto se ocupa principalmente del costo de los recursos necesarios para completar las actividades del cronograma. Sin embargo, la Gestión de los Costos del Proyecto también debería considerar el efecto de las decisiones del proyecto sobre mantenimiento y soporte; servicio o resultado del proyecto. Esta visión más amplia de la Gestión de los Costos del Proyecto se denomina frecuentemente "Cálculo de Costos del Ciclo de Vida". El cálculo de costos del ciclo de vida, puede mejorar la toma de decisiones, y es

usado convenientemente para reducir el costo y el tiempo de ejecución, así como para mejorar la calidad y el rendimiento del producto entregable del proyecto.

Aunque no se muestra aquí como un proceso discreto, el trabajo involucrado en la ejecución de los tres procesos de Gestión de los Costos del Proyecto está precedido de un esfuerzo de planificación por parte del equipo de dirección del proyecto. Este esfuerzo de planificación es parte del proceso para Desarrollar el Plan de Gestión del Proyecto, que produce un plan de gestión de costos que dispone el formato a utilizar y establece los criterios para planificar, estructurar, estimar, preparar el presupuesto y controlar los costos del proyecto. Los procesos de gestión del costo y sus herramientas y técnicas asociadas varían por área de aplicación y se seleccionan generalmente durante la definición del "Ciclo de Vida del Proyecto" y van a estar documentados en el plan de gestión de costos.

Por ejemplo, el plan de gestión de costos puede establecer:

- Niveles de precisión. Las estimaciones de costos de las actividades del cronograma se ajustarán a un redondeo de los datos según una precisión prescrita, dependiendo del alcance de las actividades y la magnitud del proyecto, y pueden incluir una cantidad para contingencias.
- Unidades de medida. Se definen todas las unidades usadas en las mediciones, para cada uno de los recursos.
- Umbrales de control. Se pueden definir umbrales de variación para los costos u otros indicadores en puntos de tiempo designados durante el proyecto, para indicar la cantidad acordada de variación permitida.
- Formatos de informe. Se definen los formatos para los diferentes informes de costos.

- Descripciones del proceso. Se documentan las descripciones de cada uno de los tres procesos de gestión de costos

3.1. Estimación de Costos

La estimación de costos de las actividades del cronograma implica desarrollar una aproximación de los costos de los recursos necesarios para completar cada actividad del cronograma. Al hacer una aproximación de los costos, el estimador debe considerar las posibles causas de variación de las estimaciones de costos, incluyendo los riesgos.

La estimación de costos incluye la identificación y consideración de diversas alternativas de costos. El proceso de estimación de costos evalúa si las reducciones de costos esperadas pueden compensar el costo del trabajo adicional de diseño.

Las estimaciones de costos de los proyectos ferroviarios generalmente se expresan en unidades monetarias (dólares, euros, yen, etc.).

Las estimaciones de costos pueden mejorarse a través de refinamientos durante el transcurso del proyecto para reflejar los detalles adicionales disponibles. La exactitud de la estimación aumenta a medida que avanza el proyecto a lo largo del ciclo de vida de éste. En una etapa posterior del proyecto, a medida que se tiene más información, las estimaciones pueden reducirse a un rango de -10 a +15%.

3.1.1. Factores Ambientales

El proceso Estimación de Costos considera esencialmente:

- Condiciones del mercado. Qué productos, servicios y resultados están disponibles en el mercado, quién los tiene y en qué términos y condiciones.
- Bases de datos de proyectos. Generalmente, la información sobre experiencias de otros proyectos de costos de recursos se puede

obtener de bases de costos paramétricos, y proporcionan costos estándar para materiales y equipos.

3.1.2. Activos de los Procesos de la Organización

Las políticas, los procedimientos y las guías formales e informales existentes, relacionadas con la estimación de costos, se tienen en cuenta al desarrollar el plan de gestión de costos, seleccionar las herramientas de estimación de costos, y los métodos de seguimiento y control que deberán utilizarse.

- Políticas de estimación de costos. Algunas organizaciones tienen enfoques predefinidos en cuanto a la estimación de costos. Cuando éstos existen, el proyecto opera dentro de los límites definidos por estas políticas.
- Plantillas de estimación de costos. Se han desarrollado plantillas (o formularios estándar) para su uso por el equipo del proyecto.
- Información histórica. La información que pertenece al producto o servicio del proyecto, y que se obtiene de diversas fuentes dentro de la organización, puede influir en el costo del proyecto.
- Archivos del proyecto. Registros del rendimiento de proyectos anteriores que estén lo suficientemente detallados como para ayudar al desarrollo de las estimaciones de costos.
- Conocimiento del equipo del proyecto. Los miembros del equipo del proyecto pueden recordar costos reales o estimaciones de costos anteriores. Aunque tales recuerdos pueden ser útiles, son generalmente menos fiables que el rendimiento documentado.
- Lecciones aprendidas. Las lecciones aprendidas podrían incluir estimaciones de costos obtenidas en proyectos anteriores similares en alcance y tamaño.

3.1.3. Enunciado del Alcance del Proyecto

El enunciado del alcance del proyecto describe la necesidad de justificación, requisitos y límites actuales del proyecto. Proporciona información importante acerca de los requisitos del proyecto que se tiene en cuenta durante la estimación de costos. El enunciado del alcance del proyecto incluye las restricciones, las asunciones y los requisitos. Las restricciones son factores específicos que pueden limitar las opciones de la estimación de costos. Una de las restricciones más comunes para muchos proyectos es un presupuesto de proyecto limitado. Otras restricciones pueden incluir fechas de entrega requeridas, recursos especializados disponibles y políticas de la organización. Las asunciones son factores que se considerarán verdaderos, reales o ciertos. Los requisitos con implicaciones contractuales y legales pueden incluir la salud, la seguridad personal y material, el rendimiento, el medio ambiente, los seguros, licencias y permisos; todos ellos se deben tener en cuenta al desarrollar las estimaciones de costos.

El enunciado del alcance del proyecto también proporciona la lista de productos entregables, y los criterios de aceptación para el proyecto y sus productos, servicios y resultados. Al desarrollar la estimación de costos para el proyecto se tienen en cuenta todos los factores. La descripción del alcance del producto, dentro del enunciado del alcance del proyecto, proporciona descripciones de productos y servicios e información importante acerca de todos los temas o aspectos técnicos que se consideran durante la estimación de costos.

3.1.4. Estructura de Desglose del Trabajo.

La estructura de desglose del trabajo (EDT) del proyecto suministra la relación entre todos los componentes del proyecto y los productos entregables del proyecto.

3.1.5. Diccionario de la EDT.

El diccionario de la EDT y los enunciados detallados del trabajo relacionados proporcionan una identificación de los productos entregables y una descripción del trabajo en cada componente de la EDT necesario para producir cada producto entregable.

3.1.6. Plan de Gestión del Proyecto.

El plan de gestión del proyecto suministra el plan general para ejecutar, supervisar y controlar el proyecto, e incluye planes subsidiarios que proporcionan orientación e instrucciones para la planificación y el control de la gestión de costos. En el caso de que estén disponibles otras salidas de planificación, se tienen en cuenta durante la estimación de costos.

- Plan de gestión del cronograma. El tipo y la cantidad de recursos, y la cantidad de tiempo que dichos recursos se aplican para concluir el trabajo del proyecto, son una parte importante de la determinación del costo del proyecto. Los recursos de la actividad del cronograma y sus respectivas duraciones se usan como entradas clave a este proceso. La Estimación de Recursos de las Actividades implica determinar la disponibilidad y las cantidades necesarias de personal, equipos y material para realizar las actividades del cronograma. Está estrechamente coordinada con la estimación de costos. La Estimación de la Duración de las Actividades afectará a las estimaciones de costos de cualquier proyecto donde el presupuesto del proyecto incluya una asignación para el costo de financiación, incluyendo los cargos por intereses, y donde los recursos se apliquen por unidad de tiempo durante la duración de la actividad del cronograma. Las estimaciones de la duración de la actividad del cronograma también pueden afectar a las estimaciones de costos que incluyen costos variables en función del tiempo, como por ejemplo, trabajadores sindicalizados con convenios colectivos de trabajo con

vencimientos regulares; materiales con variaciones de costos estaciónales, o estimaciones de costos con costos relacionados con el tiempo, como por ejemplo, costos indirectos de campo relacionados con el tiempo durante la construcción de un proyecto.

- Registro de riesgos e incertidumbres. El estimador de costos tiene en cuenta la información sobre respuestas al riesgo al elaborar las estimaciones de costos. Los riesgos, que pueden ser amenazas u oportunidades, en general ejercen un impacto tanto en la actividad del cronograma como en los costos del proyecto. Como regla general, cuando el proyecto experimenta un evento de riesgo negativo, el costo del proyecto casi siempre por regla general aumenta, y se produce un retraso en el cronograma del proyecto.

3.2. Estimación de Costos: Herramientas y Técnicas

3.2.1. Estimación por Analogía

La estimación de costos por analogía implica usar el costo real de proyectos anteriores similares como base para estimar el costo del proyecto actual. La estimación de costos por analogía se utiliza frecuentemente para la estimación de costos cuando la cantidad de información detallada sobre el proyecto es limitada (por ejemplo, en las fases tempranas). La estimación de costos por analogía utiliza el juicio de expertos.

La estimación de costos por analogía es, en general, menos costosa que otras técnicas, pero generalmente también es menos exacta. Es más fiable cuando los proyectos anteriores son similares de hecho y no sólo en apariencia, y las personas o grupos que preparan las estimaciones tienen la experiencia necesaria.

3.2.2. Determinación de Precios Unitarios de Costos de Recursos

La persona o el grupo que prepara las estimaciones deben conocer los costos unitarios, tales como el costo de cada partida, correspondientes a cada recurso para estimar los costos de la actividad del cronograma.

3.2.3. Estimación Ascendente

Esta técnica implica estimar el costo de paquetes de trabajo individuales o actividades del cronograma individuales con el nivel más bajo de detalle. Este costo detallado luego se resume o "acumula" en niveles superiores para fines de información y seguimiento. El costo y la exactitud de la estimación de costos ascendente en general esta motivada por el tamaño y la complejidad de la actividad del cronograma o del paquete de trabajo individuales. En general, las actividades con un esfuerzo asociado menor aumentan la exactitud de las estimaciones de costos de las actividades del cronograma.

3.2.4. Estimación Paramétrica

La estimación paramétrica es una técnica que utiliza una relación estadística entre los datos históricos y otras variables (por ej., metro lineal de túnel, metro lineal de viaducto) para calcular una estimación de costos para un recurso de la actividad del cronograma. Esta técnica puede producir niveles superiores de exactitud dependiendo de la complejidad, así como también de la cantidad subyacente de recursos y la información de costos incorporada al modelo. Un ejemplo relacionado con el costo supone multiplicar la cantidad planificada de trabajo a realizar por el costo histórico por unidad, a fin de obtener el costo estimado.

3.2.5. Software de Gestión de Proyectos

El software de gestión de proyectos, como por ejemplo, las aplicaciones de software de estimación de costos, las hojas de cálculo computarizadas, y las herramientas de simulación y estadísticas, es ampliamente utilizado para asistir en el proceso de estimación de costos. Dichas herramientas pueden simplificar el uso de algunas de las técnicas de estimación de costos y, por consiguiente, facilitar la consideración rápida de las diversas alternativas de estimación de costos.

3.2.6. Análisis de Propuestas para Licitaciones

Entre otros métodos de estimación de costos se incluyen el análisis de propuestas para licitaciones y un análisis de lo que debería costar el proyecto requerido por el licitante. En los casos en los que los proyectos se ganan mediante procesos competitivos, se le podrá demandar al equipo del proyecto un trabajo de estimación de costos adicional para examinar el precio de los productos entregables individuales, y obtener un costo que respalde el costo total final del proyecto.

CAPÍTULO IV
METODOLOGÍA PARA EL ESTIMADO DE COSTOS DE INVERSIÓN DE UN SISTEMA FERROVIARIO

La metodología consiste en la organización de costos para cada uno de los elementos que componen un sistema ferroviario, tomando en cuenta que nos encontramos en la fase de planificación del proyecto y utilizando órdenes de magnitud de algunos costos de inversión de proyectos ferroviarios, previamente actualizados mediante índices de precios.

La referencia de precios y costos utilizada para elaborar la metodología es tomada de fuentes Europeas, utilizando como base la moneda Euros (€). Las razones de trabajar los costos en Euros se plantean a continuación:

Europa es el continente con mayor desarrollo y experiencia en el área ferroviaria inserta en una invariable concepción del desarrollo sobre la base del ferrocarril y por lo tanto cuentan con gran variedad de tecnología y referencias de costos.

- Los europeos son los principales productores y fabricantes de material rodante y tecnología ferroviaria en el mundo.
- La moneda Euro tiene mayor estabilidad económica con respecto al dólar.
- Las inversiones en el país, en materia ferroviaria, se están desarrollando principalmente por Empresas Europeas.

En la metodología para el Estimado de los Costos de Inversión de un Sistema Ferroviario se plantean:

- Costos referenciales paramétricos, que representan los valores más usados para un año base, el año 2000, expresados en Euros.
- Un rango de costos de Inversión para el año base (2000), que contiene los valores mínimos y máximos entre los cuales pueden variar dichos costos, expresados en Euros.
- Costos referenciales paramétricos y el rango de costos de inversión actualizados al año 2008, mediante formulas escalatorias e índices de

actualización que se explican brevemente en el punto 4.1. Los valores actualizados al 2008 se expresan en Euros, Dólares y Bolívares Fuertes. Se trabajó todo en Euros y se utilizaron las tasas de cambio publicadas por el Banco Central de Venezuela a la fecha del 27 de Febrero del 2008 para hacer el cambio de moneda.

Es necesario destacar que la metodología para el Estimado de los Costos de Inversión de un Sistema Ferroviario propuesta y descrita con detenimiento en el próximo capítulo, (V), es una serie de métodos totalmente abierta a cualquier actualización e inclusión de mayor cantidad de costos referenciales de inversión para los diversos elementos que conforman un sistema ferroviario.

4.1. Índices De Actualización De Precios:

4.1.1. Fórmulas De Variación de Precios y Metodología de Aplicación

Las variaciones de precio de las obras de Sistema Ferroviario se calculan generalmente mediante el uso de Fórmulas Polinómicas. La Fórmula Polinómica o Escalatoria es un instrumento utilizado en la actualización de los costos en obras, mediante el reconocimiento de las variaciones de los precios por inflación en forma automática e imparcial, evitando la revisión de los análisis de precios unitarios o la necesidad de presentar facturas, simplificando de esta forma el trabajo de reconocimiento. Esta fórmula consiste en la determinación de un factor de ajuste, que luego es aplicado al monto de la obra objeto de análisis para obtener su costo actualizado. Este factor de ajuste resulta de la sumatoria del producto de dos factores:

- ✓ Coeficientes de Incidencia, que representan la importancia porcentual de cada una de las familias o grupos afines en que se divide la Estructura de Costos;
- ✓ Variaciones de los Índices de Precios de estas familias ocurridas entre una fecha origen y la fecha de actualización.

- ✓ A continuación se presenta la metodología generalmente más utilizada en Venezuela para el cálculo de las variaciones de precios para la ejecución de las Obras Civiles y Equipamiento del Sistema Integral Ferroviario.

4.1.2. Cálculo de las Variaciones de Precio

Las variaciones de precios (VP) de los precios correspondientes a cada día, mes o año de actualización, se calculan de acuerdo a la siguiente expresión:

$$VP_m = V_o \times (Ka \times K_{m-1}) \qquad (I)$$

VPm = Monto actualizado de una referencia de precio, costo de una partida o presupuesto, correspondiente a un periodo determinado.

Vo = Valor base (inicial) de la referencia de precio, costo de una partida o presupuesto, sin incluir las variaciones de precios

Ka = Coeficiente de actualización para el periodo base de la referencia de precios, costo de una partida o presupuesto, como resultado de las variaciones en los costos de los elementos que integran el presupuesto de la obra.

Km = Coeficiente de ajuste de precios para un periodo "m", como resultado de las variaciones en los costos de los elementos de las Obras Civiles o del Sistema Integral Ferroviario.

4.1.3. Componente en Euro

La fórmula polinómica a utilizar para calcular el coeficiente de actualización de precio del componente en Euros, para el periodo base (Ka), es de la forma siguiente:

$$Ka = k_1 \times Ala/Alo + k_2 \times TRa/TRo + k_3 \times GSa/GSo + k_4 \times MEa/MEo + k_5 \times BMa/BMo + k_6 \times MVa/MVo + k_7 \times MPa/MPo + k_8$$

La fórmula polinómica a utilizar para calcular el coeficiente de ajuste de precios del componente en Euros, un periodo determinado (mes "m"), es de la forma siguiente:

$$Km = k_1 \times Alm/Ala + k_2 \times TRm/TRa + k_3 \times GSm/GSa + k_4 \times MEm/MEa + k_5 \times BMm/BMa + k_6 \times MVm/MVa + k_7 \times MPm/MPa + k_8$$

Los símbolos utilizados en las fórmulas polinómicas tienen el siguiente significado:

k_1, k_2, k_3, k_4, k_5, k_6, k_7 = Coeficientes de incidencia de los costos por concepto de materiales, equipos, maquinaria, transporte, bienes y servicios y repuestos, en el precio de la obra, expresados en tanto por uno y con tres (3) cifras decimales

k_8 = Componente invariable de costos, expresado en tanto por uno y con tres (3) cifras decimales

AI, TR, GS, ME, BM, MV, MP = Índices de Precios utilizados para actualizar los costos por concepto de materiales, equipos, maquinaria, transporte, bienes y servicios y repuestos

"o", "a" y "m" = El subíndice "o" corresponde a la fecha de referencia de los precios del presupuesto, el subíndice "a" corresponde a la fecha de la actualización de los precios para el período base y el subíndice "m" corresponde a fecha de actualización para un período "m" objeto del ajuste de precios

Las variaciones de precios se determinarán generalmente de acuerdo a la Expresión **I**, en forma separada para: obras preliminares; movimiento de tierra; túneles; puentes, viaductos y pontones; obras menores y drenaje; vía férrea; electrificación y equipos electromecánicos; material rodante; control, señalización y telecomunicaciones.

En la tabla 2 se establecen los coeficientes de incidencia de las fórmulas polinómicas para la actualización y escalación de precios del componente en Euros para las Obras de Infraestructura y en la tabla 3 se establecen los coeficientes de incidencia de las fórmulas polinómicas para la actualización y escalación de precios del componente en Euros para la Instalación de la Vía Férrea y el Sistema Integral.

Tabla 2. Coeficientes de Incidencia para Infraestructura

INFRAESTRUCTURA							
Símbolo	ÍNDICE DE PRECIOS (EUROSTAT)	Símbolo de Coeficiente de Incidencia	COEFICIENTES DE INCIDENCIA				
			Obra Civil	Movimiento de tierra	Puentes	Drenajes	Túneles
AI	Todos los materiales relacionados	k_1	0,220		0,381	0,004	
TR	Transporte	k_2	0,120	0,982	0,340	0,774	0,500
GS	Bienes y servicios	k_3	0,660	0,018	0,279	0,222	0,500
CI	Componente invariable	k_4	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
		TOTALES	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Tabla 3. Coeficientes de Incidencia para Superestructura y Sistema Integral

SUPERESTRUCTURA Y SISTEMA INTEGRAL						
Símbolo	ÍNDICE DE PRECIOS (EUROSTAT)	Símbolo de Coeficiente de Incidencia	COEFICIENTES DE INCIDENCIA			
			Vía férrea	Electrificación	material rodante	Señal-Telecom.
AI	Todos los materiales relacionados	k_1	0,740	0,670	0,760	0,670
TR	Transporte	k_2	0,260			
GS	Bienes y servicios	k_3		0,030		0,030
ME	Manufactura de maquinas y equipos	k_4			0,140	0,300
BM	Manufactura de metales básicos	k_5		0,230	0,070	
MV	Manufactura de motor de vehículos, etc.	k_6			0,030	
MP	Manufactura de otros productos no metálicos	k_7		0,070		
CI	Componente invariable	k_8	0,000	0,000	0,000	0,000
		TOTALES	1,000	1,000	1,000	1,000

Los índices de precios que deberán ser utilizados para la aplicación de las fórmulas polinómicas para el componente en Euro serán los Índices de Precios publicados por la Oficina Estadística de la Comunidad Europea (Eurostat), los cuales se presentan a continuación:

AI All Item Index - Harmonized Indices of Consumer Prices

TR Transport - Harmonized Indices of Consumer Prices

GS Miscellaneous Goods and Services - Harmonized Indices of Consumer Prices

ME **dk29** - Manufacture of machinery and equipment n.e.c.- Domestic Producer Price Index

BM **dj27** - Manufacture of basic metals - Domestic Producer Price Index

MV **dm34** - Manufacture of motor vehicles, trailers & semi trailers - Domestic Producer Price Index

MP **di26** - Manufacture of other non metallic mineral products - Domestic Producer Price Index

Los índices de precios publicados por la Oficina Estadística de la Comunidad Europea (Eurostat), se presentan en las tablas 4 y 5 que se usarán para el cálculo de los coeficientes de actualización para las obras de Infraestructura y Sistema Integral respectivamente.

Tabla 4. Índices Promedios anuales de Precios al Consumidor (HICP)

DATOS DE EUROSTAT			
Años	**1999**	**2000**	**2007**
All-items HICP	88,53	90,21	104,59
Transport services HICP	81,94	83,92	106,31
Miscellaneous goods and services HICP	85,88	87,71	104,98

Fuente: Oficina Estadística de la Comunidad Europea (EUROSTAT).

En base 100 con respecto al año 2005

HICP: Harmonized Indices of Consumer Prices

Tabla 5. Índices Promedios anuales de Precios de Producción (PIP)

DATOS DE EUROSTAT			
Años	**1999**	**2000**	**2007**
DI26: MP	96,32	100	106,92
DJ27: BM	93,65	100	106,9
DK29: ME	94,37	100	123,84
DM34: MV	92,81	100	122,84

Fuente: Oficina Estadística de la Comunidad Europea (EUROSTAT).

En base 100,con respecto al año 2000

PIP: Producer Price Index. Industry, trade and services.

En las tabla 6 y 7, se muestran los Coeficientes de Actualización al periodo base (año 2000), el cual se refiere a Ka; los coeficientes de Ajuste para el año 2007, que se refiere a Km.-1; y el factor de ajuste (K_a*$K_{m\ -1}$), el cual expresa el factor de actualización para el año 2008 de los costos de inversión para obras de Infraestructura y Sistema Integral, respectivamente.

Tabla 6. Índices de Actualización y Ajuste para Obras de Infraestructura

ÍNDICES DE ACTUALIZACIÓN PARA INFRAESTRUCTURA					
Coeficientes de Actualización	Obra Civil	Movimiento de tierra	Puentes	Drenajes	Túneles
k_a=	1,021	1,024	1,021	1,024	1,023
k_m=	1,197	1,266	1,206	1,251	1,232
K_a*K_m=	1,222	1,296	1,232	1,280	1,260

Tabla 7. Índices de Actualización y Ajuste para Sistema Integral y Vía férrea

ÍNDICES DE ACTUALIZACIÓN PARA SISTEMA INTEGRAL Y VIA FERREA				
Coeficientes de Actualización	Vía ferrea	Electrificación	Material Rodante	Señalización y Telecomunicaciones
k_a=	1,020	1,032	1,030	1,031
k_m=	1,187	1,133	1,166	1,184
K_a*K_m=	1,211	1,169	1,201	1,221

El cálculo de índices de actualización en bolívares tiene una metodología parecida al Componente en Euros, con la diferencia que se utilizan mayor cantidad de coeficientes de incidencia y los índices de precios utilizados en las fórmulas polinómicas para hallar el componente en Bolívares son los publicados por el Banco Central de Venezuela.

4.2. Costos Estimados de Inversión de Estudios y Proyectos

Los costos estimados de Inversión para un Estudio de Factibilidad y un Estudio Preliminar para un Sistema Ferroviario, en base a fuentes europeas, se muestran en la tabla 8, expresados en Euros por kilómetro de línea férrea.

Tabla 8. Costos de Inversión de Estudios y Proyectos

Estudios	Rango de Costos al año 2000	Costo de Referencia al año 2000	Rango de Costos actualizados al año 2008	Costo de Referencia actualizado al año 2008
Unidades	**€ / Km**	**€ / Km**	**€ / Km**	**€ / Km**
Factibilidad	500 - 10.000	1.000	580 - 11.600	**1.160**
Preliminar	5.000 -100.000	10.000	5.800 - 116.000	**11.600**

Para la actualización de los costos paramétricos de los estudios y proyectos se tomó en cuenta la inflación comprendida entre el año 2000 hasta 2007. A tal efecto, se utilizaron los datos de inflación de la Oficina de Estadística de la Comunidad Europea. Como resultado del análisis respectivo se determinó que el incremento en el periodo analizado fue de un 16%.

Para estimar el costo de realización de un proyecto de ingeniería de un Sistema Ferroviario, se puede considerar un porcentaje que puede variar entre 0,3 al 3% del monto total de la inversión. Y se tiene como costo de referencia paramétrico el uno por ciento (1%) de la Inversión Total. El estimado de costo del proyecto no incluye las especificaciones técnicas y proyectos de detalle para la fabricación e instalación del Sistema Integral Ferroviario.

4.3. Costos de Inversión Actualizados de los Elementos de un Sistema Ferroviario:

4.3.1. Infraestructura:

La infraestructura de vía férrea está conformada por varios elementos explicado en el capitulo I. Los costos de inversión mostrados en las tablas 9, 10 y 11 corresponden a esos elementos e incluyen: Gestión de trabajo; Preparación del terreno y deforestación; Terraplenes; Asiento de vía; Cambios en la vialidad; Drenajes; Cargos financieros provisionales; Gastos generales y Mantenimiento inicial. Para actualizar los costos referenciales al año 2008 de las tablas

mencionadas, se utilizó el factor correspondiente a Movimiento de tierra, cuyo valor es 1,296.

- Plataforma Ferroviaria en topografía fácil:

En este caso, la plataforma ferroviaria se hace sobre terreno ondulado moderado o llano. En la tabla 9, se presentan los costos de referencia y rangos de inversión para una Plataforma Ferroviaria en topografía Fácil, expresados en millones de Euros por Kilómetro lineal.

Tabla 9. Costos de Inversión para Infraestructura: Plataforma Ferroviaria en topografía Fácil.

Condiciones		Rango de Costos para el año 2000	Costo de referencia para el año 2000	Rango de Costos actualizado para el año 2008	Costo de referencia actualizado para el año 2008
Tipo de Vía	Máxima Velocidad				
Unidades	Km/h	MM € / KM	MM € / KM	MM € / KM	MM € / KM
Una vía	≤ 100	1 a 3	2	1,3 a 3,9	2,6
Doble vía y una sola formación	≤ 100	1 a 4	2	1,3 a 5,2	2,6
	≤ 300	2 a 6	3	2,6 a 7,8	3,9

- Plataforma Ferroviaria en topografía Media:

Para la topografía media, la plataforma ferroviaria se hace sobre terreno ondulado. En la tabla 10, se presentan los costos de referencia y rangos de inversión para una Plataforma Ferroviaria en topografía Media, expresados en millones de Euros por Kilómetro lineal.

Tabla 10. Costos de Inversión para Infraestructura: Plataforma Ferroviaria en topografía Media.

Condiciones		Rango de Costos para el año 2000	Costo de referencia para el año 2000	Rango de Costos actualizado para el año 2008	Costo de referencia actualizado para el año 2008
Tipo de Vía	Máxima Velocidad				
Unidades	Km/h	MM € / KM	MM € / KM	MM € / KM	MM € / KM
Una vía	≤ 100	3 a 15	5	3,9 a 19,4	6,5
Doble vía y una sola formación	≤ 100	3 a 20	7	3,9 a 25,9	9,1
	≤ 300	6 a 30	10	7,8 a 38,9	13

- Plataforma Ferroviaria en topografía Difícil:

En este caso, la plataforma ferroviaria se hace sobre terreno de mucho relieve y accidentes topográficos. En la tabla 11, se presentan los costos de referencia y rangos de inversión para una Plataforma Ferroviaria en topografía Difícil, expresados en millones de Euros por Kilómetro lineal.

Tabla 11. Costos de Inversión para Infraestructura: Plataforma Ferroviaria en topografía Difícil.

Condiciones		Rango de Costos para el año 2000	Costo de referencia para el año 2000	Rango de Costos actualizado para el año 2008	Costo de referencia actualizado para el año 2008
Tipo de Vía	Máxima Velocidad				
Unidades	Km/h	MM € / KM	MM € / KM	MM € / KM	MM € / KM
Una vía	≤100	15 a 40	20	19,4 a 51,8	25,9
Doble vía y una sola formación	≤100	20 a 50	20	25,9 a 64,8	25,9
	≤300	20 a 50	40	25,9 a 64,8	51,8

- Obras de Arte Mayores:

En las tablas 12 y 13 se definen los costos de referencia y rangos de inversión para túneles, puentes y viaductos. En el caso de los túneles los costos de inversión presentados solo incluyen la excavación por kilómetro lineal. El factor de actualización de los costos referenciales al año 2008, para el caso de la tabla 12 corresponde al factor para túneles, cuyo valor es 1,260. En el caso de la tabla 13, se utilizó el factor correspondiente a puentes (1,232).

Tabla 12. Costos de Inversión para Infraestructura: Túneles.

Tipo de Vía	Rango de Costos para el año 2000	Costo de referencia para el año 2000	Rango de Costos actualizado para el año 2008	Costo de referencia actualizado para el año 2008
Unidades	MM € / KM	MM € / KM	MM € / KM	MM € / KM
Vía Simple	10 a 50	20	12,6 a 63	25,2
Doble Vía	20 a 70	30	25,2 a 88,2	37,8

Tabla 13. Costos de Inversión para Infraestructura: Puentes y Viaductos.

Condiciones	Rango de Costos para el año 2000	Costo de referencia para el año 2000	Rango de Costos actualizado para el año 2008	Costo de referencia actualizado para el año 2008
Unidades	MM € / KM	MM € / KM	MM € / KM	MM € / KM
Luz corta y Fundación Fácil	10 a 20	15	12,3 a 24,6	18,5
Luz larga y Fundación Difícil	20 a 50	30	24,6 a 61,6	37

- Cruce de vía férrea por una carretera:

El alineamiento de una vía férrea es más exigente con respecto al de una carretera. Las condiciones de pendiente son mucho más estrictas, en vista de esto si una vía férrea debe cruzar una carretera, la modificación del alineamiento será sobre la carretera, por la tanto se presentan dos opciones: por carretera elevada o por una subterránea. En la tabla 14, se muestran los costos de inversión para ambos casos y la tabla 15 contiene los costos de inversión para el caso del cruce con una autopista. Expresados en millones de Euros por unidad.

Tabla 14. Costos de Inversión para Infraestructura: Cruces de vía férrea por carretera

Condiciones	Rango de Costos para el año 2000	Costo de referencia para el año 2000	Rango de Costos actualizado para el año 2008	Costo de referencia actualizado para el año 2008
Unidades	MM € / Unidad	MM € / Unidad	MM € / Unidad	MM € / Unidad
Carretera Elevada	2 a 7	3,00	2,5 a 8,6	3,7
Carretera Subterránea	3 a 10	6,00	3,8 a 12,6	7,4

- Cruce de vía férrea por una Autopista:

Tabla 15. Costos de Inversión para Infraestructura: Cruces de vía férrea por Autopista

Condiciones	Rango de Costos para el año 2000	Costo de referencia para el año 2000	Rango de Costos actualizado para el año 2008	Costo de referencia actualizado para el año 2008
Unidades	MM € / Unidad	MM € / Unidad	MM € / Unidad	MM € / Unidad
Paso Elevado	4 a 15	6	5 a 18,9	7,6
Paso Subterráneo				

- Barreras Anti-ruido:

El problema de la contaminación acústica está siempre presente en las infraestructuras ferroviarias y en las carreteras, por lo cual se requieren soluciones y respuestas adecuadas. La instalación de barreras acústicas o pantallas con capacidad para obstaculizar la propagación de las ondas sonoras desde la fuente a la zona habitada, es una eficaz solución para disminuir la contaminación acústica. La tabla 16, reúne los costos de referencia y rangos de inversión para la instalación de barreras de protección contra el ruido a un costado y a ambos lados de la vía férrea.

Tabla 16. Costos de Inversión para Infraestructura: Barrera Anti-ruido

Condiciones	Rango de Costos para el año 2000	Costo de referencia para el año 2000	Rango de Costos actualizado para el año 2008	Costo de referencia actualizado para el año 2008
Unidades	MM € / KM	MM € / KM	MM € / KM	MM € / KM
A un lado de la vía férrea	0,2 a 2	0,7	0,2 a 2,4	0,9
ambos lados de la vía férrea	0,4 a 4	1,4	0,5 a 4,9	1,7

- Estaciones e Instalaciones:

La tabla 17 reúne los costos de referencia y rangos de inversión de estaciones e instalaciones clasificadas según sus dimensiones. Se expresan en millones de Euros por unidad y el factor de actualización utilizado es el correspondiente a obra civil, cuyo valor es 1,222.

Tabla 17. Costos de Inversión para Infraestructura: Estaciones e Instalaciones

Estaciones e Instalaciones	Rango de Costos para el año 2000	Costo de referencia para el año 2000	Rango de Costos actualizado para el año 2008	Costo de referencia actualizado para el año 2008
Unidades	**MM € / KM**	**MM € / KM**	**MM € / KM**	**MM € / KM**
Estación Intermedia con una vía de cruce sobre una vía simple, sin señalización y sin ninguna otra estructura	0,5 a 2	1,00	0,6 a 2,4	**1,2**
Estación Intermedia con vía de paso sobre una vía simple, con control y señalización, sin ninguna otra estructura	2 a 6	3,00	2,4 a 7,3	**3,7**
Estación con dos vías de transito y dos vías de precedencia, con señalización.	20 a 40	30,00	24,4 a 48,9	**36,7**
Estación grande de pasajeros	50 a 500	200,00	61,1 a 611	**244,4**
Paso elevado	10 a 30	15,00	12,2 a 36,7	**18,3**
INTERPUERTO: Gran estación de Mercancias con patio de recepción y despacho de trenes, y patio de clasificación.	100 a 500	300,00	122,2 a 611	**366,6**
Terminal para Transporte Combinado	50 a 200	100,00	61,1 a 244,4	**122,2**
Estación de doble vía (4 cambiavias) con señalización y control a distancia (CTC).	5 a 15	10,00	6,1 a 18,3	**12,2**

✓ Vida Útil de algunas estructuras:

La adecuada durabilidad de las estructuras a las acciones ambientales y de carga a la que estarán sometidas, define la vida útil de una determinada estructura. En la tabla 18, se muestra un rango y los años promedio de vida útil que tienen algunas estructuras.

Tabla 18. Vida Útil de estructuras

Estructuras	Rango de vida útil en Años	Años de Referencia de la Vida Util
Túneles	50 a 100	100
Puentes de Acero	50 a 80	50
Puentes de Concreto	50 a 100	50
Pasos subterráneos y pasos elevados	50 a 100	50
Edificios, plataformas y rampas	30 a 100	50
Carreteras y estacionamientos		
infraestructura	30 a 80	50
pavimento	5 a 20	10

4.3.2. Superestructura:

La superestructura de un sistema ferroviario comprende todos los elementos que conforman la vía férrea. El costo del elemento de vía férrea de mayor incidencia en el presupuesto total de inversión, es el costo del riel, el cual es, generalmente, clasificado por su peso en tres presentaciones: El UIC-54, de peso 54,43 Kilogramos por metro lineal; El UIC-60, cuyo peso es aproximadamente 60,43 Kilogramos por metro lineal; y por último el UIC-71 que pesa 71, 27 Kilogramos por metro lineal.

Las siglas UIC corresponden a la Unión Internacional de Ferrocarriles, o su nombre en inglés "The International Union of Railways (UIC)". La Unión Internacional de Ferrocarriles (UIC) es la organización a nivel mundial para la cooperación internacional entre los ferrocarriles y la promoción del modo de transporte ferroviario. Fue fundada en 1922 y su propósito inicial era la normalización y mejoramiento de las condiciones para la construcción de ferrocarriles y de las operaciones, sobre todo desde el punto de vista de tráfico internacional.

La tabla 19, contiene los costos de referencia y rangos de variación para los tres tipos de rieles antes explicados. Es importante señalar que las cifras mostradas incluyen el costo de balasto, durmientes, sujeciones, soldaduras, colocación y mantenimiento inicial. Es decir, la tabla 19 cubre, a nivel global, los costos de inversión de los elementos de Superestructura. El factor de actualización de los costos referenciales al año 2008, es el correspondiente a vía férrea, cuyo valor es 1,211.

Tabla 19. Costos de inversión para Superestructura: Vía Férrea (según tipos de rieles)

Vía Férrea (según tipos de rieles)	Rango de Costos para el año 2000	Costo de referencia para el año 2000	Rango de Costos actualizado para el año 2008	Costo de referencia actualizado para el año 2008
Unidades	**MM € / KM**	**MM € / KM**	**MM € / KM**	**MM € / KM**
UIC 54	0,2 a 0,4	0,3	0,2 a 0,5	**0,4**
UIC 60	0,3 a 0,5	0,4	0,4 a 0,6	**0,5**
UIC 71	0,4 a 0,6	0,5	0,5 a 0,7	**0,6**

- Aparatos de vía:

Son los elementos que participan en la continuidad y guía del vehículo ferroviario. A continuación, en la tabla 20, se presentan los costos de referencia y rangos de los elementos de desvío, clasificados por su ángulo de cambio. Las cifras se expresan en miles de Euros por unidad de desvió e incluyen el costo de interruptores, agujas, cruces, cambia vías, equipo de colocación y ensamblaje excluyendo el equipo de control y comando. El factor de actualización, utilizado para obtener los costos de inversión al año 2008, es el correspondiente a vía férrea, cuyo valor es 1,211.

Tabla 20. Costos de inversión para Superestructura: Aparatos de Vía.

Elementos	Rango de Costos para el año 2000	Costo de referencia para el año 2000	Rango de Costos actualizado para el año 2008	Costo de referencia actualizado para el año 2008
Unidades	Miles € / KM	Miles € / KM	Miles € / KM	Miles € / KM
Desvío tg 0,11 a 0,13 (1:8 a 1:9)	40 a 80	50	48,4 a 96,9	**60,6**
Cambio Intersección Doble tg 0,11 a 0,13 (1:8 a 1:9)	120 a 150	130	145,3 a 181,6	**157,4**
Desvío para velocidad elevada tg 0,06 a 0,05 (1:16 a 1:20)	120 a 160	130	145,3 a 193,8	**157,4**

- ✓ Vida Útil de superestructuras:

La vida útil de los rieles depende de su masa y radio de curvatura. A mayor radio de curvatura y menor masa por riel se tendrá mayor vida útil por riel. Sin embargo, los años continuos de adecuada operatividad dependen principalmente del tráfico en la vía. Se estima que un riel UIC 54, en promedio, tiene 20 años de vida útil con un tráfico medio. La vida útil de un riel UIC 60 es aproximadamente de 12 años en un tráfico mayor al anterior. Y en el caso de ríeles tipo UIC 71, la

vida útil es mucho menor, siendo 7 años en promedio de vida útil, en condiciones de tráfico fuertes.

La vida útil de los aparatos de vía corresponde a la mitad de los años continuos de adecuada operatividad de los rieles que conforman la vía principal. Por ejemplo, para una vía férrea con rieles UIC 54 y tráfico medio o moderado, los aparatos de vía que contenga tendrán un promedio de 10 años de vida útil.

4.3.3. Sistema Integral:

A fines de separar los costos de Inversión, el sistema integral se dividió en dos ramas: El sistema de alimentación y el Sistema de Señalización y Telecomunicaciones.

El sistema de Alimentación corresponde a los equipos de electrificación y corriente para generar el movimiento de los vehículos ferroviarios eléctricos. En las tablas 21 y 22, se reúnen los costos de inversión de dos tipos de alimentación eléctrica: la primera, mediante Subestaciones de Tracción; y la segunda, a través de Catenaria, para cada sistema de las tablas 21 y 22, se presenta varios tipos de corriente: un caso es el AC que significa Corriente Alterna; Y el otro caso es el DC: que quiere decir corriente continua. Los costos están expresados en millones de Euros por kilómetro lineal. El factor de actualización, utilizado para obtener los costos de inversión al año 2008, es el correspondiente a electrificación, cuyo valor es 1,169.

Tabla 21. Costos de inversión para Sistema Integral: Subestaciones de Tracción.

Subestaciones de Tracción				
Corriente de Tracción	Rango de Costos para el año 2000	Costo de referencia para el año 2000	Rango de Costos actualizado para el año 2008	Costo de referencia actualizado para el año 2008
Unidades	MM € / KM	MM € / KM	MM € / KM	MM € / KM
AC: 25 kV, 50Hz o 60 Hz	0,15 a 0,3	0,2	0,17 a 0,35	0,2
AC: 15 kV, 16 2/3Hz	0,2 a 0,5	0,3	0,2 a 0,6	0,4
DC: 3 kV o 1,5 kV	0,2 a 0,5	0,3	0,2 a 0,6	0,4

Tabla 22. Costos de inversión para Sistema Integral: Catenaria.

Catenaria				
Corriente de Tracción	Rango de Costos para el año 2000	Costo de referencia para el año 2000	Rango de Costos actualizado para el año 2008	Costo de referencia actualizado para el año 2008
Unidades	MM € / KM	MM € / KM	MM € / KM	MM € / KM
Máxima Velocidad de 100 km/h				
AC: 25 kV, 50Hz o 60 Hz	0,1 a 0,2	0,15	0,1 a 0,2	0,2
AC: 15 kV, 16 2/3Hz				
DC: 3 kV	0,12 a 0,3	0,17	0,1 a 0,4	0,2
DC: 1,5 kV	0,15 a 0,3	0,2	0,2 a 0,4	0,2
Máxima Velocidad de 300 km/h				
AC: 25 kV, 50Hz o 60 Hz	0,15 a 0,3	0,2	0,2 a 0,4	0,2
AC: 15 kV, 16 2/3Hz				

- Señalización y Telecomunicaciones:

La señalización en una vía férrea comprende a los distintos sistemas de control y protección de los ferrocarriles. Los sistemas ATP y ATC son los q vigilan y controlan el tren, mediante señales que se generan por cabina y capaces de frenar el tren automáticamente, en caso de no obtener respuesta. La tabla 23 contiene los costos de Inversión para algunos de estos sistemas de señalización, expresadas en Millones de Euros por unidad de sistema instalado y actualizados con el factor correspondiente a señalización y telecomunicaciones, cuyo valor es 1,221.

Tabla 23. Costos de inversión para Sistema Integral: Señalización.

Sistemas y Elementos	Rango de Costos para el año 2000	Costo de referencia para el año 2000	Rango de Costos actualizado para el año 2008	Costo de referencia actualizado para el año 2008
Unidades	**MM € / Unidad**	**MM € / Unidad**	**MM € / Unidad**	**MM € / Unidad**
Punto Repetidor de Señales (Sistema de Protección Automático del tren, ATP)				
* Por señal	0,01 a 0,04	0,02	0,01 a 0,05	**0,02**
* Por Unidad de Tracción	0,01 a 0,05	0,03	0,01 a 0,06	**0,04**
Señal de Cabina (control automatico del tren, ATC) con transmisión por circuito de vía o por cables instalados entre los rieles.				
* Por bloque de sección	0,2 a 0,4	0,30	0,2 a 0,5	**0,37**
* Por Unidad de Tracción	0,03 a 0,1	0,05	0,04 a 0,1	**0,06**
Cruce a nivel con con barrera automática propia				
* En vía simple	0,2 a 0,4	0,20	0,2 a 0,5	**0,24**
* En vía doble	0,3 a 0,5	0,30	0,4 a 0,6	**0,37**
Cruce a nivel con señales acústica y de luz	0,02 a 0,04	0,03	0,02 a 0,05	**0,04**
Cruce a nivel con cuatro barreras automáticas	0,3 a 1	0,70	0,3 a 1,2	**0,85**

El sistema de telecomunicaciones permite la interconexión entre el tren y centro de control y operación del mismo. En la tabla 24, se muestran los costos de inversión promedio para algunos de estos sistemas básicos, expresados en millones de Euros por kilómetros lineales para cables y conexión radial. En el caso de Sistemas Automáticos de Bloqueo la unidad utilizada es, millones de Euros por sección de bloqueo.

Tabla 24. Costos de inversión para Sistema Integral: Señalización.

Elementos y Sistemas	Rango de Costos para el año 2000	Costo de referencia para el año 2000	Rango de Costos actualizado para el año 2008	Costo de referencia actualizado para el año 2008
Unidades	**MM € / KM**	**MM € / KM**	**MM € / KM**	**MM € / KM**
Cableado				
* En Tráfico Liviano	0,03 a 0,1	0,05	0,04 a 0,1	**0,06**
* En Tráfico Pesado	0,05 a 0,3	0,1	0,06 a 0,4	**0,12**
Conexión por Radio entre Despachador y Trenes				
* Por Kilómetro lineal	0,01 a 0,02	0,015	0,01 a 0,02	**0,02**
* Por Unidad de Tracción	0,03 a 0,05	0,04	0,04 a 0,06	**0,05**
Sistema Automático en Bloque (sin cables)				
Unidades	**MM € / Sección de bloque**	**MM € / Sección de bloque**	**MM € / Sección de bloque**	**MM € / Sección de bloque**
* Por bloque de sección usada en una dirección	0,1 a 0,3	0,15	0,1 a 0,4	**0,18**
* Por bloque de sección usada en ambas direcciónes (vía doble o simple)	0,2 a 0,5	0,3	0,2 a 0,6	**0,37**

✓ Vida Útil de Sistema Integral:

La tabla 25, reúne un rango aproximado de vida útil y años de referencia de la durabilidad que pueden tener algunos equipos y sistemas de alimentación, señalización y telecomunicaciones.

Tabla 25. Vida Útil para Sistema Integral.

Estructuras	Rango de vida útil en Años	Años de Referencia de la Vida Util
Subestaciones de Tracción		
* Obras civiles	40 a 80	60
* Equipos eléctricos	20 a 50	40
Catenaria		
* Catenaria	30 a 50	40
* De contacto con alambre	5 a 30	-
Equipos eléctricos de bajo voltaje	20 a 40	30
Equipos de seguridad y senalización	15 a 40	30
Equipos de telecomunicaciones	10 a 30	20

4.3.4. Material Rodante:

El material rodante de un sistema ferroviario conforma todos los vehículos que transitan por las vías férreas. El costo de inversión del material rodante compone un gran porcentaje de la inversión total.

A continuación, se describen los costos de inversión de algunos vehículos ferroviarios, clasificándolos por el tipo de tracción. Las referencias presentadas a continuación para el año 2000, se actualizaron con el factor correspondiente a material rodante, cuyo valor es 1,201 que se puede encontrar en la tabla 7.

- Locomotoras diesel

En las tablas 26 y 27, se refleja el costo de inversión en locomotoras diesel hechas en Norte América y locomotoras eléctricas, respectivamente.

Tabla 26. Costos de inversión para Material Rodante: Locomotoras Diesel Norteamericanas.

Locomotoras diesel Norteamericanas	Rango de Costos para el año 2000	Costo de referencia para el año 2000	Rango de Costos actualizado para el año 2008	Costo de referencia actualizado para el año 2008
Unidades	**MM €/HP**	**MM €/HP**	**MM €/HP**	**MM €/HP**
Eje de carga igual o menor que 23 toneladas metricas	0,0003 a 0,0005	0,0004	0,0004 a 0,0006	**0,0005**

- Locomotoras Eléctricas

Tabla 27. Costos de inversión para Material Rodante: Locomotoras Eléctricas.

Locomotoras Eléctricas	Rango de Costos para el año 2000	Costo de referencia para el año 2000	Rango de Costos actualizado para el año 2008	Costo de referencia actualizado para el año 2008
Unidades	**€/KW**	**€/KW**	**€/KW**	**€/KW**
Locomotoras	0,0010 a 0,0015	0,0012	0,0012 a 0,0018	**0,0014**
Locomotoras de maniobra	0,0015 a 0,0025	0,0020	0,0018 a 0,003	**0,0024**

- Coches de pasajeros

En la tabla 28, se presentan los costos de referencia y los rangos de Coches de pasajeros expresados en millones de Euros por coche.

Tabla 28. Costos de inversión para Material Rodante: Coches.

Coches de Pasajeros	Rango de Costos para el año 2000	Costo de referencia para el año 2000	Rango de Costos actualizado para el año 2008	Costo de referencia actualizado para el año 2008
Unidades	**MM €/Coche**	**MM €/Coche**	**MM €/Coche**	**MM €/Coche**
Coches de pasajeros	1 a 1,6	1,3	1,2 a 1,92	**1,6**
Coches de pasajeros de doble piso	1,4 a 2	1,6	1,7 a 2,4	**1,9**
Coches de descanso/cama	1,3 a 1,7	1,5	1,6 a 2	**1,8**
Coche Dormitorios	1,4 a 2	1,6	1,7 a 2,4	**1,9**
Coche Dormitorios de doble piso	2,1 a 2,5	2,3	2,5 a 3	**2,8**
Coche Restaurante	1,8 a 2,2	2,0	2,2 a 2,6	**2,4**

- Vagones o carros de carga

En la tabla 29 y 30 presentaremos los costos de referencia y los rangos de vagones o carros de carga europeos y Norte-americanos.

✓ Vagones de carga Europeos:

Tabla 29. Costos de inversión para Material Rodante: Vagones de Carga Europeos

Vagones Europeos	Rango de Costos para el año 2000	Costo de referencia para el año 2000	Rango de Costos actualizado para el año 2008	Costo de referencia actualizado para el año 2008
Unidades	**Miles €/Vagón**	**Miles €/Vagón**	**Miles €/Vagón**	**Miles €/Vagón**
Vagón puertas corredizas	100 a 140	120	120,1 a 168,1	**144**
Vagón abierto	50 a 75	65	60,1 a 90,1	**78**
Vagón Planos	50 a 75	65	60,1 a 90,1	**78**
Vagón Tolva abierto	60 a 90	75	72,1 a 108,1	**90**
Vagón Tolva cubierto	70 a 100	80	84,1 a 120,1	**96**
Vagón Cubierto para el transporte de bobinas matálicas	70 a 100	80	84,1 a 120,1	**96**
Vagones Cisternas para productos petroliferos	40 a 60	50	48 a 72,1	**60**

✓ Vagones de carga Norte-americanos

Tabla 30. Costos de inversión para Material Rodante: Vagones de Carga Norteamericanos

Vagones Norte-americanos	Rango de Costos para el año 2000	Costo de referencia para el año 2000	Rango de Costos actualizado para el año 2008	Costo de referencia actualizado para el año 2008
Unidades	**Miles €/Vagón**	**Miles €/Vagón**	**Miles €/Vagón**	**Miles €/Vagón**
Vagones Cubiertos	39,7 a 52,9	46,3	47,6 a 63,5	**55,6**
Vagón Planos	26,4 a 33,1	29,7	31,7 a 39,7	**35,7**
Vagón Plano, servicio especial	26,4 a 66,1	33,0	31,7 a 79,4	**39,7**
Vagones Tolvas	26,4 a 39,7	33,0	31,7 a 47,6	**39,7**
Tolvas para carbón	26,4 a 39,7	33,0	31,7 a 47,6	**39,7**
Vagón Tolva abierto	26,4 a 39,7	33,0	31,7 a 47,6	**39,7**
Vagón Tolva cubierto	33,1 a 39,7	36,4	39,7 a 47,6	**43,7**
Vagones Cisternas	23,1 a 33,1	26,4	27,8 a 39,7	**31,8**
Portador de carros de dos niveles	29,7 a 36,4	33,0	35,7 a 43,7	**39,7**
Vagón Cubierto para el transporte de bobinas matálicas	42,9 a 49,6	46,3	51,6 a 59,5	**55,5**

- Equipo para transporte combinado:

Para el equipo de transporte combinado tenemos varios tipos de vagones, en la tabla 31 se muestran los costos de referencia y rangos del año 2000 y los actualizados para el año 2008.

✓ Vagones:

Tabla 31. Costos de inversión para Material Rodante: Equipo para transporte combinado

Equipo para Transporte combinado	Rango de Costos para el año 2000	Costo de referencia para el año 2000	Rango de Costos actualizado para el año 2008	Costo de referencia actualizado para el año 2008
Unidades	**Miles €/Unidad**	**Miles €/Unidad**	**Miles €/Unidad**	**Miles €/Unidad**
Vagones Planos para contenedores	50 a 80	65	60,1 a 96,1	**78**
Vagones Planos articulados para contenedores, 32m.	80 a 110	100	96,1 a 132,1	**120**
Vagones para el transporte de semiremolques.	70 a 100	85	84,1 a 120,1	**102**
Vagones de Baja carga con 2 bogies de 4 ejes para el transporte de combinaciones de semiremolque	120 a 140	130	84,1 a 120,1	**156**
Vagones ultrabajos con dos boggies con 5 ejes o con tres ejes con 4 ejes	150 a 180	160	180,2 a 216,2	**192**
Vagón plano norteamericano para el transporte de 2 semiremolques.	26,4 a 33,1	29,7	31,8 a 39,7	**35,7**

- Otros equipos:

Tabla 32. Costos de inversión para Material Rodante: Otros Equipos

Otros equipos	Rango de Costos para el año 2000	Costo de referencia para el año 2000	Rango de Costos actualizado para el año 2008	Costo de referencia actualizado para el año 2008
Unidades	**MM €/Unidad**	**MM €/Unidad**	**MM €/Unidad**	**MM €/Unidad**
Grúa vial para manipulación de contenedores, etc	0,3 a 1	0,5	0,4 a 1,2	**0,6**
Grúa de carriles de rieles para manipular contenedores, etc.	1 a 3	2	1,2 a 3,6	**2,4**
Grúa de carga para manipular contenedores	0,3 a 1	0,5	0,4 a 1,2	**0,6**

Tabla 33. Costos de inversión para Material Rodante: Otros Equipos

Otros equipos	Rango de Costos para el año 2000	Costo de referencia para el año 2000	Rango de Costos actualizado para el año 2008	Costo de referencia actualizado para el año 2008
Unidades	**Miles €/Unidad**	**Miles €/Unidad**	**Miles €/Unidad**	**Miles €/Unidad**
Contenedor ISO 20 '(6m)	2,5 a 5	4	3 a 6	**6**
Contenedor ISO 40' (12m)	4 a 6	5	4,8 a 7,2	**6**
Caja Móvil (7m)	5 a 8	7	6 a 9,6	**8**
Caja Móvil (12m)	8 a 12	10	9,6 a 14,4	**12**
Semiremolque (70m3)	20 a 40	30	24 a 48	**36**
Vagón Bimodal Carretero Ferroviario	40 a 60	50	48 a 72	**60**

✓ Vida útil de material rodante

En la tabla 34 se muestra los rangos y promedio de la vida útil de material rodante:

Tabla 34. Vida Útil de Material Rodante.

Material Rodante	Rango de vida útil en Años	Años de Referencia de la Vida Util
Vagones o Carros de carga	10 a 25	**20**
Vagones de carga baja para transportar.	10 a 20	**15**
Gruas, camiones para levantar carga.	5 a 15	**10**
ISO contenedores, remolques.	6 a 12	**8**
Locomotoras, EMU y vagones	15 a 40	**30**
Locomotora diesel	15 a 30	**20**
Coche de pasajeros	15 a 40	**25**

CAPÍTULO V
BASE DE CÁLCULO PARA EL ESTIMADO DE COSTOS DE INVERSIÓN DE UN SISTEMA FERROVIARIO

La metodología de costos de Inversión fue desarrollada en base a la elaboración de hojas de cálculo en el programa Microsoft Excel, sobre la cual luego de reunir los costos paramétricos referenciales en una base de datos, se procedió a la actualización de las referencias paramétricas de costos de inversión de los diferentes sistemas que conforman un Sistema Ferroviario al año 2008; para ello se utilizaron los índices de actualización expuestos en las tablas 6 y 7.

A los fines de contar con una metodología abierta, se proponen dos formatos, en Excel, ambas contienen la misma base de datos y programación de celdas, con la diferencia en la selección de los precios unitarios en Euros, la primera limita al usuario a trabajar con los tres valores propuestos que corresponden al valor mínimo, valor de referencia y valor máximo del rubro; y la segunda a usar cualquier valor comprendido en el rango de precios que corresponda a cada elemento de selección. En resumen, la Metodología para el Estimado de los Costos de Inversión de un Sistema Ferroviario se elaboró en dos versiones: la primera denominada "Metodología de Costos, Valores Límites" y la Segunda de nombre "Metodología de Costos, Valores Variables".

La conformación de la base de datos en Excel representa la matriz de arranque de la metodología para el Estimado de los costos de Inversión de un Sistema Ferroviario. La base de datos es una hoja de cálculo en Excel, que contiene de manera compacta y completa, toda la información de costos paramétricos referenciales y rangos de costos, reunidos en esta investigación, es decir, las referencias desde la tabla 8 hasta la tabla 33, excluyendo la información de vida útil. Y además contiene las referencias actualizadas al año 2008 en

dólares y bolívares fuertes, aplicando las tasas de cambio publicadas por el Banco Central de Venezuela a la fecha del 27 de Febrero del 2008 para hacer el cambio de moneda correspondiente. Las tablas 35, 36, 37, 38 anexas en hojas doble carta, muestran la base de datos completa de la metodología, para elementos: de Infraestructura y Superestructura, (tablas 35 y 36); Sistema Integral (Tabla 37); Material Rodante y Estudios que conforman la Tabla 38.

El siguiente paso, fue la elaboración de cuatro hojas de cálculo que contienen en detalle y por separado cada elemento de un sistema ferroviario (Infraestructura, Superestructura, Sistema Integral y Material Rodante) y las celdas correspondientes a Cantidades de Obras, Kilómetros de Vía y Moneda. Cada hoja contiene una breve descripción de los elementos que la componen y los precios referenciales por cada unidad para las tres monedas usadas (€, $ y BsF.); una columna de totales de costos de Inversión para cada elemento y de subtotales para cada grupo de elementos comunes. Se plantea la elección de tres valores para cada rubro a juicio del usuario, el valor límite mínimo, el costo referencial y el valor límite máximo. El objetivo es que el usuario elija el valor más conveniente según su criterio. Al final de la hoja de cálculo se muestran unas celdas debidamente programadas que indican el costo total de inversión para cada el componente ferroviaria al que ella representa, (Infraestructura, Superestructura, Sistema Integral y Material Rodante) y una celda que contiene el costo por kilómetro de vía férrea para cada componente. . Las hojas descritas se presentan en las tablas 39, 40, 41, 42,43 y 45 anexas como hojas doble carta.

Finalmente, la metodología se compone de una hoja de cálculo denominada Resumen que contiene todos los costos subtotales de inversión para grupo de elementos comunes de cada hoja de componente ferroviario. El resumen, muestra de manera organizada los costos totales de inversión y el porcentaje que representa cada componente ferroviario sobre la inversión total. Además se incluyen los costos de inversión del estudio de factibilidad, estudio

preliminar y el porcentaje correspondiente al costo del proyecto, en un rango de selección entre el 1 y 3%. Al final de la hoja resumen se muestra el Costo Estimado de Inversión Total del Sistema Ferroviario bajo estudio y a nivel de planificación, el cual es el resultado de la sumatoria de todos los subtotales calculados para cada grupo. La hoja resumen se muestra en la tabla 43, anexa como hoja doble carta.

Adicionalmente, se elaboraron:

- ✓ Una hoja de gráficos que contempla los resultados de los costos de inversión para cada elemento ferroviario, organizados por infraestructura, superestructura, sistema integral y material rodante.
- ✓ Y una hoja de gráfico del Costo de Inversión total correspondiente al sistema ferroviario.

Estos gráficos son circulares y representan la composición en porcentajes de los costos de Inversión para cada grupo de elementos ferroviarios.

A continuación, se muestran las tablas correspondientes al formato de las dos versiones de la Metodología para el Estimado de los Costos de Inversión de un Sistema Ferroviario, iniciando con las tablas de base de datos (tablas: 35, 36, 37 y 38), seguido de las tablas correspondientes al detalle de cada elemento del sistema ferroviario con sus cantidades de obra (tablas: 39, 40, 41, 42, 43, 44 y 45); y finalizando con la tabla de "Hoja Resumen" (46).

1. **DATOS BÁSICOS DEL SISTEMA**

Kilometraje de Vía	
Moneda	Euros (€)

2. **COSTOS ESTIMADOS DE INVERSION DE ELEMENTOS DE INFRAESTRUCTURA DEL SISTEMA FERROVIARIO, ACTUALIZADOS AL AÑO 2008:**

PLATAFORMA FERROVIARIA EN TOPOGRAFÍA FÁCIL

CODIGO	Condiciones		Unid.	Cantidades de Obra	Precio Unitario Euros (€)	Precio Unitario Dólar ($)	Precio Unitario Bolívares Fuertes (BsF)	TOTAL EN MILLONES DE EUROS (€)
	Tipo de Vía	Máxima Velocidad						
	Unidades	Km/h						
1001	Línea vía	≤100	Km			0,000	0,000	0,000
1002	Doble vía y una sola formación	≤100	Km			0,000	0,000	0,000
1003		≤200	Km			0,000	0,000	0,000
					SUBTOTAL EN MILLONES DE €			0,000

PLATAFORMA FERROVIARIA EN TOGRAFIA MEDIA

CODIGO	Condiciones		Unid.	Cantidades de Obra	Precio Unitario Euros (€)	Precio Unitario Dólar ($)	Precio Unitario Bolívares Fuertes (BsF)	TOTAL EN MILLONES DE EUROS (€)
	Tipo de Vía	Máxima Velocidad						
	Unidades	Km/h						
1004	Línea vía	≤100	Km			0,000	0,000	0,000
1005	Doble vía y una sola formación	≤100	Km			0,000	0,000	0,000
1006		≤200	Km			0,000	0,000	0,000
					SUBTOTAL EN MILLONES DE €			0,000

PLATAFORMA FERROVIARIA EN TOGRAFIA DÍFICIL

CODIGO	Condiciones		Unid.	Cantidades de Obra	Precio Unitario Euros (€)	Precio Unitario Dólar ($)	Precio Unitario Bolívares Fuertes (BsF)	TOTAL EN MILLONES DE EUROS (€)
	Tipo de Vía	Máxima Velocidad						
	Unidades	Km/h						
1007	Línea vía	≤100	Km			0,000	0,000	0,000
1008	Doble vía y una sola formación	≤100	Km			0,000	0,000	0,000
1009		≤200	Km			0,000	0,000	0,000
					SUBTOTAL EN MILLONES DE €			0,000

TÚNELES

CODIGO	Tipo de Vía	Unid.	Cantidades de Obra	Precio Unitario Euros (€)	Precio Unitario Dólar ($)	Precio Unitario Bolívares Fuertes (BsF)	TOTAL EN MILLONES DE EUROS (€)
1010	Vía simple	Km			0,000	0,000	0,000
1011	Vía doble	Km			0,000	0,000	0,000
				SUBTOTAL EN MILLONES DE €			0,000

PUENTES Y/O VIADUCTOS

CODIGO	Tipo de Vía	Unid.	Cantidades de Obra	Precio Unitario Euros (€)	Precio Unitario Dólar ($)	Precio Unitario Bolívares Fuertes (BsF)	TOTAL EN MILLONES DE EUROS (€)
1012	Luz Corta y Fundación Fácil	Km			0,000	0,000	0,000
1013	Luz Larga y Fundación Difícil	Km			0,000	0,000	0,000
				SUBTOTAL EN MILLONES DE €			0,000

BARRERAS ANTI-RUIDO

CODIGO	Condiciones	Unid.	Cantidades de Obra	Precio Unitario Euros (€)	Precio Unitario Dólar ($)	Precio Unitario Bolívares Fuertes (BsF)	TOTAL EN MILLONES DE EUROS (€)
1014	A un lado de la vía (s)	Km			0,000	0,000	0,000
1015	Ambos lados de la vía (s)	Km			0,000	0,000	0,000
				SUBTOTAL EN MILLONES DE €			0,000

CRUCE CON LA VÍA FERREA

CODIGO	Condiciones	Unid.	Cantidades de Obra	Precio Unitario Euros (€)	Precio Unitario Dólar ($)	Precio Unitario Bolívares Fuertes (BsF)	TOTAL EN MILLONES DE EUROS (€)
1016	Con Carralara Elevada	Unidad			0,000	0,000	0,000
1017	Con Carretera Subterránea	Unidad			0,000	0,000	0,000
1018	Con Autopista, elevada o Subterránea	Unidad			0,000	0,000	0,000
				SUBTOTAL EN MILLONES DE €			0,000

ESTACIONES

CODIGO	Descripción	Unid.	Cantidades de Obra	Precio Unitario Euros (€)	Precio Unitario Dólar ($)	Precio Unitario Bolívares Fuerte (BsF)	TOTAL EN MILLONES DE EUROS (€)
1019	Estación Intermedia con una vía de cruce sobre una vía simple, sin señalización y sin ninguna otra estructura	Unidad			0,000	0,000	0,000
1020	Estación Intermedia con vía de paso sobre una vía simple, con control y señalización, sin ninguna otra estructura	Unidad			0,000	0,000	0,000
1021	Estación de doble vía (4 cambiavías) con señalización y control a distancia (CTC).	Unidad			0,000	0,000	0,000
1022	Estación con dos vías de transito y dos vías de precedencia, con señalización	Unidad			0,000	0,000	0,000
1023	Estación Grande de Pasajeros	Unidad			0,000	0,000	0,000
				SUBTOTAL EN MILLONES DE €			0,000

OTRAS ESTRUCTURAS Y EDIFICACIONES

CODIGO	Descripción	Unid.	Cantidades de Obra	Precio Unitario Euros (€)	Precio Unitario Dólar ($)	Precio Unitario Bolívares Fuerte (BsF)	TOTAL EN MILLONES DE EUROS (€)
1024	Paso elevado	Unidad			0,000	0,000	0,000
1025	INTERPUERTO: Gran estación de Mercancias con patio de recepción y despacho de trenes, y patio de clasificación.	Unidad			0,000	0,000	0,000
1026	Terminal para Transporte Combinado	Unidad			0,000	0,000	0,000
				SUBTOTAL EN MILLONES DE €			0,000

TOTAL EN MILLONES DE EUROS (€) DE INFRAESTRUCTURA	0,000
TOTAL EN MILLONES DE EUROS (€) DE INFRAESTRUCTURA POR KILÓMETRO DE VÍA FÉRREA	#¡DIV/0!

1. **DATOS BÁSICOS DEL SISTEMA**

Kilometros de Vía:	1102,7
Moneda:	Euros (€)

2. **CDSTOS ESTIMADOS DE INVERSION DE ELEMENTOS DE SUPERESTRUCTURA DEL SISTEMA FERROVIARIO, ACTUALIZADOS AL AÑO 2008:**

VIA FERREA (SEGÚN TIPOS DE RIELES)

CODIGO	Descripción	Unid.	Cantidades de Obra	Precio Unitario Euros (€)	Precio Unitario Dólar ($)	Precio Unitario Bolívares Fuertes (BsF)	TOTAL EN MILLONES DE EUROS (€)
2001	Riel tipo 54 Kg/m	Km			0,000	0,000	0,000
2002	Riel tipo 60 Kg/m	Km			0,000	0,000	0,000
2003	Riel tipo 71 Kg/m	Km			0,000	0,000	0,000
				SUBTOTAL EN MILLONES DE €			0,000

APARATOS DE VÍA

CODIGO	Descripción	Unid.	Cantidades de Obra	Precio Unitario Euros (€)	Precio Unitario Dólar ($)	Precio Unitario Bolívares Fuertes (BsF)	TOTAL EN MILLONES DE EUROS (€)
2004	Desvio tg 0,11 a 0,13 (1:8 a 1:9)	Unidad			0,000	0,000	0,000
2005	Cambio Intersección Doble tg 0,11 a 0,13 (1:8 a 1:9)	Unidad			0,000	0,000	0,000
2006	Desvio para velocidad elevada tg 0,06 a 0,05 (1:16 a 1:20)	Unidad			0,000	0,000	0,000
				SUBTOTAL EN MILLONES DE €			0,000

TOTAL EN MILLONES DE EUROS (€) DE SUPERESTRUCTURA	0,000
TOTAL EN MILLONES DE EUROS (€) DE SUPERESTRUCTURA POR KILÓMETRO DE VÍA FÉRREA	0,000

1. **DATOS BÁSICOS DEL SISTEMA**

Kilometros de Vía:	
Moneda:	Euros (€)

2. **COSTOS ESTIMADOS DE INVERSION DE ELEMENTOS DE SISTEMA INTEGRAL DEL SISTEMA FERROVIARIO, ACTUALIZADOS AL AÑO 2008:**

SUB- ESTACIONES DE TRACCIÓN

CODIGO	Descripción	Unid.	Cantidades de Obra	Precio Unitario Euros (€)	Precio Unitario Dólar ($)	Precio Unitario Bolívares Fuertes (BsF)	TOTAL EN MILLONES DE EUROS (€)
3001	tipo AC: 25 kV, 50Hz o 60Hz	MVA			0,000	0,000	0,000
3002	tipo AC: 15 kV, 16 2/3 Hz	MVA			0,000	0,000	0,000
3003	tipo DC: 1,5 kV o 3 kV	MVA			0,000	0,000	0,000
				SUBTOTAL EN MILLONES DE €			0,000

CATENARIA

CODIGO	Descripción	Unid.	Cantidades de Obra	Precio Unitario Euros (€)	Precio Unitario Dólar ($)	Precio Unitario Bolívares Fuertes (BsF)	TOTAL EN MILLONES DE EUROS (€)
3004	AC: 25 kV, 50Hz o 60Hz Velocidad de diseño ≤ 100 km/h	Km			0,000	0,000	0,000
3005	AC: 15 kV, 16 2/3 Hz Velocidad de diseño ≤ 100 km/h	Km			0,000	0,000	0,000
3006	DC: 3 kV Velocidad de diseño ≤ 100 km/h	Km			0,000	0,000	0,000
3007	DC: 1,5 kV Velocidad de diseño ≤ 100 km/h	Km			0,000	0,000	0,000
3008	AC 25 kV, 50Hz o 60Hz Velocidad de diseño ≤ 300 km/h	Km			0,000	0,000	0,000
3009	AC 15 kV, 16 2/3 Hz Velocidad de diseño ≤ 300 km/h	Km			0,000	0,000	0,000
				SUBTOTAL EN MILLONES DE €			0,000

CABLES PARA SEÑALIZACIÓN Y TELECOMUNICACIONES

CODIGO	Condiciones	Unid.	Cantidades de Obra	Precio Unitario Euros (€)	Precio Unitario Dólar ($)	Precio Unitario Bolívares Fuertes (BsF)	TOTAL EN MILLONES DE EUROS (€)
3010	Tráfico liviano	Km			0,000	0,000	0,000
3011	Tráfico pesado	Km			0,000	0,000	0,000
				SUBTOTAL EN MILLONES DE €			0,000

CONEXIÓN POR RADIO

CODIGO	Condiciones	Unid.	Cantidades de Obra	Precio Unitario Euros (€)	Precio Unitario Dólar ($)	Precio Unitario Bolívares Fuertes (BsF)	TOTAL EN MILLONES DE EUROS (€)
3012	Entre el despachador y los trenes por kilómetro de línea	Km			0,000	0,000	0,000
3013	Entre el despachador y los trenes por unidad tracción	unidad			0,000	0,000	0,000
				SUBTOTAL EN MILLONES DE €			0,000

SISTEMA AUTMÁTICO EN BLOQUE (SIN CABLES)

CODIGO	Condiciones	Unid.	Cantidades de Obra	Precio Unitario Euros (€)	Precio Unitario Dólar ($)	Precio Unitario Bolívares Fuertes (BsF)	TOTAL EN MILLONES DE EUROS (€)
3014	Por bloque de sección usada en una dirección	Bloque de Sección			0,000	0,000	0,000
3015	Por bloque de sección usada en ambas direcciónes (vía simple o doble)	Bloque de Sección			0,000	0,000	0,000
				SUBTOTAL EN MILLONES DE €			0,000

PUNTO REPETIDOR DE SEÑALES (PROTECCIÓN AUTOMÁTICA DEL TREN, ATP)

CODIGO	Condiciones	Unid.	Cantidades de Obra	Precio Unitario Euros (€)	Precio Unitario Dólar ($)	Precio Unitario Bolívares Fuertes (BsF)	TOTAL EN MILLONES DE EUROS (€)
3016	* Por señal	Unidad			0,000	0,000	0,000
3017	* Por unidad tracción	Unidad			0,000	0,000	0,000
				SUBTOTAL EN MILLONES DE €			0,000

SEÑAL DE CABINA (ATC) CON TRANSMISIÓN POR CIRCUITO DE VÍA O POR CABLES APOSTADOS EN LA VÍA

CODIGO	Condiciones	Unid.	Cantidades de Obra	Precio Unitario Euros (€)	Precio Unitario Dólar ($)	Precio Unitario Bolívares Fuertes (BsF)	TOTAL EN MILLONES DE EUROS (€)
3018	Por bloque de sección	Unidad			0,000	0,000	0,000
3019	Por unidad tracción	Unidad			0,000	0,000	0,000
				SUBTOTAL EN MILLONES DE €			0,000

CRUCES A NIVEL

CODIGO	Descripción	Unid.	Cantidades de Obra	Precio Unitario Euros (€)	Precio Unitario Dólar ($)	Precio Unitario Bolívares Fuertes (BsF)	TOTAL EN MILLONES DE EUROS (€)
3020	Con luz y señales acusticas	Unidad			0,00	0,00	0,000
3021	Con barreras propias automáticas en vía simple	Unidad			0,00	0,00	0,000
3022	Con barreras propias automáticas en vía doble	Unidad			0,00	0,00	0,000
3023	Con cuatro barreras automáticas	Unidad			0,00	0,00	0,000
				SUBTOTAL EN MILLONES DE €			0,000

TOTAL EN MILLONES DE EUROS (€) DE SISTEMA INTEGRAL	0,000

TOTAL EN MILLONES DE EUROS (€) DE SISTEMA INTEGRAL POR KILÓMETRO DE VÍA FÉRREA	#¡DIV/0!

1. DATOS BÁSICOS DEL SISTEMA

Número de Vía:	1
Moneda:	Euros (€)

2. COSTOS ESTIMADOS DE INVERSION DE ELEMENTOS DE MATERIAL RODANTE DEL SISTEMA FERROVIARIO, ACTUALIZADOS AL AÑO 2008:

LOCOMOTORAS DIESEL NORTE-AMERICANAS

CODIGO	Descripción	Unid.	Cantidades de Dbra	Precio Unitario Euros (€)	Precio Unitario Dólar ($)	Precio Unitario Bolívares Fuertes (BsF)	TOTAL EN MILLONES DE EUROS (€)
4001	Eje de carga igual o menor que 23 toneladas metricas	HP			0,0000	0,0000	0,000
				SUBTOTAL EN MILLONES DE €			0,000

LOCOMOTORAS ELÉCTRICAS

CODIGO	Descripción	Unid.	Cantidades de Obra	Precio Unitario Euros (€)	Precio Unitario Dólar ($)	Precio Unitario Bolívares Fuertes (BsF)	TOTAL EN MILLONES DE EUROS (€)
4002	Locomotoras	KW			0,0000	0,0000	0,000
4003	Locomotoras de maniobra	KW			0,0000	0,0000	0,000
				SUBTOTAL EN MILLONES DE €			0,000

COCHES DE PASAJEROS

CODIGO	Descripción	Unid.	Cantidades de Obra	Precio Unitario Euros (€)	Precio Unitario Dólar ($)	Precio Unitario Bolívares Fuertes (BsF)	TOTAL EN MILLONES DE EUROS (€)
4004	Coches de pasajeros	Coche			0,0	0,0	0,000
4005	Coches de pasajeros de doble piso	Coche			0,0	0,0	0,000
4006	Coches de descanso/cama	Coche			0,0	0,0	0,000
4007	Coche Dormitorios	Coche			0,0	0,0	0,000
4008	Coche Dormitorios de doble piso	Coche			0,0	0,0	0,000
4009	Coche Restaurante	Coche			0,0	0,0	0,000
				SUBTOTAL EN MILLONES DE €			0,000

VAGONES DE CARGA EUROPEOS

CODIGO	Descripción	Unid.	Cantidades de Obra	Precio Unitario Euros (€)	Precio Unitario Dólar ($)	Precio Unitario Bolívares Fuertes (BsF)	TOTAL EN MILLONES DE EUROS (€)
4010	Vegon puertas corredizas	Vagón			0,00	0,00	0,000
4011	Vagon abierto	Vagón			0,00	0,00	0,000
4012	Vagon Planos	Vagón			0,00	0,00	0,000
4013	Vagon Tolva abierto	Vagón			0,00	0,00	0,000
4014	Vegon Tolva cubierto	Vagón			0,00	0,00	0,000
4015	Vagon Cubierto para el transporte de bobinas matálicas	Vagón			0,00	0,00	0,000
4016	Vagones Cisternas para productos petroliferos	Vagón			0,00	0,00	0,000
				SUBTOTAL EN MILLONES DE €			0,000

VAGONES DE CARGA NORTE-AMERICANOS

CODIGO	Descripción	Unid.	Cantidades de Obra	Precio Unitario Euros (€)	Precio Unitario Dólar ($)	Precio Unitario Bolívares Fuertes (BsF)	TOTAL EN MILLONES DE EUROS (€)
4017	Vagones Cubiertos	Vagón			0,000	0,000	0,000
4018	Vagon Planos	Vagón			0,000	0,000	0,000
4019	Vagon Plano, servicio especial	Vagón			0,000	0,000	0,000
4020	Vegones Tolvas	Vagón			0,000	0,000	0,000
4021	Tolvas para carbon	Vagón			0,000	0,000	0,000
4022	Vagon Tolva abierto	Vagón			0,000	0,000	0,000
4023	Vagon Tolva cubierto	Vagón			0,000	0,000	0,000
4024	Vagones Cisternas	Vagón			0,000	0,000	0,000
4025	Portador de carros de dos niveles	Vagón			0,000	0,000	0,000
4026	Vagon Cubierto para el transporte de bobinas matálicas	Vagon			0,000	0,000	0,000
				SUBTOTAL EN MILLONES DE €			0,000

EQUIPO PARA TRANSPORTE COMBINADO

CODIGO	Descripción	Unid.	Cantidades de Obra	Precio Unitario Euros (€)	Precio Unitario Dólar ($)	Precio Unitario Bolívares Fuertes (BsF)	TOTAL EN MILLONES DE EUROS (€)
4027	Vagones Planos para contanedores	Unidad			0,000	0,000	0,000
4028	Vagones Planos articulados para contenedores, 32m.	Unidad			0,000	0,000	0,000
4029	Vagones para el transporte de semiremolques.	Unidad			0,000	0,000	0,000
4030	Vagónes de Baja carga con 2 bogies de 4 ejes para el transporte de combinaciones de semiremolqua	Unidad			0,000	0,000	0,000
4031	Vagones ultrabajos con dos boggies con 5 ejes o con tres ejes con 4 ejes	Unidad			0,000	0,000	0,000
4032	Vagon plano norteamericano para el transporte de 2 semiremolques.	Unidad			0,000	0,000	0,000
				SUBTOTAL EN MILLONES DE €			0,000

OTROS EQUIPOS

CODIGO	Descripción	Unid.	Cantidades de Obra	Precio Unitario Euros (€)	Precio Unitario Dólar ($)	Precio Unitario Bolívares Fuertes (BsF)	TOTAL EN MILLONES DE EUROS (€)
4033	Grúa vial para manipulación de contenedores, etc	Unidad			0,000	0,000	0,000
4034	Grúa ferroviaria para manipulación de contanedores, etc.	Unidad			0,000	0,000	0,000
4035	Grúa Porta Contenedores	Unidad			0,000	0,000	0,000
4036	Contenedor ISO 20 '(6m)	Unidad			0,000	0,000	0,000
4037	Contenedor ISO 40' (12m)	Unidad			0,000	0,000	0,000
4038	Caja Mobil (7m)	Unidad			0,000	0,000	0,000
4039	Caja Mobil (12m)	Unidad			0,000	0,000	0,000
4040	Semiremolque (70m3)	Unidad			0,000	0,000	0,000
4041	Vagon Bimodal Carretero Ferroviario	Unidad			0,000	0,000	0,000
				SUBTOTAL EN MILLONES DE €			0,000

TOTAL EN MILLONES DE EUROS (€) DE MATERIAL RODANTE	0,000
TOTAL EN MILLONES DE EUROS (€) DE MATERIAL RODANTE POR KILÓMETRO DE VÍA FÉRREA	#¡DIV/0!

Estudios

CODIGO	Estudios	Unid.	Cantidades de Obra	Precio Unitario Euros (€)	Precio Unitario Dólar ($)	Precio Unitario Bolívares Fuertes (BsF)	TOTAL EN MILLONES DE EUROS (€)
5001	ESTUDIO DE FACTIBILIDAD	Unidad	0		0,000	0,000	0,000
5002	ESTUDIO PRELIMINAR	Unidad	0		0,000	0,000	0,000

5.1. Manual de Usuario de Metodología de Costos de Inversión de un Sistema Ferroviario:

La metodología de costos de Inversión se desarrolló, en el programa Microsoft Excel, en dos versiones. Ambos archivos contienen en total diez hojas de cálculo que se nombran a continuación, en el mismo orden de aparición:

1.	Infraestructura	Hojas Dependientes, Interacción-Usuario
2.	Superestructura	
3.	Sistema Integral	
4.	Material Rodante y Estudios	
5.	Resumen	Hojas Dependientes
6.	Gráfico de Inversión Total	
7.	Gráficos	
8.	Índices de Actualización	Hojas Independientes, No Modificables
9.	Base de Datos	
10.	Tasas de Cambio BCV	

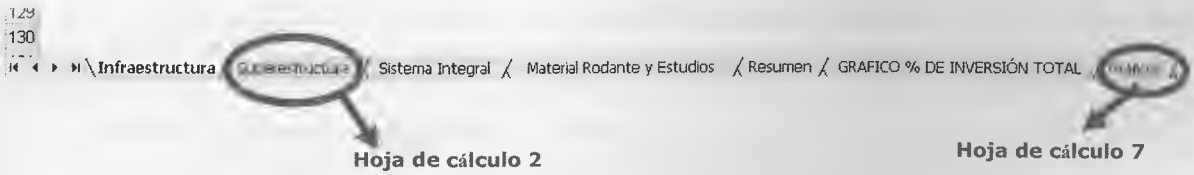

Figura 5. 1.Parte Inferior de Pantalla en el archivo de Excel.

Las Hojas de cálculo 8, 9 y 10 son elementos que funcionan como fundamento para realizar todas las operaciones que se introducen en las siguientes numeradas del 1 al 5. Por lo tanto no se podrán modificar por el usuario, al menos que se desee actualizar la información.

Las hojas de cálculo 1, 2, 3 y 4 son las de interacción con el usuario. Estas podrán ser modificadas tomando en cuenta las siguientes instrucciones de uso:

PASO 1 - Definición de los Kilómetros de Vía: en esta celda se debe colocar el número total de kilómetros del sistema ferroviario bajo estudio, deben ser valores mayores a cero, si no el sistema arrojara un error, tal como se muestra en la figura 5.2.

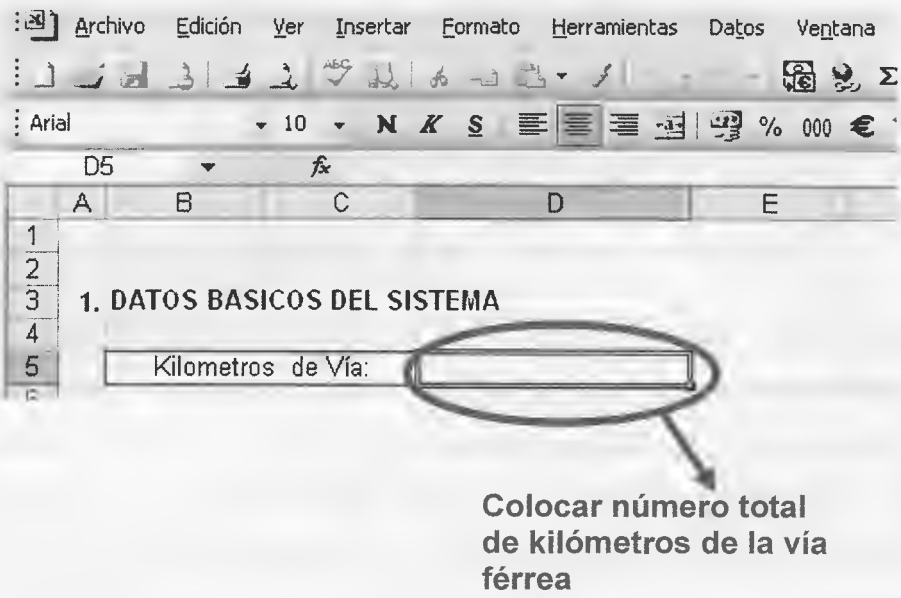

Figura 5. 2. Celda a colocar los kilómetros de Vía férrea.

PASO 2 - Selección de la moneda: seleccionando la celda continua a la de nombre **Moneda,** aparecerá una flecha que muestra una lista desplegable de opciones, entre las cuales se muestran las tres monedas con la que se trabajará en toda la metodología de costos, (Euros, Dólar y Bolívares fuertes), al seleccionarla, automáticamente el sistema tomará todas las operaciones en esa misma moneda. A continuación en la figura 5.3 se muestra el detalle.

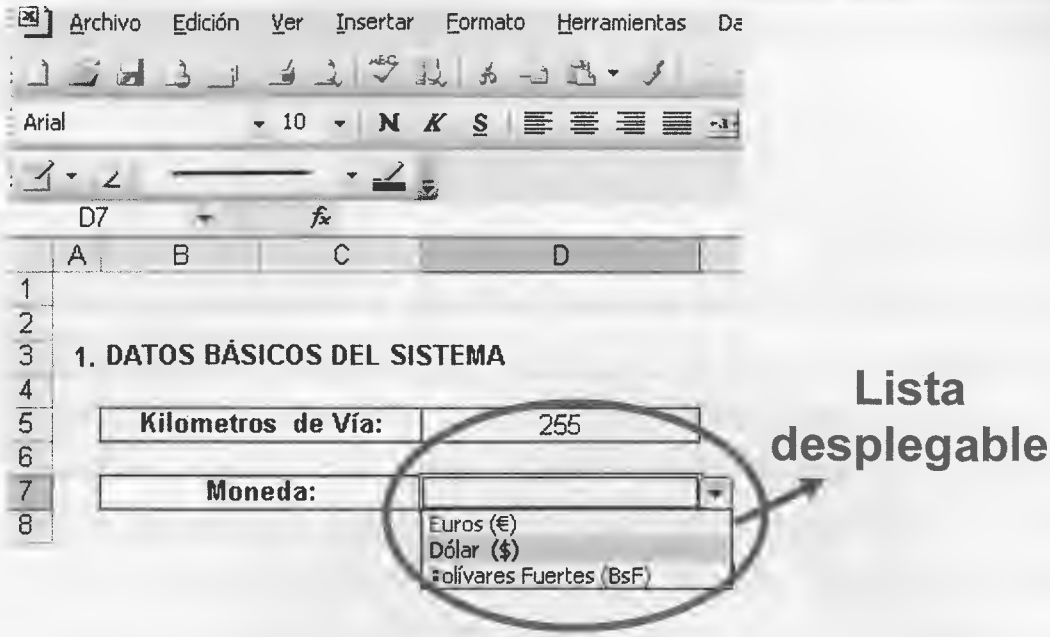

Figura 5. 3.Descripción de uso y selección de la moneda

La selección de la moneda en las cuatro hojas de cálculo debe ser la misma para todas, de manera que en la hoja resumen se pueda hacer la sumatoria de los subtotales de manera consistente. Sin embargo, se hace la advertencia sobre la necesidad de igualdad en las unidades monetarias en la celda de hoja resumen, como se muestra en la figura 5.4. Si alguna de las hojas tiene moneda diferente el sistema arrojara el siguiente error que se muestra en la figura 5.4.

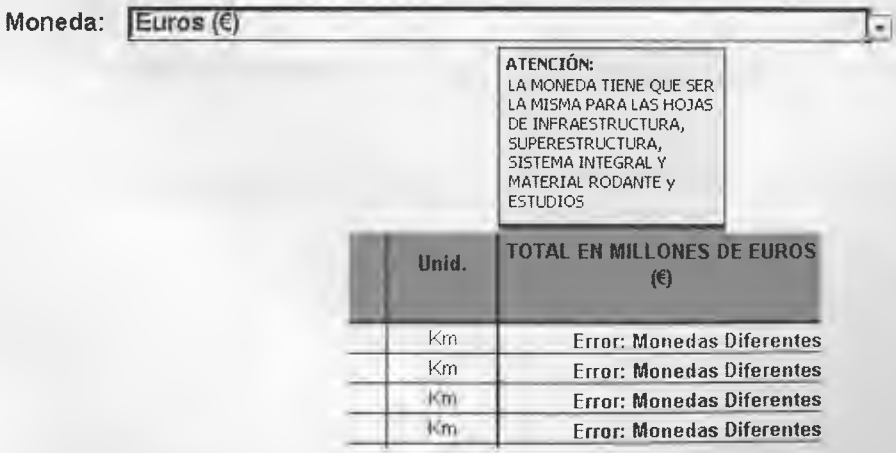

Figura 5. 4.Error por selección de diferentes monedas en cualquiera de las hojas

PASO 3 - Introducción de cantidades de obra y selección de precios unitarios referenciales por rubro:

La cantidad de obra es colocada directamente por el usuario en la casilla correspondiente al rubro, en la columna donde se indica cantidades de obra. Los precios son a juicio del usuario y se eligen para el caso de la Metodología de Costos, Valores límites de una lista desplegable, que contiene los valores mínimos, costo referencial y limite máximo de costo, como se muestra en la figura 5.5, para el caso de Metodología de Costos para Variables es colocada directamente por el usuario en la casilla correspondiente al rubro y previendo que el valor este dentro del rango designado y mostrado al seleccionar la celda, tal como se muestra en la figura 5.6.

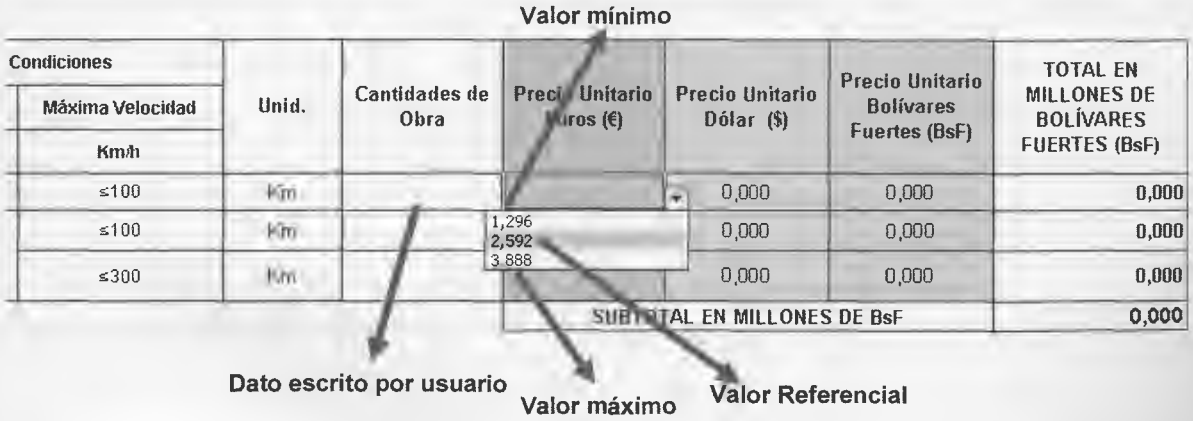

Figura 5. 5.Selección de cantidades de obra y precios en "Metodología de Costos, Valores límites"

PLATAFORMA FERROVIARIA EN TOPOGRAFÍA FÁCIL

CODIGO	Condiciones		Unid.	Cantidades de Obra	Precio Unitario en Millones Euros (€)	Precio Unitario en Millones Dólar ($)	Pre e E Fu
	Tipo de Vía	Máxima Velocidad					
	Unidades	Km/h					
1001	Una vía	≤100	Km			0,000	
1002	Doble vía y una sola formación	≤100	Km				
1003		≤300	Km				
							ONES DE

Costo Unitario en €
Valor de su preferencia entre 1,29 y 2,59

Se escribe la cifra comprendida en el rango

Muestra el rango

Figura 5. 6.Selección de cantidades de obra y precios en "Metodología de Costos para Variables"

Luego de estos tres pasos fundamentales, automáticamente serán calculados los Estimados de Costos de Inversión, y directamente se podrá acceder a la Hoja Resumen (5), el Gráfico de Inversión Total (6) y Gráficos (7) para ver los resultados.

CAPITULO VI

APLICACIÓN DE METODOLOGÍA PARA EL ESTIMADO DE COSTOS DE INVERSIÓN DE UN SISTEMA FERROVIARIO A UN CASO DE ESTUDIO

Para la aplicación de la Metodología para el Estimado de Costos de Inversión de un Sistema Ferroviario a un "Caso de Estudio", hemos seleccionado uno de los tramos que se considera prioritario a desarrollar en los próximos años dentro del Plan Ferroviario Nacional, correspondiente al denominado "Línea Eje Norte Llanero".

Dicho sistema de transporte contará con una longitud total aproximadamente 1.102,7 kilómetros, por toda la línea del eje norte llanero, iniciando desde la ciudad de San Cristóbal y terminando hasta Maturín, así como enlazando importantes ciudades como San Rafael del Piñal, Barinas, Guanare, Acarigua (se conectará con el Sistema Ferroviario del Centro Occidental), Tinaco, Dos Caminos, San Carlos, El sombrero, Pascua, Zaraza y Anaco, orientando a implementar un sistema intermodal para atraer el transporte de pasajeros y mercancías, garantizando la movilización tanto de pasajeros como de mercancías a menor costo y de manera más eficiente, y disminuyendo los costos de distintas actividades, así como las producciones industriales y minerales, las construcciones de infraestructura de transporte entre los países bilaterales, etc.

El tramo Tinaco-Anaco se localiza por las zonas nortes llaneras de Venezuela, iniciando desde Tinaco del Estado Cojedes en el oeste, hacia el este terminado hasta Anaco del Estado Anzoátegui. En la Figura 6.1 se muestra "Línea Eje Norte Llanero".

Figura 6. 1.Línea Eje Norte Llanera

Para realizar el estimado de costos de inversión fue necesario realizar una caracterización del Sistema Ferroviario, basada en datos reales y en algunos datos supuestos para aquellos casos en los cuales no se dispone de información.

6.1. Caracterización:

Entre las principales características del Sistema Ferroviario del Eje Norte Llanero, destacan:

Velocidad Máxima:	
Trenes de Pasajeros:	200 Km/h
Trenes de Carga:	120 Km/h
Número de Vías:	2 Vías
Pendiente Máxima:	6o/oo

Radio Mínimo:		3.500,00 m
	Excepcional	2.800,00 m
Número de Estaciones:		39 Unid.
Electrificación por catenaria:		25 Kv-50 Hz
Longitud Total de Línea:		**1.102,7 Km**.
Plataforma:		
Plataforma Ferroviaria en topografía fácil	(55% supuesto):	606,48 Km
Plataforma Ferroviaria en topografía media	(40% supuesto):	441,08 Km
Plataforma Ferroviaria en topografía difícil	(5% supuesto):	55,14 Km
Puentes y Viaductos:		80,06 Km
Luz Corta (60% supuesto)		48,04 Km
Luz Larga (40% supuesto)		32,02 Km
Túneles (Vía Doble):		4,39 Km
Barreras Anti-ruido	(supuesto)	15 Km
(Ambos la dos de la vía)		
INFRAESTRUCTURA:		
Cruce con la vía férrea		
Con carretera elevada		15unid
Con carretera subterránea		3 unid
Con autopista, elevada o subterránea		4 unid

Estaciones	39 unidades
Estación de doble vía (4 cambia-vías) con señalización y control a distancia (CTC).	20 unid
Estación con dos vías de transito y dos vías de precedencia, con señalización.	16 unid
Estación Grande de Pasajeros.	3 unid
Paso elevado:	3
Interpuertos:	2
Terminal para Transporte Combinado:	2
SUPERESTRUCTURA	
Vía férrea	2.205,4 Km
Riel tipo 60 Kg/m	
Aparatos de vía	520 unid
Desvío tg 0,11 a 0,13 (1:8 a 1:9)	(1cada2km)
SISTEMA INTEGRAL	
Sub- Estaciones	18 unid
tipo AC: 25 kV, 50Hz o 60Hz	(1cada60 km)
Catenaria	2.205,4 Km
AC 25 kV, 50Hz o 60Hz	
Cables para señalización y telecomunicaciones. .	1.102,7 km
Tráfico pesado	
Conexión por Radio	1.102,7 km

Entre el despachador y los trenes por kilómetro de línea	
Entre el despachador y los trenes por unidad tracción	38
Sistema Automático en bloque (sin cables)	220
Por bloque de sección usada e ambas direcciones	(1cada5km)
Punto repetidor de señales	
Por señal	220
Por unidad tracción	38
Señal de cabina	
Por bloque de sección	220
Por unidad tracción	38
MATERIAL RODANTE	
Locomotoras Eléctricas:	
Trenes de Pasajeros 2.000 Kw	12
Locomotora de Carga 2.000 Kw	20
Locomotoras de maniobra 1.500 Kw	6
Coches de Pasajeros:	
Coches de pasajeros	72
Coche Restaurante	12
Vagones de Carga:	
Vagones Cubiertos	40
Vagón Tolva abierto	30
Vagones Cisternas	20
Equipo para transporte combinado:	
Vagones Planos para contenedores	400

Otros Equipos:

Grúa ferroviaria para manipulación de contenedores.	2
Grúa Porta Contenedores	2

6.2. Estimados de costos de inversión del caso de estudio del Línea Eje Norte Llanero:

Al hacer la aplicación de los datos de cantidades de obras, expuestas en el punto 6.1, en la metodología para el estimado de costos de inversión de un sistema ferroviario, se obtienen órdenes de magnitud de costos de inversión que se muestran en las tablas 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53 y 54. Para el cálculo se tomó como unidad monetaria el Euro y como precios unitarios, los valores correspondientes a costos de referencia.

Luego de las tablas, se muestra un gráfico representativo de los costos de inversión obtenidos para el grupo de elementos de Infraestructura, Superestructura, Sistema integral y Material Rodante del proyecto del eje Norte llanero.

Se debe destacar que el caso de estudio corresponde a un proyecto que se estima sea desarrollado en los próximos años dentro del Plan Ferroviario Nacional, y muchos de los datos necesarios para estimar los costos de inversión fueron supuestos para la aplicación de la metodología, siendo esto un ejercicio de carácter académico para la demostración del funcionamiento de la metodología.

A continuación se muestran las tablas provenientes de las hojas de cálculo en Excel, que presentan toda la información detallada para el caso de estudio y los gráficos correspondientes.

1. DATOS BÁSICOS DEL SISTEMA

Kilometros de Vía	1102,7
Moneda	Euros (€)

2. COSTOS ESTIMADOS DE INVERSION DE ELEMENTOS DE INFRAESTRUCTURA DEL SISTEMA FERROVIARIO, ACTUALIZADOS AL AÑD 2008:

PLATAFORMA FERROVIARIA EN TOPOGRAFÍA FÁCIL

CODIGO	Condiciones		Unid.	Cantidades de Obra	Precio Unitario Euros (€)	Precio Unitario Dólar ($)	Precio Unitario Bolívares Fuertes (BsF)	TOTAL EN MILLONES DE EUROS (€)
	Tipo de Vía	Máxima Velocidad						
	Unidades	Km/h						
1001	Una vía	≤100	Km			0,000	0,000	0,000
1002	Doble vía y una sola formación	≤100	Km			0,000	0,000	0,000
1003		≤200	Km	306,485	7,689	9,380	12,552	2.358,121
					SUBTOTAL EN MILLONES DE €			2.358,121

PLATAFORMA FERROVIARIA EN TOGRAFIA MEDIA

CODIGO	Condiciones		Unid.	Cantidades de Obra	Precio Unitario Euros (€)	Precio Unitario Dólar ($)	Precio Unitario Bolívares Fuertes (BsF)	TOTAL EN MILLONES DE EUROS (€)
	Tipo de Vía	Máxima Velocidad						
	Unidades	Km/h						
1004	Una vía	≤100	Km			0,000	0,000	0,000
1005	Doble vía y una sola formación	≤150	Km			0,000	0,000	0,000
1006		≤200	Km	441,09	7,776	11,770	25,904	3.429,994
					SUBTOTAL EN MILLONES DE €			3.429,994

PLATAFORMA FERROVIARIA EN TOGRAFIA DÍFICIL

CODIGO	Condiciones		Unid.	Cantidades de Obra	Precio Unitario Euros (€)	Precio Unitario Dólar ($)	Precio Unitario Bolívares Fuertes (BsF)	TOTAL EN MILLONES DE EUROS (€)
	Tipo de Vía	Máxima Velocidad						
	Unidades	Km/h						
1007	Una vía	≤100	Km			0,000	0,000	0,000
1008	Doble vía y una sola formación	≤150	Km			0,000	0,000	0,000
1009		≤200	Km	55,155	25,821	39,232	84,348	1.429,164
					SUBTOTAL EN MILLONES DE €			1.429,164

TÚNELES

CODIGO	Tipo de Vía	Unid.	Cantidades da Obra	Precio Unitario Euros (€)	Precio Unitario Dólar ($)	Precio Unitario Bolívares Fuertes (BsF)	TOTAL EN MILLONES DE EUROS (€)
1010	Vía simple	Km	0		0,000	0,000	0,000
1011	Vía doble	Km	4,50	37,760	57,204	123,000	165,923
				SUBTOTAL EN MILLONES DE €			165,923

PUENTES Y/O VIADUCTOS

CODIGO	Tipo de Vía	Unid.	Cantidades de Obra	Precio Unitario Euros (€)	Precio Unitario Dólar ($)	Precio Unitario Bolívares Fuertes (BsF)	TOTAL EN MILLONES DE EUROS (€)
1012	Luz Corta y Fundación Fácil	Km	48,04	12,322	16,649	40,096	591,942
1013	Luz Larga y Fundación Difícil	Km	32,02	23,046	37,298	90,101	739,092
				SUBTOTAL EN MILLONES DE €			1,331,035

BARRERAS ANTI-RUIDO

CODIGO	Condiciones	Unid.	Cantidades de Obra	Precio Unitario Euros (€)	Precio Unitario Dólar ($)	Precio Unitario Bolívares Fuertes (BsF)	TOTAL EN MILLONES DE EUROS (€)
1014	A un lado de la vía (s)	Km			0,000	0,000	0,000
1015	Ambos lados de la vía (s)	Km	15	1,711	2,800	5,869	25,669
				SUBTOTAL EN MILLONES DE €			25,669

CRUCE CON LA VÍA FERREA

CODIGO	Condiciones	Unid.	Cantidadas de Obra	Precio Unitario Euros (€)	Precio Unitario Dólar ($)	Precio Unitario Bolívares Fuertes (BsF)	TOTAL EN MILLONES DE EUROS (€)
1016	Con Carretara Elevada	Unidad	15	3,000	5,000	11,500	45,000
1017	Con Carratara Subterránaa	Unidad	3	7,334	11,100	23,000	22,002
1018	Con Autopista, elevada o Subterráne	Unidad	4	7,334	11,100	23,000	29,336
				SUBTOTAL EN MILLONES DE €			106,343

1. DATOS BÁSICOS DEL SISTEMA

Kilómetros de Vía:	1102,7

Moneda:	Euros (€)

2. COSTOS ESTIMADOS DE INVERSION DE ELEMENTOS DE INFRAESTRUCTURA DEL SISTEMA FERROVIARIO, ACTUALIZADOS AL AÑO 2008:

PLATAFORMA FERROVIARIA EN TOPOGRAFÍA FÁCIL

CODIGO	Condiciones		Unid.	Cantidades de Obra	Precio Unitario Euros (€)	Precio Unitario Dólar ($)	Precio Unitario Bolivares Fuertes (BsF)	TOTAL EN MILLONES DE EUROS (€)
	Tipo de Vía	Máxima Velocidad						
	Unidades	Km/h						
1001	Una vía	≤100	Km			0,000	0,000	0,000
1002	Doble vía y una sola formación	≤100	Km			0,000	0,000	0,000
1003		≤200	Km	600,465	[illegible]	3,925	10,002	2.358,121
					SUBTOTAL EN MILLONES DE €			2.358,121

PLATAFORMA FERROVIARIA EN TOGRAFIA MEDIA

CODIGO	Condiciones		Unid.	Cantidades de Obra	Precio Unitario Euros (€)	Precio Unitario Dólar ($)	Precio Unitario Bolivares Fuertes (BsF)	TOTAL EN MILLONES DE EUROS (€)
	Tipo de Vía	Máxima Velocidad						
	Unidades	Km/h						
1004	Una vía	≤100	Km			0,000	0,000	0,000
1005	Doble vía y una sola formación	≤100	Km			0,000	0,000	0,000
1006		≤200	Km	441,00	7,776	11,770	25,104	3.429,994
					SUBTOTAL EN MILLONES DE €			3.429,994

PLATAFORMA FERROVIARIA EN TOGRAFIA DÍFICIL

CODIGO	Condiciones		Unid.	Cantidades de Obra	Precio Unitario Euros (€)	Precio Unitario Dólar ($)	Precio Unitario Bolivares Fuertes (BsF)	TOTAL EN MILLONES DE EUROS (€)
	Tipo de Vía	Máxima Velocidad						
	Unidades	Km/h						
1007	Una vía	≤100	Km			0,000	0,000	0,000
1008	Doble vía y una sola formación	≤100	Km			0,000	0,000	0,000
1009		≤200	Km	35,135	23,521	30,202	34,942	1.429,164
					SUBTOTAL EN MILLONES DE €			1.429,164

TÚNELES

CODIGO	Tipo de Vía	Unid.	Cantidades de Obra	Precio Unitario Euros (€)	Precio Unitario Dólar ($)	Precio Unitario Bolivares Fuertes (BsF)	TOTAL EN MILLONES DE EUROS (€)
1010	Vía simple	Km	0		0,000	0,000	0,000
1011	Vía doble	Km	4,39	37,756	57,204	125,589	165,823
				SUBTOTAL EN MILLONES DE €			165,823

PUENTES Y/O VIADUCTOS

CODIGO	Tipo de Vía	Unid.	Cantidades de Obra	Precio Unitario Euros (€)	Precio Unitario Dólar ($)	Precio Unitario Bolivares Fuertes (BsF)	TOTAL EN MILLONES DE EUROS (€)
1012	Luz Corta y Fundación Fácil	Km	48,04	10,323	13,640	43,098	591,942
1013	Luz Larga y Fundación Difícil	Km	32,02	24,544	37,288	83,191	789,092
				SUBTOTAL EN MILLONES DE €			1.381,035

BARRERAS ANTI-RUIDO

CODIGO	Condiciones	Unid.	Cantidades de Obra	Precio Unitario Euros (€)	Precio Unitario Dólar ($)	Precio Unitario Bolivares Fuertes (BsF)	TOTAL EN MILLONES DE EUROS (€)
1014	A un lado de la vía (s)	Km			0,000	0,000	0,000
1015	Ambos lados de la vía (s)	Km	15	1,711	2,590	5,550	25,665
				SUBTOTAL EN MILLONES DE €			25,665

CRUCE CON LA VÍA FERREA

CODIGO	Condiciones	Unid.	Cantidades de Obra	Precio Unitario Euros (€)	Precio Unitario Dólar ($)	Precio Unitario Bolivares Fuertes (BsF)	TOTAL EN MILLONES DE EUROS (€)
1016	Con Carretera Eleveda	Unidad	15	3,667	5,550	11,933	55,005
1017	Con Carretere Subterránaa	Unidad	2	7,334	11,100	23,865	22,002
1018	Con Autopista, elevada o Subterránea	Unidad	4	7,334	11,100	23,865	29,336
				SUBTOTAL EN MILLONES DE €			106,344

1. **DATOS BÁSICOS DEL SISTEMA**

Kilometros de Vía:	1102,7
Moneda:	Euros (€)

2. **COSTOS ESTIMADOS DE INVERSION DE ELEMENTOS DE SUPERESTRUCTURA DEL SISTEMA FERROVIARIO, ACTUALIZADOS AL AÑO 2008:**

VIA FERREA (SEGÚN TIPOS DE RIELES)

CODIGO	Descripción	Unid.	Cantidades de Obra	Precio Unitario Euros (€)	Precio Unitario Dólar ($)	Precio Unitario Bolívares Fuertes (BsF)	TOTAL EN MILLONES DE EUROS (€)
2001	Riel tipo 54 Kg/m	Km			0,000	0,000	0,000
2002	Riel tipo 60 Kg/m	Km	2.205,40	0,485	0,733	1,577	1.068,703
2003	Riel tipo 71 Kg/m	Km			0,000	0,000	0,000
				SUBTOTAL EN MILLONES DE €			1.068,703

APARATOS DE VÍA

CODIGO	Descripción	Unid.	Cantidades de Obra	Precio Unitario Euros (€)	Precio Unitario Dólar ($)	Precio Unitario Bolívares Fuertes (BsF)	TOTAL EN MILLONES DE EUROS (€)
2004	Desvio tg 0,11 a 0,13 (1:8 a 1:9)	Unidad	520,00	0,061	0,092	0,197	31,498
2005	Cambio Intersección Doble tg 0,11 a 0,13 (1:8 a 1:9)	Unidad			0,000	0,000	0,000
2006	Desvio para velocidad elevada tg 0,06 a 0,05 (1:16 a 1:20)	Unidad			0,000	0,000	0,000
				SUBTOTAL EN MILLONES DE €			31,498

TOTAL EN MILLONES DE EUROS (€) DE SUPERESTRUCTURA	1.100,201
TOTAL EN MILLONES DE EUROS (€) DE SUPERESTRUCTURA POR KILÓMETRO DE VÍA FÉRREA	0,998

1. DATOS BÁSICOS DEL SISTEMA

Kilometros de Vía:	1102,7

Moneda:	Euros (€)

2. COSTOS ESTIMADOS DE INVERSION DE ELEMENTOS DE SISTEMA INTEGRAL DEL SISTEMA FERROVIARIO, ACTUALIZADOS AL AÑO 2008:

SUB- ESTACIONES DE TRACCIÓN

CODIGO	Descripción	Unid.	Cantidades de Obra	Precio Unitario Euros (€)	Precio Unitario Dólar ($)	Precio Unitario Bolívares Fuertes (BsF)	TOTAL EN MILLONES DE EUROS (€)
3001	tipo AC: 25 kV, 50Hz o 60Hz	MVA	18,00	0,234	0,354	0,761	4,209
3002	tipo AC: 15 kV, 16 2/3 Hz	MVA			0,000	0,000	0,000
3003	tipo DC: 1,5 kV o 3 kV	MVA			0,000	0,000	0,000
				SUBTOTAL EN MILLONES DE €			4,209

CATENARIA

CODIGO	Descripción	Unid.	Cantidades de Obra	Precio Unitario Euros (€)	Precio Unitario Dólar ($)	Precio Unitario Bolívares Fuertes (BsF)	TOTAL EN MILLONES DE EUROS (€)
3004	AC: 25 kV, 50Hz o 60Hz Velocidad de diseño ≤ 100 km/h	Km	2.205,40	0,175	0,265	0,571	386,805
3005	AC: 15 kV, 16 2/3 Hz Velocidad de diseño ≤ 100 km/h	Km			0,000	0,000	0,000
3006	DC: 3 kV Velocidad de diseño ≤ 100 km/h	Km			0,000	0,000	0,000
3007	DC: 1,5 kV Velocidad de diseño ≤ 100 km/h	Km			0,000	0,000	0,000
3008	AC 25 kV, 50Hz o 60Hz Velocidad de diseño ≤ 300 km/h	Km			0,000	0,000	0,000
3009	AC 15 kV, 16 2/3 Hz Velocidad de diseño ≤ 300 km/h	Km			0,000	0,000	0,000
				SUBTOTAL EN MILLONES DE €			386,805

CABLES PARA SEÑALIZACIÓN Y TELECOMUNICACIONES

CODIGO	Condiciones	Unid.	Cantidades de Obra	Precio Unitario Euros (€)	Precio Unitario Dólar ($)	Precio Unitario Bolívares Fuertes (BsF)	TOTAL EN MILLONES DE EUROS (€)
3010	Tráfico liviano	Km			0,000	0,000	0,000
3011	Tráfico pesado	Km	1.102,70	0,122	0,185	0,397	134,666
				SUBTOTAL EN MILLONES DE €			134,666

CONEXIÓN POR RADIO

CODIGO	Condiciones	Unid.	Cantidades de Obra	Precio Unitario Euros (€)	Precio Unitario Dólar ($)	Precio Unitario Bolívares Fuertes (BsF)	TOTAL EN MILLONES DE EUROS (€)
3012	Entre el despachador y los trenes por kilómetro de línea	Km	1.102,70	0,018	0,028	0,060	20,200
3013	Entre el despachador y los trenes por unidad tracción	unidad	38,00	0,049	0,074	0,159	1,856
				SUBTOTAL EN MILLONES DE €			22,056

SISTEMA AUTMÁTICO EN BLOQUE (SIN CABLES)

CODIGO	Condiciones	Unid.	Cantidades de Obra	Precio Unitario Euros (€)	Precio Unitario Dólar ($)	Precio Unitario Bolívares Fuertes (BsF)	TOTAL EN MILLONES DE EUROS (€)
3014	Por bloque de sección usada en una dirección	Bloque de Sección			0,000	0,000	0,000
3015	Por bloque de sección usada en ambas direcciónes (vía simple o doble)	Bloque de Sección	220,00	0,366	0,555	1,192	80,602
				SUBTOTAL EN MILLONES DE €			80,602

PUNTO REPETIDOR DE SEÑALES (PROTECCIÓN AUTOMÁTICA DEL TREN, ATP)

CODIGO	Condiciones	Unid.	Cantidades de Obra	Precio Unitario Euros (€)	Precio Unitario Dólar ($)	Precio Unitario Bolívares Fuertes (BsF)	TOTAL EN MILLONES DE EUROS (€)
3016	* Por señal	Unidad	220,00	0,024	0,037	0,079	5,373
3017	* Por unidad tracción	Unidad	36,00	0,037	0,055	0,119	1,392
				SUBTOTAL EN MILLONES DE €			6,766

SEÑAL DE CABINA (ATC) CON TRANSMISIÓN POR CIRCUITO DE VÍA O POR CABLES APOSTADOS EN LA VÍA

CODIGO	Condiciones	Unid.	Cantidades de Obra	Precio Unitario Euros (€)	Precio Unitario Dólar ($)	Precio Unitario Bolívares Fuertes (BsF)	TOTAL EN MILLONES DE EUROS (€)
3018	Por bloque de sección	Unidad	220,00	0,366	0,555	1,192	80,602
3019	Por unidad tracción	Unidad	36,00	0,061	0,092	0,199	2,320
				SUBTOTAL EN MILLONES DE €			82,922

CRUCES A NIVEL

CODIGO	Descripción	Unid.	Cantidades de Obra	Precio Unitario Euros (€)	Precio Unitario Dólar ($)	Precio Unitario Bolívares Fuertes (BsF)	TOTAL EN MILLONES DE EUROS (€)
3020	Con luz y señales acusticas	Unidad			0,00	0,00	0,000
3021	Con barreras propias automáticas en vía simple	Unidad			0,00	0,00	0,000
3022	Con barreras propias automáticas en vía doble	Unidad			0,00	0,00	0,000
3023	Con cuatro barreras automáticas	Unidad			0,00	0,00	0,000
				SUBTOTAL EN MILLONES DE €			0,000

TOTAL EN MILLONES DE EUROS (€) DE SISTEMA INTEGRAL	718,025

TOTAL EN MILLONES DE EUROS (€) DE SISTEMA INTEGRAL POR KILÓMETRO DE VÍA FÉRREA	0,651

1. DATOS BÁSICOS DEL SISTEMA

Kilometros de Vía	1102,7
Moneda:	Euros (€)

2. COSTOS ESTIMADOS DE INVERSION DE ELEMENTOS DE MATERIAL RODANTE DEL SISTEMA FERROVIARIO, ACTUALIZADOS AL AÑO 2008:

LOCOMOTORAS DIESEL NORTE-AMERICANAS

CODIGO	Descripción	Unid.	Cantidades de Obra	Precio Unitario Euros (€)	Precio Unitario Dólar ($)	Precio Unitario Bolívares Fuertes (BsF)	TOTAL EN MILLONES DE EUROS (€)
4001	Eje de carga igual o menor que 23 toneladas metricas	HP			0,0000	0,0000	0,000
				SUBTOTAL EN MILLONES DE €			0,000

LOCOMOTORAS ELÉCTRICAS

CODIGO	Descripción	Unid.	Cantidades de Obra	Precio Unitario Euros (€)	Precio Unitario Dólar ($)	Precio Unitario Bolívares Fuertes (BsF)	TOTAL EN MILLONES DE EUROS (€)
4002	Locomotoras	KW	64.000,00	0,0014	0,0025	0,0047	92,238
4003	Locomotoras de maniobra	KW	9.000,00	0,0024	0,0058	0,0079	21,618
				SUBTOTAL EN MILLONES DE €			113,856

COCHES DE PASAJEROS

CODIGO	Descripción	Unid.	Cantidades de Obra	Precio Unitario Euros (€)	Precio Unitario Dólar ($)	Precio Unitario Bolívares Fuertes (BsF)	TOTAL EN MILLONES DE EUROS (€)
4004	Coches de pasajeros	Coche	72,00	1,6	2,4	5,1	112,415
4005	Coches de pasajeros de doble piso	Coche			0,0	0,0	0,000
4006	Coches de descanso/cama	Coche			0,0	0,0	0,000
4007	Coche Dormitorios	Coche			0,0	0,0	0,000
4008	Coche Dormitorios de doble piso	Coche			0,0	0,0	0,000
4009	Coche Restaurante	Coche	12,00	2,4	3,6	7,8	28,824
				SUBTOTAL EN MILLONES DE €			141,239

VAGONES DE CARGA EUROPEOS

CODIGO	Descripción	Unid.	Cantidades de Obra	Precio Unitario Euros (€)	Precio Unitario Dólar ($)	Precio Unitario Bolívares Fuertes (BsF)	TOTAL EN MILLONES DE EUROS (€)
4010	Vagon puertas corredizas	Vagón			0,00	0,00	0,000
4011	Vagon abierto	Vagón			0,00	0,00	0,000
4012	Vagon Planos	Vagón			0,00	0,00	0,000
4013	Vagon Tolva abierto	Vagón			0,00	0,00	0,000
4014	Vagon Tolva cubierto	Vagón			0,00	0,00	0,000
4015	Vagon Cubierto para el transporte de bobinas matálicas	Vagón			0,00	0,00	0,000
4016	Vagones Cisternas para productos petroliferos	Vagón			0,00	0,00	0,000
				SUBTOTAL EN MILLONES DE €			0,000

VAGONES DE CARGA NORTE-AMERICANOS

CODIGO	Descripción	Unid.	Cantidades de Obra	Precio Unitario Euros (€)	Precio Unitario Dólar ($)	Precio Unitario Bolívares Fuertes (BsF)	TOTAL EN MILLONES DE EUROS (€)
4017	Vagones Cubiertos	Vagón	40,00	0,080	0,084	0,151	2,222
4018	Vagon Planos	Vagón			0,000	0,000	0,000
4019	Vagon Plano, servicio especial	Vagón			0,000	0,000	0,000
4020	Vagones Tolvas	Vagón			0,000	0,000	0,000
4021	Tolvas para carbon	Vagón			0,000	0,000	0,000
4022	Vagon Tolva abierto	Vagón	30,00	0,040	0,060	0,109	1,190
4023	Vagon Tolva cubierto	Vagón			0,000	0,000	0,000
4024	Vagonas Cisternas	Vagón	20,00	0,032	0,049	0,151	0,635
4025	Portador de carros de dos nivelas	Vagón			0,000	0,000	0,000
4026	Vagon Cubierto para el transporte da bobinas matálicas	Vagón			0,000	0,000	0,000
				SUBTOTAL EN MILLONES DE €			4,047

EQUIPO PARA TRANSPORTE COMBINADO

CODIGO	Descripción	Unid.	Cantidades de Obra	Precio Unitario Euros (€)	Precio Unitario Dólar ($)	Precio Unitario Bolívares Fuertes (BsF)	TOTAL EN MILLDNES DE EUROS (€)
4027	Vagones Planos para contenedores	Unidad	400,00	0,078	0,118	0,150	31,226
4028	Vagones Planos articulados para contenedores, 32m.	Unidad			0,000	0,000	0,000
4029	Vagones para al transporta de semiremolques.	Unidad			0,000	0,000	0,000
4030	Vagónas de Baja carga con 2 bogies de 4 ejes para el transporte de combinaciones de semiremolque	Unidad			0,000	0,000	0,000
4031	Vagones ultrabajos con dos boggies con 5 ejes o con tres ejes con 4 ejes	Unidad			0,000	0,000	0,000
4032	Vagon plano norteamericano para el transporte de 2 semiremolques.	Unidad			0,000	0,000	0,000
				SUBTOTAL EN MILLONES DE €			31,226

OTROS EQUIPOS

CODIGO	Descripción	Unid.	Cantidades de Obra	Precio Unitario Euros (€)	Precio Unitario Dólar ($)	Precio Unitario Bolívares Fuertes (BsF)	TOTAL EN MILLONES DE EURDS (€)
4033	Grúa vial para manipulación de contenedores, atc	Unidad			0,000	0,000	0,000
4034	Grúa ferroviaria para manipulación de contenedores, etc.	Unidad	2,00	2,402	3,635	7,816	4,804
4035	Grúa Porta Contenedores	Unidad	2,00	0,601	0,909	1,954	1,201
4036	Contenedor ISO 20 '(6m)	Unidad			0,000	0,000	0,000
4037	Contenedor ISO 40' (12m)	Unidad			0,000	0,000	0,000
4038	Caja Mobil (7m)	Unidad			0,000	0,000	0,000
4039	Caja Mobil (12m)	Unidad			0,000	0,000	0,000
4040	Semiremolque (70m3)	Unidad			0,000	0,000	0,000
4041	Vagon Bimodal Carretero Ferroviario	Unidad			0,000	0,000	0,000
				SUBTOTAL EN MILLONES DE €			6,005

TOTAL EN MILLONES DE EUROS (€) DE MATERIAL RODANTE	296,373

TOTAL EN MILLONES DE EUROS (€) DE MATERIAL RODANTE POR KILÓMETRO DE VÍA FÉRREA	0,259

Estudios

CODIGO	Estudios	Unid.	Cantidades de Dbra	Precio Unitario Euros (€)	Precio Unitario Dólar ($)	Precio Unitario Bolívares Fuertes (BsF)	TOTAL EN MILLONES DE EUROS (€)
5001	ESTUDIO DE FACTIBILIDAD	Unidad	1102,7	0,00	0,002	0,004	1,279
5002	ESTUDIO PREUMINAR	Unidad	1102,7	0,01	0,018	0,038	12,791
				SUBTOTAL EN MILLONES DE €			14,070

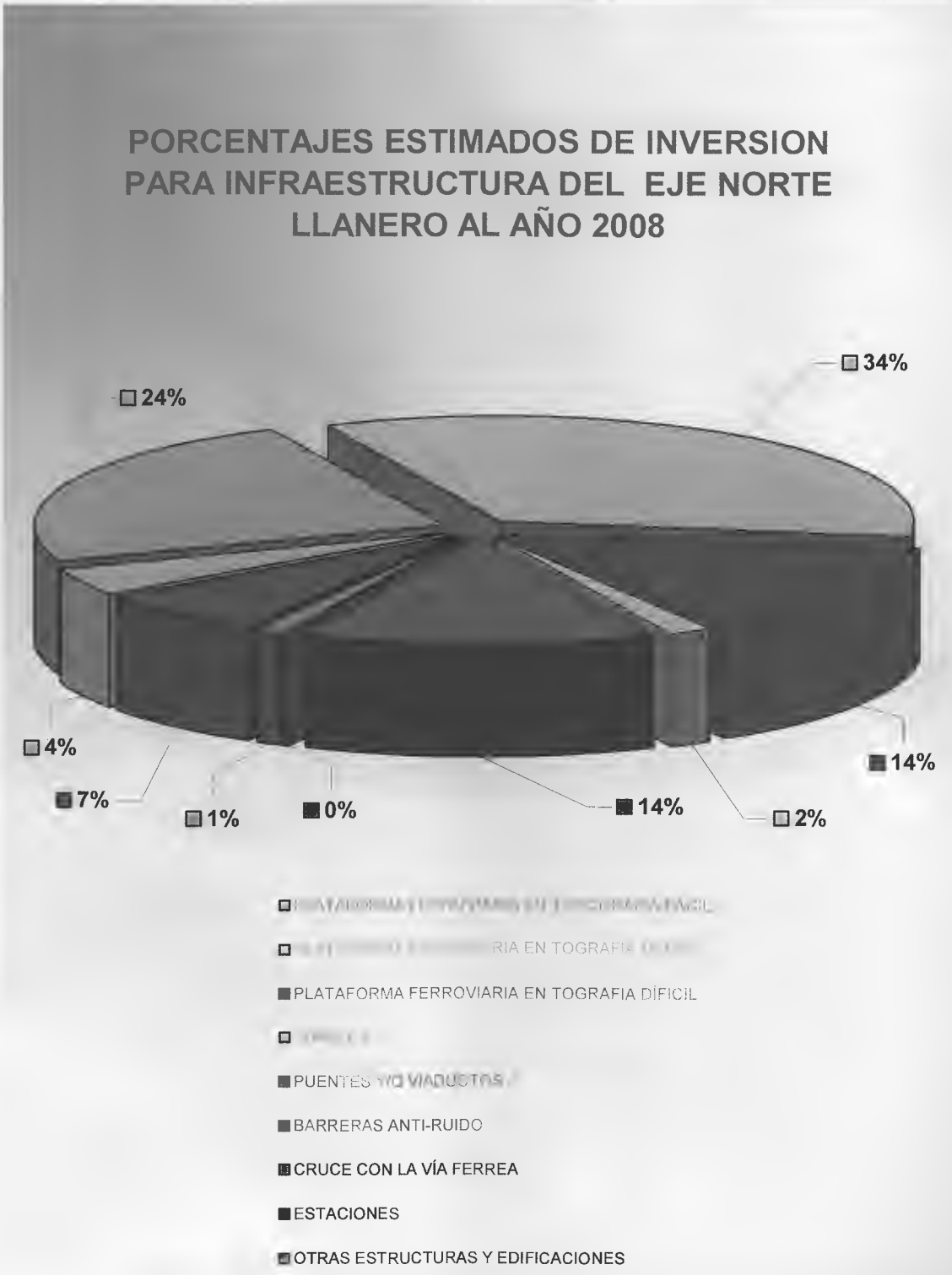

Gráfico 1. Porcentajes Estimados de Inversión para Infraestructura del Eje Norte Llanero al año 2008

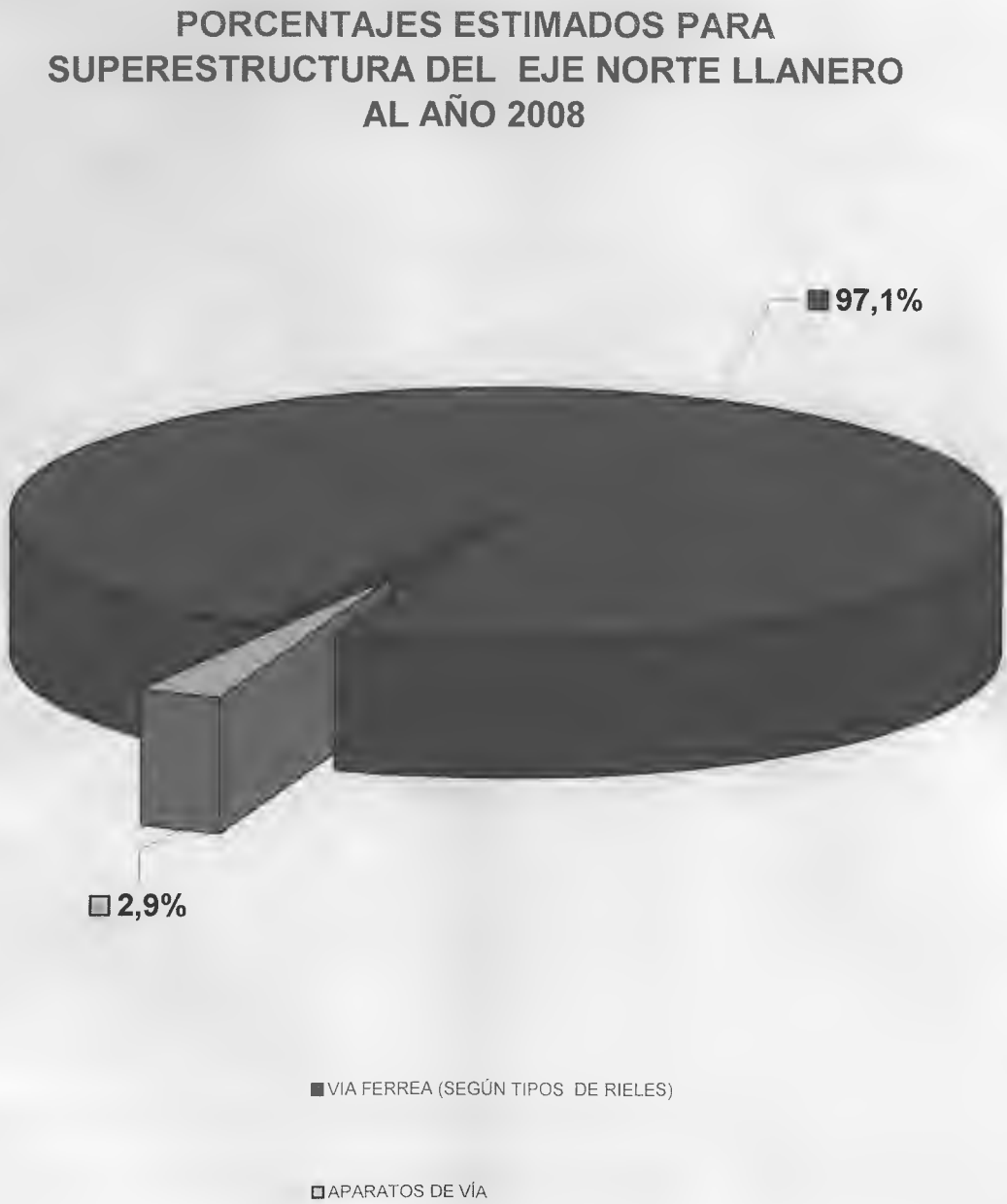

Gráfico 2.Porcentajes Estimados de Inversión para Superestructura del Eje Norte Llanero al año 2008

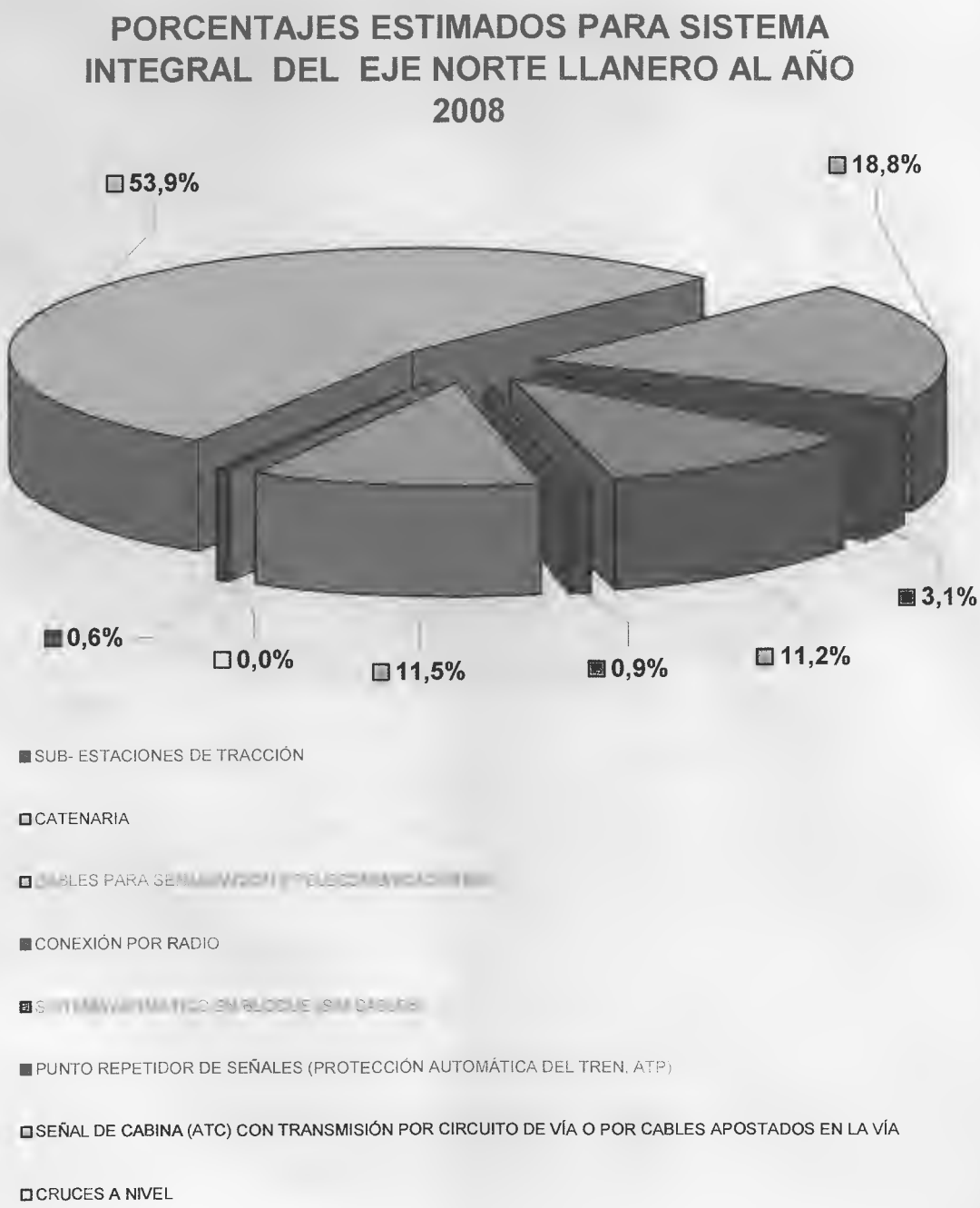

Gráfico 3. Porcentajes Estimados de Inversión para Sistema Integral del Eje Norte Llanero al año 2008

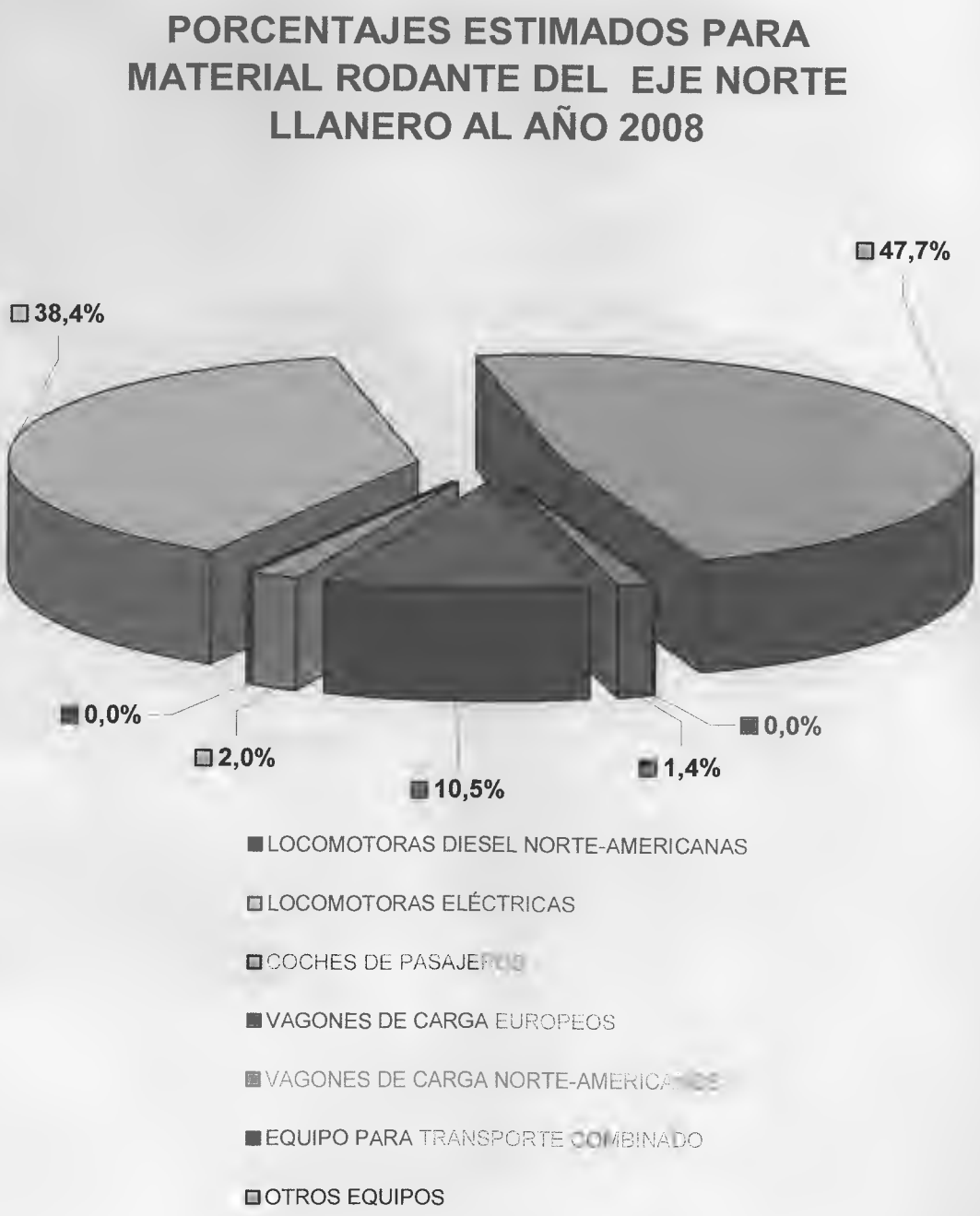

Gráfico 4. Porcentajes Estimados de Inversión para Material Rodante del Eje Norte Llanero al año 2008

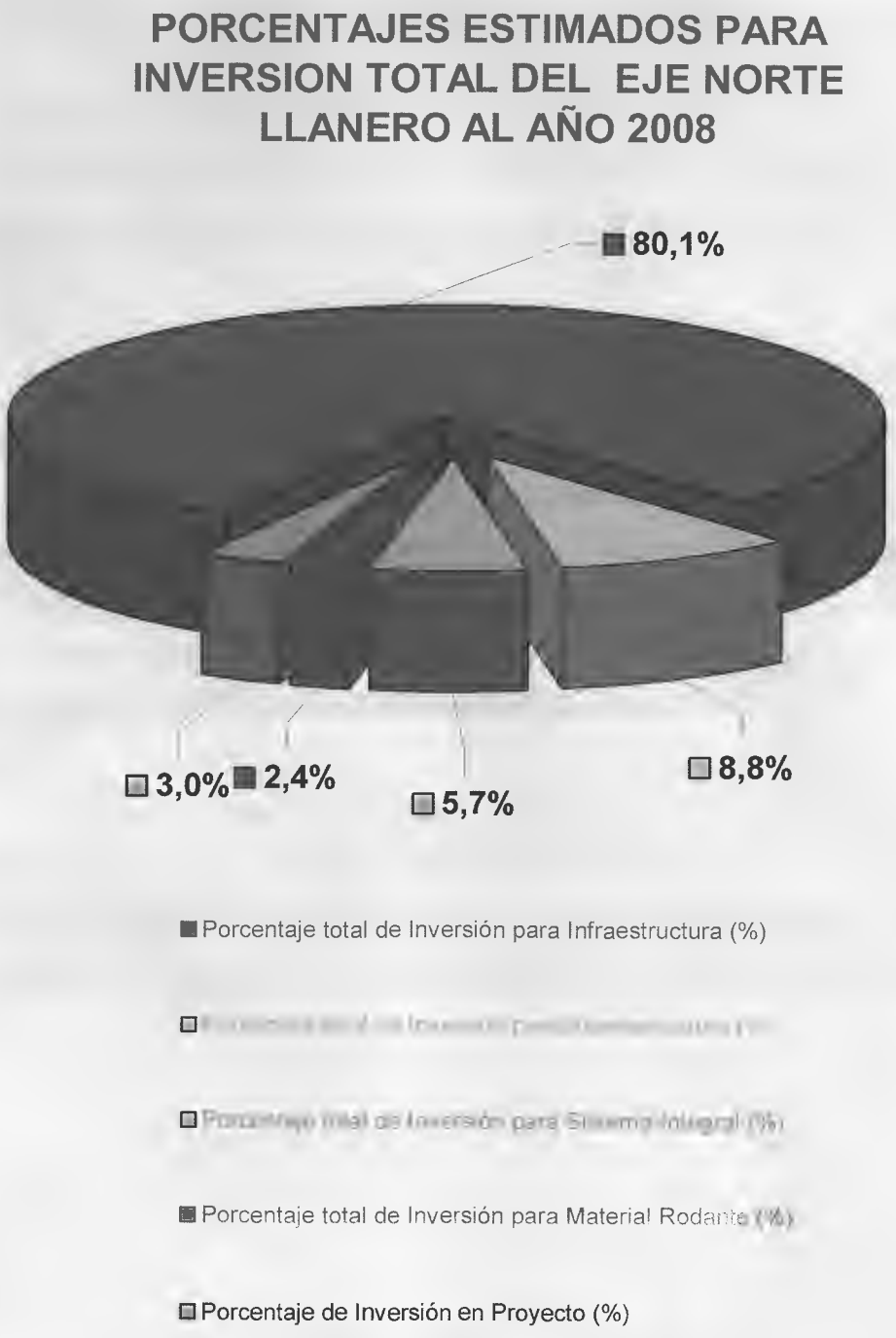

Gráfico 5. Porcentajes Estimados para Inversión Total del Eje Norte Llanero al año 2008

6.3. Análisis de resultados:

Al aplicar la metodología para el estimado de costos de inversión del sistema Ferroviario en el Eje Norte Llanero se llego a un costo total de inversión y a un porcentaje que representa cada componente ferroviario sobre la inversión total. Se obtuvo un costo total por el orden los 12.500 millones de Euros y un costo estimado total de inversión por Kilómetro de Vía Férrea de 11 millones de euros/km.

Con los porcentajes de cada componente sobre la inversión total se puede apreciar el grupo de elementos que tiene mayor peso en los costos de inversión de un sistema ferroviario, para el caso de estudio elegido y con los datos reales y supuestos, el eje norte llanero tiene un 80,1% sobre el total de inversión en Infraestructura, seguido por un 9% correspondiente a elementos Superestructuras. Observándose que la Infraestructura y Superestructura de la Vía férrea componen la mayor parte de los costos de Inversión a realizarse.

Los costos de inversión que se obtienen de la aplicación del caso de estudio son órdenes de magnitud de la inversión total que se debe hacer para el desarrollo de La línea de Eje Norte Llanero, con las características planteadas. Y no corresponden a un valor de costo total definitivo para la firma de un contrato.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La elaboración de la metodología de costos se basó en la recopilación, organización y proceso de elementos que conforman los costos de un sistema ferroviario, a través de la metodología se aplicó un conjunto de técnicas que permiten conocer ordenes de magnitud de costos de un proyecto.

El estimar los costos de inversión de un sistema ferroviario en la fase de planificación nos permite elaborar cronogramas de inversión, referencias de obras y presupuestos de ejecución de los sistemas ferroviarios.

La metodología nos permitió identificar los componentes de costos de un sistema ferroviario, estimar los costos de infraestructura, superestructura así como también los costos del sistema integral y material rodante.

La metodología desarrollada es abierta a fin de que la misma pueda ser actualizada y mejorada.

La metodología para el Estimado de los Costos de Inversión de un Sistema Ferroviario es una herramienta útil para el Ingeniero, que le permite conocer de manera práctica y resumida órdenes de magnitud de la inversión a realizar en un proyecto ferroviario. Y además, necesita del criterio y experiencia del ingeniero para seleccionar de manera correcta los costos a utilizar, acercándose lo mejor posible, según los requerimientos del proyecto.

Esta metodología constituye una base para poder seguir profundizando a futuro en otras tesis orientadas a la estimación de costos en otras fases de los proyectos ferroviarios, por lo cual se recomienda seguir investigando en esta área.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BANCO CENTRAL DE VENEZUELA. [Documento en línea]. Disponible: http://www.bcv.org.ve/excel/2_1_2a08.xls. [Consulta: 2008, Febrero 27].
- EUROPA-Eurostat-Data Navigation Tree. [Documento en Línea]. Disponible:http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page?_pageid=1996,45323734&_dad=portal&_schema=PORTAL&screen=welcomeref&close=/icts&language=en&product=EU_MAIN_TREE&root=EU_MAIN_TREE&scrollto=565. [Consulta: 2008, Febrero 19].
- Ferropedia. La Enciclopedia Colaborativa del Ferrocarril. (23 Noviembre 2007). [Enciclopedia en Línea]. Disponible: http://ferrocarriles.wikia.com. [Consulta: 2007, Diciembre 17].
- Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos. (2004). Tercera Edicion. Project Management Institute, Tour Campus Boulevard, Newtown Square. EE.UU.
- J.P. Baumgartner Professor (2001, January). Prices and costs in the railway sector.
- J.P. Baumgartner (1997, Julio). Ingeneria Ferroviaria. Ordine di grandezza di alcuni costi nelle ferrovie.
- The Great Western Railway Automatic Train Control [Documeto en línea]. Disponible: http://mysite.du.edu/~etuttle/rail/atcgwr.htm. [Consulta: 2008, Enero 9].
- Vanorio, G. Apuntes del Curso de Ferrocarriles de la Universidad Católica Andrés Bello.
- Wikipedia. La Enciclopedia de contenido Libre. (3 Noviembre 2007). [Enciclopedia en Línea] Disponible: http://es.wikipedia.org. [Consulta: 2007, Noviembre 28].