

## 2. Descripción del proyecto

### 2.1 Definición de alcances del proyecto y de la MIA

La definición de alcances (o *scoping* en inglés), es un etapa del proceso de Evaluación de Impacto Ambientales (EIA) en la que, según las mejores prácticas internacionales (IAIA, 1999), se debe realizar a fin de establecer los términos de referencia para llevar a cabo la EIA, haciendo una identificación general de los impactos que tienden a ser importantes o significativos, tanto por el tipo de proyecto y sus características principales, como por el contexto socioeconómico y ambiental en el que se pretende establecer (considerando también sus alrededores).

Como parte de este ejercicio preliminar para la definición del Proyecto y del presente estudio de Impacto Ambiental (MIA-E), se presentan a continuación los elementos del proyecto y los factores ambientales que se tomaron en cuenta para el análisis general que conduce a la definición de los alcances del estudio de impacto ambiental del Proyecto “Construcción de la Línea 4 del Tren Ligero de Guadalajara”.

**Tabla 2.1. Elementos del proyecto y factores ambientales considerados para definir alcances**

Aspecto considerado	Descripción
Tipo de proyecto	Vía de Comunicaciones, modalidad Tren de Pasajeros (Transporte público masivo metropolitano). El proyecto consiste en el desarrollo de una nueva línea de tren ligero como medio de transporte público masivo, con interconexión con otros sistemas de transporte metropolitano y que se desarrollará dentro del derecho de vía de la Vía General de Comunicación Ferroviaria Línea “I”, entre Guadalajara y Tlajomulco de Zúñiga, pasando por San Pedro Tlaquepaque. Se manifiesta que el proyecto aquí presentado aborda una primera fase de las obras y actividades que conllevará el desarrollo del Proyecto, centrada en la construcción de las vías dentro del derecho de vía.
Tiempo de vida útil aproximado	Se considera que con el mantenimiento que se le dará continuamente, el proyecto y su infraestructura será permanente.
Ubicación del proyecto	Dentro de la vía General de Comunicación Ferroviaria, Línea “I”, entre el km I-266+400 y el km I-287+200, dentro de los municipios de Guadalajara, San Pedro Tlaquepaque y Tlajomulco de Zúñiga.
Área total del predio y área del proyecto	El proyecto contempla una longitud aproximada de 20.80 km, con un ancho del Derecho de Vía en su mayor parte de 30 m, 15 m a cada lado del eje de la vía ferroviaria actual. La superficie total que ocupará el proyecto es de aproximadamente 67.6715 hectáreas.
Relevancia ambiental y/o socioambiental del sitio y área de incidencia del proyecto	El Proyecto no tiene incidencia dentro de ninguna Área Natural Protegida Federal, Estatal o Municipal, siendo la más próxima la ANP Federal con categoría de Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera, que se encuentra a más de 12 km de distancia en línea recta. De acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Jalisco, el 72% del proyecto incide en la UGA Ag 4 143 R, cuyo uso predominante es Agrícola y su política es de Restauración. Así mismo, el proyecto incide en otras 4 UGA de las cuales 3 tienen como uso predominante los Asentamientos Humanos y políticas de Conservación y Restauración, además de una incidencia mínima en la UGA Ff 4 126 C con uso predominante de Flora y Fauna y con política de

	<p>Conservación. No obstante, ninguna de las UGA establece restricciones para el desarrollo del proyecto, siendo compatible y cumpliendo con sus criterios ecológicos.</p> <p>El proyecto no incide en ninguna Región Prioritaria determinada por la CONABIO. De acuerdo al Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático, el municipio de Tlajomulco tiene una vulnerabilidad debajo de la media.</p>
Poblaciones indígenas, sitios ceremoniales y/o sagrados, o rutas de peregrinación presentes dentro del predio o en el área de incidencia del proyecto	No existen poblaciones indígenas, sitios ceremoniales y/o sagrados, o rutas de peregrinación presentes dentro del predio o en el área de incidencia del proyecto
Cuenca y microcuenca hidrográfica a la que pertenece	<p><i>Cuenca:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Río Santiago Guadalajara.</li> </ul> <p><i>Subcuencas:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Guadalajara</li> <li>- San Lucas Evangelista.</li> </ul> <p><i>Microcuencas:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Guadalajara*</li> <li>- Las Pintas</li> <li>- San Sebastián El Grande</li> <li>- Santa Anita</li> <li>- Santa Cruz del Valle</li> <li>- Tlajomulco de Zúñiga</li> </ul>
Cercanía o existencia de cuerpos de agua	El proyecto incide en los siguientes tipos de cuerpos de agua: Acueductos, arroyos y corrientes intermitentes, límite de terrenos sujetos a inundación y acueducto subterráneo.
Uso y fuentes potenciales de agua	Por la naturaleza del proyecto, no se requiere el uso continuo de agua potable; sin embargo, para las actividades constructivas y las medidas de mitigación correspondientes, se contratarán servicios de pipas de agua.
Tipos de emisiones esperadas (ejemplo: SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , CO <sub>2</sub> , etc.)	Se espera que se propicie durante el desarrollo del proyecto emisiones típicas de combustión de motores, por el uso de maquinaria. No obstante, la operación del tren será con base en electricidad, por lo que su funcionamiento no generará emisiones de gases contaminantes en el polígono del proyecto. Se prevén algunos posibles impactos indirectos asociados al tráfico que pudieran generar las obras en ciertos momentos durante su construcción, pero serían temporales; y por el contrario, el disponer de un servicio de transporte público como el de este proyecto, promueve la reducción en el uso del transporte vehicular particular.
Tipos de residuos que se generarán y el manejo que se les pretende dar	Se generarán residuos sólidos categorizados como peligrosos, de manejo especial y urbanos (con características domiciliarias) por las actividades de construcción del proyecto y mantenimiento de los equipos y maquinaria, así como por el consumo de alimentos de los trabajadores de la obra, los cuales se manejarán conforme a las disposiciones oficiales. Los residuos peligrosos serán manejados a través de empresas especializadas y autorizadas para su recolección, transporte, tratamiento y/o confinamiento. El escombros se dispondrá únicamente en sitios autorizados por la autoridad competente; y los RME valorizables y los residuos con características domiciliarias también serán almacenados apropiadamente y manejados a través de una empresa especializada y autorizada para ello.
Cercanía con centros de población o zonas conurbadas	El Proyecto está inserto en la zona metropolitana de Guadalajara (ZMG), siendo el área suroeste de Guadalajara, y diversas colonias de Tlaquepaque y de Tlajomulco las más próximas al proyecto.

Acuífero al que pertenece la zona de incidencia del proyecto	El trazo que recorrerá la Línea 4 del Tren Ligero, se ubica sobre 3 diferentes acuíferos: 1401- Atemajac 1402- Toluquilla 1403 – Cajititlán. No se prevén afectaciones directas al componente de hidrología subterránea
Uso de suelo y tipo de vegetación en el sitio y sus alrededores	De acuerdo con el INEGI, el proyecto atraviesa tres diferentes usos de suelo: Agricultura de riego; Asentamientos humanos; y Agricultura de temporal. Ninguno de ellos requiere de cambio de uso de suelo forestal.
Principales actividades de la zona (dentro de un radio de 500 m)	El proyecto atraviesa una zona urbanizada, donde se pueden encontrar desde asentamientos urbanos, actividades industriales, agrícolas, comercios y servicios en los sitios aledaños al trazo del proyecto.
Actividades riesgosas	Se manejarán algunas sustancias comunes para el mantenimiento de la maquinaria y la construcción de las obras asociadas, pero no se requiere el uso de sustancias que aparecen en alguno de los dos listados de Actividades Altamente Riesgosas por encima de la cantidad de reporte.
Actores clave	En este proyecto participan diversos actores clave de diferentes órdenes, principalmente los gobiernos Estatal (Promovente a través de la SIOP), el Federal (regulador del derecho de vía), FERROMEX como el concesionario de la vía ferroviaria, y los gobiernos municipales directamente involucrados, así como el IMEPLAN. Por parte de la sociedad civil, los potenciales beneficiarios y vecinos de la zona serán los actores clave, aunque también se prevé interés adquirido de propietarios de terrenos contiguos.

## 2.2 Información general del proyecto

### 2.2.1 Naturaleza del proyecto

El Proyecto “Construcción de la Línea 4 del Tren Ligero de Guadalajara” consiste en el establecimiento de una vía de comunicación modalidad transporte masivo de pasajeros, para conectar de manera directa el centro y sur del Área Metropolitana de Guadalajara, haciendo interconexiones con el sistema de transporte urbano de la metrópoli, partiendo del sur de Guadalajara y atravesando los municipios de San Pedro Tlaquepaque y Tlajomulco de Zúñiga.

Acorde con el modelo policéntrico de ciudad y estructura metropolitana, propuesto en el Plan de Ordenamiento Territorial Metropolitano del AMG (IMEPLAN, 2016), la ciudad de hoy, y la del futuro, necesitan con urgencia un nuevo sistema de conexiones entre las centralidades que la conforman. Es un imperativo avanzar en la determinación del modelo de movilidad integral y en el desarrollo de un sistema de transporte digno, eficiente, seguro y confiable. Sin ellos, el modelo de desarrollo basado en la estructura policéntrica sería absolutamente inviable y la ciudad no lograría consolidarse como una metrópoli competitiva, de relevancia internacional, con alta calidad de vida, como son los grandes propósitos de su nueva conformación.

Así mismo, es indispensable lograr la conectividad, el ordenamiento y la integralidad para la conformación de un sistema vial que permita la movilidad eficiente dentro de la metrópoli, a través de la estructuración de corredores metropolitanos de transporte público compatibles con los

medios de transporte no motorizado. De ahí surge el Proyecto, que pretende atacar estas necesidades presentes y esenciales para el desarrollo futuro de la ciudad.

Actualmente existen 4 líneas que circulan en vías confinadas, tres corresponden al Tren Ligero, considerando que la línea 3 está en su fase final de construcción pero aún no inicia operaciones, y una línea de Macrobus, sistema de camiones rápidos articulados (BRT), sumando un total de 62 km. Esta infraestructura de servicio se concentra en la parte centro y oriente de la metrópoli.

De acuerdo con el Plan Metropolitano de Desarrollo (PMD), la red de transporte masivo en el AMG resulta insuficiente en cuanto a su cobertura metropolitana, por lo que se considera que la ampliación de la red de transporte masivo y el fortalecimiento del sistema integrado de transporte público resulta indispensable para garantizar estándares de servicio y accesibilidad.

Considerando la prioridad de esta necesidad para toda el AMG, el Gobierno de Jalisco ha establecido en su “Plan Estatal de Gobernanza y Desarrollo Jalisco 2018 -2024 Visión 2030”, el Proyecto Estratégico “Mi Transporte Masivo”, que incluye la construcción de “Mi Macro Periférico” (sistema BTR como eje articulador de toda la red de transporte de la ciudad por los carriles centrales del Periférico Manuel Gómez Morín); la terminación y entrada en operación de la Línea 3; y la construcción de la Línea 4 del Tren Ligero, para atender la deuda histórica de interconexión entre el sur y el centro del Área Metropolitana de Guadalajara, y que da origen a la presente Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Específica.

Aunque oficialmente el promovente del Proyecto es la Secretaría de Infraestructura y Obra Pública (SIOP), en su desarrollo participan la Secretaría de Transporte, IMEPLAN, Secretaría de la Hacienda Pública, Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial, y la Unidad de Enlace Federal y Asuntos Internacionales.

Esta nueva vía de comunicación que constituirá la Línea 4 del Sistema de Tren Eléctrico Urbano, se pretende establecer dentro del derecho de vía (DV) de la Vía General de Comunicación Ferroviaria, Línea “I”, entre el km I-266+400 y el km I-287+200, considerando una longitud aproximada de 20.80 km, con un ancho del DV en su mayor parte de 30 m, 15 m a cada lado del eje de la vía ferroviaria actual; de tal manera que las vías del tren ligero en ambos sentidos compartirán el DV con el Ferrocarril Mexicano del Pacífico, línea operada por Ferrocarril Mexicano S.A. de C.V. (FERROMEX), consorcio ferroviario privado que opera la red más grande de ferrocarriles de carga de México; misma que conecta la red de Guadalajara a Manzanillo, pasando por Colima, y cuya construcción fue concluida en 1909, fecha desde la cual se mantiene activa con el paso del ferrocarril de carga.

Para el servicio de los pasajeros, se proyecta la construcción de 8 estaciones a lo largo de los 20.80 km de longitud de las vías de la Línea 4 del Tren Ligero. Dichas estaciones tentativamente se denominarán como sigue:

- Estación 1 - Gobernador Curiel
- Estación 2 - Periférico
- Estación 3 - Adolf Horn

- Estación 4 - Puente Unión del Cuatro
- Estación 5 - Carretera San Sebastián
- Estación 6 - La Fortuna
- Estación 7 - Prolongación Mariano Escobedo
- Estación 8 - Circuito Sur

Las dimensiones de cada una de estas 8 estaciones tendrá como máximas dimensiones 6 metros de ancho por 100 metros de largo, aunque algunas de ellas medirán 3.5 de ancho y 70 metros de largo; variaciones que se deben a la disponibilidad de espacio dentro del DV, pero que en cualquier caso son apropiadas para los vagones del tren ligero, que se estima tendrá una longitud de 38 metros por cada unidad.

Es de suma relevancia declarar y mantener presente y claro a lo largo del estudio, que el proyecto aquí presentado aborda únicamente la primera fase de las obras y actividades que conllevará el desarrollo del Proyecto, fase que se centra en la construcción de las vías dentro del derecho de vía y las estaciones. Posteriormente se someterá a evaluación de impacto ambiental, en la modalidad que la autoridad indique, el resto de las obras asociadas y temporales que se deban desarrollar para la correcta y eficiente operación del sistema de transporte en su modalidad tren ligero.

La justificación de plantear en diferentes fases el desarrollo de un proyecto que conllevará diversas obras para su integración urbana, se encuentra principalmente en las dimensiones económica, jurídica y sobretodo técnica, actuales de este proyecto en particular. Respecto a la definición del modelo económico, se siguen analizando alternativas para su financiamiento, cuestión que resulta ser compleja e involucra estrategias políticas y administrativas que a la fecha no se encuentran definidas. En cuanto a las condiciones jurídicas, si bien se tiene certeza sobre la viabilidad para el aprovechamiento del derecho de vía de la línea "I" del ferrocarril, aún no se cuenta con toda la documentación legal que avale la realización de las obras asociadas que por su ubicación, incidirán en terrenos fuera del derecho de vía. Sobre los aspectos técnicos, es de mencionarse que en su concepción más amplia de sistema integrado para movilidad metropolitana, el proyecto "Construcción de la Línea 4 del Tren Ligero de Guadalajara" no ha concluido su fase de diseño, y actualmente se sigue trabajando en la ingeniería de detalle con relación de diversos aspectos de la propia vía y del sistema de tren eléctrico, así como con otros aspectos asociados al mismo, como almacenes, talleres, subestación eléctrica, tendido eléctrico, puentes para la vía, pasos a desnivel, ciclovía, accesos y cruces seguros, plazuelas y otras posibles intervenciones urbanísticas que serán oportunamente planteadas a la autoridad correspondiente para su evaluación y dictaminación, y que promoverán el éxito del proyecto en los términos que se ha concebido, no solo como una serie de obras y actividades, sino como un elemento esencial para la conectividad y desarrollo estratégico y sostenible del Área Metropolitana de Guadalajara, interviniendo en múltiples aspectos sociales, económicos, ambientales, de seguridad, etc. así como en instrumentos de planeación y ordenamiento del territorio, como se analiza y se describe a detalle en el capítulo 3 de esta Manifestación de Impacto Ambiental.

Con esto se declara que la evaluación de impactos ambientales (EIA) aquí presentada, se realiza con base en un proyecto conceptual más que un proyecto completamente definido, asimilándose un

poco más a una evaluación ambiental estratégica, ello con el claro objetivo de que los propios estudios y análisis integrados en esta manifestación de impacto ambiental sirvan realmente como una herramienta para identificar aspectos que deban ser abordados desde una etapa temprana del proyecto, y puedan ser considerados e integrados en su diseño, sustentando así el sentido más elemental de la EIA, que es poder influir en la etapa de diseño, y evitar que se identifiquen factores o condiciones sensibles cuando el proyecto ejecutivo se ha rigidizado y se vuelve más complicado sugerir modificaciones que sean en beneficio de la protección ambiental. De manera que bajo este enfoque, se podrán prever y anticipar situaciones para considerarse como parte de la ingeniería de detalle, optimizando los esfuerzos y recursos necesarios para respetar la pirámide de la mitigación de impactos, la cual siempre ponderará la prevención de impactos, sobre la reducción, control y/o compensación de las afectaciones que son inherentes a la ejecución de un proyecto de esta magnitud.

No obstante, conscientes de que el trámite que aquí nos ocupa, toma su relevancia en la dimensión ambiental del Proyecto, se declara que no hay mal intención en la omisión de información de ciertas obras o aspectos que serán indispensables para la conclusión del proyecto, sino que en estos casos, se dejará claro que dichas obras o aspectos serán abordados con detalle cuando las fases subsecuentes sean integradas y presentadas para su evaluación en materia de impacto ambiental.

El proyecto se alinea y es congruente con todos los instrumentos de planeación y ordenamiento territorial que se describen y se analizan como instrumentos vinculantes en el Capítulo 3 de la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Específica, básicamente por dos razones elementales: la primera es que el proyecto, consistente en un medio de transporte masivo lineal, modalidad Tren Ligero, se pretende establecer dentro del derecho de vía de un ramal de la red ferroviaria del país, sin generar una ocupación significativa en áreas fuera de este DV, cuyo establecimiento existe en el sitio del proyecto desde hace más de un siglo; lo que en un análisis general y preliminar de impactos, resulta en que los efectos adversos que potencialmente generará el desarrollo del proyecto no serán de relevancia ni de diferente naturaleza a los que ya existen en el sitio por la existencia de las vías del ferrocarril, con relación a las actividades de preparación, como desmonte de vegetación, pérdida de suelo, destrucción de hábitats, por mencionar solo algunos (el análisis de los impactos se desarrolla en el capítulo V de esta MIA-E); por la construcción (como reducción de tasa de infiltración del suelo, alteración a patrones de flujo del drenaje pluvial natural, modificaciones a la topografía, alteraciones al paisaje, etc.); y por la operación del proyecto, considerando que aunque el paso del tren ligero de pasajeros se realizará con mucha mayor frecuencia que el tren de carga, entorno al derecho de vía existe ya un equilibrio social y biótico compatible con el ruido, las vibraciones y la cotidianidad del paso de este medio de transporte); de manera que todos los planes de desarrollo y de ordenamiento del territorio (urbanos y ecológicos, regionales, municipales y metropolitano) entorno a esta infraestructura, han considerado su existencia que es totalmente compatible con la naturaleza del proyecto. La segunda razón, es que este proyecto deriva del cumplimiento de diversos ordenamientos jurídicos vinculantes, como lo es la propia Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, la Ley General de Cambio Climático y la Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano; los cuales establecen la priorización de una movilidad eficiente, sustentable y colectiva para la conectividad de las áreas



metropolitanas, buscando el desincentivo al uso del transporte privado motorizado; fundamentos legales que sustentan igualmente el Plan de Ordenamiento Territorial Metropolitano del AMG y el Programa de Desarrollo Metropolitano del AMG; mismos que consideran a nivel propuesta la implementación de esta línea de tren ligero, en la ruta y en las condiciones en las que este proyecto fue concebido y diseñado.

### **2.2.2 Selección del sitio**

La selección del sitio para la construcción de la Línea 4 del Tren Ligero Guadalajara responde a diversos y complejos análisis que se han realizado para ordenar el desarrollo del Área Metropolitana de Guadalajara, destacándose en particular el Plan de Ordenamiento Territorial Metropolitano del AMG (POTmet), aprobado por los ayuntamientos, que establece un modelo policéntrico de ciudad y estructura metropolitana, con el cual se han identificado las centralidades, que son unidades urbanas vinculadas por una estructura vial y que desempeñan un función esencial en la dinámica urbana, esencialmente por su concentración de empleo, población, transporte y prestación de servicios, además se caracterizan por un alto potencial de generación de identidad y arraigo entre sus habitantes; subclasificándose como centralidades de impulso y centralidades emergentes.

Las primeras (centralidades de impulso) se caracterizan por poseer condiciones para desarrollo (sin el mismo grado de consolidación), entre las cuales se consideran: altas concentraciones de población residente, flujos existentes de inversión económica, accesibilidad al transporte y al equipamiento público, existencia de centros administrativos o equipamiento institucional, así como ser espacios naturales de altos rangos de interacción y confluencia. El aprovechamiento inmediato de su potencial instalado representa la base de la conformación del modelo policéntrico. Por su localización territorial y nivel de consolidación se clasificaron en metropolitanas, periféricas y satelitales.

Por otra parte, las centralidades emergentes son en esencia los núcleos de población concentrados que presentan altos índices de marginación caracterizados por el déficit en la existencia de equipamiento, servicios públicos, conectividad y una baja concentración de actividad económica. Por sus características, estas centralidades se orientan a reducir la desigualdad, generando acciones prioritarias que catalicen su integración formal a la estructura urbana metropolitana.

A partir de esta identificación de centralidades, y de analizar los flujos de las personas diariamente en la AMG, es que se han identificado las necesidades de conectividad hacia éstas unidades urbanas. Como resultado de estos análisis, en el POTmet (IMEPLAN, 2016) se establecen los ejes estructurantes para una movilidad eficiente. Tomando como referente lo establecido en el artículo 296 del Reglamento de Zonificación del Estado, en el POTmet se retomaron para la estructura vial metropolitana diversos elementos del Sistema Vial Interurbano e Intraurbano, con base en los cuales se realizó la propuesta del “Corredor Tlajomulco Centro – Vía Manzanillo”, considerando conectar al sur de la ciudad a través del corredor de la vía ferroviaria a Manzanillo, y a su paso proporcionar una nueva opción de transporte público masivo a dos centros poblacionales importantes del sur; la cabecera municipal de Tlajomulco y el fraccionamiento Hacienda Santa Fe.

La Línea 4 del Tren Ligero, es la consolidación de ese corredor, mismo que fue definido como eje estructural tomando en cuenta lo siguiente:

- Resultados del ejercicio de integración de planes parciales municipales (solución a conflictos en cambios de nomenclatura y jerarquización vial).
- Vías regionales y primarias existentes, y propuestas en PPDO.
- Integración de Transporte Público Masivo (existente y proyectado): tema DOT y rutas alimentadoras para TPM.
- Integración de infraestructura (existente y proyectada) para movilidad no motorizada.
- Identificación de centralidades (policentros, zonas estratégicas, áreas de concentración de empleo, actividades y población y principales puntos de destino en transporte público)
- Integración de antecedentes de instrumentos de planeación metropolitana (Plan Intermunicipal de Desarrollo Urbano, 2008).
- Resultado del análisis de la aptitud territorial para reservas urbanas.

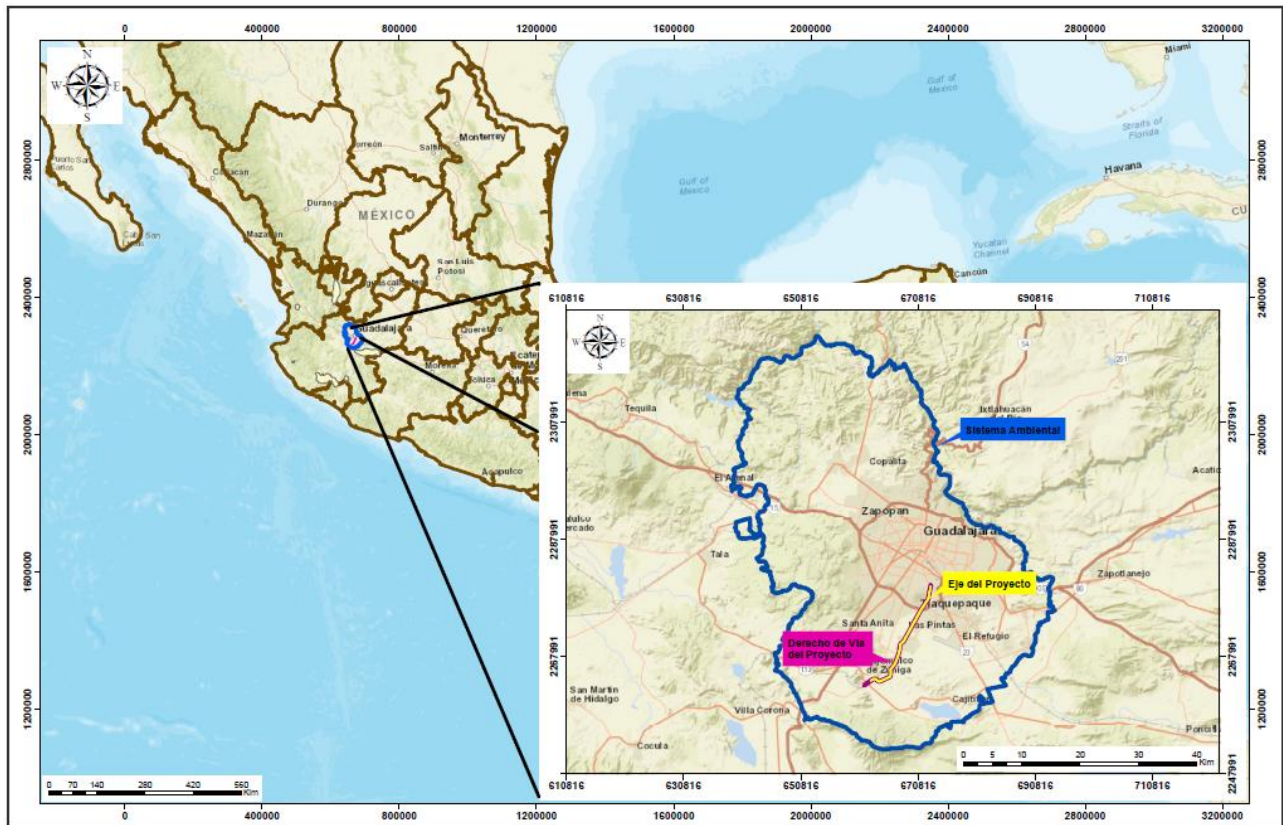
Cabe mencionar que al igual que este “Corredor Tlajomulco Centro – Vía Manzanillo”, en el POTmet están identificadas otras propuestas para la conformación de corredores, líneas alimentadoras de transporte colectivo y masivo, acciones vinculadas a movilidad no motorizada, entre otros aspectos, con lo que se proyecta lograr una movilidad eficiente en el AMG. Todas estas propuestas podrían constituir alternativas para la selección del sitio e incluso para la selección del proyecto a desarrollar; sin embargo, tal como ha quedado expresado en el POTmet, la ciudad requiere de todas estas alternativas, por lo que con base en los estudios y análisis realizados que condujeron al diagnóstico y propuesta del POTmet, no hay criterios para discriminar o considerar como excluyentes las propuestas de movilidad proyectadas para el AMG, que se espera que eventualmente se puedan consolidar.

El hecho de seleccionar el derecho de vía de la línea “I” de la red ferroviaria del país para la construcción de la Línea 4 del Tren Ligero Guadalajara, se centra en la compatibilidad que existen entre ambos medios de transporte (tren de carga y tren de pasajeros), aprovechando una vía confinada, propiedad federal pero apta para ser concesionada al Sistema de Tren Eléctrico Urbano para la operación de la Línea 4; lo que comparativamente con la reciente construida Línea 3, no generará una afectación y un cambio de uso de suelo sustancial sobre el territorio, y los requerimientos de adaptación de la infraestructura para la construcción del proyecto, tampoco serán tan demandantes e impactantes.

### **2.2.3 Ubicación física del proyecto**

A nivel regional, la ubicación del Proyecto “Construcción de la Línea 4 del Tren Ligero de Guadalajara” va desde el centro hacia el Suroeste del Área Metropolitana de Guadalajara, al centro del estado de Jalisco; cuyo trazo iría dentro de la vía General de Comunicación Ferroviaria, Línea “I”, entre el km I-266+400 y el km I-287+200, incidiendo en los municipios de Guadalajara, San Pedro Tlaquepaque y Tlajomulco de Zúñiga (Figura 2.1).



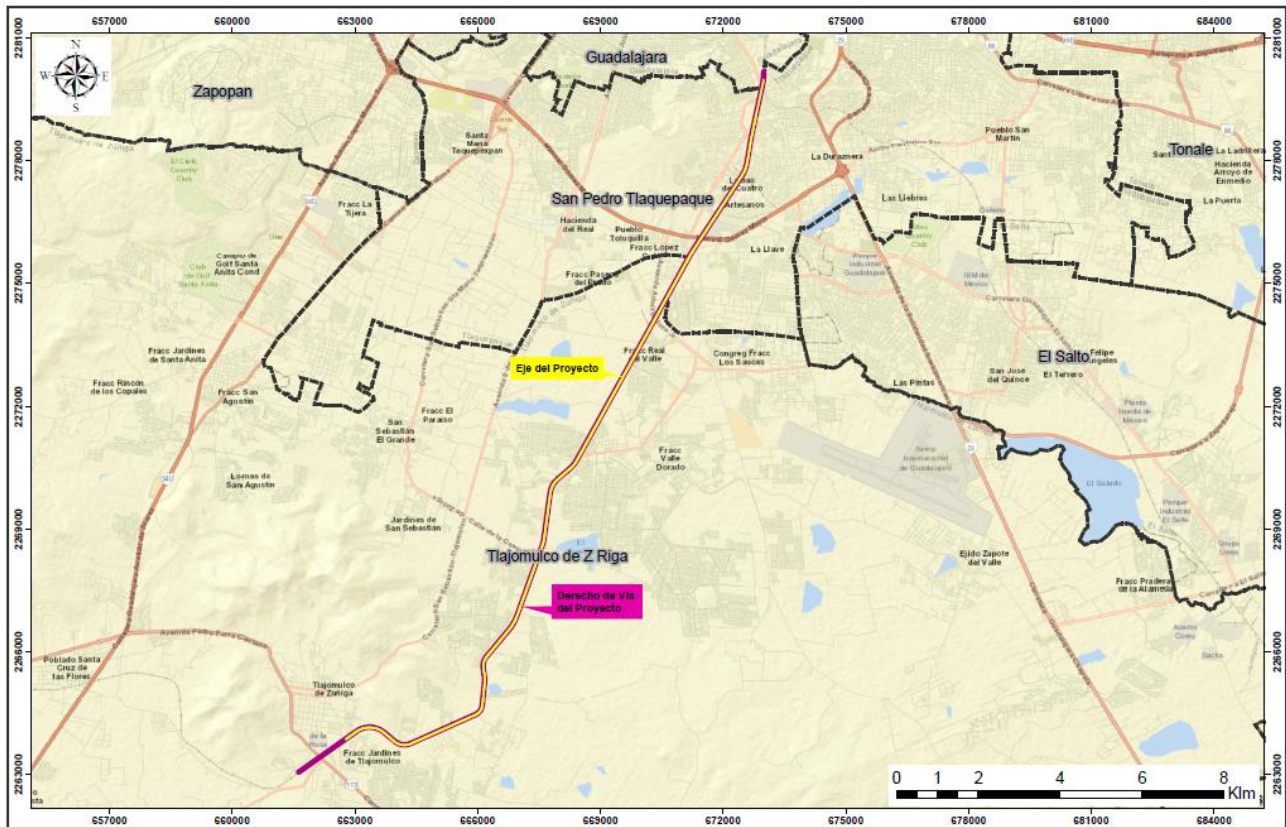


**Figura 2.1. Localización regional del Proyecto “Construcción de la Línea 4 del Tren Ligero de Guadalajara”**

De manera particular, el polígono envolvente que delimita el derecho de vía que será aprovechado para la construcción y posterior operación de la Línea 4 del Tren Ligero Guadalajara, que en lo sucesivo será denominado como “Polígono del Proyecto”, se muestra en la Figura 2.2.

El Polígono del Proyecto se delimita con las coordenadas de la Tabla 2.2, que se presentan en el Sistema UTM, Datum WGS84, Zona 13 Q. Estas mismas coordenadas se presentan en formato electrónico dentro del CD que acompaña esta MIA-E, junto con los archivos en formato *shape* (.shp) del polígono involucrado.

Dentro del Anexo 2.1 se adjuntan los planos de ubicación del Proyecto con una escala apropiada para su apreciación.



**Figura 2.2. Localización específica del Proyecto “Construcción de la Línea 4 del Tren Ligero de Guadalajara”**

### Vías de comunicación

El proyecto se refiere a una obra lineal que se pretende intervenir con avance progresivo, a partir de los frentes de trabajo que se establezcan. Sin embargo, dado que el trazo de la línea tendrá cruces e intervendrá vialidades con un continuo y moderado flujo de vehículos, se establecerá una logística apropiada, coordinada con la Secretaría de Transporte, para generar la menor afectación posible. Con el mismo propósito, se establecerán las rutas de circulación de los vehículos de transporte y la maquinaria por vías apropiadas que conduzca hacia los bancos de material geológico de préstamo o hacia las zonas de tiro, para el depósito de material residual generado durante las actividades de nivelación y por la propia construcción del proyecto; según se defina y se acuerde con las autoridades competentes.

### Actividades Colindantes

Dado que el proyecto es lineal y atraviesa tres distintos municipios, incide en áreas de diversas clasificaciones, pero principalmente urbanizadas, reservas urbanas, de restricción a infraestructuras o instalaciones especiales, áreas rústicas agropecuarias, etc. por lo que son igualmente variables los usos de suelo, predominando las actividades de tipo urbano en los terrenos colindantes, con usos habitacionales, equipamiento, industrial, comercial y de servicios, y usos agropecuarios. En el Capítulo 3 de esta MIA-E, como parte de la sección “3.5 Planes, Programas y Reglamento de

Desarrollo Urbano estatales o municipales” se muestra la relación completa de las actividades que colindan con los 20.80 km del Proyecto “Construcción de la Línea 4 del Tren Ligero de Guadalajara”.

**Tabla 2.2. Coordenadas del Polígono del Proyecto “Construcción de la Línea 4 del Tren Ligero de Guadalajara”**

ID	X	Y	ID	X	Y	ID	X	Y
1	672976.50	2280191.13	48	667919.70	2270212.73	95	666168.69	2265848.10
2	672965.67	2279979.75	49	667905.43	2270198.85	96	666160.34	2265832.88
3	672964.33	2279959.25	50	667891.70	2270184.43	97	666152.67	2265817.31
4	672962.44	2279938.80	51	667878.52	2270169.51	98	666145.69	2265801.42
5	672959.98	2279918.41	52	667865.92	2270154.10	99	666139.41	2265785.23
6	672956.97	2279898.09	53	667853.92	2270138.22	100	666133.84	2265768.79
7	672953.40	2279877.86	54	667842.52	2270121.89	101	666129.00	2265752.12
8	672949.28	2279857.74	55	667831.76	2270105.15	102	666124.89	2265735.26
9	672689.03	2278670.49	56	667821.63	2270088.01	103	666121.53	2265718.23
10	672683.41	2278643.32	57	667812.17	2270070.49	104	666118.91	2265701.07
11	672678.44	2278616.01	58	667803.38	2270052.63	105	666117.04	2265683.81
12	672563.23	2277937.43	59	667795.27	2270034.45	106	666115.93	2265666.49
13	672558.87	2277914.06	60	667787.85	2270015.97	107	666115.58	2265649.13
14	672553.78	2277890.84	61	667781.15	2269997.23	108	666115.99	2265631.78
15	672547.96	2277867.79	62	667775.16	2269978.24	109	666117.15	2265614.46
16	672541.41	2277844.94	63	667769.89	2269959.05	110	666119.07	2265597.21
17	672534.13	2277822.31	64	667765.36	2269939.66	111	666121.75	2265580.06
18	672526.14	2277799.91	65	667761.57	2269920.12	112	666131.85	2265523.43
19	672517.44	2277777.79	66	667758.52	2269900.44	113	666134.51	2265507.91
20	672508.05	2277755.95	67	667609.58	2268801.61	114	666136.96	2265492.35
21	672497.97	2277734.42	68	667605.16	2268771.92	115	666150.65	2265400.93
22	672487.20	2277713.22	69	667599.94	2268742.35	116	666153.08	2265382.50
23	672475.78	2277692.38	70	667593.95	2268712.93	117	666154.84	2265364.00
24	672463.69	2277671.91	71	667587.17	2268683.69	118	666155.94	2265345.44
25	672450.96	2277651.83	72	667579.62	2268654.63	119	666156.37	2265326.86
26	671256.47	2275832.01	73	667571.30	2268625.78	120	666156.13	2265308.27
27	671237.31	2275802.33	74	667562.22	2268597.17	121	666155.23	2265289.71
28	671218.61	2275772.36	75	667552.39	2268568.80	122	666153.66	2265271.19
29	671200.37	2275742.11	76	666945.04	2266889.87	123	666095.50	2264705.57
30	671182.59	2275711.58	77	666935.05	2266863.32	124	666093.68	2264691.45
31	671165.29	2275680.78	78	666924.41	2266837.03	125	666091.11	2264677.45
32	670383.76	2274265.92	79	666913.11	2266811.01	126	666087.82	2264663.60
33	670383.76	2274265.92	80	666901.16	2266785.29	127	666083.80	2264649.94
34	670383.76	2274265.92	81	666888.57	2266759.87	128	666079.07	2264636.51
35	668399.26	2270684.23	82	666875.34	2266734.78	129	666073.65	2264623.35
36	668388.41	2270665.35	83	666861.49	2266710.02	130	666067.54	2264610.49
37	668376.96	2270646.83	84	666847.02	2266685.63	131	666060.77	2264597.97
38	668364.92	2270628.68	85	666831.95	2266661.60	132	666053.35	2264585.82
39	668352.32	2270610.93	86	666816.28	2266637.95	133	666045.31	2264574.08
40	668339.15	2270593.58	87	666800.02	2266614.71	134	666036.66	2264562.77
41	668325.44	2270576.67	88	666783.18	2266591.89	135	666027.42	2264551.93
42	668311.20	2270560.19	89	666765.77	2266569.49	136	666017.64	2264541.59
43	668296.44	2270544.18	90	666747.81	2266547.54	137	666007.32	2264531.78
44	668281.18	2270528.65	91	666208.46	2265904.92	138	665996.51	2264522.53
45	668265.43	2270513.61	92	666197.59	2265891.38	139	665985.22	2264513.85



46	668249.21	2270499.08	93	666187.33	2265877.38	140	665973.50	2264505.78
47	667934.49	2270226.06	94	666177.69	2265862.95	141	665961.36	2264498.33

**Continuación de la Tabla 2.2. Coordenadas del Polígono del Proyecto “Construcción de la Línea 4 del Tren Ligero de Guadalajara”**

ID	X	Y	ID	X	Y	ID	X	Y
142	665948.86	2264491.53	189	663362.44	2264178.63	236	663577.13	2264103.43
143	665936.01	2264485.39	190	663340.81	2264178.43	237	663596.37	2264094.73
144	664359.48	2263782.36	191	663319.21	2264177.43	238	663615.26	2264085.32
145	664344.21	2263775.96	192	663297.65	2264175.64	239	663633.79	2264075.20
146	664328.68	2263770.26	193	663276.18	2264173.06	240	663651.92	2264064.38
147	664312.90	2263765.26	194	663254.81	2264169.69	241	663669.63	2264052.89
148	664296.91	2263760.98	195	663233.58	2264165.54	242	663686.90	2264040.73
149	664280.75	2263757.43	196	663212.52	2264160.61	243	663703.69	2264027.93
150	664264.44	2263754.61	197	663191.66	2264154.90	244	663719.98	2264014.51
151	664248.02	2263752.52	198	663171.02	2264148.44	245	663951.82	2263815.99
152	664231.52	2263751.18	199	663150.63	2264141.22	246	663965.14	2263805.08
153	664214.98	2263750.58	200	663130.52	2264133.25	247	663978.91	2263794.75
154	664198.43	2263750.73	201	663110.72	2264124.55	248	663993.13	2263785.04
155	664181.91	2263751.63	202	663091.25	2264115.13	249	664007.74	2263775.95
156	664165.44	2263753.27	203	663072.14	2264105.00	250	664022.74	2263767.50
157	664149.06	2263755.65	204	663053.42	2264094.17	251	664038.10	2263759.71
158	664132.81	2263758.76	205	663035.10	2264082.66	252	664053.77	2263752.59
159	664116.71	2263762.61	206	663017.23	2264070.48	253	664069.74	2263746.16
160	664100.80	2263767.18	207	661601.24	2263067.50	254	664085.97	2263740.43
161	664085.12	2263772.46	208	661618.58	2263043.02	255	664102.44	2263735.40
162	664069.69	2263778.44	209	663034.57	2264046.00	256	664119.10	2263731.10
163	664054.54	2263785.11	210	663052.02	2264057.88	257	664135.94	2263727.52
164	664039.71	2263792.46	211	663069.91	2264069.08	258	664152.92	2263724.68
165	664025.23	2263800.47	212	663088.22	2264079.60	259	664170.01	2263722.57
166	664011.12	2263809.12	213	663106.91	2264089.43	260	664187.17	2263721.21
167	663997.42	2263818.41	214	663125.95	2264098.53	261	664204.37	2263720.59
168	663984.15	2263828.30	215	663145.33	2264106.91	262	664221.59	2263720.72
169	663971.33	2263838.77	216	663165.01	2264114.55	263	664238.78	2263721.59
170	663739.49	2264037.30	217	663184.97	2264121.45	264	664255.92	2263723.21
171	663722.81	2264051.06	218	663205.17	2264127.58	265	664272.97	2263725.57
172	663705.63	2264064.20	219	663225.59	2264132.94	266	664289.90	2263728.67
173	663687.97	2264076.70	220	663246.20	2264137.52	267	664306.69	2263732.50
174	663669.87	2264088.54	221	663266.97	2264141.33	268	664323.29	2263737.05
175	663651.35	2264099.71	222	663287.86	2264144.34	269	664339.68	2263742.32
176	663632.43	2264110.19	223	663308.86	2264146.56	270	664355.82	2263748.29
177	663613.13	2264119.97	224	663329.92	2264147.99	271	664371.69	2263754.96
178	663593.49	2264129.03	225	663351.02	2264148.62	272	665948.23	2264457.99
179	663573.53	2264137.36	226	663372.14	2264148.45	273	665961.82	2264464.46
180	663553.28	2264144.95	227	663393.23	2264147.48	274	665975.08	2264471.61
181	663532.76	2264151.79	228	663414.26	2264145.71	275	665987.96	2264479.40
182	663512.00	2264157.87	229	663435.22	2264143.15	276	666000.43	2264487.83
183	663491.04	2264163.19	230	663456.06	2264139.80	277	666012.47	2264496.88
184	663469.89	2264167.73	231	663476.77	2264135.66	278	666024.04	2264506.51

185	663448.59	2264171.49	232	663497.30	2264130.74	279	666035.12	2264516.71
186	663427.17	2264174.46	233	663517.63	2264125.05	280	666045.67	2264527.45
187	663405.65	2264176.64	234	663537.73	2264118.60	281	666055.68	2264538.70
188	663384.06	2264178.03	235	663557.57	2264111.38	282	666065.11	2264550.43

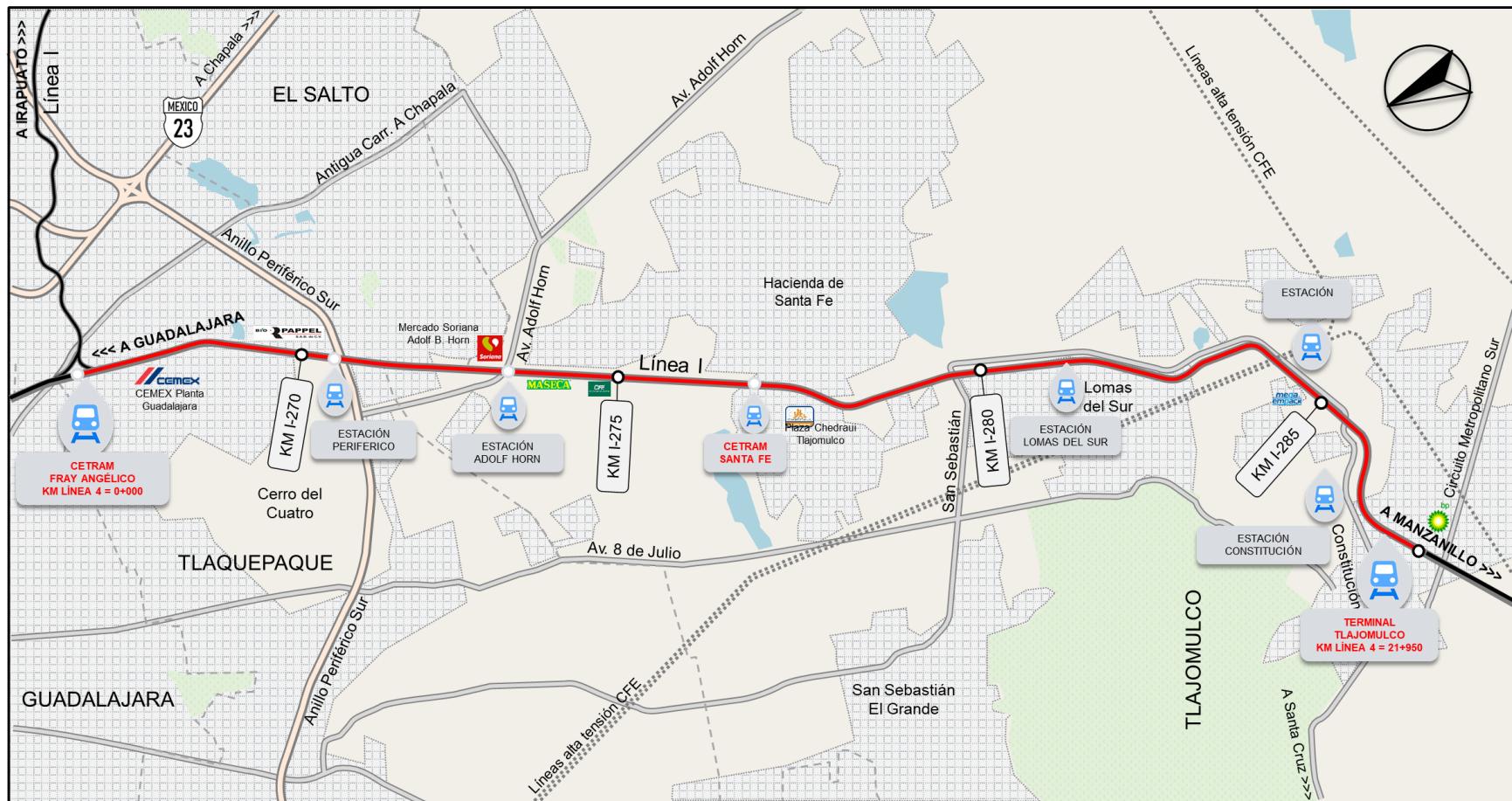
**Continuación de la Tabla 2.2. Coordenadas del Polígono del Proyecto “Construcción de la Línea 4 del Tren Ligero de Guadalajara”**

ID	X	Y	ID	X	Y	ID	X	Y
283	666073.94	2264562.63	327	666789.23	2266550.78	371	668285.80	2270491.59
284	666082.15	2264575.25	328	666807.09	2266573.78	372	668302.24	2270507.29
285	666089.73	2264588.26	329	666824.38	2266597.21	373	668318.17	2270523.50
286	666096.64	2264601.64	330	666841.07	2266621.07	374	668333.58	2270540.21
287	666102.88	2264615.34	331	666857.16	2266645.34	375	668348.45	2270557.41
288	666108.42	2264629.34	332	666872.63	2266670.00	376	668362.76	2270575.07
289	666113.26	2264643.60	333	666887.48	2266695.05	377	668376.50	2270593.17
290	666117.38	2264658.08	334	666901.70	2266720.46	378	668389.66	2270611.71
291	666120.78	2264672.75	335	666915.28	2266746.22	379	668402.22	2270630.65
292	666123.43	2264687.57	336	666928.20	2266772.31	380	668414.17	2270649.98
293	666125.35	2264702.50	337	666940.47	2266798.72	381	668425.51	2270669.69
294	666183.50	2265268.12	338	666952.07	2266825.42	382	670410.01	2274251.40
295	666185.16	2265287.71	339	666963.00	2266852.41	383	671191.55	2275666.29
296	666186.12	2265307.35	340	666973.25	2266879.67	384	671208.63	2275696.68
297	666186.37	2265327.01	341	667580.60	2268558.60	385	671226.18	2275726.82
298	666185.91	2265346.67	342	667589.61	2268584.46	386	671244.18	2275756.68
299	666184.75	2265366.30	343	667598.01	2268610.54	387	671262.64	2275786.26
300	666182.89	2265385.88	344	667605.80	2268636.80	388	671281.55	2275815.55
301	666180.32	2265405.37	345	667612.96	2268663.25	389	672476.04	2277635.36
302	666166.62	2265496.80	346	667619.50	2268689.85	390	672489.28	2277656.25
303	666164.12	2265512.77	347	667625.40	2268716.60	391	672501.85	2277677.54
304	666161.39	2265528.70	348	667630.68	2268743.48	392	672513.74	2277699.22
305	666151.28	2265585.33	349	667635.31	2268770.48	393	672524.93	2277721.27
306	666148.70	2265602.02	350	667639.31	2268797.58	394	672535.41	2277743.66
307	666146.89	2265618.81	351	667788.25	2269896.41	395	672545.19	2277766.37
308	666145.85	2265635.67	352	667791.30	2269915.99	396	672554.23	2277789.38
309	666145.59	2265652.56	353	667795.14	2269935.43	397	672562.54	2277812.67
310	666146.11	2265669.44	354	667799.75	2269954.69	398	672570.11	2277836.21
311	666147.40	2265686.29	355	667805.13	2269973.76	399	672576.92	2277859.98
312	666149.47	2265703.05	356	667811.27	2269992.60	400	672582.98	2277883.95
313	666152.30	2265719.70	357	667818.16	2270011.17	401	672588.28	2277908.10
314	666155.90	2265736.20	358	667825.79	2270029.45	402	672592.80	2277932.41
315	666160.26	2265752.52	359	667834.14	2270047.42	403	672708.02	2278610.99
316	666165.36	2265768.62	360	667843.21	2270065.03	404	672712.86	2278637.59
317	666171.20	2265784.47	361	667852.98	2270082.27	405	672718.33	2278664.07
318	666177.76	2265800.04	362	667863.43	2270099.10	406	672978.58	2279851.31
319	666185.03	2265815.28	363	667874.54	2270115.50	407	672982.87	2279872.24
320	666193.00	2265830.18	364	667886.31	2270131.44	408	672986.58	2279893.28
321	666201.64	2265844.69	365	667898.70	2270146.89	409	672989.72	2279914.41
322	666210.94	2265858.79	366	667911.70	2270161.84	410	672992.27	2279935.62
323	666220.88	2265872.45	367	667925.29	2270176.26	411	672994.24	2279956.89



<b>324</b>	666231.44	2265885.63	368	667939.45	2270190.11	412	672995.63	2279978.21
<b>325</b>	666231.44	2265885.63	369	667954.15	2270203.39	413	673006.47	2280189.59
<b>326</b>	666770.79	2266528.25	370	668268.87	2270476.42			

## LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO





**Figura 2.3. Localización de las estaciones de la Línea 4 del Tren Ligero de Guadalajara**

Como se mencionó previamente, esta MIA-E constituye la evaluación de un proyecto cuyos elementos no están aun completamente definidos, siendo un proyecto más conceptualizado que definido, lo que permitirá identificar a través de este estudio de impacto ambiental, situaciones que puedan ser solventadas desde el propio diseño del proyecto para prevenir al máximo posible la generación de impactos ambientales. Bajo este enfoque, los polígonos exactos dentro de los cuales quedarán construidas las estaciones, aún son sujetos de cambios, y podrían variar en dimensiones y coordenadas en función de diversas variables que continúan siendo analizadas para el desarrollo de la ingeniería de detalle del proyecto. No obstante, se tiene la ubicación general de las estaciones, la cual se muestra con una coordenada de referencia en la siguiente tabla.

**Tabla 2.3. Localización de las estaciones de la Línea 4 del Tren Ligero de Guadalajara**

Estación	Nombre	Coordenada de referencia	
		X	Y
1	Gobernador Curiel	672967.50	2279869.46
2	Periférico	671475.86	2276137.44
3	Adolf Horn	670360.42	2274212.33
4	Puente Unión del Cuatro	668397.84	2270649.15
5	Carretera San Sebastián	667516.51	2268431.30

6	La Fortuna	666788.42	2266574.12
7	Prolongación Mariano Escobedo	662882.38	2263952.65
8	Circuito Sur	662203.44	2263465.86

Como parte de los trabajos para el diagnóstico del estado que guarda el derecho de vía ferroviario existente, la SIOP como promovente del Proyecto, ha ordenado hacer un recorrido para el levantamiento de las estructuras que cruza la vía, y que por lo tanto deberán ser protegidas durante la preparación y construcción del Proyecto. Un resumen de dichos cruces por secciones, se presenta en la siguiente tabla, mientras que en el Anexo 2.2 se muestra esta misma información acompañada de fotografías que evidencian el estado actual que guarda el sitio del proyecto.

**Tabla 2.4. Estructuras que cruzan el proyecto**

Km Físico	Km A. Proy	Estructura-Cruce	Coordenada Norte	Coordenada Este	Descripción
276+781.45	276+781.45	Paso Superior Vehicular "Nodo Santa fe"	2,270,646.74	668,393.90	PSV de dos carriles por sentido, 3 claros de con una longitud de 60 metros totales, permite el cruce de Av. Concepción hacia Camino Unión del Cuatro, por encima de las vías e integrando la circulación desde la Av. Concepción hacia la calle Morelos
279+190.88	279+190.88	Cruce a Nivel	2,268,504.62	667,543.83	Carretera a San Sebastián el Grande-Camino a Unión del 4 -Camino a Lomas de Tejada, Longitud 8 Metros
281+723.78	281+723.78	Cruce a Nivel	2,266,226.12	666,496.53	Entrada y Salida al Fraccionamiento Loma Luxemburgo y Sur, Longitud 12 Metros
284+106.88	284+106.88	Cruce a Nivel		665,544.26	Sin estructura solo balastro, da acceso a una serie de parcelas
285+182.30	285+182.30	Cruce a Nivel	2,263,862.43	664,561.51	Sin estructura solo balastro, da acceso a una serie de parcelas
284+850.00	284+888.36	Cruce a Nivel	2,263,981.85	664,830.12	Calle Constitución Ote. Con una longitud de 8 Metros
284+712.99	284+712.99	Cruce a Nivel	2,264,053.64	664,990.12	Calle Constitución Ote. / Av. Del Almendro, para entrar al Fraccionamiento Cima del Sol
284+457.05	284+457.05	Cruce a Nivel	2,264,154.99	665,225.15	Cruce Calle Constitución Ote y Entrada y Salida a Mega Empack
286+966.57	287+010.68	Cruce a Nivel	2,263,993.15	662,930.22	
280+974.61	280+974.61	Cruce Peatonal	2,266,826.12	666,940.21	Sin estructura solo balastro, da acceso a una serie de parcelas
282+013.27	282+013.27	Cruce Peatonal	2,266,004.66	666,310.11	Estructura de varios escalones de concreto en rampa de subida y bajada
282+344.74	282+344.74	Cruce Peatonal	2,265,725.74	666,139.01	Estructura de varios escalones de concreto en rampa de subida y bajada
284+258.06	284+258.06	Cruce Peatonal	2,264,239.36	665,405.48	

Km Físico	Km A. Proy	Estructura-Cruce	Coordenada Norte	Coordenada Este	Descripción
					Estructura de varios escalones de concreto en rampa de subida y bajada, con un pasamanos de acero
278+380.00	278+409.99	Alcantarilla	2,269,270.22	667,684.36	Con estribos de mampostería
283+000.00	283+002.28	Alcantarilla	2,265,072.59	666,152.48	Estructura de Mampostería con dos ojos con tubo de Concreto
282+690.54	282+690.54	Alcantarilla Carretera	2,265,383.42	666,169.93	Estructura de Mampostería de un ojos con tubo de Concreto, que cruza la Carretera, sin intervenir con la Vía Férrea
282+594.78	282+594.78	Alcantarilla Carretera	2,265,478.16	666,156.04	Estructura de Mampostería de un ojos con tubo de Concreto, que cruza la Carretera, sin intervenir con la Vía Férrea
283+740.00	283+752.49	Alcantarilla	2,264,442.98	665,868.17	Estructura de Concreto Armado de tres ojos, con una Longitud de 8 Metros
284+850.00	284+902.21	Alcantarilla	2,263,976.58	664,817.10	
285+520.00	285+585.82	Alcantarilla	2,263,745.22	664,181.07	Estructura de Concreto Armado de un ojo con tubo de Concreto
286+420.00	286+420.00	Alcantarilla	2,264,157.63	663,448.77	
279+790.00	279+832.05	Puente	2,267,901.70	667,325.88	Puente Ferroviario, con Estribos de Concreto Armado de una Longitud de 14 Metros
280+800.00	280+824.21	Puente	2,266,967.14	666,992.72	Puente Ferroviario, con Estribos de Concreto Armado de una Longitud de 14 Metros
282+028.67	282+028.67	Puente	2,265,992.27	666,298.61	Puente Ferroviario de una Longitud de 8 Metros, con Aleros y Muros de Mampostería
286+987.00	286+988.10	Puente	2,264,003.86	662,944.45	Puente Ferroviario, con Muros y Aleros de Mampostería, con una Longitud de 12 Metros
277+993.72	277+993.72	Juego de Cambio	2,269,681.73	667,747.65	De madera sin conexión Ladero de Carga
277+848.96	277+848.96	Juego de Cambio	2,269,825.87	667,761.95	De madera sin conexión Ladero
278+839.42	278+839.42	Juego de Cambio	2,268,844.48	667,628.37	De madera sin conexión Ladero
278+435.40	278+435.40	Juego de Cambio	2,269,243.68	667,691.26	De madera sin conexión Ladero de Carga
284+346.34	284+346.34	Juego de Cambio	2,264,201.92	665,325.45	De Madera sin Conexión
284+605.07	284+605.07	Juego de Cambio	2,264,097.93	665,088.64	De Madera sin Conexión
277+000.00	277+012.36	Placa Kilométrica	2,270,472.02	668,244.60	En durmiente de Concreto



Km Físico	Km A. Proy	Estructura-Cruce	Coordenada Norte	Coordenada Este	Descripción
278+000.00	278+023.22	Placa Kilométrica	2,269,653.06	667,739.49	En durmiente de Concreto
279+000.00	279+063.97	Placa Kilométrica	2,268,624.32	667,586.06	En durmiente de Concreto
281+000.00	281+027.12	Placa Kilométrica	2,266,779.07	666,916.80	En durmiente de Concreto
282+000.00	282+060.00	Placa Kilométrica	2,265,970.35	666,278.29	En durmiente de Concreto
283+000.00	283+000.00	Placa Kilométrica	2,265,072.59	666,152.48	En durmiente de Concreto
284+000.00	284+036.22	Placa Kilométrica	2,264,327.70	665,608.92	En durmiente de Concreto
285+000.00	285+040.00	Placa Kilométrica	2,263,919.76	664,691.50	En durmiente de Concreto
286+000.00	286+027.93	Placa Kilométrica	2,263,964.41	663,807.80	En durmiente de Concreto
287+000.00	287+040.00	Placa Kilométrica	2,263,973.37	662,903.27	En durmiente de Concreto
281+098.26	281+098.26	CFE	2,266,716.17	666,883.61	Un poste de Concreto Armado y uno de Madera
280+808.74	280+808.74	CFE	2,266,983.72	666,992.34	Cuatro Postes de Concreto Armado
283+925.51	283+925.51	CFE Alta tensión	2,264,371.52	665,710.59	Cables de Alta Tensión
283+969.58	283+969.58	CFE Alta tensión	2,264,394.25	665,761.69	Cables de Alta Tensión
284+850.00	284+902.21	CFE	2,263,976.58	664,817.10	Cables de Corriente Eléctrica
284+574.86	284+574.86	CFE	2,264,109.33	665,116.53	Cable Eléctrico, dos Postes de Concreto Armado
284+496.84	284+496.84	CFE	2,264,141.55	665,187.60	Cruce Eléctrico, dos Postes de Concreto Armado
280+344.43	280+344.43	Telmex	2,267,419.19	667,153.49	Dos postes de Concreto Reforzado y dos de madera
284+687.01	284+687.01	Telmex	2,264,064.39	665,013.81	Cable Telefónico, dos Postes de Madera
280+449.45	280+449.45	GAS	2,267,319.95	667,119.11	
278+285.93	278+285.93	Zona de carga	2,269,390.54	667,720.52	Del Rancho El Cuervo S.A. de C.V. Compra venta de maíz y agricultura



Km Físico	Km A. Proy	Estructura-Cruce	Coordenada Norte	Coordenada a Este	Descripción
279+331.62	279+331.62	Invasión D.V.	2,268,373.55	667,492.61	Corral para Ganado rodeado por Malla Ciclónica
280+000.00	280+021.65	DMC Orozco	2,267,723.98	667,259.78	
285+250.00	285+291.27	Sensor	2,263,818.74	664,461.75	
286+807.00	286+807.01	Sensor	2,264,105.34	663,094.67	
277+320.16	277+320.16	Lubricador	2,270,271.24	668,011.31	
282+060.00	282+060.00	Lubricador	2,265,970.35	666,278.29	
286+930.00	286+956.55	Lubricador	2,264,022.77	662,969.76	
276+240.00	276+292.15	Cruce a Nivel	2,271,073.34	668,633.25	
276+350.00	276+315.90	Cruce a Nivel	2,271,052.19	668,622.41	
275+250.00	275+240.67	Cruce a Nivel	2,271,991.53	669,145.64	
273+482.70	273+482.70	Cruce a Nivel	2,273,526.87	670,001.95	
272+786.07	272.786.07	Cruce a Nivel	2,274,143.94	670,333.84	
270+953.73	270+953.73	Cruce a Nivel	2,275,743.92	671,217.80	
270+510.10	270+510.10	Cruce a Nivel	2,276,111.96	671,454.56	
269+739.41	269+739.41	Cruce a Nivel	2,276,759.56	671,884.11	
268+678.46	268+678.46	Cruce a Nivel	2,277,647.69	672,464.49	
266+498.12	266+498.12	Cruce a Nivel	2,279,768.30	672,943.18	

#### 2.2.4 Inversión requerida

La estimación del costo integral del Proyecto “Construcción de la Línea 4 del Tren Ligero de Guadalajara”, ronda los trece mil millones de pesos, mismos que se pretende sean otorgados por el gobierno federal, bajo un esquema de financiamiento para el desarrollo de la infraestructura metropolitana.

#### 2.2.5 Dimensiones del proyecto

A continuación se presenta la superficie total requerida para el proyecto en su primer fase de desarrollo, centrada en el establecimiento del derecho de vía, desglosando de la siguiente manera:

- **Superficie total del predio (en metros cuadrados o hectáreas).**

El proyecto es de naturaleza lineal, y el terreno a ocupar corresponde a una fracción del derecho de vía federal para la Línea "I" de la red ferroviaria del país, entre el kilómetro I-266+400 y el kilómetro I-287+200, que actualmente está concesionada a la empresa Ferromex para el transporte de carga, y que ahora también será concesionada al Sistema de Tren Eléctrico Urbano; lo que significa que no hay una superficie total del predio a reportar para este proyecto en particular.

- **Superficie del Área de Proyecto (en metros cuadrados o hectáreas).**

El proyecto contempla una longitud aproximada de 20.80 km, con un ancho del Derecho de Vía en su mayor parte de 30 m, 15 m a cada lado del eje de la vía ferroviaria actual. La superficie total que ocupará el proyecto es de aproximadamente 67.6715 hectáreas.

Dentro de esta superficie se establecerán las vías para ambos sentidos del tren ligero, las estaciones y posibles áreas de mantenimiento o cocheras para que los vagones pernocten. Habrá otro tipo de obras, como patios, talleres y el Centro de Transferencia Multimodal (CETRAM), que requieran más superficies de las consideradas dentro del derecho de vía, pero su definición aún está analizándose, por lo que no son parte de la primera fase de evaluación del proyecto. Cuando se tenga esta información se someterá a evaluación en la modalidad que indique la autoridad competente.

- **Superficie a afectar (en metros cuadrados o hectáreas) con respecto a la cobertura vegetal**

Como fue debidamente analizado en su momento como parte de un proceso de prefactibilidad ambiental, al ubicarse dentro del derecho de vía de una vía férrea existente y en operación desde hace más de un siglo, misma que está sujeta a un programa de mantenimiento para evitar la revegetación natural de especies asociadas al disturbio, el proyecto no incidirá en superficies con cobertura vegetal, por lo que no afectará áreas forestales o áreas verdes.

- **En caso de Proyecto lineales, indicar las dimensiones del Proyecto por su longitud y el ancho medio**

El proyecto contempla una longitud aproximada de 20.80 km, con un ancho del Derecho de Vía en su mayor parte de 30 m, 15 m a cada lado del eje de la vía ferroviaria actual. La superficie total que ocupará el proyecto es de aproximadamente 67.6715 hectáreas.

## **2.2.6 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos**

Por su ubicación en un contexto geográfico urbanizado, el Proyecto tendrá accesibilidad a todos los servicios que requiera para su preparación, construcción y operación. El derecho de vía para el proyecto, se encuentra en su mayor trazo junto a vialidades en condiciones adecuadas para circular con vehículos y maquinaria, por lo que no se requerirá construir vías de comunicación nuevas; el servicio de agua para las maniobras de preparación y construcción, incluyendo el agua para riego como medida de mitigación para la supresión de polvos fugitivos, será contratado y se distribuirá

en pipas, procurando que se utilice agua tratada y no agua potable en estos trabajos; no se descarta la posibilidad de colocar alguna cisterna en los frentes de trabajo o patios de maniobras para el almacenamiento temporal del agua. Los servicios sanitarios para los trabajadores de la obra, también se proveerán por empresas especializadas contratadas ex profeso. El agua purificada para consumo de los trabajadores, se abastecerá en garrones de 20 litros a través de un proveedor. Durante la etapa de operación, no se prevé el uso de agua salvo para lavado y mantenimiento periódico de los vagones, por lo que el servicio de abastecimiento se realizaría en los talleres de mantenimiento, que en su momento serán sometidos a evaluación de impacto ambiental, ya que en esta etapa no está definida aún su ubicación. Cabe mencionar que, de ser el caso, el abastecimiento de agua potable en los talleres se realizará mediante una interconexión con la red de distribución del Sistema Intermunicipal de Agua Potable y Alcantarillado (SIAPA), por lo que oportunamente se obtendrá la viabilidad y el contrato de interconexión correspondiente. El servicio operativo del Proyecto, no incluirá el servicio de sanitarios para los usuarios del tren ligero, por lo que no se generarán descargas de aguas residuales en las estaciones.

Para el proyecto se instalarán los almacenes para los residuos que se generen en los frentes de trabajo que sean necesarios, conforme al Plan de Manejo de Residuos que para tal efecto se desarrolle. Dichos almacenes cumplirán con la normatividad correspondiente, tanto en materia de residuos peligrosos por aquellos residuos que se generen por el mantenimiento de los equipos y maquinaria, y que se alinearán con las especificaciones del Artículo 82 del Reglamento de la Ley General de Gestión Integral de los Residuos; como por los residuos de manejo especial y los de características domiciliarias que generen los trabajadores de la obra, que se separarán conforme a la Norma Ambiental Estatal NAE-SEMADES- 007/2008 que establece los criterios y especificaciones técnicas bajo las cuales se deberá realizar la separación, clasificación, recolección selectiva y valorización de los residuos en el Estado de Jalisco; y la NAE-SEMADET-001/2016, que establece los criterios y especificaciones técnicas bajo las cuales se deberá realizar la separación, clasificación, valorización y destino de los residuos de la construcción y demolición en el Estado de Jalisco.

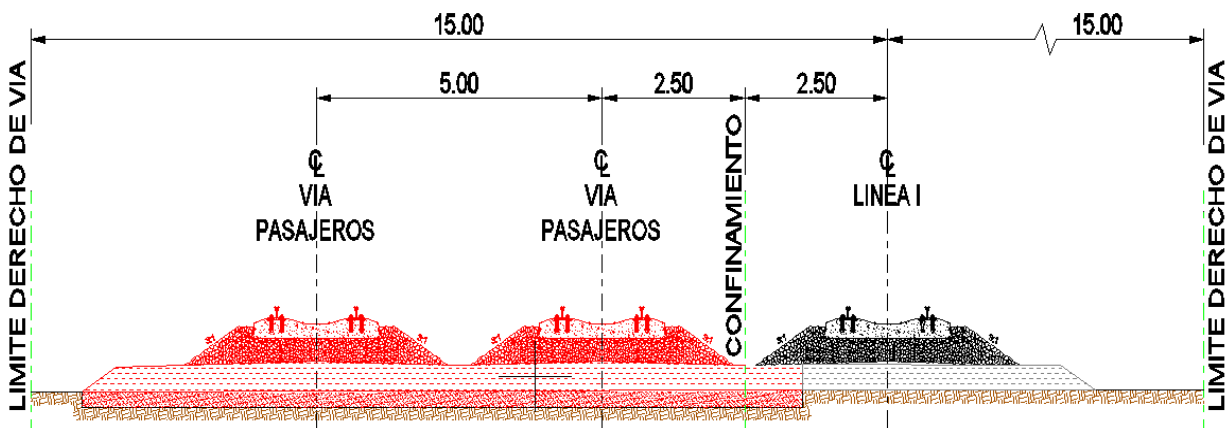
Con relación a la energía eléctrica requerida para el servicio del tren ligero, cerca al trazo del proyecto se encuentra una subestación eléctrica a cargo de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), con capacidad para interconexión y abastecimiento de la demanda eléctrica. Es posible que acorde a la ingeniería de detalle del proyecto ejecutivo, aún en desarrollo, se defina la necesidad de construir otra subestación eléctrica particular para la Línea 4 como infraestructura asociada, que en su caso será manifestada y evaluada como parte de una fase posterior del proyecto, por lo que oportunamente se solicitará ante la CFE el dictamen de factibilidad para la construcción y/o interconexión al red eléctrica para el adecuado funcionamiento del Proyecto.

### **2.3 Características particulares del proyecto**

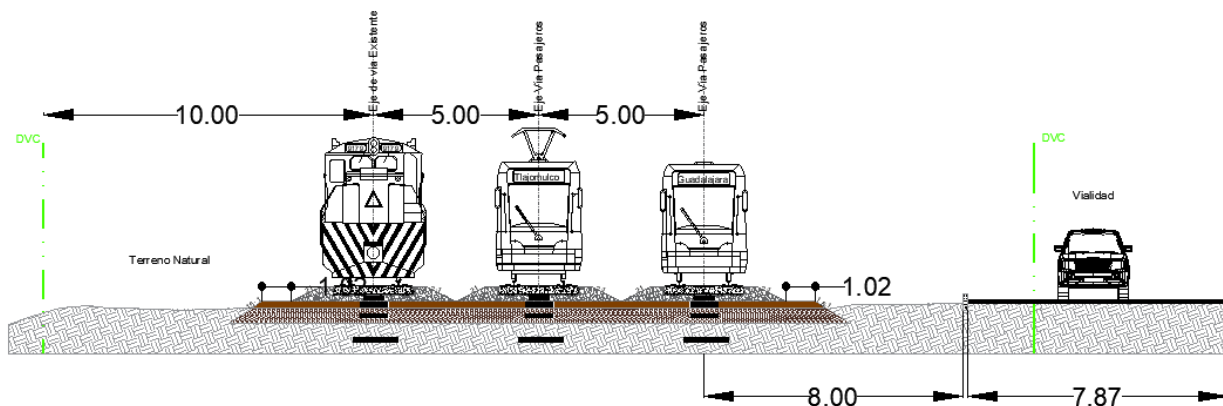
En esta sección se presentan los aspectos generales de las obras a realizar, y en las secciones posterior se ofrecen mayores detalles de las actividades pretendidas por cada etapa de desarrollo del proyecto, en referencia a la preparación del sitio, construcción y operación del Proyecto.

El Línea 4 del Tren Ligero Guadalajara contempla una longitud aproximada de 20.80 km, misma que se ubicará dentro del Derecho de Vía (DV) de la vía General de Comunicación Ferroviaria, Línea “I”, entre el km I-266+400 y el km I-287+200. El ancho del DV existente en su mayor parte es de 30 m, 15 m a cada lado del eje de la vía. Las vías en ambos sentidos de la Línea 4 del Tren Ligero (Norte a Sur y Sur a Norte), se pretenden ubicar dentro del margen Este del derecho de vía existente, es decir, del lado izquierdo de la vía férrea partiendo de la Estación 1 - Gobernador Curiel, en Guadalajara, con dirección a la Estación 8 - Circuito Sur (terminal) en Tlajomulco.

Los distanciamientos entre los ejes de las vías serán invariablemente de 5 metros, como se muestra en las siguientes figuras esquemáticas, no obstante, los distanciamientos al límite del derecho de vía pueden variar dependiendo del encadenamiento en el que se encuentre.

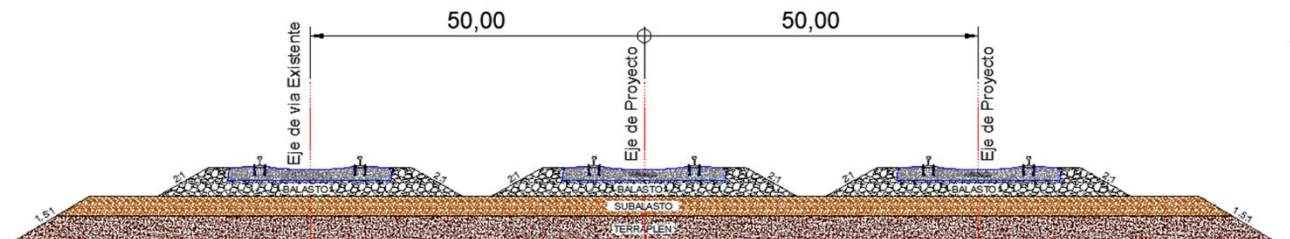


**Figura 2.4. Sección esquemática de la distribución de las vías dentro del DV de la Línea “I” de FERROMEX. Vista de Norte a Sur (hacia Tlajomulco)**



**Figura 2.5. Sección esquemática de la distribución de las vías dentro del DV de la Línea “I” de FERROMEX. Vista de Sur a Norte (hacia Guadalajara)**

La superestructura del derecho de vía se compone por una base que conforma el ancho de corona del terraplén, sobre la cual se extiende el Sub-balasto; encima de este se establece el Balasto que soporta el durmiente de cada vía.



**Figura 2.6. Sección típica de la superestructura del Derecho de Vía de la Línea "I" con los ejes para las vías de la Línea 4**

A continuación se ofrece una descripción de los conceptos que conforman la superestructura del derecho de vía, así como su objetivo y funciones principales.

### **BALASTO**

Definición de la SCT: "Material granular y permeable, tal como la roca triturada, que se coloca alrededor y debajo de los durmientes para darle estabilidad a la vía férrea y drenar la presencia de aguas".

#### Funciones y Objetivos

1. Servir de apoyo y capacidad portante de la estructura de la vía, ante las cargas y esfuerzos producidos por el paso de los equipos rodantes sobre la vía férrea.
2. Posibilitar el drenaje facilitando la evacuación de las aguas de lluvias.
3. Darle estabilidad a la vía férrea en cuanto a su alineación y nivelación.
4. Mantener el espaciamiento normado entre los durmientes.
5. Amortiguar los esfuerzos que ejercen los trenes sobre la vía.
6. Repartir uniformemente los esfuerzos sobre la plataforma.
7. Evitar el desplazamiento de la vía, estabilizándola en dirección vertical, longitudinal y transversal.
8. Resistir el desgaste de la vía férrea y sus elementos, así como la degradación causada por las cargas.
9. Permitir al personal de conservación corregir irregularidades de alineamiento y nivelación.
10. Retardar el crecimiento de la vegetación.

### **SUB-BALASTO**

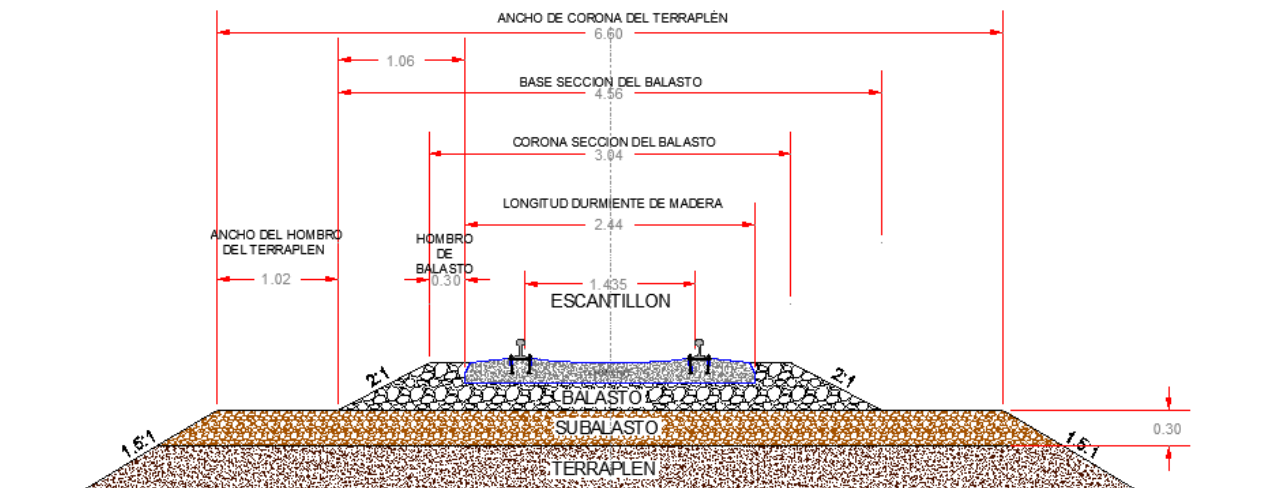
Definición de la SCT: "Es una capa granular de material compactado que se coloca debajo de la corona o nivel de rodamiento de la plataforma de la vía férrea".

#### Funciones y Objetivos

1. Impermeabiliza la corona de la Infraestructura soporte de las vías férreas.
2. Protege la plataforma o terraplén contra la erosión.
3. Mejora la distribución de cargas sobre la plataforma o terraplén.
4. Evita la contaminación del balasto sobre el terraplén.

Las especificaciones para la conformación de la infraestructura y subestructura de la vía férrea deberán cumplir con las características indicadas conforme a la normativa de la SCT para Terracerías (Terraplenes, Subyacentes, Subrasantes), y para el Sub-balasto y Balasto; así como las normas del Reglamento Técnico de Conservación de Vía y Estructuras (RTCvE) y del American Railway Engineering and Maintenance of Way Association (AREMA). Es por lo que la sección tipo se plantea con las siguientes especificaciones.

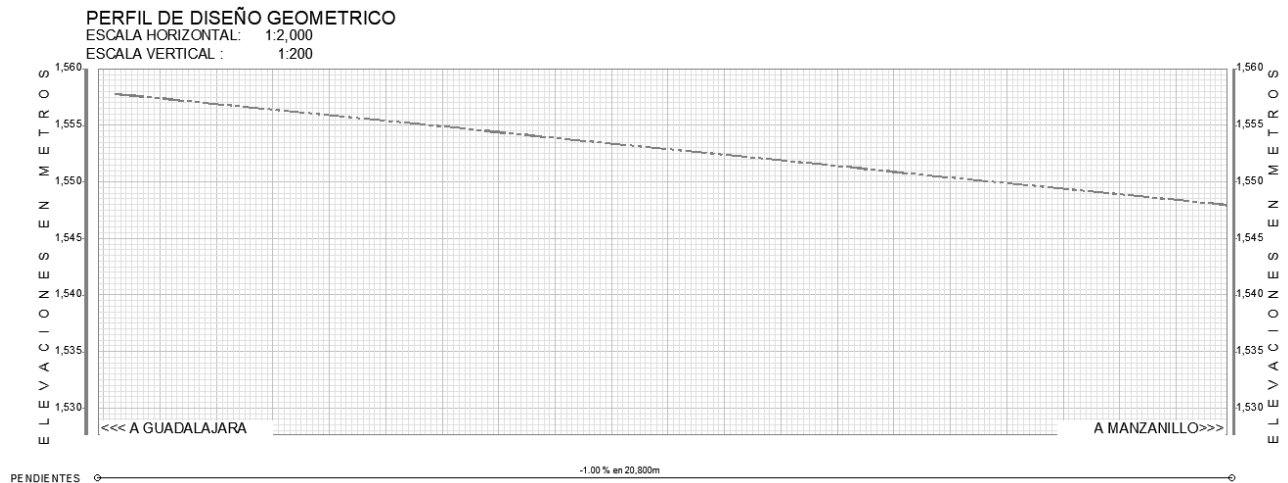
- Ancho de corona del Terraplén: 6.60 m
  - Ancho del hombro del terraplén: 1.02 m
  - Talud del Terraplén y Sub-balasto: 1.5:1
- Espesor de la Subrasante: 0.50 m
- Espesor del Sub-balasto: 0.30 m
- Espesor del Balasto: 0.25 m
- Base sección del Balasto: 4.56 m
  - Ancho del hombro de Balasto: 0.30 m
  - Corona Sección del Balasto: 3.04 m
  - Talud del Balasto: 2:1
- Longitud del durmiente de madera: 2.44 m
- Escantillon: 1.435 m



**Figura 2.7. Sección tipo y dimensiones de la superestructura**

Debido a que el proyecto se construirá junto a la vía férrea existente, la topografía del sitio es muy regular y el terreno se encuentra nivelado con una pendiente de 1.00 % con dirección hacia el sur (hacia Tlajomulco), disminuyendo la altitud del rasante en 1 metro por cada 100 metros de distancia, de acuerdo al perfil de diseño geométrico de la vía, que para el Proyecto “Construcción de la Línea 4 del Tren Ligero de Guadalajara” inicia en la cota 1,557.80 en el km I-266+400, y termina en la cota 1,349.80 en el km I-287+200; por lo que hay un gradiente altitudinal de 208 m.

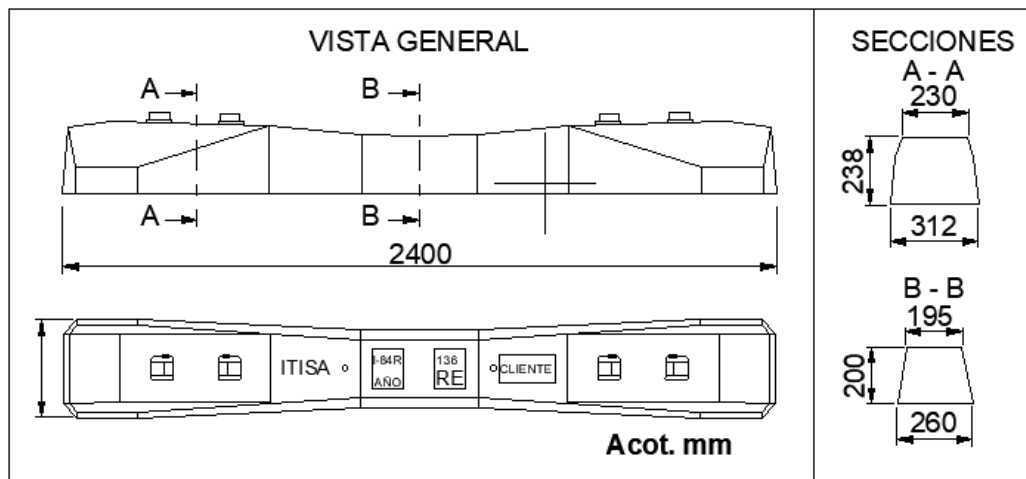




**Figura 2.8. Esquemático del perfil de diseño geométrico (elevaciones del rasante)**

La pendiente transversal de la terracería será como mínimo del 2% a partir del eje longitudinal de la misma. Como parte del desarrollo de la ingeniería de detalle, se analizan obras complementarias de drenaje longitudinal a la vía a base de cunetas adecuadas, subdrenes, tubo ranurado y/o cualquier otro dispositivo que tendrá que ser aprobado por el área normativa del área de Infraestructura.

La vía será del tipo elástica con soldadura aluminotérmica, con un calibre del riel de 115 lbs/yd, el tipo de durmiente es ITISA I-84, con fijación elástica RNY y Balasto tipo 4-A. Las dimensiones del durmiente se presentan en la Figura 2.9



**Figura 2.9. Esquemático y dimensiones del durmiente que se utilizará en la Línea 4**

El trazo de la Línea 4 del Tren Ligero Guadalajara tendrá 14 curvas en total, las cuales se presentan en el siguiente cuadro de curvas.

CUADRO DE CURVAS						
CURVA	DELTA	RADIO	ARCO	STAN	CUERDA	Gc
C1	09°25'42.64"	763.944	125.713	62.999	125.572	01°30'0"
C2	02°43'39.75"	1,145.916	54.554	27.282	54.549	01°0'0"
C3	23°30'44.70"	763.944	313.499	158.987	311.304	01°30'0"
C4	04°14'0.98"	2,291.831	169.344	84.711	169.306	00°30'0"
C5	00°4'27.63"	2,291.831	2.974	1.487	2.974	00°30'0"
C6	20°4'5.33"	701.581	245.732	124.138	244.478	01°38'0"
C7	41°20'18.86"	509.296	367.454	192.135	369.536	02°15'0"
C8	12°10'6.80"	1,145.916	243.371	122.145	242.914	01°0'0"
C9	19°46'40.56"	1,145.916	395.559	199.767	393.598	01°0'0"
C10	49°46'59.47"	381.972	331.888	177.237	321.546	03°0'0"
C11	14°23'33.03"	532.964	133.884	67.296	133.532	02°9'0"
C12	60°5'45.66"	266.479	300.480	165.719	286.895	04°0'0"
C13	64°36'22.36"	381.972	430.708	241.502	408.250	03°0'0"
C14	75°53'1.18"	572.958	758.837	448.708	704.579	02°0'0"

**Figura 2.10. Cuadro de curvas para el Proyecto "Construcción de la Línea 4 del Tren Ligero de Guadalajara"**

Así mismo, aunque en la sección 2.2.3 Ubicación física del proyecto, se presenta un cuadro de coordenadas del polígono que delimita el derecho de vía que será intervenido para la Construcción de la Línea 4 del Tren Ligero de Guadalajara, a continuación se presenta el cuadro de construcción de eje, conforme a los planos del proyecto que se han desarrollado con la información disponible en esta primera fase de desarrollo de la ingeniería de detalle del proyecto.

CUADRO DE CONSTRUCCION DE EJE						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				X	Y
PST=266+000.00	PC=266+282.48	S 02°56'07.40" W	282.482	PST=266+000.00	672,995.1118	2,280,261.0923
PC=266+282.48	PT=266+408.19	S 07°38'58.72" W D = 9°25'42.64" der Rc = 763.944	Lc = 125.713 ST = 62.999	PT=266+408.19 PI=266+345.48	672,963.9305 672,977.4198	2,279,854.5266 2,279,916.0645
PT=266+408.19	PC=267+623.74	S 12°21'50.04" W	1,215.553	PC=267+623.74	672,703.6563	2,278,667.1653
PC=267+623.74	PT=267+678.30	S 11°00'00.17" W D = 2°43'39.75" izq Rc = 1,145.916	Lc = 54.554 ST = 27.282	PT=267+678.30 PI=267+651.03	672,693.2478 672,697.8146	2,278,613.6185 2,278,640.5158
PT=267+678.30	PC=268+354.17	S 09°38'10.29" W	675.873	PC=268+354.17	672,580.1123	2,277,947.2814
PC=268+354.17	PT=268+667.67	S 21°23'32.64" W D = 23°30'44.7" der Rc = 763.944	Lc = 311.304 ST = 158.987	PT=268+667.67 PI=268+513.16	672,466.5632 672,553.4993	2,277,657.4251 2,277,790.5377
PT=268+667.67	PC=270+863.08	S 33°08'54.99" W	2,195.411	PC=270+863.08	671,266.0854	2,275,819.3065
PC=270+863.08	PT=271+032.43	S 31°01'54.50" W D = 4°14'0.98" izq Rc = 2,291.831	Lc = 169.306 ST = 84.711	PT=271+032.43 PI=270+947.79	671,178.8059 671,219.7645	2,275,674.2315 2,275,748.382

PT=271+032.43	PC=272+648.11	S 28°54'54.01" W	1,615.682	PC=272+648.11	670,397.6047	2,274,259.9634
PC=272+648.11	PT=272+651.08	S 28°57'07.83" W D = 0°4'27.63" der Rc = 2,291.831	2.974 Lc = 2.974 ST = 1.487	PT=272+651.08 PI=272+649.59	670,396.1652 670,396.8858	2,274,257.3614 2,274,258.6619
PT=272+651.08	PC=276+743.85	S 28°59'21.64" W	4,092.771	PC=276+743.85	668,412.6163	2,270,677.3743
PC=276+743.85	PT=276+989.58	S 39°01'24.31" W D = 20°4'5.33" der Rc = 701.581	244.478 Lc = 243.732 ST = 124.138	PT=276+989.58 PI=276+867.99	668,258.6835 668,352.4532	2,270,487.442 2,270,568.7897
PT=276+989.58	PC=277+405.75	S 49°03'26.97" W	416.167	PC=277+405.75	667,944.3244	2,270,214.7271
PC=277+405.75	PT=277+773.21	S 28°23'17.54" W D = 41°20'18.86" izq Rc = 509.296	359.536 Lc = 367.454 ST = 192.135	PT=277+773.21 PI=277+597.89	667,773.3857 667,799.192	2,269,898.4269 2,270,088.8209
PT=277+773.21	PC=278+858.36	S 07°43'08.12" W	1,085.157	PC=278+858.36	667,627.6346	2,268,823.103
PC=278+858.36	PT=279+101.73	S 13°48'11.51" W D = 12°10'6.8" der Rc = 1,145.916	242.914 Lc = 243.371 ST = 122.145	PT=279+101.73 PI=278+980.51	667,569.6783 667,611.2288	2,268,587.2042 2,268,702.0648
PT=279+101.73	PC=280+909.40	S 19°53'14.91" W	1,807.664	PC=280+909.40	666,954.7579	2,266,887.3445
PC=280+909.40	PT=281+304.96	S 29°46'35.20" W D = 19°46'40.58" der Rc = 1,145.916	393.598 Lc = 395.559 ST = 199.767	PT=281+304.96 PI=281+109.16	666,759.2905 666,886.8024	2,266,545.7135 2,266,699.4911
PT=281+304.96	PC=282+152.15	S 39°39'55.50" W	847.197	PC=282+152.15	666,218.5216	2,265,893.5537
PC=282+152.15	PT=282+484.04	S 14°46'25.76" W D = 49°46'59.47" izq Rc = 381.972	321.546 Lc = 331.888 ST = 177.237	PT=282+484.04 PI=282+329.39	666,136.5261 666,105.3905	2,265,582.638 2,265,757.1191
PT=282+484.04	PI=282+557.47	S 10°07'03.97" E	73.425	PI=282+557.47	666,149.4248	2,265,510.3551
PI=282+557.47	PC=282+665.87	S 08°31'19.91" E D = 1°35'44.06" der	108.402	PC=282+665.87	666,165.4892	2,265,403.15
PC=282+665.87	PT=282+799.75	S 01°19'33.39" E D = 14°23'33.03" der Rc = 532.984	133.532 Lc = 133.884 ST = 67.296	PT=282+799.75 PI=282+733.16	666,168.5791 666,175.4619	2,265,269.6536 2,265,336.5969
PT=282+799.75	PC=283+368.35	S 05°52'13.12" W	568.602	PC=283+368.35	666,110.4241	2,264,704.033
PC=283+368.35	PT=283+668.83	S 35°55'06.05" W D = 60°5'45.85" der Rc = 286.479	286.895 Lc = 300.48 ST = 165.719	PT=283+668.83 PI=283+534.07	665,942.1225 666,093.4748	2,264,471.6902 2,264,539.183
PT=283+668.83	PC=285+395.02	S 65°57'58.97" W	1,726.187	PC=285+395.02	664,365.5848	2,263,768.6617
PC=285+395.02	PT=285+825.73	N 81°43'49.85" W D = 64°36'22.36" der Rc = 381.972	408.25 Lc = 430.708 ST = 241.502	PT=285+825.73 PI=285+636.52	663,961.5794 664,145.0198	2,263,827.38 2,263,670.3047
PT=285+825.73	PC=286+130.96	N 49°25'38.67" W	305.228	PC=286+130.96	663,729.7335	2,264,025.9037
PC=286+130.96	PT=286+889.79	N 87°22'09.26" W D = 75°53'1.18" izq Rc = 572.958	704.579 Lc = 758.837 ST = 446.708	PT=286+889.79 PI=286+577.67	663,025.8971 663,390.4222	2,264,058.2434 2,264,316.4472
PT=286+889.79	PST=287+200.00	S 54°41'20.16" W	310.21	287+200.00	662,772.7652	2,263,878.9426

Como parte de los trabajos iniciales para determinar las características del sitio, e iniciar el desarrollo de la ingeniería de detalle, durante los meses de octubre y noviembre del 2019, personal técnico de la empresa ALSA Ingeniería, contratados por la SIOP, realizó recorridos en el sitio del proyecto, realizando 44 Pozos a Cielo Abierto (PCA) distribuidos a cada 500 m en todo el predio, para conocer las características físicas y mecánicas del suelo, para su posible utilización en la construcción de las terracerías y/o capa Subrasante.

De acuerdo a los muestreos en campo, se identificaron 4 principales zonas cuya geotécnica implica diferentes consideraciones para la construcción de la subestructura de la vía férrea:

**I. ZONA DE ARENAS.** La sección de la subestructura de la vía férrea estará compuesta por las capas de Terreno Natural → Capa Sub-rasante → Capa de Sub-balasto → Capa de Balasto

**Despalme:** retirar los primeros 20 cm de capa vegetal.

**Corte:** abrir cajón a la profundidad necesaria para que se pueda alojar la sección de la subestructura propuesta.

**Terraplén:** el material de lugar cumple con las características físicas para cumplir la calidad de terraplén indicadas por la SCT, dicho desplante se compactará al 90% de Su masa volumétrica seca máxima (MVSM) AASHTO estándar.

**Sub-rasante:** sobre el terreno natural compactado y por debajo de la capa de sub-balasto Se colocará un material con calidad de Sub-rasante, dicha capa tendrá un espesor de 50 cm; la cual se compactará al 100% de su masa volumétrica seca máxima (MVSM) AASHTO estándar. Y dicho material debe cumplir con lo señalado en la normativa SCT para materiales utilizados en la capa Sub-rasante. Se deberá de compactar en 2 capas, la primera de 30 cm y la segunda de 20 cm de espesor. Nota: Se podrá utilizar el producto de excavación siempre y cuando cumpla con las características de sub-rasante.

**Sub-balasto:** sobre la capa Sub-rasante, se colocará una capa de material pétreo con características de Calidad de un Sub-balasto de acuerdo a la Normativa SCT, de 30 cm de espesor compacto; la cual se compactará al 100% de su masa volumétrica seca máxima (MVSM) AASHTO Modificada.

**Balasto:** sobre la Capa Sub-balasto, se colocará una Capa de material pétreo Con características de Calidad de un Balasto de acuerdo a las especificaciones técnicas de la AREMA, de 25 cm de espesor.

**II. ZONA DE ARENAS Y ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD.** La sección de la subestructura de la vía férrea estará compuesta por las capas de Terreno Natural → Capa Sub-rasante → Capa de Sub-balasto → Capa de Balasto

**Despalme:** retirar los primeros 20 cm de capa vegetal.

**Corte:** Abrir cajón a la profundidad necesaria para que se pueda alojar la sección de la subestructura propuesta.

**Escarificado:** Se recomienda mejorar el fondo del cajón de la cimentación, mediante un suelo estabilizado, escarificando el fondo del cajón unos 20 cm y mezclarlo con 25 kg de cal-hidratada por cada m<sup>3</sup> buscando una compactación de por lo menos el 90% de su masa volumétrica seca máxima AASHTO Estándar.

**Sub-rasante:** sobre el terreno natural compactado y mejorado con cal se colocará un material con calidad de Sub-rasante, dicha capa tendrá un espesor de 50 cm; la cual se compactará al 100% de su masa volumétrica seca máxima (MVSM) AASHTO estándar. Y dicho material debe cumplir con lo señalado en la normativa SCT para materiales utilizados en la capa Sub-rasante. Se deberá de compactar en 2 capas, la primera de 30 cm y la segunda de 20 cm de espesor.

**Sub-balasto:** sobre la capa Sub-rasante, se colocará una capa de material pétreo con características de Calidad de un Sub-balasto de acuerdo a la Normativa SCT, de 30 cm de espesor compacto; la cual se compactará al 100% de Su masa volumétrica seca máxima (MVSM) AASHTO Modificada.

**Balasto:** sobre la capa Sub-balasto, se colocará una capa de material pétreo con características de Calidad de un Balasto de acuerdo a las especificaciones técnicas de la AREMA de 25 cm de espesor.

**III. ZONA DE LIMO DE ALTA PLASTICIDAD.** La sección de la subestructura de la vía férrea estará compuesta por las capas de Terreno Natural → Capa de Pedraplén → Capa Sub-rasante → Capa de Sub-balasto → Capa de Balasto

**Despalme:** retirar los primeros 20 cm de capa vegetal.

**Corte:** Abrir cajón a la profundidad necesaria para que se pueda alojar la sección de la subestructura propuesta.

**Pedraplén:** Sobre el fondo del cajón, se deberá colocar una capa de pedraplén de 6" a 3" con un espesor de 30 cm, para aumentar su capacidad portante, evitar la posible ascensión capilar del terreno natural a las capas superiores, así como para encausar los flujos de agua provocados por el nivel freático. En el momento de su colocación será importante apisonar para provocar su acomodo.

**Sub-rasante:** sobre el terreno natural compactado y mejorado con cal se colocará un material con calidad de Sub-rasante, dicha capa tendrá un espesor de 50 cm; la cual se compactará al 100% de su masa volumétrica seca máxima (MVSM) AASHTO estándar. Y dicho material debe cumplir con lo señalado en la normativa SCT para materiales utilizados en la Capa Sub-rasante. Se deberá de compactar en 2 capas, la primera de 30 cm y la segunda de 20 cm de espesor.

**Sub-balasto:** sobre la capa Sub-rasante, se colocará una capa de material pétreo con características de Calidad de un Sub-balasto de acuerdo a la Normativa SCT, de 30 cm de espesor compacto; la cual se compactará al 100% de su masa volumétrica seca máxima (MVSM) AASHTO Modificada.

**Balasto:** sobre la capa Sub-balasto, se colocará una capa de material pétreo con características de Calidad de un Balasto de acuerdo a las especificaciones técnicas de la AREMA, de 25 cm de espesor.

**IV. ZONA DE ROCA.** La sección de la subestructura de la vía férrea estará compuesta por las capas de Terreno Natural → Capa de Sub-balasto → Capa de Balasto

**Despalme:** retirar los primeros 20 Cm de capa vegetal.

**Corte:** Abrir cajón en la roca a la profundidad necesaria para que se pueda alojar la sección de la subestructura propuesta.

**Terraplén:** El material de lugar es una roca de origen ígneo extrusivo.

Nota: Se podrá omitir la capa de Sub-rasante debido a que se encontró una roca que le dará suficiente soporte a la plataforma.

**Sub-balasto:** sobre la capa Sub-rasante, se colocará una capa de material pétreo con características de Calidad de un Sub-balasto de acuerdo a la Normativa SCT, de 30 cm de espesor compacto; la cual se compactará al 100% de su masa volumétrica seca máxima (MVSM) AASHTO Modificada.

**Balasto:** sobre la capa Sub-balasto, se colocará una capa de material pétreo con características de Calidad de un Balasto de acuerdo a las especificaciones técnicas de la AREMA, de 25 cm de espesor. Se recomienda una segunda inspección para verificar la calidad de la roca mediante un RQD (Rock Quality Designation).

**Tabla 2.5. Suelo en el sitio del Proyecto**

Cadenamiento*		Material encontrado	Mejoramiento
De	A		
1+500	9+300	Arena limosa	A



9+300	10+300	Arcilla de baja elasticidad	B
10+300	10+800	Limo de alta plasticidad	C
10+800	16+500	Arena limosa	A
15+500	16+300	Arena arcillosa	B
16+300	17+200	Arena limosa	A
17+200	17+800	Arena arcillosa con grava	B
17+800	18+400	Grava limoarcillosa	B
18+400	18+800	Arena limosa	A
18+800	20+500	Arena arcillosa	B
20+500	21+200	Manto rocoso	D
21+200	22+800	Arena limosa	A
22+800	23+000	Arcilla de baja elasticidad gravosa	B

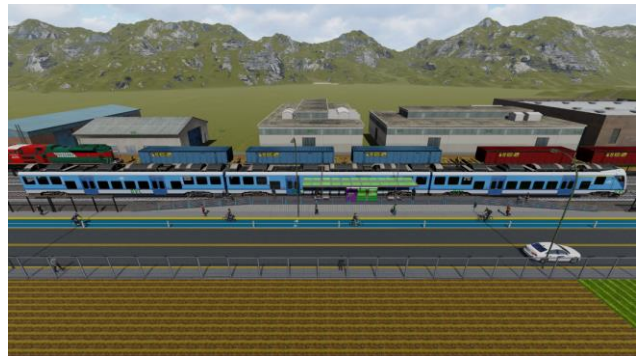
\*Los cadenamientos corresponden a los kilómetros de recorrido con nomenclatura utilizada en el Informe Geotécnico para la Subestructura de la Vía Férrea

En los Anexos 2.3, 2.4 y 2.5 se presentan los Informes Geotécnicos, tanto para la Subestructura de la Vía Férrea, de donde se obtuvo la información de los párrafos inmediato anteriores; como para la construcción de obras de infraestructura (alcantarilla de tubo, de losa, de cajón, y puentes) localizadas dentro de la vía férrea; y para las estaciones de la Línea 4 del Tren Ligero, respectivamente.

Para facilitar una previsualización y dimensionamiento del proyecto, a continuación se presentan modelos en 3D preliminares de la Línea 4 del Tren Ligero Guadalajara, ilustrando cómo se acoplarían las vías del tren de pasajeros con la vía ferroviaria para trenes de carga que esta concesionada a la empresa FERROMEX, de Grupo México.







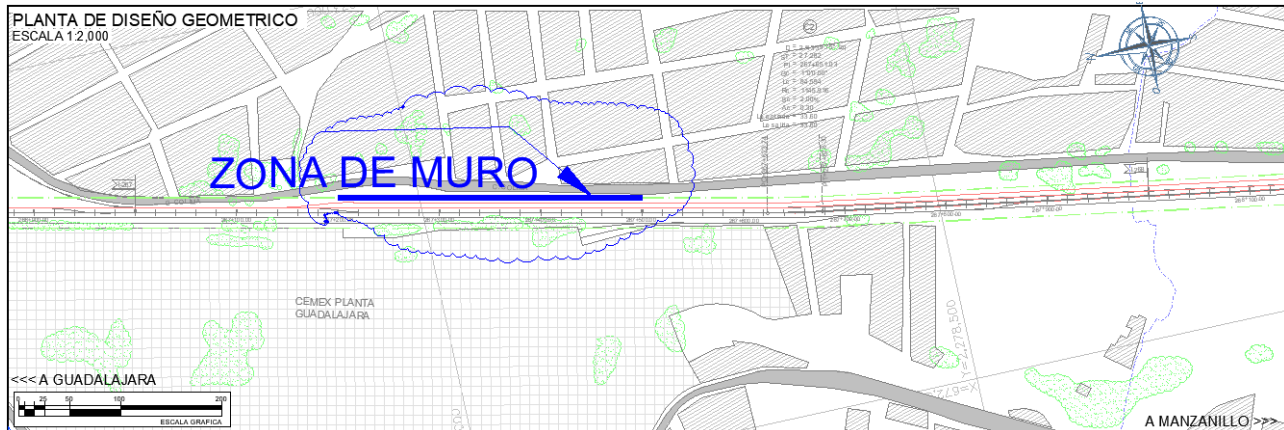


**Figura 2.11. Renders del Proyecto “Construcción de la Línea 4 del Tren Ligero de Guadalajara”**

Aún se está definiendo la posibilidad de confinar la vía del tren de carga, tal como se indica en la sección esquemática de la distribución de las vías dentro del DV de la Línea “I” de FERROMEX en la Figura 2.4. Esta decisión es parte de las negociaciones que se tienen con la concesionaria de la vía. De igual forma, aunque no está completamente definido en esta fase de desarrollo del proyecto, se proyecta que se construyan muros de contención para protección de las vías en las siguientes secciones o cadenamientos del derecho de vía.

- Del km 267+200 al km 267+500
- Del km 271+100 al km 273+100
- Del km 273+400 al km 276+800
- Del km 277+000 al km 277+900
- Del km 282+000 al km 283+100
- Del km 285+600 al km 287+100





**Figura 2.12. Planta de diseño geométrico con zona para construcción de muro de contención en el cadenamiento km 267+200 al km 267+500**

Para las estaciones se plantean diversos componentes que permitirán integrar la Línea 4 del Tren Ligero a un concepto de movilidad integral metropolitana, ya que su conceptualización incluye una plaza de intercambio modal, un puerto para resguardo de bicicletas, un módulo de servicio, una bahía para taxis, un estacionamiento “Park and Ride”, además de un módulo de servicios y la construcción de una ciclovía como obra asociada al proyecto, misma que por el momento no está definida por lo que será posteriormente integrada como parte de una fase siguiente en el desarrollo del proyecto.

La conceptualización de cada una de las 8 estaciones que se construirán para la Línea 4 del Tren Ligero Guadalajara, se presenta en la Figura 2.13. Posteriormente, se presenta un modelo en 3D con la imagen objetivo que se pretende dar a las estaciones.



**Figura 2.13. Conceptualización de las estaciones de la Línea 4 (componentes de estación)**



**Figura 2.14. Imagen objetivo de las estaciones de la Línea 4 del Tren Ligero**

En proyectos de la naturaleza como la de la “Construcción de la Línea 4 del Tren Ligero de Guadalajara”, la señalética cobra mucha relevancia, no solo en la etapa de preparación y construcción, sino también en la etapa operativa, para protección y seguridad de transeúntes y usuarios del sistema de tren eléctrico urbano. Para la utilización adecuada de la señalética que debe haber durante el cierre de calles y desarrollo del proyecto, se van a tomar en cuenta las recomendaciones que establecen las Normas Oficiales Mexicanas siguientes:

NOM-034-SCT2-2011 "Señalamiento Horizontal y Vertical de Carreteras y Vialidades Urbanas"

NOM-037-SCT2-2012 "Barreras de Protección en Carreteras y Vialidades Urbanas"

NOM.086-SCT2-2004 "Señalamiento y Dispositivos para la Protección en zonas de obras Viales".

Como todo proyecto vial, el desarrollo de este va contar con toda la señalética que se requiera, la cual será del orden restrictivo, preventivo, informativo, y diversas como las de seguridad en la obra, etc.

El proyecto de señalética comprende la instalación de señales horizontales y verticales señalización que de acuerdo a las autoridades y normatividad oficial mexicana debe haber en cada uno de los frentes de trabajo durante la construcción y después en la operación del proyecto en cada estación y áreas estratégicas; es por lo que se instalarán las señalizaciones adecuadas para cada sitio, de acuerdo al tipo de requerimiento de comunicación de riesgos que ahí se hayan identificado.

### **2.3.1 Programa General de Trabajo**

El programa de trabajo considera que las actividades para la preparación del sitio y la construcción de la Línea 4 del Tren Ligero, tomarán 3 años para ser concluidas, a partir de lo cual iniciaría la etapa de operación y mantenimiento permanente a la infraestructura. Cabe señalar que las primeras dos etapas del proyecto estarán bajo la dirección de la Secretaría de Infraestructura y Obra Pública del

Estado de Jalisco, quién es el promovente del presente estudio de impacto ambiental; aunque para la etapa de operación, la Línea 4 será entregada al Sistema de Tren Eléctrico Urbano, quien será el responsable por el funcionamiento y mantenimiento de la infraestructura, así como del servicio a los usuarios de este medio de transporte masivo.

De acuerdo al programa general de trabajo presentado en el Diagrama de Gantt que se exhibe a continuación, se prevé continuar desarrollando el Proyecto Ejecutivo hasta noviembre del 2020, por lo que la ingeniería conceptual que se aborda en esta Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Específica, se irá detallando progresivamente, hasta generar los planos definitivos de todas las obras e infraestructura requerida para el proyecto y de manera asociada para la implementación de la estrategia de movilidad urbana, que incluirá otras obras y actividades que se integrarán en fases posteriores para ser sometidas oportunamente (antes de su ejecución) a evaluación de impacto ambiental, en la modalidad que la autoridad indique.

El programa de trabajo preliminar, considera la realización de 26 actividades, aunque se prevé que estas se desglosen en tareas más específicas conforme se vaya generando la ingeniería de detalle. De momento, lo que se tiene considerado realizar por los siguientes 3 años para la preparación y construcción del proyecto, incluye: elaboración de Proyecto Ejecutivo, licitación, compra de terreno para patios, talleres y CETRAM, paso deprimido Cardenal, CETRAM - Mi Macro Periférico, paso superior Adolf Horn y otros puntos, plataforma y va (apoyada sobre terreno), estaciones superficie, electrificación de vía, subestaciones y alimentación eléctrica, conexión eléctrica, señalización y enclavamientos línea general, semaforización viaria línea general, comunicaciones de línea general, sistema de información al usuario y recaudo, infraestructura Patios y Talleres, Centro de Control Patios y Talleres, instalaciones E&M Patios y Talleres, señalización Patios y Talleres, maquinaria de taller, adecuación viaria 16 pasos a nivel, material rodante 12 trenes, servicios afectados, desvíos durante las obras, obras de integración modal, y entorno urbano de estaciones.



Línea 4, Corredor de Transporte Público Masivo

ACCIÓN	AÑO 2020												AÑO 2021												AÑO 2022												AÑO 2023											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC
<b>Obra</b>																																																
Elaboración de Proyecto Ejecutivo	█																																															
Licitación													█																																			
Compra de Terreno para Patios, Talleres y CETRAM	█																																															
Paso deprimido Cardenal													█																																			
Cetram - Mi Macro Periferico													█																																			
Paso Superior Adolf Horn y otros puentes													█																																			
Plataforma y Vía (apoyada sobre terreno)													█												█																							
Estaciones superficie													█												█												█											
Electrificación de vía																									█												█											
Subestaciones y alimentación eléctrica																									█												█											
Conexión eléctrica																									█												█											
Señalización y enclavamientos línea general																									█												█											
Semaforización viaria línea general																									█												█											
Comunicaciones de línea general																									█												█											
Sistema de información al usuario y recaudo																									█												█											
Infraestructura Patios y Talleres													█												█												█											
Centro de Control Patios y Talleres																									█												█											
Instalaciones E&M Patios y Talleres																									█												█											
Señalización Patios y Talleres																									█												█											
Maquinaria de taller																									█												█											
Adecuación viaria 16 pasos a nivel													█												█												█											
Material rodante 12 trenes													█												█												█											
Servicios afectados													█												█												█											
Desvíos durante las obras													█												█												█											
Obras de integración modal																									█												█											
Entorno urbano de estaciones																									█												█											

### **2.3.2 Preparación del sitio**

Una vez obtenida la resolución aprobatoria del presente estudio, como parte de la etapa de preparación del sitio, de manera general se realizarán las siguientes actividades.

#### **- Trabajos preliminares y auxiliares**

Se establecerá contacto con los pobladores para la utilización de la mano de obra de la localidad para satisfacer los turnos de trabajo, así como arrendamiento de campamentos y comedores; contando con la solución a estas actividades, se establecerá el laboratorio de materiales con el objeto de efectuar los estudios y pruebas necesarias para garantizar que la ejecución de la obra se haga de acuerdo a lo estipulado en las normas de calidad que requiere el proyecto; el mismo permanecerá todo el tiempo que duren los trabajos, lo que permitirá realizar un aseguramiento de la calidad total de cada uno de los trabajos que se ejecuten.

Seguidamente, pero antes del inicio de los trabajos, se llevará a cabo la colocación de los dispositivos de seguridad en la zona de obra, así como en los caminos de acceso, sujetándose a las disposiciones de seguridad contenidas en el capítulo sexto del manual de dispositivos para el control de calles y carreteras de la SCT (última edición), así como a las normas y procedimientos de seguridad que prevalecen, a fin de tomar todas las providencias que sean necesarias, a fin de prevenir y evitar accidentes de cualquier naturaleza, ya sea con motivo de los trabajos o por los movimientos del equipo de construcción salvaguardando la integridad física de los trabajadores que participaran en la obra.

Se establecerá un canal de comunicación continuo y eficiente con FERROMEX, empresa concesionaria de la vía ferroviaria y los trenes de carga de la Línea "I", a fin de programar apropiadamente todas las actividades dentro del derecho de vía, sin que se afecte de manera continua el servicio del tren de carga, y en caso de que se vaya a suspender el mismo, ésta suspensión esté prevista con suficiente anticipación y evitar o controlar eficientemente toda clase de riesgos.

#### **- Delimitación del sitio del Proyecto**

Se llevará a cabo un levantamiento topográfico del tramo, utilizando las referencias topográficas del proyecto para verificar la geometría del derecho de vía existente de la Línea "I" del ferrocarril, así como del terreno natural, por lo que de resultar necesario, la cuadrilla de topógrafos indicará con ayudas visuales (estacas o banderines) los límites de la zona a ocupar y los sitios específicos de cada una de las áreas que requieren de preparación. Este levantamiento servirá como base para medición y pago de los conceptos de terracerías, así como para asegurar el polígono autorizado para el desarrollo del proyecto, evitando que se intervengan superficies fuera del mismo. Durante la construcción de los trabajos se tomarán las lecturas necesarias para asegurar que los niveles, anchos y dimensiones correspondan al proyecto.

En forma paralela, de conformidad con el avance de las brigadas de topografía, y una vez establecidas las referencias correspondientes, se procederá a la ejecución de los conceptos establecidos en el catálogo.

De forma simultánea a la actividad anterior, se realizará la gestión y compra de los materiales de terracerías, de la vía férrea, se contratarán oficinas administrativas, electrificación y alumbrado, y de telecomunicaciones, así como el envío y acopio en obra de la maquinaria que se utilizará para la ejecución de los trabajos correspondientes.

#### - **Ejecución del Programa de Manejo y Vigilancia Ambiental**

Como parte de las actividades de preparación del sitio se ejecutarán las tareas establecidas dentro del Programa de Manejo y Vigilancia Ambiental enfocadas a prevenir y/o mitigar los efectos adversos de los impactos ambientales a generar, todo esto como parte de un mismo proceso integrado y responsable con el entorno, destacando que estas actividades están incorporadas al programa de trabajo y no son consideradas como actividades alternas o secundarias.

Las actividades del PMVA que destacan para esta etapa son:

- Recorridos para ahuyentamiento de la fauna de alta movilidad
- Ejecución de actividades de captura y liberación de fauna de baja movilidad
- Ejecución de actividades para el manejo apropiado del arbolado urbano
- Capacitación a personal operador de maquinaria
- Señalización

Dentro del Capítulo 7, en la Sección 7.2 de esta MIA-E, se abunda acerca de estas medidas y del Programa de Manejo y Vigilancia Ambiental en sí.

#### - **Desmante y despálme**

Dado que la mayor superficie del proyecto se ubicará dentro del derecho de vía existente de la vía ferroviaria, mismo que se encuentra nivelado de forma muy regular, se reducirá la superficie de afectación, pero aún se requerirá remover la vegetación arbórea, arbustiva y herbácea en las áreas para obras temporales y permanentes del Proyecto (desmante). Posteriormente, se procede a la remoción de la capa de suelo (despálme), remoción y disposición de los troncos y raíces mayores a 5 cm de diámetro, así como todas las raíces enredadas de cualquier tamaño a una profundidad mínima de 10 cm, con la ayuda de tractores de oruga con cargador frontal, con los cuales se realizará la carga del material producto del desmante a los camiones de volteo que realizarán el acarreo de los sitios de la obra al depósito autorizado para hacer la composta. Se tendrá especial cuidado de no dañar árboles fuera del trazo en el que se alojarán las vías; atendiendo en todo momento la normatividad aplicable y vigente estatal, metropolitana y para cada municipio.

En esta actividad también se incluye el retiro la limpieza de los frentes de trabajo, retirando maleza, arbustos, tocones, rocas y piedras de tamaño grande, entre otros. El desmante y despálme se deben

realizar en forma gradual y unidireccional para permitir que en caso de que persistan individuos de fauna en el sitio, éstos puedan desplazarse efectivamente hacia fuera del polígono y sin entorpecer el servicio del tren de carga, fuera de lo programado.

Así mismo, el despalme se realizará con el espesor de la capa vegetal existente que indique el proyecto o recomienden los estudios de mecánica de suelos para la subestructura, las estaciones y/o para la construcción de las obras de infraestructura (alcantarilla de tubo, de losa, de cajón y puentes), localizadas en el trayecto de la vía férrea de la Línea 4 del Tren Eléctrico, las obras y que cuyas características físicas no son aptas para la formación de un terraplén, dicho material producto del despalme se depositara a un banco de desperdicio.

### 2.3.3 Etapa de construcción

Aunque comúnmente las actividades de nivelación por cortes, excavaciones o rellenos suele ser actividades consideradas como parte de la etapa de preparación del sitio, para el caso de este Proyecto, estas actividades se consideran elementales en esta etapa y son las que mayor control de calidad requerirán durante la Construcción de la Línea 4 del Tren Ligero Guadalajara.

A continuación se presentan una tabla preliminar y general de la cantidad de materiales que se requerirán para la etapa de construcción.

**Tabla 2.6. Requerimiento preliminar de materiales para construcción**

Concepto	Unidad	Cantidad
Riel de 115 lb/yd	Ton	2,761,220.00
Durmiente de concreto	Pza	13,200.00
Fijación	Jgo	55,440.00
Balasto	m <sup>3</sup>	38,720.00
Sub-balasto	m <sup>3</sup>	88,572.00
Terraplén	m <sup>3</sup>	842,496.12

De manera general, los materiales que se emplearán para la conformación de la infraestructura y subestructura de la vía férrea deberán cumplir con las características indicadas conforme a la normativa SCT tanto para Terracerías (Terraplenes, Subyacentes, Subrasantes) así como para el Sub-balasto y Balasto.

Para la conformación de Terraplenes se emplearán materiales tipo tepetate y materiales limo arenosos preferentemente. Para el Balasto y Sub-balasto se pueden emplear material pétreo triturado de origen basáltico, pero no rocas calizas.

Al igual que en los pavimentos, las capas inferiores de la subestructura son irreparables dentro de un esquema económico razonable. Cuando en esas capas hay graves deficiencias, no quedan otras alternativas que la rehabilitación total, o encarar una conservación prohibitiva.

Las capas Subrasante y Sub-balasto son necesarias como liga entre una terracería de buen comportamiento y el sistema de Balasto y riel.

El volumen de tránsito y las cargas que se moverán sobre la red ferroviaria la clasifican en Vías Férreas Clase I, las cuales son las vías férreas que soportarán el paso de cargas superiores a los 30 millones de toneladas netas/año, incluidas aquí las vías electrificadas.

Particular atención se ha dado también al problema de las especificaciones para Balasto, capa cuyo comportamiento es diferente al usual en la estructuración de otras obras viales, utilizando valores únicos por AREMA, a diferencia del Sub-balasto, Subrasante y Terraplén que hacen referencia a valores requeridos por la SCT.

#### - Nivelación mediante cortes, rellenos y excavaciones

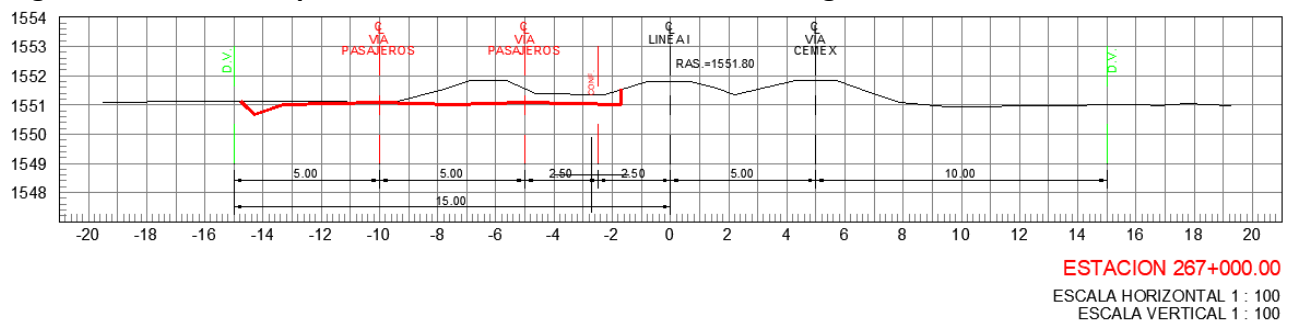
Una de las primeras actividades que se realizaron para el desarrollo de la ingeniería conceptual fue el levantamiento topográfico y los estudios geotécnicos para definir los perfiles y los volúmenes de material requerido para relleno y el producido por cortes y excavaciones.

Siempre que los resultados de las pruebas en el laboratorio de materiales indiquen que los parámetros de calidad se cubren satisfactoriamente, se reutilizará todo el material de corte y excavaciones que se generé en secciones con excedente de material dentro del derecho de vía, colocándolo en otras secciones donde se necesite relleno para su nivelación. El material geológico adicional requerido para la conformación del Terraplén, Sub-balasto y Balasto, se obtendrá de bancos comerciales, tal como se describe con mayor detalle más adelante.

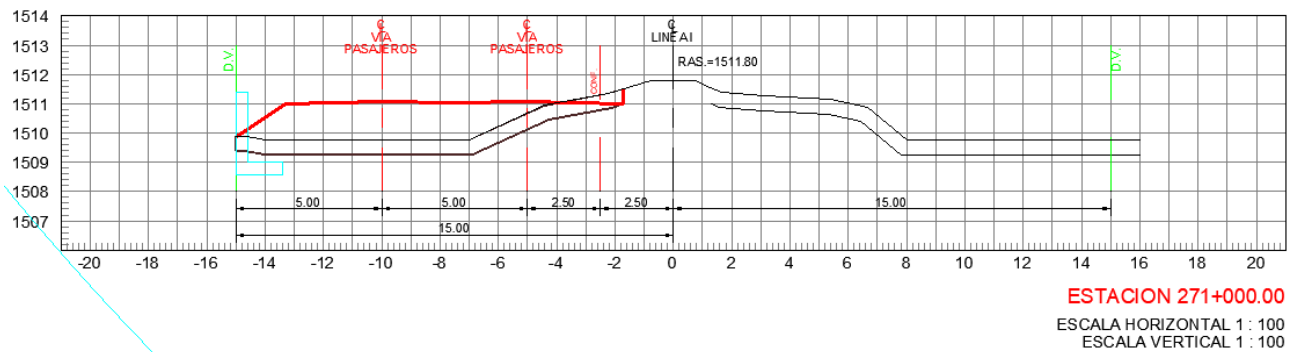
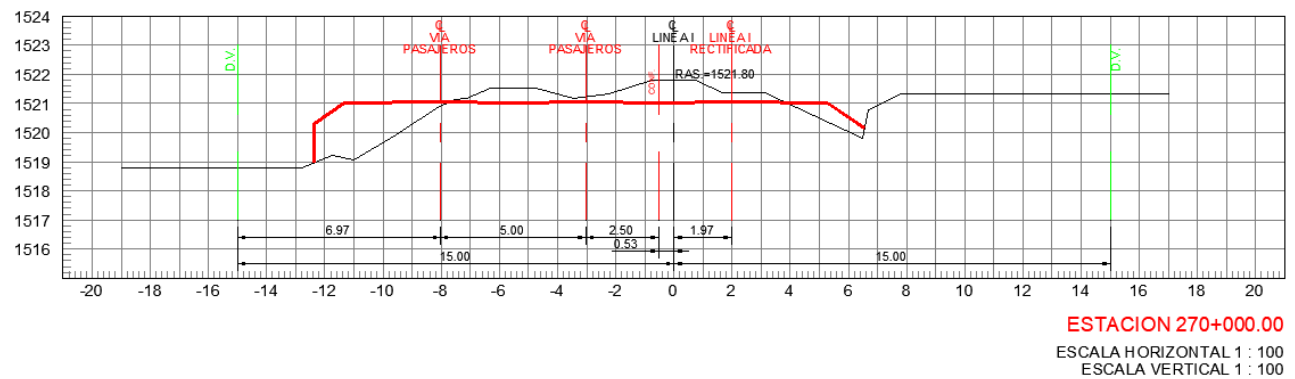
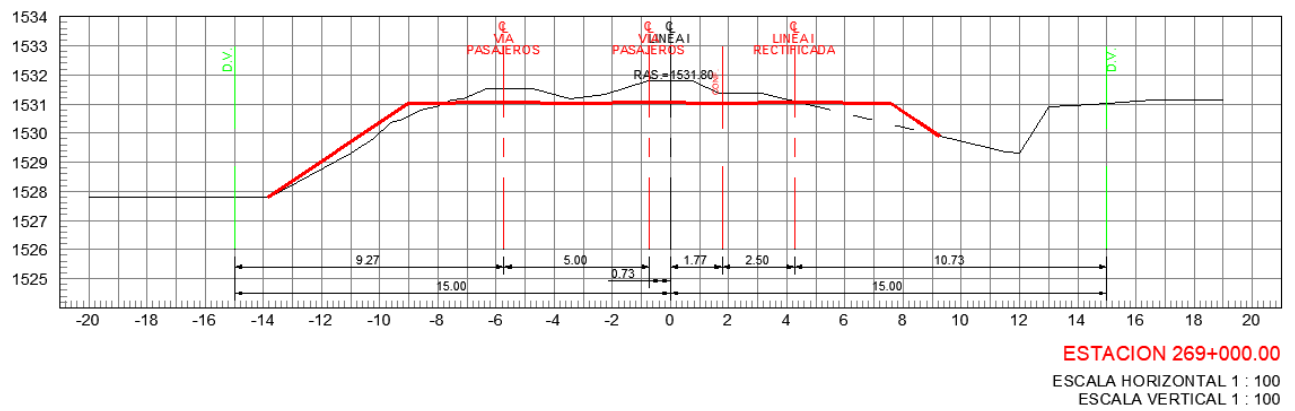
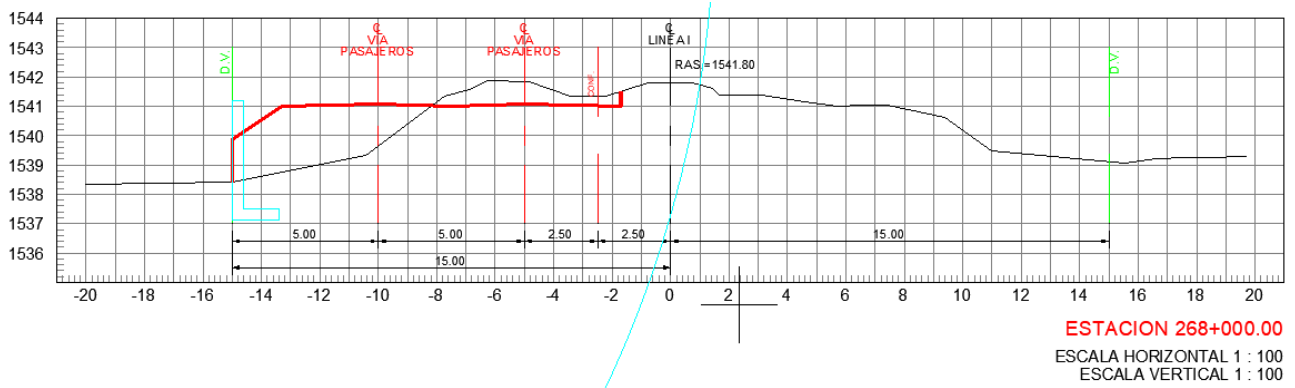
Conforme a la topografía y proyección de los perfiles, se tendrá un volumen de excavación de 149,358.23 m<sup>3</sup>, adicionalmente al volumen de material que se generará por la excavación para la construcción de los muros de contención en las secciones indicadas, que asciende a 11,029.50 m<sup>3</sup>.

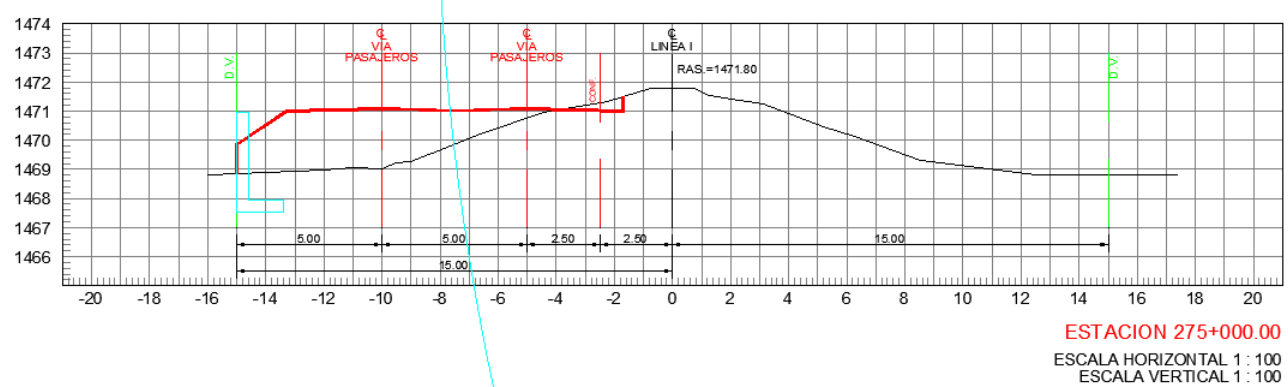
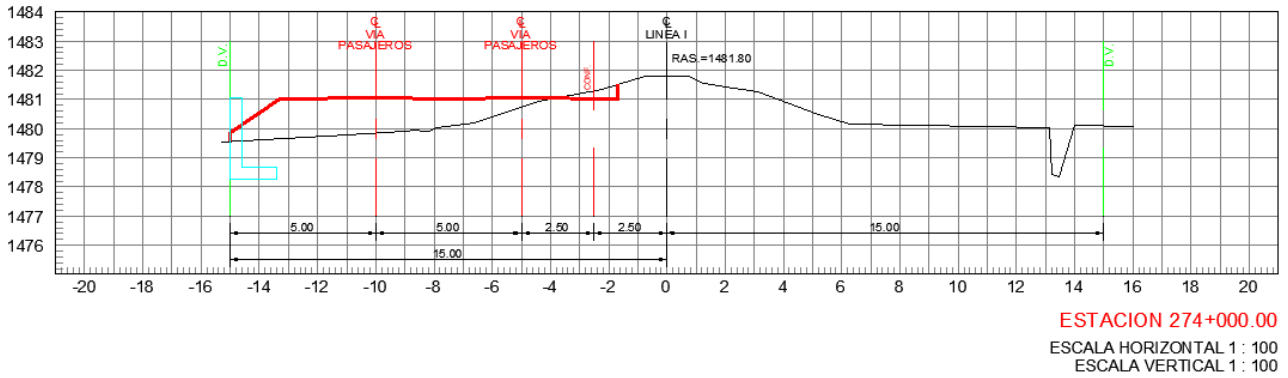
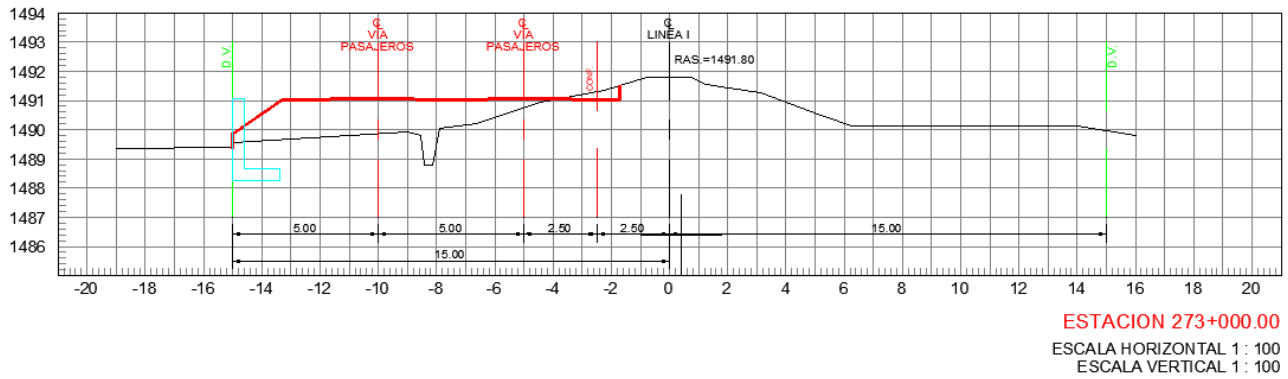
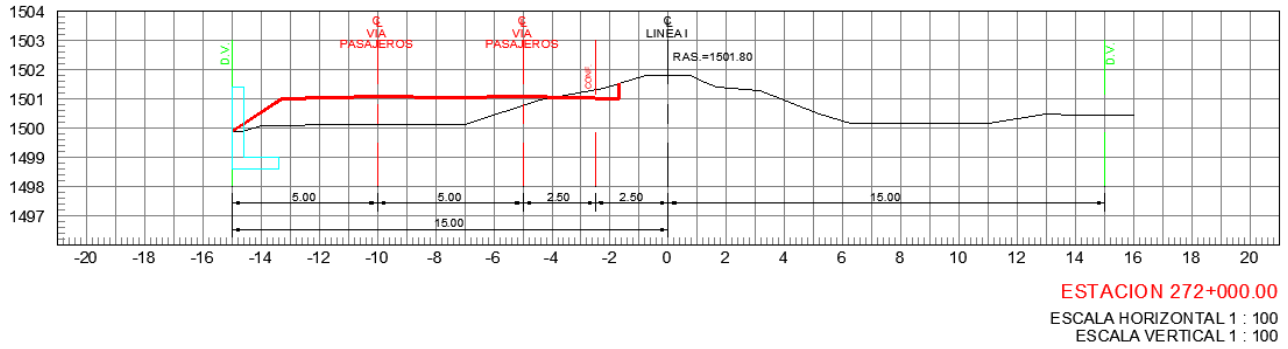
A continuación se presentan perfiles ejemplo en los cadenamientos a cada kilómetro para la Construcción de la Línea 4 del Tren Ligero Guadalajara. Dentro de los anexos digitales adjuntos a esta MIA-E se encuentra el archivo DWG con todos los perfiles del Proyecto, diferenciando aquellas estaciones en las que habrá excavaciones para la construcción del muro de contención.

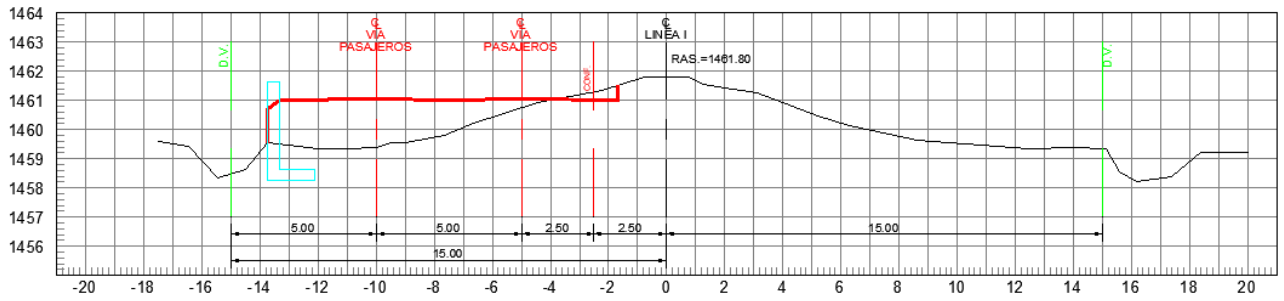
**Figura 2.15. Perfiles tipo en secciones de la Línea 4 del Tren Ligero a cada kilómetro de distancia**



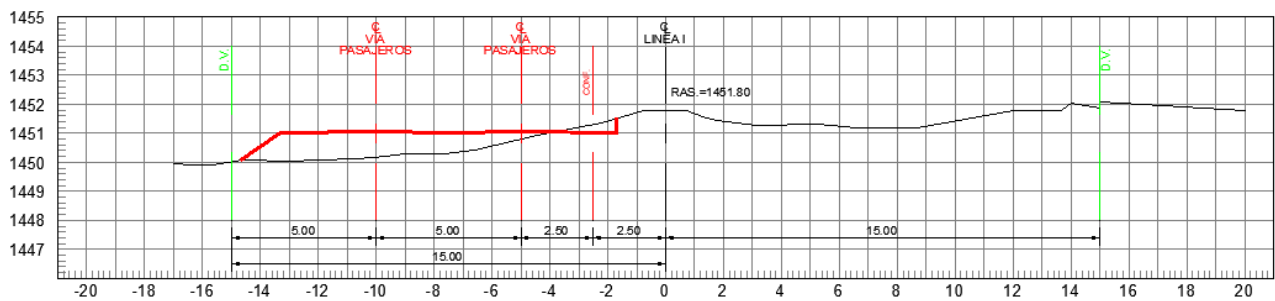




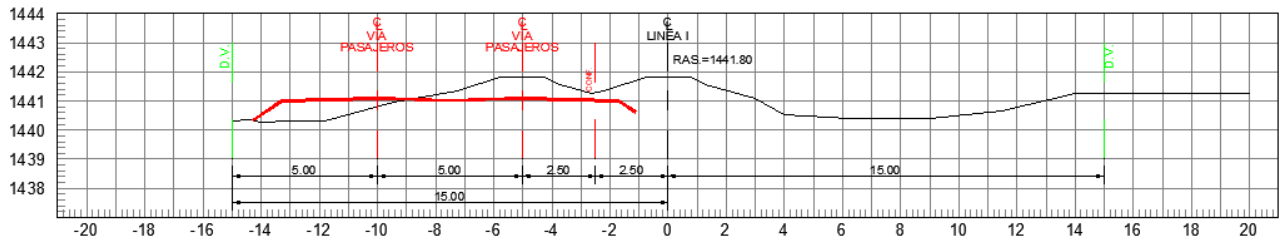




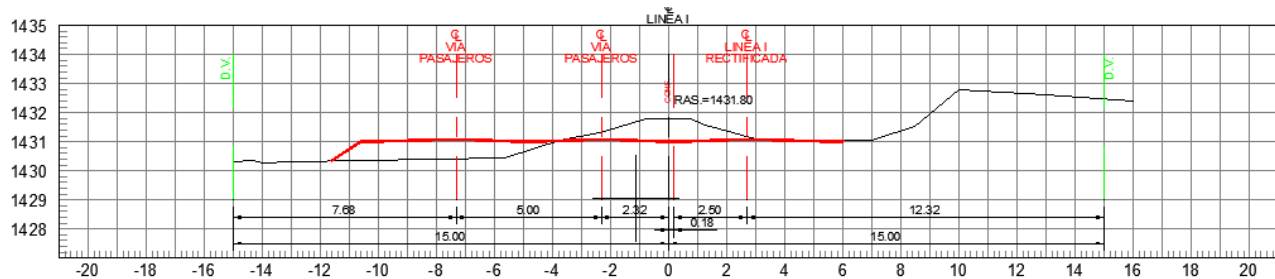
**ESTACION 276+000.00**  
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
 ESCALA VERTICAL 1 : 100



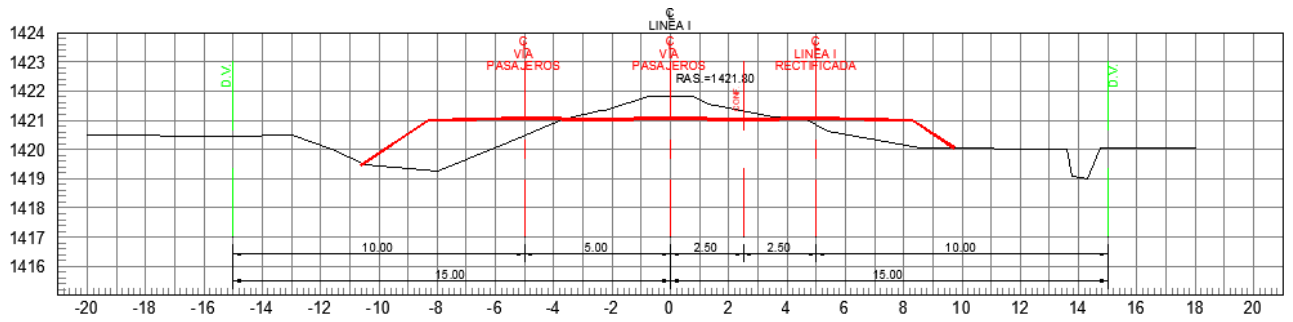
**ESTACION 277+000.00**  
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
 ESCALA VERTICAL 1 : 100



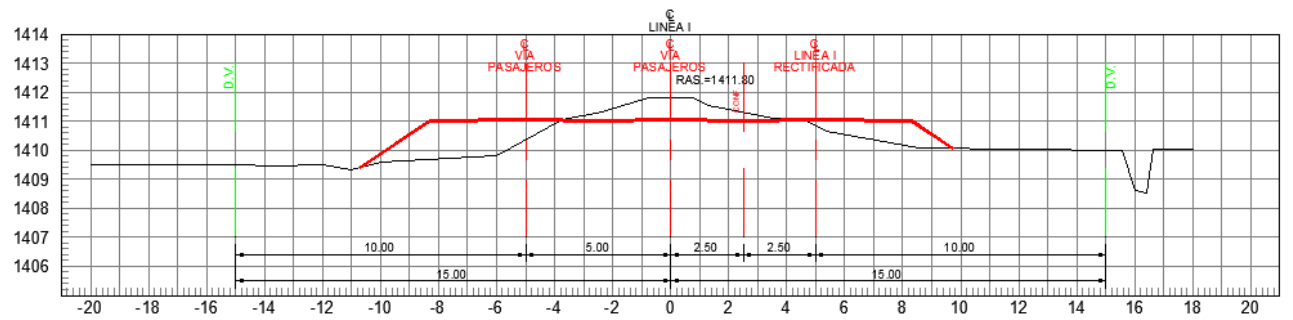
**ESTACION 278+000.00**  
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
 ESCALA VERTICAL 1 : 100



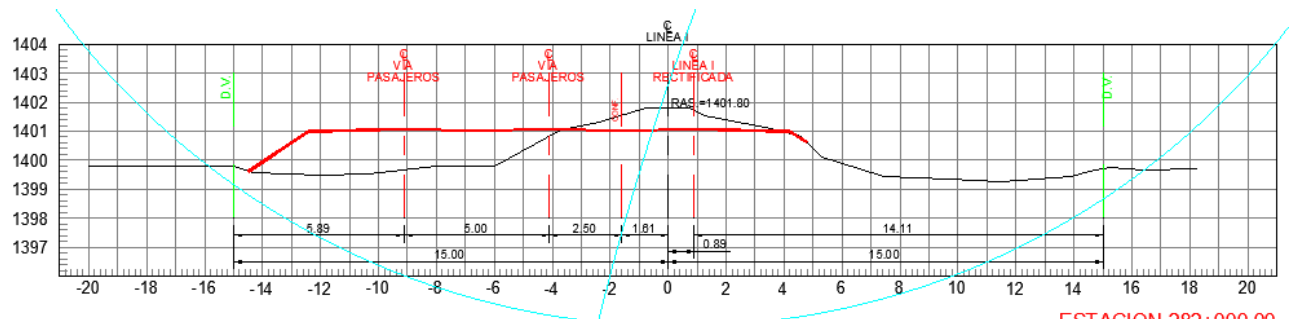
**ESTACION 279+000.00**  
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
 ESCALA VERTICAL 1 : 100



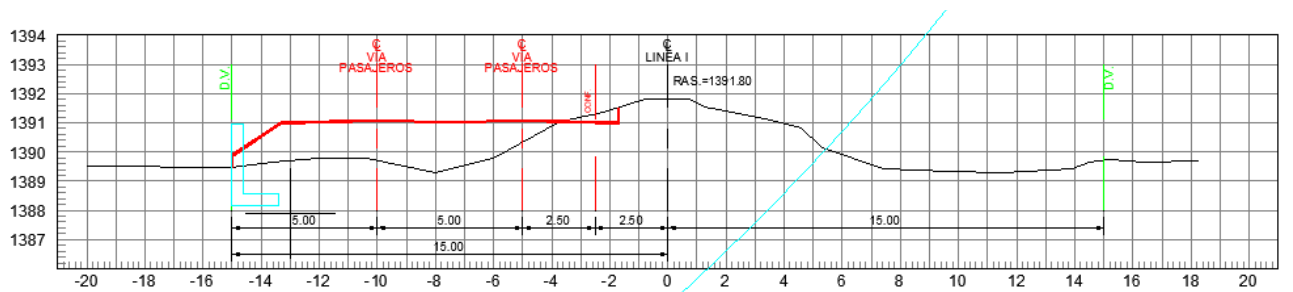
**ESTACION 280+000.00**  
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
ESCALA VERTICAL 1 : 100



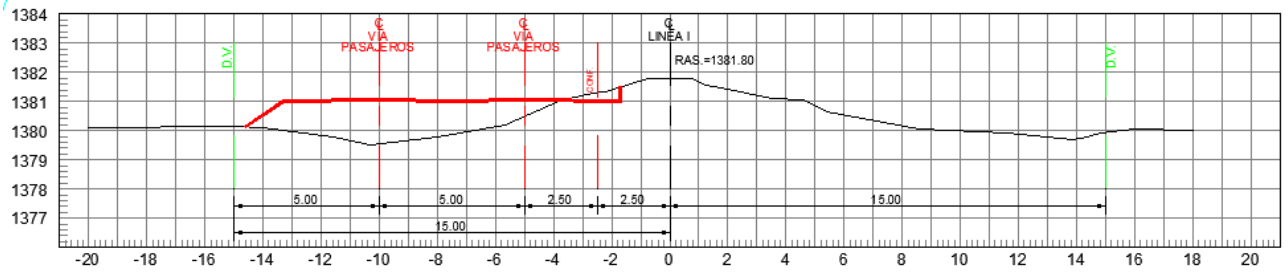
**ESTACION 281+000.00**  
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
ESCALA VERTICAL 1 : 100



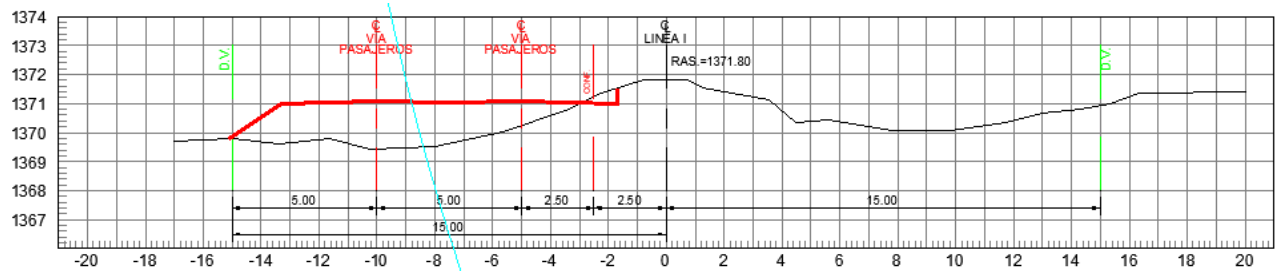
**ESTACION 282+000.00**  
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
ESCALA VERTICAL 1 : 100



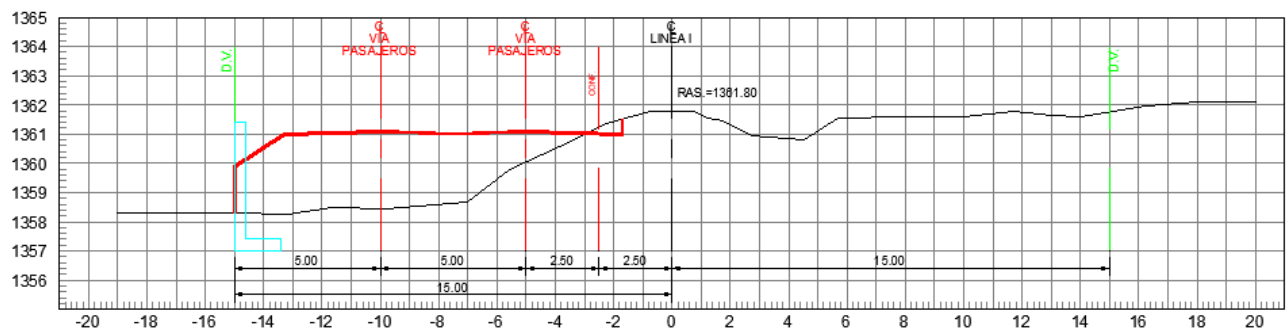
**ESTACION 283+000.00**  
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
ESCALA VERTICAL 1 : 100



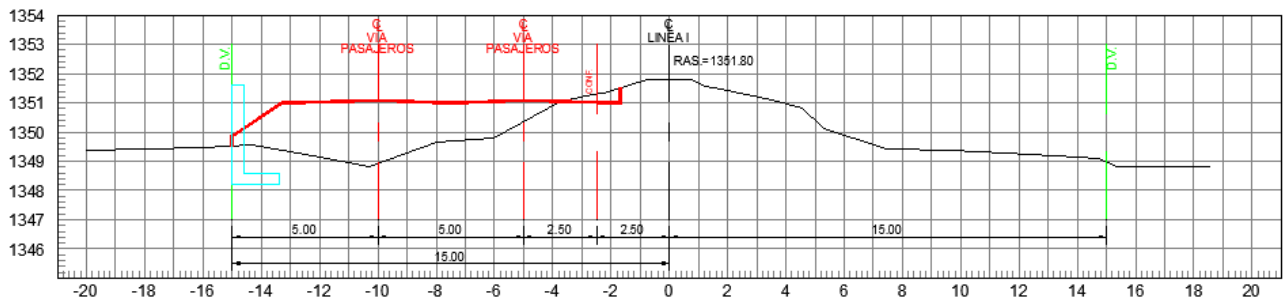
**ESTACION 284+000.00**  
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
ESCALA VERTICAL 1 : 100



**ESTACION 285+000.00**  
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
ESCALA VERTICAL 1 : 100



**ESTACION 286+000.00**  
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
ESCALA VERTICAL 1 : 100



**ESTACION 287+000.00**  
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
ESCALA VERTICAL 1 : 100



- **Procedimiento constructivo y cronología de ejecución de cada uno de los conceptos**

**Terracerías**

**Cortes, acarreos y préstamo de banco.**

En los tramos que sea indicado en el proyecto y de forma simultánea, se trabajará en las excavaciones de cortes, y en el préstamo de banco, en ambos casos se efectuarán las pruebas de laboratorio correspondientes para determinar la calidad del material, y una vez que sea autorizado por la Dependencia se procederá a su aprovechamiento. En los tramos de corte, si se determina que el material no tiene la calidad requerida para emplearse en los terraplenes, se efectuará el corte, acarreando el material al depósito indicado para su posterior utilización en el arroje de los taludes, si así se indica.

De acuerdo con el Informe Geotécnico de la Subestructura de la Vía Férrea, que se encuentra en el Anexo 2.3, se han visualizado diversos bancos de material activos y otros bancos que están en operación. En esta fase de desarrollo del proyecto, no se tiene considerado la explotación de un banco de material geológico propio o exclusivo para las obras de la Línea 4, sino que se tiene considerado adquirir el material de bancos comerciales que tengan sus permisos y licencias en regla. De ser el caso que esta condición cambie, para la apertura, explotación y aprovechamiento de material geológico en bancos nuevos, que requieran liberarse, tramitarse o actualizarse los permisos respectivos, se conciliará con las autoridades o propietarios correspondientes de manera oportuna.

Los bancos de material geológico existentes que se localizaron en un rango no mayor a los 20 km de distancia, con material apropiado y con capacidad para suministrar los materiales para la construcción de las capas de la Subrasante, el Sub-balasto y Balasto del proyecto, son los siguientes.

- 1) Bancos de material con características físicas para ser utilizado en la construcción de la capa de Balasto.
  - a) Banco "García Ascencio"
  - b) Banco "Gravase"
  - c) Banco "Aceros modulares de Sonora"
  - d) Banco "TMYR S.A. de C.V."
  - e) Banco "Comercializadora de agregados del sur comind (ELVIRA)"
  
- 2) Bancos de material con características físicas para ser utilizado en la construcción de la capa de Sub-Balasto.
  - a) Banco "García Ascencio"
  - b) Banco "Gravase"
  - c) Banco "Aceros modulares de Sonora (Gravasa)"
  - d) Banco "TMYR SA de C.V."
  - e) Banco "Comercializadora de agregados del sur comind (ELVIRA)"

- 3) Bancos de material con características físicas para ser utilizado en la construcción de la capa de Subrasante.
  - a) Banco "El Divisadero"
  - b) Banco "TMYR SA de C.V."
  - c) Banco "Comercializadora de agregados del sur comind (ELVIRA)"
  
- 4) Bancos de material con características físicas para ser utilizado en la construcción de las Terracerías.
  - a) Banco "El Divisadero"
  - b) Banco "TMYR SA de C.V."

Se han identificado otros 8 bancos de material geológico en las proximidades al trazo del Proyecto, pero que se presume que actualmente están inactivos. No obstante, se considerarán como alternativas para su posible aprovechamiento, siempre que sea viable su reactivación. Sobre estos bancos no se tiene información sobre su propietario, el tipo de material, ni sobre el volumen disponible; únicamente se tiene una ubicación general, la cual está dentro del Anexo 2.3 de esta MIA-E, en el Informe Geotécnico de la Subestructura de la Vía Férrea.

Antes de elegir el banco para la adquisición de material geológico para la construcción, se verificará con el propietario, titular o responsable del mismo, que cuente con las autorizaciones y licencias para su explotación y aprovechamiento vigentes ante todas las dependencias correspondientes.

Una vez definida su procedencia, se tomarán muestras del material, con la finalidad de efectuarles las pruebas de calidad necesarias, determinando el tratamiento que requieran en su caso (disgregado, cribado, trituración, etc.), de acuerdo con la capa en la que se empleará dicho material. El siguiente paso después de haber seleccionado el material, consiste en cargar y transportar al sitio de su colocación, empleando para ello equipo de carga (cargadores frontales) y camiones de volteo, en las cantidades suficientes que permitan generar un avance acorde al programa de obra establecido en esta propuesta.

En el caso del préstamo de banco, si la Dependencia determina que el banco no cumple con las condiciones de calidad establecidas en las Normas de la Secretaría, se procederá a la explotación de otro banco que sea autorizado y avalado por la misma.

Para estos trabajos, se contará con equipo pesado apropiado como tractores de orugas o excavadoras, en las cantidades que se requieran para dar cumplimiento al programa establecido. Se dispondrá también en el banco de materiales de camiones para el acarreo a la obra; así como cargadores frontales y excavadores, en los tramos de corte aprovechables el sobre acarreo de los materiales se llevará a cabo con el mismo tractor, depositando el material en el sitio indicado por la Dependencia.

## **Proceso de muestreo y control de calidad**

### **a) Compactaciones y Terraplenes**

El terreno natural en el área de desplante de los terraplenes, así como en el área de cortes en los cuales no se ordenen excavaciones adicionales, será compactado en el espesor mínimo y al grado fijado en el proyecto al 90 % de su P.V.S.M, o el ordenado por la Dependencia, esta compactación se llevará a cabo con un compactador con rodillo vibratorio, aplicando con camión pipa la cantidad de agua necesaria para obtener la humedad óptima.

Para la formación de los terraplenes, al material obtenido de los cortes o aquel seleccionado en el banco se mezclará y aplicará la humedad requerida hasta obtener un material homogéneo, procediendo a continuación a extenderlo con motoconformadoras, compactando con compactadores patas de cabra o de piones y rodillos vibratorio dando las pasadas requeridas para obtener el grado de compactación fijado al 95 % de su P.V.S.M, cuidando que la plataforma de desplante quede limpio y bien afinado, con la pendiente y el bombeo indicados en el proyecto.

En la formación y compactación de terracerías, durante el proceso de ejecución para controlar la calidad del material de un mismo tipo extraído de un corte o de un banco, por cada 300 m<sup>3</sup> o fracción de material se asegurará que cumple con: el límite líquido y por cada 1,000 m<sup>3</sup> o fracción de material se asegurará que cumple con límite líquido, valor soporte california, expansión y grado de compactación; para este último se realizarán calas a lo que resulte de dividir la longitud el tramo de trabajo (en metros) entre 50 por cada capa tendida. En el tramo de trabajo se tomarán muestras de material por cada 400 metros lineales de capa tendida y se les verificará que cumplan con los requisitos de calidad anteriormente citados.

### **b) Compactaciones y Sub-balasto**

Una vez afinada la última capa de terraplén con el bombeo requerido, se dará inicio al poblado y acamellonado de material de Sub-balasto con granulometría de 1 ½" a finos, se homogenizará y se aplicará el agua suficiente para llegar a su humedad óptima se extenderá y acamellonará con motoconformadoras, en dos capas de 15 cm cada una con su bombeo requerido en proyecto y se compactará con vibro compactadores para llegar a la compactación del 100% de la prueba (AASHTO modificada) del material cumpliendo con lo requerido en la especificación particular con un VRS del 118 % dentro de la zona No. 1.

### **c) Obras de drenaje**

- Dren Pluvial Tipo Cajón
- Alcantarilla Tipo Cajón
- Alcantarillas De Tubería

En forma simultánea, de acuerdo con lo que permita el avance de los trabajos, de requerirse la construcción de obras de drenaje, se llevará a cabo su ejecución, las cuales consistirían en general en los siguientes trabajos:

- a. La excavación para alojar las estructuras, en las mínimas dimensiones que permitan las maniobras en la construcción de los drenes pluviales. Así como alcantarillas.
- b. Se realizara afine y colocación de plantilla con concreto de  $f'c=100 \text{ kg/cm}^2$  para posteriormente comenzar con la colocación de acero de refuerzo, y cimbrar para realizar colado con concreto de la resistencia de proyecto tanto en la alcantarilla así como en el dren longitudinal tipo cajón.
- c. Una vez realizado el colado de la plantilla para la alcantarilla, se continuará con el habilitado y colocación de acero de refuerzo, se cimbra y se realiza colado, con concreto de la resistencia de proyecto, los trepados y colados necesarios para llegar a la altura de proyecto para desplantar la losa sobre los muros con una resistencia de  $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ .
- d. Una vez terminados los muros de la alcantarilla se procederá a realizar el cimbrado del fondo de losa con los puntales necesarios para soportar el peso propio del concreto y el personal que realiza el trabajo, se colocarán tarimas en el fondo, y posteriormente, se habilitará y colocará el acero de refuerzo en toda la sección de la losa, dejando la altura suficiente entre la cimbra y el acero para tener el recubrimiento mínimo requerido de acuerdo a la norma. Una vez terminada la colocación de acero de refuerzo se cimbrarán las fronteras que delimitan la losa y se procederá a realizar el colado de la misma, con el concreto de resistencia de proyecto de  $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ . Cuando empiece a fraguar se le colocará una membrana de curacreto en toda la superficie de contacto al ambiente para evitar la pérdida de agua del concreto y así conseguir la resistencia y la calidad adecuada.
- e. Finalmente el relleno de las excavaciones para completar la sección y proceder a la construcción del terraplén en la zona de estos trabajos por capas de 20 cm y con el equipo menor necesario para dar la compactación del (90%), respecto a la masa volumétrica seca máxima determinada en la prueba de compactación AASHTO estándar y construirse de acuerdo con lo señalado en el proyecto respectivo. Esta actividad se utilizará el material producto de excavación, para el dren y / o para la alcantarilla y el resto se depositara en el banco de desperdicio propuesto.
- f. Una vez colada la plantilla con concreto de  $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$  para dren superficial y con la pendiente de proyecto, se procederá a realizar el habilitado y colocación de acero de refuerzo con las medidas y separaciones de proyecto, cimbrando para dar las medidas y formas necesarias para la colocación del concreto en el desplante así como en los muros debiendo tener cuidado de dejar el acabado a la altura correspondiente para la colocación de la tapa sobre el dren este colado se realizará con concreto de  $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ .
- g. Para el dren Pluvial se reconstruirán las tapas típicas con las medidas como lo marca el proyecto, en moldes se colocara previamente el acero de refuerzo así como los ductos de P.V.C. de 1 ½ pulgadas, y una vez fijados los ductos y acero de refuerzo se realizara el colado de las tapas con un concreto de  $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ , y colocándole una membrana de curacreto para evitar la pérdida de agua y así asegurar la resistencia de proyecto. una vez alcanzada la resistencia se colocaran las tapas sobre el cajón del dren pluvial y se sellaran con un silicón autonivelable en la junta para lograr que el agua pase a la superficie de la tapa de concreto e ingrese al cajón del dren pluvial por los ductos de P.V.C.

La fabricación de los concretos se llevará a cabo empleando los materiales pétreos y cemento autorizados por la Supervisión, materiales que cumplan con las características de calidad establecidas por la Dependencia.

Para estos trabajos, se contará en la obra con el personal y equipos necesarios, tales como oficiales albañil, peones y ayudantes, retroexcavadoras, compactador de placa, revolvedoras, herramientas menores, etc. En las cantidades necesarias para cumplir con el programa previamente establecido.

#### **d) Cemento portland**

Se determinará por cada lote o remisión: su módulo de finura, resistencia a la compresión, tiempo de fraguado, estabilidad de volumen, actividad puzolánica, expansión por ataques de sulfatos, expansión por reacción álcali-agregado, calor de hidratación, blancura.

#### **e) Agregados pétreos**

Finos: granulometría, módulo de finura, material que pasa la malla No.200, contenido de sustancias perjudiciales, límite líquido, índice plástico, material que pasa la malla No.200 para casos especiales, reactividad de los álcalis del cemento, intemperismo acelerado.

Gruesos: granulometría, material que pasa la malla No.200, contenido de sustancias perjudiciales, reactividad de los álcalis del cemento, masa volumétrica, intemperismo acelerado, resistencia al desgaste, reactividad de los agregados finos y gruesos.

Durante el proceso de producción para controlar la calidad del material, por cada 100 m<sup>3</sup> o fracción de material de un mismo tipo extraído del banco y una vez tratado mecánicamente, se asegurara que cumple con: granulometría y por cada 1,000 m<sup>3</sup> de producción del banco se asegurara que cumple con todos los valores establecidos anteriormente.

#### **f) Agua**

Anteriormente a su utilización con objeto de controlar la calidad del agua se tomara una muestra representativa cada 1500 m<sup>3</sup> o cada cambio de color, aumento de partículas en suspensión y el aporte de agua contaminada, entre otros; para determinarle los valores característicos y límites máximos tolerables de sales e impurezas como: sólidos en suspensión en aguas naturales (limos y arcillas), sólidos en suspensión en aguas recicladas (finos de cemento y de agregados), cloruros, sulfato como SO<sub>4</sub>, magnesio, carbonatos, bióxido de carbono disuelto, álcalis totales, total de impurezas en solución, grasas o aceites, materia orgánica, potencial de hidrogeno.

#### **g) Concreto hidráulico**

Se verificará la calidad de los componentes del concreto hidráulico como agregado grueso, agregado fino, agua, cemento Pórtland, etc. como se describió anteriormente y se determinarán sus proporciones para diseñar el concreto hidráulico; para el control de la elaboración y colocación del



concreto primeramente se tomará una muestra representativa ya sea de una bachada con revolvedora o de un trompo giratorio si se trata de concreto premezclado se verificará su revenimiento como primer prueba, si es premezclado la muestra se tomará entre el 15 y el 85% del vaciado del concreto si cumple con este se tomarán muestras de 4 probetas cilíndricas para dar seguimiento a la evolución de su resistencia a la compresión simple; se determinará la temperatura de hidratación del concreto, resistencia a la compresión simple a 3, 7, 14 y 28 días o como indique el proyecto, contenido de aire y se determinará su peso volumétrico. El muestreo se realizará sistemáticamente cada 5 metros cúbicos si es con revolvedora y cada 10 metros cúbicos si se emplea concreto premezclado.

#### **h) Acero de refuerzo**

Durante el proceso de producción para controlar la calidad del material de acero de refuerzo, por cada 10 Ton de cada lote o fracción de material de un mismo tipo, diámetro y/o proveedor se tomará una muestra representativa de 4 probetas de 1.20 m de longitud para verificar su calidad.

Requisitos de composición química: fósforo, carbono, manganeso, azufre y silicio.

Requisitos físicos: acabados, dimensiones, corrugaciones, resistencia a la tensión, alargamiento, doblado, inspección metalúrgica microscópica, grietas de laminaciones radiales o tangenciales, traslapes o lajas y defectos superficiales con reducción de área, tubo de laminación o rechupe, grietas de enfriamiento, inclusión de materia contaminante y porosidad.

#### **Sub-balasto**

Una vez aceptados los tramos de terracerías, se procederá a la construcción del Sub-balasto, empleando para ello material pétreo de 1½", cuya granulometría quede dentro de las curvas establecidas en las Normas de la Secretaría, y sus características físico-químicas cumplan con las normas citadas. Para cumplir lo anterior, a los bancos propuestos se le efectuarán las pruebas de calidad correspondientes hasta obtener la autorización previa de la supervisión.

El material será acarreado del banco al sitio de los trabajos, empleando para ello vehículos en buen estado que impidan la contaminación del material de tal forma que no se altere su composición y características. Dicho material será depositado y acamellonado en el tramo por aplicar, tomando las precauciones necesarias para evitar su contaminación o saturación de humedad en caso de presentarse lluvias.

El material para el Sub-balasto se mezclará y aplicará la humedad requerida hasta obtener un material homogéneo, procediendo a continuación a extenderlo con una moto conformadora, compactando con rodillo vibratorio dando las pasadas requeridas para obtener el grado de compactación fijado, cuidando que el camino quede limpio y bien afinado, con la pendiente y el bombeo indicados en el proyecto.

#### **Proceso de muestreo y control de calidad**

En la formación y compactación de Sub-balasto, durante el proceso de producción para controlar la calidad del material totalmente triturado, por cada 300 m<sup>3</sup> o fracción de material de un mismo tipo extraído del banco y una vez tratado mecánicamente se asegurará que cumpla con: granulometría y el equivalente de arena; y por cada 3000 m<sup>3</sup> o fracción de material se asegurará que cumple con granulometría, límite líquido, índice plástico, equivalente de arena, valor soporte california, desgaste Los Ángeles, partículas alargadas y lajeadas y grado de compactación; para este último se realizarán calas a lo que resulte de utilizar el procedimiento basado en tablas de números aleatorios por cada capa tendida. En el tramo de trabajo se tomarán muestras de material por cada 200 metros lineales de capa tendida y se les verificará que cumplan con los requisitos de calidad anteriormente citados.

### **Armado de vía**

Para los trabajos del armado de vía se procederá con el arranque de los mismos, una vez que se hayan alcanzado un avance apropiado en la formación de la capa de Sub-balasto previo a la construcción de las capas de terraplenes aprobadas por la SCT, así como por el Laboratorio de control de calidad, previo al armado de la vía, la cuadrilla de topografía, trazará el eje de la vía, colocando estacas a cada 20 metros y posteriormente se realizará la distribución de los materiales de vía como son, durmiente y riel empleando grúa sobre vía y grúas apropiadas, sistemas de fijación de riel-durmiente especificado por el proyecto, con el personal y herramientas adecuadas. Después se procederá a la colocación de los durmientes sobre la capa de Sub-balasto a una distancia de 60 cm centro a centro, perpendicular al eje de la vía, se colocará el riel, con grúas de vía, fijando dichos rieles con las fijaciones especificadas, para realizarlo se utilizarán cuatro cuadrillas, compuestas por un mayordomo y diez operarios de vía, con herramientas adecuadas.

### **Distribución y colocación de juego de madera de cambio**

Se efectuarán las labores de carga, acarreo, descarga, distribución y colocación del juego de madera de cambio No. 10 de pino impregnado como lo indica el plano del Reglamento de Conservación de Vías y Estructuras de los Ferrocarriles Nacionales de México, desde el lugar desde el almacén hasta el lugar de su colocación, además se realizarán las maniobras necesarias para llevar a cabo los trabajos referentes a la distribución y colocación del juego de madera de cambio en el sitio que indique el proyecto. Para el manejo de estos elementos, se deberán utilizar los equipos y herramientas adecuadas, a fin de no causar daños al durmiente, mismos que deberán colocarse conservando un ángulo recto con el eje de la vía. El suministro, la colocación y espaciado de los durmientes se hará de acuerdo a lo que fije el proyecto. Además, mientras no se contraponga con lo señalado en la especificación particular, se atenderá a todo lo indicado a este respecto en el tomo IV "vías férreas" de la normas de construcción de la S.C.T., edición 1981 y al Reglamento de Conservación de Vía y Estructuras de Ferrocarril Mexicano, S.A. de C.V., así como lo señalado en el tomo VIII "normas de materiales de las normas de construcción" de la S.C.T., y lo indicado al respecto en el manual de AREMA. En virtud, de que estos juegos de madera de cambio se colocarán en las conexiones del patio con la vía principal como lo indica el proyecto ejecutivo, para la ejecución de estos trabajos se obtendrán los permisos de autorización de vía y ventanas de trabajo de FERROMEX.

### **Distribución y colocación de juego de herraje de cambio**

Se suministrará y efectuarán las labores de carga, acarreo, descarga y colocación del juego de herraje de cambio N° 10, que incluye sapo N° 10 inserto acero manganeso, juego de agujas (izquierda y derecha), árbol de cambio 56-B, barras de conexión, silletas, block de contra riel, block de talón de aguja, placas de asiento, placas gemelas, clavos de vía, elementos de fijación, etc., desde el lugar desde el almacén hasta el lugar de su colocación, además se realizarán las maniobras necesarias para llevar a cabo los trabajos referentes a la colocación. La instalación de los herrajes se hará respetando la geometría establecida en el plano. Por pieza o bien en bloques pre armados y ensamblados en lugar. Es necesario que los herrajes estén completos. Para el manejo de estos elementos, se utilizarán los equipos y herramientas adecuadas, a fin de no causar daños a los elementos que constituyen el juego de herraje N° 10 de 115 lbs/yd con agujas de 16' 6", el suministro y colocación del herraje de cambio, se hará de acuerdo a lo que indican las especificaciones y planos del Reglamento de Conservación de Vía y Estructuras de los Ferrocarriles Nacionales de México. Además, mientras no se contraponga con lo señalado con la especificación particular, se cumplirá con todo lo indicado a este respecto en el tomo IV "vías férreas" de la normas de construcción de la S.C.T., edición 1981, así como lo señalado en el tomo VIII "normas de materiales de las normas de construcción de la S.C.T., y lo indicado al respecto en el manual de AREMA. En virtud, de que estos herrajes de cambio se colocarán en las conexiones del patio con la vía principal como lo indique el proyecto ejecutivo, para la ejecución de estos trabajos se obtendrán los permisos de autorización de vía y ventanas de trabajo de FERROMEX.

### **Suministro, carga, acarreo, descarga y distribución de balasto**

El balasto se suministrará del banco indicado en la propuesta técnica y económica, considerando los costos por extracción, triturado, acopio, cribado, carga a camión, acarreo, descarga y distribución del balasto, que se llevará a cabo una vez que se tenga un avance adecuado en el armado de vía; la descarga se hará sobre el eje de las vías. La supervisión verificará que el material de los bancos cumpla con las especificaciones de calidad vigentes y en caso contrario, se localizará otro banco que cumpla con dichas especificaciones. Se realizarán las maniobras de cargas, acarreos y descargas necesarias para efectuar el suministro y distribución del balasto desde donde se produzca o se encuentre almacenado hasta el sitio de su aplicación; asimismo, se distribuirá a lo largo de las vías en la cantidad que fije el proyecto y/o lo que ordene la Dependencia, cumpliendo con las reglas 435 y 436 capítulo IX del reglamento para la conservación de vías y estructuras del Ferrocarril Mexicano S.A. de C.V. Para asegurar su correcta distribución.

La descarga de balasto se llevará a cabo hasta el nivel de la cara superior del durmiente de manera uniforme en los vehículos apropiados (góndolas balasteras) para tal actividad, prosiguiendo con los trabajos de distribución y regulado de balasto utilizando para ello una maquina Reguladora de balasto en una primera etapa, posteriormente ingresará la máquina Multicalzadora, niveladora y alineadora de vía para ejecutar los trabajos de alineación, calzado y nivelación de la vía, realizando nuevamente esta actividad hasta alcanzar la rasante de proyecto solicitada. Concluyendo con la actividad del perfilado y barrido de balasto con la maquina Reguladora. El tándem de Alineamiento,

Calzado y Nivelación estará compuesto por una Multicalzadora Mark-IV System V, con rayo láser y una maquina Reguladora de balasto.

### **Calzado, nivelación, alineamiento, perfilado de balasto y barrido de vía con maquinaria de vía**

Previo a la ejecución de estos trabajos, se verificará que todos los trabajos de armado de vía y la descarga y distribución de balasto se hayan efectuado correctamente; posteriormente se procederá al calzado, nivelación y alineamiento de la vía realizando los levantes necesarios de hasta 3" en promedio hasta alcanzar la rasante de proyecto solicitada. Se ejecutarán estos trabajos utilizando un tándem de maquinaria compuesto por una máquina Multicalzadora Mark IV System V, equipada con rayo láser y registrador gráfico, además de una reguladora de balasto. Se cumplirá con lo indicado en el anexo 1 del reglamento para la conservación de vías y estructuras de Ferrocarriles Nacionales de México. Así como atendiendo lo especificado en el tomo IV de las normas de SCT, respetando siempre la posición horizontal, geometría y elevación de rasante del proyecto. Finalmente, se procederá al perfilado de la sección del balasto y barrido final de la vía con la máquina reguladora.

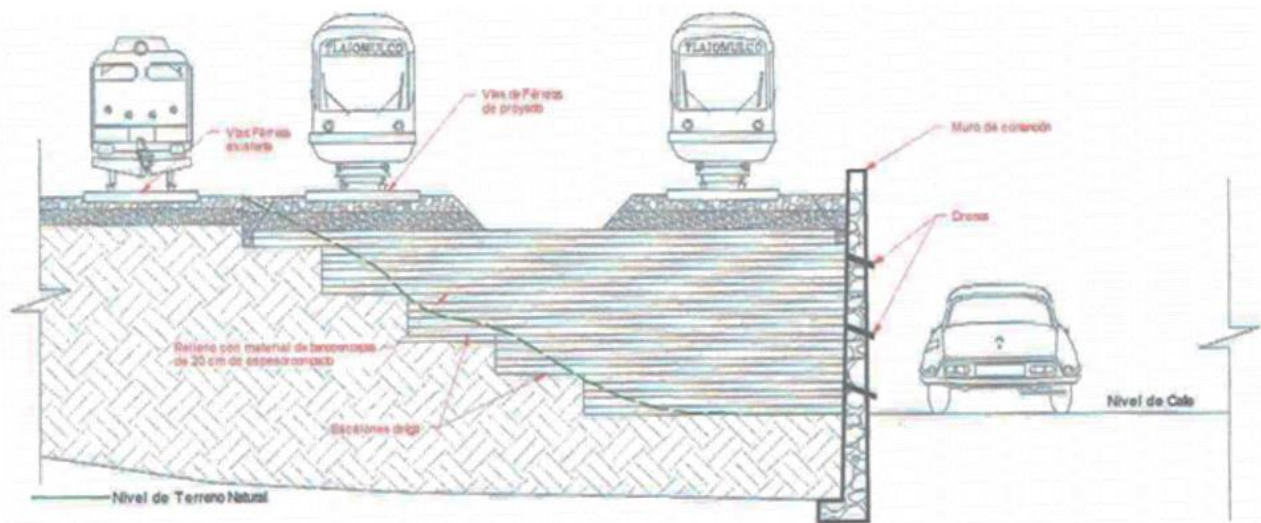
Después de haber efectuado los trabajos de calzado, alineamiento y nivelación de la vía, se procederá a efectuar los trabajos de estabilización dinámica de la vía para alcanzar un mejoramiento en el anclaje de la vía dentro de la cama de balasto, para mantener la geometría de la vía por un mayor periodo de tiempo; el estabilizador que se utilizará será de las características solicitadas en la ingeniería de detalle, cumpliendo con los parámetros exigidos. Así mismo se aplicará la presión especificada de manera constante hasta lograr el equivalente al paso de un tráfico de 100,000 toneladas.

Al finalizar estos trabajos, se verificará la calidad de los mismos mediante trazo y nivelación topográfica. La recepción de los trabajos se llevará a cabo inmediatamente después de su terminación.

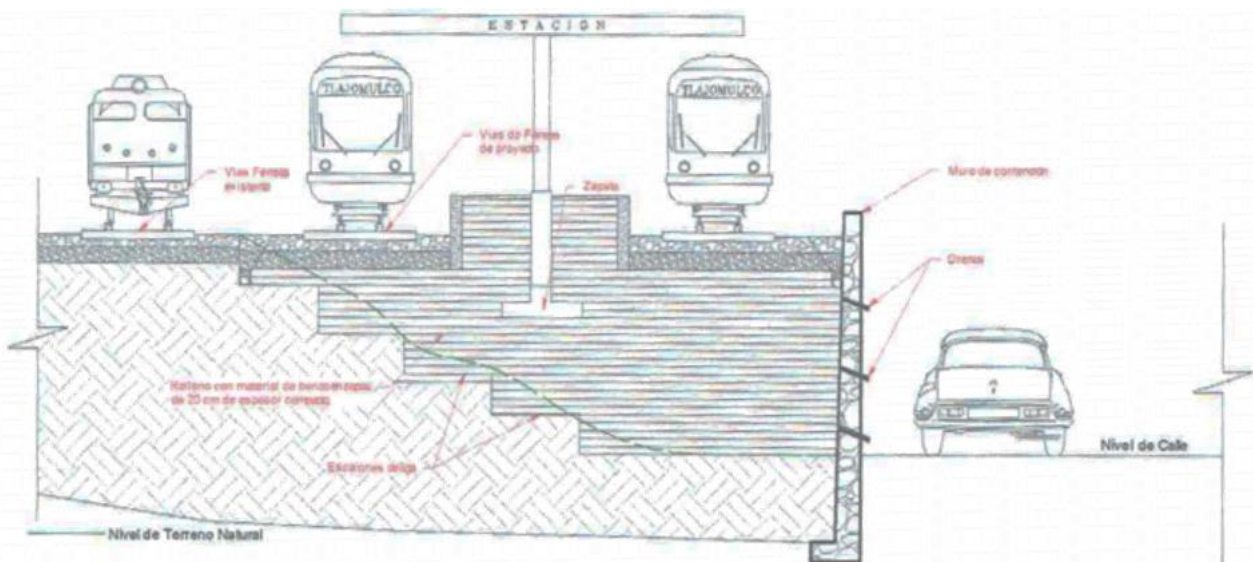
#### **- Construcción de muros de contención**

Para la construcción de muros de contención, ya sea junto a las vías (Figura 2.16), o en zonas donde haya estaciones (Figura 2.17), se tomarán en cuenta las siguientes condiciones de acuerdo al Informe Geotécnico de la Subestructura de la Vía Férrea (Anexo 2.3): Sobre el terreno natural, se construirá un relleno utilizando un material con características de calidad similar a una arena limosa (material de banco) según la clasificación SUCS, se construirá en capas de 20 cm de espesor compacto hasta el nivel de terreno requerido formando escalones de liga para unirlos con el terreno natural, buscando un grado de compactación de por lo menos el 95% de su masa volumétrica seca máxima mediante la prueba AASHTO Estándar.

Para evitar los escurrimientos se recomienda la implementación de drenes de penetración transversal colocados a tresbolillo en el talud. Se deberá verificar el tipo de suelo previo a la construcción de los terraplenes por si es necesario alguna estabilización de suelo previa.



**Figura 2.16. Esquema representativo de la construcción del muro de contención junto a las vías**



**Figura 2.17. Esquema representativo de la construcción del muro de contención en zonas donde hay estación**

**- Construcción de las estaciones**

Dentro del Anexo 2.5 se presenta el Informe Geotécnico para las estaciones de la Línea 4 del Tren Ligero, mismo que fue elaborado por la empresa ALSA Ingeniería de Suelos y Materiales, S.A. de C.V. entre octubre y noviembre de 2019. Para cada una de las 8 estaciones propuestas, el Informe Geotécnico reporta los antecedentes del predio, la detección del Nivel de Aguas Freáticas (N.A.F.), los trabajos de campo y laboratorio que se realizaron, el croquis de ubicación de los sondeos, el cálculo de la capacidad de carga del terreno, asentamientos, permeabilidad del suelo y las conclusiones y recomendaciones para la cimentación de cada estación.



Las recomendaciones particulares de cada estación varían de acuerdo al tipo del suelo que existe en el sitio donde pretende establecerse; sin embargo, de forma esquemática, y con fines ilustrativos, a continuación se presentan las conclusiones de la Estación 2.

El suelo estudiado hasta las profundidades mencionadas está constituido por depósitos de materiales que consisten en una Arena limosa con grava (SM) y una Arena limosa (SM).

Las compacidades van de SUELTA a MUY COMPACTA conforme se incrementa la profundidad y de manera intercalada, se realizaron 3 sondeos de penetración estándar, alcanzando una profundidad máxima de exploración variable, encontrando el estrato altamente consolidado ( $N > 50$ ) al final de los sondeos.

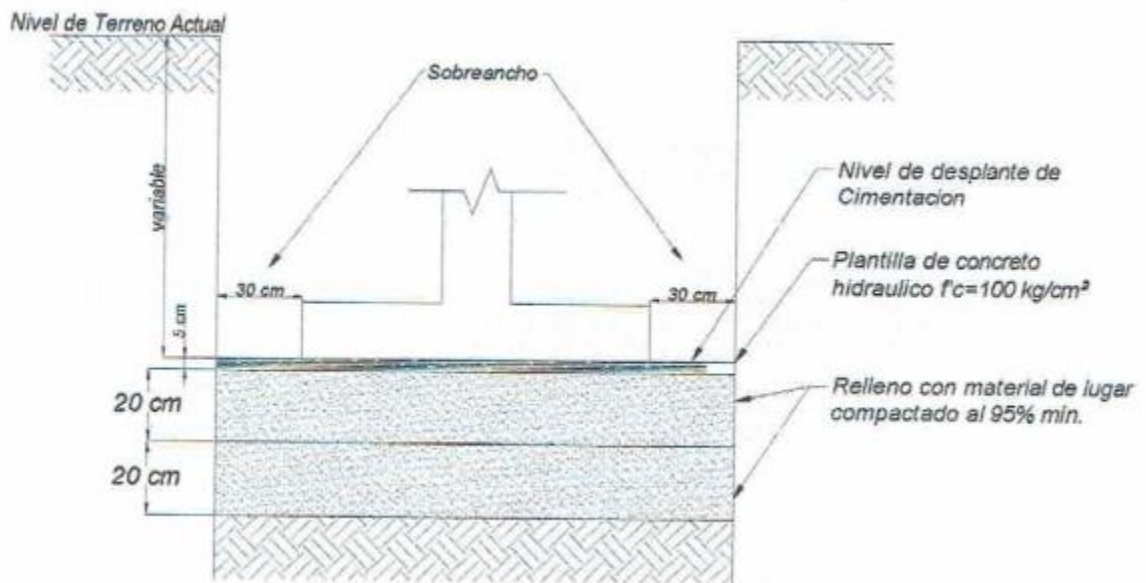
No se localizó nivel de aguas freáticas (N.A.F.) a la profundidad explorada en la fecha en la que se efectuó la exploración del subsuelo, sin embargo, se localizaron materiales parcialmente saturados con un Contenido de agua (W%) mayor al Límite líquido (LL%) (*posibles escurrimientos*).

El tipo de cimentación que se adecúa para las condiciones del subsuelo es del tipo superficial conformada por zapatas aisladas y corridas.

Se hace especial recomendación que las excavaciones no se dejen abiertas por mucho tiempo y de preferencia que no se realicen en temporadas de lluvias para que no se altere la estructura natural del suelo y esto provoque la disminución de la capacidad de carga y el incremento de los hundimientos.

Desde el punto de vista del comportamiento del subsuelo, es posible que, durante un sismo intenso, ocurra un reacomodo en las partículas de los depósitos superficiales existentes, por lo cual es conveniente que las estructuras estén capacitadas para admitir movimientos diferenciales sin dañarse.

Mejoramiento del suelo para cimentación de zapatas: se recomienda realizar lo siguiente, previo a la construcción de las zapatas de cimentación.



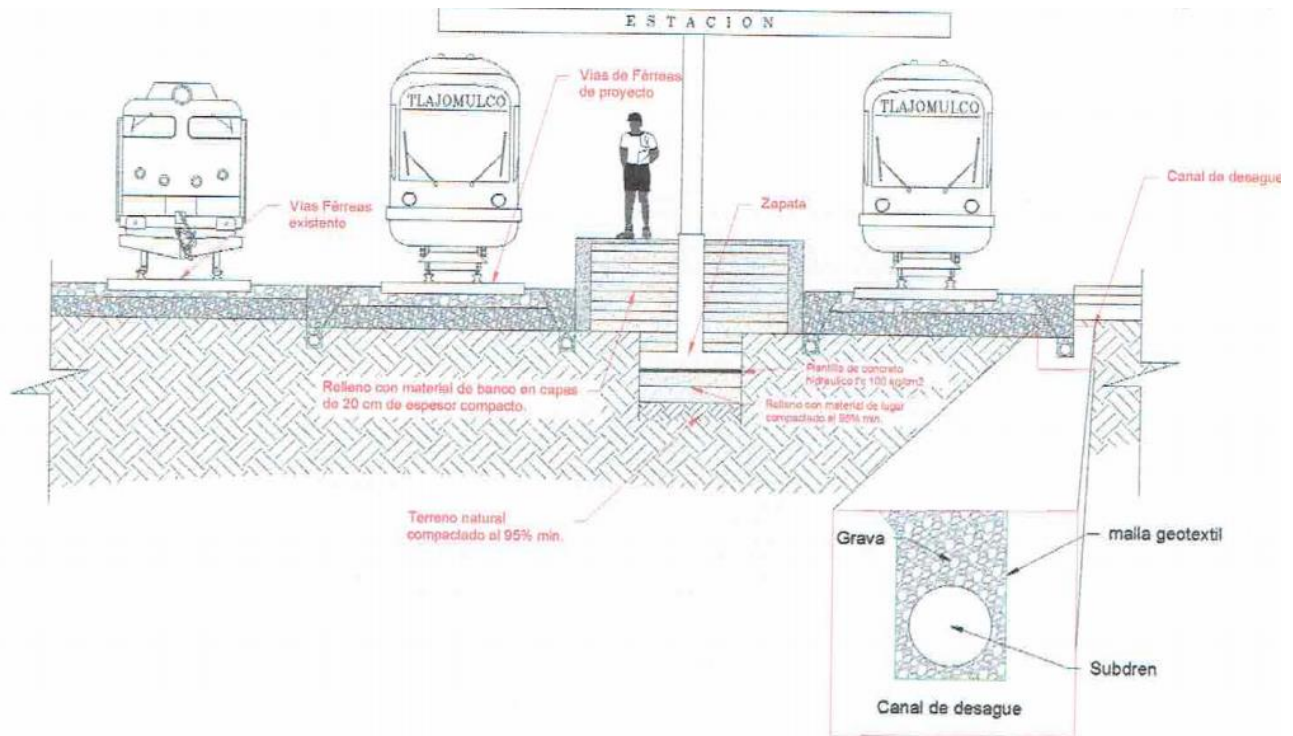
**Figura 2.18. Esquema representativo del mejoramiento del suelo (zapatas)**

**Corte:** Abrir caja a 45 cm de profundidad por debajo del nivel de desplante de la cimentación, cuya capacidad de carga sea la adecuada a sus necesidades, además de un sobrancho de 30 cm por cada lado.

**Relleno:** Sobre el fondo de la excavación debidamente compactado, se deberá construir un relleno utilizando un material con características de calidad similar a una Arena Limosa (Material de lugar) según la clasificación SUCS, este se construirá en 2 capas de 20 cm de espesor compacto; buscando un grado de compactación de por lo menos el 95% de su masa volumétrica seca máxima (MVSM) mediante la prueba AASHTO Estándar, una vez cumplido esto, se puede continuar con la construcción de la cimentación.

**Plantilla:** Posteriormente, sobre el relleno debidamente compactado, se colocará una plantilla de concreto hidráulico  $f'c: 100 \text{ kg/cm}^2$  con un espesor de 5 cm, con el fin de evitar que el concreto de los elementos estructurales se contaminen con partículas de suelo y que la carga se distribuya correctamente, una vez cumplido esto, se puede continuar con la construcción de la cimentación.

**Mejoramiento del suelo para andador:** Se recomienda realizar lo siguiente, previo a la construcción del andador de la estación (Figura 2.19).



**Figura 2.19. Esquema representativo del mejoramiento del suelo (estaciones)**

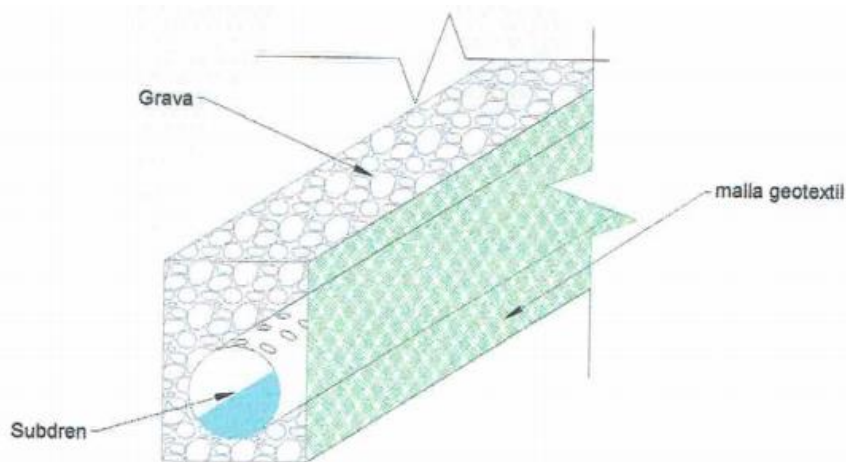
**Corte:** Se deberá despalmar unos 15 cm por debajo del nivel del terreno Actual, se deberá compactar el fondo buscando un grado de compactación de por lo menos el 95% de su masa volumétrica seca máxima (MVSM) mediante la prueba AASHTO Estándar.

**Relleno:** sobre el terreno despalmado y debidamente compactado, se deberá construir un relleno utilizando un material con características de calidad similar a una Arena Limosa (Material de banco) según la clasificación SUCS, se colocará el número de capas necesarias hasta llegar al nivel de requerido, buscando un grado de compactación de por lo menos el 95% de su masa volumétrica seca máxima (MVSM) mediante la prueba AASHTO Estándar, una vez cumplido esto, se puede continuar con la construcción de la cimentación.

**Malla electrosoldada:** Sobre el relleno debidamente compactado, se colocará una malla electrosoldada de las características que se requiera, colocada adecuadamente para absorber los esfuerzos de contracción provocados por cambios de temperatura en el concreto. La malla electrosoldada deberá quedar a una distancia de 1/3 del espesor de la losa de piso (por encima del relleno debidamente compactado). Una vez instalada la malla y habiendo dejado las preparaciones para las instalaciones, se colocará la losa de piso de concreto hidráulico del espesor y resistencia que requiera el proyecto, quedando la malla electrosoldada sumergida en el Concreto hidráulico.

**Subdren:** Sobre las laterales de las vías del tren eléctrico, se deberá construir un canal de desagüe para reconducir las aguas de lluvia y evitar la erosión del suelo y encharcamientos, el canal consiste en colocar una malla geotextil en el perímetro de la excavación donde se colocará

canal, una vez colocada la malla, se deberá colocar un subdren (tubo perforado) a lo largo de la estación para que este reconduzca el agua de lluvia, posteriormente sobre el tubo perforado, se colocara una capa de material con características de calidad para subdrenajes de acuerdo a la normativa SCT, para evitar que escombros o basura llegue al tubo que le dará salida a el agua y este se tape (ver Figura 2.20).



**Figura 2.20. Esquema representativo del canal de desagüe**

Esta información para cada estación a construir, adaptada conforme a los resultados de las pruebas geotécnicas, se presentan en el Anexo 2.5 de esta MIA-E. La ingeniería de detalle del proyecto, de donde saldrán los planos constructivos definitivos, considerará todas las recomendaciones hechas por la empresa que realizó el estudio geotécnico.

- **Mantenimiento de maquinaria y equipos durante la etapa de preparación y construcción**

Durante los 3 años que duren las acciones de preparación y construcción de la Línea 4 del Tren Ligero Guadalajara, se tendrá que dar mantenimiento a la maquinaria y equipos electromecánicos que se utilizarán en la obra. De forma general, los tipos de mantenimiento para la maquinaria y equipo de construcción se clasifican como Predictivo, Preventivo y Correctivo. A continuación se ofrece una reseña genérica de cada tipo de mantenimiento.

**Mantenimiento Predictivo.** Se aplica siguiendo las recomendaciones del fabricante y distribuidor de los consumibles, por lo general o lo trae especificado el producto en la memoria técnica o se le pregunta al vendedor; cuando es la fecha recomendada de cambio en función de su durabilidad, tomando en cuenta que es para uso rudo. Se deberá atender esa fecha de recambio y hacerlo el día indicado, también se puede observar la pieza diariamente dos o tres veces al día, aunque se inicia el riesgo de falla si no se respeta la fecha recomendada de recambio. Lo importante de este tipo de mantenimiento es que se cambie a tiempo la pieza para que la maquinaria o el equipo no dejen de trabajar en buenas condiciones operativas.

**Mantenimiento Preventivo.** El mantenimiento preventivo se diseñó con la idea de prever y anticiparse a los fallos de las máquinas y equipos, utilizando para ello una serie de apoyos y ajustes, hasta diseñar un programa con frecuencias calendarizadas considerando el uso de las máquinas y el equipo. El mantenimiento preventivo podría en un futuro ser potencialmente mejorado por medio de la incorporación de las recomendaciones que da el mantenimiento predictivo. Las áreas que hay que considerar al aplicar el mantenimiento preventivo son: Inspección, Limpieza, Ajustes, Lubricación y Programación.

- Inspección. Se recomienda una inspección diaria de todo el equipo, con la finalidad de encontrar piezas dañadas o en, mal estado, antes de encender la maquinaria pesada o el equipo. A veces son fallas leves que se pueden corregir rápidamente.
- Limpieza. Se deben mantener todos componentes completamente limpios y libres de polvo, grasa o residuos; ya que estos pueden hacer que la sincronía del sistema se desajuste o dañe. Es importante hacer limpieza a la maquinaria y equipo, varias veces durante el turno de trabajo.
- Ajustes. Es indispensable analizar y revisar constantemente.
- Lubricación. Una de las partes más importantes del mantenimiento es la lubricación y engrasado, que se lleva a cabo en los puntos y partes que están en constante fricción; hay que lubricar los rodamientos y los vástagos de los pistones, remover el exceso de grasa o lubricante con una estopa, para evitar el goteo y posible contaminación.
- Programación. Esta parte del mantenimiento se debe ajustar y corregir constantemente, hay que considerar la duración de las piezas consumibles y programar en el tiempo su cambio, antes de que fallen y entrar así al mantenimiento correctivo.

Como parte de manejar un mantenimiento programado, se debe tomar en cuenta, la planeación de los objetivos que se quieren alcanzar en un tiempo determinado. Se deberán definir perfectamente las tareas o acciones por realizar para alcanzar los objetivos propuestos. Hay que determinar y respetar el cronograma de aplicación. Se deben tener listos los recursos (humanos y económicos) para realizar óptimamente el mantenimiento preventivo. Se deben tratar de mejorar los tiempos y costos de realización de dicho mantenimiento preventivo.

Los beneficios de la aplicación de un mantenimiento preventivo son:

1. Reduce las fallas y tiempos, incrementando la disponibilidad operativa de maquinaria y equipo constructor.
2. Incrementa la vida útil de la maquinaria y equipo.
3. Mejora la utilización y aprovechamiento de los recursos destinados a este.
4. Reduce la existencia de los consumibles en almacén, programando adecuadamente su compra y manteniendo actualizado el inventario de refacciones.

**Mantenimiento Correctivo.** Este mantenimiento es el que ninguna empresa constructora desea, pero sucede, estando en operación la maquinaria o equipo se descomponen, dejan de trabajar, activan aceleradamente a los mecánicos encargados de componer la maquinaria o equipo. Ellos saben que deben hacerlo lo más rápido que puedan, porque hay trabajadores descansando y se dejan de hacer actividades programadas para ese día.



En la Norma Oficial Mexicana NOM-031-STPS-2011, en su apartado No. 17 "Maquinaria y Equipo", en la sección 17.2 relativo a la aplicación del Programa de Mantenimiento se recomienda que al menos se considere:

- a) El Número económico o de identificación de la maquinaria y equipo.
- b) Las fechas programadas para realizar el mantenimiento.
- c) Las rutinas de mantenimiento que incluyan la verificación a los dispositivos de seguridad. Contar con un documento en el que consten los resultados de las rutinas, éste deberá ser firmado por el responsable de dicha actividad.

La mencionada Norma Oficial Mexicana en su apartado 17.3 menciona que para realizar las actividades de mantenimiento a la maquinaria y equipo utilizados en las obras de construcción, se deberá contar con los procedimientos de seguridad que al menos comprendan.

- a) Los equipos, herramientas y sustancias a utilizar.
- b) Adoptar las medidas de seguridad en el área donde se realice el mantenimiento.
- c) El equipo de protección personal que deberá portar el trabajador que realice el mantenimiento deberá ser el adecuado a dicha labor.
- d) Considerar las medidas de seguridad por aplicar en el equipo o en la maquinaria durante el mantenimiento, tales como; corte de energía, coacción de candados y etiquetas de seguridad.
- e) Contar con las autorizaciones y/o permisos que se tramitan previo a la ejecución de los trabajos de mantenimiento
- f) Abastecimiento de agua requerida

En esta fase del Proyecto, aún no se tienen ubicados los sitios donde se instalarán los patios de maquinaria y almacén de materias primas; una vez concluida la ingeniería de detalle y de manera oportuna al momento de licitar las obras, cada frente de obra tendrá su patio de maquinaria y almacén de materias primas. Sin embargo en cada sitio que se pretendan realizar las actividades de mantenimiento y/o almacenamiento de sustancias, se acondicionarán todas las medidas de seguridad necesarias para evitar la contaminación del suelo y de cuerpos de agua, por derrames o fugas de sustancias con características de peligrosidad. Así mismo, en estos sitios se ordenará contar con las hojas de seguridad de todas las sustancias que ahí se encuentren, además de procedimientos para el manejo de las sustancias peligrosas y de atención a emergencias.

Las compañías constructoras que realicen el proyecto de Construcción de la Línea 4 del Tren Ligero Guadalajara cumplirán las recomendaciones que hacen las Normas Oficiales Mexicanas, en especial las relacionadas con las obras constructivas.

Las Normas Oficiales relacionadas con la seguridad del personal trabajador y las instalaciones son las siguientes:

- NOM-004-STPS 1999 “Sistemas de Protección y Dispositivos de seguridad en la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo”.
- NOM-006-STPS-2000 “Manejo y Almacenamiento de materiales, Condiciones y Procedimientos de Seguridad”.
- NOM-017-STPS-2008 “Equipos de protección personal, selección uso, y manejo en los centros de trabajo”.
- NOM-027-STPS-2008 “Actividades de soldadura y corte, condiciones de seguridad e higiene”.
- NOM-029-STPS-2005 “Mantenimiento de las Instalaciones Eléctricas en los centros de trabajo. Condiciones de seguridad”.
- NOM-031-STPS-2011 “Construcción, condiciones de seguridad y salud en el trabajo”.

### **2.3.4 Etapa de operación y mantenimiento**

Como se ha mencionado anteriormente, la operación del Proyecto no es una actividad que vaya a realizar la Secretaría de Infraestructura y Obra Pública del estado de Jalisco como promovente, sino que una vez que finalice la Construcción de Línea 4 del Tren Ligero Guadalajara, será entregada la obra al Sistema de Tren Eléctrico Urbano (SITEUR), organismo público descentralizado (OPD) encargado de la operación de este medio de transporte masivo. No obstante, bajo el enfoque integral al que se refiere la teoría que sustenta al impacto ambiental como un instrumento para la toma de decisiones, enfoque que se plantea cabalmente en este estudio de impacto ambiental del que se podrán extraer medidas que sean integradas al diseño del proyecto, dada su temprana etapa de desarrollo, es decir, aun cuando la ingeniería de detalle se está elaborando; se aborda conceptualmente las actividades que se desarrollarán en la etapa de operación, con base en los procedimientos instaurados por este OPD para el funcionamiento de las líneas del tren ligero existentes, asumiendo que con la puesta en marcha de la Línea 3 y habiéndose concluido la ingeniería de detalle así como la construcción de la Línea 4, estos procedimientos podrían ser actualizados.

Dicho lo anterior, de forma general se plantea el desarrollo de las siguientes actividades durante la etapa de operación y mantenimiento:

- Operación de los trenes para brindar el servicio de transporte masivo en la Línea 4 del Tren Ligero Guadalajara
- Mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo a trenes
- Mantenimiento a vías e infraestructura asociada
- Mantenimiento y limpieza de estaciones y áreas de trabajo
- Mantenimiento de mobiliario urbano
- Modificaciones permanentes a cruces viales
- Manejo de residuos, desde su generación, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y/o disposición final
- Mantenimiento de señalética

- Desarrollo y aplicación de programas de apoyo social
- Supervisión y control ambiental
- Manejo de agua pluvial
- Generación y almacenamiento de Residuos Peligrosos, principalmente derivados del mantenimiento a los equipos
- Generación de residuos de características domiciliarias depositados por usuarios en puntos limpios y/o contenedores en estaciones
- Emisión de ruido y vibraciones por paso de trenes
- Uso de luminarias

- **Características de operación y servicio de la Línea 4 del Tren Ligero Guadalajara**

El diseño de la superestructura para las vías de la Línea 4, que se catalogan con una Clase de vía Tipo 1; así como el de los propios trenes, se consideró con base en los siguientes parámetros:

- Velocidad de operación: 40 km/h
- Velocidad máxima: 100 km/h
- Horario de servicio: los 365 días del año, de lunes a domingo de 5:00 a 23:00 horas.
- Tiempo de recorrido en línea: No definido
- Frecuencia de paso en hora pico: No definido. Se estima aproximadamente entre 03:30 y 05:00 minutos.
- Frecuencia de paso en hora valle: No definido. Se estima aproximadamente entre 06:00 y 07:15 minutos.

Los 20.8 km de longitud de la Línea 4 del Tren Ligero y las 8 estaciones que tendrá, se sumarán a la red de vías e infraestructura operativa del Sistema de Tren Eléctrico Urbano, que se conforma actualmente por:

- Línea 1: 16.5 kilómetros y 20 estaciones (11 superficiales en 2 tramos y 9 subterráneas en 2 tramos)
- Línea 2: 8.5 kilómetros y 10 estaciones subterráneas
- Línea 3: 21.5 kilómetros 18 estaciones (13 elevadas y 5 subterráneas)

Los modelos de los trenes aún no están definidos, pero preliminarmente se estima que los vagones tengan capacidad de 500 plazas por tren, distribuidas en 3 vagones por unidad. Se están considerando diversos fabricantes que tiene la capacidad para fabricar y suministrar los equipos de acuerdo a los requerimientos específicos que se terminen de definir a partir de la ingeniería de detalle. Entre los posibles proveedores, que ya han sido contratados previamente por SITEUR para diversos temas con relación a las líneas de tren ligero y vagones que forman parte de la infraestructura de la OPD, son BOMBARDIER, SIEMENS, ALSTOM, CNR, CAF y MITSUBISHI.



- **Manual del Sistema de Gestión de Calidad en el Servicio a Pasajeros**

Como se mencionó previamente, al integrarse la Línea 4 al Sistema de Tren Eléctrico Urbano, operado por el OPD SITEUR, el servicio que ofrecerá deberá cumplir con los estándares que tiene instaurado en las Líneas 1 y 2, y próximamente en la Línea 3 del Tren Ligero, que arrancará operaciones en los primeros meses del año 2020.

Lo siguiente es un extracto del Manual del Sistema de Gestión de Calidad en el Servicio a Pasajeros de SITEUR.

**Sistema de Gestión de Calidad:**

El Sistema de Gestión de Calidad (SGC), comprende la estructura organizacional, funciones, actividades, recursos y documentación necesaria para asegurar que el servicio satisface las expectativas de los pasajeros, los requisitos reglamentarios y legales relativos a la actividad.

En el Sistema de Tren Eléctrico Urbano se le denomina Material Rodante al parque vehicular, que, sin contar la Línea 3 que está concluyendo su construcción, ni la Línea 4 que está en fase de diseño, está compuesto por 48 vehículos; de los cuales 16 (001-016) son modelo TLG 88 (Tren Ligero Guadalajara 88) y los restantes 32 (017-048) son modelo TEG 90 (Tren Eléctrico Guadalajara 90). Los TLG 88 se encuentran en servicio desde el 01 de septiembre de 1989 y los TEG 90 desde el 01 de julio de 1994.

Un tren o vehículo se compone de dos carros con cabina de conducción M-1 y M-2, los cuales van montados sobre tres carretillas, a las extremas se les denomina carretillas motoras y a la central carretilla portadora, formando una unidad indivisible.

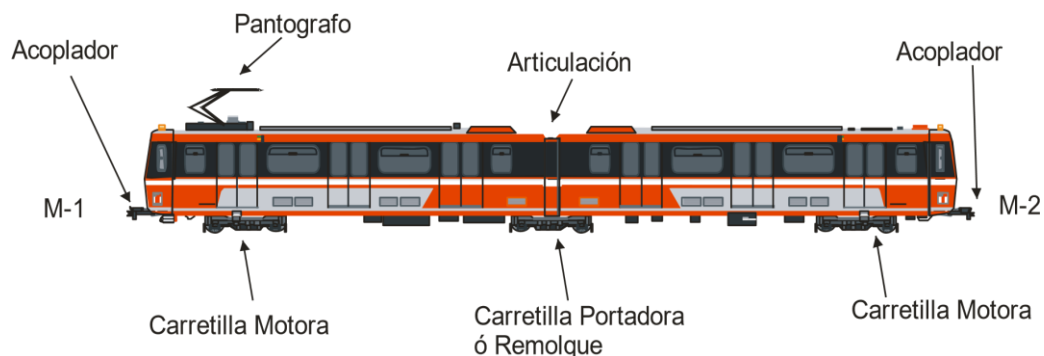
Se designa como M-1 el carro que contiene el pantógrafo, los dos carros están unidos por medio de una articulación que permite la circulación de los pasajeros entre ellos y podrán acoplarse los vehículos en caso de requerirlo la operación, hasta un máximo de 5.

En términos operativos a un vehículo se le denomina tren cuando circula por vías principales con un número asignado. Se le denomina vehículo cuando se encuentra en vías secundarias tales como: vías de garaje, vías de lavado y/o en vías de las naves de talleres y ahí se les nombra por su número de fabricación (M001- M048).

**Características generales de los vehículos TLG 88 Y TEG 90:**

	TLG-88	TEG-90
Tara del tren	40,000 KGS	40,000 KGS
Ancho de los asientos dobles	905 M.M.	905 M.M.
Ancho de los asientos individuales	408 M.M.	408 M.M.
Numero de cabinas de conducción	2	2
Numero de puertas sencillas por tren	4	
Numero de puertas dobles por tren	8	12
Tensión nominal de alimentación	750 VCC	750 VCC
Rango de variación mínima	600 V	525 V
Rango de variación máxima	900 V	900 V
Número de motores de tracción	2	2
Potencia total de los motores de tracción	460 KW	520 KW
Tensión de los circuitos de control	24 VCC	24 VCC
Tensión de los circuitos de ventilación	220 VCA	220 VCA
Frecuencia	60 HZ	60 HZ
Modo de operación	BI-Direccional	BI-Direccional
Captación de corriente	Catenaria	Catenaria
Lámparas de alumbrado normal	36	36
Ventiladores de los carros	14	14
Fanales de alta y baja	8	8
Plafones rojos de vigilancia	8	4
Escaleras de emergencia	2	2
Palancas de emergencia	12	12
Bocinas de anuncio a usuarios	6	12
Carteros amarillos	4	4
Carteros rojos	4	
Carteros verdes		4

### Formación de un vehículo (tren):



### Compromiso de Calidad



Es compromiso de SITEUR cumplir los estándares de la Norma UNE- EN 13816, mismos que a continuación se describen:

**Servicio Ofertado:**

Se realiza una programación anual a través del polígono de carga entre la oferta y la demanda, el cual se ajusta de acuerdo a los resultados.

En caso de averías en la ruta, los pasajeros podrán utilizar vehículos habilitados por SITEUR, para finalizar su trayecto, con el mínimo de retraso posible.

No se suspenderá ni se modificará ningún servicio programado sin previo aviso, salvo causas excepcionalmente justificadas.

**Accesibilidad:**

En las estaciones subterráneas y elevadas se cuenta con orugas para dar servicio a pasajeros de movilidad reducida y se han instalación de elevadores para la atención y servicio de los pasajeros con discapacidad y de la 3ra edad. Asimismo, en las estaciones de superficie los accesos son universales e incluyentes.

**Información:**

Todos los vehículos incluyen información de origen-destino o denominación.

El 100% de los empleados de estaciones está en condiciones de atender dudas relativas al trayecto del pasajero en cualquier etapa del ciclo del servicio.

El total de estaciones tiene información que permite identificar el servicio prestado, el esquema o itinerario en el sentido del trayecto e indicadores de la localización de las estaciones.

**Tiempo:**

Los horarios de salida y de paso por estación, corresponden con lo establecido por la Gerencia de Operaciones y difundido con los pasajeros.

Cuando se detecte un retraso de 15 minutos y/o 3 unidades, se iniciarán acciones correctivas y preventivas. Como ejemplo, se otorgar el servicio de PreTren (salvo en casos en que las causas del retraso sean por caso fortuito o ajenas a la organización).

**Atención al Pasajero:**

Los pasajeros tienen al alcance, una línea telefónica, buzones en estaciones, una cuenta de correo electrónico para realizar consultas, quejas, sugerencias y reclamaciones. El número telefónico, lugares de los buzones y dirección electrónica están especificados y adecuadamente divulgados.

Con el fin de asegurar la correcta atención al usuario, los empleados de estaciones conocen el protocolo de atención al pasajero.

La página web de la organización cuenta con un apartado en donde el pasajero puede realizar consultas, quejas, sugerencias y reclamaciones garantizando la accesibilidad las 24 horas del día.

**Confort:**

A todos los vehículos se les aplica el Proceso de Limpieza en Trenes (JTR-PC-003), garantizando su correcta limpieza y conservación.

Los colaboradores del área de transporte, realizan una conducción profesional que transmite seguridad y confort a los pasajeros.

Todas las motrices cuentan con asientos exclusivos para personas que presentan alguna discapacidad, 3era edad, limitación, entre otros.

**Seguridad:**

Los trenes disponen de elementos de seguridad acordes con sus características técnicas y la reglamentación aplicable.

Cuentan con el equipo, correctamente señalado, en caso de accidente.

El 100% de los conductores y del personal de estaciones está instruido de acuerdo al Manual para Conducción de Trenes (JT-MA-001), Procedimiento para la Atención a Pasajeros (JIS-PR-012), Instructivo de Alertas Rápidas (JTR-IN-001) para los casos en los que tenga lugar un incidente o accidente que ponga en peligro la integridad de las personas.

**Impacto Ambiental:**

Se cumple con las condiciones técnicas y legales vigentes en cuanto a la emisión de contaminantes. Los residuos generados son tratados por empresas contratadas para ello, mediante el Procedimiento de Manejo y Disposición Temporal de Residuos Peligrosos (JSH-PR-015).

Se establecieron indicadores de consumo energético para los vehículos que se destinan al servicio de transporte de pasajeros. De los datos obtenidos se realiza un seguimiento que permite optimizar el consumo energético.

Tres aspectos son los fundamentales al gestionar la información al pasajero:

1. La información en los vehículos (identificación del servicio, destino, denominación, entre otros)
  2. La información en las estaciones (horarios, esquema / itinerario en el sentido del trayecto e indicación de la localización en las estaciones).
  3. La información en oficinas y dependencias del SITEUR.
- Seguridad

La seguridad en el servicio se aborda con varias herramientas:

1. Los trenes disponen de elementos de seguridad acorde a sus características técnicas y la reglamentación aplicable.
2. El 100% de los trenes tienen señalado el equipamiento a utilizar en caso de accidente.
3. El 100% de los conductores y del personal de estaciones, está instruido de acuerdo al Manual para Conducción de Trenes (JT-MA-001), Procedimiento para la Atención a Pasajeros (JISPR-012), Instructivo de Alertas Rápidas (JTR-IN-001), para los casos en los que tenga lugar un incidente o accidente que ponga en peligro la integridad de las personas.

- Evaluación del cumplimiento horario

Se evalúa el cumplimiento del horario, registrando las incidencias (ya sean usuales o excepcionales), que afecten la regularidad o la puntualidad, según sea el caso, de cada trayecto. El resultado de la evaluación puede dar origen a propuestas o peticiones que permitan mejorar la efectividad y la eficiencia del cumplimiento horario.

- No Conformidad y Acciones Correctivas

La detección de una no conformidad (cualquier incumplimiento de algún requisito del SGC del servicio), supone la implementación inmediata que la resuelva.

La no conformidad será analizada con posteridad para la elaboración y adopción de acciones correctivas que eviten que se repita de nuevo. El análisis de los procedimientos afectados por la no conformidad puede dar origen a la adopción de acciones preventivas, estas se tratarán de prevenir posibles disfuncionalidades y no conformidades.

- Averías en ruta

El vehículo se verifica antes de prestar el servicio para asegurar la inexistencia de deficiencias que puedan originar averías en ruta o accidentes. A pesar de la verificación, en caso de producirse una avería en ruta, existe un protocolo de actuación y respuesta que garantiza que los pasajeros puedan finalizar el trayecto con un vehículo habilitado por SITEUR con el mínimo de retraso posible.

- Tratamiento de las quejas, sugerencias y reclamaciones

Las quejas, sugerencias y reclamaciones que se realicen por escrito (en buzones) o través de la página web, los pasajeros o cualquier otra parte afectada por la actividad del servicio que presta SITEUR, serán recogidas y tratadas según el procedimiento definido JIS-PR-007 Atención de Comentarios, Quejas y/o Sugerencias.

- Medio ambiente

El respeto al medio ambiente es un compromiso que SITEUR garantiza mediante el Procedimiento de Manejo y Disposición Temporal de Residuos Peligrosos (JSH-PR-015). Este procedimiento establece las actuaciones necesarias para asegurar el tratamiento adecuado de los residuos resultantes de la actividad. También se cuenta con indicadores de consumo energético para controlar los vehículos destinados al servicio.

El SGC cuenta con una sistemática para garantizar que los servicios se llevan a cabo bajo condiciones controladas. Existe una planificación de despacho de trenes y una Jefatura de Transporte que gestiona la buena marcha de los mismos y resuelve las incidencias en el servicio. También están implantadas las actividades sistémicas de mantenimiento preventivo que permiten asegurar y mantener la capacidad de transporte de la organización.

La sistemática de control de la prestación del servicio se ha desarrollado en el Manual para Conducción de Trenes (JT-MA-001), siendo el conductor el máximo responsable, con el apoyo de la Jefatura de Transporte, que le servicio se desarrolle con toda normalidad. El Manual para Conducción de Trenes describe a detalle, el día a día del trabajo del conductor. En él se describen las instrucciones a seguir en las diferentes situaciones del servicio, documentación, controles al inicio, fin de jornada, durante el trayecto, emergencias y pautas de conducta, entre otros.

Las formas de actuar ante previsible problemas y contingencias que pueden surgir durante el desarrollo del servicio están previstas y controladas a través de varias actividades sistémicas: Manual para Conducción de Trenes (JT-MA-001), Procedimiento para la Atención a Pasajeros (JIS-PR-012), Instructivo de Alertas Rápidas (JTR-IN-001), para los casos en los que tenga lugar un incidente o accidente que ponga en peligro la integridad de las personas. En caso de producirse problemas para los que no se ha previsto una acción predeterminada y para aquellos que se consideren de relevancia importante, el personal debe elaborar un informe de la incidencia o reclamación, sobre el que se van anotando las gestiones realizadas con el fin de restituir la normalidad en el servicio.

### **2.3.5 Descripción de obras y actividades asociadas y/o provisionales del proyecto**

Se tiene previsto instalar obras y realizar actividades temporales para la construcción del proyecto, como lo son campamentos, talleres, almacenamiento de materiales y sustancias, almacenamiento de residuos, cierres viales, abastecimiento de agua y energía para las etapas de construcción. Por el momento, se tiene considerado que dentro de los polígonos que virtualmente ocuparán las estaciones de la Línea 4, se podrían establecer frentes de trabajo durante el plazo que abarca la conformación de la superestructura de la vía, debiendo liberarse progresivamente las áreas para iniciar la construcción de las estaciones.

No obstante, en esta fase de desarrollo del proyecto, se tiene previsto adquirir áreas aledañas al derecho de vía, pero por fuera de sus límites, para la instalación de patios de maniobras que sirvan para las etapas de preparación y construcción, pero con la intención de que se conviertan en áreas permanentes de talleres y servicios para la operación de la Línea 4. Dichas áreas se tienen visualizadas de manera general por zonas estratégicas, pero aún no se tienen identificados los predios particulares, superficies, características, ni propietarios, por lo que resulta imposible señalar su ubicación, dimensiones y los requerimientos que se tendrían para su construcción y/o acondicionamiento. Es por lo que esta información será integrada en una fase posterior del proyecto, y será sometida a evaluación de impacto ambiental de manera oportuna ante las autoridades competentes.

Como parte de las obras asociadas al proyecto, que también serán integradas al proyecto en una fase más avanzada, está la ampliación de puentes existentes en la vía ferroviaria, y una subestación eléctrica además de todo el sistema de tendido eléctrico para la operación del tren ligero, cuyas características son definitorias del proyecto ejecutivo, por lo que a la fecha aún no están definidas.

Asimismo, se están considerando obras que incluso podrían tratarse como infraestructura urbana relativamente ajenas o independientes a la Construcción de la Línea 4 del Tren Ligero Guadalajara, pero que formarán parte del desarrollo del proyecto de movilidad integral para el área metropolitana, tales como una ciclovía, plazoletas en estaciones, pasos a desnivel, accesos y cruces seguros, etc.

De forma conceptual, se tienen las siguientes obras y actividades temporales y/o asociadas al Proyecto “Construcción de la Línea 4 del Tren Ligero de Guadalajara”

- **Rehabilitación de caminos**

Se rehabilitarán las calles donde se efectúen los emboquillamientos por la instalación de las estaciones o por el paso del tren ligero. También se rehabilitarán los caminos o carreteras por donde circulen los camiones que saquen el escombros de la ciudad y los camiones que lleven la materia prima y sobre todo material de construcción y elementos prefabricados de concreto que se van a instalar en las estaciones del proyecto. Al término de los trabajos de urbanización mayor, se concluirán las labores de rehabilitación de los caminos y calles que resulten afectadas por la ejecución del proyecto.

- **Campamentos**

Dado que el trazo es sobre un área urbana, no se establecerán campamentos para vivienda, solo se establecerán campamentos para almacenes y patios de guarda para transportes, maquinaria y equipo. En caso de que llegue personal foráneo eventual, se utilizarán hoteles cercanos a los frentes de obra, para trabajadores foráneos con mayor tiempo en el área se arrendarán viviendas para su alojamiento.

- **Laboratorio para proceso de muestreo y control de calidad**

Para el control y aseguramiento de la calidad de los trabajos, se constituirá y se mantendrá en la obra un laboratorio central con un ingeniero como jefe de laboratorio y ayudantes de laboratorio en campo por cada frente de ataque; se colocará un laboratorista con su ayudante (terraceras, concretos, y pavimentos), con todo el equipo necesario para realizar las pruebas requeridas por la normativa aplicable.

Se contará con todo el equipo necesario para realizar las pruebas requeridas por la normativa aplicable, entre el equipo más importante figura: prensa porter de tres manómetros, prensa de 120 ton, para concretos, prensa de C. B .R. , prensa Marshall, extractor por centrifugado Rotarex, juegos de mallas, dos basculas de 120 Kg., Balanzas de 2,610 gr., de 310 gr., equipo equivalente de arena,



máquina de desgaste Los Ángeles, máquina de desprendimiento por fricción, viscosímetro, Saybolt-Furol, penetrómetro, punto de reblandecimiento, copa abierta de Cleveland, destilación de emulsiones, punto de reblandecimiento, ductilómetro, horno de secado, densímetro nuclear, extractora de núcleos y utensilios varios entre otros. Para el traslado en la obra se utilizarán vehículos tipo pick up.

- **Patios de maquinaria**

En este momento no se tienen ubicados los sitios donde se instalarán los patios de maquinaria y almacén de materias primas; una vez concluida la ingeniería de detalle y de manera oportuna al momento de licitar las obras, cada frente de obra tendrá su patio de maquinaria y almacén de materias primas, sin embargo las compañías constructoras considerarán las siguientes recomendaciones:

- a) Ya conseguido el permiso, las compañías constructoras deberán atender las condiciones que se les indiquen. También será necesario realizar un inventario del sitio destinado a ser usado como almacén de materia prima y patio de maquinaria, incluyendo un anexo fotográfico para que cuando se termine la actividad señalada y se tenga que regresar a sus funciones viales, además de aplicar un programa de restauración se retribuya al sitio al menos las mismas condiciones en que se encontraba.
- b) Se deberán delimitar con malla ciclónica, lámina o material parecido los sitios donde estará el patio de maquinaria y el almacén de materias primas, y prohibir el paso a personas ajenas al proyecto, para evitar que entren personas ajenas a las instalaciones eventuales.
- c) El sitio delimitado deberá contar con alumbrado y vigilancia durante la noche y días de descanso.
- d) Deberá tener también sistemas de evacuación de agua de lluvia, contar con agua para los trabajadores y estar integrado al sistema de drenajes.
- e) Que el sitio tenga letrinas móviles, asegurando que la limpieza y mantenimiento sea por parte de la empresa que las renta, de tal manera que no se concentren malos olores ni basura desagradable en el lugar, evitando así la generación de fauna nociva.
- f) De preferencia que el lugar sea plano y de material prefabricado, de tal manera que al momento de entregar o cambiarse de lugar por necesidades del proyecto, lo dejen totalmente limpio de manera fácil y rápida.
- g) Todos los residuos sólidos urbanos se deberán depositar en el camión recolector o personal de constructora los deberá llevar al relleno sanitario más cercano. Asimismo, el sitio deberá contar con recipientes de basura con tapa para que el sitio permanezca siempre limpio.
- h) En la señalización existente, en alguna placa se indicará que está prohibido que los trabajadores al hacer los cambios de aceite lo arrojen o descarguen al sistema de drenaje, al igual que revolver los residuos peligrosos que se generen de las actividades del mantenimiento a la maquinaria pesada, con la basura de origen doméstico. Deberán contar con recipientes separados para ambos tipos de basura, inclusive otro para la basura de manejo especial que se genere
- i) Otras actividades que no estén incluidas en las anteriores y requieran una descripción en material de protección ambiental

### 2.3.6 Etapa de abandono del sitio

La naturaleza del Proyecto “Construcción de la Línea 4 del Tren Ligero de Guadalajara” es de una vía de comunicación para el transporte masivo de pasajeros, por lo que se considera como infraestructura permanente. Si bien los materiales de la vía, de las estaciones, de los trenes y del resto de las obras asociadas, sufrirán un desgaste natural por su uso, bajo los programas de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo a los que se sujete el Proyecto durante su etapa operativa, no se llegará a una etapa de abandono de sitio.

En un muy poco probable escenario futuro en el que se deba abandonar el proyecto, las actividades que se tendrían que realizar corresponderían al desmantelamiento de la infraestructura, de donde se obtendrían diversos materiales revalorizables, que podría rescatarse para su reutilización o reciclaje. La superestructura tendría que descompactarse para movilizar todo el material geológico a un sitio apropiado, y se tendrían que hacer estudios para verificar la posible contaminación del suelo con hidrocarburos, y en su caso programar actividades para la remediación y restauración del sitio, para finalmente escarificar el suelo, reintegrar una capa orgánica como sustrato y reforestar el derecho de vía, o bien, acondicionar el terreno para usos posteriores previstos. No obstante, se reitera que en este orden de ideas, ninguna de estas actividades se ejecutarían bajo la premisa de que el proyecto tendrá una vida útil indefinida, sujeta a los mantenimientos oportunos, y a los reemplazos de infraestructura o equipos averiados.

### 2.3.7 Recursos humanos

Durante la etapa de preparación y construcción, la contratación de personal la establecerán las compañías constructoras que hayan sido elegidas en el proceso de licitación. En lo referente a los turnos de trabajo, también serán impuestos por las constructoras, aunque dependerán de la necesidad de avance, por procedimiento, para aprovechar al máximo la luz solar; por lo que se espera que los empleados en obra trabajen de las 8:00 de la mañana a la 17:00 o 18:00 de la tarde, con una hora para comer. Los empleados de confianza de oficina, entrarán a las 9:00 de la mañana y saldrán a las 18:00 horas, con una hora para comer. Ambos tipos de trabajadores asistirán a trabajar los sábados, con suspensión de actividades entre las 14:00 y las 15:00 horas. Para los mandos medios y residentes de obra las jornadas serán de acuerdo a la demanda de sus actividades.

Aunque aún no se tenga definido el número de personas ni de jornales que se requerirán para la ejecución de todas las obras y actividades que implica el desarrollo del proyecto desde su preparación de sitio, construcción y operación, con base en los requerimientos que se tuvo previamente para la construcción de la Línea 3 del Tren Ligero, se prevé requerir al siguiente tipo de personal / trabajador.

Peón de maniobras generales	Ingeniero Topógrafo “B”	Maniobrista
Ayudante general	Profesional Auxiliar “A”	Oficial y ayudante electricista
Carpintero y ayudante para cimbras	Profesional Auxiliar “B”	Oficial y ayudante electromecánico
Impermeabilizador y ayudante	Dibujante	Técnico y ayudante geotextil

Jardinero y ayudante	Apoyo Logístico	Oficial y ayudante mecánico
Cabo de oficiales	Peón de Albañil	Oficial y Ayudante Plomero
Panelero y ayudante	Ayudante Especializado	Cabo de maniobras
Pintor y ayudante	Oficial Albañil	Peón en Urbanización
Colocador y ayudante	Supervisor de Seguridad	Ayudante en Urbanización
Soldador y ayudante	Oficial Fierro	Mando intermedio en Urbanización
Topógrafo y ayudante	Oficial Carpintero de obra negra	Gerente de Proyecto
Cadenero	Oficial Herrero	Supervisor
Estadaletero	Oficial Aluminero	Especialista en PLC
Director de Estudios	Operador de maquinaria menor	Especialista en Hidráulica
Coordinador general de estudios	Cabo de Oficios	Especialista Eléctrico
Jefe y Gerente de Proyecto "A"	Auxiliar de Seguridad Vial	Especialista Mecánico
Jefe y Gerente de Proyecto "B"	Sobrestante	Supervisor de Soldadura
Profesional y Analista de Sistemas "A"	Técnico Especializado	

### 2.3.8 Generación y procedimiento para el manejo de los residuos sólidos, descargas y emisiones

Por el tipo de proyecto se esperan los siguientes tipos de residuos.

- **Residuos peligrosos:** Los derivados de las actividades de mantenimiento de la maquinaria, y aquellos que se hayan generado por el contacto con sustancias tóxicas.
- **Residuos de Manejo Especial:** Material de excavación, material de demolición, vidrio, cartón, papel, metales ferrosos, metales no ferrosos.
- **Residuos de características domiciliarias:** Es de señalarse que de acuerdo con la Ley para la Gestión Integral de los Residuos, su Reglamento y la Ley de Gestión Integral de los Residuos del Estado de Jalisco, los grandes generadores de residuos de características domiciliarias (residuos sólidos urbanos), deben incorporar en su Plan de Manejo los residuos de alimentos y otros residuos de tipo urbano que son generados en grandes volúmenes, como es el caso de este proyecto.

Para efectos de no mezclar los tres tipos de residuos, se establecerán áreas de almacenamiento específico, en particular se tendrá un área definida para el almacenamiento temporal de los residuos considerados peligrosos, controlando su entrada y salida por medio de registro en bitácoras que firmará el responsable de su manejo en la empresa constructora y posteriormente dar el seguimiento a estos residuos hasta que se cuente con el manifiesto de entrega, transporte y recepción, sellado y firmado por las empresas autorizadas para su manejo .

A continuación se hace una descripción de los residuos cuya generación está identificada para este proyecto, aclarando que los volúmenes de generación son conceptuales, puesto que no se han definido diversas variables que afectará la generación de residuos.

Residuos de características domiciliarias. Los residuos sólidos que por lo general se generan en las obras de construcción son:

- Ropa y zapatos viejos.
- Cartón y papel periódico
- Envoltorio de pan y frituras
- Partes de madera (como palos, tablas, barrotes y polines) y triplay
- Lámina de cartón y metálica
- Restos de varilla, electrodos de soldadura, alambrón, alambre quemado, clavos.
- Envases de plástico, pet y latas de aluminio de bebidas enlatadas, etc.

Los residuos sólidos y líquidos domésticos generados en la etapa operativa, serán los que los usuarios depositen en los botes o recipientes instalados estratégicamente para captar este tipo de basura, se estima que podrían ser unos 50 gramos por usuario por recorrido; o sea el equivalente a unas 10 hojas de papel bond, tamaño carta, pero sin duda los más comunes serán los periódicos leídos y envolturas de alimentos que el usuario ingiera durante el trayecto, aunque esté restringido. Parte importante de este tipo de basura serán los envases de refresco o de jugos en Tetra Pack, en botella o envase de aluminio. Se estima esa cantidad porque la mayoría de usuarios ni genera ni tira basura en este tipo de lugares. En cuanto a la generación de residuos líquidos; en caso de que se incluyan sanitarios en las estaciones terminales y algunas intermedias, se podrían incluir junto con la limpieza de manos. Sin embargo, la generación de aguas residuales en las estaciones del tren ligero en su etapa de operación provendrá de la que usen los trabajadores de limpieza en trapear los pisos de las estaciones y las entradas al sanitario de ellos mismos. Para este rubro se consideraron 100 litros persona /día y se tiene contemplado que cada estación podría tener alrededor de 20 trabajadores, lo que resulta la generación de unos 2 000 litros diarios de aguas residuales. Es de señalarse que en su caso, se tendría conexión al drenaje municipal en cada una de las estaciones que tengan sanitarios. Esta información será definida posteriormente.

Residuos de Manejo Especial. En la etapa de preparación de sitio y construcción se tienen como principales residuos de manejo el material de excavación que es material no contaminado de tipo arenoso, arcilloso y pétreo, se calcula que la generación de este material, alcanzará un volumen de 149,358.23 m<sup>3</sup>, adicional al volumen de material que se generará por la excavación para la construcción de los muros de contención, que asciende a 11,029.50 m<sup>3</sup>.

Siempre que los resultados de las pruebas en el laboratorio de materiales indiquen que los parámetros de calidad se cubren satisfactoriamente, se reutilizará todo el material de corte y excavaciones que se genere en secciones con excedente de material dentro del derecho de vía, colocándolo en otras secciones donde se necesite relleno para su nivelación, o en su defecto, se trasladará a un sitio que defina la autoridad ambiental municipal o estatal.

Se espera una mínima generación de vidrio, particularmente derivado de la construcción de las estaciones del Tren Ligero. El manejo óptimo de este residuo es el reciclaje, por lo que en su

momento se seleccionarán prestadores de servicios autorizados para el acopio, transporte y reciclaje de vidrio.

Se tendrá generación de Metales ferrosos, provenientes de las actividades constructivas pudiéndose generar varilla, perfiles, ángulos y otros tipos de productos y los provenientes de la construcción, que son resultado de cortes y rechazos de materiales utilizados. El manejo óptimo de este residuo es el reciclaje, por lo que en su momento se seleccionarán prestadores de servicios autorizados para el acopio, transporte y reciclaje de materiales ferrosos.

De igual modo se podrá generar Metales no ferrosos, como residuos de la construcción, particularmente hablando de las estaciones, de donde se obtendrán principalmente ventanas y/o recorte de aluminio. El manejo óptimo de este residuo es el reciclaje, por lo que en su momento se seleccionarán prestadores de servicios autorizados para el acopio, transporte y reciclaje de materiales no ferrosos.

Residuos Peligrosos. Sin duda se van a generar este tipo de residuos durante los trabajos de mantenimiento de las unidades automotoras, maquinaria y equipo. Se desconoce cuántas unidades móviles tendrán por estación y si a estas se les hará el cambio de aceite en los talleres de mantenimiento o contratarán los servicios de un taller especializado para esto. Tampoco se cuenta con el listado de equipo y maquinaria que será obligatorio hacer el cambio de aceites (en caso de ser húmedos). Tampoco se tiene la información de cada cuanto tiempo se va a estar utilizando Primer y Pintura en trabajos de mantenimiento. Es posible que se generen estopas o trapos para la limpieza de partes o maquinaria, pero se desconoce qué cantidad podría ser generada por día. En cuanto a la existencia de Bifenilos Policlorados o equipos con partes de asbesto, de acuerdo con los avances de la Legislación Mexicana se espera que en el momento de iniciar operaciones ya no se estén usando en transformadores, capacitores, o equipos específicos. También se desconoce si utilizarán equipo cuyo trabajo sea mediante la utilización de alguna partícula radiactiva.

Emisiones a la atmósfera. En la etapa de operación, ya se habrán retirado las máquinas y camiones contaminantes, el tren inicia operaciones y muchos usuarios verán la conveniencia de dejar sus automóviles en las estaciones terminales o alguna intermedia y tomar el Tren ligero para ir desplazarse por la ciudad, aprovechando la posibilidad que se ofrece de transporte multimodal e interconexiones con otros sistemas de transporte público urbano. En ese momento la atmósfera de la ciudad de Guadalajara podrá mejorar la calidad que tenía antes de iniciar los trabajos del proyecto.

En virtud de que el Tren Ligero operará con energía eléctrica, se van a disminuir las emisiones de los camiones de pasajeros que serán remplazados en sus rutas por las zonas aledañas a la vía del tren ligero, de muchos automóviles y todas estas mejoras se deben de notar en un periodo corto de tiempo.