

5.0 DESCRIPCION DEL PROYECTO

El entendimiento de las acciones necesarias para la planificación, construcción y operación de la Línea 1 del Metro de Panamá, es de gran importancia para identificar y evaluar los posibles impactos ambientales del mismo. Lo anterior, permitirá reducir las afectaciones ambientales que pudiera generar el proyecto, así como definir las medidas de mitigación que sean necesarias con el fin de garantizar su viabilidad ambiental.

En el presente capítulo se proporciona una visión integrada de la Línea 1 del Metro de Panamá. Partiendo de la definición del objetivo y justificación de la misma, se describen las principales actividades que serán llevadas a cabo durante las fases de planificación, construcción y operación del mismo. Para cada una de estas etapas del proyecto se exponen las necesidades de insumos, al igual que el manejo y disposición de desechos. También se incluye información relativa al marco de normas y regulaciones que el Proyecto debe cumplir para demostrar su factibilidad ambiental, los costos de las obras a realizar y el cronograma de ejecución.

Es importante señalar que el Proyecto incluye además de la construcción de la línea propiamente dicha, la construcción de las estaciones (subterráneas, elevadas y superficial), de las Oficinas Administrativas, de Operación y de mantenimiento, del Patio - Taller, de las instalaciones temporales (área para la construcción de las dovelas del tramo subterráneo, elementos prefabricados para el tramo elevado y sitios de depósito de material excavado), y de los demás servicios complementarios requeridos para la realización y operación del proyecto.

5.1 Objetivo del Proyecto, Obra o Actividad y su Justificación

En esta sección se presenta el objetivo del proyecto y se expone la justificación de él como un todo. Así mismo se incluye la explicación de las alternativas físicas consideradas para el proyecto y las alternativas de localización de las áreas auxiliares.

Las alternativas físicas se refieren tanto a las opciones analizadas en cuanto a la ruta a ser servida con la primera línea de transporte masivo, como a las alternativas relacionadas con las tecnologías y al tipo de inserción.

5.1.1 Objetivo del Proyecto

El objetivo general del Proyecto de construcción de la Primera Línea del Metro de la Ciudad de Panamá, es mejorar la movilidad urbana en el Área Metropolitana de Panamá (AMP), incorporando al sistema de transporte público la modalidad de tren urbano de pasajeros. Esta nueva facilidad de transporte deberá garantizar el cumplimiento de los siguientes objetivos específicos:

- Ofrecer a la población del AMP una alternativa de transporte rápida, puntual, segura y confiable.
- Mejorar la calidad de vida de la población, disminuyendo los tiempos de viaje, beneficiando especialmente una de las áreas identificadas como de mayor flujo diario de personas.
- Disminuir la presión de tráfico (congestionamiento) existente en el Área Metropolitana, especialmente la que tiene lugar durante las horas picos donde se da un mayor flujo de personas desde y hacia sus lugares de trabajo o residencias.

5.1.2 Justificación del Proyecto

El proyecto en discusión está integrado por una serie de componentes esenciales para su construcción y operación. Por lo cual en esta sección se presenta la justificación para la realización del mismo, incluyendo; la selección de la Ruta No. 1, las estaciones (subterráneas, elevada y superficial), las Oficinas Administrativas y de operación (mantenimiento), el Patio-Taller, la construcción de las instalaciones temporales de plantas de prefabricado (área para la construcción de las dovelas del tramo subterráneo, elementos prefabricados para el tramo aéreo), los depósitos de material de excavaciones y demás servicios complementarios requeridos para la realización y operación del proyecto.

La justificación de la realización de la obra se deriva fundamentalmente de la problemática existente en el sistema de transporte en la ciudad de Panamá, que se detalla en la descripción de la movilidad urbana del Área Metropolitana de Panamá (Sección 8.6).

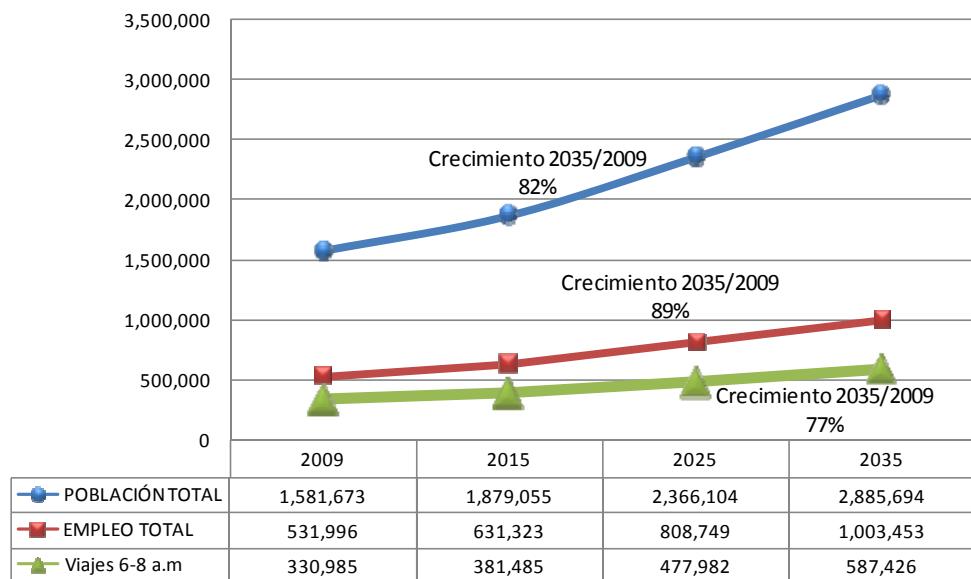
Esta problemática es el resultado del desfase entre la aparición de nuevas facilidades de transporte y el crecimiento de la población y de sus necesidades de traslado diario, lo que ha generado un deterioro significativo en la calidad de vida de los residentes de la ciudad de Panamá y sus visitantes. Deterioro que se traduce directa o indirectamente en bajas de la productividad laboral y empresarial, aumento de los costos de transporte, incremento en el tiempo de viaje, disminución del tiempo para la vida en familia, entre otros.

Según las estimaciones realizadas por la Secretaría del Metro de Panamá, que se resumen en la Figura 5-1, al año 2035 se espera un aumento de los viajes del 77%, que es consecuencia del crecimiento de la población y del empleo. No obstante, la tasa de incremento de los viajes es menor que la que se estima para la población y el empleo, lo cual revela que la movilidad disminuye. La tendencia natural es que la gente aumente a lo largo del tiempo su propensión a viajar, a menos que la oferta o las condiciones socioeconómicas no se lo permitan. En el caso de los análisis realizados para Panamá, resulta que la oferta prevista no es suficiente para responder a las necesidades de movilización de las personas.

De hecho en la Tabla 5-1 se puede apreciar como empeorarían los indicadores de desempeño del transporte a lo largo del tiempo, de no ejecutarse el proyecto en discusión. Es importante señalar que estas estimaciones consideran un sistema de transporte público de buses mejorado.

La construcción de la Línea 1 del Metro de la Ciudad de Panamá permitirá mantener y mejorar la competitividad de la ciudad, facilitar las funciones básicas de trabajo, educación, recreación y comercio, garantizando un nivel adecuado de calidad de vida de habitantes, no sólo en lo que al viaje en si mismo se refiere, sino también en la disminución de los efectos colaterales, como la contaminación ambiental, el consumo excesivo de combustible, los accidentes de tránsito, entre otros.

Figura 5 - 1
Evolución de las Actividades Urbanas y de los Viajes de Personas en el Período 6-8 a.m.



Fuente: Sección 8- 12 de este documento. Elaboración: URS Holding.

Tabla 5 - 1
Indicadores de Desempeño Global del Sistema de Transporte
Años 2009 y 2035. Sin Proyecto. 6-8 a.m.

INDICADORES	2009	2035	Cambio
Distancia Promedio (km)	16.21	13.78	-15%
Tiempo de viaje promedio (minutos)	53	70	32%
Tiempo de viaje de Transporte Público (minutos)	74	95	28%
Velocidad Promedio de la Viaje (km/hr)	18.31	11.74	-36%
Velocidad Promedio de Viaje en Transporte Público (km/hr)	13.15	8.70	-34%
Costo Promedio Total	0.96	0.85	-11%
Desutilidad Promedio ¹	1.73	2.39	38%

Fuente: SMP, Abril 2010, Estudio de Demanda para la Línea 1 del Sistema de Transporte Masivo de la Ciudad de Panamá, Informe Final, Tabla50

¹ La desutilidad promedio de viaje es la medida de la percepción del costo generalizado de transporte que tienen los usuarios. En las secciones próximas se explica en más detalle este concepto.

A su vez, con la construcción y puesta en marcha de este sistema de transporte masivo se propicia el uso del transporte público², se mejoran la movilidad en la ciudad, el ahorro de combustible, y la disminución de la contaminación ambiental.

5.1.3 Análisis de Alternativas Físicas de la Línea 1 del Metro de Panamá

Entre las alternativas físicas detalladas en esta sección están las opciones analizadas para la selección de la ruta, las opciones tecnológicas disponibles para atacar la problemática y habiendo escogido la opción tecnológica del metro se presenta el requerimiento de definir las alternativas de inserción.

5.1.3.1 Alternativas de Ruta

La SMP como marco para la selección de la ruta que seguiría la primera Línea del Sistema Metro de Panamá, partió de la identificación de los principales corredores de transporte público o corredores Troncales, que podrían constituir la Red Maestra del sistema.

Los criterios básicos que deben cumplir los corredores Troncales son: unir los principales generadores y atractores de viajes en las horas pico y servir las mayores demandas y deseos de viaje.

Los principales corredores estudiados en los últimos 12 años, que cumplen con los criterios antes señalados; son los siguientes:

- Av. Transístmica (Simón Bolívar): San Isidro al Centro de la ciudad.
- Avs. Domingo Díaz y Ricardo J. Alfaro desde Pacora - Tocumen hasta la Cervecería Nacional – Avs. Manuel E. Batista y Federico Boyd.
- Avs. José A. Arango y España desde Pedregal hasta el Centro.
- Carretera Panamericana desde el centro, Chorrillo, Puente de Las Américas, a Arraiján y Chorrera.

² Según ha ocurrido en otros casos al mejorar la oferta de transporte público, una parte de los usuarios de auto particular, migran al transporte público, no obstante suele ser un porcentaje modesto. Como se verá más adelante, las estimaciones realizadas apuntan a un cambio modal del orden del 2.5%.

- Los corredores Sur y Norte.
- La nueva autopista Panamá-Arraiján por el puente Centenario.

Al considerar las demandas de transporte público estimadas en esos corredores, que se resumen en la Tabla 5- 2, al año 2015, se observa que las mayores demandas vienen del Sector Norte y son canalizadas fundamentalmente por el corredor Av. Simón Bolívar (Transístmica).

Tabla 5 - 2
Volumen Máximo de Pasajeros en Transporte Público
Hora Pico de la Mañana, Dirección Centro Estimado al año 2015

SECTOR DE ORIGEN	CORREDOR	TRAMOS DE MAYOR VOLÚMEN	Pasajeros hora pico dirección centro
NORTE	Av. Simón Bolívar o Transístmica	Antes cruce del Corredor Norte (San Isidro)	22,000
		Antes cruce de San Miguelito	18,200
		Antes de cruce 12 de Octubre	16,400
		Antes de cruce Fernández de Córdoba	14,100
		Después de cruce Fernández de Córdoba	8,300
		A la altura de la Universidad	8,500
	Corredor Norte	A la altura del Peaje de Martín Sosa	6,400
OESTE	Corredor a Arraiján - La Chorrera - Panamá	Puente de Las Américas	15,000
		Puente Centenario	9,700
ESTE	Av. España - José A. Arango	José Agustín Arango después cruce de Pedregal	12,600
		Av. España antes de cruce 12 de Octubre	11,600
		Av. España Despues de cruce Fernández de Córdoba	15,900
	Av. D. Díaz - R. J. Alfaro	D. Díaz después cruce de Pedregal	6,500
		D. Díaz antes de Cincuentenario	8,000
		D. Díaz antes de San Miguelito	9,000
		R.J. Alfaro a la altura del Dorado	6,000
	Corredor Sur	A la altura del Peaje de Atlapa	5,000

Fuente: SMP-Cajiao y Asociados, 2010, Documento Borrador Perfil del Proyecto Línea 1 del Sistema de Transporte Masivo de la Ciudad de Panamá, Capítulo 4, Tabla 4-3.

A la altura de la Avenida Fernández de Córdoba parte de esta demanda se desvía buscando la Zona Bancaria y Comercial y luego en la Av. España se une a la proveniente del Este por esta avenida.

Esto confirma el Corredor Cruzado Av. Transístmica (Simón Bolívar)-Fernández de Córdoba - Vía España, ya identificado en estudios anteriores, como el corredor de mayor demanda de la ciudad. Por lo tanto, este debe ser el primero en ser objeto de una intervención de transporte masivo.

En la Figura 5-2, al final de capítulo, se muestra la Red Maestra del Sistema de Transporte Masivo de la Ciudad, dentro de la cual se destaca la Línea 1. Mientras que en la Figura 5-3, al final del capítulo, se detalla el trazado de la Línea 1. La incorporación del Tramo San Isidro – Los Andes al año 2015, si bien no ha sido descartado, tampoco ha sido incluido en los términos de referencia de la Licitación para diseño y construcción, fundamentalmente por limitaciones presupuestarias.

5.1.3.2 Alternativas de Tecnología

Para mitigar los impactos negativos esperados por el crecimiento demográfico de la ciudad y sus efectos derivados de transporte, se pueden aplicar diversos tipos de tecnología. Para el caso de Panamá se consideraron las tecnologías que se presentan en la Tabla 5-3.

Tabla 5 - 3
Tecnologías de Transporte Analizadas

Transporte Rápido en Buses (TRB) un solo carril
Buses que circulan por su propio carril.
Cruces a nivel semaforizados.
Estaciones de prepago.
Intervalos de un (1) minuto.
Capacidad hasta 13,000 pasajeros/dirección/hora.
Transporte Rápido en Buses (TRB) con dos carriles
Buses que circulan en dos (2) carriles exclusivos.

Estaciones múltiples con prepago.
Intervalos de 15 segundos.
Capacidad hasta 35,000 pasajeros/dirección/hora.
Tranvía o tren ligero
Están diseñados para manejar altos volúmenes de pasajeros y para poder operar en vías compartidas o semi-compartidas.
Sus vías y guías son de sistemas ferroviarios.
Los vehículos son articulados y permiten radios pequeños.
El concepto "ligero" es una concepción global, no solo de vehículo, sino los otros componentes, sobre todo estaciones.
Su límite de capacidad lo marca el tamaño del convoy (máximo 3 vehículos), y el intervalo mínimo de 4 minutos (aprox.).
Su capacidad máxima se ubica en 8,000 pasajeros/dirección/hora.
En Latinoamérica solo han instalado cuatro (4) líneas. (Guadalajara, Xochimilco, Campiñas suburbano y Sao Paulo)
Tienen un alto costo por pasajero.
Monorrieles
Están diseñados para manejar volúmenes bajos y medios.
Operan en vías exclusivas.
Su sistema de guía y propulsión es exclusivo de cada diseño (Sistemas Propietarios).
El elemento de sujeción (viga) es la misma guía de conducción.
La disponibilidad de espacios obliga trazados geométricos algunas veces inconvenientes.
En contextos urbanos densos, su implantación, al igual que los Metros elevados, es poco recomendable.
Metro
Están diseñados para manejar altos volúmenes de pasajeros y para operar en derecho de vía exclusivo.
Sus vías y guías son de sistema ferroviario.
Sus estaciones manejan alto volumen de pasajeros.
Capacidad de transporte para el rango de 20,000 – 50,000 pasajeros por hora y por sentido.

Fuente: SMP-Cajiao y Asociados, 2010, Documento Borrador Perfil del Proyecto Línea 1 del Sistema de Transporte Masivo de la Ciudad de Panamá, Capítulo 4, Tabla 4-6.

El criterio que se consideró fundamental para seleccionar la tecnología, fue el de la capacidad para soportar el incremento de la demanda. En la Tabla 5-4 se presenta la comparación de las alternativas tecnológicas frente a este criterio. En el cuadro no se incluye el Monorriel pues fue descartado de antemano, fundamentalmente por ser una tecnología cerrada, o lo que se conoce como sistema propietario, que obliga a depender de un solo proveedor, ya que los distintos

monorrieles existentes no son compatibles entre sí, mientras que las otras tecnologías tienen múltiples proveedores.

Como se puede observar de la Tabla 5-4, para el corredor Transístmica - Vía España seleccionado para la ruta, las tecnologías alternativas son el Transporte Rápido en Buses (TRB) en 2 carriles exclusivos o Metro. No obstante, la opción de TRB brindaría una capacidad muy ajustada, si se incorpora una línea de TRB o Metro en alguno de los corredores del Este, lo cual generaría un incremento, en un escenario moderado, de al menos 20% de la demanda.

Tabla 5 - 4
Comparación de Tecnologías de Transporte Masivo frente al Criterio de Capacidad para
Soportar el Incremento de la Demanda

EVALUACIÓN DE LA TECNOLOGÍA EN FUNCIÓN DE LA CAPACIDAD DE TRANSPORTE					
TECNOLOGÍAS POSIBLES		TRB		TRANVÍA O TREN LIVIANO	METRO
		1 Carril Exclusivo y Autobuses Articulados	2 Carriles Exclusivos y Autobuses Articulados		
Capacidad lineal por Dirección	Pasajeros por Hora por Sentido	13,000	35,000	4,000 – 15,000	20,000 – 60,000
TECNOLOGÍA POSIBLE EN CADA CORREDOR SEGÚN DEMANDA ESTIMADA AL 2035					
Corredores	Requisito Demanda 2035				
Transístmica - Vía España (1)	25,000 – 30,000		✓		✓
Vía Tocumen - Av. Domingo Díaz y Ricardo J. Alfaro (2)	14,000		✓		✓
Av. José Agustín Arango - Vía España (hasta F. Córdoba) (3)	14,000 – 17,000		✓		✓
Oeste Puente de			✓	✓	

las Américas	20,000				
Centro					
Oeste–: Puente Centenario	12,000	✓			

(1) La demanda de este corredor aumenta alrededor de 20% si se incorpora una segunda línea de metro que venga del Este.
 (2 y 3) Nótese que la suma de los dos corredores supera los 30 mil pasajeros hora. Cada uno de estos Corredores puede absorber buena parte de la demanda del otro, lo que significa que cualquiera de ellos podría ser candidato a un sistema de metro a futuro.
 Fuente: SMP-Cajiao y Asociados, 2010, Documento Borrador Perfil del Proyecto Línea 1 del Sistema de Transporte Masivo de la Ciudad de Panamá, Capítulo 4, Tabla 4-10

Por otro lado, la inserción del TRB implica la utilización total del derecho de vía existente, lo cual incluso en algunos tramos sería insuficiente (por ejemplo en Fernández de Córdoba) y tendría que afectarse algunas propiedades colindantes. Esto significaría que se restringiría el espacio vial dedicado al auto particular, lo cual, si bien se plantea como deseable en los foros técnicos sobre movilidad sustentable, no se contempla en la actual política de movilidad urbana en Panamá.

En este orden de ideas, dada la importancia que tienen los vehículos livianos en el conjunto del tráfico de la ciudad, y lo poco probable que este comportamiento tenga un cambio sustancial, el estado ha optado por localizar el derecho de vía del transporte público masivo o subterráneo o elevado. Por lo tanto se privilegia la opción del Metro.

5.1.3.3 Alternativas de Inserción

Aunque los sistemas de Metros se asocian con “sistemas subterráneos”, esta tecnología es capaz de permitir su construcción elevada o a nivel, dependiendo de si el corredor donde se van a insertar cumple o no ciertos criterios básicos.

La inserción a nivel fue descartada por la imposibilidad de poder alcanzar las velocidades y capacidades necesarias. Las inserciones escogidas fueron la elevada y la subterránea, de acuerdo a las características de cada tramo del corredor.

La inserción elevada es en general más fácil desde el punto de vista constructivo y por ende más rápida. La inserción subterránea, es más costosa, más complicada de construir y más lenta, pero

la construcción tiene menos impacto en el contexto y una vez construida la intrusión urbana es prácticamente nula y no afecta la capacidad vial existente. En la Tabla 5-5 se resume la justificación de las alternativas de inserción seleccionadas para cada tramo.

Tabla 5 - 5
Justificación de las Alternativas de Inserción por Tramo del Corredor Seleccionado

Tramo	Av. Transístmica Los Andes–El Ingenio Inserción elevada	Av. Transístmica (El Ingenio)–Fernández de Córdoba, Vía España, Av. Justo Arosemena, 5 de Mayo-Albrook. Inserción subterránea
Posibilidad de Inserción Física	Derechos de vía suficientes.	Los derechos de vía se requieren para otras actividades.
Calidad de los Suelos	Permite cualquier solución	Permite cualquier solución
Restricciones Físicas	No significativa, pero se requerirá relocalización de los postes de alumbrado y pasos peatonales	Los anchos de vía en algunos sub tramos no permite la opción elevada.
Afectación al Paisaje Urbano	Dado en ancho de la vía, el impacto visual de la estructura no es crítico, además es compensable por la oportunidad de recuperación paisajística de la avenida, que en la actualidad es muy pobre.	Prácticamente Nula. Justamente los usos del suelo y el carácter emblemático de algunas de las construcciones aledañas hacen inviable paisajísticamente la solución elevada. Además en algunos tramos la vialidad es demasiado estrecha y la estructura elevada generaría un ambiente opresivo para residentes y peatones, razón por la cual la inserción subterránea es la mejor alternativa para este tramo.
Costos de Construcción	Menores que la subterránea	Mayores que la elevada
Molestias por la construcción	A todo lo largo del tramo, pero manejables	Solamente en las estaciones y en las trincheras de transición, pero manejables

Fuente; SMP-Cajiao y Asociados, 2010, Documento Borrador Perfil del Proyecto Línea 1 del Sistema de Transporte Masivo de la Ciudad de Panamá, Capítulo 4. Elaboración propia.

5.1.4 Análisis de Alternativas para la Selección de los Sitios para las Áreas Auxiliares de la Línea 1 del Metro de Panamá

La construcción de la Línea 1 del Metro de Panamá requiere de una serie de sitios para localizar las áreas auxiliares donde se realizarán actividades de apoyo al proceso constructivo. Estos sitios se dividen en dos tipos; los que serán utilizados para la construcción de elementos prefabricados, y los que serán utilizados como depósitos de material excavado sobrantes. A su vez, el primer tipo de sitio, construcción de elementos prefabricados, se dividen dos tipos, en el lugar en donde se fabricarán de los elementos requeridos para el viaducto y en la ubicación en donde se fabricarán los elementos requeridos para el túnel (dovelas). En cuanto a los sitios requeridos para el depósito de materiales producto de la construcción, estos también se dividen en dos tipos. Unos sitios serán para el depósito de material clasificable, mientras que se requiere otro sitio para el depósito del material contaminado. Esta sección presenta los resultados de este proceso de selección, iniciando con la explicación de la metodología utilizada para ello.

5.1.4.1 Metodología para Selección de los Sitios de Apoyo

Esta sección presenta el proceso utilizado para selección de las ubicaciones con mayor potencial para cada tipo de uso, que consta de las siguientes etapas:

- Definición de los criterios o parámetros a evaluar de cada sitio, de acuerdo al uso.
- Establecimiento del nivel de importancia relativa de cada criterio, para lo cual se presenta, para cada tipo de sitio, una tabla con la ponderación de cada criterio.
- Construcción de las tablas de puntuación de cada criterio, que buscan uniformar las evaluaciones entre los expertos, reduciendo la variabilidad y subjetividad asociada a los sistemas cualitativos.

Definición de Criterios de Evaluación de las alternativas de ubicación

Para la evaluación de los sitios disponibles para las actividades de apoyo se establecieron siete criterios básicos, los mismos se explican a continuación:

- **Capacidad:** Este criterio indica la facilidad con que el globo de terreno evaluado cumple con los requerimientos de área o volumen según sea el uso al que está destinado, de manera tal que se puedan llevar a cabo de manera efectiva y eficiente las actividades destinadas para el mismo.
- **Accesibilidad:** Con este criterio se busca evaluar el nivel de facilidad con que se realizarían los desplazamientos entre la obra y el sitio auxiliar, tomando en consideración la distancia y el nivel de servicio de la vialidad a utilizar.
- **Facilidad de Obtención:** Este criterio busca establecer el nivel de viabilidad asociado con la adjudicación efectiva del globo de terreno evaluado para su utilización como sitio auxiliar.
- **Beneficio al Uso Potencial Futuro:** Este criterio solamente se considera para el caso de los sitios destinados a depósitos de materiales clasificados, ya que el mismo podría ser utilizado como elemento de relleno en la preparación de sitios para proyectos futuros, lo cual se entiende como un valor agregado a la actividad de excavación asociada a la construcción de la línea 1 del metro. . El valor agregado está en función del uso potencial del globo de terreno y la vocación de uso del área en donde está ubicado. Este criterio no fue considerado para la evaluación de los sitios para la construcción de los elementos prefabricados, ya que esta actividad no reporta externalidades que puedan capitalizarse a favor de otras a desarrollar en ese sitio, de hecho se considera en estos casos que el contratista, al culminar la obra, debe entregar los sitios en iguales o mejores condiciones que las existentes al momento de iniciar su operación.
- **Compatibilidad con Usos Adyacentes:** Establece una evaluación de la relación que existe entre el uso para el cual se está considerando el sitio analizado y los usos y actividades que se desarrollan en su contexto inmediato, identificando posibles conflictos o sinergias.
- **Uso Actual:** Este criterio busca indicar en qué medida el uso actual del sitio analizado favorece la actividad a realizar en él.
- **Facilidad para su Habilitación:** Con este criterio se consideran los costos relativos asociados con la adecuación de cada globo de terreno para su uso eficiente en la actividad para la cual se analiza.

Con la selección y definición de los criterios o variables de comparación se procedió a establecer una escala que estableciera la importancia relativa de cada uno de ellos.

Determinación de la Ponderación Relativa de Cada Criterio según requerimiento:

A los criterios definidos en el punto anterior, se procedió a aplicar el método de juicio de expertos para establecer, a través de rondas sucesivas, las ponderaciones que se presentan en la tabla siguiente. Como se puede observar los tres primeros criterios, capacidad, accesibilidad y facilidad de obtención resultaron los más importantes, en el caso de la evaluación de los sitios de fabricación de prefabricados. En el caso de los sitios para el depósito de materiales, se agrega como importante a los anteriores el criterio de Beneficio al uso potencial Futuro.

Tabla 5 - 6
Ponderación de Criterios Según Uso

Criterio	Elementos Prefabricados		Depósito de Material
	Viaducto	Dovelas	
Capacidad	21%	21%	17%
Accesibilidad	19%	19%	17%
Facilidad de Obtención	21%	21%	17%
Uso Potencial Futuro	NA	NA	15%
Compatibilidad con Usos Adyacentes	12%	12%	10%
Uso Actual	12%	12%	14%
Facilidad para su Habilitación	15%	15%	10%
Total	100%	100%	100%

Fuente: Elaborado por URS

Cuadros de Puntuación por Criterio:

El objetivo principal de la confección de los cuadros de puntuación por criterio a ser utilizadas por los expertos, es el de reducir la variabilidad entre las evaluaciones realizadas por los mismos. La escala utilizada, para cada criterio, va de una puntuación mínima de “1” a la máxima de “5”. En donde la puntuación de “5” implica un máximo valor positivo o de impacto positivo. Para cada uno de los seis criterios se presenta la metodología utilizada por los expertos para asignar su puntuación. Con la salvedad, de que la tabla o el mecanismo de puntuación en algunos criterios, puede variar para los sitios de prefabricados y los depósitos de materiales.

Criterio de Capacidad:

La metodología utilizada en este criterio varía entre los sitios de prefabricados y los de depósito de materiales, ya que para los primeros interesa el área y para los segundos el volumen. Cada una de ellas es explicada en los párrafos siguientes.

Para establecer la puntuación para los sitios en donde se construirán los elementos prefabricados (Viaducto y Dovelas), primero se estableció el área mínima requerida para el desarrollo de la actividad prevista. De acuerdo al Ingeniero Paniza, consultor de la SMP, para realizar estas tareas se requiere de un área mínima de tres hectáreas (3 has). Con lo cual, todo sitio que no cumpla con esta condición queda descartado de inicio. Para aquellos sitios que cumplen con el requisito de área mínima se calcula la relación entre el área disponible del sitio entre el área mínima requerida. Al sitio que obtenga el mayor valor en esta relación se le asigna un puntaje de “5”, mientras que a los otros se les tabularían evaluaciones proporcionales.

Para establecer la puntuación de los Sitios para Depósito de Material Clasificable, primero se estableció el volumen estimado total de material que requería ser depositado. De acuerdo a la información suministrada por la SMP, el volumen de material excavado que requerirá ser depositado es de 1.5 millones de metros cúbicos, de los cuales el 70% corresponde a material clasificable y utilizable como relleno y 30% sería material no apto para relleno. Este último será depositado en Cerro Patacón según las conversaciones sostenidas entre la SMP y los administradores del relleno sanitario. Cabe destacar que Cerro Patacón es el vertedero de la

ciudad de Panamá, el cual cuenta con un área aproximada de 132 ha. de la cuales se encuentran operativas un aproximado de 52 ha. y el mismo ha operado desde el año 1981. Un aspecto importante a tener en cuenta; es que, desde el año 2008 es administrado por una empresa privada.

El volumen de material clasificable a ser depositado puede ser distribuido entre varios sitios, pero en la medida que aumente su número, serán mayores los esfuerzos logísticos y administrativos asociados por lo tanto se estableció que sólo se analizarían aquellos sitios que pudiesen absorber como mínimo 0.3 millones de metros cúbicos. Con esta definición inicial se redujo el número de opciones y se procedió con la evaluación de la capacidad de los que cumplían con esta limitante. Seguidamente, se realizó el cálculo de la relación entre el área disponible del sitio entre el área mínima requerida de 0.3 MM m³. Al sitio que obtuviese el mayor valor en esta relación se le asignaría un puntaje de “5”, mientras que a los otros se les tabularían evaluaciones proporcionales.

Criterio de Accesibilidad:

Esta variable o criterio describe la facilidad para llegar o salir del sitio, que viene dada por las características de la vialidad de conexión y el nivel de servicio de la misma. Es oportuno señalar que se considera el nivel de servicio fuera de la hora pico, ya que la actividad de movilización de estas cargas no debe hacerse en horas pico. Para ambos elementos debe considerarse el tipo y frecuencia de la carga a transportar. En el caso del sitio de viaducto, el material o elemento a transportar que se espera que genere la mayor afectación son las vigas que pueden pesar entre 150 a 180 toneladas. Para los elementos prefabricados de túnel, las dovelas, su peso es de alrededor de 8 toneladas. Para los depósitos de materiales de las excavaciones, se utilizarán camiones volquetes. El supuesto principal considerado, es que el movimiento de estos elementos se llevará a cabo en horas y días que causen la menor afectación.

Puntuación	Descripción
5	No requiere construcción de accesos. Comunica con vías en ambas direcciones Ubicada en un área que ya cuenta con una Nivel de Servicio Actual A o B

4	No requiere construcción de accesos. Comunica con vías en ambas direcciones Ubicada en un área que ya cuenta con una Nivel de Servicio Actual C
3	Requiere construcción de accesos. Comunica con vías en ambas direcciones Ubicada en un área que ya cuenta con una Nivel de Servicio Actual D
2	Requiere construcción de accesos. Comunica con vías en una sola dirección Ubicada en un área que ya cuenta con una Nivel de Servicio Actual E
1	Requiere construcción de accesos. Comunica con vías en una sola dirección Ubicada en un área que ya cuenta con una Nivel de Servicio Actual de F

Criterio de Facilidad de Obtención:

La tabla siguiente aplica para la evaluación de los diferentes sitios en estudio.

Puntuación	Descripción
5	El terreno es privado y ya se cuenta con documentación escrita de aceptación del dueño. El terreno es público y ya existe anuencia de la entidad para el uso del mismo.
4	El terreno es privado y ya ha contactado al dueño el cual está de acuerdo pero no se cuenta con documentación escrita de aceptación del dueño. El terreno es público y existe buena disposición de la entidad para el uso del mismo..
3	El terreno es público y existen proyectos en etapa de estudio para el mismo. El terreno es privado y el dueño está analizando la alternativa.
2	El terreno es público y existen proyectos en etapa de formulación para el mismo. El terreno es privado y no se ha podido contactar al dueño del globo de terreno.
1	El terreno es público y existen proyectos aprobados para el mismo. El terreno es privado y el dueño ya ha expresado renuencia para la utilización del globo de terreno

Criterio de Uso Potencial Futuro:

Este criterio sólo aplica para la evaluación de los sitios de depósito de los materiales.

Puntuación	Descripción
5	Las actividades a ser realizadas en el terreno facilitarán la utilización futura del terreno.
4	Las actividades a ser realizadas en el terreno pueden crear una oportunidad futura
3	Las actividades a ser realizadas pueden afectar su uso futuro.
2	Las actividades a ser realizadas afectan significativamente su uso futuro.
1	Las actividades a ser realizadas son contrarias a su uso potencial futuro.

Criterio de Compatibilidad con usos Adyacentes (conflictos)

La tabla siguiente aplica para la evaluación de los diferentes sitios en estudio.

Puntuación	Descripción
5	Ubicado en un lugar sin población. Usos adyacentes son similares o complementarios.
4	Ubicado en lugar con baja densidad de población. Usos adyacentes son similares o complementarios
3	Ubicado en lugar con baja densidad de población. Usos adyacentes no son similares.
2	Ubicado en lugar con baja densidad de población con vegetación compuesta por bosque secundario intermedio. Usos adyacentes no son similares.
1	Área residencial, escolar o de área de interés turístico, Crea afectación a especies en el área Rodeada de bosques secundarios maduros.

Criterio de Uso Actual del Sitio:

La tabla siguiente aplica para la evaluación de los diferentes sitios en estudio.

Puntuación	Descripción
5	No está siendo utilizado, terreno ya está intervenido.
4	No está siendo utilizado, terreno con poca o escasa vegetación.
3	No está siendo utilizado, o tiene un uso removible, terreno con vegetación tipo rastrojos.
2	Tiene un uso removible con costo y área con vegetación compuesta de bosque secundario.
1	Tiene un uso removible con costo y área con vegetación compuesta de bosque secundario maduro.

Criterio de Facilidad para su Habilitación:

La tabla siguiente aplica para la evaluación de los diferentes sitios en estudio.

Puntuación	Descripción
5	Cuenta con acceso a los servicios públicos (energía, agua potable, aguas servidas, líneas de transporte para colaboradores, otros). No requiere inversiones para habilitación de área de trabajo. No existen problemas previsibles de seguridad en el área.
4	Cuenta con acceso a los servicios públicos (energía, agua potable, aguas servidas, líneas de transporte para colaboradores, otros). Requiere inversión básica para habilitación de área de trabajo. No existen problemas previsibles de seguridad en el área
3	Cuenta con acceso limitado a los servicios públicos (energía, agua potable, aguas servidas, líneas de transporte para colaboradores, otros). Requiere inversiones para la habilitación de área de trabajo. No existen problemas previsibles de seguridad en el área
2	Cuenta con acceso limitado a los servicios públicos (aguas potable, líneas de transporte para colaboradores, otros). Requiere inversiones para la habilitación de área de trabajo. Existen problemas previsibles de seguridad en el área.
1	No cuenta con acceso a los servicios públicos (energía, agua potable, aguas servidas, líneas de transporte para colaboradores, otros). Requiere inversiones para la habilitación de área de trabajo.

Puntuación	Descripción
	Existen problemas de seguridad en el área.

5.1.4.2 Evaluación de Sitios para Áreas Auxiliares

Esta sección presenta la lista inicial de sitios aportada por la SMP y su posterior evaluación.

Las Alternativas

La SMP identificó un conjunto de sitios que podrían ser utilizados para localizar las áreas auxiliares requeridas, doce para la elaboración de elementos prefabricados y 19 para los rellenos. De un primer proceso de descarte orientado por el Ing. Paniza de la SMP, quedaron para ser evaluadas en detalle las alternativas que se presentan en la Tabla 5-7.

Tabla 5-7
Alternativas de Sitios a ser Evaluadas en Detalle

Uso propuesto	Alternativas de Sitios
Elementos Prefabricados - Viaductos	Parcela de UNESA Tinajitas Parcela Corredor Norte Peaje Parcela Paso Elevada San Miguelito
Elementos Prefabricados - Dovelas	Terreno Universidad de Panamá Campo de Antenas Albrook Parcela Aeropuerto Albrook Patio de División Eléctrica Clayton Vía Centenario Planta de Asfalto
Depósitos de Materiales	Amador 1 Patio de Ferrocarril Morgan Gardens Parcela Frente Cementerio Norte Cantera Cárdenas Norte Diablo

Elaboración: URS Holdings

Evaluación

Con la metodología presentada en la sección anterior se realizó la evaluación de las alternativas presentadas por la Secretaría del Metro de Panamá. A continuación se presentan los resultados de estas evaluaciones para cada tipo de sitio de apoyo.

Tabla 5-8
Evaluación de Criterios para Elementos Prefabricados – Viaductos

Criterio	Ponderación	Parcela de UNESA Tinajitas		Parcela Corredor Norte Peaje		Parcela Paso Elevada San Miguelito	
		Valor	Puntaje	Valor	Puntaje	Valor	Puntaje
Capacidad	21%	5	1.026	3	0.615	1	0.205
Accesibilidad	19%	5	0.957	4	0.766	4	0.766
Compatibilidad con usos adyacentes	12%	4	0.465	5	0.581	1	0.116
Uso Actual	13%	5	0.641	5	0.641	5	0.641
Facilidad para su habilitación	15%	4	0.615	4	0.615	2	0.308
Facilidad de Obtención	21%	4	0.821	5	1.026	2	0.410
Total	100%		4.525		4.244		2.446

Fuente: URS, elaborado con información del documento Evaluación para la Selección de Sitos de Elaboración de Prefabricados y Depósitos de Materiales no Clasificados Producto de Excavaciones de Túneles, Trincheras y Estaciones Subterráneas del Metro Línea 1, Ingeniero Luis Paniza

La aplicación de la metodología dio los siguientes resultados:

Área auxiliar para elementos prefabricados para los viaductos:

Como se observa en la Tabla 5-8 la Parcela de UNESA, propiedad de Inmobiliaria SUCASA, S.A., situada detrás del Centro Comercial Los Andes, con una superficie de 4.76 hectáreas de terreno plano es la más indicada. La distancia que existe entre el punto de inicio del viaducto y esta parcela es de un kilómetro. En cuanto al acceso, existe uno de concreto con una buena amplitud para la entrada y salida de carga. En cuanto a las utilidades, el tendido eléctrico está próximo al mismo, el suministro de agua potable también está cerca. El sitio también presenta la posibilidad de poder obtener agua para la operación de la planta de prefabricado con la perforación de pozos. Para su uso deben realizarse mejoras que consisten en el revestimiento con piedra molida y material selecto para obtener el soporte que permita la operación. Al igual debe repararse el acceso para facilitar el acceso a equipo pesado.

Área auxiliar para fabricación de dovelas:

Como se puede observar en la Tabla 5-9, el terreno de la Universidad de Panamá, localizado entre el Corredor Norte y la Av. Transístmica, con un área de 2.719 has resultó el más adecuado. En la actualidad no está dedicada a ninguna actividad y de acuerdo al Ingeniero Paniza, la parcela cuenta con buenos accesos, pero debe habilitarse la salida de cargas. Tiene una excelente ubicación, ya que se encuentra aproximadamente a un kilómetro de la entrada Sur del túnel y a unos 400 metros del patio de almacenaje del Metro. Es posible hacer un pozo para el agua de operación de la planta y el tendido eléctrico se encuentra próximo a la parcela. El terreno requiere nivelación y recubrimiento para permitir la operación de la planta, ya que cuenta con superficie ligeramente inclinada. El terreno es muy firme arcilloso, está bien drenado y en un área despejada.

Áreas auxiliares para depósitos de materiales:

Como se desprende de la Tabla 5-10, se recomiendan dos sitios: la parcela propiedad del Ferrocarril de Panamá (patio del ferrocarril) y globo de terreno denominado Amador 1. La parcela del patio del ferrocarril tiene 6.882 has y está ubicada a un kilómetro de la salida Sur del túnel. La misma colinda con una excelente vía de acceso y tiene una capacidad para recibir material por el orden de los 200,000 m³ de material rocoso, lo que permitiría incorporar esta área al patio del ferrocarril. Este valor agregado para el dueño, se traduce en ahorros para la operación, ya que el equipo de compactación sería provisto por el mismo. El globo de terreno no está cerca de viviendas y el mismo no presenta drenajes que puedan afectarse por el relleno rocoso. Por otra parte, la superficie del área del globo de terreno denominado Amador 1 es de 6.808 has con capacidad para recibir 700,000 m³, en dos años. El mismo está ubicado a tres kilómetros del alineamiento del proyecto en terrenos que se encuentran en inscripción como parte de las propiedades del estado, y es un área que se utilizará para acopio del material que se empleará para el relleno del Proyecto del Centro de Convenciones de Amador (a ejecutar por el Gobierno).

Las capacidades combinadas de las dos primeras opciones sobrepasan los requerimientos y ofrecen una holgura por el orden del 25%. Es importante señalar que también se incorpora como área auxiliar de depósito, el terreno previsto para Patios y Talleres, localizado en Albrook y cuya

área es de 10.96 has, y tiene capacidad para recibir una cantidad superior a los 350,000 m³ (dependiendo de la profundidad del relleno), ya que para la construcción de esta instalación se requiere llenar la parcela.

Tabla 5-9
Evaluación de Criterios para Elementos Prefabricados – Dovelas

Criterio	Pond.	Terreno Universidad de Panamá		Campo de Antenas		Parcela Aeropuerto Albrook		Patio de Div Eléctrica Clayton		Vía Centenario Planta de Asfalto	
		Valor	Puntaje	Valor	Puntaje	Valor	Puntaje	Valor	Puntaje	Valor	Puntaje
Capacidad	21%	5	1.050	1	0.210	1	0.210	4	0.840	5	1.05
Accesibilidad	19%	4	0.760	5	0.950	5	0.950	2	0.380	3	0.57
Compatibilidad con usos adyacentes	12%	4	0.480	5	0.600	2	0.240	1	0.120	5	0.6
Uso Actual	12%	5	0.600	5	0.600	5	0.600	5	0.600	3	0.36
Facilidad para su habilitación	15%	4	0.600	2	0.300	3	0.450	5	0.750	2	0.3
Facilidad de Obtención	21%	3	0.630	5	1.050	4	0.840	4	0.840	5	1.05
Total	100%		4.12		3.710		3.290		3.530		3.93

Fuente: URS, elaborado con información del documento Evaluación para la Selección de Sitos de Elaboración de Prefabricados y Depósitos de Materiales no Clasificados Producto de Excavaciones de Túneles, Trincheras y Estaciones Subterráneas del Metro Línea 1, Ingeniero Luis Paniza

Tabla 5-10
Evaluación de Criterios para Depósitos de Materiales

Criterio	Pond.	Amador 1		Patio de Ferrocarril		Morgan Gardens		Parcela Frente Cementerio		Norte Cantera Cárdenas		Norte Diablo	
		Valor	Puntaje	Valor	Puntaje	Valor	Puntaje	Valor	Puntaje	Valor	Puntaje	Valor	Puntaje
Capacidad	17%	4	0.680	2	0.340	3	0.510	1	0.170	3	0.510	5	0.85
Accesibilidad	17%	4	0.680	5	0.850	4	0.680	4	0.680	3	0.510	4	0.68
Facilidad de Obtención	17%	4	0.680	5	0.850	1	0.170	5	0.850	4	0.680	1	0.17
Contribuir a Uso Potencial Futuro	15%	5	0.750	4	0.600	4	0.600	4	0.600	4	0.600	1	0.15
Uso Actual	10%	5	0.500	5	0.500	2	0.200	5	0.500	5	0.500	5	0.5
Compatibilidad con usos adyacentes	14%	5	0.700	5	0.700	5	0.700	5	0.700	5	0.700	5	0.7
Facilidad para su habilitación	10%	3	0.300	5	0.500	5	0.500	5	0.500	4	0.400	5	0.5
Total	100%		4.290		4.340		3.360		4.000		3.900		3.55

Fuente: URS, elaborado con información del documento Evaluación para la Selección de Sitos de Elaboración de Prefabricados y Depósitos de Materiales no

Clasificados Producto de Excavaciones de Túneles, Trincheras y Estaciones Subterráneas del Metro Línea 1, Ingeniero Luis Paniza

5.2 Ubicación Geográfica

El proyecto está localizado en la Provincia de Panamá y abarca parte de los Distritos de Panamá y San Miguelito. La ruta propuesta para la Línea 1 del Metro, pasa por nueve corregimientos, estos son; Amelia D. de Icaza, Victoriano Lorenzo, Betania, Pueblo Nuevo, Bella Vista, Calidonia, Santa Ana, Curundú y Ancón. El mismo, prestará servicio de transporte desde el Sector de Los Andes al Norte de la ciudad hasta el sector de la Terminal de Transportes con la estación Albrook ubicada al Sur de la ciudad de Panamá (Figura 5-4 Ubicación Geográfica del proyecto en escala 1:50.000).

La trayectoria del Metro, inicia en la estación Los Andes al Norte, corre a lo largo de la Avenida Transístmica hasta encontrar la intersección con la Avenida Fernández de Córdoba la cual recorrerá en su totalidad, hasta llegar a la Vía España, donde gira hacia la izquierda para tomar la Avenida Justo Arosemena, hasta llegar a la Plaza 5 de Mayo. De allí continúa hasta cruzar la Avenida 3 de Noviembre y luego dirigirse hacia el área donde se tiene planificado la construcción de la futura Ciudad Gubernamental y concluir frente a la Terminal de Transportes en la estación Albrook, para finalmente llegar a la zona de Patios y Talleres en el área de Albrook.

La Línea 1 del Metro de Panamá, contará con una longitud aproximada de 13.7 km, incluyendo la conexión con los Patios y Talleres ubicados en Albrook y el tramo de retorno a desarrollar en Los Andes. Como se explicó en la sección anterior su alineamiento presenta tramos de viaducto, tramos en túnel, tramos en trinchera y un tramo en superficie. A continuación, la Tabla 5-11 muestra las longitudes previstas de cada uno de estos tramos.

Tabla 5-11
Resumen de Tramos en Función de Ubicación

Tramo/Tipo	Desde	Hasta	Longitud (km.)
Viaducto (incluye rampa de transición de subterráneo a elevado)	Los Andes PK13+702	Terminal 12 de Octubre PK8+420	5.28
Túnel	Fernández de Córdoba PK7+970	Curundú PK0+740	7.230
Trinchera Abierta	Curundú PK 0+000 F. de C. PK 7+970	PK 0+740 PK 8+420	1.19

Fuente; SMP-2010, Documento Licitación por Mejor Valor con Evaluación Separada No 2010-0-03-0-08-LV-014023 Línea 1 del Metro de Panamá, Condiciones Especiales Pliego de Cargos, Capítulo II con Adenda 2. Página 8. Elaboración: URS Holdings

El Sistema Metro de Panamá en su Línea 1 tiene 13 estaciones³, de la cuales cinco (5) son en viaducto, siete (7) son subterráneas y una (1) en trinchera, que corresponde a la estación de Curundú. En la Figura 5-5 se presenta una gráfica que indica las ubicaciones de las estaciones en los distintos tramos de la Línea 1 del Metro de Panamá. Adicionalmente, en la Tabla 5-12, se presenta la localización de estas estaciones.

Tabla 5-12
Coordenadas de Ubicación Propuesta para las Instalación de Operación a Largo Plazo (Estaciones y Patio de Taller) de la Línea 1 del Metro de Panamá

No	Nombre	Tipo	Coordenadas	
			Norte	Este
1	Los Andes	Viaducto	1000600	663950
2	Pan de Azúcar		999700	663950
3	San Miguelito		998500	664150
4	Pueblo Nuevo		997700	663350
5	12 de Octubre		996800	662950
6	Fernández. de Córdoba	Subterránea	995000	662700
7	Vía Argentina		994000	662400
8	Iglesia del Carmen		993200	661800
9	Hospitales		992000	661200
10	Marañón		991450	660900
11	5 de Mayo		991000	660600
12	Curundú	Trinchera Profunda	991600	659800
13	Albrook	Trinchera	992200	659450

³ A finales del mes de agosto se informó que no está confirmada la realización de las estaciones Curundú y Marañón pues se requieren estudios adicionales.

No	Nombre	Tipo	Coordenadas	
			Norte	Este
14	Patio Albrook	Superficial		
		Superficial	992508 992853	659545 660073

Fuente; SMP-2010, Documento Planos Diseño Geométrico Conceptual 1/14 a 14/14

POYRY – GEO CONSULT S.A. - C&M. Elaboración: URS Holding.

5.3 Área de Estudio del Proyecto

El área de estudio, de la Línea 1 del Metro abarca el área de influencia directa (AID) y el área de influencia indirecta (AII), que pueden apreciarse en la Figura 5-4 al final del capítulo. La definición y delimitación de estas áreas fue realizada en la Línea Base Ambiental desarrollada por la empresa Panama Environmental Services, S.A. (PES).

Se entiende como área de influencia de un proyecto la zona sobre la que será posible medir impactos derivados de las acciones que proponga el mismo. Según sea el tipo de impacto, directo o indirecto, la zona podrá ser de influencia directa o indirecta. El AID es la zona geográfica en la cual se presentan los impactos directos de manera inmediata a la fuente que los genera⁴.. El AII está definida como el espacio físico en que un componente ambiental afectado directamente, afecta a su vez a otro u otros no relacionados, aunque sea con una intensidad mínima.

La metodología utilizada por PES para la delimitación de las áreas de influencia está basada en la Matriz de Vicente Conesa, que se fundamenta en la contrastación de los factores ambientales, de infraestructuras y socioeconómicos con las variables que califican integralmente los impactos, es decir: grado de perturbación, importancia, extensión, capacidad de recuperación, y duración del Impacto. Los factores ambientales y los criterios correspondientes se presentan en la Tabla 5-13.

⁴ Área de influencia directa (AID): área sobre la cual se pueden dar impactos directos de las acciones de un proyecto, obra o actividad. Impactos Directos: Impactos ambientales primarios de una acción humana que ocurren al mismo tiempo y en el mismo lugar que ella (Decreto Ejecutivo 123 de 14 de agosto de 2009).

Tabla 5-13
Variables y Criterios para la Delimitación de las Área de Influencia Directas e Indirectas de la Línea 1 del Metro de Panamá

Factores	Criterios	
Ambiental	Topografía	Clima
	Aire	Ruido
	Fauna	Flora
	Hidrología (ríos, quebradas)	Áreas vulnerables
Infraestructura	Calles o vías	Monumentos
	Uso de suelo	Industrias
	Comercios	Alcantarillado sanitario
	Electricidad	Acueducto
	Comunicación	
Socioeconómico	Densidad de Población	Viviendas
	Actividades Comerciales	Actividades Turísticas
	Grupos de Interés (Etnias)	Transporte
	Sector Informal	Servicios privados
	Servicios Públicos (escuelas, iglesias, parques, colegios, salud entre otros).	

Fuente: Panama Environmental Services, S.A. (PES), 2010, Línea Base Ambiental para la Línea 1 del Metro de Panamá

Para el análisis matricial PES escogió distintas distancias (100, 300, 700, 1000 y <1500m) a partir de la línea central del trazado. Se entiende que el nivel de afectación a las personas y al ambiente decrece en la medida en que nos alejamos del eje del proyecto.

La máxima afectación ambiental se da a cero (0) metro del centro de la vía. La mínima se da a >1500 metros de la vía. El máximo grado de afectación es 100%. El mínimo es de 10 % a 0%. En este contexto, el límite entre el área de afectación directa y la indirecta se estableció en el punto en el que el nivel de afectación alcanza o está cercano a 50%.

De los análisis realizados resultó que dadas las diferencias a lo largo del trazado en cuanto a densidad poblacional y otros factores ambientales, la distancia a la que se daba la afectación del

50% tampoco era homogénea a lo largo de la línea. Finalmente, se definieron dos grandes sectores para el AID, que se describen en la próxima sección.

La superficie total del área de influencia está alrededor de 3,035. 129 hectáreas. Discriminada como se indica en la Tabla 5-14.

Tabla 5-14
Superficie del Área de Influencia Directas e Indirectas de la
Línea 1 del Metro de Panamá

AREA DE INFLUENCIA	HAS	%
Directa	425.279	14%
Indirecta	2,609.850	86%
Total	3,035.129	100%

Elaboración: URS Holding

5.3.1 Área de Influencia Directa del Proyecto

Como resultado de lo explicado anteriormente se definió como área de influencia directa, una franja en donde se espera que el proyecto tenga mayor influencia, cuyo ancho varía entre 100 y 300 metros a partir del eje del trazado. El sector con los 100 metros a cada lado del alineamiento del proyecto corresponde al tramo desde Albrook hasta el puente de San Miguelito (PK 0+00 – PK 11+200) y el sector de la franja de los 300 metros a partir del eje, abarca desde el puente de San Miguelito hasta los Andes (PK 11+200 – PK 13 + 713). Es importante señalar que las áreas auxiliares, dado que son parte integrante del proyecto se consideran dentro del AID y la superficie de su huella, se incluye dentro de la superficie total de la AID.

Por lo tanto, la superficie total del AID es de 425.279 has que se discrimina como se indica en la Tabla 5-15. Las superficies detalladas de las áreas auxiliares se muestran en la Tabla 5-16. Es oportuno señalar que dentro de la franja de influencia directa se incluye la huella del proyecto, que es la zona donde se realizarán las obras, que totaliza 55.733 has, que significa el 13.1 % del AID.

Tabla 5-15
Superficie del Área de Influencia Directa de la Línea 1 del Metro de Panamá

AREA DE INFLUENCIA	HAS	%
Franja de 100 metros a cada lado del alineamiento	224.029	52.7
Franja de 300 metros a cada lado del alineamiento	169.121	39.8
Superficie de las áreas auxiliares	32.129	7.5
Total	425.279	100.000

Elaboración: URS Holding

Tabla 5-16
Superficie de las Áreas Auxiliares
Línea 1 del Metro de Panamá

AREA DE INFLUENCIA	HAS	%
Sitio de Depósito Amador	6.808	21.189
Sitio de Depósito Ferrocarril	6.882	21.421
Sitio de Depósito Patio y Talleres	10.960	34.112
Sitio Prefabricados-Sector Norte	4.760	14.817
Sitio Prefabricados-Sector Sur	2.719	8.462
TOTAL	32.129	100.000

Elaboración: URS Holding

5.3.2 Área de Influencia Indirecta del Proyecto

El área de influencia indirecta (AII), corresponde al espacio comprendido desde el límite del área de influencia directa hasta la distancia donde el grado de afectación tiende a ser menor del 10%, lo que según los análisis sucedería 1000 metros a cada lado del eje del alineamiento del proyecto. Esta área de influencia indirecta tiene una superficie de 2,609.850 hectáreas.

5.4 Legislación y Normas Técnicas Ambientales que Regulan el Sector y el Proyecto, Obra o Actividad

Las leyes y regulaciones ambientales aplicables al EsIA para el proyecto de la Línea 1 del Metro de Panamá, incluyen la legislación y reglamentación de las agencias pertinentes del Estado Panameño. En esta sección se describen estas leyes y regulaciones.

5.4.1 Legislación Ambiental Panameña

La Constitución vigente de la República de Panamá y la Ley 41 de 1 de julio de 1998, General del Ambiente, establecen que la Administración del Ambiente, es una obligación del Estado y por tanto es necesaria su protección, conservación y recuperación.

La política nacional del ambiente constituye el conjunto de medidas, estrategias y acciones establecidas por el Estado, para orientar, condicionar y determinar el comportamiento del sector público y privado, los agentes económicos y la población en general para la conservación, manejo y aprovechamiento de los recursos naturales y del ambiente.

La Ley 41 de 1 de junio de 1998, facultó a la Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM) para que a través del Órgano Ejecutivo reglamente el Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental. La Ley General del Ambiente, en su Título IV, Capítulo II señala lo relacionado con el Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental y establece las etapas que debe comprender dicha evaluación. Además, señala que las actividades, obras o proyectos públicos o privados que por sus características, efectos, ubicación o recursos puedan generar riesgo ambiental, requerirán un Estudio de Impacto Ambiental previo a la iniciación del proyecto de acuerdo a la Ley.

Otras reglamentaciones se establecen en el Capítulo 7 del Título III de la Constitución, Artículos 118 al 121, se define el régimen ecológico. El Artículo 118 ordena que la población viva en un ambiente sano y libre de contaminación en donde el aire, el agua y los alimentos satisfagan los requerimientos del desarrollo adecuado de la vida humana. El Artículo 119 establece que el “Estado y todos los habitantes del territorio nacional tienen el deber de propiciar un desarrollo

social y económico que prevenga la contaminación del ambiente, mantenga el equilibrio y evite la destrucción a los ecosistemas.” Los Artículos 120 y 121 responsabilizan al gobierno de Panamá de reglamentar, fiscalizar y aplicar las medidas necesarias para implementar esta política. Lo contenido en los artículos anteriores indica que el Estado panameño, en materia ambiental, contempla el criterio de desarrollo sustentable de los recursos siempre y cuando se garantice su sostenibilidad y se evite su extinción.

Por su parte el Artículo 289 de la Constitución dispone que el Estado regulará la adecuada utilización de la tierra de conformidad con su uso potencial y los programas nacionales de desarrollo, con el fin de garantizar su aprovechamiento óptimo. Este artículo no limita el uso del suelo a determinados proyectos sino, más bien, establece como única condición que la utilización del suelo se haga de conformidad con su uso potencial y de acuerdo a los programas nacionales de desarrollo.

En adición a la legislación ambiental, existen otras leyes, decretos, regulaciones y resueltos institucionales que contienen disposiciones que inciden sobre la gestión ambiental y sobre actividades específicas. A continuación se describen los decretos, regulaciones, convenios y lineamientos internacionales que tienen algún grado de inherencia sobre el proyecto Línea 1 del Metro de Panamá:

- El Decreto de Ejecutivo del Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental;
- Otras Regulaciones Pertinentes Vigentes, Reglamentos y Anteproyectos de Normas,
- Convenios Internacionales.

5.4.2 Decreto Ejecutivo del Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental

La evaluación de impacto ambiental provee una oportunidad para revisar los efectos ambientales de los proyectos de desarrollo antes de su aprobación y es una herramienta de ayuda a la toma de decisiones razonables concerniente a los efectos que pueden tener en el medio ambiente. El Decreto Ejecutivo No. 123 del 14 de agosto de 2009 reglamenta el proceso de evaluación de impacto ambiental.

Algunas de las disposiciones que se establecen en este decreto están enmarcadas en las funciones y responsabilidades de la autoridad del ambiente y organismos internos; dentro de estas funciones le corresponde a la ANAM fiscalizar, inspeccionar y controlar, conjuntamente con las autoridades sectoriales competentes, el cumplimiento de los Estudios de Impacto Ambiental, de sus respectivos planes de manejo ambiental y de las normas ambientales; así como la adecuada aplicación de los procedimientos de fiscalización y auditoría ambiental.

El Decreto Ejecutivo Número 123 del 14 de agosto de 2009, que derogó el Decreto Ejecutivo 209 de 5 de septiembre del 2006, reglamenta el Capítulo II del Título IV de la Ley 41 del 1 de Julio de 1998. En su Artículo Tercero establece que todo proyecto de inversión, pública y privada, de carácter nacional, regional o local, que estén incluidas en la lista taxativa contenida en el Artículo Número 16 del Reglamento, deberán someterse al Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental antes de iniciar la realización del respectivo Proyecto. Por lo cual, en el Artículo Cuarto establece que ningún proyecto podrá iniciar su ejecución sin contar con la aprobación de la Declaración Jurada notariada para los Estudios de Impacto Ambiental Categoría I y con la Resolución Ambiental de la Autoridad Nacional del Ambiente para los Estudios de Impacto Ambiental Categoría II y III:

En su Artículo 14 establece que “la elaboración de los Estudios de Impacto Ambiental deberá ceñirse, sin necesariamente limitarse, a los contenidos definidos en este Reglamento y los que se establezcan en las Resoluciones Administrativas, manuales y/o reglamentos”. El Decreto presenta en su Artículo 16 la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (Código CIIU). En el cual, dentro del sector de Industria de la Construcción contempla Edificaciones, Terminales de transporte terrestre y Construcción de líneas férreas superficiales o subterráneas. Finalmente, en su Artículo Número 26 se presenta el Contenido Mínimos de los Estudios de Impacto Ambiental según su categoría.

5.4.3 Otras Regulaciones Pertinentes

Decreto Ley N° 5 de 28 de enero de 2005, “Que adiciona un Título, denominado Delitos contra el Ambiente, al Libro II del Código Penal, y dicta otras disposiciones.”

Este decreto lista los delitos, sus sanciones y penas. Los mismos se enmarcan en Delitos contra los Recursos Naturales, Delitos contra la Vida Silvestre y Delitos de Tramitación, Aprobación y Cumplimiento de Documentación Ambiental.

Decreto Ley N° 66 del 10 de noviembre de 1947, “por la cual se Aprueba el Código Sanitario” (Referirse a los artículos 88, 200, 202, 204, 206, 207 y 208).

El Código Sanitario fue creado por la Ley No. 66 del 10 de Noviembre de 1947, enmarcándose en el lema “salud pública, suprema ley”. Es relevante la relación de esta ley ya que está íntimamente ligado al agua en cuanto a su calidad.

Decreto Ejecutivo N° 38 de 3 de junio de 2009 por el cual se dictan Normas Ambientales de Emisiones para Vehículos Automotores.

Este Decreto presenta en su Artículo Primero, que su objetivo es el de establecer los límites permisibles de emisiones al aire producidas por vehículos automotores, con el fin de proteger la salud de la población, los recursos naturales y la calidad del ambiente de la contaminación atmosférica. Para ello presenta tablas que presentan los límites permisibles y condiciones de prueba, por tipo de vehículo y tipo de combustible. El decreto presenta la metodología a ser utilizada para las mediciones, al igual que las prohibiciones, infracciones y sanciones.

Decreto Ejecutivo N° 5 del 4 de febrero de 2009 “Por el cual se dictan Normas Ambientales de Emisiones para Fuentes Fijas”.

En su Artículo Primero se presenta como objetivo el de “establecer los límites permisibles de emisiones al aire producidas por fuentes fijas” (nuevas o modificadas), con el fin de proteger la salud de la población, los recursos naturales y la calidad del ambiente de la contaminación atmosférica. El Artículo Quinto lista los Límites Máximos Permisibles para Fuentes Fijas Existentes, la cual es una referencia de la Guía del Banco Mundial del año 1998. En cuanto a los Límites Máximos Permisibles para Fuentes Fijas Nuevas o Modificadas, el Decreto establece en su Artículo Número 7 que “debe hacer uso de la Mejor Tecnología de Control Disponible, la

cual debe ser autorizada por ANAM a través de la Resolución Administrativa que aprueba el Estudio de Impacto Ambiental”. Por lo cual, en el Artículo 22 se indica que las empresas están obligadas a presentar, en un período no mayor a dos meses, ante al ANAM su caracterización de emisiones, una vez inicien operaciones.

Decreto Ejecutivo N° 306 de 4 de septiembre de 2002 por el cual se adopta el reglamento para el control de los ruidos en espacios públicos, áreas residenciales o de habitación, así como en ambientes laborales.

En este decreto se establece el nivel sonoro máximo admisible de ruidos de carácter continuo, para las personas, dentro de los lugares de trabajo, en jornadas de ocho horas:

- En trabajos con actividad mental constante e intensa 50 decibeles (dB)
- En trabajos de oficina y actividades similares 60 decibeles (dB)
- En otros trabajos (fábricas, industrias, talleres) 85 decibeles (dB)

Todos estos valores serán medidos en las áreas en que el operario realiza habitualmente sus labores. La empresa también tiene la obligación de realizar audiometrías periódicas, cada seis meses, a sus trabajadores. Además, el Decreto establece que las empresas deberán además aplicar el reglamento técnico DGNTI-COPANIT 44-2000, Higiene y Seguridad Industrial, relativo a las “*Condiciones de Higiene y Seguridad en los Ambientes de Trabajo donde se genere ruido*”.

Por otra parte, el Art. 7 de este Decreto prohíbe exceder la intensidad del ruido, fuera del local o residencia, a las fábricas, industrias, talleres, almacenes, bares, restaurantes, discotecas, locales comerciales u otro establecimiento o residencia cuya actividad genere ruido, vecinos a edificios o a casas destinadas a residencia o habitación, de acuerdo a los siguientes parámetros, establecidos mediante el **Decreto Ejecutivo No. 1 de 15 de enero de 2004** que modificó el Art. 7 del Decreto en referencia:

Horario	Nivel Sonoro Máximo
De 6:00 a.m. a 9:59 p.m.	60 decibeles (dB)
De 10:00 p.m. a 5:59 a.m.	50 decibeles (dB)

La medición del ruido para determinar las infracciones a esta norma, se hará desde las distintas residencias o habitaciones de los afectados. Cuando el ruido de fondo o ambiental en las fábricas, industrias, talleres, almacenes, bares, restaurantes, discotecas, toldos, locales comerciales o cualquier otro establecimiento o actividad permanente que genere ruido, supere los niveles sonoros mínimos de este reglamento, se evaluará de la siguiente manera:

- Para áreas residenciales o vecinas a éstas, no se podrá elevar el ruido de fondo o ambiental de la zona.
- Para áreas industriales y comerciales, sin perjuicio de residencias, se permitirá sólo un aumento de 3 dB sobre el ruido de fondo o ambiental.
- Para áreas públicas, sin perjuicio de residencias, se permitirá un incremento de 5 dB sobre el ruido de fondo o ambiental.

Este Decreto deroga el Decreto No. 150 de 19 de febrero de 1971.

Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 44-2000

Higiene y Seguridad. Condiciones de higiene y seguridad en ambientes de trabajo donde se genere ruido

Dicho Reglamento establece, las medidas para mejorar las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido que por sus características, niveles y tiempo de exposición sean capaces de alterar la salud de los trabajadores; así como la correlación entre los niveles máximos permisibles de ruido y los tiempos máximos permisibles de exposición por jornada de trabajo. Este Reglamento es aplicable a toda persona natural o jurídica, pública o privada que en cuyo centro de trabajo se generen o transmitan ruidos capaces de alterar la salud de los trabajadores. Además se incorporan los niveles de exposición permisibles en una jornada de trabajo de 8 horas.

Tabla 5-17
Niveles Admisibles de Ruido

Duración de la Exposición Máxima (en una jornada de trabajo de 8 horas)	Nivel de Ruido permisible en dB(A)
8 hrs	85
7 hrs	86
6 hrs	87
5 hrs	88
4 hrs	90
3 hrs	92
2 hrs	95
1 hrs	100
45 minutos	102
30 minutos	105
15 minutos	110
7 minutos	115

Fuente: Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 44-2000

En el caso de que un trabajador sea expuesto a niveles de ruido mayor a lo establecido en la tabla anterior será requerido que utilice equipo de protección personal (orejeras, tapones o ambos según sea el caso).

Por otro lado, en su Sección 3, se hace mención que no se permitirá en ningún período de tiempo, exposiciones a ruidos que excedan los 130 decibeles, si no cuentan con equipo de protección. Por su parte, la Sección 4 se refiere a los deberes que debe tener el empleador con relación a los daños a la salud originados por ruido, a las características del ruido y sus componentes de frecuencia; además deben suministrar a sus trabajadores los equipos de protección personal sin costo alguno y mantener actualizado el expediente de registro de los niveles sonoros para ser mostrado a las autoridades del Ministerio de Salud si así lo requieren.

Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 45-2000

Higiene y Seguridad Industrial. Condiciones de Higiene y Seguridad en Ambientes de Trabajo donde se Genere Vibraciones

El objetivo es establecer las medidas para proteger la salud de los trabajadores y mejorar las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se generen o transmitan vibraciones que por su nivel de transmisión y tiempo de exposición sean capaces de alterar la salud de los trabajadores, así como establecer la correlación entre los niveles máximos permisibles de vibraciones y los tiempos máximos de exposición por jornada de trabajo. Lo más importante a destacar en el Reglamento es la tabla de niveles admisibles para las vibraciones locales en las diferentes bandas de octava.

Tabla 5-18
Niveles Admisibles de Vibraciones

Centro de frecuencia de la banda (Hz)	Valor admisible de la aceleración de la vibración (m/s²)
8	1.4
16	1.4
31.5	2.7
63	5.4
125	10.7
250	21.3
500	42.5
1000	85

Fuente: Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 45-2000

Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 35-2000

Agua. Descarga de efluentes líquidos directamente a cuerpos y masas de aguas superficiales y subterráneas.

En su Artículo 1, este Reglamento Técnico establece como uno de sus objetivos prevenir la contaminación de cuerpos y masas de agua superficiales y subterráneas en la República de Panamá, mediante el control de los efluentes líquidos provenientes de actividades domésticas, comerciales e industriales que se descargan a cuerpos receptores manteniendo una condición de aguas libres de contaminación, preservando de esta manera la salud de la población. Establece los límites máximos permisibles que deben cumplir los vertidos de efluentes líquidos provenientes de las actividades arriba mencionadas, descargando a cuerpos y masas de aguas superficiales y subterráneas, en conformidad a las disposiciones legales vigentes en la República de Panamá. El reglamento además establece especificaciones para la toma de muestras, frecuencias de control de las descargas y los límites máximos permisibles.

Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 47-2000

Agua. Usos y Disposición Final de Lodos

El objetivo es proteger la salud de la población, los recursos naturales, el medio ambiente, y aprovechar una valiosa fuente de elementos nutritivos para ser utilizado en la actividad agropecuaria en la República de Panamá. Este reglamento establece normas para el uso de los lodos (incluye los límites máximos), carga contaminante máxima, confinamiento de lodos y prohibiciones entre otros aspectos.

Anteproyecto de Normas de Calidad de Aire Ambiente (en fase de discusión)

Por el cual se dictan Normas de Calidad del Aire Ambiente

El anteproyecto de ley sobre normas de calidad de aire ambiente tiene como objetivo establecer las normas primarias de calidad de aire para los contaminantes Dióxido de Nitrógeno (NO₂), Monóxido de Carbono (CO), Material Particulado Respirable (PM₁₀), Dióxido de Azufre (SO₂) y Ozono (O₃) así como los lineamientos para su aplicación, con el fin de proteger la salud de la

población y el ambiente en general. Los niveles máximos establecidos son los siguientes:

Tabla 5-19
Normas Primarias de Calidad del Aire (anteproyecto en fase de discusión)

Contaminante	Unidad	Valores Norma	Tiempo promedio de muestreo
Material Particulado Respirable, (PM ₁₀)	μg/m ³ N	50	Anual
		150	24 horas (98%)
Dióxido de Azufre, (SO ₂)	μg/m ³ N	80	Anual
		365	24 horas (99%)
Monóxido de Carbono, (CO)	μg/m ³ N	10 000	8 horas
		30 000	1 hora
Dióxido de Nitrógeno, (NO ₂)	μg/m ³ N	100	Anual
		150	24 horas (99%)
Ozono, (O ₃)	μg/m ³ N	157	8 horas
		235	1 hora

Fuente: Anteproyecto de Normas de Calidad de Aire Ambiente.

Decreto Ejecutivo 255 de 18 de diciembre de 1998, “por el cual se Reglamentan lo artículos 7, 8 y 10 de la Ley 36 de 17 de mayo de 1996, y se dictan otras Disposiciones sobre la Materia”

Este Decreto, emitido por el Ministerio de Salud, señala los niveles permisibles de contaminación para plomo y gases que se originan por la combustión vehicular, así como la obligación de todo vehículo terrestre de combustión interna que se importen al país de estar equipado con sistemas de control de emisiones de gases en perfecto estado de funcionamiento.

El Decreto, en el Capítulo VII, Artículo 21 establece los niveles permisibles para CO, CO₂ y HC para vehículos de motor de gasolina y diesel anteriores al 31 de diciembre de 1998 y posteriores a 1998, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 5-20
Niveles Permisibles de Contaminación de Gases Procedentes de Combustibles

Contaminante	Niveles Máximos Permisibles
Vehículo de Motor de Gasolina de modelos igual o anterior de 1998.	
Monóxido de Carbono (CO)	4.5% medido en ralentí a un máximo de 1000 revoluciones por minuto (RPM), con el motor a temperatura normal de funcionamiento
Dióxido de Carbono (CO ₂)	10.5% mínimo de CO ₂ del total de la emisión de gases
Hidrocarburos (HC)	500 ppm medidos en ralentí a un máximo de 1000 revoluciones por minuto (RPM) con un motor a temperatura normal de funcionamiento.
Vehículo de Motor de Gasolina, introducidos al país del año 1999, en adelante.	
Monóxido de Carbono (CO)	0.5% medido en ralentí a un máximo de 1000 revoluciones por minuto (RPM), con el motor a temperatura normal de funcionamiento
Dióxido de Carbono (CO ₂)	12.5% mínimo de CO ₂ del total de la emisión de gases
Hidrocarburos (HC)	125 ppm medidos en ralentí a un máximo de 1000 revoluciones por minuto (RPM) con un motor a temperatura normal de funcionamiento.
Vehículos con motor Diesel introducidos al país de año modelo igual a anterior a 1998	
Opacidad: autobuses y/o vehículos para uso particular o comercial	80 Unidades Hartridge de opacidad (UH) máximo
Vehículos con motor Diesel introducidos al país de año modelo 1999 en adelante	
Opacidad: Microbuses y vehículos cuyo peso sea inferior a 3.5 toneladas métricas	60 Unidades Hartridge de opacidad (UH) máximo
Opacidad: Autobuses y vehículos cuyo peso sea inferior a 3.5 toneladas métricas	70 Unidades Hartridge de opacidad (UH) máximo
Vehículos con motor accionado por combustible alterno	Niveles permisibles similares a los establecidos para los vehículos con motor accionado por gasolina.

Fuente: Decreto Ejecutivo N° 255 del 18 de diciembre 1998.

Decreto Ejecutivo No. 2 del 14 de enero de 2009, que establece la Norma Ambiental de Calidad de Suelo para Diversos Usos.

El referido Decreto, establece la Norma Ambiental de Calidad de Suelos para diversos usos, a fin de proteger la salud humana y los ecosistemas; además de definir los niveles genéricos de

referencia y los límites máximos permisibles de contaminantes químicos del suelo.

En su artículo 16 presenta el Índice de Actividad Microbiológica a través del cual es posible determinar el riesgo de contaminación del suelo por sustancias químicas para proteger la salud humana y los ecosistemas, tal como se indica a continuación.

INDICADOR	USO DEL SUELO	VALORES
Índice de Actividad Microbiológica (IAM) (Deshidrogenasa/Materia Orgánica)	Todos	Rango Inferior 0.5 Rango Superior 22.0

Fuente: Decreto Ejecutivo N° 2 del 14 de enero de 2009.

Ley 24 de 7 de junio de 1995, “Por la cual se establece la legislación de la Vida Silvestre en la República de Panamá”.

Esta Ley en su artículo primero establece, que la vida silvestre es parte del patrimonio natural de Panamá y declara de dominio público su protección, conservación, restauración, investigación, manejo y desarrollo de los recursos genéticos, así como especies, razas y variedades de la vida silvestre, para beneficio y salvaguarda de los ecosistemas naturales. Esta ley se complementa a su vez con la Resolución AG-0051-2008 que presenta un listado de especies de flora y fauna amenazadas y en peligro de extinción.

En adición el estado cuenta en esta materia con la Ley 26 del 10 de Diciembre de 1993 y la Ley N° 5 del 3 de enero de 1989. En la primera se aprueban los estatutos de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales, enmendados el 15 de diciembre de 1990. Mientras que en la segunda se aprueba la convención sobre conservación de las especies migratorias y animales silvestres.

Resolución N° 597 del 12 de noviembre de 1999, por medio del cual se aprueba el Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 23-395-99 Aguas, Agua Potable, Definiciones y Requisitos Generales.

Este reglamento tiene por objeto, el establecer requisitos químicos, físicos, biológicos y radiológicos que debe cumplir el agua.

Resolución N° 03-96, C.O.SE-P.I. del 18 de abril de 1996 y Resolución CDZ-00'3/99 de 11 de febrero de 1999, "Por la cual se aclara la Resolución N° CDZ-10/98 del 9 de mayo de 1998, que modifica el Manual Técnico de Seguridad para instalaciones, almacenamiento, manejo, distribución y transporte de productos derivados del petróleo Manual Técnico de Seguridad de Combustibles", actualiza y unifica las normas y especificaciones bajo las cuales se elaboran, aprueban, construyen e inspeccionan las instalaciones que expenden y almacenan combustible derivados del petróleo, ya sean privada, industriales u otras.

El Capítulo IX Gases Comprimidos tiene por objeto, salvaguardar la vida de las personas y la propiedad, de los riesgos que se originan con la fabricación, embotellamiento, venta y uso de gases comprimidos y contienen normas mínimas de observancia obligatoria y recomendaciones de conveniencia práctica, sin que éstos requisitos necesariamente representen las condiciones máximas de seguridad desde el punto de vista conveniencia y eficacia.

De esta normativa es válido traer a colación los siguientes artículos: 70-9 donde se establece el color de los cilindros de acuerdo al contenido del mismo, 89-9 por el cual se da la instrucción de cómo deben manejarse los cilindros de gas comprimido, 95-9 y 108-9 Parágrafo, donde se establecen las condiciones de los lugares donde serán almacenados los tanques de gas comprimidos y tipos de luces e interruptores.

El Capítulo XIX Extintores establece los requisitos mínimos referentes a todo lo concerniente a extintores de incendio. Este capítulo es bastante extenso; sin embargo, es necesario mencionar ciertos artículos cuyo cumplimiento es de vital importancia: Cantidades y Tipos de Extintores, Clasificación de los Distintos Tipos de Riesgos, Obligaciones, punto #2 y #3 donde se

establecen las obligaciones de los propietarios de extintores y finalmente donde se presenta una tabla de referencia sobre mantenimiento a extintores de incendio.

Ley 14 de 5 de mayo de 1982, Por la cual se dictan medidas sobre custodia, conservación y administración del Patrimonio Histórico de la Nación.

En el Artículo 19 establece que “Todo objeto arqueológico es un bien de dominio estatal”. Además indica en su Artículo 24 que “En caso de que el ejecutarse una excavación en áreas urbanas o rurales ocurriese un hallazgo de objetos que pusiesen en evidencia la existencia de un yacimiento arqueológico o de rastros monumentales del mismo carácter, la Dirección Nacional del Patrimonio Histórico solicitará a las autoridades pertinentes la suspensión de las obras que ocasionaron el descubrimiento y tomará las medidas inmediatas para emprender las actividades de rescate.”

Ley 58 de 7 de agosto de 2003, que modifica Artículos de la Ley 14 de 1982, sobre custodia, conservación y administración del Patrimonio Histórico de la Nación y dicta otras disposiciones (Gaceta Oficial N° 24864)

Esta ley modifica artículos de la Ley 14 de 1982, estableciendo requisitos y definiendo sanciones.

Resolución 067-2008 de 10 de julio de 2008. Por la cual se definen los términos de referencia para la evaluación de los informes de prospección, excavación y rescate arqueológicos, que sean producto de los estudios de impacto ambiental y /o dentro del marco de investigaciones arqueológicas

La citada resolución establece en su Artículo 3, que las evaluaciones arqueológicas deberán incluir, obligatoriamente, prospecciones en campo para determinar científicamente la presencia o ausencia de recursos culturales en un área determinada. En el Artículo 6 se detalla la metodología para prospección inicial y reconocimiento de los recursos culturales (prospección superficial y subsuperficial), en las áreas de impacto directo e indirecto, durante la elaboración

de estudios de impacto ambiental de cualquier proyecto que involucre remoción de tierra, rellenos, embalses o extracción de arena marina.

Ley No. 10 de 24 de enero de 1989, por la cual se subroga la Ley No. 11 de 13 de septiembre de 1985 y se adoptan nuevas medidas de pesos y dimensiones de los vehículos de carga que circulan por las vías públicas.

El objetivo de esta ley es la de regular y fiscalizar los vehículos de carga para asegurar la conservación y evitar el deterioro de las vías públicas nacionales y accidentes. En el numeral 3 del Artículo 18, se indica que será responsabilidad del dueño del vehículo de carga la reparación de los daños que se produzcan en puentes, alcantarillas, pavimentos y otras obras carreteras. Para ello, en el numeral 4 de este mismo artículo se establece que se tomen todas las previsiones especiales, incluyendo bonos de garantía o seguros, con el fin de garantizar las posibles reparaciones. En otro tema, el Artículo 22 establece que la carga debe asegurarse firmemente con aditamentos que cumplan con las especificaciones adecuadas para los mismos. Finalmente, la ley establece las sanciones de acuerdo a la infracción cometida.

Decreto Ley N° 19 de 11de junio de 1997, “Por la cual se Organiza la Autoridad del Canal de Panamá”.

El artículo N° 6 de esta ley indica que le corresponde a la Autoridad del Canal de Panamá la administración, mantenimiento, conservación y uso de los recursos naturales entre otras la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá y la coordinación con otros organismos para lograr este fin. En el Capítulo VII, se regula lo relacionado con el Medio Ambiente y la Cuenca Hidrográfica del Canal.

Decreto Ley N° 21 de 2 de julio de 1997, “Por el cual se aprueban el Plan Regional para el Desarrollo de la Región Interoceánica y el Plan General de Uso, Conservación y Desarrollo del Área del Canal.”

El mismo tiene como objetivos el aprovechamiento del área para beneficios del país, además el de promover el desarrollo del sector marítimo.

Decreto Ley N° 7 del 10 de febrero de 1998 “Mediante el cual le da competencia a la Autoridad Marítima de Panamá y se unifican las distintas competencias marítimas de la Administración Pública”.

En el numeral 12 del Artículo 4 se enmarcan la jurisdicción compartida entre la Autoridad del Ambiente y la Autoridad Marítima de Panamá en materia de manejo y conservación de los recursos marino costero y humedales.

Decreto Ley N° 44 de 5 de agosto de 2002, “Que establece el Régimen Administrativo Especial para el manejo, protección y conservación de las cuencas hidrográficas de la República de Panamá.”

El principal objetivo de esta ley es el de adecuar el manejo y conservación de las cuencas hidrográficas de manera tal que permita el desarrollo sostenible del país. Este desarrollo sostenible será en aspectos sociales, culturales y económicos. Para lo cual toda concesión o permiso deberá cumplir con el Plan de Ordenamiento Ambiental Territorial y el Plan de Manejo, Desarrollo, Protección y Conservación de la cuenca hidrográfica aprobado por la Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM).

5.4.4 Convenios Internacionales

El gobierno de la República de Panamá suscribió la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, que incluye la Agenda 21. Otros convenios y acuerdos suscritos por la República de Panamá, a nivel internacional, regional y subregional incluyen:

- Convención sobre la Diversidad Biológica.
- Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo.
- Convención de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático y Protocolo de Kyoto.
- Protocolo de Montreal relativo a Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono.
- Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes.
- Convenio de Róterdam sobre el Procedimiento de Consentimiento Previo aplicable a ciertos plaguicidas y productos químicos peligrosos.
- Convenio OIT148 sobre Medio Ambiente y Trabajo.

5.4.5 Otros Requerimientos

El Proyecto de la Línea 1 del Metro, debe cumplir adicionalmente con otros requerimientos internacionales, tales como:

- Principios de Ecuador
- Normas de Desempeño de la Corporación Internacional de Finanzas (IFC, por sus siglas en inglés).
- Políticas del BID, principalmente las siguientes:
 - OP-703 Medio Ambiente y Cumplimiento de Salvaguardas, específicamente las directivas:
 - B.4 que trata de Otros Factores de Riesgo
 - B.5 relacionada con los Requerimientos de Evaluación Ambiental
 - B.6 que establece la Necesidad de Consulta Pública
 - B.7 orientada a la Supervisión del cumplimiento de salvaguardas durante la ejecución del proyecto.
 - B.9 en el tema de Hábitats Naturales y Sitios Culturales
 - B.11 Prevención y Reducción de la Contaminación
 - OP-102 Sobre la Disponibilidad de la Información
 - OP-704 Desastres Naturales e Inesperados
 - OP-710 Reasentamientos Involuntarios

Adicionalmente, el contratista que resulte seleccionado para la ejecución del proyecto, deberá ajustarse a alguna normativa o estándares de proyectos similares para este tipo de actividad, así como a las normas de construcción establecidas a nivel nacional.

5.5 Descripción de las Fases del Proyecto, Obra o Actividad

En las siguientes secciones se presentan los aspectos más relevantes relacionados con la planificación (incluido los criterios de diseño) y las actividades de construcción y operación para el Proyecto.

5.5.1 Planificación

Esta sección se inicia con una descripción general del proyecto, seguidamente se presenta la demanda y los efectos estimados que tendría la Línea 1 del Metro de Panamá, bajo dos escenarios de integración funcional y tarifaria con el sistema Metrobús y por último se describen los principales componentes del proyecto.

5.5.1.1 Aspectos Generales del Proyecto

La Línea 1 del Metro de Panamá se concibe como la primera ruta de un sistema de transporte masivo cuyo año horizonte es el 2035, conformado al menos por dos rutas más, una proveniente del Este y otra del Oeste, por lo cual se dimensiona su capacidad de transporte para de 40,000 pasajeros/hora-sentido. En la sección 5.1, en las Figuras 5-2 y 5-3 se presenta la configuración de la red maestra propuesta y de la Línea 1 respectivamente.

Como se mencionó anteriormente, la Línea 1 tiene una longitud aproximada de 13.7 km, desde Los Andes hasta Albrook, con 13 estaciones⁵, de las cuales, 2 serán terminales (una definitiva que será Albrook y una provisional que será Los Andes), 2 de transferencia con otros medios de transporte y para líneas futuras (San Miguelito y 5 de Mayo) y 9 serán de paso, todas ellas con

⁵ Como ya se mencionó al inicio de este capítulo la realización de las estaciones Curundú y Marañón todavía no está confirmada.

longitud de andén entre 90 y 110 metros, dependiendo de las características y conformación final de los trenes.

La instalación de Patios y Talleres, en el extremo de la Línea en el sector de Albrook, será desarrollada en un área aproximada de 10 hectáreas.

El sistema por su capacidad de transporte califica como un metro entre medio y pesado. El tipo de trenes previstos son del tipo convencional con ruedas de acero, compuestos de un máximo de 6 vagones para una longitud aproximada de 120 metros. Estos vagones se estiman de gálibo mediano del orden de 2.8 metros de ancho y 18 metros de largo y su conformación de trenes permitirá la libre circulación entre vagones. Su modalidad de operación será altamente automatizada, preferiblemente sin conductor y con sistema de detección y seguimiento a través de tecnología de punta para intervalos entre trenes hasta 90 segundos.

El sistema de electrificación estará conectado a la red eléctrica en alta tensión de la ciudad a partir de la cual se transformará y se distribuirá a lo largo de la línea para alimentar las subestaciones transforectificadoras que se conectarán al sistema de catenaria en 1500 VCC para la tracción de trenes.

La circulación de trenes se realizará por la vía derecha, según el sentido de marcha. La velocidad de diseño en vía principal con pasajeros será de 80 km/h y sin pasajeros de 90 km/h. La velocidad de diseño en patio será de 15 km/h y en talleres de 5 km/h. A su vez, existen límites de aceleración (centrifuga y lineal), que es conveniente no sobrepasar para garantizar la sensación de confort de los pasajeros. Además, se debe limitar la inclinación de los vehículos y el serpenteo, causado por la suspensión del vehículo al transitar la curva y sentir el efecto de la aceleración lateral no compensada. Los valores recomendados y límites para la aceleración lateral son de 0.16 m/seg² y 0.65 m/seg² respectivamente.

5.5.1.2 Demanda y Efecto de la Línea 1 del Metro de Panamá

La Secretaría del Metro de Panamá, a los fines de la planificación del sistema Metro y concretamente para estimar la demanda y el efecto de la Línea 1, formuló dos escenarios alternativos que denominó B y C, cuyos efectos se estiman por comparación al escenario sin proyecto, sólo con Metrobus, denominado Escenario A⁶.

Estos escenarios difieren en cuanto a las hipótesis de integración funcional y tarifaria del Metro con el resto del sistema de transporte público colectivo de la ciudad (Metrobús y otros operadores).

Es oportuno señalar que en el mes de Abril de 2010, la Secretaría del Metro por razones técnicas y de costos hizo cambios a la configuración de la línea propuesta en Febrero de 2010, eliminando las estaciones El Ingenio, Vía Brasil y Bella Vista, y posponiendo para el 2020 la entrada en funcionamiento de la estación de Marañón. Los resultados que se presentan en esta sección corresponden a esta nueva configuración.

Características Generales de los Escenarios B y C

- Escenario B Metro Línea 1 Sin integración Tarifaria con Metrobus

Las características principales de este escenario son las siguientes:

- 1) El sistema Metrobús del Escenario A se mantiene sin cambios, salvo las rutas provenientes del sector Norte, de las cuales se eliminaron solamente aquellas que compiten en todo su recorrido con el metro.
- 2) Al año 2015 se incorpora la Línea 1 del Metro, desde Los Andes hasta Albrook, con 14 km aproximadamente y 12 estaciones operando. Por lo tanto, no se incluyen San Isidro y Marañón.

⁶ Los detalles del escenario A se documentan en el Capítulo 8 de la Línea Base Socioeconómica, en la Sección 8-12 correspondiente a la Movilidad Urbana en el Área Metropolitana de Panamá.

- 3) A partir del año 2020 se incorpora el tramo Los Andes – San Isidro e inicia el funcionamiento de la Estación de Marañón, lo que se traduce en 14 estaciones. Esta configuración se mantiene hasta el año 2035.
- 4) Se considera una capacidad inicial (Año 2015) de 16 mil pasajeros hora sentido.
- 5) No hay integración tarifaria Metro – Metrobus
- 6) Hay las integraciones tarifarias dentro del Sistema Metrobús
- 7) La tarifa considerada para el metro es de USD 30 cts.
- 8) La tarifa del Metrobus es igual a la del Escenario A, de USD 60 cts⁷.
- Escenario C Metro Línea 1 con integración Tarifaria con Metrobús

Las características principales son:

- 1) La Línea 1 arranca de San Isidro, desde el año 2015 lo que se traduce en una distancia de 16 km y 13 estaciones operando.
- 2) Al año 2020 se incorpora la Estación Marañón, como en el escenario B, lo que se traduce en 14 estaciones.
- 3) Se asume una reestructuración del sistema Metrobus, de la siguiente forma:
 - a. Se incluye un Sistema de Rutas Transversales alimentadoras de la Línea 1 Metro:
 - b. Solamente se contempla competencia de rutas Metrobus con el recorrido del Metro hasta 3 estaciones. Esto se traduce en que se “recortan” las troncales de autobuses, tanto las del Norte, como las del Este.
- 4) Integración tarifaria:
 - a) Tarifa Metro y Metrobus Plana de USD 0.60
 - b) Tarifa de Rutas expresas USD 1.25.
 - c) Total Integración Metro – Metrobus en las rutas Troncales y Transversales. Transferencia costo 0.
 - d) Integración Total dentro de Metrobús
 - e) Las rutas del Oeste semi integradas con Metrobus y con Metro (30 ctv).

⁷ En el momento en el que se realizaron los estudios de demanda el Gobierno Nacional todavía no había anunciado la tarifa del metrobus. Recientemente el Ministro de la Presidencia informó a los medios que la tarifa estimada estaría en el orden de los USD 45 cts.

Resultados de la simulación de los Escenarios B y C

El análisis de los escenarios se focaliza en las siguientes variables:

- Demanda de la Línea 1, que debe dar mayor en el Escenario que le brinde mayor beneficio a los usuarios.
- Número de Viajes totales, que deben aumentar con respecto a la Línea Base en la medida que den más movilidad.
- División por Modo⁸, que debe inclinarse más al transporte público que en las condiciones de la Línea Base (Escenario A).
- Indicadores del desempeño del transporte o movilidad
- Ingresos de la Línea 1, que debe ser mayor en el Escenario con mayor demanda
- Beneficios a los Usuarios, entendidos como ahorros en el costo generalizado de transporte (Desutilidad), el cual es una función compuesta del costo monetario (tarifa), el valor del tiempo de viaje y el valor del tiempo de espera
- Cambios en los Vehículos-km de los operadores privado y públicos, que se traducen en:
 - Cambios en los Costos de Operación del Auto Particular
 - Cambios en los Costos de Operación del Transporte Público
 - Cambios en la Accidentalidad
 - Cambios en las Emisiones

Las tablas que se presentan a continuación muestran los resultados obtenidos, de los que se desprende que el Escenario C, donde la integración funcional y tarifaria es completa, con una tarifa plana de 60 centavos, es el que brinda la mayor movilidad a los usuarios y genera el mejor desempeño del sistema de transporte.

En la Tabla 5-21 se presentan las estimaciones de la demanda de la Línea 1, a lo largo del tiempo, para los dos escenarios, los cuales evidencian la supremacía del Escenario C. Es importante aclarar que la diferencia, mucho mayor en el año 2015, se debe en buena medida a que el Escenario C incluye el tramo Los Andes- San Isidro, que representa aproximadamente un 15 % más de usuarios.

⁸ Porcentaje de viajes que se realizan en cada uno de los modos, auto particular y transporte público.

Tabla 5-21
Demanda de la Línea 1 Nueva Configuración. Escenarios B y C. Años 2015 a 2035

ESCENARIOS	2015 B	2015 C	2025 B	2025 C	2035 B	2035 C
Pasajeros totales una hora	22,022	31,647	35,386	42,090	45,824	51,595
Comparación C/B		44%		19%		13%
Dirección Albrook	14,092	21,988	22,825	28,611	28,221	32,566
Dirección San Isidro	7,930	9,659	12,561	13,479	17,603	19,029
DEMANDA DIARIA ASUMIENDO hora pico=15% EN MILES	147	211	236	281	305	344
Pasajeros Tramo más cargado hora pico	11,664	17,484	18,814	22,185	21,010	24,658

Fuente: SMP-Cajiao y Asociados, Junio 2010, Estimaciones de Demanda para la Nueva Configuración de la Línea 1 del Sistema de Transporte Masivo de la Ciudad de Panamá, Informe Final, Tabla 18.

Como se observa, al año horizonte la Línea 1 estaría movilizando en la hora pico de la mañana entre 45 y 52 mil pasajeros totales, siendo el sentido centro el predominante. Para ese año, el tramo más cargado se situaría entre 21 y 25 mil pasajeros. Es importante señalar que en el caso de que se incorpore una nueva Línea de Metro desde el Este, la demanda de la Línea 1, se incrementa en más del 20%.

La Tabla 5-22 presenta los valores de viajes totales y por modo resultantes de las simulaciones para los años de proyección 2015 a 2035 en el período de análisis⁹.

Tabla 5-22
Viajes Totales y por Modo. Todos los Escenarios. AMP. Años 2015-2035. 6-8 a.m.

Viajes 6-8 a.m.	2015-A	2015-B	2015-C
Viajes Totales	381,485	391,860	396,486
Viajes Auto Particular	162,274	158,557	160,908
Viajes Transporte Público	219,211	233,303	235,578
% Auto Particular	43.0%	40.5%	40.6%
% Transporte Público	57.0%	59.5%	59.4%

⁹ Es importante recordar que se trata de viajes origen-destino, que no incluyen los viajes internos y en los que predominan los modos motorizados.

Viajes 6-8 a.m.	2025-A	2025-B	2025-C
Viajes Totales	477,982	496,121	503,798
Viajes Auto Particular	189,851	186,806	190,123
Viajes Transporte Público	288,131	309,315	313,675
% Auto Particular	39.7%	37.7%	37.7%
% Transporte Público	60.3%	62.3%	62.3%
Viajes 6-8 a.m.	2035-A	2035-B	2035-C
Viajes Totales	587,426	612,523	622,525
Viajes Auto Particular	217,670	215,714	218,754
Viajes Transporte Público	369,756	396,809	403,771
% Auto Particular	37.1%	35.2%	35.1%
% Transporte Público	62.9%	64.8%	64.9%

Fuente: SMP-Cajiao y Asociados, Junio 2010, Estimaciones de Demanda para la Nueva Configuración de la Línea 1 del Sistema de Transporte Masivo de la Ciudad de Panamá, Informe Final, Tabla 7

Entre los Escenarios B y C, resulta que C arroja un número de viajes ligeramente mayor, lo que indica que la integración funcional y tarifaria Metro – Metrobús es más efectiva para mejorar la movilidad urbana que la no integración. Es interesante observar que el aumento de los viajes se da tanto en el modo público, como en el privado y esto sucede porque al disminuir el número de buses en las vías, la capacidad vial aumenta lo que permite “liberar” parte de los viajes reprimidos. Asimismo, a lo largo del tiempo en todos los escenarios se nota que la división modal se va inclinando hacia el transporte público, lo cual es consecuencia de la mejora de accesibilidad que brindan el Metrobus y el Metro.

En la Tabla 5-23 se presentan, para cada escenario, los indicadores promedio de desempeño del sistema de transporte, que están referidos a un viaje promedio en el período pico de la mañana. Como se explicó en la sección anterior, en el Escenario A la situación a lo largo del tiempo va empeorando notoriamente, las velocidades de circulación se vuelven muy bajas y la desutilidad promedio de un viaje aumenta significativamente, porque los tiempos de viaje se incrementan en forma importante. Al incorporar la Línea 1, la situación se alivia, tanto en el escenario sin integración tarifaria, como en el escenario con integración.

Tabla 5-23
Indicadores de Desempeño del Sistema de Transporte. AMP. Años 2015-2035. 6-8 a.m.

INDICADORES	2015-B	2015-C	C/B	2025-B	2025-C	C/B	2035-B	2035-C	C/B
Distancia Promedio (km)	16.22	16.32	0.6%	14.94	15.09	1.0%	13.75	13.90	1.1%
Tiempo de viaje promedio (minutos)	51	50	-2.0%	55	53	-3.6%	57	56	-1.8%
Tiempo de viaje de Transporte Público operadores (minutos)	72	71	-1.4%	74	73	-1.4%	79	80	1.3%
Velocidad Promedio de la Viaje(km/hr)	19.01	19.45	2.3%	16.37	17.08	4.3%	14.40	14.89	3.4%
Velocidad Promedio de Viaje en Transporte Público (km/hr)	13.43	13.74	2.3%	12.07	12.34	2.2%	10.47	10.48	0.1%
Costo Promedio Total	1.00	0.98	-2.0%	0.95	0.93	-2.1%	0.90	0.89	-1.1%
Desutilidades de transporte	1.77	1.76	-0.6%	1.86	1.85	-0.5%	1.93	1.91	-1.0%

INDICADORES	2015		2025		2035	
	B/A	C/A	B/A	C/A	B/A	C/A
Distancia Promedio (km)	1%	1%	0%	1%	0%	1%
Tiempo de viaje promedio (minutos)	-15%	-15%	-17%	-20%	-19%	-20%
Tiempo de viaje de Transporte Público (minutos)	-11%	-11%	-16%	-17%	-17%	-16%
Velocidad Promedio de la Viaje (km/hr)	18%	18%	20%	25%	23%	27%
Velocidad Promedio de Viaje en Transporte Público (km/hr)	14%	14%	18%	21%	20%	20%
Costo Promedio Total	-6%	-6%	2%	0%	6%	5%
Desutilidad Promedio	-14%	-14%	-17%	-17%	-19%	-20%

Fuente: SMP-Cajiao y Asociados, Junio 2010, Estimaciones de Demanda para la Nueva Configuración de la Línea 1 del Sistema de Transporte Masivo de la Ciudad de Panamá, Informe Final, Tabla 14.

La diferencia de demanda entre los escenarios, se traduce en una importante diferencia de ingresos, (Tabla 5-24) que además es consecuencia de que la Tarifa integrada de 60 ctv. en el Escenario C, se convierte para la Línea 1 en una tarifa promedio por pasajero de 42 ctv, mientras que en el Escenario B es de 30 ctv. El aspecto más interesante de los resultados es que a pesar de que la tarifa del metro es aparentemente más elevada, los ahorros de tiempo que genera la integración funcional lo compensa y hace que el sistema en su conjunto sea más atractivo.

Tabla 5-24
Ingresos de la Línea 1 del Metro con la Nueva Configuración. Hora Pico, Diaria y Anual.
Escenarios B y C. Años 2015-2035

ESCENARIO	PERÍODO	2015	2020	2025	2030	2035
B	Hora pico miles	6,477	9,042	10,408	11,734	13,477
	Diaria miles	43,181.20	60,277.60	69,383.50	78,225.90	89,849.40
	Anual millones	13,731,614	19,168,292	22,063,962	24,875,831	28,572,113
Ingreso o Tarifa por pasajero transportado		0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
C	Hora pico miles	13,211	15,777	17,624	19,437	21,828
	Diaria miles	88,074	105,183	117,493	129,581	145,517
	Anual millones	28,007,525	33,448,092	37,362,898	41,206,899	46,274,371
Diferencia C/B		104%	74%	69%	66%	62%
Ingreso o Tarifa por pasajero transportado		0.42	0.42	0.42	0.42	0.42

Fuente: SMP-Cajiao y Asociados, Junio 2010, Estimaciones de Demanda para la Nueva Configuración de la Línea 1 del Sistema de Transporte Masivo de la Ciudad de Panamá, Informe Final, Tabla 28.

Lo anteriormente expuesto se confirma en los beneficios a los usuarios que resultan en cada uno de los escenarios (Tabla 5-25). Los beneficios a los usuarios son los ahorros en el costo generalizado de transporte, resultantes de comparar cada escenario con la situación del escenario base (A). El costo generalizado de transporte es una función de costo compuesta por el valor monetario del tiempo de viaje, del tiempo de espera y la tarifa. El valor monetario del tiempo se calcula multiplicando el tiempo de un viaje y el tiempo de espera de ese viaje, por el valor del tiempo de la categoría de población que hace el viaje. El valor del tiempo expresa el valor que la población le da a cada hora de su tiempo utilizada en transporte, distinguiendo entre el tiempo de viaje y el tiempo de espera. Los valores del tiempo considerados en el estudio de demanda del Metro se indican en la Tabla 5-25 llevados a balboas del 2009. El valor del tiempo de espera fue asumido como el doble del valor del tiempo de viaje. Los Beneficios en el caso del escenario C son más importantes que en el B (Ver Tabla 5-26).

Tabla 5-25
Valor del Tiempo por Categorías de Transporte. US\$ 2009. 6-8 a.m.

Categoría de demanda	Valor del tiempo (\$ por hora)
Viajes al comercio	1.03
Viajes a la educación	0.63
Viajes al trabajo estratos bajos	1.25
Viajes al trabajo estratos medios	2.38
Viajes al trabajo estratos altos	5.75

Fuente: SMP, Abril 2010, Estudio de Demanda para la Línea 1 del Sistema de Transporte Masivo de la Ciudad de Panamá, Informe Final, Tabla 23.

Tabla 5-26
Beneficios a los Usuarios Generados por la Línea 1 del Metro con la Nueva Configuración.
USD. Hora pico, diaria y anual. Escenarios B y C. Años 2015-2035

Escenarios	PERÍODO	2015	2020	2025	2030	2035
B	6-8 a.m.	92,519.37	133,133.19	182,602.81	206,362.15	282,535.63
	Hora pico	55,512	79,880	109,562	123,817	169,521
	Diario	370,077	532,533	730,411	825,449	1,130,143
	Anual	117,684,635	169,345,414	232,270,768	262,492,649	359,385,317
C	6-8 a.m	113,435.88	150,893.64	192,985.38	217,468.90	301,864.49
	HORA PICO	68,062	90,536	115,791	130,481	181,119
	DIARIO	453,744	603,575	771,942	869,876	1,207,458
	ANUAL	144,290,439	191,936,714	245,477,403	276,620,445	383,971,631
Diferencia entre C/B		23%	13%	6%	5%	7%

Fuente: SMP-Cajiao y Asociados, Junio 2010, Estimaciones de Demanda para la Nueva Configuración de la Línea 1 del Sistema de Transporte Masivo de la Ciudad de Panamá, Informe Final, Tabla 30

Por otro lado, la incorporación de la Línea 1 del Metro, en particular en el Escenario C, también trae ahorros en los costos de operación tanto de los vehículos particulares, como del transporte público, ya que promueve una reducción del número de vehículos en la calle y por ende de la distancia recorrida, como se muestra en la Tabla 5-27 expresado en Vehículos-km.

Tabla 5-27
Vehículos-km por Operador de Transporte. Escenarios A, B y C.
Años 2015 a 2035. 6-8 a.m.

OPERADORES	2015-A	2015-B	B/A	2015-C	C/A
Autos	1,520,882	1,426,200	-6%	1,441,110	-5%
Taxis	223,517	233,091	4%	210,328	-6%
Metrobus (solo rutas troncales)	32,775	33,025	1%	31,462	-4%
Corredores	23,769	24,836	4%	21,556	-9%
Metro Línea No.1	-	933		1291	
TOTAL	1,800,943	1,718,085	-5%	1,705,747	-5%
OPERADORES	2025-A	2025-B	B/A	2025-C	C/A
Autos	1,686,550	1,589,340	-6%	1,612,769	-4%
Taxis	265,429	279,849	5%	245,623	-7%
Metrobus (solo rutas troncales)	39,374	37,999	-3%	37,035	-6%
Corredores	28,370	30,818	9%	22,897	-19%
Metro Línea No.1	-	1,409		1408	
TOTAL	2,019,723	1,939,415	-4%	1,919,732	-5%
OPERADORES	2035-A	2035-B	B/A	2035-C	C/A
Autos	1,833,465	1,737,845	-5%	1,761,147	-4%
Taxis	326,912	323,970	-1%	285,689	-13%
Metrobus (solo rutas troncales)	46,346	42,627	-8%	41,609	-10%
Corredores	30,182	32,925	9%	25,958	-14%
Metro Línea No.1	-	1,526		1526	
TOTAL	2,236,905	2,138,893	-4%	2,115,929	-5%

Fuente: SMP-Cajiao y Asociados, Junio 2010, Estimaciones de Demanda para la Nueva Configuración de la Línea 1 del Sistema de Transporte Masivo de la Ciudad de Panamá, Informe Final, Tabla 13

En las Tablas 5-28, 5-29 y 5-30 se muestran los resultados de la incorporación de la Línea 1 del Metro. En el caso del Escenario B, los ahorros a los operadores de transporte público solamente se notan al año horizonte, pues ya la situación de congestión es tan notoria que un mayor número de pasajeros se desvía hacia el Metro, saliendo de circulación taxis y unidades de buses.

Tabla 5-28
Costos de Operación del Auto Particular. Escenarios A, B y C. Años 2015 a 2035. 6-8 a.m. USD

AÑO	A	B	Diferencia con A	C	Diferencia con A
2015	319,385	299,502	-6%	302,633	-5%
2025	354,176	333,761	-6%	338,681	-4%
2035	385,028	364,947	-5%	369,841	-4%

Fuente; SMP-Cajiao y Asociados, 2010, Documento Borrador Perfil del Proyecto Línea 1 del Sistema de Transporte Masivo de la Ciudad de Panamá, Capítulo 6. Tabla 6-5.

Tabla 5-29
Ahorros en los Costos de Operación del Auto Particular. Escenarios A, B y C. Años 2015 a 2035. Hora Pico, Diarios y Anual. USD

	PERÍODO	2015	2020	2025	2030	2035
DIFERENCIA DE ESCENARIOS B/A	HORA PICO	-11,930	-10,987	-12,248	-11,393	-12,048
	DIARIO	-79,533	-73,250	-81,656	-75,953	-80,321
	ANUAL	-25,291,456	23,293,398	25,966,735	24,152,990	25,542,014
	Ahorro por viaje	-0.13	-0.11	-0.11	-0.09	-0.09
DIFERENCIA DE ESCENARIOS C/A	HORA PICO	-10,051	-8,229	-9,296	-8,306	-9,112
	DIARIO	-67,008	-54,861	-61,976	-55,370	-60,747
	ANUAL	-21,308,697	-17,445,874	-19,708,381	-17,607,749	-19,317,584
	Ahorro por viaje	0.1	0.08	0.08	0.07	0.07

Fuente; SMP-Cajiao y Asociados, 2010, Documento Borrador Perfil del Proyecto Línea 1 del Sistema de Transporte Masivo de la Ciudad de Panamá, Capítulo 6. Tabla 6-6.

Tabla 5-30
**Ahorros en Costo de Operación del Transporte Público,
Escenarios B y C Comparados con el Escenario Base (A), Periodo 2015 – 2035**

OPERADORES	Costos		Ahorros	Costos	Ahorros
	2015-A	2015-B	Diferencia con A	2015-C	Diferencia con A
Hora pico	167,570.47	173,001.44	5,430.97	157,383.24	-10,187.23
Anual	355,249,396	366,763,053	11,513,656	333,652,469	-21,596,928
OPERADORES	2025-A	2025-B	Diferencia con A	2025-C	Diferencia con A
Hora pico	199,935.92	206,678.48	6,742.56	180,660.73	-19,275.19
Anual	423,864,156	438,158,386	14,294,230	383,000,744	-40,863,412

OPERADORES	2035-A	2035-B	Diferencia con A	2035-C	Diferencia con A
Hora pico	235,333.44	232,761.03	-2,572.41	206,746.27	-28,587.17
Anual	498,906,893	493,453,379	-5,453,513	438,302,098	-60,604,795

Fuente; SMP-Cajiao y Asociados, 2010, Documento Borrador Perfil del Proyecto Línea 1 del Sistema de Transporte Masivo de la Ciudad de Panamá, Capítulo 6. Tabla 6-10.

Otro de los beneficios que se producen al disminuir la cantidad de vehículos - kilómetros, es la disminución de los accidentes, que se estima proporcional. Según las estimaciones realizadas por Cajiao y Asociados para el Perfil del Proyecto de la Línea 1 del Metro de Panamá, en la Ciudad de Panamá se producen 6.16 accidentes por cada millón de veh/km y el costo promedio por accidente es de 3,066.62 USD.

Esto se traduce a las cifras de accidente anuales que se presentan en la Tabla 5-31 y que se expresan en valor monetario en la Tabla 5-32. Como se aprecia la implantación de la Línea 1 del Metro podría significar un ahorro en accidentalidad entre el 3.3 y 3.8 millones de dólares anuales al año 2015 según el escenario que se considere.

Tabla 5-31
Estimación de Accidentes Anuales y Disminuciones por Efecto del Proyecto
Escenarios B y C Comparados con el Escenario Base (A), Periodo 2015 – 2035

AÑO	ESCENARIOS				
	A	B	B/A	C	C/A
2009	20,190.17	n.a	n.a	n.a	n.a
2015	23,662.0	22,573.0	-5%	22,411.0	-5%
2025	26,536.0	25,481.0	-4%	25,223.0	-5%
2035	29,390.0	28,102.0	-4%	27,800.0	-5%

Elaboración: URS Holding

Fuente: Indicadores tomados de SMP-Cajiao y Asociados, 2010, Documento Borrador Perfil del Proyecto Línea 1 del Sistema de Transporte Masivo de la Ciudad de Panamá, Capítulo 6.

Tabla 5-32
Valor Monetarios de Accidentes Anuales y Ahorros por Efecto del Proyecto Millones de USD Escenarios B y C Comparados con el Escenario Base (A), Periodo 2015 – 2035

AÑO	ESCENARIOS				
	A	B	Ahorros B-A	C	Ahorros C-A
2009	61.92	n.a	n.a	n.a	n.a
2015	72.56	69.22	3.34	68.73	3.84
2025	81.38	78.14	3.24	77.35	4.03
2035	90.13	86.18	3.95	85.25	4.88

Elaboración: URS Holding

Fuente: Indicadores tomados de SMP-Cajiao y Asociados, 2010, Documento Borrador Perfil del Proyecto Línea 1 del Sistema de Transporte Masivo de la Ciudad de Panamá, Capítulo 6.

El otro beneficio del proyecto es la reducción en las emisiones, lo cual tiene un impacto directo sobre la salud, y se traduce en ahorros. Las emisiones contaminantes son función directa de la cantidad de tráfico, del tipo de combustible, de la potencia de los motores y de la velocidad operativa. Entre más tráfico exista y entre más lento se mueva, con mayor cantidad de vehículos pesados, mayores serán los niveles de contaminación atmosférica; inversamente si el tráfico, disminuye y su velocidad aumenta, y si disminuye el número de vehículos pesados, como buses y minibuses, menores serán los niveles de contaminación del aire.

Los contaminantes más usuales que emite el tráfico son el monóxido de carbono, los óxidos de nitrógeno, los compuestos orgánicos volátiles y las macropartículas. También hay compuestos de plomo y una cantidad menor de dióxido de azufre y de sulfuro de hidrógeno.

Así pues, el análisis de las emisiones se presenta en dos aproximaciones: para todo el sistema en las Tablas 5-33 y 5-34 y para el corredor en el cual se implantará la Línea 1 del Metro de Panamá Tablas 5-35 y 5-36. El análisis focalizado en el corredor consideró solamente el Escenario C a los horizontes 2015 y 2025 y las estimaciones fueron realizadas a partir de simulaciones microscópicas en el corredor. Estas simulaciones, se obtuvieron con la utilización del programa CORSIM, el cual consiste en simular el tránsito a la vez que se puede aplicar a redes viales y autopistas. En él se introducen los tramos viales que componen la red vial bajo estudio con sus

características (número de carriles, canalización de giros), volúmenes y señalización. Los resultados permiten conocer las distancias recorridas por los vehículos y el consumo de combustible desagregado por tipo de vehículo: pasajeros, buses y camiones, con lo cual se puede estimar las emisiones atmosféricas producidas por los mismos. Detalles se presentan en el Anexo 5-1. Basados en lo anterior, el costo monetario de las emisiones se presenta en la Tabla 5-37.

Tabla 5-33
Diferencia por Emisión de Contaminantes Anuales por Efecto del Proyecto. Autos y Buses.
Kg. Escenarios B y C Comparados con el Escenario Base (A),
Periodo 2015 – 2035. Toda el AMP

Contaminante	Diferencia en emisión de Contaminantes, kg. AUTOS Y BUSES. Anual					
	B/A			C/A		
	2015	2025	2035	2015	2025	2035
CO	-316,379.84	-275,403.95	-127,559.77	-305,996.76	-261,450.07	-146,444.31
NOX	-67,261.75	-17,204.99	-20,071.04	-150,571.36	-93,439.37	-81,806.61
HC	-19,361.26	-17,784.53	-13,981.74	-28,707.37	-29,574.41	-25,898.63
PM	693.63	86.94	-687.22	-1,857.04	-632.98	-1,186.02

Elaboración: URS Holding

Fuente: Indicadores SMP-Cajiao y Asociados, 2010, Documento Borrador Perfil del Proyecto Línea 1 del Sistema de Transporte Masivo de la Ciudad de Panamá, Capítulo 6.

Tabla 5-34
Ahorros Monetarios por Emisión de Contaminantes Anuales por Efecto del Proyecto
Millones de USD. Escenarios B y C Comparados con el Escenario Base (A), Periodo 2015 – 2035. Toda el AMP

Contaminante	Ahorros monetarios en emisión de Contaminantes, kg. AUTOS Y BUSES. Anual					
	B/A			C/A		
	2015	2025	2035	2015	2025	2035
CO	-B/. 28,015.43	-B/. 24,387.02	-B/. 11,295.42	-B/. 27,096.01	-B/. 23,151.40	-B/. 12,967.64
NOX	-B/. 739,879.26	-B/. 189,254.93	-B/. 220,781.45	-B/. 1,656,284.95	-B/. 1,027,833.09	-B/. 899,872.67
HC	-B/. 319,509.15	-B/. 293,489.18	-B/. 230,733.74	-B/. 473,743.32	-B/. 488,051.68	-B/. 427,392.20
PM	B/. 82,638.66	B/. 10,358.19	-B/. 81,875.98	-B/. 221,248.23	-B/. 75,413.03	-B/. 141,302.43

Contaminante	Ahorros monetarios en emisión de Contaminantes, kg. AUTOS Y BUSES. Anual					
	B/A			C/A		
	2015	2025	2035	2015	2025	2035
TOTAL	-B/. 1,004,765.18	-B/. 496,772.95	-B/. 544,686.59	-B/. 2,378,372.51	-B/. 1,614,449.20	-B/. 1,481,534.95

Elaboración: URS Holding

Fuente: Indicadores SMP-Cajiao y Asociados, 2010, Documento Borrador Perfil del Proyecto Línea 1 del Sistema de Transporte Masivo de la Ciudad de Panamá, Capítulo 6.

Tabla 5-35

Diferencia por Emisión de Contaminantes Anuales por efecto del Proyecto en el Corredor del Metro. Escenario C Comparado con el Escenario Base (A), Años 2015 y 2025

Años	CO (kg)	HC+NO _x (kg)	PM (kg)
2015 C-A	-23,386.58	-32,153.11	-226.09
2025 C-A	-12,329.30	-17,597.36	-133.23

Elaboración: URS Holding

Tabla 5-36

Ahorros Monetarios por Emisión de Contaminantes Anuales por Efecto del Proyecto en el Corredor del Metro. Escenario C Comparado con el Escenario Base (A), Años 2015 y 2025

Años	CO (kg)	HC+NO _x (kg)	PM (kg)	Totales
2015 C-A	-2,104.79	-442,105.24	-26,936.48	-471,146.51
2025 C-A	-1,109.64	-241,963.71	-15,873.26	-258,946.61

Elaboración: URS Holding

Tabla 5-37

Valor Monetarios por Emisión de Contaminantes

Contaminante	Valor USD \$/kg
CO (kg)	B/. 0.09
HC (kg)	B/. 11.00
NOx (kg)	B/. 16.50
PM (kg)	B/. 119.14

Fuente: Cajiao y Asociados, 2010, Documento Borrador Perfil del Proyecto Línea 1 del Sistema de Transporte Masivo de la Ciudad de Panamá, Capítulo 6. Tabla 6-20.

Como se observa los ahorros se van haciendo decrecientes pues por un lado la eficiencia de los motores aumenta en el tiempo y las diferencias con y sin proyecto se van haciendo menos notorias, por otro lado, a lo largo del tiempo también disminuye la diferencia de vehículos particulares en circulación. Así mismo, es importante notar que el impacto en el corredor del metro es particularmente importante estimándose que alcanza entre el 20 y el 16 % del efecto global.

5.5.1.3 Planificación de los Componentes del Proyecto

En esta sección se presentan los aspectos más importantes, de la etapa de planeación, de los diferentes componentes en que se ha dividido el proyecto.

Infraestructura: Vía Férrea

La vía férrea será diseñada para una carga por eje estático de 18 toneladas empleando rieles de tipo UIC 54 de grado 900 o similares, con durmientes monobloque de concreto pre-tensado, y un sistema de fijación apropiado. Se emplearán cambiavías asimétricos con corazón en bloque soldados y durmientes de madera o de concreto. Los corazones de cruzamientos y las agujas estarán reforzados para permitir una soldadura continua de los rieles. La vía se colocará sobre una losa de concreto en la vía principal y sobre balasto de piedra en los patios de estacionamiento de Albrook. El concreto que se utilizará para el confinamiento de las vías, tendrá una resistencia mínima a la compresión de 250 kg/cm^2 . Se utilizará la trocha estándar o internacional de 1435 mm. Se denomina trocha a la separación entre los rieles, la cual se mide entre caras internas, tomando como punto de referencia el ubicado entre 10 mm y 15 mm por debajo de la cara superior del riel, diferencia ésta que depende del tipo de riel. En la Figura 5-6 se aprecia una vista transversal de la vía férrea en la cual se aprecia la dimensión de la trocha.

Otros aspectos considerados en el diseño es que se buscó un alineamiento horizontal en tangente, manteniendo el eje del Metro por la vialidad donde corre la Línea 1 y con la menor afectación posible de predios circundantes en especial donde se ubicaron las estaciones. Las

características geométricas del diseño, las características técnicas de las vías y de los trenes se presentan en las Tablas 5-38 y 5-39.

Tabla 5-38
Características Geométricas en Planta Línea 1 Los Andes – Albrook

No. Curva	Radio de Curvas	Ubicación	Resumen
1	300	Subterránea en cajón	Radios de 300 m: 11 Subterráneas: 9 Elevadas: 2
2	300	Subterránea Túnel	
3	300	Subterránea Túnel	
4	300	Subterránea Túnel	
5	400	Subterránea Túnel	
6	300	Subterránea Túnel	
7	400	Subterránea Túnel	
8	600	Subterránea Túnel	
9	400	Subterránea Túnel	
10	300	Subterránea Túnel	
11	300	Subterránea Túnel	
12	300	Subterránea Túnel	Radios de 600 m: 2 Subterráneas: 1 Elevadas: 1
13	300	Subterránea Túnel	
14	350	Subterránea en cajón	
15	400	Viaducto	
16	400	Viaducto	
17	2000	Viaducto	Radios de 2000 m: 1 Elevadas: 1 Longitud total aprox. En recta: 7310 m.
18	300	Viaducto	
19	400	Viaducto	
20	600	Viaducto	
21	300	Viaducto	Longitud total aprox. En curva: 6392 m

Fuente: Pöyry Infra AG, Geoconsult, S.A., Cal y Mayor Asociados S.A. Documento II.1.2
Ingeniería Conceptual Diseño Geométrico página 6. Para SMP

Tabla 5-39
Características Técnicas de la Vía y de los Trenes

Elemento	Valor
Trocha	1.435 mm
Máximo radio de curva en sentido horizontal en vía comercial	2000 m
Mínimo radio de curva en sentido horizontal en Talleres de Mantenimiento	90 m
Mínimo radio de curva en sentido horizontal en línea	300 m
Mínimo radio de curva vertical	2000 m
Máximo peralte de rieles	150 mm
Tipo de riel.	UIC 54
Máxima Pendiente	35/1000
Máxima velocidad	80 Km/h
Longitud del andén	120m
Altura de las plataformas de estaciones, desde la cabeza de riel.	1,000 mm a 1100 mm
Distancia del centro de la vía al borde del andén	1,475 mm
Voltaje de catenaria	1,500 Vcc
Altura del carro desde la cabeza del riel	3900 mm
Altura del piso desde la cabeza del riel	1,000 mm
Altura mínima del hilo de contacto de catenaria desde la cabeza del riel.	4300 mm
Altura máxima del hilo de contacto de catenaria desde la cabeza del riel.	5000 mm
Nº de puertas de pasajeros a cada lado, por coche	4
Ancho libre de puerta de pasajeros, mínimo	1300 mm
Máximo diámetro de la rueda nueva	860 mm
Mínimo diámetro de la rueda nueva	740 mm

Fuente: Pöry Infra AG, Geoconsult, S.A., Cal y Mayor Asociados S.A. Documento II.1.2 Ingeniería Conceptual Diseño Geométrico página 7. Para SMP.

En el alineamiento vertical se usan curvas verticales para evitar los cambios bruscos de pendientes. En el diseño del alineamiento vertical se trata de disminuir al máximo las pendientes. Por lo cual, tanto como sea posible se deben utilizar curvas con radios grandes, de esta manera se mantiene el confort de los usuarios. Pero a su vez, se traduce en una disminución del desgaste, menor nivel de mantenimiento y se obtiene mayor economía en la operación. Para

los diferentes tramos que forman el alineamiento vertical las pendientes son fundamentalmente función del perfil del terreno obtenido a lo largo del eje de alineamiento horizontal, de la ubicación y funcionamiento operacional de las estaciones, del perfil estratigráfico del terreno donde va a correr la línea del metro en especial para la construcción subterránea y las zonas de maniobras para retorno de trenes, estacionamiento de trenes, conexión con el patio, redes de servicio públicos y de la remoción de edificios e infraestructura en general que se encuentren en el derecho de vía. Las pendientes admisibles para el alineamiento vertical son las siguientes:

Pendientes en Vía Principal:

- Máxima en condiciones normales 3%
- Máxima en condiciones excepcionales 3.5%
- Máxima recomendable de diseño 2%
- Deseable 0%

Pendientes en Estaciones:

- Máxima 0.20 % a 0.30 %
- Deseable 0%

La Tabla 5-40 siguiente presenta las líneas de pendiente de la vía.

Tabla 5-40
Características Generales del Trazado Vertical

Línea en Pendiente (%)	Longitud (m)	Cota mínima respecto al terreno
0	6145	En tramo en túnel: 10 m de profundidad a corona de túnel. Tramo en Viaducto: 8.2 m entre cota de hongo de riel y terreno.
0.1	1240	
0.21	689	
0.35	544	
0.41	449	En viaducto se deben respetar los gálibos de las vialidades aledañas y de cruce.
0.5	357	
1.76	213	
2.0	314	

Línea en Pendiente (%)	Longitud (m)	Cota mínima respecto al terreno
2.8	704	
3.4	148	
3.5	2899	

Elaborado para: SMP por Pöry Infra AG, Geoconsult, S.A., Cal y Mayor Asociados S.A. Documento II.1.2 Ingeniería Conceptual Diseño Geométrico página 9

El juego completo de la fijación de los rieles tendrá una resistencia eléctrica no menor a 10 megaohms entre el riel y el durmiente. La distancia de fuga por la placa de asiento, desde el riel hasta el durmiente, será mayor de 15mm.

Los paragolpes serán del tipo de fricción de deslizamiento y se situarán al final de la vía férrea. Su capacidad y la distancia de deslizamiento provista han de ser suficiente para hacer parar un tren de seis vehículos sin que se produzcan daños estructurales en los paragolpes o en los vehículos, a una velocidad de colisión de 30 km/h.

Los datos técnicos de los trenes se presentan a continuación en la Tabla 5-41:

Tabla 5-41
Datos Técnicos del Tren

Detalle	Característica
Formación del Tren	5 o 6 coches
Largo del Tren (de 5 Coches)	80 a 86 m
Ancho Exterior	2.7 a 2.85 m (Al nivel del piso del coche)
Puertas de Pasajeros	4 por costado, por coche
Peso Máximo por Eje	12 Tons. M.
Tipo de Rueda	UIC, Metálica (Acero), Resilente
Diámetro de Rueda Nueva	740 ~ 860 mm
Velocidad Máxima	80 km/h
Velocidad Comercial (Estimada)	30.8 km/h
Aceleración	1m/seg ²
Desaceleración con Frenado de Servicio	- 0.9 m/seg ²

Detalle	Característica
Desaceleración con Frenado de Urgencia	- 1.3 m/seg ²

Elaborado por: SMP Documento Licitación Ingeniería Conceptual Especificaciones funcionales, técnicas y contractuales Tomo II. Equipamientos II.8 Patios y Talleres Tabla 4.1

Infraestructura: Tramo Vía Elevada

El tramo elevado de la Línea 1 del Metro consta de 5.282 km, desde la estación en Los Andes PK13+702 hasta la terminal de la 12 de Octubre PK8+420. De acuerdo al Asesor Integrador, la misma consistirá de elementos de concreto prefabricados en forma de “U” que serán ubicados sobre columnas espaciadas de 35 a 37 metros entre sí. Estos elementos en forma de “U”, tienen un ancho de tres metros y pesan alrededor de 35 toneladas cada uno. La Figura 5-7 muestra una vista transversal de la misma. Las columnas serán construidas en el medio de las calles, utilizando las isletas (en los casos que existan), con lo cual no afectarán la capacidad de la red vial (terminada la obra). Para mantener la capacidad vial en este tramo de la Línea No. 1, se planea recuperar las áreas de servidumbre (que es propiedad del estado), y utilizarlas como carriles temporales.

La estructura del viaducto será continua y será construida bajo el sistema estructural tipo “Gerber” con columnas de apoyo en secuencia seriada de aproximadamente 12m-37m-12m en el caso típico, pudiendo variar estas dimensiones de acuerdo a las necesidades propias dictadas por el proyecto geométrico del viaducto, en el cual se consideran las vialidades existentes, modulación en estaciones y longitudes de ajuste.

La estructura contará con un pasillo continuo a lo largo de la estructura del viaducto aéreo, el cual será accesible a los pasajeros durante una evacuación de emergencia. El pasillo será de un ancho libre mínimo más allá de la envolvente del gálibo dinámico del vehículo de 70 cm, este pasillo para evacuación también puede servir como pasillo de mantenimiento cuando sea necesario. Los pasillos y sus apoyos serán diseñados para carga viva uniforme de 500 kg/m². Los elementos de concreto prefabricado, pre forzado que componen el viaducto elevado son los siguientes:

- Trabes para viaducto elevado

- Cabezales de apoyo de trabes
- Columnas de viaducto.
- Tabletas (trabes cajón) para zona de cambio de vías. (vías secundarias y de retroceso).
- Columnas y trabes para marcos de apoyo en zona de apoyos puenteados.

Las trabes principales del tramo elevado pasarán a través de las estaciones apoyándose en cabezales que serán diseñados para soportar tanto al viaducto como a las demás estructuras propias de la estación, tales como andenes, estructuras metálicas, cubiertas, pasarelas y otros cuartos técnicos.

Adicionalmente al viaducto elevado típico, se construirán tramos de viaducto que se apoyarán sobre marcos ubicados en lugares estratégicos predeterminados para evitar afectaciones a la vialidad y para dar apoyo a las estructuras de viaducto que pudieran alojar 3 vías, como en la estación Los Andes.

Las columnas serán diseñadas para soportar la carga muerta, las cargas vivas sobre el viaducto, las cargas de viento actuando sobre las columnas y superestructura, las fuerzas debidas a las corrientes de agua, y las fuerzas longitudinales en los extremos empotrados de los claros y demás fuerzas aplicables.

Donde sea necesario, las columnas serán protegidas contra la socavación dentro de los límites de daño provocados por las corrientes de agua, recubriendolas con algún material adecuado.

Se proporcionarán medios para el drenaje pluvial en todas las estructuras del viaducto aéreo y sus componentes. El gasto será calculado utilizando la formula racional:

$$Q = 27.78 \text{ CIA}$$

Donde:

Q = Gasto máximo, en L/seg.

C = Coeficiente de escurrimiento

I = Intensidad media de la lluvia para una duración igual al tiempo de concentración de la cuenca en cm/h

A = Área drenada en hectáreas

Para un período de recurrencia de 5 años se utilizará $I = 10 \text{ cm/h}$ y para 10 años $I = 13 \text{ cm/h}$. El coeficiente de escurrimiento será tomado como $c = 0.95$

Finalmente, el diseño de las estructuras del viaducto aéreo cumplirá los criterios electromecánicos con respecto a los requerimientos de puesta a tierra para la prevención de la corrosión de los componentes metálicos, incluyendo el acero de refuerzo (o presfuerzo) de las estructuras de concreto, y para los rayos.

Infraestructura: Tramo Vía Subterráneo

El tramo subterráneo de la Línea 1 del Metro va desde la estación Fernández de Córdoba PK7+970 hasta la terminal de Curundú PK0+740, recorriendo una distancia de 7.23 km. La ruta pasa por debajo de dos infraestructuras existentes en el PK6+550 y entre PK4+400 a PK4+300. Para lo cual se realizarán las actividades de estabilización y aseguramiento requeridas para garantizar la seguridad de los bienes privados. El diámetro interior acabado del Túnel será de nueve metros (9) y el eje de la vía estará a una profundidad promedio de veinte metros (20).

En los tramos rectos y curvas sin peralte la disposición de espacios de seguridad y pasillos de servicios se hará mediante pasillos laterales de 700 mm de ancho en una altura de 2000 mm y 2100 mm medidos de la cota de cabeza de hongo riel. El área bajo los pasillos de seguridad se usará para la colocación de los cableados que se requieran. La altura al hilo de contacto será de 4.300 mm sobre el nivel del riel (Figura 5-8). Para la excavación del túnel, se pueden utilizar dos sistemas distintos, el Método con Tuneladora y el llamado Método Convencional. El Método Convencional se utilizará en los casos que sea la única opción técnicamente viable. En esta sección se presentan los aspectos de diseño principales para cada método.

Método con tuneladora

El túnel será revestido con unos anillos de concreto llamados dovelas, las cuales tendrán una

configuración anular modificada para facilitar la construcción y la impermeabilidad. Cada anillo consistiría en seis dovelas y una dovela clave pequeña en forma de cuña. La utilización de esta configuración para los revestimientos con dovelas ofrece además la ventaja de ser resistente a terremotos. Los revestimientos de túnel con dovelas proporcionan un sistema que es relativamente suave y deformable bajo las condiciones de presión que se generan en un terremoto. Este sistema puede soportar las mismas deformaciones que se presentan en el terreno circundante durante un terremoto, sin sufrir daños significativos. La configuración de dovelas que se propone ofrece un margen de libertad o amplitud cinética suficiente para alcanzar estas metas.

Generalidades:

- La máquina tuneladora, los equipos auxiliares y su operación tendrán que ser compatibles con el macizo excavado y con el cronograma de ejecución.
- Se tomarán en cuenta las peculiaridades del macizo a ser excavado. Se confirmarán previamente los datos de informe geológico y geotécnico para garantizar que sean suficientes para el diseño de la máquina y para establecer sus condiciones de funcionamiento.
- Se proporcionará a la SMP informes mensuales de avance acerca de la fabricación de la máquina tuneladora.
- Se informará a la SMP la ubicación del montaje de la máquina tuneladora 180 días antes de su envío a Panamá para efectos de inspección por parte de los representantes de la SMP.
- Se preverá que tres (3) representantes de la SMP, efectúen una inspección de fabricación de la máquina tuneladora en las instalaciones designadas.
- La máquina tuneladora se diseñará para facilitar la inyección de lechada preexcavación en el frente de excavación de los túneles por medio de puertos para enlechar a presión ya sea a través de la cabeza de corte o del escudo.
- Se mantendrá para cada máquina tuneladora técnicos experimentados en macizos similares, que sean empleados del fabricante de la máquina, para el montaje, lanzamiento y excavación por lo menos de los 500 m iniciales del túnel.

- Se operará y mantendrá la máquina tuneladora de acuerdo con las pautas y recomendaciones del fabricante.
- En los puntos bajos del túnel, los pozos del bombeo tendrán capacidad de almacenaje diario de una salida potencial de 3,0 l/m²
- No será permitido la presurización del túnel con aire comprimido.
- El diámetro interno de los anillos quedará definido en el proyecto.
- El vacío entre el anillo de soporte y el macizo tendrá que será llenado.
- Los anillos de control de deformaciones, serán montados cada 100 a través del túnel.
- La geometría interna de cada “anillo de control” se medirá, para ser colocado y para ser verificado cuando el anillo delantero esté 100% montado.
- La máquina tuneladora estará dotada de una perforación de sondeo que sea capaz de perforar una distancia mínima de 40 m al frente de la máquina a un ángulo de observación de 7,5 grados y operar a una velocidad de penetración mínima de 30 m/h.
- Las máquinas tuneladoras estarán dotadas de un sistema de extracción de aire viciado mediante succión que sea capaz de extraer el polvo desde el alojamiento de la cabeza de corte a través de la viga maestra de la máquina tuneladora, o a través de un ducto separado, a un colector de polvo por vía húmeda y un ventilador montados en el equipo de arrastre.
- Se operará y mantendrá en los túneles un sistema de extracción de aire viciado durante toda la excavación que, como mínimo, cumpla con los requerimientos de salud y seguridad.
- La máquina tuneladora estará dotada de una cabina para el operador cerca de la parte delantera del equipo de arrastre, con paneles de control para operarlas e incluirán un sistema de bloqueo múltiple (para el operador de la máquina tuneladora y miembro del equipo) para evitar la ignición de la máquina durante el acceso a la parte delantera de la cabeza de corte.
- Se proporcionará transporte para los representantes de la SMP de forma oportuna para permitir el acceso a la máquina tuneladora en todo momento durante la excavación de los túneles cuando se le solicite.

Trinchera de montaje y de inicio de la máquina tuneladora

- Las dimensiones de la trinchera tendrán que ser compatibles con las condiciones operacionales del montaje del equipo y de excavación del túnel, con las condiciones funcionales viarias locales y con la disponibilidad de áreas.
- La trinchera para el montaje de la tuneladora permanecerá como parte de las obras definitivas y se deberán estabilizar para la vida útil del proyecto.

Trinchera para el desmontaje de la máquina tuneladora

- Las dimensiones de la trinchera serán compatibles con las condiciones operacionales de desmontaje del equipo y de excavación del túnel, con las condiciones funcionales viarias locales y con la disponibilidad de áreas.
- El desmontaje de la máquina tuneladora se finalizará sin retraso con el retiro de los componentes de la máquina de acuerdo con la gestión de tránsito controlado aprobada por la SMP.
- La trinchera para el desmontaje de la máquina tuneladora permanecerá como parte de las obras definitivas y deberá ser estabilizada para la vida útil del proyecto.

Dovelas

- Las dovelas serán de concreto.
- Para el uso de dovelas de concreto prefabricado o similares, según proceda, se diseñarán los detalles que incluye: dimensiones / espesor, refuerzo (barra de refuerzo, fibras, híbrido), número y forma de los segmentos, expandidos / no expandidos, medios de conexión / expansión de los anillos, tolerancias de fabricación, diseños de mezcla, detalles de curado, llenado y enlechado de anillos, protección anticorrosiva (aditivos, revestimientos, fibras)
- Los requisitos para las características de resistencia, la vida útil de diseño, el grado de agresividad del medio acuosa, el consumo de cemento y la relación agua-cemento y otras características de dosificación relacionados al diseño de dovelas prefabricados, cumplirán con las especificaciones técnicas de prefabricados de concreto vigentes en Panamá.
- Se definirán los valores de diseño de recubrimiento de las armaduras de las dovelas, de ambos los lados de intradorso (interno) y extradorso (externo) cuanto para las superficies

de contacto longitudinal y radial. El recubrimiento mínimo en el exterior deberá ser de 40 mm.

- Las dovelas de los anillos estarán provistas de un sello de estanqueidad con la capacidad de retener la entrada del agua existente del macizo en el interior del túnel. Los detalles de los materiales y el dimensionamiento de este dispositivo será desarrollado en un diseño que garantice una perfecta estanqueidad del revestimiento del túnel en su conjunto.

Características de la Máquina Tuneladora:

- La máquina se diseñará para operar en modo cerrado, a fin de promover un apoyo seguro y adecuado del macizo, asegurando la estabilidad global y puntual de la excavación, así como minimizar los asentamientos inducidos en la superficie y en los edificios cercanos.
- Las dimensiones y pesos de los componentes de la máquina estarán en conformidad con las normas panameñas vigentes para el dimensionamiento de pavimentos, estructuras y puentes para el transporte. Las piezas a ser transportadas también tendrán dimensiones compatibles con los gálibos de la red de carreteras, en la ciudad de Panamá y con los requisitos de las agencias de gestión de tráfico en la ruta de transporte.
- El diseño de la máquina preverá la necesidad de arrastrarla a lo largo de los tramos previamente ejecutados con los métodos de excavación convencional o de trinchera abierta.
- La máquina tuneladora estará dotada de un escudo delantero que se extiende desde una posición inmediatamente detrás del último cortador rectificador y se prolonga por toda la longitud de los motores de la cabeza de corte. El escudo delantero será ajustable hidráulicamente en la dirección radial.
- El escudo de la máquina estará diseñado para resistir a las presiones totales de los tramos a ser excavados, de acuerdo con el proyecto, además de incorporar las siguientes características:
 - Empuje total de avance de la máquina construida, para la condición más crítica de los tramos a ser excavados, además del mínimo adicional de 20% por la seguridad;
 - Disposiciones adecuadas para eventuales tratamientos del macizo y sondeos exploratorios;

- Permitir el acceso al cabezote para realizar los servicios esenciales relacionados con la electricidad, hidráulica y cambios de cortadores y herramientas;
 - Sistema de inyección de bentonita o equivalente para reducir la fricción entre el escudo, el macizo y el sistema de sello de la cabeza;
 - Permitir la ejecución del túnel con un radio mínimo de curvatura horizontal de 250 m.
- El escudo estará protegido contra la entrada de agua del macizo y lechada en presión, a través de las líneas de sellos de cepillos de acero o equivalente. Habrá acceso para la inspección y sustitución de los sellos.
- El proyecto preverá la inyección de lechada para llenar el espacio anular entre el suelo y las dovelas a través de la cola de la máquina en una operación constante, rápido y uniforme, con al menos cuatro puntos de inyección en el entorno y con el uso bombas de pistón.
- La cabeza de corte (cortadores) estará equipada con una superficie de dientes raspadores / escarificadores y de corte diseñado para cavar las formaciones de rocas y suelos identificadas en los datos geológicos disponibles en el proyecto.
- La máquina tuneladora tendrá una potencia giratoria mínima de 3500 kW en la cabeza de corte y al mismo tiempo ejercerán un empuje de al menos 250 kN por cortador en todas las condiciones de roca.
- La máquina tuneladora estará dotada de una cabeza de corte diseñada para aceptar y operar eficazmente bajo todas las cargas de los cortadores individuales, bajo el empuje total de la máquina y bajo condiciones de carga irregular creadas por condiciones mixtas del frente de excavación formado por roca resistente y débil, o bien de roca resistente y extremadamente resistente.
- La máquina tuneladora estará dotada de cortadores adecuados de aleación de acero, cada uno de los cuales será capaz de sustentar cargas de 315 kN.
- La cabeza de corte debe estar provista de una herramienta para excavación (copy cutter) programable para realizar la excavación de perfil elíptico, cuando sea necesario para ayudar a la dirección de la tuneladora en las curvas, con un mínimo de sobre corte en la corona y en el arco invertido, para la reducción de los deformaciones de los extractos supra yacentes y consumo de mortero.

- El eje de la cabeza de corte deberá soportar todas las cargas inducidas por la excavación y por el apoyo de frente y debe ser particularmente capaz de resistir los momentos inducidos por los gastos de corte y por el propio peso excéntrico de la cabeza de corte, incluyendo el material excavado.
- La calidad de la construcción de la máquina debe garantizar una vida útil de al menos 12.000 horas de excavación, sin necesidad de cambio de la cabeza cortadora (eje principal), en condiciones similares a las enumeradas de acuerdo con las informaciones geológicas y geotécnicas disponibles.
- La máquina deberá ser equipada con los sistemas de extracción de materiales, conforme el tipo de operación de la máquina. Se recomienda el sistema con cinta transportadora y tornillo sin fin para el transporte de materiales. La cinta transportadora a ser utilizada en los terrenos estables y el tornillo sin fin para los terrenos con suelos blandos y / o inestables.
- La máquina estará equipada con un reactor de segmentos de dovelas de tipo “anillo rotativo” y “pegador de segmentos” a vacío (vacuum pick up system) o un sistema equivalente. El erector deberá girar en todas las direcciones para permitir el montaje y desmontaje de las dovelas en cualquier situación.
- El montaje de los segmentos de las dovelas y sus posiciones deben ser monitoreados, y los datos sobre la posición y su colocación deben ser incorporados en el sistema general de control de la máquina.
- La máquina tuneladora deberá estar dotada de un sistema de guía monitoreado por computadora para alinear la máquina de manera que se mantenga dentro de la desviación máxima permisible de la alineación del túnel.
- La máquina adora será capaz de funcionar de manera confiable dentro del rango de entradas de agua subterránea previsto en las especificaciones.
- La máquina tuneladora estará dotada de un generador eléctrico para su operación.
- La máquina tuneladora estará dotada de un generador, bombas, tuberías y las instalaciones auxiliares de emergencia necesarias para efectuar un bombeo de emergencia inmediato a fin de operar de manera confiable en las condiciones de entrada de agua subterránea prevista en las especificaciones..

- La máquina tuneladora estará dotada de medidas para evitar que el agua subterránea se acumule en el frente de excavación de los túneles y lave los finos de roca delante de la cabeza de corte y bajo el escudo de la máquina tuneladora
- La máquina tuneladora estará dotada de un ambiente de seguridad de emergencia, autónoma, ubicada dentro del equipo de arrastre de la máquina tuneladora, que contendrá suministros médicos y de emergencia (agua y oxígeno) adecuados para 24 horas en caso de emergencias.
- La máquina tuneladora estará dotada de equipo e instrumentación incorporados, capaces de emitir advertencias audibles y visuales, para el monitoreo continuo de las concentraciones de gases y niveles de oxígeno peligrosos.

Método convencional

- Si se planea utilizar el método de excavación con perforación y voladura, la utilización del mismo deberá ser aprobada por la SMP.
- Solamente en los casos en que las características geotécnicas del macizo rocoso sobrepasen los valores límites recomendados por los fabricantes de tuneladoras existentes en el mercado mundial, se podrá considerar con la aprobación de la SMP, la utilización de perforación y voladura para la excavación.
- Se podrán usar técnicas de perforación y voladura que produzcan un perfil final que se ajuste a un perímetro excavado deseado, y que contenga un mínimo de sobre excavación y un mínimo de roca fracturada más allá de las líneas de excavación requeridas.

Infraestructura: Tramo en Trinchera

Para las secciones en trinchera (tipo cajón), también llamadas bóvedas triarticuladas, que existirán entre las estaciones de Curundú y Albrook y un tramo entre la Avenida 12 de Octubre y Pueblo Nuevo se tendrán secciones con las siguientes características:

- Las secciones en recta tendrá un ancho de 8.100 mm resultante de un entrevía de 4.350 mm que es el producto de considerar un espacio que servirá tanto para alojar las instalaciones electromecánicas como de pasillo de servicio o evacuación en caso de emergencia de un ancho total de 900 mm y el ancho del vagón y una distancia del eje a la

cara interior del muro de 195 mm (total 1925 por 2) y un espacio adicional para absorber tanto desviaciones constructivas del cajón como ampliaciones al gálibo por curvaturas en secciones curvas sin peralte de 300 mm.

- Para la sección curva se considera adicionalmente el efecto geométrico del peralte y de la ampliación del gálibo de paso libre por el efecto de curvatura.
- Se utilizará material impermeabilizante para garantizar la mínima penetración de agua. Esto incluye el uso de epóxidos y termo fusión.

Infraestructura: Estaciones

Los parámetros de diseño para las estaciones se basaran en la Norma NFPA 130, Cap. 2 y el Apéndice C de la misma normativa.

Para que la circulación de usuarios con impedimentos dentro de las instalaciones del Metro se produzca sin inconvenientes, deberá proyectarse con especial cuidado la ubicación de rampas, pasamanos y en el uso de texturas, luz, color y sonido, así mismo se preverán accesos por ascensores o rampas para los usuarios en silla de ruedas. En este sentido las estaciones tendrán:

- Los ascensores para minusválidos
- Pisos táctil para ciegos
- Las escaleras podrán sustituirse por rampas.

A efectos de las condiciones de diseño para discapacitados se debe cumplir con lo establecido en la Ley de la República de Panamá N° 42 del 27 de Agosto de 1999 y el Decreto Ejecutivo N° 88 del 12 de Noviembre de 2002.

Todas las estaciones tendrán tanque de reserva de agua. Su ubicación en caso de estructuras subterráneas será en el nivel mezzanina, adyacente al cuarto de bombas y válvulas, preferiblemente hacia el lado más alto de la estación. En caso de estaciones elevadas el tanque de agua estará a nivel subterráneo. Para determinar las dimensiones del tanque se deberán conocer las capacidades de la reserva de agua potable, las cuales dependerán de las características de la estación y de la confiabilidad del suministro.

Cada estación tendrá un espacio para la instalación del sistema hidroneumático, bombas contra incendio y válvulas. Su ubicación será cerca del tanque de reserva de agua. Todas las estaciones dispondrán de sanitarios y vestuarios para empleados. La ubicación de dichos ambientes será en el área restringida de la mezzanina, cerca del área operativa, de desahogo y de primeros auxilios. Para propósitos de diseño y requerimientos de áreas se suministra el número de piezas que serán utilizadas.

Empleadas

- 1 Excusado
- 1 Lavamanos
- 1 Ducha
- 3 Guardarropas triples

Empleados

- 1 Excusado
- 1 Lavamanos
- 1 Urinario
- 1 Ducha
- 3 Guardarropas triples

Los andenes tienen una longitud de 110 metros y un ancho variable dependiendo de la demanda de usuarios y de la situación de evacuación en casos de emergencias, pero siempre con un mínimo de 3.00 metros. Los tres tipos de estaciones presentan características muy particulares, las cuales se describen a continuación.

Infraestructura: Estaciones Elevadas

La Línea 1 del Metro contará con cinco (5) estaciones aéreas, similares a la indicada en la Figura 5-9; Los Andes, Pan de Azúcar, San Miguelito, Pueblo Nuevo y 12 de Octubre. Su ubicación se determinó, de acuerdo a los lineamientos del Estudio de Demanda y el Estudio de Trazado. Funcionalmente, estas estaciones estarán conformadas por 8 columnas de concreto en forma de Y que liberan la superficie para el flujo vehicular y sostienen los dos (2) niveles elevados de la estación a una altura tal que la mezzanina permita la circulación vial por debajo de ella.

En el Nivel Superficie o Calle se ubican los accesos a la estación en ambos lados de calle, de los accesos parten las escaleras fijas y mecánicas a mezzanina. En el nivel mezzanina (Figura 5-10) se ubican los torniquetes, el supervisor de la estación, servicios y cuartos técnicos y las escaleras fijas y mecánicas a los andenes; en el Nivel Andén transcurre la vía del tren y los andenes de pasajeros, su cota dependerá del alineamiento, siendo el promedio 12 metros.

El techo del andén está formado por una estructura metálica a la vista con una cubierta de láminas metálicas livianas tipo *Luvitec*. Las estaciones son muy abiertas, los cerramientos laterales los conforman los antepechos de concreto y elementos de protección solar y lluvia tipo celosía. Sólo los núcleos de circulación, las escaleras fijas y mecánicas, están cerrados con paredes de bloques para evitar la entrada de agua de lluvia, generando unos volúmenes que se enfatizan en las fachadas por su recubrimiento exterior con láminas metálicas esmaltadas tipo *Vitrex* o similar en colores vivos. A nivel de la mezzanina, el tratamiento exterior es similar, el volumen que forman los cuartos técnicos y de servicios en los extremos de la estación se recubren con mosaicos de colores. Se plantean 3 tipos de Estaciones Elevadas:

Tipo 1

Alta Demanda de pasajeros. Estación Los Andes y San Miguelito, andenes laterales, 2 escaleras fijas y 2 escaleras mecánicas por andén.

Tipo 2

Demanda Media de pasajeros: Estación Pan de Azúcar, andenes laterales curvos de 600 mts. de radio, 2 escaleras fijas y 2 escaleras mecánicas por andén.

Tipo 3

Baja Demanda de pasajeros: Estación Pueblo Nuevo, andén central, 2 escaleras fijas y una mecánica.

Las dimensiones mínimas (ancho mínimo), de la plataformas de andén es de 4.500 mm; la distancia entre el vagón y el andén será de 50 mm. La distancia entre la rasante de rieles y el

nivel superior de losa ferroviaria es de 0.70m a fin de proporcionar un drenaje longitudinalmente adecuado a la estación (en posición horizontal).

Infraestructura: Estaciones Subterráneas

La Línea 1 del Metro contempla la construcción de seis (6) estaciones subterráneas Fernández de Córdoba, Vía Argentina, Iglesia Del Carmen, Hospitales, 5 de Mayo y Curundú (trinchera profunda). En adición a estas estaciones se planea construir el cajón para la futura estación de Marañón hasta una etapa tal que permita la adecuada y segura operación del resto del sistema y permita, en un futuro, continuar la construcción e instalación de los equipos electromecánicos de forma sencilla, hasta la puesta en servicio comercial de dicha Estación.

La disponibilidad de áreas en superficie es una determinante de diseño: así, las estaciones 5 de Mayo, Marañón, Hospitales, Bella Vista y Fernández de Córdoba están ubicadas en las avenidas Justo Arosemena y Fernández de Córdoba que tienen 26 metros de ancho promedio, lo cual obliga al planteamiento de estaciones muy estrechas que permitan durante su ejecución el acceso a los inmuebles laterales de las avenidas además del área de trabajo requerida.

Este tipo de estaciones estrechas se logra en 19.50 metros de ancho, ubicando las escaleras fijas y mecánicas del andén a mezzanina en fila, una a continuación de la otra; andén de 3.00 metros y ancho de vía 6.50 metros. Los cuartos técnicos que deben ubicarse en el andén y no tienen cabida por la estrechez de la estación se colocan en los extremos, cuando se acaba el andén, lo cual genera estaciones más largas. El resultado formal de la estación es un cajón de 149,50 metros de largo por 19.50 metros de ancho y un promedio de 19 metros de profundidad con entradas laterales a la mezzanina que en forma de brazos buscan la mejor ubicación en superficie. Todas las estaciones subterráneas constan de nivel andén: con la vía del tren, andenes laterales de mezzanina donde se ubican los torniquetes, el supervisor de la estación, parte de los servicios y cuartos técnicos y las escaleras que conducen a la superficie. (Figura 5-11)

En el Nivel Superficie o Calle se ubican las entradas a la estación con las escaleras de acceso, su ubicación dependerá de la disponibilidad de áreas en terrenos adyacentes o aceras. Todas las estaciones tendrán mínimo 2 entradas, una a cada lado de la avenida principal sobre la que se

desarrolla el alineamiento. En las entradas se desarrollan las escaleras de acceso: una fija y una mecánica. Sobre el volumen de una sola de las entradas se colocarán los chillers del sistema de aire acondicionado para la estación.

En la Avenida España, que tiene 44 metros de ancho promedio, se ubican dos estaciones: Iglesia del Carmen y Vía Argentina. El ancho disponible en superficie es mayor pero se prefirió tipificar el diseño de las estaciones haciéndolas similares a las ya descritas. En este caso, la estación estrecha permitirá que los desvíos de tránsito provisionales transcurran laterales a la obra durante la construcción de la estación.

En todas las estaciones el ancho mínimo de la plataformas de andén será de a 4.500 mm; la distancia entre el vagón y el andén será de 50 mm, la distancia entre la rasante de rieles y el nivel superior de losa ferroviaria se incrementa a 0.70 m a fin de proporcionar un drenaje longitudinalmente adecuado a la estación (en posición horizontal). En el caso común, donde las estaciones estén ubicadas en trazo recto la distancia entre vías se mantendrá a 3.300 mm resultando un claro entre andenes de 6.250 mm. El nivel del hilo de contacto con respecto al nivel del riel será de 4300 mm al igual que en viaducto. La distancia libre mínima para instalar el sistema de catenaria será de 410 mm.

Las estaciones subterráneas que requieran bombeo tendrán tranquilla de tipo de fosa húmeda, para la recolección de aguas negras y colocación de bombas sumergibles, ubicadas entre el punto más bajo de la estación. En estaciones de andén central, estará en el nivel subandén y adyacente a la tranquilla de drenaje. En las estaciones de andenes laterales, se podrán ubicar en un solo lado o a ambos lados de la estación. Se dejarán escotillas para su acceso.

Las estaciones subterráneas estarán provistas de una tranquilla de drenaje, del tipo de fosa húmeda, y de bombas sumergibles para la recolección de agua originada por varias fuentes (lluvia, filtraciones, protección contra incendio). Su ubicación será en el punto más bajo de la estación. En estaciones de andén central ésta estará adyacente a la tranquilla de aguas negras.

Infraestructura: Estaciones en Trinchera Abierta

En el proyecto se contará con una estación en trinchera abierta (superficial) en Albrook. Este diseño de estación se plantea más ancho, con escaleras mecánicas y fijas en paralelo. El sobre ancho permite la ubicación de cuartos técnicos detrás del andén por lo que resultan con un desarrollo longitudinal más corto. Este tipo de estación es más favorable para la circulación de los usuarios; el hecho de que se desarrollen en paralelo una escalera fija y una mecánica facilita la orientación del público. Además, al ser más ancha permite la existencia de columnas centrales, por lo que se simplifica la estructura y se disminuyen los costos. Algunos aspectos particulares del diseño de esta estación son:

- Poca profundidad que obliga a desarrollar una estación con características muy particulares, la vía se desarrolla en “trinchera superficial” y el andén se encuentra a 3 metros por debajo de la plaza de superficie. Ello permite que, a través de depresiones en el paisajismo de la plaza, se creen en los extremos del andén entradas de aire y luz natural sin necesidad de equipos de inyección ni sistemas de aire acondicionado.
- Siendo Albrook la estación terminal los pasajeros que llegan por el sistema Metro salen de la estación subiendo a nivel superficie. En caso de cambios de vía para la salida del tren los usuarios podrán cambiar de andén utilizando las escaleras que bajan al sub-andén a través del pasillo que los conecta pasando por debajo de la vía.
- La mayor demanda provendrá del Terminal de autobuses y el corredor subterráneo, su conexión con el andén será directa con torniquetes dispuestos en este mismo nivel donde también se ubican todos los cuartos técnicos y de servicios.
- El diseño de la estación enfatiza el eje vial y formal de los desarrollos circundantes mencionados anteriormente. A nivel de superficie se desarrolla el vestíbulo de la estación, elevado 50cm. con respecto a la plaza que lo rodea. Una barrera de torniquetes servirá para los usuarios provenientes de la Ciudad gubernamental, Curundú o de la parada de transporte público del Corredor Norte. Un gran vacío en la losa de superficie permitirá la entrada de luz natural al andén y la doble altura permitirá la conexión visual entre ambos niveles creando la sensación de un solo gran espacio.

La cubierta de la estación es un cubo con cerramientos de bloques de vidrio dispuestos en forma de celosía para permitir el paso de ventilación y luz natural y exteriormente se lee como un volumen puro, iluminado que marcará la entrada al Sistema Metro.

Infraestructura de Apoyo: Patio y Taller de Trenes

Los criterios básicos utilizados para el diseño de Patios y Talleres Albrook son:

Criterios globales:

- Prever Estacionamiento para 42 trenes
- Mantenimiento de 42 trenes
- Mantenimiento de todas las instalaciones y equipos del sistema del Metro de Panamá
- Prever espacios para otras instalaciones necesarias en el sistema como por ejemplo edificios de administración, subestación eléctrica, torre de control, almacenes entre otros.

Criterios específicos:

- Disponibilidad máxima de la flota de trenes
- Flexibilidad máxima de movimiento de trenes en zona de Patios y Talleres
- Óptima conectividad entre los Patios y Talleres con la línea principal
- Asignación racional de los diferentes tipos de mantenimiento en los edificios, vías e instalaciones a construir.
- Condiciones de seguridad para los empleados y prevención de accidentes
- Condiciones de trabajo para los trabajadores con la menor afectación posible a su salud.
- Reglas y normas para el acceso de discapacitados a edificios.
- Consideraciones ambientales
- Consideración de normas y experiencias de mantenimiento internacionales
- Seguridad en toda el área, con accesos y circulaciones directas a todas sus instalaciones

Para el horizonte de construcción del sistema en el año 2035 se ha previsto la adquisición de 42 Trenes, logrando una capacidad en la hora pico de 40,000 persona por hora y dirección. Para cumplir con los requerimientos de un sistema moderno de transporte público respecto a la seguridad, fiabilidad y rentabilidad, en cuanto a la supervisión continua de la funcionalidad y del mantenimiento de sus componentes según la variación del desgaste, se ha previsto un terreno

amplio al Sur de la estación Albrook cercano al Terminal de Transporte del mismo nombre, para la construcción de las instalaciones de inspección, mantenimiento y reparación de los componentes móviles y fijos y para la administración y dirección de la operación del sistema.

En este terreno de aprox. 500 m de largo y 240 m de ancho, se encontrarán los Talleres para el Material Rodante, las Vías de Estacionamiento de los Trenes, las Vías de Lavado, el Taller de Vías y de Catenaria, el Almacén Central, el Edificio Administrativo y Operativo y la Caseta de Vigilancia entre otros. En la Figura 5-12 se muestran las áreas que componen el Patio-Taller del proyecto y un listado de las mismas.

- Taller de Mantenimiento Ligero (TML)
- Taller de Mantenimiento Pesado (TMP)
- Área del Mantenimiento de Boogies (AMB)
- Talleres Auxiliares (AUX)
- Taller Electromecánico (TEM)
- Taller de Electrónica y Señalización (TES)
- Taller de Mantenimiento de Vías y Catenaria (TVC)
- Vías de Estacionamiento (VIE)
- Vía para la limpieza exterior del tren con Maquina Lavadora (MDL)
- Nave para la limpieza inferior del tren (LII)
- Vía con Nave para el Torno Rodero Subterráneo (TRS)
- Almacén Central (AMC)
- Almacén de Inflamables y lubricantes (AIL)
- Área para Deshechos (ADH)
- Almacén al Aire libre (AAI)
- Centro de Control de Operaciones (CCO)
- Puesto de Control Local (PCL)
- Torre de Control (TDC)
- Edificio de Administrativo y Operativo (EAO)
- Demás Componentes en la zona de Patios y Talleres

- Estacionamiento para automóviles del personal
- Estacionamiento para vehículos auxiliares
- Vialidad perimetral
- Zona de entrada
- Caseta de vigilancia
- Campo de deporte / camp recreativo

Dentro de los aspectos de diseño a considerar están la preparación de la superficie para albergar los 42 trenes. Es por ello que es importante contemplar aspectos como el balasto y los durmientes a utilizar.

El balasto se colocará exclusivamente en los Patios no se utilizará ni en la línea ni en los talleres. En las vías de estacionamiento de los Patios y Talleres de Albrook se utilizará la base de balasto, con el objetivo de cumplir el requerimiento de aportar resistencia suficiente a movimientos laterales y longitudinales, y para servir de fundación elástica y de drenaje, el balasto será de piedra triturada altamente resistente y con desgaste en la Maquina de Los Ángeles menor del 25%, El material será resistente a la intemperie y de una estructura homogénea. Se utilizará durmientes de concreto de 2500 mm de longitud y en zonas de cambiavía se podrá utilizar durmientes de concreto o de madera. El balasto se obtendrá por fracturación de piedra dura de calidad uniforme, cuyo peso específico mínimo será de 2.600 kg/m³.

La calidad de la roca y el proceso de trituración será tal que se produzcan agregados de forma isótropa (dimensiones similares en todas las direcciones) y que se eviten elementos alargados, aplanados o pedregosos. La roca del balasto será compacta, sin grietas y estará libre de porosidades, cavidades y cuerpos extraños. Después de la trituración, el balasto triturado se lavará. El producto terminado estará libre de polvo, tierra, arcilla, barro, materias vegetales y otras sustancias que probablemente puedan dañar la Vía Férrea y los drenajes. Los tipos de material más adecuados son granito, basalto, meláfido, diabasa, diorita, sienita y roca de cuarzo. El durmiente de madera para el Patio y Taller, tendrá dimensiones de 260 x 24 x 14 cm, con distancia entre ejes de 66.6 cm o bien 1,500 durmientes por km. Las maderas serán provenientes de árboles sanos y bien conformados. No se admitirán durmientes que posean defectos

determinantes que afecten la resistencia o su durabilidad y que puedan causar rajadura al procederse al clavado. Se considera como defectos determinantes: médula grande y atacada, duramen quebradizo, podredumbre, torcedura y perforación de insectos activos.

Instalación Provisional: Área auxiliar para Construcción de Elementos Prefabricados

Como ya se detalló en la Sección 5.1.4 se han identificado dos sitios, que pueden ser utilizados de manera temporal para la logística, almacenamiento y fabricación de los componentes requeridos en la construcción del Metro.

Para la construcción de los elementos prefabricados del viaducto y las estaciones elevadas, se seleccionó el sitio ubicado en la parte posterior del Centro Comercial Los Andes en dos fincas (globos de terreno), cuya suma combinada da 4.76 hectáreas.

Para la construcción y eventual almacenamiento de las dovelas de concreto del túnel se propone el terreno de la Universidad de Panamá, localizado entre el Corredor Norte y la Av. Transístmica, con un área de 2.719 has.

En ambos casos se podrán almacenar los materiales requeridos para la vía como los durmientes, juntas, rieles, otros.

La distribución de planta de las instalaciones temporales contará con un área de almacenaje de materia prima, área de fabricación, planta de concreto, zona de colados, área de almacenamiento temporal de los elementos prefabricados, área de almacenaje de componentes de la vía férrea, entre otros. Los predios en donde se ubiquen estas instalaciones temporales contará con accesibilidad total para el manejo de materiales y equipos para la fabricación, así como para la extracción y maniobras de piezas prefabricadas de la zona de colados a las áreas de almacenaje temporal.

El contratista presentará, antes del inicio de los trabajos, un arreglo general (“lay out”) de la planta para referencia de ubicación de las distintas molduras para túnel, tráves y columnas, el lugar donde estará ubicada la planta de concreto premezclado, el laboratorio, las vialidades

internas, los equipos de curado a vapor, almacenes y oficinas generales y en general, todas las instalaciones, ductos, canalizaciones y equipamiento de seguridad e higiene que en la planta deberán estar instalados de manera permanente durante la realización de los trabajos.

Los predios estarán debidamente provistos con la infraestructura de servicios públicos para su operación eficiente. El suministro de energía eléctrica será provisto por Edemet-Edechi, el agua con el Instituto de Acueductos y Alcantarillados y para la recolección de los desechos se contratará a una empresa especializada en esta materia.

Los predios estarán cercados con mallas de protección ciclónica o similar, para salvaguardar la integridad de bienes y personas, así como de terceros. Dentro de los predios no se realizarán actividades distintas a las propias de una planta de prefabricados y almacenamiento, salvo a las acciones administrativas inherentes a la logística correspondiente.

Los predios utilizados contarán con las canalizaciones pluviales que aseguren la buena operación de la planta aun en climas adversos, en especial durante la época de lluvias, para evitar inundaciones en el interior de la(s) planta(s), que afecten la producción, maniobras y seguridad en zonas de almacenaje temporal de productos terminados.

Para asegurar el adecuado funcionamiento de las instalaciones temporales (planta), se adecuarán las vialidades con base a un arreglo general (“lay out”) autorizado. Estas vialidades serán formadas en base a un diseño de cargas en función de la planeación de movimientos y maniobras propias de la operación.

En los predios, se propondrán estructuras de plataforma del terreno y en caso de requerirlo, pavimentos suficientemente resistentes para garantizar durabilidad durante el proceso de fabricación, desmoldeo, desplazamientos internos, almacenaje y en su caso, estiba de productos terminados. Así mismo, se considerará el tráfico permanente de los equipos de construcción y de personal garantizando en todo momento la integridad física de los trabajadores y de las instalaciones de la planta. Para mayor seguridad y referencia de ubicación de las instalaciones,

se ubicarán las señales de tráfico y de protección, indicativos y restrictivos, verticales y horizontales como parte de la implementación y equipamiento de la(s) planta(s)

Instalación Provisional: Sitio Principal de Trabajo

En adición a los dos sitios mencionados en el punto anterior, se ha identificado un área de trabajo para uso del contratista en el sector de Curundú en un globo de terreno de aproximadamente 4.4 hectáreas de superficie localizada en el sitio de inicio del túnel en el PK 0+740. Este sitio podrá ser empleado por el contratista luego de la remoción y el movimiento de las antenas de acuerdo a las especificaciones de la Autoridad de Aeronáutica Civil. En este globo de terreno existe una estación meteorológica que pertenece a la Autoridad del Canal de Panamá, la cual será removida para finales del 2010.

Para la utilización de este sitio deben cumplirse con los lineamientos señalados en el punto anterior.

Área Auxiliar de Depósito de Material de Excavaciones:

Como ya se detalló en la Sección 5.1.4 de los distintos sitios considerados para el depósito de materiales excedentes de las excavaciones se han preseleccionado tres (3) sitios para el caso de los materiales clasificables no contaminados: la parcela propiedad del Ferrocarril de Panamá (patio del ferrocarril), con una capacidad de 200,000 m³ para material rocoso; el globo de terreno denominado Amador 1 con una capacidad de 700,000 m³ y el terreno de los Patios y Talleres que requiere ser rellenado y que podría requerir hasta 350.000 m³ de material.

Para el material extraído de las excavaciones que contengan polímeros u otros contaminantes se considera el Relleno Sanitario de Cerro Patacón, luego del tratamiento requerido para dichos materiales, hasta una capacidad de aproximadamente 250,000 metros cúbicos.

Adicionalmente, el Contratista deberá considerar el uso del material proveniente de las excavaciones como relleno para cubrir las estaciones subterráneas, las trincheras, los cabezales, etc. Los volúmenes empleados para estimar la capacidad de los sitios de depósito de materiales de excavaciones o rellenos consideran un factor de abultamiento promedio del 20 por ciento para

suelos y 30 por ciento para roca empleando métodos de excavación convencionales, y un 30 por ciento para los materiales excavados con el método de tuneladora. Para todos los rellenos se consideró un factor de compactación del 10 por ciento. El Contratista debe dar prioridad al uso del material proveniente de las excavaciones para aplicaciones a lo interno del proyecto con el propósito de minimizar los requisitos de volúmenes requeridos para el depósito de materiales excedentes de las excavaciones.

Sistema de energía, subestaciones y tipo de tracción

El suministro de energía comprenderá todos los equipos e instalaciones y abarcará al menos los siguientes subcomponentes:

- Subestación de Tracción (SET)
- Subestación de Pasajeros (SEP)
- Subestación de Fuerza (SEF)

Para garantizar un correcto funcionamiento del sistema de suministro de energía para la Línea 1, éste cumplirá con todos los requisitos establecidos en los códigos y normas internacionales, aplicando cuando haya conflicto entre ellas, la que sea más restrictiva y buscando siempre las mejores condiciones de diseño y operatividad del equipo a especificar.

El voltaje de diseño que se seleccionó para la Línea 1 es de 1,500 Voltios, el cual permite distanciar las fuentes de alimentación (subestaciones de tracción) a un promedio de 4 a 4.5 km. entre ellas.

Se compararon las características de los dos tipos de tracción posibles, por catenaria o tercer carril, para servir en la Línea 1. La tracción por catenaria tiene un costo de inversión menor que el tercer riel y además, es más eficiente, por lo que fue seleccionada para este proyecto.

El Sistema de suministro de energía del Metro de Panamá tendrá la función principal de recibir, transformar y distribuir la energía eléctrica proveniente de la Compañía Eléctrica Local (CEL). En este sentido se ha estimado que la alimentación eléctrica provenga de dos puntos diferentes de la red de servicio eléctrico de la ciudad, en el Norte desde la Sub-estación (S/E) Tinajita, de

la empresa Elektra, y en el Sur de la S/E Marañón, de la empresa Unión Fenosa. Ambas acometidas serán dobles, con capacidad de respaldo del 100%, en el nivel de tensión normalizada de 13.8 KV y alimentadores expresos provenientes de barras separadas. Se preverán para cada punto de conexión un Centro de Acometidas donde se ubicaran los elementos de acople, los seccionadores, los equipos de medición e integración, los elementos de control y de coordinación de protecciones.

Las acometida, desde cada S/E de las empresas de servicio, estarán conectadas a unos Interruptores de Enlace ubicados en un punto medio de la línea que permitirán el respaldo entre ambas S/Es en caso de falla de una de ellas, estos interruptores operarán en condición “normalmente abierto” (NA) garantizando que nunca se conectarán en paralelo ambas S/E. De los alimentadores en 13.8 KV se derivarán las salidas para alimentar las diferentes cargas del Metro, a partir de las correspondientes S/Es específicas.

Aunque el requerimiento de la demanda del servicio eléctrico será calculado en forma teórica con detalle por el contratista que ejecutará este proyecto, partiendo de una simulación dinámica del sistema y con los datos específicos de los diferentes equipos que lo componen, para efecto de un primer dimensionamiento se ha estimado que el sistema tendrá una carga total del orden de 14 MVA, lo que equivaldría, en condiciones normales, a una carga por S/E del orden de 7MVA.

De acuerdo al programa de ejecución del proyecto, está previsto que para el segundo semestre del año 2013 se requerirá contar con el servicio eléctrico especificado, con la disponibilidad para suplir una demanda inicial estimada de 5 MVA la cual se irá incrementando en función del crecimiento de la demanda de pasajeros.

Se ha determinado que por motivos de confiabilidad y de economía, la tensión de alimentación eléctrica será de 115 kVca (Kilovoltios corriente alterna) a frecuencia industrial de 60 Hz.

- Subestaciones de Transformación Principal (STP)

El suministro eléctrico para todas las subestaciones del sistema se realizará a través de una red

interna con arquitectura de anillo abierto en Media Tensión (MT). El objetivo principal será lograr un nivel óptimo de fiabilidad y costo; para los diferentes niveles de suministro. Cada circuito alimentará a un transformador de potencia con tensión primaria de 115 kV y secundaria de 13.8 kV de donde se realizará el reparto de energía a partir de tableros de distribución equipados con los interruptores compactos de última tecnología llamados Tableros “Switchgear” (SWG). A partir del Tablero SWG se hará la distribución de energía en un arreglo tipo anillo abierto a 13.8 kV y de ahí se realiza el reparto de energía en forma radial hacia cada una de las Subestaciones Eléctricas ubicadas en locales especiales dentro o adosadas a las Estaciones según sea el caso (SET, SEP y SEF)

El control de los equipos en 115 kV y 13.8 kV se podrá hacer de tres formas: local manual desde el propio equipo, local desde la Casetas de Control en la Subestación y remotamente desde el Centro de Control de Operaciones (CCO) a través de un Sistema de Supervisión, Control y Adquisición de Datos (SCADA) para el telemundo y control de la energía, el cual vigilará entre otras funciones el que no se permita la conexión en paralelo de los Transformadores de Potencia de 115-13.8 kV, ni la operación con carga de los Seccionadores en 115 kV. Asimismo, la transferencia abierta de una a otra fuente de alimentación a nivel de 13.8 kV podrá hacerse en forma local manual y/o automática.

- Sub-estación de Tracción

Las Subestaciones de Tracción en su conjunto podrán mantener la operación de los trenes sin degradar el servicio, por tanto, cada una de las subestaciones podrá ser aislada completamente sin afectar la operación.

El Patio y Taller tendrá una subestación de tracción propia, la cual alimentará esta área en forma independiente. Sólo se enlazará eléctricamente la Línea con el Patio y Taller en caso de falla de la subestación del Patio y Taller, ó de la subestación de tracción de la Línea más cercana al Patio y Taller.

En las subestaciones de tracción se transformará la tensión alterna de 13.8 kVca en 1,500 Vcd corriente directa. La corriente directa se conducirá al sistema de Catenaria para alimentar a los trenes. La corriente de retorno pasará de los vehículos a las vías y por cables de retorno hacia las SET.

Se preverán las medidas adecuadas para limitar las corrientes de fuga provenientes de los rieles. También se limitarán los armónicos generados por los equipos de rectificación, y por los equipos de tracción en los vehículos, para que no afecten indebidamente la red alimentadora de la CEL ó bien de aparatos electrónicos públicos a través de las ondas electromagnéticas provenientes de la Catenaria.

- Subestaciones de pasajeros (SEP)

La alimentación eléctrica en Baja Tensión (BT), para el sistema alumbrado, fuerza y demás servicios complementarios, para la operación de las estaciones de pasajeros, se hará a partir de las Subestación de pasajeros (SEP). Cada subestación estará alimentada del sistema de 13.8 kV, a 3 fases- 60 hz que conforma el anillo interno de la red de distribución en media tensión.

La subestación será de tipo interior y el transformador será de la capacidad suficiente para alimentar las distintas cargas (detalladas en el proyecto ejecutivo final), tipo seco, resistente a la explosión, al fuego y enfriado por la circulación del aire a través de sus arrollamientos.

- Subestaciones de fuerza (SEF)

La alimentación eléctrica para el sistema de ventilación mayor en las estaciones subterráneas y en las interestaciones del túnel se hará a partir de las subestaciones eléctricas de fuerza (SEF). Al igual que las SEP, cada SEF estará alimentada del sistema de 13.8 kV, a 3 fases- 60 hz que conforma el anillo interno de la red de distribución en media tensión.

La subestación será de tipo interior y el transformador tendrá la capacidad suficiente para la alimentación de la carga que corresponda a los ventiladores, será tipo seco, resistente a la explosión, al fuego y enfriado por la circulación del aire a través de sus arrollamientos.

- Sistemas de protección, medición, comunicación y control

Todos los equipos principales ubicados en las diferentes Estaciones y Subestaciones de Transformación Principal, tendrán la capacidad de enviar y recibir datos, comandos o eventos que serán recogidos por el SCADA a través de un sistema de telemundo de energía que estará integrado por un control distribuido en cada subestación a través de un conjunto de dispositivos inteligentes de campo controlados por un grupo de equipos del tipo “Programador Lógico de Control” para operación industrial (PLC) debidamente configurados para este fin.

Telecomunicaciones

- Sistema de radios

El sistema de radios estará basado en la normativa de la ETSI, series 300–390 contemplando los estándares para Sistemas de Radios Digitales, comúnmente conocidos como TETRA (Terrestrial Trunked Radio), utilizando como método de acceso a los canales, la multiplexión por división de tiempo TDMA o superior. Se prevé que el sistema opere en la banda de frecuencias permitida según la regulaciones locales para el uso del espacio radioeléctrico (ejemplo: 450– 470 MHz) sobre canales de 25 kHz de ancho de banda.

- Sistema SCADA de Telemundo

El sistema SCADA tiene la función de controlar el sistema de telemundo en las 13 estaciones incluyendo el suministro de energía auxiliar, el suministro de energía de tracción 1,500 VDC, las dos subestaciones principales, el patio y talleres y la posibilidad de controlar la Línea desde el CCO y el patio desde el Centro de Control. Este sistema es el encargado de proporcionar una operación confiable y segura en el monitoreo y control de los Puestos locales de control (PLC), proveyendo un alto nivel de seguridad en la red.

La arquitectura será una de una red industrial basándose a TCP IP. El núcleo del sistema es la transmisión de datos a través de una red troncal. El sistema será diseñado para alta disponibilidad con los equipos del “Front End Processor”, del servidor, y las consolas de forma redundante.

El Sistema SCADA, estará diseñado para ser capaz de tomar procedimientos de respuesta, ante eventos excepcionales en donde los sistemas redundantes no sean suficientes. Es decir, deberá poder manejar escenarios tan críticos, como lo puede ser la interrupción total o parcial del suministro de energía o de la red de telecomunicaciones, al Sistema SCADA y/o a cualquiera de las subestaciones. De tal forma, que existan procedimientos de emergencia que minimicen los daños ante cualquier eventualidad.

- Red de comunicaciones de fibra óptica

La red de comunicaciones se diseña con la idea de interconectar todas las estaciones previstas en el Metro de Panamá, permitiendo así, acarrear e intercambiar la información (datos, voz, video) generada en cada una de las Estaciones, Subestaciones de Transformación principales y el Centro de Control de Operaciones, a través de un medio de comunicación confiable y seguro.

La red de comunicaciones será del tipo abierta en el sentido que permita manejar diferentes protocolos de comunicaciones y basada en un infraestructura estandarizada, robusta y altamente confiable; cumplirá con estándares reconocidos a nivel mundial y estará dimensionada acorde a los requerimientos de comunicaciones del Metro de Panamá.

La red de comunicaciones estará basada en un sistema de tecnología tipo SDH, de fabricante reconocido y probada ampliamente a nivel mundial en sistemas similares.

- Información al Viajero

El sistema de información al viajero tiene por objeto presentar a los pasajeros del sistema, de forma visual, información concisa, exacta y oportuna relativa a la explotación y operación comercial del sistema metro. Entre otras, presentará la información relativa a los horarios de los trenes, calendario y demás mensajes a los viajeros y otros usuarios que accedan al tren. Generalmente para este objeto se usan pantallas/paneles en los andenes y vestíbulos, y en caso de existir puertas de andén, también se puede incluir un módulo en ellas para información al pasajero y al personal de mantenimiento.

El sistema permite informar a los usuarios sobre el funcionamiento de la Línea en tiempo real y de manera fiable, a través de paneles de LEDs, TFT, etc., ubicados en cada uno de los andenes de las estaciones y en paneles ubicados en el interior de los coches o vehículos de pasajeros.

Las unidades centrales de control contarán con estaciones de trabajo para la operación del sistema y monitores para el seguimiento del mismo que normalmente estarán ubicadas en el Puesto de Control Central o en el Centro de Control Operacional CCO y Puestos de mando local ubicados en las cabinas del jefe de estación.

Señalización y Control

- Sistema CBTC

Para el Señalamiento y Control de Trenes se implantará un sistema de control basado en comunicaciones de radio (CBTC) con componentes electrónicos que se integran con un sistema de enclavamiento “full” electrónico. El sistema cumplirá con los niveles de seguridad definidos en los estándares internacionales, aplicables para el transporte de personas, y estará basado en las siguientes premisas de operación:

- El Metro de Panamá prevé la posibilidad de ser diseñado como un sistema totalmente automático (UTO – Unattended Train Operation, salvo mejores propuestas)
- La transmisión de los datos para la operación será por un sistema WIFI / WIMAX redundante. El flujo de los datos deberá ser seguro contra interferencias y fallas de la transmisión.

Las vías férreas contarán, a lo largo de todo el túnel, con un sistema de dispositivos detectores de posición del tren conformado por balizas (eurobalizas) en la vía, los cuales servirán como referencia de posición del tren.

- Por otra parte la posición precisa de los trenes se hace por un sistema de odometría a bordo del tren por medio de contadores de revoluciones de las ruedas y de radar Doppler (SIL4).

- También se contará con un sistema de tipo ATP (Automatic Train Protection) a bordo, el cual permite detener un tren en caso de violación de una restricción en la vía o si la velocidad detectada supera la máxima velocidad establecida en ese tramo.

Las maniobras de ingreso al Patio desde la Línea principal hasta la posición de estacionamiento serán en modo de operación UTO (Unattended Train Operation).

5.5.2 Construcción

En esta sección se presentan las principales actividades que se llevarán a cabo durante la fase de construcción de las distintas infraestructuras que formarán parte del Proyecto de la Línea 1 del Metro. La sección se inicia presentando aquellos componentes que son comunes para todas las infraestructuras y luego pasa a presentar las particulares a cada obra de infraestructura del proyecto.

5.5.2.1 Componentes Comunes a todas las Infraestructuras

Inspección y Limpieza del Sitio antes de Iniciar

Antes de iniciar la preparación del Sitio o cualquier actividad donde se realizarán los trabajos, se llevará a cabo una inspección pormenorizada de todas las propiedades, instalaciones, mejoras y edificaciones que se encuentren en las inmediaciones del Sitio. Las inspecciones se llevarán a cabo con la presencia de un Notario Público Autorizado y una persona designada por el Ingeniero Director, los cuales actuarán como testigos. Dicha inspección será documentada sobre las condiciones existentes al momento de realizar la misma para efectos de cualquier queja o reclamo que se pudiese presentar en el futuro. Los informes de las inspecciones realizadas contarán con la certificación y firma del Notario y la persona designada por el Ingeniero Director. Además, se investigará y analizará por medio de planos existentes y/o sondeos realizados en campo, las condiciones de los cimientos y fundaciones de las edificaciones que se encuentren en las inmediaciones al Sitio.

Remoción de la Infraestructura Existente

Se presentará un plan de remoción de la infraestructura o edificaciones que incluyan los procedimientos y métodos a emplear y las medidas de seguridad que se observarán para dichas labores, además de un cronograma de trabajo. En el proceso de remoción de la infraestructura o mejoras, se tomarán las medidas pertinentes para recuperar la mayor cantidad de los elementos de la infraestructura o mejoras que puedan utilizarse para usos secundarios, siempre y cuando estos elementos no cuenten con sustancias tóxicas. Dichos elementos recuperables serán propiedad de la empresa y los mismos podrán emplearse para obras provisionales relacionadas con el Proyecto o para la venta o donación a terceros. En caso de proponer emplear algunos elementos o materiales para las obras provisionales del Proyecto, se solicitará la autorización. En ningún momento ni bajo ninguna circunstancia, se usarán los materiales recuperables en la construcción de la obra permanente.

Construcción de las Instalaciones de Apoyo para la construcción del Proyecto

En el emplazamiento elegido para erigir las instalaciones de apoyo se construirán las estructuras que servirán de depósito de materiales, equipos, herramientas y las oficinas de los técnicos y contratistas encargados de la construcción de los distintos componentes del proyecto. En el mismo se instalará la infraestructura de los servicios básicos de agua y electricidad, además de sanitarios portátiles y recipientes para desechos o basuras requeridos por la obra. Las instalaciones de apoyo se levantarán siguiendo las especificaciones técnicas ambientales tales como:

1. Alistar los equipos y materiales necesarios para dar correcto manejo a las aguas de escorrentía, tales como tuberías, formaletas, filtros, y otros.
2. Prohibir el uso de corrientes de agua para remover material suelto o para lavado de maquinaria.
3. Instalar una batería para baños por cada siete trabajadores.
4. Recolectar grasas, aceites y combustibles residuales en recipientes herméticos, y de ser posible, reciclarlos. Prohibir su quema.
5. Depositar los escombros y desperdicios únicamente en áreas designadas y/o autorizadas.

Se podrá prever el almacenamiento de todos los materiales tales como dovelas, rieles, etc., en las trincheras de la línea o en la zona del sitio de obras. Además, la planta de mortero también podrá ser instalada en una plataforma que se encuentre igualmente en la fosa o en la zona del sitio de obras, conforme el espacio disponible y el más conveniente para el Contratista. Los materiales podrán ser llevados hasta el sitio de obras en camiones. Para manejo de materiales en las trincheras se deberán utilizar grúas pórticos o cintas transportadoras.

Las características básicas de los sitios son principalmente un terreno que cuente con las dimensiones e infraestructura que permitan realizar todas las etapas del proceso de prefabricación, incluyendo de manera enunciativa y no limitativa lo siguiente:

- Infraestructura para agua potable, energía eléctrica, hidráulica (base aceite y agua), sanitaria, gas, aire comprimido y vapor.
- Área cercada perimetralmente para protección de instalaciones.
- Almacenes cubiertos para insumos directos y otros de seguridad y mantenimiento.
- Almacenes abiertos para agregados áridos.
- Silos para cemento.
- Cisternas o tanques para almacenamiento de agua con sistemas de bombeo.
- Cimentaciones para proceso de pretensados.
- Pistas y moldes de precisión metálicos.
- Planta para el premezclado de concreto.
- Equipos para el bombeo de concreto.
- Revolvedoras de concreto.
- Equipos para la colocación del concreto (vibradores y otras herramientas).
- Laboratorio para el aseguramiento de calidad de materiales y de productos terminados.
- Grúas y plataformas para el manejo de materiales y producto terminado.
- Espacio suficiente para almacenaje de producto terminado.
- Área para maniobras de carga en planta de piezas prefabricadas a camión.
- Oficinas equipadas para personal técnico-administrativo.

- Área de oficinas para personal de supervisión.

Se colocarán y ensamblarán en el taller el mayor número de miembros, conexiones y empalmes de los elementos estructurales, de tal manera que se reduzcan y simplifiquen los trabajos de conexión y montaje en el campo, observando las siguientes limitaciones:

- Dimensiones máximas para transporte.
- Capacidad del equipo de montaje.
- Posición de las juntas de montaje indicadas en los planos.

Desmantelamiento de las Instalaciones de Apoyo Utilizadas Durante la Construcción del Proyecto

Para desmantelar las instalaciones de apoyo, después de haber desocupado las instalaciones, se procederá a realizar la desinstalación de los sistemas de agua potable y eléctrico, posteriormente, se realizará la remoción de los elementos reutilizables, la demolición de los elementos temporales, transporte de escombros y limpieza de las áreas.

Retiro de Maquinaria

Dentro de los treinta (30) días siguientes a la Aceptación Sustancial, se procederá a retirar del Sitio toda la maquinaria, instalaciones, materiales y desechos, incluyendo los materiales peligrosos de los cuales la empresa sea responsable según el contrato, y se dispondrá de ellos adecuadamente.

Inspecciones

Completados los trabajos de instalación de cables, se medirá la resistencia de contacto empleando un juego de prueba de "Ductor" o uno similar, para cada finalización de cables. La resistencia medida entre el riel portante y el bulón de conexión no deberá ser superior a 50 micro-ohm

5.5.2.2 Infraestructura: Vía Férrea

Esta sección presenta las actividades principales durante la construcción de los tramos de vía elevada, subterránea y en trinchera.

Infraestructura: Tramo Vía Elevada

La construcción de esta infraestructura inicia con la preparación del terreno para iniciar con las perforaciones. Como parte de esta actividad, se construirán las columnas de concreto armado sobre las cuales descansarán los segmentos de concreto armado en “U”. Estos segmentos serán fabricados en el sitio de campamento o patio de operaciones del contratista y luego transportados al área del proyecto. Para la colocación de las mismas se utilizará una a (Lunching girder), la cual tendrá un avance de 75 a 100 metros por semana. Seguidamente se colocarán los durmientes y rieles que se fijarán con las juntas correspondientes. Estos rieles serán soldados y esmerilados. Finalmente se colocarán los componentes electromecánicos y se pintará la sección. Entre las principales actividades están:

- Remoción de vegetación

Se removerá la vegetación ornamental existente en la isleta central de la vía. El trabajo consiste en la limpieza del terreno y eliminación de la capa vegetal (en el caso de la sección no pavimentada). En aquellos lugares donde se requiera de la tala de árboles se obtendrá primero el permiso correspondiente por parte de ANAM. Dicha tala se efectuará manualmente por medio de cuadrillas equipadas con motosierras.

El material proveniente de esta operación se retirará con equipo de carga frontal y cargado a camiones volquete, bajo ninguna circunstancia serán quemados. Toda la madera procedente de esta actividad, podrá ser utilizada por el contratista para actividades de la obra. En caso de que no se utilice en su totalidad, el contratista deberá contar con un permiso de ANAM para su movilización al sitio de disposición final.

- Retiro y Reubicación de Infraestructura de Servicios Públicos

Esta sección de la Línea 1 del Metro requerirá la remoción de cuatro pasos elevados peatonales, los cuales están ubicados en Los Andes (1), San Miguelito (2) (uno a la altura del Extra de San Miguelito en el Centro Comercial Oriental, Pan de Azúcar, que sirve de paso para los estudiantes del Colegio Rubiano y el otro Puente Peatonal está en Pan de Azúcar en frente del Almacén Cochez de San Miguelito) y en el del Machetazo (de San Miguelito). Adicionalmente, se requiere la remoción de algunas secciones de asfalto y/o concreto ubicadas en el centro de la Vía Transístmica, con el propósito de realizar las perforaciones en las cuales se erigirán las columnas; así como, la reubicación del sistema de tendido eléctrico y comunicaciones existentes a lo largo de la vía.

Para la remoción de los Puentes Peatonales se iniciará desmantelando los techos y barandas, de manera tal que se puedan utilizar en otras obras. Seguidamente las vigas transversales serán removidas para luego proceder a demoler las columnas y escaleras. Todo el material obtenido, tanto de la remoción de los Puentes Peatonales como de la capa de asfalto/cemento será llevado a un sitio de disposición aprobado.

Los Puentes Peatonales removidos para la ejecución del proyecto, serán reemplazados con pasos en las estaciones aéreas que se construirán en este tramo de la Línea 1 del Metro. Mientras que el sistema actual de electrificación y comunicación será soterrado.

- Remoción de Edificaciones Existentes

Se removerán las instalaciones utilizadas para actividades económicas informales (de baja escala) y estructuras particulares ubicadas en la servidumbre de la ruta, con el propósito de establecer carriles temporales para el manejo del tráfico. Mayores detalles sobre las estructuras que se afectarán se presentan en la sección 8.1.1 y Anexo 8-2.

- Excavación y Relleno

Para el tramo de vía aérea, esta actividad comprende la perforaciones requeridas para la construcción de la columnas que soportarán la vía férrea. Estas perforaciones estarán espaciadas unos 35 a 37 metros. Se prevé la generación de material variado compuesto principalmente por suelo y roca en montos estimados de 26,929 m³ y 18,321 m³

respectivamente. Todo el material generado por esta actividad será ubicado en uno de los sitios de disposición aprobados, respondiendo a criterios de proximidad y características del mismo. Los propietarios de los sitios de disposición serán los responsables de manejar el material mientras se disponga en ellos.

- **Acarreo de Materiales, Equipos y Escombros**

La construcción de esta infraestructura requerirá el transporte de los materiales a utilizar para la edificación de las columnas, los segmentos prefabricados, material para la vía férrea y los de apoyo. El contratista iniciará asegurando el área con barreras de protección que limitarán el tráfico por las vías internas de la Vía Transístmica. Esta acción permitirá garantizar la seguridad de los transeúntes y de los trabajadores. El acarreo de las vigas de acero, molduras y demás materiales requeridos antes del vaciado serán transportados en vehículos que minimicen el impacto al tráfico y los mismos serán ubicados en las isletas (en aquellos casos que las dimensiones de la misma lo permitan). El vaciado se programará de acuerdo al avance de la obra. Los segmentos prefabricados en “U”, serán transportados en plataformas y colocados por una grúa. Esta grúa llamada “Lunching Gearder” se desplazará sobre las columnas y retirará los elementos en forma de “U” y los fijará en la vía. Los durmientes, rieles, juntas y demás componentes de la vía férrea podrán ser transportados utilizando el tramo de vía aérea ya construido, con lo cual se minimiza la afectación de los transeúntes, o en plataformas, para luego ser elevados con grúas.

- **Movilización del Equipo Pesado**

Para realizar los trabajos de construcción se requerirá la movilización de la maquinaria de trabajo y equipo pesado al lugar del Proyecto, a todo lo largo del tramo de vía aérea. Se coordinará con la Autoridad del Tránsito y Transporte Terrestre el traslado de equipo pesado como Grúas y equipo de perforación, en un horario en que cree el menor impacto posible. La grúa Lunching Gearder se ensamblará en el punto de inicio del tramo aéreo y su desplazamiento será a lo largo de la vía, sin afectar el movimiento vehicular. La colocación de los componentes de la vía como durmientes, juntas y rieles se realizará desde el viaducto sin afectar el tráfico vehicular.

Infraestructura: Tramo Vía Subterránea

El proceso constructivo de este tramo de la vía presenta una alta utilización de maquinaria automatizada. Para realizar la acción de perforar el túnel requerido para el paso del tren, se utilizará un equipo llamado tuneladora. Las actividades constructivas principales de este método se detallan en esta sección:

El proceso inicia con la construcción de una trinchera en la cual se ubicará la Tuneladora. Este equipo realizará la perforación de la vía subterránea. Inmediatamente después de finalizada la perforación, el túnel es cubierto por una capa sencilla de dovelas con armadura de acero en forma de anillo, utilizando la protección del escudo. Una grúa de control remoto (un erector) en los trenes de apoyo, utiliza placas de succión al vacío para levantar las piezas prefabricadas y colocarlas una al lado de otra perfectamente ajustadas. De esta manera, el túnel, una vez terminado, alcanza inmediatamente su capacidad total de carga. Utilizando los gatos de empuje, que se apoyan en los anillos ya terminados del túnel, se avanza el escudo lo suficiente para poder instalar el anillo siguiente. Durante el avance de la tuneladora, el espacio que se presenta entre el piso y el túnel, se llena con concreto. Este relleno impide la filtración de aguas subterráneas y de tierra y además estabiliza el terreno encima del túnel. La máquina tuneladora, con un diámetro externo estimado de aprox. 9,5 metros, permitirá la excavación de un túnel para dos vías. Este equipo puede avanzar a una velocidad de 10 a 15 metros lineales por día.

La localización de los túneles dentro de la ciudad demanda una atención especial con el fin de lograr una construcción sin asentamientos importantes. Un adecuado control de la operación de la máquina tuneladora es parte esencial de la atenuación de asentamientos, limitando los volúmenes de pérdida de material y agua, reduciendo así los asentamientos en la superficie.

El control se inicia con la preparación de un detallado programa de operación para la máquina tuneladora, incluyendo las planillas de turnos de los Operadores, cálculos de presión frontal y de los sistemas de medición de todos los parámetros involucrados en la construcción del túnel. Estos parámetros deben incluir el volumen de material excavado, presiones frontales, presión de inyección y volumen de inyección, estimaciones de avances y torsión de la cabeza cortante.

Durante la excavación, y más específicamente durante la perforación bajo estructuras sensibles, se dará orientación al personal constructor del túnel para proporcionarle toda la información necesaria concerniente al área a perforar.

Los Operadores de la máquina tuneladora recibirán en la cabina del Operador de la máquina tuneladora información en tiempo real, acerca de los parámetros del tramo y sobre las condiciones previstas del suelo, así como una descripción de las estructuras bajo las cuales se lleva a cabo la excavación. Si se requiere, se dará al personal de perforación información sobre el seguimiento en tiempo real de las condiciones en la superficie para permitirle reaccionar debidamente ante cualquier cambio que ocurra en la superficie.

Los trabajos eficientes en túneles se basan en un sistema logístico también eficiente. Debido al hecho de que todos los materiales que salen del túnel, especialmente el producto de la excavación, así como los materiales que se requieren para la operación de la máquina tuneladora y para la construcción del túnel, tal como las dovelas de concreto, deben ser llevados a través de la misma "puerta". Se requiere dar mucha atención a este punto. Una logística sin fallas, es "clave" para lograr cumplir con el programa previsto.

La logística del túnel incluye los siguientes aspectos, sin limitarse a ellos:

- Evacuación de rocas/suelos con cintas transportadoras;
- Suministro de dovelas en vagones tipo tren para transporte de dovelas;
- Suministro de vagones de cemento de inyección, tipo tren
- Suministro de todos los materiales que se requieran, tales como grasa, aceite hidráulico, tubos, segmentos de rieles, etc.

El sistema logístico en la trinchera de lanzamiento se adaptará a la logística del túnel.

En caso que los túneles no drenen libremente por gravedad durante la construcción, se diseñará un sistema provvisorio de drenaje que conste de bombas, estaciones de bombeo, sumideros y tuberías, a fin de mantener el túnel en condiciones de funcionamiento razonablemente secas. Dicho sistema incluirá equipos de acuerdo con las normas de salud y seguridad aplicables en relación con la ventilación y calidad del aire. Durante la construcción, es posible que se requiera

inyectar lechada para disminuir las entradas de agua subterránea a niveles manejables y/o estabilizar los túneles. Para lo cual, se diseñará la inyección correctiva de lechada que sea necesaria.

- **Remoción de vegetación**

Se removerá la capa vegetal que está en el punto de acceso al túnel en PK0+740. El trabajo consiste en la limpieza del terreno y eliminación de la capa vegetal.

El material proveniente de esta operación se retirará con equipo de carga frontal y cargado a camiones volquete, bajo ninguna circunstancia serán quemados. Los materiales y desechos provenientes de esta actividad serán recogidos y llevados hasta su disposición final en el relleno sanitario de Cerro Patacón.

- **Retiro y Reubicación de Infraestructura de Servicios Públicos**

Esta sección de la Línea 1 del Metro requerirá la remoción de un área de la carpeta de asfalto/concreto en su acceso en Fernández de Córdoba. No se prevé que afecte las infraestructuras de servicios públicos que estén soterradas en la vía, ya que estas normalmente están a profundidades que oscilan entre 1.5 a 4 metros. Mientras que el túnel estará a diez metros de profundidad.

- **Remoción de Edificaciones Existentes**

Se prevé la afectación de los edificios que están ubicados entre los kilómetros PK4 + 300 y PK4 + 392.837 (donde está ubicado el comercio llamado Mauricio Deportes), cuya ubicación más específica es la intersección de la Vía España y la Vía Justo Arosemena; así como, la afectación de los edificios ubicados entre los kilómetros PK6 + 490 y PK6 + 500, cuya ubicación más específica es la intersección de la Vía España y la Vía Fernández de Córdoba.

- **Excavación y Relleno**

El tramo de vía subterráneo conlleva la remoción de un aproximado de 640,559 m³ de roca, originado por la excavación de un túnel de unos 9.5 metros de diámetro con una longitud de

7.23 km. El equipo de excavación utilizado (tuneladora), removerá el material y los movilizará en una correa transportadora hasta unas vagonetas que lo llevarán a la superficie. Todo el material generado por esta actividad será ubicado en uno de los sitios de disposición aprobados, respondiendo a criterios de proximidad y características del mismo. Los propietarios de los sitios de disposición serán los responsables de manejar el material mientras se disponga en ellos.

Este tramo de la Línea 1 del Metro no conlleva la realización de rellenos. En los tramos del túnel próximos a estaciones de expendio de combustible (actuales o pasadas), se debe verificar previo al inicio de los trabajos la existencia de fugas o residuos de combustible en la misma.

- **Acarreo de Materiales, Equipos y Escombros**

El inicio de esta actividad requiere que se cierre el perímetro del sitio PK7+970 por donde acezará la tuneladora al tramo de vía subterráneo. Todos los materiales requeridos para la construcción de la vía subterránea serán entregados en este punto. Desde este punto se extraerá todo el material originado por la perforación y se transportará al sitio de disposición asignado. Entre los materiales a ser entregados están los anillos que formarán las paredes del túnel (dovelas), los elementos de la línea férrea, los componentes eléctricos y los suministros para la operación eficiente del equipo.

- **Movilización del Equipo Pesado**

Entre los equipos a movilizar están la tuneladora, los camiones volquetes, los camiones con las dovelas y otros materiales. La tuneladora será transportada por segmentos al punto de acceso, en donde se ensamblará. Para lo cual se coordinará con la Autoridad del Tránsito y Transporte Terrestre el traslado de equipo. En la Figura 5-13 se puede apreciar una tuneladora. Durante todo el período de perforación se estará extrayendo material que será movilizado con camiones volquetes.

Infraestructura: Tramo en Trinchera

La construcción de la vía en los tramos de trinchera requiere la ejecución de actividades de remoción de capa existente, el movimiento de la tierra y material, la compactación del terreno, para luego iniciar con la conformación del cajón. Ya con el cajón construido se procedería con los componentes de la vía férrea y las partes eléctricas. En la siguiente sección se describen los elementos del proceso de construcción.

- **Remoción de Vegetación**

Se removerá la capa vegetal existente en el punto PK0+740 hasta el punto PK0+300. El trabajo consiste en la limpieza del terreno y eliminación de la capa vegetal.

- **Remoción de Edificaciones Existentes**

Tendrá lugar la afectación del mercado de abastos y de los terrenos del Ferrocarril, mayores detalles se presentan en la sección 8.1.1 y Anexo 8-2. Cabe resaltar que en la actualidad el Gobierno Nacional tiene entre sus planes el traslado del mercado de abasto hacia otras áreas como parte de un proyecto denominado la Cadena de Frío, el cuál no forma parte de este estudio.

- **Excavación y Relleno**

El tramo de vía en trinchera conlleva la utilización de equipos pesados como tractores, retrocavadoras y cuchillas. En esta sección de la vía se estarán desplazando material para crear un canal de aproximadamente 9.5 a 10 metros de ancho (el ancho de la misma dependerá de que la sección de la trinchera sea en línea recta o en curva). El estimado de material a excavar es de 81,014 m³ de suelo y 19,344 m³ de roca. Además, se requerirá un relleno de 12,276 m³ de material.

- **Acarreo de Materiales, Equipos y Escombros**

La construcción de esta infraestructura requerirá el transporte de los materiales a utilizar para la construcción del cajón, material para la vía férrea y los suministros. Entre los materiales está concreto, acero, madera, entre otros. El contratista iniciará cada trinchera, asegurando el área con una cerca perimetral. Esta acción permitirá garantizar la seguridad

de los transeúntes y de los trabajadores. El acarreo de las vigas de acero, molduras y demás materiales requeridos antes del vaciado serán transportados en vehículos que minimicen el impacto al tráfico. El vaciado se programará de acuerdo al avance de la obra.

- **Movilización del Equipo Pesado**

La movilización de la maquinaria de trabajo y equipo pesado al lugar del Proyecto se realizará utilizando las vías existentes en ambas áreas de trinchera. Se coordinará con la Autoridad del Tránsito y Transporte Terrestre el traslado de equipo pesado.

Infraestructura: Estaciones

Las estaciones del Metro presentan diferencias significativas en la metodología constructiva y por ende en los impactos generados por ellas. En esta sección se describen las principales actividades a realizar para cada tipo de infraestructura.

Infraestructura: Estaciones Elevadas

Se requiere rapidez constructiva para reducir el impacto durante su período de construcción por lo cual debe priorizarse la utilización de elementos y materiales prefabricados para las vías, andenes, techos y acabados exteriores. Se estima que tomará un estimado de doce a catorce meses culminar una estación elevada.

- **Remoción de Vegetación**

Se removerá la vegetación existente a los lados de la vía en las ubicaciones de las estaciones, cuando así se requiera. En aquellos lugares donde sea necesaria la tala de árboles se obtendrán los permisos correspondientes. Dicha tala se efectuará manualmente por medio de cuadrillas equipadas con motosierras. Se eliminarán los tocones y raíces en aquellos tramos donde sea necesario. Las cavidades resultantes de la remoción de tocones o raíces serán llenadas con material selecto.

El material proveniente de esta operación se retirará con equipo de carga frontal y cargado a camiones volquete, bajo ninguna circunstancia serán quemados. Los desechos orgánicos que puedan serán aprovechados para necesidades del proyecto, serán utilizados. Los

materiales y desechos provenientes de esta actividad serán recogidos y llevados hasta su disposición final en el relleno sanitario de Cerro Patacón. La empresa constructora deberá contar con un responsable de la gestión ambiental, quien será el encargado de dar seguimiento a todos estos aspectos del proyecto.

- **Retiro y Reubicación de Infraestructura de Servicios Públicos**

Para la construcción de las estaciones se requerirá la remoción de los sistemas públicos de suministro de energía eléctrica y comunicación. Sin embargo, este requerimiento fue presentado en la descripción del proceso de construcción de la infraestructura tramo de vía aérea. Los servicios públicos de energía eléctrica y comunicación serán soterrados.

- **Remoción de Edificaciones Existentes**

Se removerán las instalaciones utilizadas para actividades económicas informales (de baja escala). Mayores detalles de esta información se presentan en la sección 8.1.1 y Anexo 8-2.

- **Excavación y Relleno**

Se realizarán excavaciones para la construcción de las columnas sobre las cuales se construirá la estación. Todo el material generado por esta actividad será ubicado en uno de los sitios de disposición aprobados, respondiendo a criterios de proximidad y características del mismo. Se estima que esta actividad generará unos $1,187 \text{ m}^3$ de suelo y $2,185 \text{ m}^3$ de roca. No se prevé la necesidad de realizar rellenos.

- **Acarreo de Materiales, Equipos y Escombros**

Para la construcción de cada estación se transportarán los materiales requeridos para la obra civil y su equipamiento. Materiales para la edificación de las columnas, las escaleras, la losa, las paredes, vidrios y el techo. Adicionalmente, como parte del equipamiento se encuentran las escaleras eléctricas (su número varía según estación), los elevadores, accesos, baños y demás implementos.

- **Movilización del Equipo Pesado**

Para realizar los trabajos de construcción se requerirá la movilización de la maquinaria de trabajo y equipo pesado al lugar del Proyecto, a todo lo largo del tramo de vía aérea. Se coordinará con la Autoridad del Tránsito y Transporte Terrestre el traslado de equipo pesado como Grúas y equipo de perforación, en un horario en que cree el menor impacto posible.

Infraestructura: Estaciones Subterráneas

El Sistema constructivo a utilizar en las estaciones podrá ser con “trinchera a cielo abierto” o el llamado “sistema invertido” de losas y muros colados. Se estima que la construcción de una de estas obras tomará alrededor de un año y medio. Entre las principales actividades están las siguientes.

- **Remoción de vegetación**

Esta actividad no tiene lugar para la construcción de las estaciones subterráneas, ya que las mismas estarán ubicadas en una zona urbana donde no existe vegetación.

- **Retiro y Reubicación de Infraestructura de Servicios Públicos**

Para la construcción de las estaciones se requerirá la reubicación temporal de los sistemas públicos de energía, comunicaciones, aguas servidas y agua potable.

En adición, se debe remover la capa asfáltica-concreto existente en los sitios definidos. El cajón a excavar cuenta con dimensiones de 149.5 metros de largo por 19.5 metros de ancho y una profundidad promedio de 19 metros. Este material será llevado a los sitios de disposición definidos.

Culminada la construcción de la estación se hará un relleno y se construirán carriles nuevos, de manera tal que quede habilitada nuevamente la vía.

- **Remoción de Edificaciones Existentes**

No se prevé la remoción de edificaciones existentes.

- **Excavación y Relleno**

Cada estación subterránea conllevará la extracción, de un estimado de 231,322 m³ de suelo y 269,330 m³ de roca. Después de culminar la construcción de la estación subterránea se colocará una losa y se llenará hasta la altura de la calle. El relleno requerido se estima en 81,685 m³. Todo el material generado por esta actividad será ubicado en uno de los sitios de disposición aprobados, respondiendo a criterios de proximidad y características del mismo. Una vez se obtengan las dimensiones del diseño, se procederá a nivelar la superficie utilizando para ello maquinaria pesada. El suelo se compactará de acuerdo a lo establecido en los diseños y se llenarán las áreas de los polígonos de construcción de las infraestructuras hasta alcanzar igualmente los niveles establecidos en el diseño. El material de relleno podrá provenir de las obras del Metro o bien de empresas locales que surtan estos productos las cuales deberán contar con todos los permisos correspondientes. Durante la estación lluviosa se debe proteger la entrada de agua a las excavaciones de cielo abierto. La afectación por la entrada de agua por escurrimiento se transforma en un retraso en la obra y una alteración del suelo. Para evitarlo, se deben construir muretes alrededor del área de excavación y colocar cárcamos de bombeo para sacar el agua.

- **Acarreo de Materiales, Equipos y Escombros**

Para la construcción de cada estación se transportarán los materiales requeridos para la obra civil y su equipamiento. La obra civil requiere, entre otros, acero y concreto, tanto para las paredes del cajón, como para la losa. También, se transportará material para la construcción de los acceso (escaleras y elevadores), y andén. Además, dentro del equipamiento están las escaleras eléctricas (cantidad varía según estación), los elevadores, accesos, baños y demás implementos.

- **Movilización del Equipo Pesado**

La construcción de cada estación requerirá la movilización excavadoras, camiones volquete, retrocavadoras, camiones de concreto, compactadoras y grúas. Se coordinará con la Autoridad del Tránsito y Transporte Terrestre el traslado de equipo pesado como grúas y equipo de perforación, en un horario en que cree el menor impacto posible.

Infraestructura: Patio y Taller de Trenes

La construcción del Patio y Taller ubicada en Albrook se realizará por etapas. La primera etapa corresponderá según las necesidades del servicio de operación comercial y en la segunda etapa de construcción según las necesidades proyectadas. Durante los primeros años la operación se realizará con un número menor de trenes que en la etapa final. Por esta razón no se construirá los patios y talleres de una sola vez.

En la primera etapa se construirá solamente 10 vías de estacionamiento. Adicional a las 4 vías en el taller de mantenimiento ligero que también se construirán en esta etapa, de esta manera se llegará a una capacidad para 14 trenes. Esta capacidad es suficiente hasta el horizonte del año 2020.

Durante la primera etapa se tiene que nivelar y condicionar el terreno de la zona de “Patios y Talleres”. Se incluye en este proceso la construcción de los siguientes elementos:

- Drenaje de vías férreas
- Drenaje de vialidades
- Drenaje para otras instalaciones
- Fundaciones en general
- Mejoramiento de la subrasante en general
- Vialidades
- Ductos eléctricos y cableado que se requieran
- Conducciones de agua potable

En esta etapa debe hacerse un análisis del terreno para verificar la existencia de termitas, ya que en el área hay mucho material orgánico. Su existencia implicaría el tratar la zona con elementos anti termitas, la inyección del mismo antes de poner el material pétreo.

En las vías de estacionamiento de trenes en el patio, la vía férrea se podrá construir empleando el método de "bocarriba" (bottom-up); es decir, el balasto se coloca en su configuración adecuada. La vía férrea se coloca, en forma suelta o pre-montada, sobre el balasto compactado y se

efectuará el montaje definitivo excluyendo la soldadura final. Se añadirá el balasto y se compactará la Vía Férrea al menos tres veces, a fin de compactarla en su línea y nivel final.

El tramo será replanteado a intervalos no superiores a 10 m y su posición se comprobará antes y después de cada compactación.

- **Remoción de Vegetación**

La limpieza consistirá en la remoción de 70 cm a 1 metro de la capa vegetal, la cual será substituida por un material consolidado.

- **Retiro y Reubicación de Infraestructura de Servicios Públicos**

Las instalaciones de infraestructura de servicio público existente en el área será reubicada, por lo cual se planearán estas acciones para causar la menor afectación posible.

- **Remoción de Edificaciones Existentes**

Se requerirá la remoción de las instalaciones del MOP en Albrook y los Hangares existentes.

- **Excavación y Relleno**

Se removerán entre 2 y 3 metros de la capa de material existente y se sustituirá con material consolidado. El material a remover se estima en 264,000 m³ de suelo. Además, se requerirá realizar un relleno de 363,000 m³ para preparar el área.

- **Acarreo de Materiales, Equipos y Escombros**

Para la construcción de estas instalaciones se transportarán los materiales requeridos para la obra civil y su equipamiento.

- **Movilización del Equipo Pesado**

La construcción del patio-taller requerirá la movilización de tractores, camiones volquete, retro cavadoras, camiones de concreto, compactadoras y grúas.

5.5.3 Operación

Una vez culminada la construcción de la obra, se entrará en la fase de operación, en la que se realizan tres grupos de procesos principales. Los procesos de prueba e inspección de los equipos e instalaciones, los procesos requeridos para brindar el servicio diario y finalmente los procesos relacionados con el mantenimiento del proyecto.

5.5.3.1 Procesos de Pruebas y Puesta en Servicio

En esta sección se describen los diversos procesos realizados para garantizar que los distintos componentes de la Línea 1 del Metro cumplan con los parámetros de diseño. Debido a que los componentes pueden ser equipos, materiales, sistemas, infraestructura y demás, los procesos descritos en esta sección establecen las actividades a realizar en general y no lo particular. De acuerdo al componente, se aplicarán los procesos que le corresponda.

Inspecciones y Pruebas en Fábrica

En conformidad con lo establecido en los pliegos de cargos, los diferentes elementos, equipos y subsistemas (individualmente y en conjunto), serán sometidos a pruebas para verificar que cumplan con los requisitos exigidos en las Especificaciones Técnicas. Acción que será realizada durante y después de su fabricación. Para ese efecto, se procederá, antes del Embalaje y del Transporte de los mismos, a realizar las Inspecciones y Pruebas en Fábrica.

Las Inspecciones en Fábrica se dividirán en dos etapas:

- Las Inspecciones y pruebas durante la etapa de fabricación de los equipos y sistemas.
- Las Inspecciones y pruebas después de la fabricación y previas al embarque

Las primeras tienen como objetivo llevar a cabo un seguimiento del proceso de fabricación. Este tipo de Inspecciones se realizará sobre todo en equipamiento con muchas etapas de integración, donde la finalización de un subsistema implica que éste se integre en otro y que varios, conformen un conjunto.

El segundo tipo, se llevará a cabo después de la fabricación de los mismos. Se presentarán a la SMP, para su conocimiento y aceptación, los procedimientos y la documentación pertinente para las Pruebas en Fábrica, en un plazo no menor de treinta (30) días naturales previos a la fecha propuesta para la realización de las mismas. Se considerarán como aceptadas todas aquellas pruebas que hayan sido específicamente aprobadas por escrito, por el Inspector designado por la SMP.

Para facilitar las Inspecciones en Fábrica, se elaborarán y el Inspector deberá aprobar, planillas preimpresas (pro-formas) con información de las pruebas, las que se irán completando conforme a los resultados que se vayan obteniendo durante el desarrollo de las mismas. Una vez finalizadas las pruebas, las planillas serán firmadas por las personas autorizadas por parte de la SMP (Inspector) y la empresa y se integrarán al Reporte de Pruebas que se presentará a la SMP.

Definición de “Ensayo de Tipo” y “Ensayo de Rutina”:

- Los ensayos o pruebas “de tipo” son realizados por una única vez, sirven para verificar el diseño de un producto o equipo para comprobar su desempeño.
- Los ensayos de “rutina” o “recepción” son efectuados a un lote de fabricación, sirven para verificar que la fabricación del producto fue ejecutada de acuerdo al diseño y detectan errores de fabricación, no de diseño. En algunos casos las normas dictan que se debe probar la totalidad de la producción y en otros permite el ensayo por muestreo.
- Existen otros tipos de ensayos, que básicamente son de rutina en la fabricación y que son ejecutados por el fabricante a fin de garantizar la calidad de su producto. Generalmente son sobre la totalidad de la producción para garantizar la trazabilidad de los materiales con que fueron construidos los productos.

Siempre que sea posible y técnicamente aconsejable, se recurrirá a procedimientos de prueba estándar y se realizarán en fábrica pruebas que involucren el mayor número posible de elementos del sistema, ya sean reales o simulados.

En el caso de simulaciones, se entregará a la SMP la documentación y las referencias del simulador empleado y los registros video gráfico o electrónico de las simulaciones.

Para los sistemas o equipamientos tipo “fail safe”, que son aquellos que responden a los estándares de seguridad intrínseca o positiva, según establecen las normas de aplicación para estos casos es obligatorio que el 100% del equipamiento sean probados en fábrica. Otra importante previsión que tendrá en cuenta es que se vigilará muy de cerca la Inspección, de manera tal que se tomen todas las medidas necesarias para que sus equipamientos no generen perturbaciones a o sean perturbados por, equipamientos de terceros o de otros subsistemas del Sistema Integral del Metro, lo que comúnmente se conoce en el mundo como compatibilidad electromagnética.

Instalación y Montaje

Durante el proceso de la instalación y el montaje, de los equipos que lo requieran, se realizarán las siguientes actividades:

- Suministrar las herramientas, instrumentos y materiales necesarios para la instalación de los equipos y puesta en servicio de los mismos. Inventariar los equipos recibidos, en presencia de la Supervisión
- Descarga y desembalaje del sistema e inspección para detectar, visualmente, cualquier posible daño físico del hardware o la pérdida de algún equipo, dispositivo o parte de ellos.
- Coordinar con los diversos contratistas que requieran participar durante la instalación y montaje. Esto incluye los contratistas de las obras civiles, los proveedores de servicios y demás suplidores.
- Suministrar la asistencia técnica y supervisión para conectar el sistema, extender los cables de interconexión del sistema y conectar los cables de tierra y alimentación eléctrica
- Coordinar la disponibilidad de los servicios de energía eléctrica y telecomunicaciones con los contratistas encargados del Suministro de Energía, Sincronización Horaria y Red Troncal.

- Comprobar que el arranque de los equipos y el funcionamiento corresponde al esperado según la especificación y de acuerdo con los resultados de las pruebas de fábrica.
- Instalar y certificar el cableado ethernet perteneciente a la red de área local (LAN) para la interconexión de los diferentes equipos del CPA en cada una de las Estaciones de Pasajeros, incluyendo la interconexión de estos equipos con el puerto ethernet del nodo de la Red Troncal de la Estación correspondiente.

Pruebas en Sitio

Las Pruebas en Sitio corresponden a las pruebas a realizar después de haber concluido la instalación, el montaje y la interconexión. Estas pruebas serán efectuadas en presencia del Inspector, a fin de verificar que los materiales y equipos instalados cumplan con las especificaciones y que el funcionamiento de los diferentes elementos y subsistemas cumple con el objeto, funcionalidad y condiciones del Contrato. Para la realización de estas pruebas, se notificará a la SMP, con la antelación contemplada en el Contrato, la fecha y la hora prevista para la realización de las Pruebas de Funcionamiento en Sitio, para que así se pueda destinar apropiadamente al personal necesario. Durante la ejecución de las pruebas, se usarán instrumentos y equipos apropiadamente calibrados, debiendo ser presentadas a la SMP, las certificaciones y las constancias correspondientes.

Los procedimientos de cada prueba se presentarán en un informe detallado, que será revisado por el Supervisor de la SMP para su aprobación o desaprobación indicando en este último caso, las observaciones o correcciones pertinentes y devolviéndolo para su corrección y posterior nueva presentación. El informe deberá incluir una introducción, localización, fecha, el desarrollo y una lista de las personas presentes durante la realización de la prueba, concluyendo con una evaluación del cumplimiento de los elementos verificados en la prueba. Si los requisitos no hubieren sido cumplidos, se acordarán acciones correctivas y las repeticiones de la prueba.

Puesta en Servicio

Luego de haber sido instalados y probados de forma funcional los equipos que lo requieran, se procederá a su Puesta en Servicio. Para este tipo de Sistemas, es normal tener una planificación

de aproximadamente tres (3) meses, para Ponerlos en Marcha, puesto que existen muchas interfaces que deben ser ajustadas.

En este período se realizará una Fase de Operación no Comercial, con una programación específica, que debe ser propuesta a la SMP para su aprobación.

Este período tendrá en consideración todos los procedimientos y fases comprendidas para tal fin, como pueden ser:

- Verificación y ajuste final de los equipos.
- Capacitación del personal en:
 - Operación
 - Mantenimiento

Pruebas de Obra. Serán realizadas con todos los Sistemas involucrados y conjuntamente a la satisfacción de la Inspección, serán requisito indispensable para el inicio de la Operación no Comercial, que al finalizar dará paso a la Aceptación Provisional o Provisoria.

5.5.3.2 Procesos de Servicio

Esta sección presenta los principales procesos requeridos para brindar el servicio diario en la Línea 1 del Metro de Panamá.

Descripción general acerca de la operación del sistema.

La Línea 1 del Metro de Panamá brindará sus servicios al público en un horario de 5:00 a.m. a 12:00 m.n. Este horario de servicio se traduce en un intervalo de operación de 18 a 20 horas. Lo cual implica contar con dos turnos y medio de trabajo. Durante las horas pico, en el año 2015, se tendrá una frecuencia de un tren cada tres minutos, lo que equivale a 20 trenes por hora. La cantidad de vagones o las dimensiones de los mismos podrán variar de acuerdo a la demanda real.

Sistema de Cobro de Pasajes

El sistema de cobro de pasajes para la Línea 1 del Metro de Panamá será de tipo cerrado con pago a la entrada y control de acceso sólo al ingresar a la estación, no habrá control a la salida buscando que el viaje masivo de usuarios sea fluido en el momento de salir de la respectiva estación de destino. El control del acceso se hará mediante tarjetas sin contacto con control sólo a la entrada del Sistema en la respectiva estación. Se tendrán máquinas manuales de expedición de boletos y máquinas expendedoras de boletos automáticas que se instalarán en el área “no paga” de cada estación. El diseño de las estaciones considerará los requerimientos de espacio para los equipos de cobro de boletos necesarios al año 2035. Se tendrá como mínimo en cada estación dos máquinas de expedición manual de boletos y una máquina de expedición automática.

Equipos en taquilla de expendio de boletos:

En la taquilla de expendio de boletos se instalarán los siguientes equipos del Sistema de Cobro de Pasajes:

- Computadora del Sistema de Cobro de Boletos (AFC)
- Máquina en Taquilla (TOM),
- Concentrador (para la administración y transmisión de datos) con UPS
- Dispositivo Controlador de Estación (DCE): aquel que permite visualizar y controlar a todos los equipos de la estación, como control local por lo general, es asignado al jefe de estación.
- Expendedora de operación Manual (EOM): aquella que permite la venta de un boleto de forma manual, por medio de un operador de venta. Puede: expander, recargar, verificar, devolver y desbloquear boletos
- Expendedora de operación Automática (EOA): aquella que permite la venta de un boleto de forma automática, sin un operador de venta. Puede: expander, verificar y recargar boletos

Proceso de Expedición de Títulos de Viaje

Cada Expendedora de Operación Automática deberá disponer de dos Módulos Alimentadores, uno para Tarjetas Sin Contacto (MDTA). Estos alimentadores serán adecuados a las características dimensionales y normalizada del modelo de tarjeta seleccionado por la SMP como Títulos de Viajes. Realizarán básicamente la función de expendio del Título de Viaje seleccionado, conjuntamente con la carga del valor del mismo, en función de la selección realizada por el viajero, a través del módulo de Interface con el Cliente (IC).

El subsistema MDTA estará compuesto básicamente de dos módulos perfectamente diferenciados:

- Módulo de Suministro de Tarjetas, el cual, con independencia del valor seleccionado, realizará la acción de selección y puesta a disposición de la Máquina Expendedora de la correspondiente tarjeta.
- Módulo de Carga de Valor, el cual consistirá, del dispositivo electrónico necesario para realizar el proceso de carga del valor seleccionado por el cliente en la tarjeta a disposición del Módulo de Suministro de Tarjetas.

Proceso de Recarga y Consulta de Títulos de Viaje

Cada EOA dispondrá de un Módulo (MRCT) para realizar las operaciones de recarga de productos y/o valor almacenado en las Tarjetas exteriores, no aportadas por la EOA o expedidas con anterioridad en la EOA, así como de consulta de productos (viajes) y/o valor almacenado en las tarjetas de los casos antes mencionados. Este módulo será adecuado a la característica dimensional y normalizada del modelo de tarjeta seleccionado como Título de Viaje.

Proceso de Manejo de Valores

Cada EOA, de forma autónoma, constituirá un sistema de admisión y registro de valores (dinero en efectivo), por lo que incorporará un Módulo de Tratamiento (Manejo) de Valores (TV) el cual será diseñado para efectuar la recolección de valores, presentados como monedas y billetes de

curso legal, cuyas denominaciones serán definidas por la SMP y la devolución de valor en exceso (vuelto o cambio) respecto de la tarifa del Título de Viaje seleccionado.

El Título de Viaje cumplirá de forma precisa con los siguientes requisitos de carácter operativo:

- La disposición de valores no será aceptada por TV hasta que sea realizada por el Cliente la operación seleccionada, ya sea adquisición de Título de Viaje o recarga de tarjeta.
- Formarán parte de este módulo, la caja de recepción y guarda de valores (CB), la cual contará con un diseño seguro, robusto, de bajo peso y de fácil accesibilidad. Estarán construida en acero y disponer de un sistema de cierre de alta seguridad y confiabilidad, que permita el acceso a los valores contenidos, sólo al personal autorizado por la SMP, así como los dispositivos apropiados para facilitar su transporte y manipulación.
- Cada una de las CB será debidamente identificada y se dispondrá de un juego de dos llaves de seguridad exclusivas, las cuales serán válidas tanto para su cierre de seguridad como para el acceso al compartimiento de ubicación de la CB en el mueble de EOA.
- Contará con un dispositivo electrónico de identificación que indique a la EOA que es una caja válida del Sistema, su posición en la máquina, su estado de llenado y en caso de que sea removida sin autorización, alarma al Sistema.

Proceso de Comunicación con el Usuario

La EOA incorporará un módulo de interface con el cliente (IC) por medio del cual se realizarán, por parte del cliente, la selección para la adquisición de Títulos de Viaje, con la carga de valor seleccionada y correspondiente al valor depositado, así como la recarga y consulta de los mismos. El IC deberá incluir, como subconjuntos diferenciados los siguientes:

- Accionamientos electromecánicos, señales luminosas, y gráficos informativos, en idioma español, de la oferta tarifaria de la SMP necesarios para la completa operación de la EOA.

- Interfaz óptica de tipo pantalla táctil, dimensionado y configurado para informar al cliente del valor depositado, necesidad de introducción de valor exacto por ausencia de posibilidad de cambio, selección realizada, selección del medio de pago (efectivo o con tarjeta de Débito/Crédito), y cualquier otra información precisa para facilitar la accesibilidad al sistema de manera amigable al cliente.

El diseño y disposición de los elementos exteriores que conforman esta interfaz, serán sometidos a la consideración y aprobación por escrito de la SMP antes de su fabricación.

Proceso de Control y Transmisión de Datos

Cada EOA será diseñada incorporando un Módulo de Control Electrónico (MCE) como sistema de gestión y comunicación entre los diferentes componentes operacionales de la EOA, así como para la carga, como mínimo, pero no exclusiva, de las siguientes informaciones en el Título de Viaje:

- Generación de fecha y hora de venta
- Tipo de tarifa aplicada
- Producto seleccionado y fecha de fin de validez correspondiente sí aplica.
- Valor almacenado seleccionado
- Valor inicial de carga
- Excepciones y singularidades

Se diseñará el MCE para cada EOA de forma que satisfaga las siguientes necesidades:

- Control de Explotación: Registro de ventas realizadas, contador de valores depositados, control de tarjetas disponibles para la venta y cualquier otra información o parámetro aplicable para la explotación.
- Gestión de Información: Almacenamiento temporal de las informaciones y datos gestionados, en memoria, con una capacidad mínima de una jornada semanal, no festiva, con paso continuo e viajeros, para los casos en los que no exista comunicación con el correspondiente SCE.

Funcionamiento del Centro de Control de Operaciones (CCO)

El Centro de Control de Operaciones como ya se mencionó estará ubicado en un punto centralizado, en los edificios de los Patios y Talleres, y su función es la de controlar la operación de los trenes, la supervisión y control de la seguridad en las estaciones, el mando del sistema de suministro de energía, así como también la supervisión de los sistemas auxiliares (escaleras mecánicas, ascensores, torniquetes, entre otros)

En el CCO está también prevista la central de comunicaciones, la cual permitirá comunicación entre los intercomunicadores ubicados en los trenes y plataformas, el personal en las estaciones y el personal de mantenimiento. El sistema contará también con líneas directas para comunicarse con los servicios públicos (Bomberos, Ambulancias, Policía, etc.).

En función de las tendencias tecnológicas vanguardistas existentes en el mercado actual, se ha especificado una estructura de los sistemas de comunicaciones que sea abierto (TCP IP), que permita integrar todos los servicios de comunicaciones requeridos en la actualidad, así como las previsiones a futuro, tanto de integración de servicios como de expansión de los existentes.

Las funciones básicas a ser realizadas por el CCO serán las de dirigir los trenes automáticamente desde Patios a la Línea: una vez que cada tren haya adquirido el status de “tren habilitado CBTC” se podrán establecer itinerarios de manera automática (ATP y ATO). Una vez que los trenes hayan sido dirigidos a la línea principal, el Sistema de Control de Trenes, por intermedio del CCO principal será capaz de controlar de manera automática las maniobras en los enclavamientos de las estaciones (enclavamientos locales) a efectos de establecer las rutas a seguir por los trenes en las estaciones terminales y mantenerlos en continua circulación sin necesidad de la intervención del operador.

En el CCO también estará ubicado el Centro de Gestión de Pasajes (CGP), conformado por un sistema computarizado, cuya función es la de centralizar toda la información del Sistema de Cobro de Pasajes. El CGP actuará como centro principal de recolección de información proveniente de todos los controladores de las diferentes estaciones y permitirá el proceso de descarga de parámetros operacionales hacia los controladores, quienes a su vez actualizarán a los dispositivos terminales.

El CGP contempla la integración a futuro, del Metro con el sistema Metrobus, para lo cual estará en la capacidad de recibir y procesar toda la información relacionada a la operación y/o explotación del SCP proveniente de los equipamientos a bordo de los buses (EB), así como de permitir la descarga de parámetros operacionales hacia los mismos.

Funcionamiento del Puesto de Control Local (PCL)

El Puesto de Control Local que como ya se mencionó podrá ser ubicado en la Torre de Control, preferiblemente junto con el CCO, se encargará del Control del desarrollo de operación en los Patios y Talleres y la supervisión de todos los movimientos de trenes en los Patios y Talleres

Actividades Administrativas

En el Edificio de Administrativo y Operativo (EAO), que podría estar ubicado en el Área de Patios y Talleres se realizarán las actividades administrativas a saber: Dirección de la empresa operadora, administración propiamente dicha, planificación, gerencia de la operación, gerencia del mantenimiento, capacitación. Entre los procesos principales a ser llevados a cabo están los de: procesos de compras y adquisiciones, procesos de personal (selección, capacitación, otros), monitoreo de la operación de la Línea 1 del Metro, seguimiento y supervisión de los trabajos de mantenimiento. Debido al requerimiento de dos turnos y medio de trabajo, se contará con turnos rotativos que serán planificados para que se cuente con la carga adecuada de personal a las horas pico.

5.5.3.3 Procesos de Mantenimiento

El proceso de mantenimiento involucra actividades de limpieza interior y exterior, inspecciones livianas y periódicas; así como, mantenimiento mayor. El proceso de mantenimiento será realizado de acuerdo al programa establecido en la Tabla 5-42.

Tabla 5-42
Programa de Mantenimiento de los Trenes

Ciclo de Trabajo	Abreviación	Intervalo	Tiempo de Inactividad (Horas)
Limpieza interior diaria	LID	diario	0.5
Limpieza interior semanal	LISH	semanal	1
Limpieza exterior	LES	semanal	10 min
Inspecciones livianas	ILV	semanal	0,5
Inspección periódica	ISP	100,000 km	8
Mantenimiento Mayor	MMY	1.000,000 km	120

Elaborado por: SMP Documento Licitación Ingeniería Conceptual Especificaciones funcionales, técnicas y contractuales Tomo II. Equipamientos II.8 Patios y Talleres Tabla 4.2

Para la limpieza se utilizará una máquina lavadora, su función es la de limpiar el techo, los costados y los extremos de los carros. El espacio entre ellos, se lavará en forma manual con cepillos largos alimentados de la solución de limpieza y agua.

La máquina lavadora debe estar diseñada y fabricada para retirar por sí misma y/o con la utilización de una solución activa, todos los agentes que ensucien los carros, sin importar el origen de su procedencia, pero sin provocar deterioro en la calidad de la pintura de los carros.

Etapas automáticas y secuencia para el lavado de los trenes:

1. Remojado con agua tratada
2. Pulverización de solución activa
3. Limpieza mecánica con cepillos giratorios
4. Enjuague mecánico con cepillos giratorios
5. Rociado de enjuague con agua limpia
6. Acabado final

Se deberá tomar en cuenta que en las etapas 1, 2, y 3 se empleará agua tratada, utilizada anteriormente en el lavado de carros, y en las etapas 4 y 5 de enjuague, se utilizará agua tratada limpia. El lavado no deberá provocar deterioro en la pintura de los carros del tren. La máquina

deberá contar con su propia planta de tratamiento de aguas jabonosas, que sirva para varios ciclos de lavado.

Para realizar las acciones de mantenimiento de trenes se contará con una serie de talleres de acuerdo a la actividad o proceso a realizar:

Taller de Mantenimiento Ligero (TML)

El Taller de Mantenimiento Ligero contendrá todos los equipos y herramientas para los trabajo con los trenes con una duración menor a un día. Los Trabajos de Mantenimiento de Trenes en el TML son los siguientes:

- Inspecciones livianas - semanal
- Inspecciones periódicas - cada 100,000 km
- mantenimiento correctivo - según necesidad

Taller de Mantenimiento Pesado (TMP)

El Taller de Mantenimiento Pesado contendrá todos los equipos y herramientas para los trabajos con los trenes con una duración mayor de un día. Los Trabajos de Mantenimiento de Trenes en el TMP son los siguientes:

- Nave central (NAC):
- Reparaciones
- Trabajos profundos no programados
- Mantenimiento Mayor - cada 1,000,000 km
- Perfilado de ruedas de trenes - estimado a cada 150,000 km
- Pintura de Vagones

Área del Mantenimiento de Bogies (AMB)

- Preparación y mantenimiento de bogies y sus componentes
- Ejes y ruedas
- Reductores
- Motores de tracción
- Demás equipos de los bogies

Talleres Auxiliares (AUX)

- Preparación y mantenimiento de equipos mecánicos
- Preparación y mantenimiento de equipos eléctricos
- Preparación y mantenimiento de equipos electrónicos
- Preparación y mantenimiento de equipos aire acondicionados
- Preparación y mantenimiento de baterías
- Preparación y mantenimiento del resto de equipos

Taller Electromecánico (TEM)

- Preparación y mantenimiento del equipo de suministro de energía
- Preparación y mantenimiento de los equipos de Cobro de peaje
- Preparación y mantenimiento de los equipos de estaciones
- Preparación y mantenimiento de los demás equipos del sistema Metro

Taller de Electrónica y Señalización (TES)

- Preparación y mantenimiento de equipos del sistema de señalización
- Preparación y mantenimiento de equipos del sistema de telecomunicación

Taller de Mantenimiento de Vías y Catenaria (TVC)

El taller de vías y catenaria contendrá los equipos y herramientas para la reparación de dichos subsistemas. En las vías del taller se estacionarán los vehículos necesarios para el mantenimiento de vías, como vehículo bivial para mantenimiento de vías y catenaria, remolques para transporte de materiales, entre otros.

Vías de Estacionamiento (VIE)

- Estacionamiento de trenes
- Limpieza del interior del tren (diario)

Vía para la Limpieza Exterior del Tren con Maquina Lavadora (MDL)

- Limpieza exterior del tren - una vez por semana

- Limpieza intensiva

Nave para la Limpieza Inferior del Tren (LII)

Limpieza inferior de un tren (antes de ir al Mantenimiento Mayor y para limpieza profunda y adicional cuando sea necesario)

Vía con Nave para el Torno Rodero Subterráneo (TRS)

Perfilado de rueda cuando sea necesario - se estima cada 150,000 km

Almacén Central (AMC)

- Depósito de piezas intercambiables para el mantenimiento de los trenes
- Depósito de piezas de repuesto para el mantenimiento de los trenes
- Recepción de material
- Administración de todas las piezas intercambiables y de repuesto que ingresan

Almacén de Inflamables y Lubricantes (AIL)

- Deposito de inflamables y lubricantes

Área para Deshechos (ADH)

- Deposito de Deshechos

Almacén al Aire libre (AAI)

- Depósito de piezas y equipos de la vía férrea y catenaria
- Depósito de piezas intercambiables y de repuesto voluminosas, que no pueden depositarse en el Almacén Central

El personal encargado de mantenimiento será responsable de las siguientes actividades: las relacionadas con la PTAR, con el mantenimiento de las edificaciones y aquellas relacionadas con el sistema de aire acondicionado y los transformadores.

Entre las actividades relacionadas con el mantenimiento de los aires acondicionados y transformadores están:

- Limpieza periódica (programada) de los aires acondicionados.
- Reparaciones menores de los equipos.
- Inspección de los sistemas y minimización de fugas.

El personal de Patio-Taller se encargará de llevar a cabo los mantenimientos menores de los edificios. Estos incluyen actividades de mantenimiento preventivo y correctivo de las estaciones, la vía y el patio. Entre las actividades a realizar están:

- Limpieza y mantenimiento de las estaciones
- Pintura de edificios (estaciones, vía ducto, subterráneo)
- Limpieza de las estaciones, el viaducto y el subterráneo.

5.5.4 Abandono

El proyecto tiene una vida útil estimada de 50 años y se convertirá en el principal sistema de transporte metropolitano, por lo cual no se contempla una fase de abandono. Sin embargo, en las áreas auxiliares se considerará como etapa de abandono el momento en el cual estas dejen de ser utilizadas, para lo cual se desmantelarán las estructuras existentes en las áreas de pre-fabricado (viaductos y dovelas) las cuales serán trasladadas hacia otros sitios en otros proyectos, por sus propietarios; mientras que las áreas de depósito de material serán reacondicionadas y utilizadas por sus propietarios para otros proyectos. A continuación, la Tabla No 5-43 se presenta el detalle de estas áreas.

Tabla 5-43
Uso Posterior de las Áreas Auxiliares

Áreas de Pre-fabricados	Uso Posterior
Parcela UNESA Tinajitas	Luego de su utilización para la fabricación de Dovelas, será adecuado por su propietario para la construcción de un proyecto residencial.

Terreno Universidad de Panamá	Luego de su utilización para la fabricación de los viaductos podrá ser utilizado para la construcción de nuevas estructuras para la Universidad de Panamá.
Área para Depósito de Material	Uso Posterior
Amador 1	El área será utilizada para un relleno marítimo en el cual el gobierno tiene planificado un Centro de Convenciones y Facilidades Turísticas.
Patio de Ferrocarril	En el área donde se realizará el depósito de material se construirá infraestructura para las operaciones del Ferrocarril.

Cabe destacar que el área de Patios y Talleres pasará a ser parte del área del proyecto de forma permanente, en tanto que Cerro Patacón seguirá funcionando como el Vertedero de la Ciudad de Panamá, con relación a esta última área su utilización actual como Vertedero de la Ciudad bajo concesión privada, permitirá que el material extraído de las excavaciones que contengan polímeros u otros contaminantes, luego del tratamiento requerido para dichos materiales y hasta una capacidad de aproximadamente 250,000 metros cúbicos, sea utilizado como material de relleno para cubrir los diferentes tipos de desecho que allí se reciben diariamente, actividad que será desarrollada por su concesionario.

5.5.5 Cronograma y Tiempo de Ejecución de Cada Fase

La Tabla 5-44 a continuación, muestra los tiempos de ejecución planificados para el desarrollo de los principales entregables del Proyecto.

Tabla 5-44
Cronograma de Actividades

Fases	Años						
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	
Planificación							
Construcción	Obras Civiles						
	Fabricación de Equipo						
	Instalación de Equipos						
	Pruebas del Sistema						
	Pre Operación						
Operación							

Fuente: Secretaría del Metro de Panamá (SMP). Elaborado por: URS Holdings, Inc.

En cuanto a la etapa de operación, tenemos que la misma se encuentra relacionada con la vida útil de las estructuras que es de 50 años. Posterior a ese periodo, se realizará un reacondicionamiento de las operaciones para que pueda continuar funcionando. Considerando lo anterior, no se tiene programado el abandono del proyecto.

5.6 Infraestructura a Desarrollar y Equipo a Utilizar

El detalle de las infraestructuras a desarrollar y los principales aspectos considerados para su diseño y operación se presentaron en las secciones previas. Con respecto al equipo a utilizar durante las fases de construcción y de operación del Proyecto, tenemos que la Tabla 5-45 presenta los equipos requeridos durante la fase de construcción y en el Anexo 5-2 se presentan las listas de los equipos a utilizar en la fase de operación.

Tabla 5-45
Lista de Equipo (Fase de Construcción)

Infraestructura	Ubicación	Descripción
Vía Férrea	Tramo Elevado	Equipo de perforado
		Camiones volquete
		Camión plataforma
		Retro cavadora
		Mezcladora de concreto
		Grúa (Launching Girder)
		Otros (moto sierra, etc.)
	Tramo Subterráneo	Tuneladora
		Camiones volquete
		Camión plataforma
		Retro cavadora
		Mezcladora de concreto
	Tramo en Trinchera	Excavadora
		Camiones volquete
		Camión plataforma
		Retro cavadora
		Mezcladora de concreto
		Rodillo y compactadora
		Grúa
		Moto niveladora
Estaciones	Elevadas	Equipo de perforado
		Camiones volquete
		Camión plataforma
		Retro cavadora
		Mezcladora de concreto
		Dobladora de refuerzos de acero
		Grúa
		Otros (moto sierra, etc.)
	Subterránea	Excavadora
		Camiones volquete

Infraestructura	Ubicación	Descripción
		Camión plataforma Retro cavadora Mezcladora de concreto Dobladora de refuerzos de acero Rodillo y compactadora Grúa
	En Trinchera	Moto niveladora Excavadora Camiones volquete Camión plataforma Retro cavadora Mezcladora de concreto Dobladora de refuerzos de acero Rodillo y compactadora Grúa
Patio Taller	Edificios, talleres y patio de trenes	Retro cavadora Moto niveladora Mezcladora de Concreto Cargador/Grúa neumático Camiones Dobladora de refuerzos de acero Generador Máquinas soldadoras Excavadora Rodillo y compactadora Otros (moto sierra, etc.)

Fuente: Secretaría del Metro de Panamá. Elaborado por: URS Holdings, Inc.

Adicionalmente, se debe tener en cuenta que durante la etapa de operación se utilizarán 42 trenes en su etapa de mayor demanda.

5.6.1 Frecuencia de Movilización de Equipo

Esta sección presenta la frecuencia de movilización de los equipos durante las fases de construcción y operación. En la fase de construcción el flujo fue cuantificado a partir de la descomposición de los parámetros de diseño y los equipos a utilizar en cada obra de infraestructura. Para este proyecto la movilización se realizará sólo vía terrestre. Por lo cual, en la siguiente sección se detalla este flujo vehicular por fase.

5.6.2 Flujo Vehicular Esperado

5.6.2.1 Fase de Construcción

El flujo vehicular durante la etapa de construcción consistirá principalmente en el movimiento de tierra, vaciado de concreto, traslado de materia prima para las obras y disposición de desechos. Además, incluye las visitas de inspección, transporte de personal de construcción y contratistas.

Debido a que se estará trabajando simultáneamente en la construcción de las distintas obras de infraestructura, el período pico de flujo vehicular dependerá del cronograma de ejecución de la obra. En este sentido, la Tabla No 5-46 que se presenta a continuación nos muestra un estimado del movimiento del transporte de materiales para las diferentes obras civiles que conlleva el proyecto.

Tabla 5-46
Movimiento Vehicular Estimado para el Transporte de Materiales

Obra a Desarrollar	Material	Viajes	Periodo	Horario de Tráfico	Tiempo (meses)
Planta de Pre-Fabricados (Los Andes)	Cemento y Agregados	3	Día	Reducido	10
Planta de Pre-Fabricados (Universidad de Panamá)	Cemento y Agregados	4	Día	Reducido	10
Entrada al Túnel (Albrook)	Equipo Dovelas Material de Excavación	30 30 90	Día	Nocturno Reducido Reducido	12
Entrada al Túnel (12 de Octubre)	Equipo Dovelas Material de	30 30 90	Día	Nocturno Reducido Reducido	9

Obra a Desarrollar	Material	Viajes	Periodo	Horario de Tráfico	Tiempo (meses)
	Excavación				
Trinchera (Albrook)	Hormigón Material de excavación	27 60	Día	Sin restricción Reducido	16 10
Trinchera (12 de Octubre)	Hormigón Material de excavación	33 63	Día	Sin restricción Reducido	18 9
Estaciones Subterráneas (cada una)	Hormigón Material de excavación Material de excavación (durante la excavación de estructura)	24 10 7	Día Día Hora	Sin restricción Reducido Reducido	15 3 4.5
Rampa de acceso al Viaducto	Hormigón Material de excavación	26 3	Día	Sin restricción Reducido	3 1
Viaducto y Estaciones elevadas	Hormigón Hormigón (capiteles) Material de excavación Acero y otros Instalación	24 50 10 2 36	Día Mes Día Día mes	Sin restricción Reducido Reducido Reducido Nocturno	23 15 8 8 15

Sin restricción: El transporte puede darse a cualquier hora del día.

Reducido: Se evitará el transporte de lunes a viernes en horas pico (De 6:00 a 8:00 a.m y de 5:00 a 7:00 p.m).

Nocturno: El transporte se realiza entre las 8:00 p.m y las 5:00 a.m.

Fuente: Secretaría del Metro de Panamá. Elaboración: URS Holdings.

5.6.2.2 Fase de Operación

Como se explicó en la sección 5.5.1, específicamente en el acápite 5.5.1.2. en el que se presentaron los resultados de las estimaciones de Demanda y el Efecto de la Línea 1 del Metro de Panamá, la incorporación del proyecto trae como consecuencia la disminución del flujo vehicular. El efecto será especialmente notorio en, en las vías Transístmica, Fernández de Córdoba y España que están afectadas directamente por el proyecto. En la Tabla 5-47 se muestra este efecto para el Año 2035.

Tabla 5-47
Reducción del Flujo Vehicular por Efecto de
la Línea 1 del Metro de Panamá en el Corredor Vial donde se Insertará el Proyecto. Año
2035. Período 6-8 a.m. Vehículos Totales

TRAMOS Dirección Centro	2035 Con Proyecto	2035 Sin Proyecto	Diferencia
Transístmica entre Milla 8 y Corredor Norte	5,139	6,214	-17%
Transístmica Los Andes	4,544	5,103	-11%
Transístmica entre S. Miguelito y 12 de octubre	4,491	4,596	-2%
Transístmica entre 12 de octubre y Fernández de Córdoba	3,668	3,839	-4%
Transístmica entre Fernández de Córdoba y Vía Brasil	4,530	4,885	-7%
Fernández de Córdoba	4,063	4,297	-5%
Vía España entre Vía Brasil y F. Boyd	7,123	8,163	-13%
0	8,554	9,279	-8%
Vía España entre Iglesia del carmen y Martin Sosa			
Martin Sosa	6,469	7,162	-10%
Av Central	3,790	4,381	-13%
TRAMOS Dirección San Isidro	-	-	
Transístmica entre Milla 8 y Corredor Norte	4,226	4,114	3%
Transístmica Los Andes	3,458	3,526	-2%
Transístmica entre S. Miguelito y 12 de octubre	3,040	3,101	-2%
Transístmica entre 12 de octubre y Fernández de Córdoba	3,201	3,261	-2%
Transístmica entre Fernández de Córdoba y Vía Brasil	3,491	3,670	-5%
Fernández de Córdoba	3,759	3,810	-1%
Calle 50 entre F. Boyd y Aquilino de la Guardia	6,705	7,188	-7%
Av. Justo Arosemena antes del cruce con C./ 50	6,191	6,403	-3%
Av. Justo Arosemena antes del cruce con C./ 34	4,060	4,740	-14%
Av . Balboa llegando a 3 de Noviembre	3,584	4,255	-16%

Fuente: SMP, Salidas del Modelo TRANUS, Simulaciones Escenario A. Elaboración: URS Holdings.

5.6.2.3 Fase de Abandono

No se contempla etapa de abandono.

5.6.3 Mapeo de Ruta más Transitada

En relación a los accesos al área del proyecto, la red vial presenta diversas opciones para ingresar al perímetro del mismo. No obstante, se espera que de acuerdo al avance del proyecto varíen las alternativas más utilizadas, estas se presentan en esta sección.

5.6.3.1 Fase de Construcción

El proyecto, debido a su metodología constructiva, contará con múltiples puntos de acceso. Los equipos e insumos que se sea necesario importar, llegarán al país a través del Puerto de Colón y utilizarán la nueva carretera Panamá-Colón hasta el Corredor Norte lo que permitirá que el transporte y la distribución de los mismos afecten lo menos posible el tráfico urbano.

Adicionalmente, se han planificado algunas rutas para el manejo de equipos, materiales y desechos, que serán transportadas por el contratista y sus subcontratistas, desde y hacia las diferentes áreas de trabajo. Las Figuras de la 5-14 a la 5-20, al final de capítulo, nos muestran las rutas planificadas.

Se espera que el flujo vehicular sea más intensivo en los siguientes puntos:

- Los puntos de acceso a el tramo de vía subterránea, PK 0+200 y PK 7+970: se espera que en estos puntos sean entregados los materiales para la construcción del túnel, al igual que serían los puntos de salida de los materiales extraídos del túnel.
- Sitios de construcción de las Estaciones: aunque todas las estaciones representarán un flujo vehicular significativo, se espera que las subterráneas sean las que generen el mayor impacto. Esto se debe a la actividad de remoción del material para la

construcción de la trinchera de 149.5 metros de largo, por 19.5 metros de ancho y 19 metros de profundidad.

- Sitio de Patio – Taller; la extensión de esta infraestructura y sus características técnicas generarán un flujo vehicular significativo.

5.6.3.2 Fase de Operación

La Figura No. 5-21 presenta un mapa esquemático de la ciudad con las rutas de transporte público más transitadas, según las estimaciones realizadas para el año 2035 en el período pico de la mañana. Los grosores de las líneas indican la intensidad de los flujos de pasajeros. El corredor con mayor volumen es el del Metro (noreste-centro) pero puede observarse que desde el Oeste, los volúmenes son también muy importantes, ya que en el escenario considerado no hay rutas por el Puente Centenario, lo que eventualmente pudiera ser distinto. El corredor del Metro, también recibe pasajeros provenientes del este, tanto en Los Andes, como en San Miguelito.

5.6.3.3 Fase de Abandono

No se contempla fase de abandono.

5.7 Necesidades de Insumo Durante la Construcción y Operación

Dentro del detalle de los insumos requeridos durante la construcción y operación del Proyecto se listan los servicios básicos, la mano de obra y las materias primas.

5.7.1 Servicios Básicos

Los servicios básicos analizados son energía eléctrica, agua potable, aguas servidas, vías de acceso y transporte público.

5.7.1.1 Fuentes de Energía

Fase de Construcción

Durante la construcción se utilizarán dos fuentes de energía; el combustible requerido para los equipos y maquinarias de construcción, y la energía eléctrica requerida para la operación de la tuneladora. El proyecto no contará con tanques fijos para almacenaje de combustible. De necesitarse combustible, éste será abastecido por una empresa por medio de camiones cisterna.

En cuanto a la energía eléctrica requerida por la(s) tuneladora(s), esta depende del modelo y características técnicas de la(s) misma(s), las cuales serán definidas por el contratista que gane la construcción de la obra. Sin embargo, a manera de referencia se puede indicar que un modelo EPB Shield con un torque de 8,600 kNm tiene una potencia de la cabeza de corte de 1,200 kW. Cabe destacar, que el consumo final varía en función del material y dimensiones de la cabeza de corte.

La energía requerida puede ser suministrada por los proveedores locales (EDEMET y ENSA). La demanda máxima estimada para la etapa de construcción se estimó en 4 megawatts. Esta demanda máxima es alrededor del 0.22% de la capacidad instalada del año 2009, la cual, de acuerdo al sitio de internet de la Autoridad de los Servicios Públicos (ASEP), fue de 1,789 megawatts. El consumo máximo para ese mismo año fue de 1,154 megawatts, lo cual da un margen de reserva del 46.24%. Todo lo cual permite inferir que no debe existir problema para el suministro de energía eléctrica para esta etapa del proyecto.

Tabla 5-48
Capacidad Instalada vs Generación Bruta por Fuente de Energía Año 2009

Detalle	Capacidad Instalada mW	%	Generación Bruta gWh	%
Hidráulica	879.77	49.18	3,893.30	56.71
Térmica	909.23	50.82	2,971.44	43.29
Total	1,789.00	100.00	6,864.74	100.00

Elaborado por: URS Holdings, Inc., Información del sitio de internet de ASEP

Fase de Operación

Toda la energía a utilizar en la instalación durante la fase de operación será eléctrica. De acuerdo a información de la SMP se estima un consumo entre 14 a 20 Mega Watts. El suministro de la misma debe ser definido, ya que el proyecto está ubicado en secciones correspondientes a ambas distribuidoras. De acuerdo a las proyecciones de ETESA para el año 2013 la capacidad instalada será de 2,232.44 megawatts. Por lo cual, la demanda de energía eléctrica de la línea 1 del metro será menor al 0.8% de la capacidad instalada proyectada a esa fecha. Más aun, al considerar la fase de operación como una continuación de la etapa de construcción, el incremento en el requerimiento de energía eléctrica estará en 10 a 15 megawatts en las horas pico (de 6:00 a.m. a 8:00 p.m.). Lo que se traduce en un consumo del 0.45% al 0.67% de la capacidad total proyectada al año 2013. Cabe, destacar que las horas pico de operación del metro, en la cual se da la mayor demanda de energía eléctrica, no coinciden con las horas pico de demanda máxima. Por todo lo anterior, no se espera que existan dificultades para el suministro de energía eléctrica para la operación del proyecto. De igual forma, es importante tener en cuenta que la mayor parte del suministro de la energía proviene de fuentes limpias como lo son las plantas hidroeléctricas que durante la estación lluviosa del país (aprox. 5 meses) pueden generar el 100% de la demanda a nivel nacional; mientras.

5.7.1.2 Agua Potable

Fase de Construcción

Durante la fase de construcción, el agua necesaria para suplir las necesidades de los trabajadores; así como la requerida para los diferentes trabajos, será provista por medio de tanques temporales, los cuales estarán ubicados en los diferentes frentes de trabajo. La capacidad de los mismos, será definida por el contratista que gane la construcción del proyecto.

Fase de Operación

El abastecimiento de agua durante la fase de operación para los servicios públicos se obtendrá de la red de abastecimiento local existente en el área (IDAAN). Para ello, como parte del proyecto, se contemplan los trabajos requeridos para la interconexión con la red de suministro existente.

5.7.1.3 Aguas Servidas

Fase de Construcción

Durante la construcción, se proporcionarán sanitarios portátiles (1 por cada 7 obreros), a los cuales se les suministrará el mantenimiento adecuado, por empresas especializadas para ello, siempre que cuenten con todos los permisos requeridos por la legislación nacional para el desarrollo de esta actividad.

Fase de Operación

En su fase de operación, las aguas residuales cumplirán con el Reglamento Técnicos DGNTI-COPANIT 39-2000: “Descarga de efluentes líquidos en el Sistema de Alcantarillado”.

5.7.1.4 Vías de Acceso

El acceso al área del Proyecto se puede realizar a través del sistema vial existente. Las vías específicas dependerán de la estación a la cual se vaya a tomar. Entre las vías ubicada en el tramo elevado del proyecto tenemos: la Vía Transístmica, la Avenida Ricardo J. Alfaro, la 12 de Octubre, la Avenida de la Amistad. En tanto que en el tramo subterráneo tenemos: la Vía España, Vía Brasil, Vía Argentina, Avenida Federico Boyd, Avenida Justo Arosemena; así como, la continuación de la Cinta Costera. Finalmente, a las estaciones en Curundú y Albrook, podrá llegarse utilizando la Avenida de Los Mártires, el Corredor Norte y la Avenida 3 de Noviembre.

Es oportuno señalar que durante la construcción está prevista la puesta en marcha de un plan de manejo del tráfico a fin de mitigar los impactos de la obra, que incluirá desvíos, puentes provisionales, incorporación de las servidumbres viales y cambios en el esquema de circulación. Debido a que, las vías por las cuales pasará la Línea 1 del Metro poseen características particulares se han contemplado medidas específicas para aquellas vías en las cuales se considera la necesidad de incluir un detalle de su manejo de forma que no se afecten las condiciones normales de movilidad. Las medidas han sido estimadas considerando las condiciones viales actuales y el volumen de tráfico vehicular durante las horas pico, información contenida en el

Pliego de Cargos para la licitación del proyecto. A continuación, la Tabla No 5-49 presenta las vías identificadas bajo esta condición y las medidas propuestas:

Tabla 5-49
Rutas Más Transitadas Durante la Construcción del Proyecto

Vías	Medidas a Implementar
<p>Avenida Justo Arosemena</p> <p>Máx. Demanda: 1,210 vehículos¹⁰</p> <p>Horas pico: 14:00 y 15:00</p>	<p>Se considera que la misma puede ser intervenida parcialmente sin afectar su movilidad siempre que se garanticen 2 carriles de circulación y se ajusten las condiciones del control semafórico en el corredor, que actualmente cuenta con un 75% de capacidad remanente. Cabe destacar que para mantener los dos carriles se deberá limitar el estacionamiento en el área, como ocurre actualmente a ambos los lados de la vía; así como, el ascenso y descenso de pasajeros que utilizan el transporte público que por allí circula. En caso de que no se pueda garantizar la existencia dos carriles de circulación, será necesaria la restricción de la vía para vehículos livianos en los tramos cercanos a las estaciones donde se utilizarán como rutas posibles de desvío la Ave. Perú y la Ave. México permitiendo así el tránsito sin tener que ingresar a las áreas asociadas con la construcción de las Estaciones 5 de Mayo, Marañón y La Exposición, esta alternativa también contempla la prohibición de utilizar los bordes de la vías como estacionamientos y realizar una evaluación de las intersecciones para realizar la adecuación semafórica. (Ver Figura 5-22)</p>
<p>Vía España (Posee dos periodos de máxima demanda).</p> <p>Máx. Demanda: 2,091 vehículos¹¹</p> <p>Horas pico: 6:30 y 7:30</p> <p>Máx. Demanda: 2,321 vehículos¹²</p> <p>Horas pico: 17:00 y 18:00</p>	<p>En teoría esta vía cuenta con un 54% de capacidad remanente; sin embargo, en campo se tiene la percepción de ser una vía saturada durante sus horas picos. No obstante, esta situación podría mejorarse si se implementa la organización del tráfico en las intersecciones lo que incluye: coordinación semafórica, señalización, regulación del estacionamiento, regulación de giros a la izquierda y en U, regularización de paradas de buses de transporte de pasajeros, entre</p>

¹⁰ Incluye automóviles, taxis, camiones y buses de transporte público.

¹¹ Incluye automóviles, taxis, camiones y buses de transporte público.

¹² Incluye automóviles, taxis, camiones y buses de transporte público.

Vías	Medidas a Implementar
	<p>otras., con lo que se optimizaría la capacidad de la vía y se permitirá que durante un cierre eventual no se vea afectada la movilidad del área. Adicionalmente, en las áreas asociadas a la construcción de las estaciones (Vía Argentina e Iglesia del Carmen), se prevé el desvío del tráfico vehicular liviano por la Calle 57 Este, tomando la Ave. 1 D Sur hasta llegar a la Calle 3^{ra} y la Ave. 3^{ra} A Sur para empalmar nuevamente con la Vía España. (Ver Figura 5-23)</p> <p>En el caso particular de la intersección de Ave. Fernández de Córdoba con la Vía España, se propone desviar los vehículos desde la Ave. Fernández de Córdoba hasta la altura de la Ave. 4^{ta} Norte para tomar la Ave. 3^{ra} Norte y luego girar por la Vía Brasil hasta empalmar con la Vía España. Todo lo anterior, debe tomar en cuenta la sincronización de los semáforos.</p> <p>Finalmente, en caso de que se requiera se estará considerando la utilización de las áreas de estacionamiento a los lados de la Vía España como carriles de circulación en aquellas zonas donde sea necesaria la obstrucción de la vía, lo cual podrá reducir la congestión vehicular en las vías de desalojo.</p>
Ave. Fernández de Córdoba y Vía Transístmica MÁx. Demanda: 3,284 vehículos ¹³ Horas pico: 7:30 y 8:30	En estas vías, a pesar de que cuentan con una capacidad remanente de 42% entrando al centro y de 63% saliendo del centro, se requerirá un trabajo de gestión de tráfico que incluya: revisión de intersecciones, prohibición de giros izquierdos, giros en U, paradas del transporte público, entre otras, ya que será necesario el cierre parcial de algunos tramos. Por tal razón, algunos tramos de la Ave. Fernández de Córdoba, El Ingenio (La Paz), la Ave. 12 de Octubre y la Vía España servirán como ruta de desvío (Ver Figura 5-24). De igual forma, algunos tramos de la Vía Transístmica y la Ave. 3 ^{ra} Norte servirán de desalojo en caso de intervenciones directas sobre la Ave. Fernández de Córdoba. Cabe destacar, que en la intersección de la Ave. 3 ^{ra} Norte

¹³ Incluye automóviles, taxis, camiones y buses de transporte público.

Vías	Medidas a Implementar
	<p>con la Ave. 4^{ta} Norte se debe realizar la recuperación de la carpeta asfáltica antes de dar paso al plan de desvío.</p> <p>Adicionalmente, en las zonas de trinchera se debe considerar el establecimiento de dos carriles de circulación a cada lado de la trinchera.</p>
<p>Intercambiador de San Miguelito y Ave. Domingo Díaz</p> <p>Máx. Demanda: 4,340 vehículos¹⁴</p> <p>Horas pico: 5:30 y 6:30</p>	<p>En esta zona, que al igual que las anteriores cuenta con capacidad remanente, se observan condiciones de congestión en las intersecciones semaforizadas, principalmente por la existencia de giros a la izquierda. Es por ello que se han propuesto desvíos alternativos apoyados en la utilización de la Vía Fernández de Córdoba, la Calle Monte Oscuro (hacia el Oriente) y hacia el Occidente con la Vía Ricardo J. Alfaro y la Ave. La Paz. (Ver Figura 5-25)</p>
	<p>Adicionalmente, será necesario: ampliar la capacidad de giro derecho entre la Vía Transístmica y la Ave. Ricardo J. Alfaro, instalar un semáforo en la intersección Vía Fernández de Córdoba con la Calle Monte Oscuro, mantener un solo sentido en las Calles 81 C Oeste y 82 D Oeste (Norte-Sur), regular el paso de vehículos pesados para cargue y descargue en la Vía Fernández de Córdoba; así como, realizar un estudio de tránsito específico de las medidas a implementar para el intercambiador de San Miguelito. No se considera viable el cierre total de la Vía Transístmica, por los que se ha planificado el cierre de la franja central en un ancho entre los 6 y 8 metros de manera que se garantice la circulación homogénea lo largo de la vía. Para ello, será necesaria la utilización del área de servidumbre lateral de algunos sectores de la Vía Transístmica. (Ver Figura 5-26)</p>

Fuente: Secretaría del Metro de Panamá. Elaborado por: URS Holdings, Inc.

En aquellos casos donde se cuente con varias alternativas, las medidas que se implementen serán aquellas que cuenten con el menor grado de afectación a las condiciones actuales de

¹⁴ Incluye automóviles, taxis, camiones y buses de transporte público.

funcionalidad del tránsito, especialmente al transporte público colectivo. Otros detalles sobre el manejo del tráfico durante la construcción, se incluyen en el capítulo 10, en el Plan de Manejo Ambiental.

Durante la operación, se mantendrán las modificaciones viales en las áreas donde se hayan instalado las trincheras y en las zonas elevadas del proyecto donde se haya recuperado la servidumbre, para mantener de manera definitiva el manejo de la demanda vehicular; mientras que en los tramos subterráneos se retornara a las condiciones actuales de utilización de las vías.

5.7.1.5 Transporte Público

No se tiene planificada la utilización de un transporte especial para los trabajadores del Proyecto. Tanto en la fase de construcción como en la fase de operación, el transporte público desde y hacia el área del proyecto se realizará por el sistema de Metrobus, una vez este entre en funcionamiento, previo a ello se estará utilizando el sistema de transporte colectivo existente. Es posible que durante la construcción las rutas de transporte público tengan que ajustarse en función al Plan de Manejo de Tráfico ya mencionado.

5.7.2 Mano de Obra

Se detalla en esta sección la mano de obra a ser utilizada en las distintas fases del Proyecto.

5.7.2.1 Fase de Construcción

Se requerirán aproximadamente 3,000 empleos directos en¹⁵ el período de máxima actividad, esto se debe en gran medida a que está previsto tener varios frentes de obra en simultáneo para poder cumplir con el cronograma planteado por el Gobierno Nacional. Además, según la misma fuente, estos empleos directos generarán 9,000 empleos indirectos, que corresponderían principalmente a proveedores de insumos, alimentos y demás servicios de apoyo.

¹⁵ SMP-Cajiao y Asociados, 2010, Documento Borrador Perfil del Proyecto Línea 1 del Sistema de Transporte Masivo de la Ciudad de Panamá, Capítulo 6.

5.7.2.2 Fase de Operación

Según las estimaciones de la SMP¹⁶ En la fase de operación el número de empleos fijos será de aproximadamente 792 entre los distintos departamentos que comprenden la operación y el administración del mismo. De estos 117 laborarán en el área administrativa. Todo esto con miras a lograr los objetivos de eficiencia y efectividad que rigen el Proyecto. Se calcula una taza de 3 empleos adicionales por cada empleo directo, que se traduce en 2,376 empleos adicionales.

5.7.2.3 Fase de Abandono

El proyecto no contempla la fase de abandono.

5.7.3 Materia Prima

Esta sección presenta las materias primas a ser utilizadas para la construcción, operación y abandono del Proyecto. Cabe destacar, que el proyecto no tiene contemplado el establecimiento de zonas para la extracción de material de préstamo, ya que parte del material requerido se obtendrá de la propia excavación (ver sección 5.8.1.1) y en caso de que se requiera material adicional, este se obtendrá de fuentes autorizadas que cuenten con los permisos requeridos para el desarrollo de la actividad.

5.7.3.1 Fase de Construcción

El detalle de la materia prima básica requerida durante la obra de construcción se lista en la Tabla 5-50 a continuación.

¹⁶ SMP-Cajiao y Asociados, 2010, Documento Borrador Perfil del Proyecto Línea 1 del Sistema de Transporte Masivo de la Ciudad de Panamá, Capítulo 7.

Tabla 5-50
Listado de Materias Primas Básicas
(Fase de Construcción)

Materiales
Cemento
Arena
Piedra triturada
Acero
Madera
Vidrio
Bloque de cemento
Combustible
Material de Relleno
Tubería de PVC
Pintura
Concreto
Zinc
Alambre de ciclón
Malla de Alambre

Elaborado por: URS Holdings. Inc.

Las características técnicas de algunos de los materiales son:

- El mortero para protección de la impermeabilización, cuando se requiera su uso, estará compuesto de una parte de cemento Portland y 2 partes de arena, a menos que se especifique lo contrario.
- **ASFALTO / MEMBRANA IMPERMEABILIZANTE:** La membrana impermeabilizante será una geomembrana de polietileno de alta densidad, con una densidad de la lámina formulada igual o superior a 0.94 g/m. El espesor de la membrana no deberá ser menor de 1.5 mm. La membrana deberá cumplir con las siguientes normas:
 - 1) Relación esfuerzo-deformación en plásticos ASTM D-638

- 2) Densidad relativa ASTM D-792
- 3) Resistencia inicial al rasgado ASTM D-1004
- 4) Índice de resistencia al punzonamiento ASTM D-4833
- 5) Determinación de espesor nominal ASTM D-5199

Los materiales utilizados para la construcción de pilotes deberán ser los siguientes:

- a) Hormigón
- b) Acero de Refuerzo
- c) Tubos y Accesorios para chorro de agua
- d) Soldadura
- e) Acero Estructural
- f) Lámina Metálica
- g) Barras de acero continuamente roscadas de alta resistencia tratadas en frío

Los Pilotes serán elementos de hormigón precolado, reforzados, hincados en el terreno, que formarán parte de la cimentación de una estructura o la estabilizarán, de acuerdo con lo mostrado en los planos y/o lo aprobado por el representante de la SMP.

- **MATERIALES:** se usará hormigón de por lo menos 350 kg/cm², para los pilotes precolados. El acero de refuerzo se conformará con todos los requisitos especificados. Cuando sea necesario usar cabezales o zapatas sobre pilotes, serán del diseño indicado en los planos.
- **CONSTRUCCIÓN:** Los pilotes precolados se construirán de la longitud de la sección, la resistencia, el refuerzo y demás características fijadas en los planos y/o aprobados por el representante de la SMP. Cuando lo muestren los planos y/o lo apruebe el representante de la SMP, los pilotes precolados llevarán un ducto central en toda su longitud, del diámetro y características que permitan verificar la profundidad de hincamiento y su verticalidad o inclinación.

En los pilotes de hormigón que vayan a quedar expuestos a la acción del agua de mar o de suelos alcalinos, se usará cemento Portland Tipo V de alta resistencia a la acción de los sulfatos o cualquier tipo de cemento puzolánico equivalente y serán curados 28 días. Cuando se utilice en la fabricación del hormigón cualquier otro tipo de cemento, se empleen aditivos o se le haga un curado especial, en los planos se fijarán los plazos para su manejo e hinchamiento.

Tabla 5-51
Lista de Materiales – Vía Férrea
(Fase de Construcción)

Detalle
Rieles
Durmientes
Bi-bloque
Monobloque
Madera sin preservación
Barras de conexión de acero
Varilla corrugada y redonda de acero
Fijaciones
Elementos de sujeción
Placas de asiento
Balasto
Juntas – Durmientes para las juntas
Juntas de riel aislante
Aparatos de dilatación
Paragolpes
Contraríeles
Palancas de cambiavías
Piquetes de vía libre
Señalización
Dispositivos engrasadores

Elaborado por: URS Holdings, Inc.

Tabla 5-52
Lista de Equipos – Estaciones
(Etapa de Construcción)

Equipos	Cantidades
Escaleras eléctricas	59
Elevadores	36
Subestación de Transformación Principal (STP)	1
Subestación de Tracción (SET)	1
Subestación de Pasajeros (SEP)	1
Subestación de Fuerza (SEF)	1
Centro de control de Operaciones CCO	1
Switchgear (Tablero compacto e interruptor)	
Programador Lógico Controlable (PLC)	
UPS	
Sistema de Ventilación mayor en túnel	1
Sistema de bombeo de agua en túnel	1
Sistema de aire acondicionado	1
Sistema de inyección de aire	1
Sistema de bombeo	1
Pararrayos, sistemas de tierras, protección catódica	

Elaborado por: URS Holdings, Inc en base a información de los documentos de la Licitación.

Todo el concreto requerido para las distintas obras será adquirido de fabricantes locales, al igual que los bloques de cemento, las láminas de zinc y equipos para los baños, estaciones y áreas de talleres. En cuanto al acero, éste será comprado en el mercado local y el mismo cumplirá con las normas de calidad de Panamá.

Adicionalmente, se requerirá del uso de combustible Diesel para la operación de las maquinarias de construcción, generadores de energía temporales, entre otros; y en menos cantidad el uso de aceites y lubricantes para el mantenimiento de los equipos y maquinarias. Estos materiales serán provistos por empresas locales.

Los rieles que se utilizarán en la vía férrea tendrán la siguiente especificación química.

Tabla 5-53
Especificación Química de los Rieles

Componente	Porcentaje %
Carbono	0.4 a 0.8
Manganoso	0.7 a 1.3
Silicio	Menos de 0.35
Fósforo	Menos de 0.04
Azufre	Menos de 0.04

5.7.3.2 Fase de Operación

Durante la fase de operación la materia prima consistirá principalmente de los insumos requeridos para la operación de las estaciones y el mantenimiento de las instalaciones del proyecto. Los insumos serán adquiridos en el mercado local. Además, se contará con inventario de repuestos.

El metro contará con una reserva estratégica para garantizar la operación de los trenes considerando los requerimientos del mantenimiento, cuando menos considerando: suministrar todos los materiales, refacciones y partes de repuesto requeridos para el mantenimiento de los equipos, por un periodo mínimo de 10 años.

Tabla 5-54
Inventario de Repuestos para el Mantenimiento de Equipos

Equipo	Cantidad
Bogies remolques	2
Bogies Motrices	3
Grupos Motocompresores	2
Convertidor de Tracción	1
Convertidores de auxiliares	2
Conjuntos de Aire acondicionado	5

Equipo	Cantidad
Mancuernas remolque	2
Mancuernas Motrices	3
Acopladores intermedios	4
Acopladores de extremo de tren	2

Fuente: Secretaría del Metro de Panamá

5.8 Manejo y Disposición de Desecho en Todas las Fases

Se contempla la disposición adecuada de los desechos durante las distintas etapas del Proyecto, el detalle de los mismos se presenta en las siguientes secciones, segregado por tipo de desecho.

5.8.1 Sólidos

En este tipo de obras los desechos sólidos generados varían en tipo y volúmenes según la fase en que se encuentre, por lo cual, los sistemas de disposición utilizados varían significativamente.

5.8.1.1 Fase de Construcción

Durante la fase de construcción de las infraestructuras se generarán desechos sólidos producto de las actividades que realizan los trabajadores, que a razón de 3,000 obreros empleados de forma directa podrían generar un volumen de desechos de 1,500 kg/día. De igual forma, se generan desechos debido al desarrollo de actividades de remoción de vegetación, remoción de infraestructuras existentes y mermas de la actividad, los cuales serán clasificados para ser utilizados como material de relleno y el resto de los desechos, debido a su inocuidad, serán llevados directamente al relleno sanitario de Cerro Patacón, el cual es el vertedero Municipal de la Ciudad de Panamá y se encuentra bajo concesión privada de administración desde el año 2008, el mismo posee un área aproximada de 132 ha. de la cuales se encuentran operativas un aproximado de 52 ha. A continuación, la Tabla 5-55 presenta una caracterización general de los desechos que serán depositados directamente en Cerro Patacón.

Tabla 5-55
Caracterización General de los Desechos a ser Dispuestos en Cerro Patacón

Sólidos	No Tóxico
Restos de madera	X
Bolsas de cemento vacías	X
Restos de comida	X
Envases vacíos de agua	X
Escombros de cemento	X
Desechos plásticos y metálicos	X
Tierra y rocas	X
Material vegetal	X
Desechos sólidos domésticos	X
Restos de arena, cemento y grava	X

Adicionalmente, se generará material proveniente de las excavaciones el cual será dispuesto en sitios previamente establecidos para ello, que contarán con todos los permisos necesarios, los cuales serán manejados por sus propietarios mientras se esté disponiendo material. La Tabla 5-56 presenta un balance de las excavaciones por tipo de material.

Tabla 5-56
Balance de Excavaciones por Tipo de Material

VOLUMEN DE EXCAVACIONES

	A	B	C	D	Totales
Suelo	234,030	43,230	312,668	14,524	604,452
Roca	878,252	17,100	16,089	38,339	949,780
Subtotales	1,112,282	60,330	328,757	52,862	1,554,232

RELLENOS REQUERIDOS POR EL PROYECTO DEL METRO (Roca)

Estaciones	81,685				81,685
Viaductos/Cabezas	13,288				13,288
Trincheras	12,276				12,276
Tunel					
Patios y Talleres	363,000				363,000
Total	470,249				470,249

MATERIAL SOBRANTE	A	B	C	D	Totales
Suelo	234,030	43,230	312,668	14,524	604,452
Roca	408,003	17,100	16,089	38,339	479,530
Total	642,033	60,330	328,757	52,862	1,083,982

A	Apto para su uso como relleno inmediatamente.
B	Apto para su uso como relleno, pero requiere ser secado antes de ser esparcido (Lodo)
C	Material de muy pobres características de resistencia y deformabilidad, pero que puede ser usado como relleno en las capas superiores (lama)
D	Material que requerirá un manejo especial, dependiendo de la naturaleza del fluido estabilizador que haya sido usado para su excavación.

Fuente: Secretaría del Metro de Panamá

Se transportarán todos los materiales producidos por la remoción del Sitio de la infraestructura o edificaciones. Los materiales que sean objeto de una disposición permanente serán inspeccionados y, de ser necesario, serán sometidos a pruebas para determinar sus propiedades químicas y físicas de tal forma que se pueda determinar si cuentan con sustancias tóxicas y pudiesen presentar algún riesgo para el ambiente, la salud de los seres humanos, o ambos. De acuerdo al resultado de las pruebas de las propiedades de los materiales, se tomarán las previsiones con relación al manejo, la segmentación por principales tipos, el embalaje, el transporte y los métodos de disposición en cumplimiento con las regulaciones nacionales y/o las mejores prácticas internacionales. No se realizará la quema de ningún material.

En este sentido, en los trabajos de construcción del túnel, siempre que el escombro de excavación sea apropiado y requerido para uso posterior y dependiendo del uso que se le quiera dar, se podrá depositar en sitios de almacenamiento temporal previstos en la superficie del terreno. En este caso, se deberá hacer el almacenamiento temporal clasificándolo de acuerdo con las categorías de material por separado.

Los depósitos temporales del escombro de excavación deberán ser configurados de modo de que no se generen acumulaciones de agua, no dificulten el desplazamiento de maquinaria o personal, no causen invasiones a predios o propiedades externas a las zonas autorizadas para la obra y no causen daños a la vegetación aledaña. Se deben tomar medidas para evitar que el agua de lluvia de áreas adyacentes entre en contacto con las aguas drenadas de los depósitos de material de excavación.

El equipamiento de transporte y descarga de rezaga deberá hacer posible la rápida remoción del material del frente de excavación. Se proveerá suficientes medios de cargue y transporte para que

en ningún momento se produzcan acumulaciones de rezaga en cualquiera de las cavidades subterráneas.

Se realizarán todos los ensayos de materiales necesarios de los suelos y rocas provenientes de la excavación de los túneles a fin de evaluar su aceptabilidad para ser utilizado como relleno del piso del túnel.

5.8.1.2 Fase de Operación

Los desechos sólidos a producirse durante la fase de operación serán de tipo doméstico (restos de alimentos, papel, vidrio y plásticos), producidos por los usuarios del Metro, por los trabajadores y los administrativos. Estos desechos serán recogidos y dispuestos por una Agencia (empresa) con todos los permisos necesarios para el desarrollo de la actividad. Para cuantificar la cantidad de desechos sólidos de origen doméstico, se estima que la producción *per cápita* promedio es de 0.5 kg/día. Considerando el número de trabajadores 792, la generación total de desechos sólidos será de 396 kg/día.

En relación a los desechos generados por los usuarios, se consideró un factor *per cápita* promedio de 0.01 kg/pasajero/día (10 gr.), ya que los pasajeros usan el sistema como máximo 30 minutos, lo que no propicia la generación de desechos significativa. El número de pasajeros promedio diarios según la SMP, al inicio de operaciones será de 180 mil, lo que se traducirá en 1,79 toneladas al día.

Cabe destacar, que las instalaciones del Metro contarán con depósitos temporales para la deposición de los desechos en diferentes puntos en las estaciones y el Patio-Taller, hasta tanto la empresa recolectora retire los mismos. Periódicamente pueden producirse residuos metálicos, de concreto (durmientes), madera o plásticos (piezas de reemplazo) procedentes de operaciones de mantenimiento, los cuales serán manejados por empresas especializadas en estas tareas y que cuenten con los permisos correspondientes.

Los desechos no tóxicos serán trasladados directamente hacia Cerro Patacón; sin embargo aquellos que sean considerados como tóxicos serán manejados por un gestor autorizado quién estará a cargo de la recuperación, en aquellos casos donde sea apropiado y de su disposición final (Cerro Patacón) cuando sea necesario. Estos gestores autorizados deberán contar con todos los permisos establecidos en la legislación nacional para el desarrollo de la actividad y disposición de estos desechos.

Adicionalmente, podrían producirse lodos provenientes del proceso de tratamiento de las aguas residuales, los cuales, en caso de generarse, cumplirán con la norma DGNTI-COPANIT 47-2000. No obstante la generación de este residuo dependerá del sistema de tratamiento a utilizar el cual será seleccionado por la empresa que se adjudique el contrato de construcción.

5.8.1.3 Fase de Abandono

No se contempla fase de abandono.

5.8.2 Líquidos

5.8.2.1 Fase de Construcción

Se generarán residuos líquidos principalmente de los aceites y lubricante usados durante el mantenimiento de las maquinarias de construcción. Éstos, serán almacenados temporalmente en un sitio debidamente destinado para ello, hasta su recolección por un gestor autorizado quién tendrá la responsabilidad de tratar los mismos y disponer los desechos en un sitio de disposición autorizado.

Las aguas servidas que se generen provendrán de los sanitarios portátiles establecidos para el personal de construcción; a los cuales la empresa propietaria de los mismo deberá brindar el mantenimiento adecuado, que incluye la remoción de los desechos y la recarga de las letrinas con la sustancia química, limpieza y desinfección, suministro de papel sanitario y papel desechable para la cubierta de la taza. El mantenimiento deberá realizarse al menos dos veces por semana,

la empresa encargada de esta actividad deberá disponer los desechos en un sitio autorizado (Cerro Patacón). Durante la etapa de construcción, podría generarse un volumen de aguas residuales de 13,500 galones/día durante el periodo de mayor concentración de empleados en la obra.

Adicionalmente, durante la época de lluvia, se acumulará agua en las zonas de construcción de las estaciones subterráneas, hasta que se complete la obra. Es por ello que se dispondrá de un sistema de bombeo para las mismas. Estas aguas, serán pasadas por tamices para retirar el material en suspensión y dirigidas hacia los drenajes existentes; el material retenido en los tamices no se arrojará a la calle o avenida, será trasladado a los puntos donde se dispone el material de excavación para su posterior disposición en los sitios autorizados para ello.

Finalmente, en el tramo subterráneo se transportará de manera controlada todas las entradas de agua subterránea y todas las aguas de la construcción provenientes de las obras de excavación a piscinas de decantación. Toda el agua de la construcción será tratada, en conformidad con las normativas medioambientales vigentes en la República de Panamá, antes de ser descargada en los cursos de agua natural o bombeada a otros destinos. Se retirará periódicamente el sedimento de la piscina de decantación según sea necesario durante la excavación de los túneles a fin de mantener el uso eficaz de dicha piscina. Se realizará una limpieza y mantenimiento de rutina al sistema provisorio de drenaje dentro y fuera del túnel para evitar la acumulación excesiva de finos.

5.8.2.2 Fase de Operación

En su fase de operación, el proyecto cumplirá con la norma DGNTI – COPANIT 39-2000, establecida para la descarga de aguas residuales directamente al sistema de alcantarillados. Considerando que se ha estimado un aproximado de 780 trabajadores durante la etapa de operación, se estima que el volumen de aguas residuales para esta fase será de 3,600 galones/día.

Adicionalmente, podrán generarse residuos no continuos de aceites y lubricantes usados, con sus respectivos envases, líquido hidráulico, etc., producto de las operaciones de mantenimiento de

los trenes. Los mismos serán envasados, identificados y entregados a un gestor autorizado para su recuperación, tratamiento y/o disposición final en un sitio autorizado (Cerro Patacón).

5.8.2.3 Fase de Abandono

No se contempla fase de abandono.

5.8.3 Gaseosos

5.8.3.1 Fase de Construcción

Durante la construcción se generarán emisiones gaseosas, principalmente de las emanaciones propias de los motores de combustión interna de los equipos pesados y maquinarias utilizados en los trabajos de construcción. Todo estos equipos (maquinaria, vehículos de transporte, motosierras y generadores, entre otros), funcionan con motores de combustión interna de Diesel, por lo que las emisiones gaseosas esperadas consisten de gases de combustión: CO, CO₂, NO_x, SO₂.

5.8.3.2 Fase de Operación

El sistema de tren a utilizar por el Metro es eléctrico, por lo cual su operación no generará gases. Todo lo contrario se prevé una disminución de las emisiones gaseosas originadas por el del flujo vehicular (fuentes móviles). El tramo de vía subterráneo del Metro contará con un sistema de ventilación forzada. De manera tal, que en la eventualidad de un accidente en el túnel, el sistema absorbería los humos generados.

5.8.3.3 Fase de Abandono

No se contempla fase de abandono.

5.8.4 Peligrosos

5.8.4.1 Fase de Construcción

Se contempla que durante la fase de construcción podrán generarse residuos no continuos de aceites y lubricantes usados, con sus respectivos envases, así como baterías, llantas, líquido hidráulico, etc., provenientes de las operaciones de mantenimiento de los equipos y vehículos. Los desechos sólidos, serán colectados en recipientes convencionales y los líquidos serán colocados en tanques de 55 galones identificados para su posterior remoción por un gestor autorizado, el cual se encargará de su recuperación, tratamiento y/o disposición en un sitio autorizado (Cerro Patacón). Ver Tabla 5-57.

Tabla 5-57
Lista de Desechos Peligrosos Identificados para el Proyecto

Sólidos	Tóxico
Envases vacíos de aceite	X
Envases vacíos de combustible	X
Restos de soldadura	X
Envases vacíos de pinturas y solventes inflamables	X
Lámparas de mercurio, fluorescentes	X
Baterías	X
Filtros de aceite	X
Líquidos	Tóxico
Derrames de hidrocarburos y disolventes usados durante el mantenimiento	X
Derrames de combustible durante el abastecimiento a la maquinaria	X
Escoorrentía contaminada con sedimentos y/o hidrocarburos	X
Derrames de pinturas y disolventes	X
Agua de lavado de equipos y herramientas	X
Aceites usados	X
Restos de pintura y solventes	X
Restos de aditivos, pegamentos y resinas	X

Siempre que se encuentren materiales peligrosos o contaminados dentro del material de excavación, se implementaran medidas especiales para su manejo, almacenamiento temporal y disposición definitiva.

Se cumplirán con todas las disposiciones correspondientes del Manual de Seguridad, Salud y Ambiente, las Leyes Aplicables y los Permisos que sean aplicables al manejo de los Materiales Peligrosos, y velará por que sus Subcontratistas cumplan con esta obligación cuando les resulte aplicable. En tal sentido, se compromete, sin estar limitado a ello, en lo siguiente: (i) llevar a cabo sus actividades de acuerdo a los términos y condiciones del Contrato, de una forma dirigida a impedir la contaminación del medio ambiente o cualquier otra liberación de Materiales Peligrosos; (ii) abstenerse de ocasionar o permitir la liberación o desecho de Materiales Peligrosos en el Sitio; y (iii) notificar de inmediato a EL ESTADO por escrito en caso de que se liberen Materiales Peligrosos en el Sitio, ya sea por el o alguno de sus Subcontratistas, o tenga conocimiento de que alguna persona ha almacenado, liberado o desechado Materiales Peligrosos en el Sitio durante la ejecución del Proyecto hasta la Aceptación Sustancial.

Se ordenará que todos los Materiales Peligrosos que se lleven al Sitio o sean generados en éste, por la empresa o sus Subcontratistas, si los hubiere: (i) sean transportados únicamente por transportistas que mantengan permisos válidos y operen según esos permisos y las leyes sobre Materiales Peligrosos, de acuerdo con un manifiesto y documentos de embarque que identifique sólo al Contratista como generador de desechos o como la persona que gestionó su disposición, y (ii) sean tratados y desechados únicamente en las instalaciones de tratamiento, depósito y desecho que mantengan permisos válidos para operar en cumplimiento de esos permisos y leyes sobre Materiales Peligrosos.

Además, el método constructivo puede implicar la realización de voladuras, por lo cual se requiere que las voladuras ejecutadas para la excavación de cavidades subterráneas no originen daños sobre el medio ambiente y objetos vecinos a los sitios de excavación. Asimismo, la contaminación acústica y vibraciones provenientes de los disparos se mantendrán dentro del rango establecido para este tipo de obra en la legislación de higiene y seguridad de trabajo vigente en Panamá. Se emplearán detonantes y explosivos que en términos de compatibilidad

con el medio ambiente y limitación de contaminación cumplan con las exigencias más estrictas vigentes para estos elementos.

Se adoptarán y cumplirán en el Sitio todas las normas y reglamentos contra incendios o explosiones, previstas en las Leyes Aplicables.

5.8.4.2 Fase de Operación

Durante la fase de operación se podrá generar algún desecho peligroso propio de las actividades normales y cotidianas de mantenimiento y limpieza, o de la operación de las oficinas administrativas, similares a lo listados para la construcción, ya que se realizarán actividades de mantenimiento de los equipos y las vías. En los equipos, las baterías que utilizan los trenes como respaldo tienen una vida útil promedio de tres años, por lo cual debe programarse su disposición. En las vías los durmientes de madera utilizados en el patio de taller vienen tratados desde el origen y tienen un período de vida de 20 años, después del cual deben ser dispuestos por una empresa especializada en la disposición de estos materiales. Este tipo de desechos, serán identificados y entregados a un gestor autorizado para su recuperación, tratamiento y/o disposición en un sitio autorizado para ello (Cerro Patacón). En la sección del plan de manejo se detalla con mayor precisión estos temas.

5.8.4.3 Fase de Abandono

El proyecto no contempla fase de abandono.

5.9 Concordancia con el Plan de Uso de Suelos

El área de proyecto de la Línea 1 del Metro de Panamá ocupa una extensión aproximada de 13.7 kilómetros. De estos 13.7 kilómetros, 12.962 km están ubicados sobre la isleta de la vía Transístmica o debajo de la Vía España y Justo Arosemena, las cuales corresponden a espacios de uso público establecidos para la movilización de vehículos de transporte. En este sentido, el

desarrollo del proyecto no modifica el uso destinado a estos espacios, siendo posible corroborar que existe concordancia entre el proyecto y la zonificación vigente.

5.10 Monto global de la Inversión

Según la última información suministrada por la SMP, la inversión total del Proyecto se estima que estará alrededor de los B/. 1,600 millones de dólares americanos. De acuerdo al informe del Perfil del Proyecto, antes citado, un 55% de este costo corresponde a obras civiles, otro 35% a equipamiento de la línea y las estaciones (incluye material rodante) y el 10% restante es ejecución de obra.

El diseño de la línea 1 ha sido realizado considerando la capacidad final del sistema, lo que implica que la construcción de la línea, para la mayoría de sus estructuras y condiciones de sus sistemas ferroviarios, está diseñada para soportar su condición de máxima capacidad de transporte. No obstante, se presentan cuatro elementos que se irán realizando de acuerdo a planes de inversión por parte del Estado, o cuando se requiera mayor demanda del servicio, estos elementos son:

- Terminación y puesta en servicio de las estaciones Marañón y Curundú, que en la fase inicial solamente se incluyó su parte estructural, pero debe complementarse con la instalación de los sistemas electromecánicos y los acabados arquitectónicos para que pueda ser puesta en servicio comercial.
- Diseño y construcción de la extensión de la línea al Norte de la estación Los Andes hasta el sector de San Isidro, lo cual se realizará en la medida en que el Estado considere este nuevo requerimiento de servicio de transporte.
- Adquisición de nuevos vagones y trenes que complementarán la flota, para cumplir con la oferta de transporte que satisface la demanda creciente del servicio. Actualmente, el sistema Metro está dimensionado para satisfacer una demanda de 15,000 pasajeros por hora-sentido según las estimaciones para el año 2015. La adquisición de vagones adicionales se realizará en por lo menos dos etapas, una en el año 2025 y la otra en el año 2035 o 2040, hasta alcanzar la cantidad de trenes necesarios para cumplir con la capacidad de diseño del sistema la cual se ha estimado en 40,000 pasajeros por hora-

sentido. Para lograr esta capacidad se deberán adquirir un total de 160 vagones adicionales a los incluidos en la propuesta inicial del proyecto.

Producto de la compra de los nuevos vagones, se deberán complementar las obras de los Patios y Talleres, ya que en su fase inicial solamente se consideró la inversión necesaria para la flota de trenes contemplada para el momento. Estas obras consistirán en adecuar el resto de las áreas del Patio para instalar las vías faltantes de estacionamiento de trenes y adecuar los talleres a la nueva capacidad.

La Tabla siguiente muestra las estimaciones de monto de inversión, para las futuras obras o compras de equipos.

Tabla 5-58
Descripción y Monto Estimado de las Inversiones Futuras en el Sistema

Descripción	Monto Estimado
Adquisición de nuevos vagones y trenes que complementarán la flota	190,000,000 USD en el 2025
	190,000,000 USD en el 2035
Complementar las obras de los Patios y Talleres, estacionamiento de trenes y adecuar los talleres a la nueva capacidad	15,000,000 USD en el 2025

Fuente: SMP- SMP-Cajiao y Asociados, 2010, Documento Borrador Perfil del Proyecto Línea 1 del Sistema de Transporte Masivo de la Ciudad de Panamá, Capítulo 6, Tabla 6-1.

Elaboración: URS Holdings