

Declaración de Impacto
Ambiental - Preliminar

*“Tranvía Liviano del Municipio
Autónomo de Carolina”
Proyecto de Transportación
Colectiva*

Carolina, Puerto Rico

30 de junio de 2007

PREÁMBULO

Agencia Proponente:	Autoridad para el Financiamiento de la Infraestructura (AFI) Edificio Capital Center 235 Ave. Arterial Hostos, Suite 1601 San Juan, PR 00918-1433
Título de la Acción Propuesta:	Tranvía de Carolina
Funcionario Responsable:	Dr. Guillermo Riera Director Ejecutivo
Identificación del Documento:	Declaración de Impacto Ambiental – Preliminar
Resumen:	A un costo estimado de \$800 millones, se propone el desarrollo de un proyecto de transportación colectiva mediante la construcción de un tren liviano (“light rail transit o LRT”), conocido como El Tranvía Liviano del Municipio Autónomo de Carolina (TLMAC). El mismo poseerá una longitud aproximada de 20 Km. y discurrirá a lo largo de vías existentes eslabonando los puntos focales del Municipio Autónomo de Carolina. El proyecto puede producir unos 1,928 empleos en su fase de construcción, unos 2,217 empleos indirectos, unos 276 empleos directos y 246 indirectos en su fase operativa.
Fecha de Circulación:	

CONTENIDO

PREÁMBULO	<i>i</i>
RESUMEN EJECUTIVO	8
1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ACCIÓN PROPUESTA	14
1.1 TRASFONDO	18
1.1.1 <i>Tranvía</i>	18
1.1.2 <i>Utilización en algunos Países</i>	19
1.2 PROPÓSITO	20
1.3 NECESIDAD	22
1.4 DESCRIPCIÓN DE ELEMENTOS DE IMPORTANCIA EN EL AMBIENTE QUE PODRÁN SER DIRECTA O INDIRECTAMENTE AFECTADOS POR LA ACCIÓN PROPUESTA	27
1.4.1 <i>Mapa Topográfico</i>	27
1.4.2 <i>Detalles del Proyecto</i>	28
1.4.3 <i>Detalles de las Estaciones (o plataformas de abordaje)</i>	30
1.4.4 <i>Detalles de las Vías Públicas en Relación al Tranvía Liviano del Municipio Autónomo de Carolina</i>	31
1.4.5 <i>Descripción Detallada de la Flora y Fauna</i>	35
1.4.6 <i>Tipos y Características de los Suelos y Formaciones Geológicas existentes en Área del Proyecto y Áreas Adyacentes</i>	37
1.4.6.1 <i>Geología Regional</i>	37
1.4.7 <i>Sistemas Naturales (humedales, reservas naturales, bosques, etc.), en el Área del Proyecto y Áreas Adyacentes dentro de una Distancia de 400 Metros, Medida desde el Perímetro del Proyecto y la Distancia que se encuentra el Mismo</i>	39
1.4.8 <i>Usos y Zonificación de los Terrenos Propuestos y sus Colindancias</i>	42
1.4.9 <i>Cuerpos de Agua Existentes en un Radio de 400 Metros alrededor del Proyecto y la Distancia de los Mismos al Proyecto</i>	43
1.4.10 <i>Identificación de los Cuerpos de Agua que serán Impactados por la Acción Propuesta</i>	43
1.4.11 <i>Pozos de Agua Potable dentro de un Radio de 460 metros desde el Perímetro del Proyecto</i>	44
1.4.12 <i>Indicar si el Proyecto o algún Componente del Mismo estará o no Ubicado en Zona Inundable e Identificar la Zona</i>	44
1.4.12.1 <i>Descripción de Humedales</i>	45

CONTENIDO

1.4.13	<i>Infraestructura Disponible</i>	48
1.4.13.1	<i>Alcantarillado Sanitario</i>	48
1.4.13.2	<i>Energía Eléctrica</i>	48
1.4.13.3	<i>Sistema Vial</i>	48
1.4.13.4	<i>Sistema de Acueducto</i>	49
1.4.14	<i>Distancia del Proyecto a la Residencia más Cercana y Zona de Tranquilidad más Cercana</i>	49
1.4.15	<i>Tomas de Agua Potable Públicas o Privadas</i>	49
1.4.16	<i>Identificación o Ubicación de Áreas Ecológicamente Sensitivas Cercanas al Proyecto y la Distancia a la que se Encuentran</i>	50
1.4.17	<i>Tendencias de Desarrollo y Población del Área bajo Consideración que puedan Justificar la Acción o Determinar los Impactos Resultantes</i>	50
1.4.18	<i>Estimado del Costo Total del Proyecto</i>	51
1.4.19	<i>Volumen de Movimiento de Tierras</i>	52
1.4.20	<i>Niveles de Ruido Estimados durante las Etapas de Construcción y Operación incluyendo su Horario / Medidas de Control de Ruido a Utilizarse</i>	53
1.4.21	<i>Efecto de Vibraciones Atribuibles a la Operación del Tranvía Liviano del Municipio Autónomo de Carolina y Medidas de Mitigación Aplicables</i>	56
1.4.21.1	<i>Niveles de Percepción a las Vibraciones</i>	56
1.4.21.2	<i>Propagación de Ondas Vibracionales</i>	58
1.4.21.3	<i>Impactos Causados por Ondas Vibracionales</i>	59
1.4.22	<i>Medidas de Protección a los Sistemas Naturales Existentes</i>	62
1.4.23	<i>Consumo Estimado y Abasto de Agua</i>	62
1.4.24	<i>Volumen Estimado de Aguas Usadas a Generarse durante la Construcción y Operación. Indicar Método de Disposición Final</i>	63
1.4.25	<i>Lugar de Disposición Final de las Aguas Usadas durante las Fases de Construcción y Operación</i>	63
1.4.26	<i>Lugar de Disposición Final de las Aguas de Escorrentía Pluvial</i>	64
1.4.27	<i>Tipo de Desperdicios Sólidos (peligrosos y no peligrosos), Volumen o Peso a Generarse, Almacenarse, Transportarse y Disponerse durante la Construcción y Operación</i>	64
1.4.27.1	<i>Durante la Construcción</i>	64
1.4.27.2	<i>Durante la Operación</i>	64
1.4.28	<i>Método de Almacenaje, Transporte, Tratamiento y Disposición de los Desperdicios antes Mencionados</i>	65

CONTENIDO

1.4.29	<i>Instalación para el Manejo y Disposición de Desperdicios Sólidos No Peligrosos</i>	65
1.4.30	<i>Instalación para el Manejo y Disposición de Desperdicios Sólidos Peligrosos</i>	66
1.4.31	<i>Fuentes de Emisiones Atmosféricas</i>	67
1.4.32	<i>Equipo y/o Medidas para el Control de la Contaminación Atmosférica</i>	67
1.4.33	<i>Estimado de Emisiones de Contaminantes Atmosféricos Criterios, Peligrosos o que Contribuyen al Efecto de Invernadero en Toneladas por Año</i>	67
1.4.34	<i>Demanda de Energía Eléctrica</i>	68
1.4.35	<i>Aumento de Tránsito Vehicular a Generarse en las Etapas de Construcción y Operación</i>	68
1.4.36	<i>Análisis de Justicia Ambiental</i>	69
2	IMPACTO AMBIENTAL DE LA ACCIÓN PROPUESTA	74
2.1	BIENESTAR Y SALUD HUMANA	74
2.2	USOS DE TERRENOS	74
2.3	INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE	75
2.3.1	<i>Energía Eléctrica</i>	75
2.3.2	<i>Disponibilidad de Agua y Servicios de Alcantarillados</i>	75
2.4	CALIDAD DE AIRE	76
2.5	FLORA Y FAUNA	76
2.6	ÁREAS INUNDABLES	77
2.6.1	<i>Control de Erosión y Sedimentación</i>	78
2.7	NIVELES DE RUIDO	79
2.8	ÁREAS DE VALOR HISTÓRICO O ARQUEOLÓGICOS	80
2.8.1	<i>Conclusiones del Estudio sobre Áreas de Valor Histórico o Arqueológicos</i>	82
2.9	POSIBLES ACTIVIDADES CONTAMINANTES A GENERARSE POR LA ACCIÓN PROPUESTA Y ACCIONES MITIGANTES A EFECTUARSE, ENTRE OTRAS	82
2.10	CÓMO LA ACCIÓN PROPUESTA ARMONIZA O CONFLIJE CON LOS OBJETIVOS Y TÉRMINOS ESPECÍFICOS DE LOS PLANES VIGENTES	

CONTENIDO

	<i>SOBRE USO DE TERRENOS, POLÍTICAS PÚBLICAS APLICABLES Y CONTROLES DEL ÁREA A SER AFECTADA</i>	83
2.11	<i>CAMBIOS DEL USO DEL TERRENO POR VÍA DE ZONIFICACIÓN</i>	83
2.12	<i>IMPACTO AMBIENTAL SIGNIFICATIVO Y ADVERSO</i>	84
2.13	<i>JUSTIFICAR EL USO PROPUESTO DE LOS RECURSOS SI ÉSTE PUDIERA INTERFERIR CON OTROS USOS POTENCIALES DE LAS GENERACIONES FUTURAS</i>	85
2.14	<i>JUSTIFICAR CUALQUIER COMPROMISO DE RECURSOS QUE ENVUELVA LA PÉRDIDA PERMANENTE DE LOS MISMOS COMO RESULTADO DE LA ACCIÓN PROPUESTA</i>	86
2.15	<i>LOS ASPECTOS O VALORES ECOLÓGICOS, HISTÓRICOS, CULTURALES, ARQUEOLÓGICOS Y FISIAGRÁFICOS QUE PUDIERAN AFECTARSE</i>	86
2.16	<i>PLANES DE DESARROLLO QUE PUDIERAN AFECTARSE POR LA DECISIÓN O LA ACCIÓN BAJO CONSIDERACIÓN EN LA DIA</i>	87
2.17	<i>FACTORES SOCIO-ECONÓMICOS</i>	87
2.17.1	<i>Propósito del Análisis Socioeconómico</i>	88
2.17.2	<i>Definición del Área de Estudio</i>	88
2.17.3	<i>Determinación de Variables Censales a Utilizarse</i>	89
2.17.3.1	<i>Variables Demográficas</i>	89
2.17.3.2	<i>Variables Socio-económicas</i>	89
2.17.3.3	<i>Conclusiones del Estudio Socio-económico</i>	90
2.18	<i>NECESIDADES DE ENERGÍA Y MEDIDAS PROPUESTAS PARA MITIGAR Y REDUCIR EL CONSUMO ENERGÉTICO</i>	90
3	<i>IMPACTO AMBIENTAL DE LA ACCIÓN PROPUESTA Y DE LAS ALTERNATIVAS RAZONABLES CONSIDERADAS</i>	91
3.1	<i>CONSIDERACIONES SOBRE ALTERNATIVAS TOMADAS PARA ESTE PROYECTO</i>	91
3.1.1	<i>Ventajas e Inconvenientes Asociados al Tranvía Liviano</i>	92
3.1.2	<i>Estudio de Alternativas a Rutas del Tranvía Liviano del Municipio Autónomo de Carolina</i>	94
3.1.3	<i>Enumeración de Impactos Atribuibles al Proyecto</i>	98

CONTENIDO

3.2	CONSIDERACIONES SOBRE ALTERNATIVAS TOMADAS DE NO LLEVAR A CABO LA ACCIÓN PROPUESTA (ALTERNATIVA DE “NO HACER NADA”)	104
4	LISTA DEL PERSONAL CIENTÍFICO QUE PARTICIPÓ EN LA PREPARACIÓN DE LA DIA Y SUS CALIFICACIONES	109
5	LISTA DE LAS AGENCIAS, ENTIDADES O PARTICULARES QUE HAYAN SIDO CONSULTADOS SOBRE EL PROYECTO PREVIO A LA PREPARACIÓN DE LA DIA Y A QUIENES SE LES VAYA A CIRCULAR EL DOCUMENTO	110
6	CONCLUSIONES	111
7	APÉNDICES	113
	<i>Apéndice A Evaluación de los Ruidos y Medidas de Mitigación Atribuibles a la Operación del TLMAC</i>	
	<i>Apéndice B Estudio de Validación de Rutas para el TLMAC (PBS&J Caribe Engineering)</i>	
	<i>Apéndice C Estudio de Flora y Fauna</i>	
	<i>Apéndice D Wetland Jurisdiccional Determination for TLMAC, Carolina, Puerto Rico</i>	
	<i>Apéndice E Análisis de Aspectos Socio-económicos y de Justicia Ambiental para el Proyecto del TLMAC</i>	
	<i>Apéndice F Mapa de Zonificación</i>	
	<i>Apéndice G Mapa de Zonas Inundables</i>	
	<i>Apéndice H Evaluación sobre Efectos de Vibración Atribuibles a la Operación del TLMAC</i>	
	<i>Apéndice I Estudio de Valores Arqueológicos e Históricos</i>	
	TABLAS	
	<i>Tabla 1.1 Estaciones Correspondientes a las Alternativas #1 y #2</i>	17

CONTENIDO

<i>Tabla 1.2</i>	<i>Estaciones Correspondientes a la Alternativa #3</i>	<i>18</i>
<i>Tabla 1.3</i>	<i>Población en Zona de Carolina</i>	<i>22</i>
<i>Tabla 1.4</i>	<i>Cantidad de Vehículos por Viviendas</i>	<i>24</i>
<i>Tabla 1.5</i>	<i>Razones Principales para Viajes Partiendo del MAC</i>	<i>25</i>
<i>Tabla 1.6</i>	<i>Empleos Tranvía Liviano del MAC*</i>	<i>51</i>
<i>Tabla 1.7</i>	<i>Posibles Equipos de Construcción</i>	<i>54</i>
<i>Tabla 1.8</i>	<i>Percepción de Vibraciones de Diversas Magnitudes</i>	<i>57</i>
<i>Tabla 1.9</i>	<i>Impacto Por Vibraciones Resultantes de la Operación del TLMAC</i>	<i>61</i>
<i>Tabla 3.1</i>	<i>Evaluación de Criterios en Selección de Alternativas</i>	<i>97</i>
<i>Tabla 3.2</i>	<i>Comparación de Impactos Anticipados por Alternativa</i>	<i>99</i>
<i>Tabla 3.3</i>	<i>Resumen de Fortalezas y Debilidades por Alternativa</i>	<i>103</i>

FIGURAS

<i>Figura 1.1</i>	<i>Mapa Topográfico (1:20,000)</i>	<i>29</i>
<i>Figura 1.2</i>	<i>Mapa de Localización</i>	<i>34</i>
<i>Figura 1.3</i>	<i>Mapa de Suelos</i>	<i>40</i>
<i>Figura 1.4</i>	<i>Mapa Geológico</i>	<i>41</i>
<i>Figura 1.5</i>	<i>Mapa de Calificación de Terrenos</i>	<i>43</i>

RESUMEN EJECUTIVO

La Autoridad para el Financiamiento de la Infraestructura (AFI) se encuentra en el proceso de planificación de un proyecto de transportación colectiva para el Municipio Autónomo de Carolina, mejor conocido como el Tranvía Liviano del Municipio Autónomo de Carolina (TLMAC). Dicho proyecto es el resultado del Estudio de Necesidades de Transportación Colectiva e Intraurbana del Municipio Autónomo de Carolina (MAC), así como los otros estudios que le dieron base, entre los cuales se encuentran dos estudios efectuados por la empresa Semaly junto a Innovative Transport, Inc., y que fueron publicadas bajo el nombre de “Estudio para el Diseño de un Sistema de Transportación Masiva en el Territorio Municipal de Carolina”. En dicho estudio se evaluaron alternativas, tales como: trenes similares a los usados por el Tren Urbano de Puerto Rico, sistemas de autobuses y “pisicorres”, trenes livianos y otros, así como las posibles rutas que dichos sistemas pudieran tener en el Municipio para alimentarse unos a otros y traer éxito al proyecto. Los objetivos principales de los citados estudios fueron:

- Efectuar un análisis de las condiciones del tránsito en el Municipio Autónomo de Carolina a los fines de determinar posibles modos de aliviarlo, conforme a la tecnología disponible;
- De ser afirmativo lo anterior, recomendar un sistema de transporte colectivo que supla las necesidades del Municipio Autónomo de Carolina en forma tecnológica, social y económicamente viable;
- Eslabonar los puntos focales del territorio Municipal de Carolina, según identificados y delimitados en el Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio mediante su integración por medio de una red de transportación colectiva capaz de permitir un máximo desarrollo de cada punto focal identificado en el proyecto;
- Alimentar la extensión propuesta del Tren Urbano, de Río Piedras a Carolina, la cual está en su etapa final de planificación. La base de diseño de este sistema habrá de conectar la zona metropolitana de San Juan con el Municipio de Canóvanas y la región Este de la Isla, atravesando y proveyendo comunicación por medio del cruce sobre el Municipio Autónomo de Carolina. Esto permitirá la integración de los puntos focales de Carolina con el sistema de Tren Urbano de la zona metropolitana de San Juan.
- Prevenir o reducir la generación de congestión vehicular en lugares donde aún no se haya manifestado, desviando el impacto hacia zonas no

desarrolladas para no agravar el problema de congestión vehicular existente o por desarrollarse.

- Reducción de problemas ambientales asociados a la congestión vehicular, tal y como son los problemas de contaminación atmosférica causados por las emisiones vehiculares, así como anticipar y prevenir contra posibles fuentes de ruido ambiental en la construcción y operación del sistema a instalarse, según presentados en el **Apéndice A**.
- Servir para promover el desplazamiento rápido entre puntos focales, tales como: el Aeropuerto Luis Muñoz Marín, Isla Verde, con sus hoteles y centros comerciales, los barrios de Sabana Abajo, Hoyo Mulás, Martín González y San Antón, entre otros.
- Establecer sistemas de transporte que actúen como alimentadores al sistema central del TLMAC, a los fines de reducir el tiempo requerido para que un usuario alcance al TLMAC e inducir a su uso y reducir la congestión del tránsito en la zona urbana de Carolina.

Luego de evaluarse las diversas alternativas disponibles, se propone la utilización de un tranvía liviano, cuya ruta discurrirá a lo largo de vías existentes y tendrá una longitud aproximada de 20 kilómetros, (ver **Apéndice B**).

En gran parte de la ruta propuesta no existe flora y fauna de alto valor ecológico, ya que dichos tramos discurren sobre calles y carreteras existentes cuyas proximidades están ocupadas por edificaciones dedicadas a fines residenciales, educativos, deportivos o comerciales, así como árboles ornamentales plantados con fines estéticos. Por lo tanto, un fragmento significativo del terreno a ser impactado por la construcción y operación del proyecto del TLMAC discurrirá por áreas previamente impactadas y desarrolladas. Los efectos sobre el ambiente, fuera de los relacionados a impactos socio-económicos, se circunscriben a los que son aledaños a sistemas de manglares, zonas anegadizas y zonas acuáticas (ver **Apéndices C y D**). Los elementos de impacto asociados a factores socio-económicos se describen en el **Apéndice E**.

Existen áreas donde puede haber impacto significativo sobre el ambiente existente, como lo son el tramo a construirse sobre el margen del Canal Blasina; el paso por el humedal en los alrededores del Canal Suárez; el sector que pasa por zonas que abren hacia el Caño San Antón y el paso cercano a los fundamentos que dan soporte al Puente Teodoro Moscoso en su lado Norte. Existen aproximadamente 34.5 acres de terreno anegadizo, donde el paso del TLMAC puede acarrear impacto significativo sobre el ambiente y los diversos componentes de flora y fauna que reside en ellos. Información sobre estos particulares puede verse en los **Apéndices C y D** que cubren tales materias,

como lo son los de flora y fauna y el de “Wetland Jurisdiccional Determination” (JD), adjuntos a esta DIA-P. El estudio de flora y fauna que forma parte del **Apéndice C** recomienda que, como acción mitigante a posibles efectos por construcción sobre o cerca de humedales, se construya el paso de los vagones del tranvía en forma elevada, preservando la vida en tales hábitat lo más posible.

Las zonas cercanas a los diversos cuerpos de aguas cercanos al proyecto en sus diferentes secciones, pueden recibir impacto ambiental particularmente durante las etapas de construcción, en las cuales el hincado de pilotes u otros medios equivalentes que fueran necesarios, o movimiento de materiales típicos de humedales, pudieran afectar organismos residentes en dichas áreas. No obstante, pasadas estas etapas, anticipamos que se pongan en función mecanismos regenerativos que tenderán a subsanar cualquier daño que fuere causado. Esto se ha visto ocurrir en zonas, tales como: las cercanas al Puente de la Constitución, donde un extenso manglar se ha desarrollado en corto tiempo; en Punta Pozuelo, de Aguirre, y en otras partes de la isla.

Las medidas mitigantes que fueren necesarias para subsanar efectos adversos sobre el ambiente serán implementadas dentro de los límites que el predio ocupa.

Durante la etapa de construcción del proyecto se generarán desperdicios sólidos y material excedente, proveniente de las actividades de construcción, limpieza, nivelación y acondicionamiento del terreno. Los desperdicios sólidos se manejarán y dispondrán finalmente en un vertedero autorizado por la Junta de Calidad Ambiental (JCA). El material excedente de terreno pudiera reutilizarse dentro del predio o en cualquier otro lugar que se necesite. No se generarán desperdicios peligrosos en la construcción, ni durante la operación del proyecto. Las baterías usadas por los vagones del tranvía, de ser activadas por electrodos de plomo, serán recicladas por una empresa debidamente autorizada a esos fines por la JCA. Se solicitará de la JCA un permiso para realizar una actividad generadora de desperdicios sólidos (Forma DS-3), antes del inicio de la fase de construcción. (Cabe notar que ha entrado en vigencia lo que se conoce como “Permiso General Consolidado, el cual incorpora el Plan CES, Permiso DS-3 y los PFE’s. No obstante, por ser un sistema nuevo y estar la JCA organizada para los permisos y planes discretos, el manejo del sistema Consolidado y el sistema anterior conviven en dicha Agencia.)

Durante la fase de construcción del proyecto, se generará polvo fugitivo causado por el acarreo de materiales de construcción, demoliciones de estructuras existentes, movimientos de materiales de la corteza terrestre, el movimiento de camiones y la preparación del terreno en los lugares donde se ubicarán las vías y el área a dedicarse al mantenimiento de los vagones del tren. Se controlarán las

emisiones de polvo fugitivo mediante la aspersión de agua. Se gestionará y obtendrá de la JCA un Permiso de Fuente de Emisión (PFE) para el polvo fugitivo previo a la fase de construcción. Se anticipa que la generación de viajes de vehículos de motor privados, una vez el sistema de trenes esté operacional, se reduzca como resultado de la implantación del proyecto y el deseo de las personas de evitar el “tapón” mediante el uso del TLMAC, lo que generará reducciones en la contaminación ambiental, incluyendo las emisiones de bióxido de carbono (CO₂), un conocido gas de invernadero y principal responsable del alegado calentamiento global. La presencia del TLMAC en las calles del Municipio hará un significativo avance en la reducción de los “tapones” que producen malestar y contaminación ambiental por las múltiples descargas resultantes.

El ruido a generarse durante la construcción no deberá afectar a los residentes cercanos al proyecto, ya que el periodo de construcción se limitará a las horas laborables diurnas y el aumento en ruido será temporero, cumpliendo con el Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruido que promulga la JCA. Se llevará a cabo construcción en horas nocturnas cuando puedan ocurrir severas concentraciones vehiculares durante horas pico, en cuyo caso el ruido pudiera ser menos ofensivo que las congestiones vehiculares.

Por otro lado, se estima que muchos de los ruidos existentes en el sector a emplearse para el paso del TLMAC son más altos que los que el tranvía habría de generar, por lo que no se adjudica impacto alguno a dicho sistema. Medidas mitigantes, no obstante, han sido definidas para ser implementadas en puntos críticos donde las fuentes de ruido pudieran identificarse.

Es importante controlar la erosión en el lugar donde se realizarán los movimientos y acondicionamientos del terreno. Se evitará almacenar excedente de escombros descubiertos de un día para otro, para evitar que las aguas de escorrentía arrastren consigo algún material y lo depositen en los cuerpos de agua cercanos. Se cumplirá con todas las medidas recomendadas en un Plan para el Control de la Erosión y Prevención de Sedimentación (Plan CES), que se preparará y someterá a la JCA para su aprobación. Se proveerá tratamiento paisajista a las áreas expuestas como medida de control de erosión y a la vez, de atractivo para el proyecto.

El proyecto incluye un área de aproximadamente 25 cuerdas, ubicadas en la zona Norte de la Avenida Iturregui, donde se estacionarán los tranvías que no estén en uso en un momento dado y contará con un área techada amplia bajo la cual podrán efectuarse labores de mantenimiento pesadas, donde los vagones del tren puedan ser inspeccionados desde trincheras diseñadas para ello. Similarmente, labores de mantenimiento livianas, tales como: cotejo de las luces, limpieza y

pintura externa de vagones, etc., serán provistas también en dichas áreas. En estos lugares estarán también ubicadas las oficinas y las actividades administrativas relacionadas al TLMAC. En estos momentos dicha área está poblada de vegetación herbácea típica de zonas anegadizas o pantanosas, conforme a la definición del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos. En estudios efectuados para fines de esta DIA-P se encontró que el área ha servido para depositar escombros producto de demoliciones y movimientos de tierra a los fines de habilitar su uso para otros fines.

El área antes indicada contará con sistemas de generación de energía eléctrica para casos de emergencias provistos con tanques de combustible; áreas para conducir engrases de los vehículos; áreas para almacenar aceites nuevos y aceites usados; áreas para guardar baterías nuevas y usadas; y sistemas de reciclaje de dichos materiales. Debido a la naturaleza del sistema, se colocarán estaciones generadoras de energía eléctrica en diversas estaciones a lo largo del trayecto o de estaciones de transformadores que permitan reducir los voltajes de niveles de transmisión a niveles de uso por los motores eléctricos que serán usados por el sistema de tranvías. El número y capacidad de tales generadores se determinará en etapas más avanzadas en el diseño del sistema.

Toda operación donde se empleen aceites y lubricantes debe ser protegida contra derrames mediante empleo de técnicas de contención y recuperación de aceites. Los materiales resultantes de la limpieza de derrames serán recogidos, almacenados y dispuestos en áreas diseñadas y operadas conforme a la reglamentación ambiental vigente.

Estudios efectuados en las áreas por donde transitará el sistema de Trenes Livianos muestran que no hay valores de flora o fauna autóctonos que pudieran ser afectados por la construcción o uso del sistema de trenes. Igualmente, tampoco se encuentran a lo largo de las rutas escogidas valores arqueológicos o históricos que sean afectados por dicho sistema.

Un factor de importancia que revela el estudio socio-económico que se presenta como **Apéndice E**, es el relacionado con el Análisis de Justicia Ambiental. Dicho estudio revela que los criterios de evaluación, sean por sexo, educación, estatus social, estatus financiero, etc., no revelan trato desigual, preferencial o negativo que pudiera inferir que el concepto de Justicia Ambiental ha sido afectado, según se establece en la Orden Ejecutiva 12898, emitida por el Presidente Clinton el 11 de febrero del 1994.

Esta Declaración de Impacto Ambiental-Preliminar (DIA - P) ha sido preparada conforme a la disposición del Artículo 4B (3) de la Ley Sobre Política Pública

Ambiental y el Reglamento de la JCA para el Proceso de Presentación,
Evaluación y Trámite de Documentos Ambientales.

DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ACCIÓN PROPUESTA

Se propone la implantación de un proyecto de transportación colectiva mediante la utilización de un tranvía liviano (“light rail transit o LRT”) muy parecido al que se utiliza en la Comunidad Metropolitana de Burdeos, en Francia, entre otros lugares del mundo, donde sistemas parecidos, propulsados con electricidad, hoy operan. La ruta seleccionada discurrirá primeramente a lo largo de vías existentes y tendrá una longitud aproximada de 20 kilómetros. Se emplearán medios de mitigación de impactos al construir sobre dichas áreas.

Los elementos fundamentales del proyecto son los siguientes:

- Red vial que permite el rodaje de los vagones a lo largo de la ruta seleccionada para servir las necesidades de transportación en el Municipio.
- Selección del número y tamaño de los vagones, de tal manera que puedan girar en ángulos relativamente agudos y largo de estaciones que sean compatibles con la densidad de construcción existente.
- Capacidad de moverse a velocidades no mayores de 25 mph para evitar posibles colisiones y proveer rapidez para detenerse.
- Proveer espacio suficiente para que el tranvía pueda compartir con las vías existentes.
- Provisión de un área donde se puedan estacionar vagones fuera de servicio, lugar para oficinas, y lugar para actividades de mantenimiento y pintura.
- Provisión para una mayor utilización del sistema mediante promoción de interconexiones con estaciones del Tren Urbano y sistemas de autobuses que puedan servir mejor al usuario al reducir el tiempo necesario para intercambios.
- Proveer espacio para virajes agudos de los trenes y el espacio necesario para las estaciones, demoliendo estructuras que interfieran con el paso necesario a dichos vehículos.
- Construcción de sostenes en zonas de paso del tranvía por lugares donde puedan haber humedales que requieran de pilastras u otros medios que permitan un paso eficiente por tales lugares con un mínimo de costo ambiental.
- Sistemas que sirvan para reducir al mínimo los impactos ambientales generados por ruidos o vibraciones causados por el paso del tranvía.

- Lugares donde adquirir los boletos necesarios para viajes empleando los tranvías, autobuses o el tren urbano, a nivel de las estaciones intermodales que permitan el intercambio de medios de transporte.
- Sistemas de provisión de la energía eléctrica hacia los vagones, ya sea por sistemas catenarios o por el sistema de placas subterráneas.
- Provisión para permitir reubicar la infraestructura existente en las calles y carreteras que se compartirán con el tranvía. Esto puede incluir sistemas de agua potable, aguas servidas, cables eléctricos, líneas de teléfonos o de Cable TV, estacionamientos vehiculares, y otros sistemas que promuevan compatibilidad entre la infraestructura existente con los requerimientos del sistema de tranvía liviano.

La energía eléctrica será suplida a los vagones mediante alimentadores aéreos (“catenary system”). No obstante, se mantiene en observación un sistema alternativo que alimenta la electricidad por medio de barras bajo tierra conectadas a los vagones, de forma tal que el propio vagón las active. Una combinación de ambos sistemas no se descarta en estos momentos. El costo del sistema que depende de contactos soterrados activados por el propio paso del tren es hasta tres veces más alto que el sistema de contacto aéreo, si bien la estética del sistema aéreo es menos atractivo dado a la presencia del sistema de cables suspendidos en el aire, sostenidos por postes con brazos sostenedores. Las instalaciones para suplir la energía eléctrica a los vagones del tranvía se encuentran a una separación de hasta 1,500 metros una de otra.

En la mayoría de los casos los tranvías utilizan un carril especial que permite pavimentar a ambos lados, para hacer posible la circulación de los automóviles por carriles adyacentes. La energía eléctrica la toman de un cable conductor aéreo, (catenaria) mediante un trole (un rodillo similar a los usados en el sistema de suspensión de un teleférico sencillo), aunque en Burdeos, Francia, existe un sistema diseñado por la empresa Alstom que lo toma de placas subterráneas activadas por el paso de cada vagón sobre ellas.

Los posibles impactos ambientales de la actividad propuesta provienen de actividades principales a saber:

- Construcción necesaria a lo largo de la ruta del Tranvía,
- Construcción de las estaciones de trasbordo del Tranvía,
- Construcción y operación de las estaciones de mantenimiento pesado y estacionamiento de vagones,
- Operación de las estaciones del Tranvía.

- Radios de viraje de 25 metros o más deben ser considerados para este proyecto, lo cual implica la necesidad de efectuar demoliciones cuando la curvatura necesaria no permita virajes de 90 grados sin proveer los 25 metros requeridos, siendo la anchura planificada de los vagones de 2.65 metros. Tales radios de curvatura para trenes similares a los del Tren Urbano son mucho mayores y de haberse adoptado tal sistema vehicular en la zona del MAC, las demoliciones necesarias en cada punto de viraje serían considerables.
- Sectores donde la anchura de las áreas de rodaje de vehículos personales, añadidas a los carriles para el uso del tranvía, requieran demoliciones de estructuras existentes.

Mayores detalles sobre las plataformas de abordaje, configuración de estaciones, y los vagones en si, pueden verse en el **Apéndice B**, titulado: “Route Validation Study for Tranvía de Carolina; Volumes One and Two”, por PBS&J Caribe Engineering.

Como es menester se han evaluado tres alternativas de ruta sopesando las ventajas y desventajas de cada una. Cada una de estas rutas, a su vez, fue el producto de mucha ponderación y de cambios menores que ayudaron a optimizarlos. La alternativa seleccionada (*Alternativa de Ruta 3*) tiene las siguientes fortalezas: es más compatible con el entramado urbano, llega a más puntos del Municipio y sus centros de actividad e impacta menos las operaciones de tránsito actuales. Las Alternativas de Rutas Estudiadas #1 y #2 se presentan en la **Tabla 1.1** , y la **Tabla 1.2** nos presenta las Estaciones Correspondientes a la Alternativa #3.

Tabla 1.1 Estaciones Correspondientes a las Alternativas #1 y #2

	Alternativa 1	Alternativa 2
Estaciones de Trasbordo	Terminal Isla Verde	Centro de Gobierno de Isla Verde
	Isla Verde	Los Ángeles 1
	Centro de Gobierno de Isla Verde	Los Ángeles 2
	Los Ángeles 1	Ciudad Deportiva Roberto Clemente
	Los Ángeles 2	Galicia
	Ciudad Deportiva Roberto Clemente	Cuartel Carolina Oeste
	Iturregui	Vistamar Plaza
	Campo Rico	Country Club Shopping Plaza
	Universidad del Este	Pontezuela
	Calle Sánchez Osorio	Comandante/Monserrate
	Comandante/Monserrate	Estación Museo del Niño
	Monserrate Toser	Estación Julia de Burgos
	Comandante 65 de Infantería	Comandante 65 de Infantería
	Terminal Escorial	Terminal Escorial
	UPR Carolina	UPR Carolina
	Plaza Carolina 2	Paseo de Los Gigantes
	Plaza Carolina 1	Plaza Carolina
	Roberto Clemente	Roberto Clemente
	Dr. Sánchez Castaño	Dr. Sánchez Castaño
	Calle Fernández Juncos	Calle Fernández Juncos
Estación AMA	Estación AMA	
Centro de Gobierno	Centro de Gobierno	
Alcaldía de Carolina	Alcaldía de Carolina	
Muñoz Rivera	Muñoz Rivera	

Nota: Hemos deducido la ubicación relacionada con las estaciones que forman parte de la alternativa # 3. La evaluación, así como los factores por los cuales esta ruta resulta más ventajosa se ha tomado de datos presentado por PBS&J Caribe Engineers.

Tabla 1.2 Estaciones Correspondientes a la Alternativa #3

Estación Núm.	Lugar de la Estación
1	Isla Verde
2	Cruce Ave. Boca de Cangrejos y PR 26
3	Proximidad a Calle Hortensia y Ave. De las Flores
4	Calle Paseo de los Flamboyanes
5	Avenida Iturregui
6	Ave. Campo Rico
7	Dos Estaciones en Proximidad a PR 190
8	PR 190 cruce con Ave. Monserrate
9	Cercano a Cruce Ave. Fidalgo Díaz y Jesús M. Frago
10	Noroeste de Calle Quiñones
11	Calle José S. Quiñones
12	Proximidad a PR-874
13	Proximidad a Calle Fernández Juncos
14	Punto medio entre Calle San Francisco y Calle Ignacio Arzuaga
15	Estación Escorial
16	Estación Avenida De Diego
17	Estación entre PR-887 y PR-3
18	Estación entre Calle Garcilazo de la Vega y Ave. San Marcos
19	Estación entre Ave. Monserrate y PR-190
20	Ave. Sánchez Osorio con Ave. Sur Principal
21	Estación en Ave. José Fidalgo Díaz cerca de la Ave. Campo Rico
22	Ave. José Fidalgo cerca de Paseo de los Gigantes
23	Ave. José Fidalgo Díaz, cercano a Vía Fabiana

1.1 TRASFONDO

1.1.1 Tranvía

Los tranvías livianos son trenes relativamente pequeños en longitud y anchura que circulan en áreas urbanas, utilizando las propias calles existentes, sin separación del resto de las vías. Es decir, aunque requieren un carril exclusivo, básicamente utilizan las carreteras o calles existentes. Los tranvías



pueden ser de uno o más vagones. Estos vagones son menos largos que los que se emplean en sistemas como el del Tren Urbano de Puerto Rico, por lo cual son más aptos a circular por vías y carreteras relativamente angostas y de poder adoptar radios de giro cortos que eviten extensas demoliciones. En algunos casos la vía férrea del tranvía puede cubrirse de césped, integrándola aún más al paisaje urbano.

1.1.2 *Utilización en algunos Países*

En algunos países de Europa Central y gran parte de Europa del Este los trenes livianos han sido y son un medio de transporte muy extendido. En el resto de Europa fueron eliminándose la mayoría de las líneas bajo el pretexto de que entorpecían un tráfico automovilístico cada vez más importante y que los cables eléctricos que suplían sus necesidades energéticas eran poco estéticos.

No obstante, y luego que desaparecieron en muchas ciudades, a partir de 1980 comenzaron a reinstalarse en varios lugares, dada su evolución tecnológica, con los nuevos coches articulados y luego los de “piso bajo”.

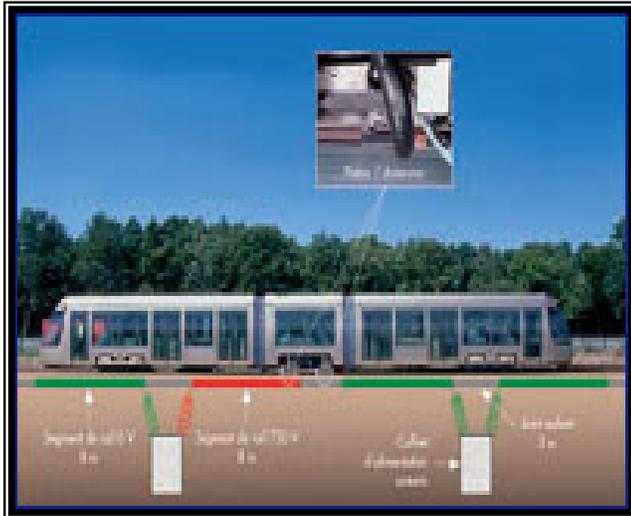
Tal es el caso de España, donde se emplearon durante una parte del siglo XX en muchas ciudades, pero fueron abandonados desde los '60 y '70, para después volver a ser considerados e introducidos en algunas ciudades a fines del siglo



XX. Valencia fue la primera ciudad española en reintroducir el tranvía en el año 1994, con un éxito que lo ha llevado a ampliar en tres ocasiones. A Valencia la siguieron Bilbao (2002), Alicante (2003), Barcelona (2004) y Vitoria-Gasteiz.

Puerto Rico también tuvo un sistema de tranvías ("trolleys"), los cuales servían las necesidades de la zona metropolitana desde el viejo San Juan hasta la Calle del Parque en Santurce, que aún hoy se conoce por haber sido esa la Parada 23 del trolley. Estas unidades eran activadas mediante el uso de catenarias aéreas suspendidas de postes. Por ser las vías un poco más altas que el terreno adyacente, no podían ser compartidas con los automóviles. El trolley era de baja velocidad y respondía totalmente al mandato de su conductor, siendo el sistema de vías uno de “círculo cerrado”, donde la vía era unidireccional a lo largo de la periferia del terreno cubierto por el sistema.

Como indicado anteriormente, una alternativa de suministro de energía a los



vagones lo es el sistema de conexión subterránea, mejor conocido como APS, (en francés “alimentation par le sol” o alimentación desde el suelo. El APS provee electricidad al tranvía por medio de un tercer riel entre los dos rieles que normalmente guían al tranvía. El tercer riel está compuesto por segmentos conductores de electricidad de ocho metros de largo, separados por tres metros de aislamiento. El tranvía toma la electricidad por

medio de dos conectores de fricción que se encuentran en el medio del vagón. El suministro de electricidad se acciona por medio de una señal codificada de radio coordinada entre el tranvía y el segmento conductor de electricidad, de manera que sólo ocurre cuando el vagón se encuentra posicionado sobre el segmento. Esto último como medida de seguridad para los peatones, ya que el sistema no permite que una persona pueda pisar las dos planchas al mismo tiempo.

1.2

PROPÓSITO

Uno de los propósitos de este proyecto es enlazar los puntos focales del Municipio Autónomo de Carolina por medio de un sistema de transportación colectiva. Este sistema entrelazará los servicios de carros públicos, los de la Autoridad Metropolitana de Autobuses (AMA) y la ruta propuesta del Tren Urbano para el territorio del Municipio Autónomo de Carolina, ampliando la cobertura de los sistemas de transportación existentes. La función primaria del servicio de autobuses de la AMA y de los carros públicos es la de alimentar a los sistemas de transportación masivos en forma tal que los usuarios deban caminar lo menos posible para alcanzar su uso, reduciendo así la tendencia al uso de vehículos personales. Adicionalmente, este sistema puede servir como puente entre el sistema de Tren Urbano existente en la zona metropolitana de San Juan, con sistemas aún por diseñarse y construirse en la parte Este de la isla. O sea, un residente del Municipio Autónomo de Carolina podrá tomar un autobús (BRT) que lo conduzca hacia una estación del TLMAC (LRT/APS) que lo haga llegar hasta una estación intermodal que le permita completar su viaje hacia la zona metropolitana de San Juan mediante el uso del Tren Urbano. La mecánica de pagos por distancia recorrida, etc., se verá e implantarse en forma tal que sirva para incentivar su uso.

El sistema de TLMAC para ser usado en el MAC no existe en un vacío, sino que es necesario que interactúe con otros medios que faciliten su empleo. Las llamadas “estaciones intermodales” facilitan el empleo del propuesto sistema de trenes mediante el cambio de un método a otro y de esa forma poder acceder a lugares no servidos por los trenes. El sistema de TLMAC propone hacer interactuar los siguientes:

- Tren Urbano: Este tren conectará con las estaciones propuestas en Plaza Escorial, Plaza Carolina y antes de cruzar el Río Grande de Loíza.
- La Autoridad Metropolitana de Autobuses, que actualmente sirve las siguientes rutas:
 - Ruta A-5, que sirva la ruta entre San Juan y la Avenida Iturregui.
 - Ruta A-6, que sirve la ruta entre Río Piedras a Carolina
 - Ruta B-40, que sirve la ruta entre Piñones a Río Piedras.
 - Ruta B-41, que sirve las rutas entre la Estación Sagrado Corazón a la Avenida Iturregui.
 - Ruta B-41 y B-43, que sirven las rutas entre la Avenida Iturregui hacia otras partes del Municipio Autónomo de Carolina.
 - Ruta C-45, que sirva la ruta entre la Avenida Iturregui a Isla Verde y Loíza.
- El Sistema de Carros Públicos consta de tres rutas que son:
 - Río Piedras a Carolina
 - Río Piedras a Villa Carolina
 - Río Piedras a Saint Just - Metrópolis

Además a las anteriores, hay otros sistemas de carros públicos que sirven zonas aledañas al MAC, como lo son las de Santurce a Loíza, Río Piedras a Canóvanas, Río Piedras a Fajardo-Playa, Río Piedras a Río Grande, y otras que pasan por el MAC en su trayecto.

El MAC provee un sistema de Transportación Urbana Municipal que consiste de varios autobuses que recorren dos rutas (ruta roja y ruta verde) internas al Municipio a los fines de facilitar el recorrido de lo que de otra forma serían largos trechos que harían sumamente difícil recorrer a pie por los residentes del MAC. Este sistema es provisto libre de costo.

Un objetivo de importancia en lo referente al diseño de la ruta que seguirá el Tranvía es la de establecer comunicación entre los puntos de mayor importancia

en el Municipio, que en este caso son: el Aeropuerto Internacional Luis Muñoz Marín, la zona turística de Isla Verde y el Centro Urbano de Carolina, donde se encuentran las oficinas del gobierno del Municipio, propiamente. Además, se habrá de proveer contacto con vías principales, tales como la 65 de Infantería (PR-3); la Avenida Paseo de los Gigantes; Las Avenidas Fragoso y Sánchez Castaño; las Avenidas Sánchez Osorio; la Fidalgo Díaz y la Avenida Roberto Clemente, todas las cuales recibirán reconocimiento por su importancia comercial. Se pretende también conectar en la red de servicios del Tranvía a centros de actividad deportiva y centros de comunicación, como lo es el Parque Deportivo Roberto Clemente, estaciones principales de la Autoridad Metropolitana de Autobuses (AMA) y estaciones propuestas del Tren Urbano, entre otros. Por último y no menos importante, se habrá de establecer contacto rápido con centros urbanos de importancia, como lo son: Sabana Abajo, Hoyo Mulas, Martín González y San Antón, así como los terrenos que están siendo urbanizados en la zona Sur de la 65 de Infantería.

1.3 *NECESIDAD*

A medida que las ciudades y la población crecen, toma mayor importancia la necesidad de desarrollar sistemas de transportación masiva. Para entender mejor la necesidad del proyecto, es necesario conocer las condiciones demográficas, económicas y sociales del sector. Por tal razón, se provee un análisis de las principales variables demográficas y socioeconómicas del entorno del proyecto. Los datos provienen de los Censos de Población y vivienda efectuados por agencias pertinentes del Gobierno de Puerto Rico. De manera introductoria se menciona que en la pasada década, la población del área de estudio aumentó dramáticamente.

Tabla 1.3 *Población en Zona de Carolina*

	1970	1980	1990	2000	Tasa de Cambio
Carolina	107,643	165,954	177,806	186,076	2.42% por año

Fuente: Censo de Población y Vivienda 1970 - 2000

La población por barrios, para el año 2000, según reportado en el censo del año 2000 de la Oficina del Censo de la Junta de Planificación de Puerto Rico:

Barrazas	4,076
Cacao	3,668
Cangrejo Arriba	18,681

Canovanillas	10,748
Carolina (Pueblo)	1,398
Carruzos	2,481
Cedro	1,918
Hoyo Mulas	33,914
Martín Gonzáles	24,656
Sabana Abajo	62,238
San Antón	10,465
Santa Cruz	2,025
Trujillo Bajo	9,808
TOTAL	186,076

Las proyecciones para los años desde el censo del 2000 hasta el 2025, que son años donde el Tren Liviano de Carolina estaría en uso para proveer un estimado de usuarios, es como sigue:

Censo del 2000	186,076
2005	191,208
2010	193,773
2015	196,295
2020	197,753
2025	198,989

La densidad poblacional, en habitantes por milla cuadrada para el Municipio Autónomo de Carolina, durante los años del 1980 al 2000 ha sido como sigue:

1980	3,655
1990	3,916
2000	4,099

El resultado de lo anterior es que la densidad en términos de número de residencias por cuerda de terrenos para el Municipio Autónomo de Carolina (MAC), está en el orden de 40, como máximo, si bien este valor no es alcanzado en muchas partes del Municipio. Este valor ha sido tomado como patrón de planificación en el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) del MAC. Una evaluación adicional que se nos presenta en el estudio sometido a PBS&J Caribe Engineers indica lo siguiente:

- De unas 53,822 personas escrutadas en cuanto al lugar donde trabajan, 23,129 de dichas personas trabajan dentro del Municipio Autónomo de Carolina, y 30,693 laboran fuera de dicho Municipio. Este es un número que revela la cantidad de posibles usuarios del sistema.
- De unas 45,580 personas que trabajan dentro del Municipio Autónomo de Carolina, unas 23,129 residen en dicho Municipio y otras 22,451 proceden de otros municipios y viajan diariamente hacia Carolina para sus empleos.
- De unas 55,406 personas residentes del MAC encuestadas en cuanto al método de transporte a su lugar de trabajo, se encuentra lo siguiente:
 - 68.22% (37,797 personas) emplean su vehículo personal.
 - 19.88% (11,015 personas) son pasajeros de vehículos personales.
 - 6.52% (3,611 personas) emplean transportación pública.
 - 2.1% (1,214) caminan hacia su lugar de trabajo.
 - 3.27% (1,813 personas) no informaron medios.

La densidad vehicular es otro aspecto socio-económico que debemos estudiar, ya que la presencia de éstos en gran número puede implicar la necesidad de sintetizar tal metodología de transporte por algo de mayor eficacia. El estudio efectuado para PBS&J Caribe Engineers nos muestra lo siguiente para el Municipio Autónomo de Carolina:

Tabla 1.4 *Cantidad de Vehículos por Viviendas*

Disponibilidad de Vehículos	Número de Viviendas	Total de Vehículos
Ninguno	13,619	0
1 vehículo	26,175	26175
2 vehículos	17,818	35636
3 vehículos	4,468	13404
4 vehículos	1,127	4508
5 o más vehículos	39	1695
TOTAL	63,546	81,418

Esto implica que hay un potencial de 81,418 vehículos actualmente empleados para el transporte dentro del Municipio Autónomo de Carolina o como medios para alcanzar áreas adyacentes. Esta es una población vehicular que puede ser nutriente sustitutivo por el sistema de TLMAC.

Un dato interesante provisto por la empresa PBS&J Caribe Engineers indica que diariamente hay desplazamientos en el orden de 373,006, de los cuales un 48% (179,043 personas) los llevan a cabo personas que residen en el MAC y viajan fuera de éste por causa de sus empleos, y el remanente 52% (193,963 personas) proceden de fuera del MAC y pasan su día laborable en éste.

Adicionalmente, de unas 51,709 personas que residen dentro del MAC, unas 38,264 (74%) viajan fuera del MAC semanalmente con el fin de efectuar compras.

En cuanto a la motivación que induce a los residentes del MAC a salir de su área de residencia, el estudio de PBS&J Caribe Engineers nos indica que las razones principales son las siguientes:

Tabla 1.5 Razones Principales para Viajes Partiendo del MAC

Destino	Por Ciento
Lugar de Trabajo	38
Lugar de Estudio	4
Motivos Personales	12
Viajes de Compras	17
Fines de Entretenimiento	20
Buscar/Llevar Personas	9

El análisis demográfico y socio-económico arrojó los siguientes hallazgos sobre el perfil socio-económico del área de estudio:

- La población de Carolina, quienes serán usuarios del Tranvía, ha estado creciendo de manera acelerada durante la última década, mientras que la población de San Juan disminuyó levemente.
- La zona Este de la Isla exhibe un dramático aumento poblacional que se traduce en el uso de la zona de Carolina como área de paso hacia la zona metropolitana y causa de un aumento significativo en el número de vehículos que pasan por dicho Municipio.
- A pesar de este aumento, la densidad poblacional en el Municipio Autónomo de Carolina es significativamente menor que el promedio para San Juan.
- El aumento en población en el Municipio Autónomo de Carolina fue mayor que el aumento en hogares, lo que sugiere un aumento en el número de personas por hogar.

- Los residentes del Municipio Autónomo de Carolina muestran una tasa de participación laboral mucho mayor que los residentes de la totalidad del Municipio de San Juan. Presentan además, una tasa mayor de personas empleadas.
- Más de la mitad de las personas empleadas que residen en el Municipio Autónomo de Carolina se dedican a ocupaciones profesionales, gerenciales y otras relacionadas.
- Los hogares del Municipio Autónomo de Carolina tienden a tener ingresos más altos que el promedio en San Juan. Esto se demuestra, tanto en la distribución del ingreso, como en la mediana de ingreso de los hogares y en el ingreso per cápita.

Lo que toda esta información plantea es que en el MAC hay un serio problema de congestión vehicular que resulta de una alta población concentrada, la cual en estos momentos no está adecuadamente servida por un sistema de transportación en masa capaz de brindarle alivio y en forma efectiva servir las necesidades de la población existente en lo referente a sus necesidades de transportación diaria. Motivado por esta necesidad, el MAC ha decidido enfrentar el problema y brindarle una solución viable lo antes posible. Este documento ambiental presenta el resultado de todas estas preocupaciones y soluciones a éstas. La solución que se presenta como la más viable y efectiva es la de un sistema de tranvía liviano que resuelva los problemas locales dentro del Municipio y que también provea contacto con los sistemas de transportación masiva existente o por construirse, que se extienden más allá de la colindancia del Municipio.

Otros detalles de importancia que nos revela el estudio socio-económico que se ofrece en este documento como **Apéndice E**, son como sigue:

- Unas 94,299 personas de los sectores claves del MAC serán beneficiadas por el Proyecto del TLMAC. Esto equivale a un 50.7% de la población total del Municipio. Todos estos residen a una distancia menor de 800 metros de uno de los lugares de abordaje.
- La densidad promedio en la zona antes indicada está en el orden de 11,132 habitantes por milla cuadrada, que es tres veces más que lo aplicable al Municipio en general y hace que el proyecto sea más asequible a una mayor densidad de posibles usuarios, lo cual es favorable para un sistema de transportación masiva.

1.4 *DESCRIPCIÓN DE ELEMENTOS DE IMPORTANCIA EN EL AMBIENTE QUE PODRÁN SER DIRECTA O INDIRECTAMENTE AFECTADOS POR LA ACCIÓN PROPUESTA*

1.4.1 *Mapa Topográfico*

Se incluye mapa topográfico del proyecto en la

Figura 1.1.

1.4.2 *Detalles del Proyecto*

El proyecto consiste de la construcción de un tranvía liviano cuya ruta discurrirá generalmente desde la porción Norte del Municipio en Isla Verde hacia la porción sureste, en las cercanías de la Alcaldía municipal. El proyecto incluye un área de aproximadamente 25 cuerdas donde se ubicarán facilidades de mantenimiento, tales como: lugares para el manejo de aceite y grasas, áreas de pintado de vagones con sus sistemas de control de emisiones a la atmósfera, áreas de almacenar aceites usados en procesos de reciclaje, así como sistemas de limpieza de vagones. Todos los sistemas de control de emisiones serán ubicados y operados en dicho predio, donde también se ubicarán facilidades de oficinas y actividades administrativas. En el predio de 25 cuerdas, así como en los sectores de vías donde el paso sea cercano a canales pluviales, será necesario el uso de pilastras y otros mecanismos para el soporte de las estructuras. Estos detalles serán planificados y atendidos en el Estudio de Ingeniería y Diseño Preliminar del Proyecto Tranvía de Carolina.

Entre otras, las siguientes zonas serán servidas por el TLMAC: Plaza Carolina; la zona donde se encuentra la Alcaldía y oficinas gubernamentales; la zona de la Avenida Iturregui; la zona de la Avenida Campo Rico y Monserrate, así como la que bordea al Canal Blasina. El sistema alcanza la zona al Oeste del Aeropuerto Internacional Luis Muñoz Marín, donde se anticipa que una extensión del Tren Urbano del Municipio de San Juan podrá ser servido en forma tal que unirá por sistemas de trenes a ambos municipios. La conexión entre ambos sistemas, así como conexiones con el sistema de autobuses y otros medios de transportación, se llevará a cabo en “estaciones multimodales”. Esta facilidad será de gran beneficio a los usuarios del sistema.

Figura 1.1 Mapa Topográfico (1:20,000)

1.4.3 *Detalles de las Estaciones (o plataformas de abordaje)*

Los detalles de las estaciones variarán significativamente de acuerdo al sistema de trenes que se elabore. Por ejemplo, si los vagones correrán en forma individual, entonces el número de vagones circulando pudiera fluir con mayor frecuencia y el intervalo entre trenes pudiera ser corto. Esta configuración aumenta el número de conductores; el número de pasos en cruces de calles; y hace más crucial la eficacia del sistema que permita el uso de un sector de vías para tránsito en direcciones opuestas. Las estaciones para este sistema serían relativamente cortas en su longitud para parear con la longitud del vagón.



Si el número de vagones bajo el control de un conductor aumenta, entonces el largo de la estación debe aumentar y la frecuencia de los trenes puede ser reducida sin afectar su capacidad de transporte, (medida en personas por día). Es decir, si bien el tiempo de espera entre los trenes habría de aumentar, esto no afectará la calidad del servicio del TLMAC.

Un detalle que puede afectar la longitud de las estaciones es el relativo a los servicios a ofrecerse en ellas. Las que puedan vender boletos necesariamente serán de mayor longitud, de las que meramente permitan abordaje, bajo la premisa de que el pasajero cuenta con un boleto válido. Básicamente, las estaciones de trasbordo que se utilizan son muy parecidas a las paradas de guagua de la AMA, con una arquitectura moderna y con facilidades de boletería automatizada. Es decir, al usuario compra su boleto a una máquina, sin necesidad de interacción con empleados del TLMAC. Se anticipa que estas estaciones estén provistas de bancos y zafacones.

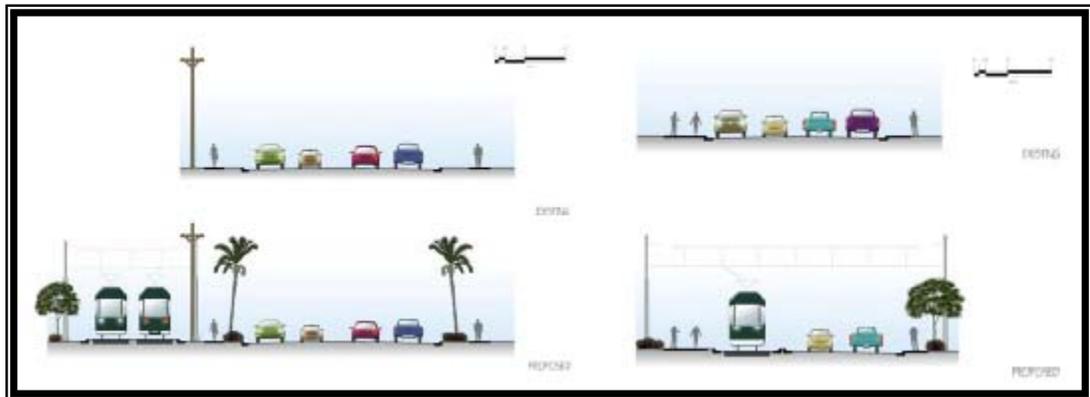
Las estaciones pueden ubicarse en el centro de carreteras existentes, con capacidad para servir a trenes desplazándose en direcciones opuestas desde una misma plataforma central. Tal sistema pudiera requerir la reducción del número de carriles vehiculares por uno o más y la eliminación de carriles de

estacionamiento o de carga y descarga de camiones que suplen las necesidades de negocios en las calles afectadas. Esto pudiera ser causa de congestiones vehiculares, que a su vez tendería a favorecer el uso del sistema de tranvías livianos, ubicando éstos sobre lugares de menor afectación. Los usos de carriles en ambos extremos de las carreteras, con fines de estacionamiento a corto o largo plazo, quedaría vedado, lo cual limitaría el desarrollo de comercios que dependan de estacionar vehículos a la orilla de las calles, según se practica en la actualidad.

Otras estaciones pudieran ubicarse en uno u otro lado de la carretera, sirviendo así a trenes que vayan en una sola dirección, o en dos, cuando se hayan programado para aceptar tal sistema mediante controles procedentes de un punto central que evite posibles colisiones. Como hemos expuesto, el largo de las estaciones depende del largo de los vagones y del número máximo de vagones por tren que circularán en un momento dado en horas pico. El informe de la empresa PBS&J Caribe Engineering recomienda para el diseño de las estaciones un largo de 45 metros y sus estudios del efecto en las diversas partes del Municipio se basan en esta longitud.

Algunas de las estaciones, especialmente entre las intermodales, pudieran tener más de un nivel, por lo cual facilidades para el uso por personas impedidas serían necesarias.

1.4.4 *Detalles de las Vías Públicas en Relación al Tranvía Liviano del Municipio Autónomo de Carolina*



Existen tres posible tipos de carriles para el TLMAC, a saber: la ruta de doble vía (es decir, dos carriles en direcciones opuestas), la ruta de una sola vía (es decir, un carril en una sola dirección) y la ruta de una sola vía que permita el desplazamiento en ambas direcciones bajo condiciones controladas y coordinadas. Todas las carreteras y vías existentes por donde se contemple

instalar el o los carriles para el paso del tranvía conllevan una reducción al área existente de paso, lo cual implica un probable incremento en la congestión del tráfico mientras el número de vehículos que las emplea permanezcan constantes. Dicha condición será observada hasta que se levante una conciencia en el público potencialmente usuario, de que para evitar ser parte de esa congestión les conviene ser usuarios del sistema de trenes. Mientras mayor el número de usuarios, menor el nivel de la congestión del tránsito. El sistema de autobuses incentivará el uso del TLMAC, debido a que acorta las distancias peatonales para alcanzar ir desde las residencias u oficinas a las estaciones.



Contrario al sistema de trenes de tipo “Tren Urbano”, el sistema a emplearse por los trenes livianos no requieren de un sistema elevado con grandes soportes, sino que transita a nivel de la carretera que es su sostén y que define su ruta. Los planos donde se muestran los sectores de las carreteras y vías que compartirán con el sistema vial del Tren

Liviano presentan los cortes de dichas vías, indicando las estaciones y la forma en que los canales de tránsito serán construidos.

Además del paso vial y de las plataformas a usarse como estaciones, el desarrollo propuesto contempla utilizar unas 25 cuerdas de terreno en las cuales se ubicará el predio a ser utilizado para estacionar los vagones que no estén en servicio y el predio donde se construirán instalaciones para ofrecer servicios de mantenimiento a las unidades. La mayor parte de la ruta del TLMAC se propone a lo largo de carreteras existentes, por lo que no será necesario impactar terrenos adicionales.

El sector preferido para ubicar las instalaciones de mantenimiento están en un predio al Norte de la Avenida Iturregui, cercano a la Ciudad Deportiva Roberto Clemente, entre el Terminal de la AMA y la Estación de la Policía. Un tramo de la ruta corre paralelo a la Avenida José Hidalgo Díaz y el Canal Blasina. En este tramo el TLMAC correrá entre la Avenida José Hidalgo Díaz y el Canal Blasina por terrenos que al presente no han sido utilizados y donde se propone ubicar las

pilastras que sostendrán las vías del TLMAC (Refiérase al **Apéndice B**, Alternativa 3, "Plate BB").



Figura 1.2 Mapa de Localización

1.4.5 *Descripción Detallada de la Flora y Fauna*

En áreas del proyecto donde las vías se encuentran reposando sobre tierra firme, como son las carreteras y áreas no desarrolladas pero que no son humedales, no existe flora y fauna de valor ecológico tal que amerite medidas especiales de conservación. Tales medidas son necesarias sólo en aquellas áreas donde existen humedales o canales pluviales que puedan ser afectados en actividades de construcción relacionados al TLMAC. Detalles de tales sistemas pueden verse en los **Apéndices C y D**, que atienden los temas de Flora y Fauna y los de “Wetland Jurisdiccional Determination”.

Como se ha indicado, una parte significativa del proyecto discurre por carreteras existentes, que para fines ambientales se consideran como terrenos previamente impactados. En tales áreas no existen sistemas ecológicos complejos que ameriten actividades de conservación. No obstante, existen unos árboles ornamentales como el úcar, el albicia y otros, los cuales recibirán cuidadosa atención y no serán removidos a menos que no exista otra alternativa razonable. El estudio de flora y fauna revela la existencia de avifauna típica de las zonas de humedales y cuerpos de aguas tropicales, los cuales se presentan en los **Apéndices C y D**. Estos presentan un amplio inventario de especies de flora y de fauna que fueron encontrados en los estudios de campo que fueron efectuados en las áreas de mayor presencia de especies típicas de humedales y sistemas naturales que están presentes, particularmente en la zona del Canal Blasina, Suárez y San Antón.

En el área seleccionada para ubicar las instalaciones de mantenimiento y estacionamiento de vagones fuera de uso, pueden darse otras situaciones. Dicha área, como es típico en muchas partes del Municipio Autónomo de Carolina, cuenta con cuerpos de aguas y con sectores donde actualmente o históricamente se relacionan con humedales. El área seleccionada para dichas instalaciones tiene características de humedal, por lo cual, cualquier construcción que se lleve a cabo contará con los insumos del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales, la Junta de Calidad Ambiental, el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos, la Junta de Planificación, el Instituto de Cultura y el Servicio de Pesquería y Vida Silvestre del Departamento del Interior de los Estados Unidos.

Las características de los suelos en las diversas partes del proyecto se pueden ver en el **Apéndice D**, que toca el tema de “Wetland Jurisdiccional Determination.”

El **Apéndice C** muestra los resultados del estudio llevado a cabo por Terra Mar Environmental Corporation, como contratista en asuntos de flora y fauna para ERM-Puerto Rico, Inc. Un breve resumen del contenido de este trabajo es como sigue:

- El área muestreada es principalmente llana donde hay zonas verdes que contienen cruces de cuerpos de aguas y humedales.
- A lo largo de la ruta, un 90% de ésta es área urbana desarrollada o con estructuras existentes y un 10% de áreas verdes. Siendo este el caso de un trayecto de 20 Km. de largo, se establece que el trayecto total conteniendo valores de flora y fauna es de unos 2 Km. o menos.
- En todo el estudio no se encontraron especies de plantas amenazadas o en peligro de extinción.
- En cuanto a la fauna en el área del proyecto se refiere, se presenta información sobre animales representativos y en especial, aquellos que son ecológicamente sensitivos, entre los cuales se encuentran reptiles, anfibios, batracios y mamíferos pequeños.
- La fauna acuática es extensa y variada, siendo ésta de procedencia marina. El estudio se concentra grandemente en los organismos detectados en los humedales.
- A lo largo de varios viajes de campo, se han estudiado unas 28 estaciones y transectos que han actuado como puntos de observación, en los cuales ha descrito el contenido de flora y fauna y las particularidades de los hábitats observados y sus respectivas especies.
- La alternativa vial Número 3 fue la mayormente estudiada, ya que ésta se seleccionó como la mejor ruta para el proyecto del TLMAC. Esta alternativa trata de evitar ser un peso más en las vías de alto tráfico vehicular optando por pasar e invadir zonas verdes, tomando las medidas remediales que fueren necesarias. Dicha alternativa tiene un impacto mayor para varias áreas verdes circundantes a las vías que viajan desde Isla Verde hacia Plaza Carolina, el Centro de la Ciudad de Carolina, el Escorial y hasta el polo de cambio en el Roberto Clemente.
- El estudio de flora y fauna dedicó particular atención a las áreas de humedales, márgenes de quebradas y los mangles del Canal Suárez, haciendo un transecto extenso desde la orilla Sur del canal, cubriendo la zona del manglar y continuando la transición hacia el extenso humedal que llega hasta la Ciudad Deportiva Roberto Clemente, cerca de la Avenida Iturregui.
- A lo largo de la ruta los valores ambientales de mayor importancia son el manglar asociado a la Laguna San José, el manglar asociado al Canal Suárez y el manglar al Norte de la Avenida Campo Rico.

1.4.6 *Tipos y Características de los Suelos y Formaciones Geológicas existentes en Área del Proyecto y Áreas Adyacentes*

De acuerdo con los datos digitales del NRCS, basados en el catastro de suelos de San Juan de 1977, las rutas pasan por los suelos que se describen en adelante. (Por ser la terminología empleada derivada de textos escritos en inglés, hemos optado por mantener ese idioma a los fines de lograr un máximo entendimiento técnico).

Se incluye mapa de suelos en la **Figura 1.3** (página 34). El **Apéndice D**, que atiende el tema Wetland Jurisdiccional Determination, contiene un informe detallado sobre los suelos en el área del proyecto.

SNS:	Sector no ha sido estudiado. Por tanto, se desconocen las características del mismo. Por lo general son áreas ya urbanizadas e impactadas.
Co:	Coloso Silty Clay Loam, occasionally flooded
MaB:	Mabi clay, 0 to 5 percent slopes
MaC2:	Mabi clay, 5 to 12 percent slopes, eroded
Md:	Made Land
MuD2:	Mucara Silty Clay Loam, 12 to 20 percent slopes, eroded
Tt:	Toa Silty Clay Loam
YuF2:	Yunes Silty Clay Loam, 20 to 60 percent slopes, eroded

1.4.6.1 *Geología Regional*

Basado en los mapas geológicos de los cuadrángulos de Carolina (Monroe, 1977) y de San Juan (Pesse & Watson H. Monroe, 1977), el proyecto estará ubicado en un área de depósitos aluviales que consisten de estratos intercalados de arena, arcilla y arcilla arenosa. Estos depósitos aluviales descansan discordantes sobre depósitos calizos los cuales a su vez descansan sobre depósitos volcánicos. En el área de la Avenida Campo Rico estos depósitos aluviales han sido cubiertos por rellenos utilizados para reclamar áreas inundables.

En la zona caliza del Norte de Puerto Rico, las formaciones geológicas están caracterizadas por la presencia de sumideros. Sin embargo, en el área de estudio dichas formaciones están cubiertas por los depósitos aluviales, por lo cual no se puede determinar por simple inspección del mapa geológico la presencia de sumideros en el área.

Además, el mapa geológico indica la presencia de fallas en la parte Sur del área del proyecto. Dichas fallas presentan un movimiento reverso que indican compresión de los bloques en movimiento. Este movimiento causa el levantamiento de los bloques en el área de la falla. Las fallas tienen dos direcciones dominantes de proyección, hacia el noreste y hacia el noroeste. De acuerdo al mapa geológico, estas fallas se proyectan hacia el área de estudio. Sin embargo, las mismas no han sido identificadas dentro del área de estudio posiblemente por la presencia de los depósitos aluviales.

Según el Departamento de Interior, Servicio Geológico de los Estados Unidos y mapas geológicos de los cuadrángulos de San Juan, los tipos de formaciones presentes en el área son las siguientes (ver **Figura 1.4**; página 35).

(Por ser los datos técnicos obtenidos de textos en inglés, optamos por usar dicho idioma para mantener inalterado su significado).

- Af: “Artificial Fill (Holocene) –Sand, limestone and volcanic rock as fill in valleys, swamps, and locally, a part of Bahía de San Juan. Much of the topography of the built-up area of the quadrangle has been altered by bulldozing. Only the larger areas of fill are shown. Generally less than 5m thick.
- Qb: “Beach Deposits (Holocene) –Sand composed of grains of quartz, volcanic rock and shells. Mostly quartz sand east of Punta Las Marias, predominately shell sand elsewhere; beachrock common west of Punta Las Marías. Generally 1-5 m thick.”
- Qa: “Alluvium (Holocene)-Sand, clay and sandy clay. Thickness Variable; more than 20 meters penetrated in test well in the Río Piedras valley near Nemesio Canales; radiocarbon date of wood at depth of 15 meters at Plaza las Américas, 500 meters east of Nemesio Canales, is about 8,600 years BP”.
- Qss: “Silica Sand (Holocene) – Quartz sand, very pure, derived from ferroginous sand by leaching. The deposits grade downward into older alluvial deposits (map unit QTt). Thickness ranges from 1-4 m.”
- QTt: “Older Alluvial Deposits (Pleistocene and Pliocene) - Clay, silty and sandy, mainly red or mottled red and light gray, Includes Mucarabones Sand and San Sebastián Formation on the east of the Río Piedras. Thickness variable but probably greater than 100m in some places.”
- Ta: “Aguada Limestone (Miocene) – Alternating beds of indurated, slightly quartziferous, very pale orange to pink, fine calcarenite and grayish-orange to very pale orange clayey and chalky limestone; some beds of soft sandy marlstone. Thickness about 50 meters.

- Tr: "Río Piedras Siltstone (Eocene and Paleocene) - Thin-bedded and laminated siltstone containing thin layers of claystone and calcareous sandstone. Commonly contains fragments of volcanic glass altered to celanodite. Locally, conglomerate near base contains fragments of Guara Canal Andesite (Tg). In southwest corner includes beds of very thick bedded olive-gray volcanic pebble conglomerate and coarsened grained volcanic sandstone and siltstone. Maximum exposed thickness in quadrangle about 800 m."
- Kf: "Frailles Formation (Upper Cretaceous) - Grayish-green medium-to very thick bedded volcanic sandstone, in part pebbly, and fine to medium volcanic breccia. Thickness 700-800 m."
- Kmg: "Martín González Lava Member - (Upper Cretaceous) Porphyrite basalt containing abundant phenocryst of plagioclase, scattered phenocryst of clinopyroxene and pseudomorphs chiefly of chlorite after orthopyroxene, and abundant magnetite. Maximum exposed thickness in quadrangle about 115 m thick."

1.4.7

Sistemas Naturales (humedales, reservas naturales, bosques, etc.), en el Área del Proyecto y Áreas Adyacentes dentro de una Distancia de 400 Metros, Medida desde el Perímetro del Proyecto y la Distancia que se encuentra el Mismo

En el predio de terreno propuesto para el paso del tranvía no existen cuevas. En la cuenca del Río Grande de Loíza y zonas de mangle, no hay la piedra caliza que caracteriza la zona Norte-central de Puerto Rico donde las cuevas son frecuentes. La parte Sur del Municipio se levanta por sobre los niveles de la parte Norte y exhibe tales formaciones, habiendo en ella cavernas e incluso valores históricos (petroglifos y pictografías) generados por nativos pre-colombinos. El diseño final del proyecto incorporará medidas para proteger los sistemas naturales que se encuentran en esa zona.

Según se indica en el **Apéndice B**, la zona por donde se planifica establecer un paso entre la Iturregui y la zona de Isla Verde, es un humedal sobre el cual se han depositados grandes cantidades de escombros en carácter de relleno, lo cual torna estos terrenos en unos más aptos para efectuar el cruce, añadiendo lo que las medidas de ingeniería requieran para proveer condiciones más aptas para el soporte de estructuras pesadas, como las bases del sistema vial que el tranvía requiere.

Figura 1.3 Mapa de Suelos

Figura 1.4 Mapa Geológico

1.4.8 *Usos y Zonificación de los Terrenos Propuestos y sus Colindancias*

El sector alrededor de las áreas donde se ubicarán las vías del tren, así como adyacentes a las instalaciones de estacionamiento de vagones y los predios donde se ubicarán las instalaciones de mantenimiento, son de intenso desarrollo, donde los usos son variables y diversos, tales como: comercial, residencial, institucional y público. Cercano al proyecto está el Aeropuerto Luis Muñoz Marín, Plaza Carolina, la Ciudad Deportiva y el Centro de Gobierno de Isla Verde, Roberto Clemente, el Centro de Gobierno de Carolina, la Alcaldía de Carolina y Plaza Escorial. Un sector de este proyecto eventualmente se entrelazará con instalaciones del Tren Urbano propuesto para el MAC, a los fines de habilitar estaciones de trasbordo 2005 (ver **Apéndice F**).

En el caso de los propuestos talleres de mantenimiento que ubicarán en la parte Norte de la Avenida Iturregui entre los terrenos de la AMA y la Estación de Policía. La **Figura 1.5** muestra el mapa de Clasificación de Suelos de la página de Puerto Rico Interactivo de la Junta de Planificación. Dicho mapa muestra una calificación CR-1 (Conservación de Recursos Uno) para los terrenos propuestos para la ubicación de los talleres de mantenimiento. Hacia el Este ubica la estación de las guaguas de la AMA, cuya calificación es D-T (Dotacional Transportes). Asimismo, al Oeste se encuentra la Estación de la Policía, cuya calificación es D-P (Dotacional Plaza y Parque). El Reglamento de Ordenación del Municipio Autónomo de Carolina permite en el Distrito de Conservación de Recursos Uno la construcción de instalaciones para servicios de infraestructura, como es el caso de los propuestos talleres de mantenimiento del TLMAC. El uso propuesto para este predio armoniza muy bien con los usos D-T (Dotacional Transportes) y D-P (Dotacional Plaza y Parque) de los predios adyacentes.

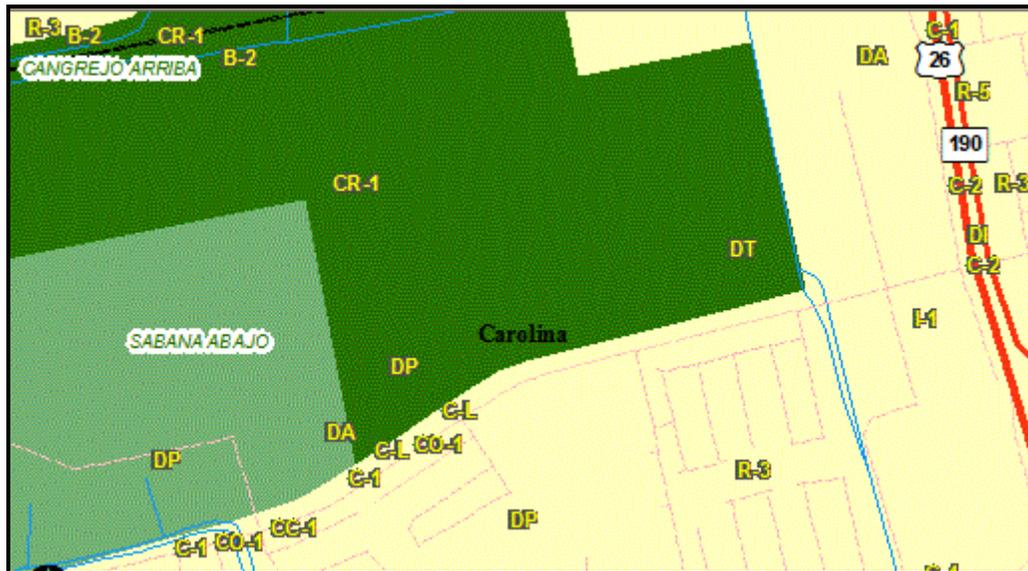
El proceso de selección de la localización de los talleres de mantenimiento se hizo como parte del Estudio de Validación de Ruta (por favor, refiérase a la Figura 4.5 en la página 4-87 del **Apéndice B**) que realizó PBS&J Caribe Engineers. Básicamente, se utilizaron los siguientes criterios de selección:

- Cercanía a las vías del tren por motivos accesibilidad;
- Compatibilidad con los usos de los terrenos aledaños y;
- Cabida del terreno que permita la ubicación de los talleres y las oficinas administrativas y, además, que permita crecimiento futuro. Se estimó que dicha cabida debía rondar las 25 cuerdas.

Se identificaron seis (6) posibles localizaciones, cuyas características fueron ponderadas a la luz de los criterios antes mencionados, resultando el predio de

terreno entre la alternativa mejor los terrenos de la AMA y la Estación de Policía como el mejor.

Figura 1.5 *Mapa de Calificación de Terrenos*



1.4.9 *Cuerpos de Agua Existentes en un Radio de 400 Metros alrededor del Proyecto y la Distancia de los Mismos al Proyecto*

Los cuerpos de agua más cercanos al proyecto son primeramente el Canal Blasina, (Fluye de Sur a Norte), el cual colinda con la parte Este del sistema de vías, de forma tal que pudiera ser necesario ubicar el sistema vial sobre tramos anclados por medio de pilastras construidos sobre zonas anegadizas inmediatas al canal. En segundo lugar, se encuentra el Canal Suárez (Este a Oeste), el cual pasa al Norte del proyecto y une la Laguna de San José con el Océano Atlántico, pasando paralelo a la pista Sur del Aeropuerto Luis Muñoz Marín. El proyecto cruza de Sur a Norte el Canal Suárez. Por último, tenemos al Caño San Antón (Fluye de Sur a Norte), que vacía en la Laguna de San José y dobla como colindancia entre los Municipios de San Juan con el de Carolina. Este Caño colinda con el lado Oeste del proyecto. Ninguno de estos cuerpos de agua contiene aguas que puedan ser de provecho para consumo, por ser salobres.

1.4.10 *Identificación de los Cuerpos de Agua que serán Impactados por la Acción Propuesta*

Los cuerpos de agua que pudieran ser afectados por el proyecto son el Canal Blasina y el Caño San Antón, ya que fracciones del proyecto transcurren

paralelos a estos cuerpos de agua. Por otro lado, el Canal Suárez solamente se ve afectado por un cruce de Sur a Norte, donde las vías tendrían que pasar en un sistema de puentes a ser construidos sobre zonas anegadizas. Estos cuerpos de agua serán protegidos empleando sistemas de construcción controlados por las condiciones a implantarse por medio de los Planes para el Control de la Erosión y Prevención de la Contaminación (Plan CES).

1.4.11 *Pozos de Agua Potable dentro de un Radio de 460 metros desde el Perímetro del Proyecto*

No existen pozos de agua que estén operando en áreas donde puedan verse afectados por las actividades a conducirse durante la construcción y operación del TLMAC y sus instalaciones de servicio. La zona en cuestión es relativamente llana y su historia es que se desarrolla de áreas pantanosas donde la salinidad de los suelos no las hace aptas a uso para extracciones de agua potable.

1.4.12 *Indicar si el Proyecto o algún Componente del Mismo estará o no Ubicado en Zona Inundable e Identificar la Zona*

FEMA ha establecido clasificaciones de suelos conforme al efecto o susceptibilidad de éstos a eventos de inundaciones. Dicha clasificación es como sigue:

- Zona A:** Áreas susceptibles a inundaciones por el evento de inundación con probabilidad de inundación anual de 1%. Ya que no se han efectuado análisis hidráulicos detallados, no se muestran elevaciones o profundidades de inundación base.
- Zona AE:** Áreas susceptibles a inundaciones por el evento de inundación con probabilidad de inundación anual de 1% determinado por métodos detallados. Se muestran las elevaciones de inundación base.
- Zona VE:** Áreas a lo largo de las costas susceptibles a inundaciones por el evento de inundación con probabilidad de inundación anual de 1% con riesgos adicionales causados por la velocidad del oleaje por efectos de una tormenta. Se muestrean las elevaciones de inundación base.
- Zona X:** Áreas con 0.2% de probabilidad de inundación anual; áreas con 1% de probabilidad de inundación anual con profundidad promedio menor a 0.3 metros o con áreas de captación menor que 2.6 kilómetros cuadrados; y áreas protegidas por diques de la inundación con probabilidad anual de un 1%.

Algunas áreas inundables se encuentran en la zona inmediata al proyecto, estando entre éstas las siguientes:

- Zona en las inmediaciones a la Iturregui donde ubicará la zona de mantenimiento de vagones y estacionamiento de los que no estén en servicio. Esta zona actúa como intersección entre una zona no inundable (“X” en mapa de FEMA) al Sur de la vía del TLMAC, y una zona inundable (“A” en el citado mapa), en la parte Norte.
- Zona que cruza de la Iturregui hacia el Norte por la zona inundable alimentada por la Laguna de San José. Esta zona corresponde a la denominada como “A” en el mapa de FEMA.
- Zona Este del proyecto, donde el paso del Tranvía transcurre por los márgenes del Canal Blasina. Esta zona es denominada como “AE” en el mapa de zonas inundables de FEMA.
- Zonas en la división entre el Municipio de San Juan con el Municipio Autónomo de Carolina, por donde discurre el Caño San Antón. Esta zona está clasificada como “AE” en los mapas de FEMA, al igual que la anterior.
- Zona en las inmediaciones al Puente Teodoro Moscoso, por donde la ruta del tranvía puede construirse en el lado Sur de dicho puente. Esta zona ha sido clasificada como de tipo “A” en el mapa de zonas inundables de FEMA.
- Zona a lo largo de la colindancia entre los Municipios de San Juan y Carolina, donde en la actualidad se ha construido un canal pluvial de cemento que sirve para el drenaje de aguas pluviales. Dicho canal pluvial será fortalecido y cerrado, cosa de que vías del Tranvía puedan ser colocadas en la parte superior de la estructura. La capacidad de dicho canales pluvial es adecuada para el drenaje de incidentes pluviales de frecuencia de uno en 25 años, por lo cual no se anticipan incidentes de inundaciones en su punto de origen, si bien por ser dicha zona de escasa inclinación, se han dado casos de inundaciones. El sistema de Trenes no incrementará o de reducir tales incidentes.
- Modelo de Carolina: El área del proyecto tiene clasificación en algunos tramos como Zona AE, según el Mapa de Zonas Susceptibles a Inundaciones de FEMA, Mapa Número 72000C0390H, efectivo el 19 de abril del 2005 (ver **Apéndice G**).

1.4.12.1 *Descripción de Humedales*

Para identificar las zonas anegadizas se emplearon los criterios del Cuerpo de Ingenieros de los E.U., donde las identifica como “esas áreas que son inundadas por aguas superficiales o aguas subterráneas con una frecuencia tal que sostienen

y prevalecen tipos de vegetación adaptadas para vivir bajo condiciones de suelos saturados de aguas.”

Bajo dichas condiciones, las zonas anegadizas exhiben las siguientes características: (1) vegetación hidrofítica, (2) suelos saturados y (3) régimen hidrográfico que resulta en suelos saturados o inundados y carentes de oxígeno. El Cuerpo de Ingenieros considera que tratamos con una zona anegadiza sujeta a ser zona jurisdiccional anegadiza cuando un indicador positivo está presente para cada una de los citados indicadores (tomado del Apéndice incluido en este documento).

Según se indica en el **Apéndice D**, el sistema de clasificación de zonas anegadizas puede contener cinco tipos de sistemas, que son los siguientes:

1. Sistema Marino

Consiste de áreas abiertas oceánicas que cubren la plataforma continental y está asociado con un sistema costero de alta energía producido por el oleaje y corrientes marinas. Este sistema puede extenderse desde la plataforma continental hasta el límite del Sistema Estuarino (lado oceánico) o hasta el límite de las zonas afectadas por las mareas.

2. Sistema Estuarino

Consiste de hábitat de aguas profundas y zonas anegadizas sujetas a las mareas donde el agua de mar es periódicamente diluida por aguas frescas procedentes de zonas terrestres. Los sistemas estuarinos también incluyen zonas donde ocurren diluciones continuas de aguas de mar y de lagunas. Las zonas estuarinas pueden dividirse en áreas donde el sustrato se encuentra sumergido todo el tiempo y las que se sumergen solamente durante mareas altas.

3. Sistemas de Zonas Anegadizas sujetas a Ríos:

Esta zona incluye las áreas anegadizas llanas y profundas localizadas dentro del canales pluvial del cuerpo de aguas, con dos excepciones:

- Zonas anegadizas dominada por la presencia de árboles, matojos, líquenes y musgos; y
- Hábitat con sales procedentes de aguas oceánicas.

Los sistemas sujetos a ríos pueden extenderse hacia tierra, cubriendo zonas dominadas por árboles, matojos, musgos y líquenes permanentes. El sistema procedente de ríos se divide en cuatro subsistemas:

- Zonas sujetas a mareas y las aguas que van hacia el mar altera su velocidad conforme a la interacción con las mareas.
 - Zonas perennes bajas, donde los declives son bajos y la velocidad del agua es lenta.
 - Zonas perennes altas, donde la altura del terreno es mayor y la velocidad de las aguas es mayor.
 - Zonas Intermitentes, donde las aguas no son afectadas por las mareas y las aguas fluyen solamente en ciertas partes del año.
4. Zonas Lacustres, la cual incluye zonas anegadizas o hábitat en aguas profundas que exhiben las siguientes características:
- Áreas situadas en depresiones topográficas o que contienen canales de aguas sujetas a represas.
 - Hábitats donde hay árboles negros, matojos persistentes, musgos y líquenes con una cobertura mayor al 30% del terreno.
 - Áreas donde el terreno afectado es mayor a 0.03 millas cuadradas.

El Sistema Lacustre a su vez, se divide en dos subsistemas: el limnético y el litoral. El subsistema limnético incluye los hábitats de aguas profundas ubicadas dentro de él. El sistema litoral cubre desde la orilla hasta una profundidad de dos metros o la profundidad mayor de esa si los sistemas vivientes se extienden más allá de dos metros.

5. Sistema Palustrino

Dentro de este sistema se incluyen todas las zonas anegadizas no afectadas por las mareas y que están dominadas por árboles, matojos, hierbas persistentes o emergentes, musgos y líquenes que se encuentran en áreas donde la salinidad derivada de aguas del mar es menor al 0.5 por ciento. También, incluye zonas anegadizas donde las citadas características no están presentes, pero cubren un área igual o menor a 20 acres. El sistema Palustrino fue desarrollado para cubrir zonas anegadizas conteniendo vegetación tradicionalmente adjudicadas a pantanos y zonas similares.

En la Figura 7, Página 19 del **Apéndice D**, tomado del Inventario de Zonas Anegadizas del Buró de Pesquería y Vida Silvestre del Departamento de lo Interior de los Estados Unidos, se presenta la localización de cada una de las áreas anegadizas, incluyendo las localizadas en el MAC donde se propone colocar la infraestructura inherente al TLMAC. Esta información es necesaria para la Determinación de Jurisdicción de áreas Anegadizas (Wetland Jurisdictional Determination), conforme a las necesidades del proyecto.

1.4.13 *Infraestructura Disponible*

La infraestructura para proveer los servicios básicos para este proyecto está presente y disponible en el sector, tanto para usuarios existentes como para los futuros residentes y comercios de la zona. La presencia del TLMAC, no obstante, puede requerir una revisión de la localización de dichos sistemas a los fines de que sean compatibles con los requerimientos del Tranvía.

1.4.13.1 *Alcantarillado Sanitario*

Las instalaciones requeridas de alcantarillado sanitario y agua potable para servir las diversas estaciones del TLMAC y de sus instalaciones de mantenimiento están adyacentes al mismo. Se ha determinado que en puntos en donde la zona de paso del Tranvía coincidiera con infraestructura existente se optará por relocalizar la infraestructura si con ello se evitan efectos detrimentales sobre el ambiente; o la relocalización de las vías en forma tal que se evite la necesidad de demoliciones; o impactos sobre la vida comercial de los sectores. Las vías se colocarán, siempre y cuando sea posible, en forma tal que los efectos detrimentales causados por tal relocalización se minimicen.

1.4.13.2 *Energía Eléctrica*

Existen en el área, instalaciones adecuadas de transmisión de energía eléctrica para hacer la conexión al sistema de trenes contemplados en este proyecto y en sus diversas fases. Se coordinará con la Autoridad de Energía Eléctrica (AEE) para determinar los puntos de conexión más cercanos a los diversos sectores y los sistemas a ser construidos para darle mayor confiabilidad al sistema. Estos requerimientos y la forma en que serán suplidos, se definirán en fases posteriores del proyecto, cuando el diseño se encuentre más adelantado.

1.4.13.3 *Sistema Vial*

Las rutas para lograr acceso al proyecto serían la Avenida Baldorioty, la Avenida 65 de Infantería, la Avenida Iturregui, la Avenida Campo Rico, la Avenida Monserrate y otras. Un medio efectivo de alcanzar este sistema es mediante el uso de estaciones de trasbordo que conecten un sistema con otro colindante. Al presente hay tres lugares donde tales intercambios pueden ser construidos. Estos son: La zona de Isla Verde; las proximidades a la Alcaldía de Carolina y el Centro Comercial de Plaza Escorial.

1.4.13.4 *Sistema de Acueducto*

Se consultará con la AAA para determinar cuales van a ser los lugares para las conexiones de los sistemas de agua potable y de aguas servidas para cada una de las estaciones que así los requieran, así como el predio para estacionamiento y mantenimiento de vagones.

1.4.14 *Distancia del Proyecto a la Residencia más Cercana y Zona de Tranquilidad más Cercana*

El proyecto del TLMAC sirve al público residente del MAC, los cuales habitan en todos los tipos de ambientes que existen en la población. Esto incluye, zonas de tranquilidad, escuelas, oficinas de gobierno, áreas residenciales, hospitales y otros. Esto implica que se deben tomar medidas de mitigación de ruidos a lo largo del proyecto, asumiendo que habrá zonas de tranquilidad diseminadas a lo largo del proyecto y dado a que el sistema de trenes pasará colindante con las áreas sensitivas mencionadas.

El sistema de trenes transcurrirá por múltiples sectores (residenciales y comerciales) del Municipio, por lo cual el proceso de servir tales áreas no debe verse como algo negativo, sino como algo necesario y conveniente dado que es producto de un servicio público. Es bueno tomar en consideración que los sistemas viales eléctricos, como lo es el propuesto TLMAC, son mucho más silenciosos que los vehículos de motor, incluyendo los autobuses. Los estudios efectuados por EH&S Consultants, Inc. (ver **Apéndice A**) indican que los ruidos generados por el paso del TLMAC son menores que los existentes, a su vez generados por vehículos de motor de todo tipo, incluyendo motocicletas, autobuses, camiones de carga, sistema de recogido de basuras y limpieza de calles, etc. Siendo la medición de ruidos basada en niveles medidos en decibelios (dB), que son unidades logarítmicas, la suma de valores existentes a fuentes similares o menores, escasamente producen ruidos cuyo incremento sea detectable por el oído humano. La Tabla 6 del **Apéndice A**, por ejemplo, nos da varios lugares donde el nivel de ruido en estos momentos existentes puede sobrepasar los 70 dB, por lo que el ruido producido por el Tranvía no será detectable. No obstante, puntos específicos que puedan afectar áreas adyacentes serán sujetos a medidas mitigantes, irrespectivo de su detectabilidad.

1.4.15 *Tomas de Agua Potable Públicas o Privadas*

No existen tomas de agua potable públicas o privadas en el sector donde se propone este desarrollo. Toda el agua potable que alimente el sistema será provista por la AAA, empleando para ello el sistema de distribución existente o por instalarse.

1.4.16

Identificación o Ubicación de Áreas Ecológicamente Sensitivas Cercanas al Proyecto y la Distancia a la que se Encuentran

El Canal Blasina por la zona Este al proyecto y los humedales en la proximidad del Canal Suárez, así como el Caño San Antón que existen por la parte Norte del proyecto, son los sistemas ecológicamente sensitivos cercanos al proyecto. En las riberas del Canal Blasina hay vegetación y fauna características de una zona de humedales. Un sector de aproximadamente un 20% del sector vial transcurre por las inmediaciones del Canal Blasina. Conforme a lo indicado en el documento generado por la empresa PBS&J Caribe Engineers los lugares ambientalmente sensitivos están asociados a la presencia de cuerpos de aguas o en humedales ubicados cerca de elementos del proyecto o directamente en contacto con ellos. Dichas áreas son las siguientes:

- Área al Sur del Canal Suárez, el cual será cruzado desde un sector al Sur de la zona del Aeropuerto y que alcanza en su lado Sur la zona próxima a la Avenida Iturregui. Esta es una zona donde pueden tener inicios especies acuáticas.
- Área que contiene el Canal de San Antón, el cual tiene la función de drenaje de los sectores entre los municipios de Carolina y de San Juan. Dicho canal se encuentra parcialmente canalizado en concreto y contiene aguas la mayor parte del tiempo. Se anticipa que este canal pluvial será techado y empleado como sostén para la vía del tren en parte de su extensión. La vida encontrada en esta zona es principalmente de peces pequeños menores de dos pulgadas en tamaño (familia Poeciliidae), así como renacuajos anfibios. En uno de los segmentos canalizados se observó una jicotea (*Pseudemys derrpen*) que es una tortuga de agua dulce. Se observaron también insectos nadadores que pueden ser depredadores de los renacuajos o que se alimenten de plantas acuáticas.

1.4.17

Tendencias de Desarrollo y Población del Área bajo Consideración que puedan Justificar la Acción o Determinar los Impactos Resultantes

Al presente, el Municipio Autónomo de Carolina carece de un sistema de transportación masivo que permita el movimiento expedito de la gran cantidad de personas que diariamente necesitan transitar de sus casas a sus lugares de trabajo o con fines recreativos o comerciales, entre otros. El Tranvía Municipal propuesto ha sido planificado para servir el máximo número de personas a los fines de aliviar la carga de vehículos de motor que en su defecto es necesario mantener. El tranvía servirá principalmente las zonas de mayor congestión urbana, que es un criterio bien conocido en la planificación de tales sistemas. El concepto es prestar dicho servicio a los lugares donde el número de posibles usuarios es el mayor. Carolina, en estos momentos carece de tal sistema a pesar

de la gran concentración poblacional que exhibe. Esta gran densidad poblacional será un elemento que sirva para brindar el mayor beneficio, ya que propiciará el uso del sistema de transporte y reducirá la demanda por automóviles, cuyo paso por las reducidas calles del Municipio propiciarán la búsqueda de alternativas, como lo sería el TLMAC propuesto.

1.4.18 *Estimado del Costo Total del Proyecto*

Se estima que la construcción del TLMAC requerirá una inversión aproximada de \$800 millones. Este proyecto será uno de inversión público-privada (Public-Private Partnership), por lo que no se prevé la utilización de fondos federales. Dicha inversión generará unos 4,145 empleos directos e indirectos durante la fase de construcción del proyecto. La operación del sistema puede requerir unos 522 empleos directos e indirectos en tareas de mantenimiento, administración, seguridad, manejo de trenes y control de estaciones. El costo operativo anual se estima en unos \$ 8,450,000. La **Tabla 1.6** ilustra lo referente a los empleos directos e indirectos atribuibles al proyecto bajo consideración:

Tabla 1.6 *Empleos Tranvía Liviano del MAC**

	Directos	Indirectos e Inducidos	Total
Construcción	1,928	2,217	4,145
Operación	276	246	522

(*Los cálculos se basan en inversiones similares de tranvías livianos en Estados Unidos y estimados de operación hechos por Developers & Planners, Inc., en su estudio con fecha de agosto del 2005. Los empleos indirectos e inducidos se obtuvieron aplicando los multiplicadores de empleo de la matriz de insumo-producto de Puerto Rico, producidos por la Junta de Planificación).

En términos de la relación sobre costos y beneficios del proyecto, el estudio llevado a cabo para el MAC por las empresas Innovative Transport, Inc., y la empresa Semaly (ITI-Semaly), titulado “Estudio de Necesidades de Transportación Colectiva Interurbana e Intraurbana” ofrece un análisis de las relaciones costo-beneficio que el proyecto exhibe. Si bien los valores tomados en consideración para el proyecto han cambiado durante el plazo de tiempo transcurrido desde su origen, podemos indicar que la conclusión que alcanza el estudio no ha variado, por lo que el proyecto exhibe una relación costo-beneficio que favorece la ejecución del proyecto. Debemos mantener en mente, no obstante, que los proyectos de este tipo, que van hacia resolver problemas sociales en zonas urbanas, tiene elementos de servicio social que pudiera no ser económicamente atractivo, pero cuyo beneficio social lo justifica. O sea, el proyecto debe ser mirado desde un enfoque de interés social.

El informe referido ofrece la siguiente conclusión (los valores no están actualizados):

Total del Valor Presente del Beneficio Social:	\$725,317,847
Total del Valor Presente del Costo Social:	\$426,914,591
Razón de Beneficio/Costo:	$\$725,317,847 / 426,914,591 = 1.70$

En la medida en que la razón de beneficios a costos sea igual o mayor que 1, el proyecto se considera beneficioso desde el punto de vista social. Es decir, los beneficios superan a los costos.

Dado que la relación beneficio/costo es de 1.70, Developers & Planners, Inc. finalmente resume sus conclusiones con la siguiente aseveración:

“En resumen, los beneficios macroeconómicos, regionales y sociales del proyecto son suficientemente grandes para que el mismo sea viable desde el punto de vista social y está claro que el tranvía haría una aportación significativa a la solución del problema de congestión de tránsito de la ruta a servir, además de aportar un volumen considerable de pasajeros al Tren Urbano cuando éste se extienda de Río Piedras a Carolina. En términos regionales el TLMAC, al integrarse con el Tren Urbano en sus dos rutas, permitirá el flujo de pasajeros desde Bayamón y San Juan hasta Carolina, lo cual lo hará más atractivo para viajes de mayor distancia ayudando a la reducción de viajes en vehículos privados”.

1.4.19 Volumen de Movimiento de Tierras

El terreno propuesto es llano. El movimiento de tierra será esencialmente el producto de la demolición, limpieza de escombros y nivelación del trayecto por donde el tranvía pasará, así como de los predios donde se conducirán procesos relacionados con el estacionamiento de las unidades cuando no están siendo usadas y de las áreas donde se conducen actividades de mantenimiento. Una evaluación preliminar de este componente nos indica que las actividades de movimiento de tierra balanceado debe estar en el orden de 118,000 metros cúbicos, asumiendo que removerá el terreno orgánico presente en el primer metro de profundidad en las 25 cuerdas que componen el área de mantenimiento y estacionamiento de tranvías que no estén en uso en un momento dado. No se usarán explosivos en la etapa de construcción, ni en la de movimiento de terrenos, ya que las áreas de paso y construcción de instalaciones de estacionamiento y mantenimiento ocurren en terrenos ya trabajados y no se requiere labor de movimiento pesado de suelos. No se anticipa que, en esa fase de movimiento de tierra, se arrastren sedimentos hacia el Canal Blasina o los otros cuerpos de agua presentes, puesto que se implantará un Plan CES para evitar que los mismos sean acarreados hacia terrenos fuera del área de control.

1.4.20

Niveles de Ruido Estimados durante las Etapas de Construcción y Operación incluyendo su Horario / Medidas de Control de Ruido a Utilizarse

Los niveles de ruido durante la construcción del proyecto, serán aumentados por sobre los niveles existentes a lo largo del proyecto. Las causas para el aumento de ruido se deben a la utilización de equipo pesado en el transporte de materiales, demolición de estructuras, movimiento de tierra y otros. No obstante, estas emisiones de ruido serán de carácter temporal y se seguirá el horario de construcción permitido en el Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruido, según promulgado por la JCA. El horario de construcción de este proyecto será de 7:00 a.m. a 5:00 p.m. No obstante a lo anterior, los turnos de trabajo pueden ser alterados a labores nocturnas cuando ocurran sobre sectores donde dichas labores puedan causar congestión de tráfico y molestias mayores durante su ejecución.

La **Tabla 1.7** de este documento presentada en la siguiente página y la Tabla 9 que se presenta en el **Apéndice A**, muestran los posibles equipos de construcción y los niveles de ruido a generarse por éstos. Un atenuante de los posibles impactos por ruido es el hecho de la construcción del proyecto tendrá una duración relativamente corta en cada sector a ser trabajado. Durante esta etapa, el ruido generado por el equipo y camiones afectarán temporalmente aquellas zonas residenciales y académicas cercanas a las áreas de construcción. El ruido producido en un área específica varía de acuerdo con la actividad que se estará realizando, tales como la fase de construcción del proyecto, tipo de construcción y localización del equipo. La fuente primaria de ruido de los equipos estacionarios, para movimiento de tierra y acarreo de materiales, proviene generalmente de la fuente energética del motor de combustión interna, predominando el ruido producido por los sistemas de escape. En los equipos utilizados para realizar movimiento de tierra y acarreo de materiales, la interacción de la maquinaria y el material sobre la que actúa puede ser una fuente mayor o primaria de ruido. Aún así, el impacto por ruido durante la construcción será temporal. Un factor de importancia que debemos presentar como elemento mitigante es que la obra de construcción en los sectores donde se ubicarán las vías y los sistemas eléctricos requeridos para activar los trenes se moverá con rapidez a lo largo del proyecto. Esto quiere decir que la labor en un sector que pueda afectar por ruidos a un punto dado, se concluirá pocos días luego de su inicio. Durante la etapa de construcción de este proyecto se implantarán una serie de medidas de mitigación, de manera que las áreas afectadas por el aumento en ruido sean mínimas. Entre otros, los vehículos usados en la construcción tendrán ciertas restricciones en cuanto su paso a través de zonas residenciales. Además, se implantará un programa de mantenimiento de equipo que asegure el funcionamiento más silencioso de éstos. Los generadores de emergencias a utilizarse para mantener el sistema operacional

durante fallas en el suministro de energía eléctrica estarán localizados dentro de estructuras equipadas con amortiguadores de ruido y serán escogidos y operados tomando en consideración su diseño para operar silenciosamente.

Tabla 1.7 Posibles Equipos de Construcción

Niveles de Ruido posiblemente Producidos por Equipos de Construcción			
Raspadora	89	-	95 dBA
Niveladora	87	-	89
Arrasadora	87	-	89
Arrasadora, con bandas ruidosas	90	-	93
Rolo, "sheepsfoot"	72	-	80
Rolo vibrador	90	-	85
Cargador de Cuchara	80	-	81
Cargadora, "Terex"		-	96
"Backhoe"	79		85
"Gradall"	87	-	88
"Backhoe"	79	-	85
"Gradall"	87	-	88
Grúa	80	-	85
Camión, fuera de la carretera	81	-	96
Camión, asfalto	69	-	82
Camión hormigón	71	-	82
Camión, cemento			91
Tractor con bomba de agua	73	-	80
Pavimentadora	82	-	92
Autoniveladora			81
Compresor	71	-	87
Sierra de hormigón			87
Sierra de hormigón, de cadenas	88	-	93
Bomba de agua			79
Bomba de hormigón			76
Generador	69	-	75

Algunos de los medios que serán considerados para reducir la generación de ruidos durante la construcción del sistema, conforme a lo indicado en el **Apéndice A**, son los siguientes:

- Etapas iniciales de diseño y construcción:
 - Construir barreras para mitigar ruidos, tales como paredes temporeras que interrumpan el paso directo entre la fuente de ruidos y el punto de recepción.
 - Alterar las rutas a ser empleadas por camiones asociados al proyecto y evitar el paso de dichos vehículos por áreas residenciales.
 - Ubicar los equipos ruidosos lo más distante posible de puntos receptores donde la tranquilidad debe ser mantenida.
 - Donde sea viable, construir cobertizos donde ubicar fuentes de ruido.
- Secuencia de las Operaciones:
 - Combinar en el tiempo las fuentes de ruido de forma tal que corran en paralelo. Debido a la sumatoria logarítmica de los ruidos, dos fuentes paralelas generadoras de 65 dB producen un ruido combinado de 68 dB, por lo que son menos molestas que un ruido de 65 dB que dure el doble del tiempo.
 - Evitar ruidos nocturnos, ya que la sensibilidad a los ruidos aumenta durante horas nocturnas, particularmente en zonas residenciales.
- Métodos alternos de construcción:
 - Minimizar el hincado de pilotes, particularmente en áreas sensitivas a la presencia de ruidos. El hincado mediante uso de barrenas o sistemas de hincado mediante empleo de vibraciones son menos ofensivas que el martillado de pilotes.
 - Usar equipos en forma tal que generen menos ruidos, ya sea por diseño o encapsulados, de forma tal que se evite la propagación de éstos. Los motores deben estar equipados con silenciadores eficientes.
 - Emplear métodos de demolición de poca generación de ruidos.
 - Instruir al personal operativo de equipo pesado a apagar los equipos cuando no estén en uso, estacionarlos donde existan barreras naturales contra la diseminación de ruidos y evitar la aceleración cíclica de los motores cuando esto no sea requerido.

Durante la fase de operación, los ruidos se generarán como consecuencia de la vibración que a su vez genera la fricción de las ruedas del tren en los rieles. La sección 1.4.21 discute los efectos de la vibración.

1.4.21

Efecto de Vibraciones Atribuibles a la Operación del Tranvía Liviano del Municipio Autónomo de Carolina y Medidas de Mitigación Aplicables

La vibración conducida por los suelos es lo que se puede describir como un movimiento de sacudidas de los suelos atribuible al paso de un tren, de un autobús o camión. Las ondas de vibración son generadas por la fuente y se transmiten por los suelos hasta alcanzar edificaciones cercanas.

Este informe resume el análisis del impacto de las vibraciones, según fuera desarrollado por la empresa Harris Miller Miller & Hanson, Inc. (HMMH) aplicables a la Alternativa Número 3 del propuesto Tren Liviano. Personal de HMMH llevó a cabo un estudio en base a un paso por todo el trayecto de la tercera alternativa vial y un estudio sobre la propagación de ondas de vibración en cuatro lugares que representan los tipos principales de suelos que se encuentran a lo largo de la ruta. En base a esto, se llevó a cabo un análisis del potencial para impacto por causa de vibraciones, conforme a los criterios establecidos por el Departamento de Transportación Federal de los Estados Unidos (FTA). El estudio arrojó conclusiones basadas en el rango de distancias y la exposición a vibraciones sobre edificaciones sensitivas al impacto de vibraciones.

A los fines de estimar las vibraciones generadas de un sistema LRT típico, HMMH escogió para fines evaluativos uno de los vehículos siendo considerados como opción: el Siemens S70, el cual se encuentra dando servicio en Houston, Texas y el Dallas DART, también operacional en estos momentos. Dichas unidades fueron analizadas bajo sus efectos de vibraciones cuando se desplazan a una velocidad constante de 25 mph a todo lo largo de la ruta cubierta. El resultado de este análisis demuestra que tres tipos de suelos encontrados a lo largo de la ruta exhiben características similares de propagación, en forma tal que edificaciones sensitivas a vibraciones ubicadas a 50 pies de distancia pudieran ser impactadas por vibraciones de no tomarse medidas de mitigación aplicables. Uno de los tipos de suelos, conocida como "Quaternary Alluvium (Qa)", es menos afectable en este caso, con niveles de impacto reducidos a una distancia de 32 pies.

La mitigación de impacto por vibraciones es factible bajo las condiciones de suelos encontrados en Carolina. En el momento del desarrollo del proyecto se tomarán todas las medidas de mitigación necesarias.

1.4.21.1

Niveles de Percepción a las Vibraciones

La sensibilidad a las vibraciones tiende a circunscribirse a los bajos niveles de frecuencia, o sea, los que se encuentran entre 4 a 200 ciclos por segundo. En el

caso de edificaciones, la unidad de medición que se usa es la conocida como “velocidad pico de partículas”, que se define como el número de picos por unidad de tiempo en un movimiento vibracional. Esta unidad se emplea por ser la que impacta sobre edificaciones y estructuras, las cuales son sometidas a presión y pueden deteriorarse por tales eventos. Contrario a las estructuras, los seres humanos tienden a responder cuando hay variaciones en el ritmo de las vibraciones a lo largo de un plazo de tiempo. La unidad de medida que se emplea en las vibraciones es distinta a la de sonidos, a los fines de evitar confusiones. Para las vibraciones se emplea la medida en términos de micropulgadas por segundo (VdB). La intensidad que para el ser humano resulta “molestosa” es la superior a 65 VdB. Es conocido que los niveles molestos al ser humano y los que pueden afectar a estructuras no son similares. La **Tabla 1.8** a continuación es tomada del estudio de HMMH, incluidos en el **Apéndice H**.

El concepto de las vibraciones producidas por un sistema LRT se basa en el paso de las ruedas del tren por sobre las vías y la energía liberada por el paso de una unidad sobre la otra es transmitida por los sistemas que sostienen a las vías hacia el suelo adyacente y pudieran ser absorbidas por estructuras cercanas antes de que se disipe dicha energía. Las vibraciones que tienden a ser rechazadas como “molestosas” son casi siempre las detectadas en un ambiente interno a una estructura y muy raras veces a las externas. Por consiguiente, mientras más rústica sea la vía, las ruedas del tren o más rústico que sea el tren mismo, más vibraciones se producirán que luego llegarán a los suelos adyacentes.

Tabla 1.8 *Percepción de Vibraciones de Diversas Magnitudes*

Respuesta Humana/Estructural	Nivel	Fuente Típica
Umbral, daños cosméticos sobre edificaciones frágiles	100 VdB	Dinamita en Construcción
	92 VdB	Buldozers & Similares
	85 VdB	Trenes ruidosos
Molestia residencial, paso de trenes Esporádicos	80 VdB	Trenes rápidos, de los más ruidosos
	75 VdB	<i>Trenes urbanos, típicos</i>
Molestia residencial, paso de trenes Frecuentes	72 VdB	Camión o Autobús sobre hueco o impedimento
	70 VdB	Tren rápido, típico
Umbral detectable	65 VdB	Camión o Autobús, normal
	52 VdB	Valor ambiental típico

Tomado del Estudio presentado como **Apéndice H**, de Harris, Miller, Miller & Hanson.

Similarmente, mientras más agudos estén los virajes (radios de curvatura menores), más fuerte serán las fuerzas laterales y la producción de ruidos y vibraciones a generarse. La selección del tipo de ruedas y vías, así como la variable de velocidad en las curvas serán seleccionadas para minimizar la producción de ruidos. La tecnología a utilizarse en el proyecto será una moderna por lo que las vibraciones y ruidos a generarse serán mínimos. Dado a que tanto los vehículos de motor privados como el tranvía compartirán la mayor parte de las vías existentes, se puede concluir que no habrá un incremento detectable de los ruidos generados en dichas vías por causa de la presencia del TLMAC.

1.4.21.2 *Propagación de Ondas Vibracionales*

Las condiciones que puedan existir para hacer más propicia la propagación de las ondas vibracionales están íntimamente vinculadas a los tipos de suelos que se encuentren en las áreas bajo estudio. Esto puede ser evaluado mediante estudio de las características de estos suelos, determinados conforme a los métodos establecidos por la Administración Federal de Tránsito (FTA). Dicho método consiste en producir un impacto sobre el suelo a ser medido y detectar la intensidad de retorno de la señal en diversos lugares a distintas distancias del punto de impacto. La selección del lugar de impacto y de los lugares donde serán detectados sus ondas de retorno deben ser escogidas a los fines de tener un máximo de similitud con lo que eventualmente será la fuente del impacto (el tren) y de los lugares sensitivos (las residencias o estructuras cercanas). Para poder determinar posibles diferencias reveladas por los estudios, es preciso tener una idea del tipo de suelos en las áreas a ser evaluadas. Esto se revela en la Tabla 4 del **Apéndice H**, donde se indican los tipos de suelos en el área de proyecto.

La mecánica de dispersión de energía mediante ondas de vibración, parte de su origen, en este caso de las ruedas del tranvía hacia las vías por donde ruedan. El peso móvil que tiene el tranvía al pasar de un punto a otro del sistema de vías genera una onda que es transmitida hacia el ambiente circundante mediante el paso por los sistemas que fijan la vía con los mecanismos sostenedores, que a su vez transmiten a los suelos en derredor.

Personas que están en el ambiente externo al tranvía pueden escuchar el paso del vehículo, pero no sentirán las vibraciones que pueden notarse por personas que se encuentren dentro de estructuras cercanas al paso del tranvía. El fenómeno que ocurre en este caso es que la energía se transmite a estructuras cercanas por vía de los suelos y al penetrar en las estructuras éstas pueden entrar en resonancia con las frecuencias entrantes y convierten las edificaciones en “cajas de resonancia”, de gran tamaño, por lo que el contenido de las estructuras entran en vibración con éstas y hacen notorio la vibración que de otro modo sería

imperceptible. Esto explica por qué no se siente la vibración en áreas externas, fuera de las estructuras.

Estructuras diseñadas para aprovechar los sonidos producidos dentro de ellos, como lo son los anfiteatros, teatros y cines y lugares de ese tipo en general, son propensos a evidenciar la presencia de fuentes de vibración cercanos. Por otro lado, las velocidades bajas que exhibirán los tranvías a instalarse no se anticipa sean fuentes significativas de vibraciones. La Figura 3 que se presenta en el **Apéndice H** presenta la atenuación versus distancia del centro de la vía que se anticipa exhibirá un sistema de trenes parecido al que se instalará en el MAC y moviéndose a una velocidad similar.

Mediante estudios de este tipo, podemos determinar el efecto reductor en función de distancia de la fuente. Si bien esto ha sido elaborado asumiendo diversas condiciones que pueden considerarse como “peor escenarios”, éstas pueden ser refinadas una vez se cuente con el tipo de tren a ser empleado; sus ruedas; su velocidad de traslado y los mecanismos que unen las vías con sus sistemas de soporte.

Para ilustrar la diferencia que puede surgir al estudiar dos tipos de trenes livianos, se tomaron los datos de campo y se usaron como variables los datos de dos tipos de trenes livianos, similares a los que se emplearán en el Municipio Autónomo de Carolina. Esto puede verse en la Figura 4 del **Apéndice H**. En el caso bajo estudio, se emplearon las características del sistema Houston Metro LRT y el de Dallas DART LRT. El sistema de Dallas DART LRT produce mayor energía vibracional entre las frecuencias de 20 a 50 BdB, mientras que el Houston Metro LRT produce mayor vibración de 50 VdB en adelante.

1.4.21.3 *Impactos Causados por Ondas Vibracionales*

En base a lo antes presentado y siguiendo la ruta del TLMAC a lo largo de sus diferentes ambientes, tipos de suelos y capacidad mitigante en función de distancia entre la fuente y el punto de recibo, y evaluando similarmente lo encontrado en lo referente a estructuras potencialmente afectables, se puede determinar el posible efecto por vibraciones que pueda ser generado por el tranvía sobre el ambiente cercano a su paso.

Como puede verse en la Tabla 5 del **Apéndice H**, el número de edificaciones donde pueden darse condiciones conducentes a un rechazo, pueden resultar de las características de suelos y de la distancia entre la fuente y el punto receptor. Los otros factores, como lo son el tipo de tranvía y condiciones viales, son factores comunes que no introducirán variaciones entre uno y otro punto receptor.

La empresa HMMH sugiere que estos puntos sean de particular atención durante su diseño y construcción, de modo que la velocidad de traslado en tales puntos o cualquier otra medida relevante a los esfuerzos de mitigación reciban particular atención.

El estudio concluye indicando que puede haber unos 105 edificios potencialmente afectados. (Véase **Tabla 1.9**). Dicho efecto puede consistir de la detección del paso del tren por los ocupantes de las estructuras que en algunos casos puede resultar molesta por su intensidad o frecuencia. La siguiente tabla tomada del estudio efectuado por la empresa Harris Miller Miller & Hanson, Inc., presenta los datos relacionados a este asunto.

Como se indicó en la Sección 1.4.21.1, la generación de ruidos y vibraciones es baja por causa de la baja velocidad que los tranvías llevarán y por el hecho de que los vehículos privados de todo tipo que operarán paralelos a los tranvías servirán para enmascarar los atribuibles al nuevo sistema.

Tabla 1.9 Impacto Por Vibraciones Resultantes de la Operación del TLMAC

Location	Plate No.	Soil Type	Bldg. Type	Screen Distance (ft)	No. Buildings Potentially Impacted
South Side: Calle Paseo de los Jardines - Hortensia to Dalia	D	af	Res.	50	5
	E	af	Res.	50	1
South side: Calle 220 - Calle B to PR 26	I	Q _{Tt}	Res.	50	11
East side: PR 190: Landrau to Monserrate	J	Q _{Tt}	Res.	50	6
	K	Q _{Tt}	Res.	50	6
East side: PR 26: Monserrate to Calle Parque Asturias	K	Q _{Tt}	Res.	50	20
East side: PR 26: Calle Parque Asturias to Ave.Fragoso	L	Q _{Tt}	Res.	50	4
South side: Ave. Castaño, east of Ave. Roberto Clemente	O	Q _a	Multi-family	32	4
North side: Calle Herber Rodríguez	P	Q _a	Res.	32	1
South side: Calle 25	P	Q _a	Res.	32	11
South side: Res. Los Naranjales	P	Q _a	Apt.	32	2
North side: Calle 9 west of Juncos	Q	K _f	Res.	50	15
Antigua vía Ferrocarril	Q & S	K _f	Res.	50	?
South side: Calle Jimenez Landrau, west of PR 874	R	K _f	Res.	50	20
South side: Ave. de Diego, west side Plaza Escorial	T	af	Large Apt.	50	2
South side: Ave de Diego, east side Plaza Escorial	U	af	Large Apt.	50	6
North alternative between Monserrate and Osorio (not recommended)	X	Q _{Tt}	Res.	50	5 est.
TOTAL					104 to 109

1.4.22 *Medidas de Protección a los Sistemas Naturales Existentes*

Durante la fase de construcción se implantarán todas las medidas de control necesarias y aprobadas por la JCA en el Plan CES, que se preparará para cubrir los diversos puntos de este proyecto donde se den movimientos de terrenos. Las mismas normalmente consisten de implantar mecanismos en lugares estratégicos y donde se entienda que sean pertinentes, para evitar que tierra suelta logre alcanzar sistemas de drenajes por medio de los cuales lleguen a cuerpos de aguas receptoras. Los desperdicios generados por las actividades relacionadas con la construcción del proyecto son de naturaleza no peligrosa. Los mismos se almacenarán temporalmente en envases adecuados y autorizados para esto y se dispondrán en lugares de disposición final autorizados por la JCA que acepten recibirlos. Se implantarán las medidas necesarias para minimizar cualquier fuente de emisión de polvo fugitivo, según regulado por la JCA. Entre éstas se encuentra la de aspersión con agua de áreas susceptibles a generar emisiones de polvo mientras se realice la construcción del proyecto.

Recientemente, la JCA ha modificado su sistema de permisos mediante el establecimiento e incorporación de lo que se ha denominado como “Permiso General Consolidado”. Este sistema expedita el manejo de permisos que rutinariamente se solicitan, como son el Plan CES, el DS-3 relacionado a la producción de desechos sólidos y el permiso para autorizar y controlar la emisión de polvo fugitivo. En la actualidad se pueden manejar dichos asuntos en forma puntual o integrada.

En cuanto a medidas permanentes, se construirá el sistema pluvial que sea necesario para conectarse al sistema existente en el área de Carolina. Se minimizarán las alteraciones topográficas. De esta forma no se anticipan cambios al patrón de drenaje existente. Además, se implantará un plan de reforestación en aquellas áreas que puedan ser impactadas por el movimiento de terreno, tales como la zona de 25 cuerdas a ser utilizadas para las facilidades de mantenimiento, estacionamiento y oficinas a construirse en una zona de humedal, la zona adyacente al Canal Blasina y otras áreas donde se puedan plantar árboles y otros sistemas que pudieran ser afectados en la fase de construcción del proyecto.

1.4.23 *Consumo Estimado y Abasto de Agua*

La necesidad de agua para este proyecto será de aproximadamente unos 50,000 galones por día durante su operación. Mientras que para la fase de construcción se estima que sean alrededor de 10,000 galones por día. Se espera que la AAA provea la totalidad de este consumo. Este estimado se basa en contar con cuatro

personas por estación en tres turnos y cinco brigadas de 20 personas en un turno de construcción.

Aunque hay gran variabilidad en las cantidades de carga de aguas para personal que participa en actividades de construcción de diversos tipos, los números más usados están en 15 a 30 galones por persona por turno. Esto incluye actividades de limpieza. El número de empleados en la construcción se estima por medio de un factor de conversión publicado por la Junta de Planes que está en el orden de 13 empleados por millón de dólares de inversión. Esto implica que se tendría que trabajar en todas las áreas del proyecto al mismo tiempo. Contemplamos que este no será el caso, que el proyecto se trabajará por segmento, y que los empleados de la construcción serán mucho menos y que se moverán de un sitio a otro, según la construcción progrese. El número de empleados de la construcción, por consiguiente, variará de acuerdo al plan de construcción que se adopte.

1.4.24 *Volumen Estimado de Aguas Usadas a Generarse durante la Construcción y Operación. Indicar Método de Disposición Final*

Se estima que se generarán alrededor de 15,000 galones por día de aguas usadas durante la fase de operación. Durante la construcción del proyecto se generarán unos 5,000 galones por día de aguas usadas. Se cuenta con las instalaciones de agua y alcantarillado sanitario que puedan servir al proyecto.

1.4.25 *Lugar de Disposición Final de las Aguas Usadas durante las Fases de Construcción y Operación*

Durante la fase de construcción las aguas usadas que se generarán serán sanitarias y de lavado de áreas solamente. Estas se dispondrán a través del sistema de baños portátiles o descargadas al ambiente una vez depuradas de sólidos en suspensión mediante las prácticas que se indicarán en el Plan CES a establecerse. La entidad a contratarse para proveer este servicio recogerá los mismos con la frecuencia que sea necesaria y se dispondrán en una instalación autorizada por la AAA, donde la Planta Regional de Tratamiento de Carolina es la primera opción.

Para la etapa de operación de este proyecto, se propone la conexión a las instalaciones existentes en el sector, para el recibo de aguas sanitarias, que a su vez, descargan en la Planta de Tratamiento de Carolina.

1.4.26 *Lugar de Disposición Final de las Aguas de Escorrentía Pluvial*

La escorrentía pluvial que se genere será dispuesta por la zona del Canal Blasina que une hasta la zona costera de Piñones. Las mismas serán recogidas por medio del sistema de alcantarillado pluvial actual y conducidas por éstos hacia los puntos de descarga existentes a lo largo de la zona costera. Similarmente, los canales pluviales Suárez y San Antón, así como otros patrones de drenajes que sirven la zona metropolitana de Carolina, se emplearán para conducir las escorrentías pluviales hacia los drenajes existentes. En el proceso de construcción, los sedimentos serán controlados mediante el empleo de las técnicas usualmente cubiertas en los Planes CES, que se cumplirán aquí igualmente. Además, se cumplirá con el Reglamento de Planificación Número 3 sobre Lotificación y Urbanización.

1.4.27 *Tipo de Desperdicios Sólidos (peligrosos y no peligrosos), Volumen o Peso a Generarse, Almacenarse, Transportarse y Disponerse durante la Construcción y Operación*

1.4.27.1 *Durante la Construcción*

Los desperdicios sólidos que se generarán en este proyecto serán de naturaleza no peligrosa. Durante la etapa de construcción se generarán escombros, tales como: madera, piedras, varillas, papel, cartón y otros. En esta fase se estima que pudiera generarse cerca de unas 90-100 yd³ por semana, por un periodo de tiempo estimado en 24 meses. El contratista de la obra será responsable de gestionar y obtener de la JCA un permiso para realizar una Actividad Generadora de Desperdicios Sólidos (Forma DS-3), previo al inicio de la etapa de construcción. Los mismos se almacenarán en contenedores autorizados por la JCA y contará con la capacidad suficiente para almacenar los desperdicios que se generen en esta etapa y disponerlos con la frecuencia que sea necesaria.

Similarmente, la generación de desperdicios no-peligrosos provenientes de los movimientos de tierras, demoliciones y otras actividades relacionadas, requieren de una autorización escrita por el operador del sistema de relleno sanitario indicando que su relleno sanitario puede recibir tanto el tipo como cantidad de desechos producidos. Esta carta es requerida previo al inicio de actividades de construcción relacionadas al proyecto.

1.4.27.2 *Durante la Operación*

Durante la etapa de operación de este proyecto se consultará con la Administración Municipal de Carolina para manejar el recogido, almacenaje, transportación y disposición final de los desperdicios sólidos no peligrosos. Los

mismos se componen de papel, latas de aluminio, botellas de vidrio o plástico, bolsas plásticas, residuos de comida, escombros, materiales resultantes de la remoción e hincado de tuberías y elementos de infraestructura, etc. Para las instalaciones comerciales propuestas, se consultará con la Administración Municipal de Carolina o con proveedores de servicio privados autorizados por la JCA para el manejo de desperdicios no peligrosos. El Municipio Autónomo de Carolina cuenta con un plan de reciclaje para los materiales antes señalados. Los desperdicios sólidos restantes se manejarán y dispondrán finalmente en un vertedero autorizado por la JCA. Dado a que esta no es una actividad recurrente, no se aplican a las actividades de construcción las medidas que deben tomarse en actividades rutinarias, como las que se aplican a una industria, comercio y otros.

1.4.28 *Método de Almacenaje, Transporte, Tratamiento y Disposición de los Desperdicios antes Mencionados*

Durante la construcción, los desperdicios sólidos no peligrosos que se generen serán acumulados temporalmente en pilas o cerca del lugar de donde se originen. Por otro lado, pudieran reciclarse a través de aquellas entidades que se dedican a procesar este tipo de residuo de construcción, donde los mismos se utilizan como materia prima. Se mantendrá control de la acumulación de desperdicios sólidos para evitar la contaminación en las aguas de escorrentía, que se genere en el área del proyecto. El desarrollador de dicho proyecto será el responsable por el manejo, almacenaje, transporte y disposición de los desperdicios antes mencionados.

Durante la etapa de operación de este proyecto se consultará con la Administración Municipal de Carolina para manejar el recogido, almacenaje, transportación y disposición final de los desperdicios sólidos no peligrosos. Para las instalaciones comerciales propuestas, se consultará con la Administración Municipal Carolina o con proveedores de servicio privados autorizados por la JCA para el manejo de desperdicios no peligrosos. El MAC cuenta con un plan de reciclaje para los materiales antes señalados. Los desperdicios sólidos restantes se manejarán y dispondrán finalmente en un vertedero autorizado por la JCA.

1.4.29 *Instalación para el Manejo y Disposición de Desperdicios Sólidos No Peligrosos*

El proyecto propuesto no contempla la instalación de un área para el manejo de desperdicios sólidos no peligrosos durante su fase de construcción, ya que la generación de tales desechos ocurrirá por todas las partes donde el proyecto se extienda. No obstante y por la extensión que tiene en sus diversas estaciones y lugares de mantenimiento, se ubicarán lugares para que tanto el personal trabajador de los trenes, así como los usuarios del sistema, tengan lugares

apropiados y suficientes para el depósito de basuras generadas. La empresa a ser seleccionada para el manejo de estos desperdicios contará con una relación contractual por medio de la cual se garantice un buen sistema de recolección, manejo y disposición. Estas medidas también están estructuradas para el manejo de instalaciones a establecerse para proveer de comidas a los empleados y usuarios del sistema. Se contempla una estrecha coordinación de la Policía Municipal de Carolina, con el personal operativo del sistema de trenes, para implantar un buen programa que enfatice el concepto de no tirar basuras en los suelos y del embellecimiento de las instalaciones.

Este no es el caso para las facilidades de mantenimiento, pintura, lubricación, embobinado de motores, operación de oficinas y otras actividades asociadas al predio de 25 cuerdas, donde se efectuarán las actividades de mantenimiento que el sistema requiere. Anticipamos que en dicho lugar habrá generadores de emergencia y áreas de mantenimiento y pintura de gran tamaño. Igualmente, se anticipa que el lugar será provisto con facilidades para alimentación de los empleados.

Para el complejo de actividades antes mencionado, se requerirá sistemas de control de derrames de aceites, facilidades para el manejo de aceite nuevo y usado, facilidades para el manejo de desechos sólidos de todo tipo, incluyendo facilidades para el manejo de pinturas, las cuales pueden requerir manejo de desechos regulados no peligrosos.

Estos asuntos requieren cumplimiento con las normas establecidas por la Junta de Calidad Ambiental y la Administración de Desperdicios Sólidos, incluyendo planes para el inventario y manejo de tales desechos, así como planes de reducción de generación de desechos sólidos en general.

1.4.30 *Instalación para el Manejo y Disposición de Desperdicios Sólidos Peligrosos*

El proyecto propuesto no contempla la generación de desperdicios peligrosos, por lo cual la instalación de un área para el manejo de desperdicios sólidos peligrosos no es necesaria.

No obstante a lo anterior, sistemas como el propuesto pueden generar desechos regulados no peligrosos, como lo son las baterías activadas por ácido sulfúrico y plomo, los cuales deben ser manejados con fines de reciclaje y almacenados en forma apropiada hasta su fecha de recogido. De ser este el caso, las mismas serán recicladas en alguna entidad en Puerto Rico, dedicada a estos fines y que cuente con las autorizaciones de las agencias reguladoras. De igual forma, el aceite usado también será manejado como desecho no peligroso regulado, con fines de reciclaje en cumplimiento con la reglamentación aplicable.

Las lámparas fluorescentes se comprarán del tipo “libre de mercurio”, por el proveedor. Las lámparas que no garanticen tal condición, serán manejadas como desechos peligrosos hasta que se demuestre lo contrario, luego de hacerse pruebas tipo “TCLP” por un laboratorio debidamente cualificado.

1.4.31 *Fuentes de Emisiones Atmosféricas*

Las emisiones durante la construcción serán de carácter temporal y se limitarán al polvo fugitivo típico de los proyectos de construcción y las emisiones de combustión de fuentes móviles, tales como: camiones y equipos pesados durante el proceso de construcción. Pese a que se efectuará la construcción durante las horas de menor tránsito vehicular, se anticipa que dicho movimiento será más pesado mientras las obras de construcción se lleven a cabo. Este puede causar el levantamiento de polvo y mayor concentración de las emisiones vehiculares en las áreas inmediatas al proyecto.

El empleo del TLMAC tendrá un efecto adicional y beneficioso a la calidad del ambiente. Esto se debe a la generación alta de particulado y gases producto de combustión por parte de camiones y todo género de vehículos de motor. Al reducirse dichos vehículos, anticipamos una mejoría en la calidad del ambiente y menos particulado contaminante a lo largo de las áreas urbanas por donde pase el sistema de trenes.

1.4.32 *Equipo y/o Medidas para el Control de la Contaminación Atmosférica*

La construcción producirá emisiones esporádicas de polvo fugitivo que se controlará utilizando los medios de mitigación tradicionales aprobados por la JCA, estos son: la aspersion de agua con camiones tanque, el uso de asperjadores y la utilización de lonas para cubrir la carga de los camiones.

1.4.33 *Estimado de Emisiones de Contaminantes Atmosféricos Criterios, Peligrosos o que Contribuyen al Efecto de Invernadero en Toneladas por Año*

El bióxido de carbono es un conocido contribuyente al efecto de invernadero, el cual se emitirá como resultado de la quema de combustibles fósiles procedentes de los vehículos de motor y de los generadores de emergencias que sirvan al proyecto en sus fases de construcción y de operación. Las emisiones procedentes de vehículos de motor asociados al proyecto terminarán cuando la construcción finalice. Los generadores solamente tendrán emisiones durante fallas eléctricas o durante las pruebas operacionales requeridas.

1.4.34 *Demanda de Energía Eléctrica*

La carga eléctrica necesaria para este proyecto está calculada en unos (2,100 KVA.) La AEE determinará el punto de conexión o los puntos de conexión de mayor conveniencia al proyecto. El diseño del proyecto proveerá las instalaciones necesarias para la distribución de la energía eléctrica y alumbrado público, conforme a las normas de la AEE. Se cumplirá con las normas de dicha agencia, de acuerdo con los sistemas utilizados para la distribución eléctrica.

Durante el periodo de construcción se realizarán conexiones temporeras de acuerdo a las necesidades del proyecto. Se estima que este tipo de conexión no habrá de causar deficiencias o restricciones a la fuerza eléctrica de las zonas por las cuales se instale el sistema de tranvías en Carolina.

1.4.35 *Aumento de Tránsito Vehicular a Generarse en las Etapas de Construcción y Operación*

Durante la fase de construcción, se espera que el proyecto generen unos 100-150 viajes por día, conforme a las necesidades cambiantes del proyecto, según éste progrese.

El Estudio de Validación de Ruta para el TLMAC de PBS&J Caribe Engineering hizo un análisis detallado de los impactos anticipados del TLMAC sobre las carreteras existentes y sus intersecciones (ver **Apéndice B**, Página 4-96). En carreteras típicas de cuatro vías es común el uso de rutas de trenes de dos vías, eliminando así dos de los cuatro carriles que actualmente utilizan los vehículos. Esto tiene como consecuencia una reducción de 50% en la capacidad de la carretera. A esta reducción hay que añadirle la reducción de la capacidad de servicio como consecuencia del cruce de intersecciones del tren. El estudio tomó como base una frecuencia de servicio de 10 minutos (es decir, cada 10 minutos el tren pasa por cada estación). Esto resulta en 12 cruces por hora en cada intersección si se considera un tren de dos vías. El estudio estimó una interrupción de 24 segundos por cruce, lo que a su vez resulta en una interrupción por hora de 4.8 minutos. Es decir, una disminución adicional de 8% en la capacidad de servicio de la carretera. Si se toma como base un nivel de servicio de 7.5 minutos este nivel de interrupción en las intersecciones aumenta a 11%. Esta situación se recrudece en aquellas intersecciones que estén muy cercanas entre si.

Bajo este panorama, se hace evidente que las Alternativas 1 y 2, son las menos atractivas, ya que son las alternativas que proponen el uso mayor de las carteras existentes. Ante esa situación se escogió la Alternativa 3, ya que la misma reduce

el uso de carreteras existentes, destinando buena parte de la ruta por terrenos que no han sido impactados.

1.4.36 *Análisis de Justicia Ambiental*

El concepto de Justicia Ambiental fue definido por la Agencia de Protección Ambiental (EPA, por sus siglas en inglés) como el trato justo y la participación efectiva de toda persona, no importa su raza, color, origen nacional o ingreso, en el desarrollo, la implantación y la aplicación de las leyes, reglamentos y políticas ambientales. De acuerdo a la EPA, trato justo significa que ningún grupo de personas, incluyendo grupos raciales, étnicos o grupos socio-económicos, deberá tener consecuencias ambientales desproporcionadamente negativas o positivas, como resultado de las operaciones industriales, municipales o comerciales, o por la ejecución de políticas o programas federales, estatales, locales y tribales que pudieran ser particularmente afectadas por el proyecto y que se muestre parcialidad en su implementación.

En vista de que el propuesto tranvía pasará por áreas ya desarrolladas que cubren todos los ambientes servidos por carreteras y variados sistemas de transporte, el concepto de “justicia ambiental”, donde grupos étnicos o sociales pudieran ser discriminados por el proyecto, no son evidentes. En torno a este particular, es bueno indicar que sistemas de transporte masivos solamente sirven su función cuando se encuentran en áreas de alta densidad poblacional (sin distinción de raza, clase o nivel económico), que son las que pueden ofrecer servicios de transportación a bajo costo y que motivan la sustitución de dichos sistemas en lugar de los automóviles privados.

Un dato interesante es el resultado de una encuesta que fuera efectuada y que fuera publicada por Developers & Planners, Inc, es el Informe Final, titulado “*Estudio de Necesidades de Transportación Colectiva Interurbana e Intraurbana*”. Dicha encuesta revela que en un catastro de 53,637, personas a quienes se le preguntó sobre sus viajes diarios entre sus hogares a sus lugares de empleo, 37,797 lo hacen manejando sus automóviles privados (70.5%); 11,015 personas usan vehículos privados, pero lo hacen compartiendo el vehículo (20.5%); 3,611 personas emplean sistemas de transportación pública (6.7%), y 1,214 personas caminan para ir a sus lugares de empleo (2.3%). La dependencia del automóvil es claramente evidente.

Una segunda encuesta que fuera efectuada por la citada entidad indica que en el transcurso de un día laborable se llevan a cabo 373,006 viajes de personas que entran o salen del Municipio Autónomo de Carolina. Esto representa el número total de personas que pudieran hacer uso del propuesto sistema de transportación rápida de Carolina. Estas personas no necesariamente residen en

Carolina, sino que transitan por el Municipio Autónomo de Carolina en el transcurso de sus actividades diarias.

La empresa Advanced Research Center, en un esfuerzo que forma parte de esta DIA, efectuó un análisis actualizado el cual se presenta como **Apéndice E**, el cual exhortamos a todo estudioso de esta DIA revisar cuidadosamente, ya que contiene una detallada actualización de lo que es el Municipio Autónomo de Carolina y de los parámetros sociales y económicos que lo distinguen.

Para evaluar si se viola o no el concepto de Justicia Ambiental, el estudio ofrece un análisis tomado de las condiciones existentes en un radio de 800 metros alrededor de la vía a lo largo de toda la ruta. Esto se ha efectuado en los sectores denominados como Isla Verde, Los Ángeles, Iturregui con extensión a Country Club, El Comandante, Universidad del Este, Plaza Carolina, Plaza Escorial, Vistamar, Villa Asturias y Villa Carolina, Valle Arriba, Villa Fontana, Hospital y Avenida Roberto Clemente y el sector central del Pueblo por donde se encuentra la vía en sectores congestionados de tránsito.

En todo el entorno de las áreas antes descritas y en una banda de 1,600 metros de ancho centrada sobre la vía del TLMAC, (800 metros de la vía a cada lado), se evaluaron parámetros, tales como:

- Datos del censo tomados para los habitantes del predio indicado.
- Ingreso de las personas residentes de dicho predio, a los fines de determinar si hay efectos negativos sobre personas de bajo ingreso.
- Posibles desventajas sobre viviendas y negocios del sector.
- Densidad poblacional existente a lo largo del predio y efectos sobre la calidad de vida anticipada, considerando factores positivos y negativos que el tranvía ofrece a potenciales usuarios y público en general.
- Efectos asociados a las etapas de construcción del proyecto, resultantes de la generación de ruidos, polvo fugitivo, desperdicios, aumento del flujo de vehículos pesados asociados a las etapas de construcción, actividades relacionadas a demoliciones necesarias al proyecto, problemas de estacionamiento, movimiento de tierras y cambios en el flujo vehicular en dicha fase.
- Efectos asociados a personas envejecientes, incapacitados, desempleados, carentes de vehículos personales, residentes de viviendas de bajo costo o de interés social, comunidades especiales, etcétera, al compararse con zonas residenciales o personas de mayor estándar social.

Un resumen de los hallazgos resultantes de este estudio se ofrece a continuación: (ver **Apéndice E**)

- Unas 94,299 personas, equivalente a un 50.7% de la población de residentes en el predio de 800 metros a cada lado de la vía del tranvía, se beneficiarán de éste. La densidad poblacional de este sector es tres veces mayor que el promedio del Municipio.
- Beneficios adicionales en este sector incluyen generación de empleos, reducción de costos en uso de vehículos privados y beneficios de transportación alterna confiable.
- La distribución de ingresos de los residentes que habitan en el predio alrededor de la vía es casi idéntica a la del Municipio en general y es inferior al promedio en Puerto Rico. Siendo éste el caso, el efecto sobre algo que es relativamente uniforme no da muestras de trato por efecto de condición de ingresos.
- Los indicadores socio-económicos asociados a grupos protegidos, desventajados o minoritarios en el sector de interés no muestra diferencias significativas con los habitantes del Municipio en general. Dado a esto, tampoco se puede inferir que hay trato desigual por efecto del tranvía a lo largo del Municipio.
- Estudios sobre todos los residenciales públicos, comunidades y sectores de bajos ingresos revelan lo siguiente:
 - Residencial Alturas de Country Club - No se afecta
 - Residencial Lagos de Blasina - No se afecta
 - Residencial Los Naranjos - Se pierden estacionamientos pero hay otros disponibles para sustituirlos.
 - Residencial Sánchez Osorio - No se afecta
 - Residencial Catañito Gardens - No se afecta, aún cuando pasa a una distancia de 200 metros del residencial.
 - Comunidad Especial Barrio Colo - No se afecta
 - Comunidad Especial Barrio Sabana Abajo - No se afecta
 - Residencial Sabana Abajo - No afecta flujo vehicular
 - Residencial Torres de Sabana - Reduce vías de 4 canales a dos canales, pero el residencial tiene su estacionamiento propio y no se afecta.
 - Residencial La Esmeralda - No se afecta
 - Residencial Vistamar Plaza - No se afecta

- Residencial Brisas de Borinquen – No se afecta
- Carretera PR-190 – Se afectan 16 residencias, algunas de las cuales están abandonadas.
- Casco Urbano – Se expropiarán 12 residencias y unas nueve casas pierden sus estacionamientos.
- Adicional a los efectos sobre ámbitos residenciales, el estudio socio-económico también revela algunas áreas de impacto sobre actividades comerciales, las cuales son encontradas en la cuarta parte de la extensión lineal del trayecto del Tranvía, según estimado por el autor del estudio sobre aspectos socioeconómicos del proyecto, Dr. Leroy López. Algunos de estos efectos son:
 - Unos 48 negocios se afectarán por expropiaciones parciales o totales por efecto de la reducción de carriles de tránsito en su entorno. Estos representan un 0.2% de las ventas de los negocios establecidos en Carolina.
 - Unos 14 negocios pueden afectarse por la pérdida de negocios contiguos o expropiados. (En intercambios con dueños de negocios, un número de ellos indicaron que cerrarían sus puertas si negocios adyacentes eran expropiados o que cerrasen por causas relacionadas al proyecto).
 - Unos 22 negocios ubicados en la Avenida Fidalgo Díaz se afectan por la pérdida de dos carriles en dicha avenida. No obstante, no se anticipan efectos negativos ya que éstos cuentan con estacionamientos propios y el estacionamiento en carriles de tránsito no es permitido en estos momentos.

Como parte del estudio socio-económico, se analizaron los efectos que pudieran resultar de la combinación de los impactos atribuibles al TLMAC con otras actividades concurrentes, asociadas una con otras. Dentro del concepto de Justicia Ambiental, estos impactos son considerados cuando ocurren sobre comunidades de bajos ingresos, preferiblemente. Al igual que en los casos anteriores, se buscaron proyectos que estuviesen planificados a efectuarse, o siendo efectuados, en una franja de 800 metros del centro de la vía del TLMAC a lo largo de su trayectoria.

El **Apéndice E** ofrece un listado de todos los proyectos que pudieran ubicarse dentro del predio de 800 metros antes indicado. Los elementos básicos que encontramos en estos proyectos son los siguientes:

- Los proyectos principalmente encontrados tratan de:
- Viviendas de tipo “walk up”, o multifamiliares

- Mejoras a calles y carreteras
- Desarrollo de actividades recreativas
- Ampliaciones al Aeropuerto Luis Muñoz Marín
- Centro de usos múltiples en Isla Verde
- Construcción de un Teleférico, el cual conectará el propuesto Centro Intermodal de Transportación Colectiva con el Parque Roberto Cemente y el proyectado campo de golf.
- Expansión del Tren Urbano hacia Carolina

Los proyectos antes indicados tienden a propiciar el desarrollo poblacional en forma más concentrada, lo cual propicia el desarrollo y uso del TLMAC y por consecuencia, deberá reducir el tránsito vehicular privado.

Como se discute en la sección 1.4.18, se estima que el proyecto generará unos 4,145 empleos directos e indirectos durante la fase de construcción. La operación del sistema puede requerir unos 522 empleos directos e indirectos en tareas de mantenimiento, administración, seguridad, manejo de trenes y control de estaciones.

2

IMPACTO AMBIENTAL DE LA ACCIÓN PROPUESTA

2.1

BIENESTAR Y SALUD HUMANA

Aunque se anticipan impactos ambientales en la zona a ser cubierta por las obras de construcción y operación del proyecto propuesto, existen medidas específicas a tomarse para mitigar las mismas. Se reconoce que durante el día se realizarán las obras de construcción y siempre los niveles de ruido aumentan. Durante esta etapa (y por un tiempo limitado, debido a que el tiempo de residencia de la construcción en un sector dado es limitado) habrá levantamiento de polvo, pero existe la tecnología para lograr que estos problemas puedan minimizarse significativamente. Debido a esto no se esperan efectos al bienestar y la salud humana.

Aclaremos que, en casos donde las obras de construcción del sistema de vías pudieran causar congestión del tránsito significativo y demorar el tiempo de residencia de dichas obras, se pudiera optar por efectuar dichas obras en horas nocturnas. En tales casos se usarán medidas de mitigación de ruidos, conforme a las necesidades del sector, donde se emplearían las maquinarias de menor generación de ruidos. La generación de ruidos de tales obras no pueden evitarse por completo, pero su tiempo de residencia será corto y el beneficio del sistema de transporte masivo es de tal magnitud, que bien vale la pena el corto tiempo de incomodidad que el ruido pudiera causar.

Los ruidos generados en los talleres de mantenimiento del sistema de tranvías ocurrirán en áreas designadas y diseñadas para las labores a efectuarse. Tales zonas son de uso industrial, certificadas para dicho propósito, por lo que los ruidos generados estarán dentro de los límites de la JCA en la periferia del predio. El sistema de tranvías a ser construido y operado es silencioso, similar al del sistema de “tren urbano” que actualmente opera en la zona metropolitana de San Juan cuya operación silenciosa ya ha sido constatada. Anticipamos que, por ser un sistema liviano, la presión entre las ruedas y los rieles será menor, y la generación de ruidos será aún menor que la del Tren Urbano.

2.2

USOS DE TERRENOS

El uso propuesto para estos terrenos no afectará significativamente el lugar, ya que la actividad que se propone será utilizada para ubicar las vías del propuesto tranvía, espacio que puede ser utilizado paralelamente por los vehículos que transiten por dicha área. Los terrenos a ser empleados en forma permanente, son

los que servirán para el estacionamiento de los vagones que no estén en servicio y la que corresponde a las instalaciones de mantenimiento.

2.3 *INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE*

2.3.1 *Energía Eléctrica*

La carga eléctrica que se espera en este proyecto será provista por la AEE. No se esperan efectos adversos al ambiente como resultado de la instalación y distribución de la energía eléctrica que servirá para la operación de los tranvías e instalaciones de mantenimiento que sirven al sistema. La demanda eléctrica en este proyecto asciende a (2,100 KVA). Se coordinará con la AEE la forma en que el sistema de tranvías e instalaciones de mantenimiento se nutrirá de la energía eléctrica requerida.

2.3.2 *Disponibilidad de Agua y Servicios de Alcantarillados*

La necesidad de agua para este proyecto es de aproximadamente unos 50,000 galones por día. El uso de aguas debe servir a cada una de las estaciones del sistema que ofrezcan tal servicio, así como a las instalaciones de mantenimiento del sistema. En cada uno de estos lugares el abasto de aguas debe suplir las necesidades del proyecto, tanto en su cantidad como en su distribución. Las conexiones que se establecerán para las estaciones y lugares de mantenimiento, así como para las facilidades de servicio de alcantarillado, deben cumplir con los requerimientos de la AAA. El desarrollador deberá estar disponible para efectuar las conexiones necesarias para cada una de las estaciones del sistema de tranvías y las zonas de mantenimiento.

Algunas de las instalaciones del sistema de tranvías, así como el área de mantenimiento y servicio, se conectarán al alcantarillado sanitario provisto por la Autoridad de Acueductos y Alcantarillados (AAA). El tratamiento de las aguas servidas generadas por en Municipio Autónomo de Carolina lo provee la Planta Regional de Tratamiento de Carolina, ubicada en el Municipio de Loíza. Las mejoras y/o aportaciones necesarias para lograr la autorización de este proyecto serán determinadas en consultas concurrentes con la AAA. La Planta Regional de Tratamiento de Carolina cuenta con la capacidad de volumen para absorber las aguas usadas que se generen en las instalaciones del proyecto de tranvía urbano de Carolina. Este volumen asciende a aproximadamente unos 60,000 gpd. Se obtendrá para ello el endoso final de dicha agencia.

2.4

CALIDAD DE AIRE

Durante la fase de construcción se generará polvo fugitivo por un corto plazo, según cada tramo del proyecto es construido. El tiempo de construcción de cada tramo es del orden de dos semanas, máximo. Por su temporal y por su nivel de emisiones este proyecto no se considera como una fuente significativa de contaminantes criterio, ni representa una amenaza a la salud humana ni a la calidad del aire del sector. Sin embargo, se establecerán las medidas de control requeridas para evitar el polvo fugitivo a generarse durante la etapa de construcción. Entre éstas, la aspersion con agua, la utilización de mangueras y cualquier otro equipo o condición que requiera la JCA, a través del permiso que otorgue dicha agencia previo al inicio de esta etapa.

2.5

FLORA Y FAUNA

Una parte significativa de los tramos del proyecto de tranvía urbano de Carolina se dará cerca de carreteras y vías públicas existentes. No obstante lo anterior, tramos de vías y facilidades serán ubicadas en cercanías o directamente sobre terrenos clasificados como humedales, zonas anegadizas o riberas de canales pluviales y caños. Cada una de estas áreas tiene sus propias especies, desde peces en zonas donde fluyen aguas saladas, salobres o de escorrentías periódicas, hasta zonas secas y urbanas. Los **Apéndices C y D** contienen descripciones detalladas de tales sistemas. No obstante, algunos puntos que en carácter de resumen podemos presentar son como sigue:

- 90% del área del proyecto consiste de zona urbana con estructuras existentes,
- 10% es áreas verdes, por lo que el área de impacto sobre el desarrollo linear sobre áreas verdes está en el orden de unos 2 Km.
- El área verde de estudio se conoce como bosque húmedo subtropical, con precipitación en el orden de 70 a 90 pulgadas por año.
- La fauna se compone básicamente de aves y animales pequeños, tales como reptiles, anfibios, batracios y pequeños mamíferos.
- La fauna acuática es mayormente de procedencia marina.
- Algunos sectores se encuentran permanentemente bajo aguas, otras son periódicamente inundadas.
- Algunas áreas de humedal han actuado como receptores de basuras y escombros, en forma tal que puede ser peligroso caminar sobre ellas. Estas áreas están cubiertas con pastizales no cultivados.

- La zona de canales pluviales exhibe vegetación típica de ese tipo de suelos, como lo son diversos tipos de mangles con especies de fauna que habitan en sus raíces.
- Ninguna especie listada o en peligro de extinción fue identificada en las áreas cubiertas por el proyecto, si bien algunas que caen bajo la categoría de que requieren conservación fueron identificadas.
- Los humedales exhiben características tales como: vegetación hidrofítica, arenas hídricas y regímenes hidrográficos que resultan en condiciones saturadas o inundadas.

El lugar preferido donde ubicar la zona de mantenimiento para los vagones se encuentra en el lado Norte de la Avenida Iturregui, contiguo al Complejo Deportivo Roberto Clemente, en un área de aproximadamente 25 cuerdas de terreno que están clasificadas como humedales. Esta área está provista de instalaciones existentes, las cuales serán modificadas para colocar las vías para el acomodo de los vagones y para contar con áreas techadas donde el servicio requerido pueda brindarse. Medidas especiales serán tomadas para colocar facilidades tipo “trincheras” que permitan la inspección y labores de mecánica por debajo de los vagones. Según indicado anteriormente, el lugar contará con plantas de energía eléctrica para emergencias, áreas donde guardar aceites lubricantes nuevos o usados, lugares donde guardar baterías nuevas y usadas, y las instalaciones de oficinas para el personal administrativo del sistema de Tranvías del Municipio Autónomo de Carolina. A base de lo anterior, podemos indicar que el proyecto del TLMAC podrá afectar las zonas cercanas a cuerpos de aguas y humedales en aquellos trayectos ubicados cerca de dichas zonas. Medidas de mitigación se implantarán en dichas zonas, asegurándose de que valores equivalentes sean cultivados o mantenidos en los humedales que caracterizan estas áreas. Los **Apéndices C y D** ofrecen una descripción detallada de los factores de flora y fauna asociados al proyecto.

2.6

ÁREAS INUNDABLES

El área propuesta para las facilidades de oficinas, talleres de mantenimiento y pintura, así como estacionamiento para unidades que no estén en servicio en un momento dado, está localizada en un área de humedal, el cual ha recibido el depósito de materiales de relleno que lo hacen más aptos al uso a efectuarse. El resto del proyecto, consistente en sistemas viales que cubren la extensión del proyecto se localizan principalmente donde existen vías públicas. El sistema de alcantarillado pluvial tiene amplias zonas que conducen a drenajes hacia cuerpos de aguas existentes, como lo son el Canal Blasina, el Canal Suárez y el San Antón. A pesar de los amplios drenajes, hay eventos de lluvias en los cuales los sistemas de drenaje pueden ser saturados y se susciten eventos de inundaciones

puntuales. Este factor ha sido tomado en consideración en lo concerniente al diseño del sistema. Las áreas establecidas por FEMA como sujetas a inundaciones en estos momentos pueden verse en el **Apéndice G**. Similarmente, el **Apéndice D** presenta mapas de terreno indicando la presencia y límites de las zonas anegadizas.

La nomenclatura que nos ofrece FEMA con relación a las zonas inundables, es como sigue:

- Zona A Área de riesgo a inundación para un incidente que ocurrirá con una frecuencia de una vez cada 100 años, determinada mediante el empleo de métodos aproximados.
- Zona AE Área de riesgo a inundación para un incidente que ocurrirá con una frecuencia de una vez cada 100 años, determinada mediante un estudio detallado donde se identifique el nivel de inundación base.
- Zona AO Área de riesgo a inundación para un incidente que ocurrirá con una frecuencia de una vez cada 100 años, donde se ha determinado la profundidad promedio de las aguas entre un (1) pie y tres (3) pies.
- Zona VE Área de alto riesgo costero o sujeto a marejadas por efectos de la tormenta de 100 años.
- Zona D Área donde el riesgo de inundación está sin determinar pero es posible.
- Zona X Área de riesgo a inundación con 0.2% de probabilidad de ocurrir cada año ó fuera de dicha inundación.

La figura que se observa en el **Apéndice G** presenta las áreas cubiertas por las clasificaciones arriba descritas, y una leyenda de colores que permiten ver la susceptibilidad a inundaciones de cada área.

2.6.1 *Control de Erosión y Sedimentación*

Se preparará un Plan CES para el proyecto, especificando las medidas a ser implantadas para minimizar la erosión y sedimentación. Este plan contendrá las mejores técnicas de control para evitar y reducir a un mínimo la erosión del terreno expuesto y el arrastre de sedimentos, que puedan acumularse en las áreas del proyecto que pasen cercanos a cuerpos de aguas o alcantarillados que pudieran llevar sedimentos a cuerpos de agua que las reciban. Entre las medidas

que pudieran implantarse estarían la instalación de pantallas de geotextil, los atados de heno y algún estanque de sedimentación.

Las aguas de escorrentías, una vez tratadas por los sistemas antes descritos, descargarán a los sistemas pluviales que operan a lo largo de las vías que sirven las áreas por donde se ubiquen las vías del sistema de trenes.

- Aún cuando no se espera que se afecten adversamente los recursos naturales como consecuencia de la existencia del proyecto, se tomarán medidas de control para evitar posibles derrames de aceite y/o combustibles en los predios a ser ocupados por el sistema de trenes, particularmente las que tienen que ver con los predios donde se estacionarán los vagones que no estén en uso en un momento dado y por las instalaciones de servicio y mantenimiento. Algunas de las medidas a ser implantadas para orientar hacia la prevención y control de derrames, son las siguientes:
- Se instalarán letreros orientando al personal sobre las medidas de seguridad a seguir en el área.
- Se preparará y se mantendrá en el predio un Plan de manejo contra Derrames, particularmente orientado hacia el manejo de aceites usados como lubricantes, derrames de ácidos provenientes de baterías y derrames de pinturas y productos afines.

2.7

NIVELES DE RUIDO

Los niveles de ruido a ser generados durante la construcción del proyecto aumentarán significativamente debido a la utilización de equipo pesado en el transporte de materiales, movimiento de tierra y otros. No obstante, estas emisiones de ruido serán de carácter temporal y se seguirá el horario de construcción permitido en el Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruido, según promulgado por la JCA. Los niveles de ruido estimados pueden llegar a los 85-90 dBA., particularmente de emplearse sistemas de hincado de pilotes mediante el martilleo. Esto puede ser notorio de ser necesario construir durante horas nocturnas, en un esfuerzo para evitar incomodidad ciudadana por posibles congestiones vehiculares en horas de entrada y de salida de los trabajos.

En las etapas de construcción se tratará de conducir las actividades donde se requiera equipo pesado a las horas del día, cuando dichos ruidos son menos notorios. Debido al comportamiento del ruido en sus niveles, se tratará de usar los equipos al mismo tiempo y de esa forma reducir la duración de los ruidos sin incrementar su magnitud.

Durante la fase de operación de este proyecto, se espera que los niveles de ruido no afecten la salud y el ambiente, debido a los bajos niveles de ruido que caracterizan estos modernos sistemas de trenes. Los niveles que exhiben los vagones del Tren Urbano existente en la zona metropolitana dan testimonio de los bajos niveles que se observan. Los niveles de ruido en esta etapa de operación pudieran estar en unos 65 dBA.

En etapas de operación no se anticipan ruidos significativos debido al diseño de los vagones. No obstante, en el caso de que áreas tales como virajes agudos generasen ruidos por encima de los niveles permitidos, se considerará la instalación de barreras de sonido que mitiguen esas fuentes.

2.8

ÁREAS DE VALOR HISTÓRICO O ARQUEOLÓGICOS

Como se ha indicado anteriormente, las rutas cubiertas por el sistema de vías que servirán al sistema de tranvías del Municipio Autónomo de Carolina, así como sus instalaciones de estacionamiento y servicio, han sido previamente impactados. No se anticipan movimientos de terrenos significativos que requieran de autorizaciones del ICPR en cuanto a permisos para conducir actividades que pudieran afectar valores arqueológicos. El proyecto del TLMAC no contempla conducir excavaciones excepto en humedales, donde no se anticipan hallazgos de valor arqueológico y menos aún en la zona donde ubicará la facilidad de mantenimiento, ya que, por su naturaleza pantanosa, no se anticipa haya sido utilizada como habitáculo prehistórico. En las exploraciones efectuadas no se ha visto evidencia alguna de valores arqueológicos.

No obstante a lo anterior, los objetos de interés histórico también incluyen edificaciones cuyo valor arquitectónico o histórico requieren su conservación o modificación conforme a los valores que se estime poseen. La demolición de tales edificaciones pudieran estar vedada para dar paso a sistemas viales. El **Apéndice I** presenta los resultados obtenidos en el Estudio de Valores Arqueológico e Histórico efectuado por la empresa Archeological & History Professional Services, contratada a tales efectos.

Para los fines de este estudio, realizado bajo la Ley 112 estatal, conocida como Ley de Protección del Patrimonio Arqueológico Terrestre de Puerto Rico, se declara como “patrimonio del pueblo de Puerto Rico todo sitio, objeto, yacimiento, artefacto, documento o material arqueológica que sea reliquia del pasado del hombre, ya sea material de la naturaleza, o ya sea construida por el hombre; que exista o se encuentre en o bajo la superficie de la tierra, en la jurisdicción del ELA de Puerto Rico”. La labor efectuada cae dentro de lo conocido como Fase 1A, basado en el Reglamento #4643 de Arqueología, como una investigación documental de las fuentes históricas disponibles sobre el área

de estudio y de la región, y un reconocimiento o investigación preliminar de los terrenos del área.

Un breve resumen del proceso que se llevó a cabo y de los resultados obtenidos y de las particularidades del citado estudio es como sigue:

- El estudio efectuado tiene la particularidad de que la planificación y desarrollo del mismo se lleva a cabo en áreas definidas como “urbanas”.
- Se efectuaron visitas a las agencias y entidades públicas que contienen archivos y bibliotecas con las fuentes relacionadas a listados, registros, mapas, informes, literatura arqueológica, histórica y medioambiental, entre otras.
- Se obtuvo un amplio historial del Municipio Autónomo de Carolina, según surgiese en sus inicios mediante la creación y eventual transformación, desarrollo y en algunos casos, de desapariciones de algunos de sus barrios, hasta la configuración que vemos en el día de hoy, donde la industria fabril ha sustituido totalmente la actividad agrícola de la caña de azúcar, que fue su principal fuente de ingresos hasta fines del 1800.
- Conforme a la literatura disponible en la Oficina Estatal de Conservación Histórica, hay varias denominaciones sobre lugares de valor para el pueblo de Carolina, entre las cuales se encuentran las siguientes:
 - Edificio de la Alcaldía, que data desde el 1930.
 - Iglesia de San Fernando de Carolina, colindante con la Plaza del pueblo.
 - Quebrada Maracuto, construcción contigua a dicha quebrada, en la Carretera 853.
 - Puente de Villarán
 - Casa de Jesús T. Piñero, primer gobernador puertorriqueño, asignado por el Gobierno de los Estados Unidos para dicha función.
 - Chimenea de la Central Victoria
 - Escuela Julio Vizcarrondo, que ahora opera como Centro Cultural.
 - Antiguo Cementerio de Trujillo Bajo (1826)
 - Cementerio de Carolina (Siglo 19)
 - En cuevas del Cerro San José se han encontrado petroglifos indígenas que están debidamente protegidas.
 - Bosque de Piñones, que se encuentra al nordeste del Municipio de Loíza.
 - Manglar de unas 80 cuerdas entre Carolina y Loíza.
 - Un manglar de unas 70 hectáreas ubicado en la Laguna de San José.

- En el Municipio hay depósitos minerales de arcilla blanca, conocida como “caolín”.
- El valor arqueológico y prehistórico conocido como “Ingenio” consiste de yacimientos con presencia de cerámicas, caracol y lítica en lo que consiste del llano aluvial inundable del Río Grande de Loíza.
- En el Barrio Hoyo Mulas se encuentran mogotes que exhiben cuevas, entre las cuales se encuentra una denominada como “La Cueva del Caballo”. En ésta se encuentran petroglifos y pictografías sencillas y complejas talladas sobre piedra caliza.
- En Carolina se han desarrollado investigaciones arqueológicas asociadas al desarrollo de proyectos, un listado de los cuales se pueden observar en el **Apéndice I** de esta DIA-P.

2.8.1 *Conclusiones del Estudio sobre Áreas de Valor Histórico o Arqueológicos*

El resultado de los estudios llevados a cabo y del análisis del historial desarrollado en lo referente a los valores arqueológicos e históricos que se encuentran en el Municipio Autónomo de Carolina, concluye que tales valores se encuentran principalmente en las partes altas del Municipio y que la ruta del TLMAC no representa un impacto sobre tales valores. Los resultados del estudio detallado sobre asuntos arqueológicos se presentan en el **Apéndice I**.

Conforme a los procedimientos establecidos, de encontrarse algún valor histórico o arqueológico en el transcurso de las obras llevándose a cabo, dichas obras serán detenidas y el Instituto de Cultura (IC) será notificado para que dicte las pautas a seguirse de ese momento en adelante. En tales casos el IC pudiera requerir un estudio de fase 1B, el levantamiento de planos que registren el hallazgo o cualquier otra media bajo la cual el proyecto deba ser continuado.

2.9 *POSIBLES ACTIVIDADES CONTAMINANTES A GENERARSE POR LA ACCIÓN PROPUESTA Y ACCIONES MITIGANTES A EFECTUARSE, ENTRE OTRAS*

Los posibles impactos ambientales a corto plazo están relacionados principalmente con la etapa de construcción. Estos son los siguientes:

- Aumento en los vehículos pesados durante la fase de construcción.
- Actividades Mitigantes: Optimizar el uso de tales vehículos, reducir las horas de operación de éstos, usar rutas de menor impacto, evitar uso de bocinas de camiones.
- Particulado fugitivo durante las obras de movimiento de tierra.

- Actividad Mitigante: Asperjar con agua posibles fuentes de contaminación por particulados.
- Aumento temporal en los niveles de ruido durante ciertas actividades específicas.
- Actividades Mitigantes: Colocar fuentes de ruido tras barreras, reducir las horas de uso de equipos que generen ruidos, usar paralelamente tales equipos para reducir tiempo y exposición; colocar silenciadores en equipos que no lo tengan.
- Aumento y congestiones en el tránsito, durante la fase de construcción del proyecto.
- Actividades Mitigantes: Escoger rutas de menor tiempo de tránsito para evitar congestión vehicular y utilizar los equipos pesados en horas de menor intensidad de tránsito.
- Cambios en los patrones del tránsito durante la fase de operación del proyecto.
- Actividades Mitigantes: Rediseñar patrones de flujo vehicular hacia vías que exhiban la menor congestión, optimizar el funcionamiento de las intersecciones a los fines de evitar tardanzas en la operación del TLMAC.

2.10

CÓMO LA ACCIÓN PROPUESTA ARMONIZA O CONFLIJE CON LOS OBJETIVOS Y TÉRMINOS ESPECÍFICOS DE LOS PLANES VIGENTES SOBRE USO DE TERRENOS, POLÍTICAS PÚBLICAS APLICABLES Y CONTROLES DEL ÁREA A SER AFECTADA

La acción propuesta no conflige con los objetivos y términos específicos de los planes vigentes sobre uso de terrenos, políticas públicas aplicables y controles del área a ser desarrollada. Por el contrario, la existencia del TLMAC traerá grandes beneficios en la efectividad del movimiento de personal y suministros por causa de la reducción del número de vehículos privados a emplearse y por introducir la transportación masiva de personas optimizando el tiempo requerido y reduciendo las horas no productivas de los usuarios. La acción propuesta armoniza con los objetivos del Plan Territorial del Municipio Autónomo de Carolina, aprobado el 28 de febrero del 2007. El proyecto en referencia es parte de los que han sido propuestos en el Programa del Plan Territorial.

2.11

CAMBIOS DEL USO DEL TERRENO POR VÍA DE ZONIFICACIÓN

La acción propuesta no contempla un cambio del uso del terreno por vía de la zonificación, ya que el proyecto que se propone es compatible con la calificación de suelos vigente. El área principal lo constituye el predio donde se estacionarán

los vagones del tranvía, que en un momento dado no estén en uso y las instalaciones para labores de mantenimiento. Dichos terrenos poseen una calificación CR-1 (Conservación de Recursos Uno). El Reglamento de Ordenación del Municipio Autónomo de Carolina permite en el Distritos CR-1 la construcción de instalaciones para servicios de infraestructura, como es el caso de los propuestos talleres de mantenimiento del TLMAC. Es de notar que, hacia el Este ubica la estación de las guaguas de la AMA, cuya calificación es D-T (Dotacional Transportes). Asimismo, al Oeste se encuentra la Estación de la Policía, cuya calificación es D-P (Dotacional Plaza y Parque). El uso propuesto para este predio armoniza muy bien con los usos D-T (Dotacional Transportes) y D-P (Dotacional Plaza y Parque) de los predios adyacentes.

2.12 *IMPACTO AMBIENTAL SIGNIFICATIVO Y ADVERSO*

El proyecto propuesto generará efectos adversos temporeros, como el ruido, polvo fugitivo, generación de desperdicios sólidos, desvíos del tránsito en vías donde sea necesario relocalizar infraestructura existente y movimiento de terrenos. Todos éstos han sido presentados y discutidos en este escrito. Además, durante la construcción habrá un aumento de vehículos en el sector, propiedad de los obreros y personal que labora en cada etapa colocando las vías, relocalizando infraestructura y los sistemas electrónicos que suplen la energía de cada vagón. Como medida mitigante para este evento, se localizarán áreas donde los vehículos de los trabajadores puedan ser estacionados y luego transportados en autobuses hacia las zonas de trabajo programadas para el día.

En ciertas áreas a lo largo de la ruta escogida para el paso del tranvía y de estructuras asociadas al proyecto, puede haber la necesidad de demoler estructuras entorpecedoras, no elegibles a ser protegidas como valores históricos. Este aspecto puede ser fuente de polvo fugitivo, escombros y materiales a ser controlados mediante implantación del Plan CES elaborado para el mismo. Sin embargo, para cada uno de estos elementos se han diseñado medidas de mitigación adecuadas, las cuales manejan y minimizan efectivamente el impacto sobre el ambiente y la salud de los residentes de los sectores afectados por la ruta del tranvía. La integración de algunas medidas particulares, tales como: la aspersión de agua, el control de la velocidad de vehículos pesados, el uso de lonas sobre materiales transportados por camiones y la designación de una sola vía de acceso para los camiones, son parte de estas medidas a implantarse para reducir dichos impactos.

Otros efectos sobre el ambiente, pueden ser los siguientes:

- Remoción de la vegetación existente en el área de 25 cuerdas donde ubicará la facilidad de mantenimiento, engrases, oficinas y estacionamiento de vagones

del tranvía fuera de uso. Medidas mitigantes pueden ser las de remover escombros, actualmente existentes en la zona y reemplazo de vegetación compatible con los suelos de la zona. El Reglamento de Planificación Número 25, sobre Siembra, Corte y Reforestación de Puerto Rico debe ser empleado para el control de estos aspectos.

- Remoción de vegetación en zona de canales pluviales donde ubicarán pilastras u otros medios de sostén para las vías del sistema de tranvías. Las medidas mitigantes pueden consistir en replantación de especies de mangles y otra vegetación compatible con sistemas acuáticos salobres.
- Demoliciones de estructuras existentes a los fines de dar cabida al sistema de tranvías, necesarias para el movimiento efectivo de éstos. Tales efectos son temporeros y se mitigan mediante el recogido y disposición de éstos tan rápidamente como sea posible y empleo de sistemas de riego de aguas para mitigar la generación de polvo fugitivo.
- Generación de áreas de intensa congestión vehicular causada inicialmente por efecto de una reducción de las vías existentes y la pérdida de algunas de ellas al incorporarse las necesidades del tranvía. La mitigación de este efecto puede darse en el tiempo, según los residentes opten por discontinuar con el uso de sus vehículos personales y la adopción del sistema de tranvías.

2.13

JUSTIFICAR EL USO PROPUESTO DE LOS RECURSOS SI ÉSTE PUDIERA INTERFERIR CON OTROS USOS POTENCIALES DE LAS GENERACIONES FUTURAS

El proyecto del tranvía que se propone establecer, hace uso de calles y avenidas existentes en la mayor parte de su trayecto, por lo que el uso propuesto de los recursos meramente añade a usos existentes y no comprometen recursos nuevos. Esto aplica a lo largo de las vías a ser construidas, pero se hace excepción para el caso de los espacios de estacionamiento de vagones fuera de uso y de las instalaciones de mantenimiento, donde un área clasificada como humedal, de unas 25 cuerdas, será puesta aparte para tales fines. Consideramos que, de no establecerse el proyecto, la alternativa que nos queda es la de construir más carreteras y estacionamientos vehiculares, a los fines de dar cabida a los vehículos privados que necesariamente aumentarán para mantener el ritmo de desarrollo poblacional y urbano que Carolina exhibirá en años futuros. El proyecto propuesto es cónsono con el Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio Autónomo de Carolina. En base a ello, el Gobierno Central tiene propuesta la extensión del Tren Urbano que opera en la zona metropolitana de San Juan hacia el Municipio Autónomo de Carolina. Esto permitirá que un proyecto similar a desarrollarse en el Municipio Autónomo de Carolina pueda conectarse al sistema de San Juan y lograr el establecimiento de redes de

transportación entre ambos Municipios, lo cual significará un enorme alivio a los perennes “tapones” que confrontan a los pobladores de esas áreas.

2.14 *JUSTIFICAR CUALQUIER COMPROMISO DE RECURSOS QUE ENVUELVA LA PÉRDIDA PERMANENTE DE LOS MISMOS COMO RESULTADO DE LA ACCIÓN PROPUESTA*

El proyecto propuesto comprometerá permanentemente las 25 cuerdas de humedal a dedicarse a la estación de mantenimiento, estacionamiento de vagones no usados en un momento dado y espacio para oficinas. Dicha área ha sido estudiada por su valor ambiental y no se encuentra en ella especies en peligro de extinción, más aún cuando dicha área ha servido para depósito de escombros. No obstante, el desarrollador es responsable de tomar aquellas medidas, que se le requieran por las agencias reguladoras del ambiente, para minimizar o evitar cualquier impacto adverso que pudiera ocurrir sobre los sectores aledaños al proyecto.

El compromiso de estos recursos naturales encuentra justificación ante la necesidad de establecer un sistema de transportación masiva que tenga acceso a los centros urbanos y de actividad del MAC y que a la vez minimice los impactos en las operaciones vehiculares. La Alternativa 3 es la que mejor armoniza con estos requisitos, ya que las Alternativas #1 y #2 impactan significativamente el movimiento vehicular, derrotando así el espíritu del proyecto: articular un sistema de transportación efectivo para el MAC.

Detalles sobre este asunto puede verse en los **Apéndices C y D** de este documento.

2.15 *LOS ASPECTOS O VALORES ECOLÓGICOS, HISTÓRICOS, CULTURALES, ARQUEOLÓGICOS Y FISIAGRÁFICOS QUE PUDIERAN AFECTARSE*

El proyecto consiste de un sistema de vías, vagones de tranvía y sistemas electrónicos que proveen la energía necesaria para su operación, así como de áreas abiertas o cerradas donde ubicarán las instalaciones de estacionamiento de vagones fuera de uso y de equipos para efectuar labores de mantenimiento. En el espacio donde se ubicarán elevadores que permitan levantar los vagones para trabajar bajo ellos, no será necesario efectuar excavaciones o movimientos de tierras que pudieran requerir cuidados ante posibles hallazgos arqueológicos. Siendo dicha área un humedal, hoy relleno con escombros, no se considera posible que haya sido hábitat de seres pre-colombinos. No hay probabilidad de afectar posibles valores ecológicos, históricos, culturales, arqueológicos y fisiográficos que pudieran afectarse en dicha área.

Por otro lado y en armonía con lo indicado en la Sección 2.8, un estudio detallado de posibles valores históricos ante el Instituto de Cultura de Puerto Rico, es necesario previo a autorizar la demolición de estructuras que pudieran requerir protección bajo dicha Agencia.

El **Apéndice I** contiene un resumen de los hallazgos encontrados en lo referente a valores históricos y arqueológicos encontrados en la zona cubierta por el proyecto.

2.16 *PLANES DE DESARROLLO QUE PUDIERAN AFECTARSE POR LA DECISIÓN O LA ACCIÓN BAJO CONSIDERACIÓN EN LA DIA*

No existen planes de desarrollo que pudieran afectarse por la acción bajo consideración de esta DIA. Más bien, consideramos que la disponibilidad de un sistema de tranvías que cubran las necesidades de transporte urbano en Carolina permitirá un uso más eficiente de los terrenos y una reducción del ritmo creciente en el uso de los vehículos privados. Es este incremento vehicular el que afecta adversamente la calidad de vida en las ciudades y el que presenta la necesidad de un sistema alternativo de transporte con capacidad masiva que permita una alternativa atractiva para el movimiento del público a lo largo del Municipio, sin con ello incrementar los problemas que la alta densidad vehicular hoy se exhibe.

2.17 *FACTORES SOCIO-ECONÓMICOS*

Esta sección provee un resumen de la metodología utilizada para la evaluación socio-económica del proyecto TLMAC. El análisis comenzó con la delimitación del área de estudio o entorno inmediato. Para este entorno se seleccionó un conjunto de variables censales que permitan proveer un perfil general del sector. Finalmente, se presentan los hallazgos de este perfil, comparándolos con los valores correspondientes al Municipio Autónomo de Carolina, con el propósito de poner estos hallazgos en su contexto. Los mismos incluyen áreas de estudio que mencionamos a continuación:

- Concepto de Justicia Ambiental, donde se analiza si hay discrimen de cualquier tipo que ate el desarrollo del proyecto en cualquiera de sus fases con los componentes del proyecto. Por ejemplo, se evitaría que elementos negativos de un proyecto, si los hubiese, afecten a un sector de la población de escasos recursos, mientras que las partes positivas se reflejasen sobre las clases de mayores recursos. En el proyecto del TLMAC no hay elementos asociados a fallas en lo referente a Justicia Ambiental.
- Evaluación de condiciones de vida propios al MAC, así como comparados con las condiciones de los habitantes de Puerto Rico en general.

- Análisis de afectación del proyecto del TLMAC con los diversos residenciales cercanos. El proyecto no afecta en forma alguna a dichos residenciales, excepto por la pérdida de algunos espacios de estacionamiento en algunos casos.
- Análisis de la interacción del proyecto del TLMAC con residencias individuales a lo largo del proyecto y con el número de personas afectadas.
- Análisis de comercios que deben ser expropiados parcial o totalmente dado al paso del sistema del tranvía. Algunos de estos comercios ha indicado interés en discontinuar sus operaciones por estar ligados a otros que son los afectados primariamente.
- Negocios que perderán ingresos por perder estacionamientos por el paso del tranvía.
- Desarrollo de nuevos proyectos en el MAC y sus posibles interacciones con el TLMAC.
- Interacción del proyecto de expansión de facilidades en el Aeropuerto Internacional Muñoz Marín.

Estas consideraciones y otras asociadas al patrón demográfico y social se presentan en el **Apéndice E** de esta DIA-P.

2.17.1 *Propósito del Análisis Socioeconómico*

La evaluación socio-económica tiene como propósito principal el evaluar e identificar los impactos sociales del proyecto propuesto. Esta evaluación socio-económica se preparó en cumplimiento con los requisitos de la Regla 253 del Reglamento para el Proceso de Presentación, Evaluación y Trámite de Documentos Ambientales de la JCA.

2.17.2 *Definición del Área de Estudio*

El área de estudio designada es el entorno servido por el proyecto. Esta área de estudio está delimitada al Norte por la zona del Aeropuerto de Isla Verde y la zona de Piñones, al Sur por la zona adyacente al Centro de Gobierno de Carolina; por el Oeste por la Laguna de San José y por el Este se encuentra la zona pantanosa que bordea el Canal Blasina. No extendemos esta área para cubrir sectores cercanos al Río Grande de Loíza, ya que el proyecto no se extiende hacia el Este más allá del Canal Blasina, que por consiguiente tomamos como límite del actual proyecto. En estos momentos la prensa contiene noticias esporádicas donde se vaticinan posibles proyectos de tranvías tanto similares al Tren Urbano, como similares al TLMAC que se cubre en esta DIA-P. Los sistemas que se

mencionan son una extensión del Tren Urbano para cubrir la zona de Isla Verde, uno similar para cubrir terrenos más allá de Canóvanas, uno para Santurce y San Juan y uno liviano para Caguas con conexión al Tren Urbano. Para ninguno de estos tenemos planes firmes y estimamos que éstos u otros serán considerados o descartados conforme a los movimientos de la economía del país. Los estudios a efectuarse para cada uno de estos sistemas se realizarán conforme a los requerimientos del documento ambiental que corresponda en el momento dado.

2.17.3 *Determinación de Variables Censales a Utilizarse*

Las variables a utilizarse provienen de los Censos de Población y Vivienda de 1990 y 2000. Estas variables se dividen en dos tipos:

- Variables demográficas - éstas incluyen población, número de hogares, distribución por edad, entre otras variables.
- Variables socio-económicas – estas incluyen distribución del ingreso, empleo y desempleo, entre otras variables.

A continuación se enumeran las variables a incluirse en el análisis socio-económico.

2.17.3.1 *Variables Demográficas*

- Población
- Densidad poblacional
- Hogares
- Número promedio de personas por hogar
- Distribución poblacional por edad
- Unidades de vivienda
- Ocupación de la vivienda
- Tenencia de las viviendas ocupadas

2.17.3.2 *Variables Socio-económicas*

- Nivel educativo alcanzado, personas de 25 años o mayores.
- Situación laboral
- Ocupación
- Ingreso del hogar

- Ingreso mediano del hogar
- Ingreso per capita
- Estatus de pobreza

2.17.3.3 *Conclusiones del Estudio Socio-económico*

El estudio concluye que el TLMAC no afectará desproporcionadamente a sectores de bajos ingresos, ni otros grupos protegidos, desventajados o minoritarios, tales como, envejecientes, incapacitados, desempleados, o sin vehículos. Esto así debido a que el TLMAC servirá a alrededor del 51% de los residentes del MAC. Las áreas en un radio de 800 metros de la ruta están igualmente conformadas por residentes con ingresos menores de \$15,000 y de \$25,000.

Por otra parte, a pesar de que el TLMAC pasa por áreas residenciales y comerciales, es mínimo el número de residencias y comercios que se verán sujetas a demolición en comparación con el número total. Por último, el estudio concluye que el TLMAC tenderá a reducir el desparramamiento poblacional al incrementar la densificación en las cercanías de la ruta.

2.18 *NECESIDADES DE ENERGÍA Y MEDIDAS PROPUESTAS PARA MITIGAR Y REDUCIR EL CONSUMO ENERGÉTICO*

El proyecto que persigue proveer un sistema de transportación rápida y masiva para el Municipio Autónomo de Carolina habrá de lograr significativos ahorros energéticos al utilizar energía eléctrica para mover grandes cantidades de personas ahorrando el expendio de combustibles fósiles que emplean los sistemas de transportación individual, o sea, del vehículo propulsado por gasolina o diesel. Este ahorro se hace aún mayor cuando se considera que la eficiencia de los motores de combustión interna es mucho menor que la eficiencia de los motores eléctricos. La energía eléctrica que moverá este sistema será provista por la AEE.

Es propicio aclarar que si bien la energía eléctrica provista por la AEE se produce mediante la quema de combustible fósil (aceite Bunker, gas y otros combustibles de bajo contenido de azufre), la generación de dicha energía procede de lugares provistos con controles ambientales adecuados y en lugares donde la emisión se dispersa con rapidez, y no en calles y carreteras, donde el impacto sobre las personas es apto para causar un mayor nivel de daño a la salud.

3

IMPACTO AMBIENTAL DE LA ACCIÓN PROPUESTA Y DE LAS ALTERNATIVAS RAZONABLES CONSIDERADAS

3.1

CONSIDERACIONES SOBRE ALTERNATIVAS TOMADAS PARA ESTE PROYECTO

La incorporación en el Municipio Autónomo de Carolina de un sistema vial de transportación rápida, complementada con estaciones de trasbordo con la extensión del Tren Urbano propuesto para el MAC, constituye una alternativa que sirve para expeditar el movimiento de grandes cantidades de personas que diariamente se mueven entre estos dos municipios. La carencia de dicho sistema ha sido un causal para episodios diarios de congestión vehicular que requiere de tiempos adicionales de cada operador de un vehículo personal y de altos costos en combustibles, así como en tiempo perdido por causa de dichas congestiones. Además, el empleo del sistema propuesto reduce el gran problema de estacionamiento que existe a lo largo de toda la zona metropolitana de San Juan y municipios aledaños. El uso propuesto para este proyecto contribuirá hacia un movimiento más eficiente de usuarios y hará más viable movilizar los residentes de urbanizaciones construidas o por ser construidas en dicho Municipio.

Carolina está considerada como uno de los centros urbanos de gran capacidad y está sometido a presiones de crecimiento constantemente. A consecuencia de estas presiones de desarrollo, se ha observado un marcado crecimiento urbano que proyecta aumentos significativos para su población dentro de las próximas dos décadas. De acuerdo con los datos obtenidos del Censo del año 2000, existe una necesidad real de vivienda y que el crecimiento poblacional y la demanda por viviendas se proyectan de un modo sostenido. La construcción de viviendas unifamiliares y multifamiliares es notoria en este Municipio y va acompañada de una demanda insaciable de requerimientos viales y sistemas que permitan que las personas puedan transportarse de sus casas a sus lugares de empleo diariamente. El proyecto en consideración pretende aliviar dicha condición mediante la implantación de un sistema de transportación rápida y masiva que reduzca la necesidad del empleo de vehículos privados y que lleve a las personas lo más cerca posible a las residencias y lugares de empleo de cada uno.

Considerando los aspectos antes mencionados, podemos concluir que el proyecto propuesto, no tan solo es compatible con las proyecciones de expansión urbana del Municipio Autónomo de Carolina, sino que contribuirá a aliviar el problema de necesidad de transportar las personas que se ubicarán en los múltiples desarrollos urbanos llevándose a cabo en dicho Municipio. El impacto de la reducción de carriles para el uso de vehículos de motor y la entrada del sistema de Tranvías, producirá un equilibrio dinámico entre la demanda de transporte

(que existe en estos momentos) y la forma en que mejor se satisfará esta demanda de servicios entre las dos opciones a brindarse: vehículos personales o el empleo del Tranvía.

El desarrollo propuesto, como todos los proyectos de este tipo que requieren para su viabilidad de considerable ayuda gubernamental, es sufragado por medio de aportaciones del gobierno y puede ser ejecutado en sus diversas fases por empresas privadas de todo tipo, contratadas para esas labores.

Dada la magnitud del proyecto propuesto, será necesario expropiar algunas propiedades para dar cabida a algunos tramos de la ruta. El gobierno está facultado a expropiar propiedades cuando el interés común se superpone a los intereses privados. Para estos casos se establecen planes de expropiación y re-ubicación.

3.1.1 *Ventajas e Inconvenientes Asociados al Tranvía Liviano*

Algunas de las ventajas del tranvía liviano en general son:

- Es menos ruidoso y menos contaminante que un autobús, (por su menor consumo unitario de combustible por viajero);
- Consume menos energía eléctrica que el metro (no necesita iluminación de pasillos y andenes, y por pesar menos, necesita menos energía eléctrica), (No obstante, el uso de un sistema de sonido, como lo sería una campana, pudiera generar ruidos necesarios para advertir la presencia del tranvía ante otros usuarios de la vía pública);
- Menor impacto ambiental por pasajero en comparación con el vehículo personal;
- La construcción de su infraestructura es mucho más barata, lo que hace que sea más económico que el metro,
- La accesibilidad es más sencilla porque no hay escaleras para llegar a la mayor parte de los andenes y además hay tranvías de “Piso Bajo”, que permite ahorrar tiempo en las paradas, aumentando la velocidad comercial;
- El sistema de tren liviano es más ágil que el sistema de trenes



convencionales por ser más cortos, requerir plataformas más cortas, y tener un radio de curvatura menor, lo cual reduce la necesidad de efectuar demoliciones para permitir su paso;

- Dicho sistema permite el uso de trenes de menos extensión, lo cual permite reducir el número de unidades rodantes y acortar el tiempo de espera. Igualmente, dicho sistema permite acortar la distancia entre estaciones y reducir la distancia que deben caminar sus usuarios para alcanzarlas.
- El costo de un sistema de trenes livianos es considerablemente menor al del “tren urbano” y ofrece más agilidad en una zona urbana donde las vías de rodaje son angostas y el tránsito es pesado;
- Entrelaza su trayecto con los trayectos más largos de un metro o tranvía para atender las necesidades de transportación masiva dentro de ciudades o zonas densamente pobladas;
- Cuando no están conectados por medio de catenarias aéreas, los sistemas de tranvías livianos alimentados por electrodos subterráneos, conocidos como “alimentation par le sol” en francés, o APS, se mezclan más fácilmente con el entorno urbano;
- Aunque los Trenes Livianos son más costosos que el Sistema de Transporte Rápido de Autobuses (BRT), el uso de autobuses tiene una vida útil menor y están más aptos a sufrir accidentes, además de verse seriamente afectados por el tránsito en las vías y carreteras por las cuales compiten por espacio, lo que derrota su razón de ser;
- Los autobuses, no obstante, serán empleados para cubrir zonas más distantes de las estaciones, actuando como “alimentadores” del sistema. De esta forma se propiciará un uso más exhaustivo del TLMAC.



Las desventajas del tranvía son:

- Rigidez de sus recorridos, que no les permite esquivar un obstáculo que hubiera sobre la vía, como la tienen los autobuses eléctricos que no requieran un canal asignado exclusivamente para ellas;
- Requieren el compromiso de carriles de circulación que, de no emplearse para el tren liviano, estarían disponibles para su uso por vehículos de motor. Esto tiende a incrementar la congestión de tránsito en las vías donde el tren se encuentre presente;

- Mayor costo, tanto de la infraestructura como de los vehículos (en relación a los autobuses), aunque es mucho más barato que el metro;
- Menor capacidad y velocidad (en relación al metro), en parte causado por la necesidad de transitar por vías compartidas con los vehículos de motor;
- Pueden causar problemas con el tráfico, debido a que se necesita reducir uno o más carriles de circulación: uno cuando va en un lateral, y dos carriles si el sistema va por el centro de la vía y necesita apeaderos en ambos lados;
- En el caso de Carolina, la presencia del Tranvía puede afectar el número de vehículos de motor que puedan pasar por un área dada, el estacionamiento de clientes frente a negocios, y la habilidad para la carga y descarga de camiones que suplan a los negocios donde el Tranvía pase por su frente;
- Similarmente, la presencia del sistema de Tranvías a ubicarse sobre áreas desarrolladas puede crear conflictos con infraestructura existente. Este problema ha sido considerado como inevitable ante la magnitud del efecto adverso causado por el uso de carriles utilizados hoy por los negocios. O sea, es preferible alterar el paso de la infraestructura existente y evitar los efectos sobre el comercio;
- Los análisis socio-económicos efectuados para este proyecto indican que en varios lugares algunos efectos negativos sobre algunos comercios ocurrirán. No obstante, en la mayor parte de ellos hay alternativas que lo subsanan (ver **Apéndice E**);
- Radios de curvatura cortos tienden a propiciar la generación de ruidos según las ruedas se ven forzadas a girar en el plano lateral. Esto puede reducirse aliviando los radios de curvatura o con frecuentes aplicaciones de grasas en dichos lugares (ver **Apéndice A**).

3.1.2 *Estudio de Alternativas a Rutas del Tranvía Liviano del Municipio Autónomo de Carolina*

En el transcurso del desarrollo de las diversas alternativas para la ruta a seguirse por el TLMAC, se exploraron posibles rutas alternas y cada una de ellas fue evaluada en cuanto a los puntos favorables y desfavorables que conllevan. La alternativa que hoy se denomina como la “Número 3” es una combinación de las dos primeras que fueron estudiadas, con enmiendas significativas que la convierten en una tercera opción. No obstante a lo anterior, dicha opción ha sido revisada también para añadir factores adicionales relativos al servicio del Aeropuerto Internacional y a diversos modos para reducir factores conducentes a mayores congestiones del tránsito.

Los detalles sobre las alternativas evaluadas y la que consta como la seleccionada, aparecen discutidas en los siguientes lugares del estudio efectuado y publicado como el Volumen 1, *Informe Final del Estudio sobre Validación de la Ruta para el Tranvía de Carolina*, el cual se presenta como el **Apéndice B** de esta DIA-P: (No damos los detalles de estas alternativas y sus evaluaciones particulares ya que son extensos, por lo que sugerimos que las secciones de este Apéndice sean estudiados por el lector y evaluados conforme a los detalles brindados).

- Revisión de Alternativas en Alto Nivel: En esta sección se presentan las primeras dos rutas alternas con sus factores positivos y negativos. Esto se presenta en la Sección 3 del **Apéndice B**.
- Revisión y Definición de las Alternativas: Esta sección entra en segmentos individuales de cada alternativa y expone sus factores positivos y negativos en forma integral. Esto se puede ver en la Sección 4 del **Apéndice B**. El nivel de detalle en que se entra puede deducirse de que toma 101 páginas presentar esta fase del estudio.
- Evaluación Comparativa de Alternativas: En esta Sección se recopilan los elementos positivos y negativos de las secciones anteriores y se presentan criterios de peso para asignar un valor numérico que permita un análisis comparativo que permita seleccionar la alternativa de mayor ventaja. Esto se hace y una copia de la tabla final que presenta estos datos la hemos incluido como **Tabla 3.3** de esta DIA-P. En el **Apéndice B**, esto se puede ver en su Sección 5.

Según indicado, la Tabla 3.1 de dicho informe nos presenta una evaluación de criterios de selección y la puntuación asignada a cada parámetro. De esta evaluación puede verse que los parámetros de evaluación brindan resultados relativamente cerrados, si bien la Alternativa Número 3 resulta la más ventajosa, siendo los parámetros de evaluación los siguientes:

- Servicio a centros de actividad social de importancia
- Acceso al sistema desde lugares de importancia
- Capacidad de expansión futura
- Movimiento flexible entre áreas interurbanas de importancia
- Movimiento flexible entre áreas intraurbanas
- Relación a calles y carreteras y los efectos sobre éstas
- Número de casas o residencias servidas
- Número de empleados servidos por la alternativa

- Requerimiento de expropiaciones
- Compatibilidad con uso de terrenos
- Oportunidades para el desarrollo económico
- Impactos ambientales
- Servicio a residencias desprovistas de autos personales
- Servicio a personas incapacitadas
- Servicio a personas de bajos ingresos
- Capital requerido para su construcción
- Costos operativos

Tabla 3.1 Evaluación de Criterios en Selección de Alternativas

Categoría de Evaluación		Escala Clasificación (Ver nota)			
Criterios de Evaluación	Medidas de Evaluación	Alternativa			
		1	2	3	
A. Movilidad de Viajes					
A.1	Conectividad a Destinos/Centros Actividad Mayores	Acceso a destinos claves	●	⊙	●
A.2	Conectividad del Sistema	Puntos conexión entre modalidades	●	⊙	●
A.3	Capacidad Expansión/Extensión	Medidas cualitativas	⊙	⊙	⊙
A.4	Necesidades Movilidad Interurbano	Medidas cualitativas	⊙	⊙	⊙
A.5	Necesidades Movilidad Intraurbano	Medidas cualitativas	⊙	○	●
A.6	Relación con Operaciones de Tránsito	Kilómetros-carriles e impacto en nivel de servicio (LOS)	○	⊙	●
A.7	Número de Residentes Servidos	Número dentro de 800 m de las estaciones	⊙	⊙	●
A.8	Número de Empleados Servidos	Número relativo dentro de las cercanías de las estaciones	⊙	○	●
B. Comunidad y Ambiental					
B.1	Expropiaciones Requeridas	Medidas cualitativas comparando alternativas	⊙	●	○
B.2	Compatibilidad con Usos de Terrenos	Medidas cualitativas basadas en usos terrenos adyacentes	⊙	⊙	●
B.3	Oportunidades para Desarrollo Económico	Evaluación cualitativa de oportunidades de desarrollo	⊙	○	●
B.4	Impacto Ambiental	Extensión y severidad de impactos a áreas naturales sensitivas y árboles	⊙	⊙	○
C. Igualdad Social/Justicia Ambiental					
C.1	Residentes "Cero-Carro"	% dentro 800 m de estaciones	⊙	⊙	⊙
C.2	Personas con Incapacidad	% dentro 800 m de estaciones	⊙	⊙	⊙
C.3	Residentes de bajo ingreso	% dentro 800 m de estaciones	⊙	⊙	⊙
D. Factores Económicos					
D.1	Costo Construcción	Costo construcción Relativo	⊙	⊙	○
D.2	Operating Cost	Costo operación Relativo	⊙	⊙	⊙
SUMMARY					
	Número Total de Puntos-ALTO ●	Número multiplicado por 2	3	2	8
	Número Total de Puntos-MOD. ⊙	Número multiplicado por 1	13	11	6
	Número Total de Puntos-BAJO ○	Número multiplicado por 0	1	4	3
PUNTUACIÓN TOTAL			19	15	22
○	Clasificación Baja: La alternativa satisface mínimamente el criterio				
⊙	Clasificación Moderada: La alternativa satisface moderadamente el criterio				
●	Clasificación Alta: La alternativa satisface altamente el criterio				

3.1.3

Enumeración de Impactos Atribuibles al Proyecto

Los impactos del proyecto de construcción y operación de un tranvía liviano, instalado sobre una ciudad cuyo diseño no consideró la eventual incorporación de tal sistema, puede tener los siguientes efectos, entre otros:

- Pérdida de capacidad de acarreo de vehículos de motor al reducir el número de canales disponibles.
- Generación de congestión en las vías donde se pierdan carriles para dar cabida al TLMAC.
- Necesidad de adquirir terrenos donde acomodar secciones del proyecto para reducir el impacto negativo de la congestión vehicular.
- Necesidad de reconstruir sistemas de drenajes y de troncales de recolección de aguas servidas, presentes particularmente en sectores donde tales sistemas se encuentran sobre la parte central de las calles y carreteras.
- Necesidad de remover estacionamientos y áreas de carga y descarga de comercios, donde dichas áreas coinciden con las vías por las que pasa el tren.
- Necesidad de remover o recortar árboles en las áreas donde el sistema de energizar los vagones es provista por tomas y líneas aéreas ubicadas sobre los trenes y sostenidas por postes.
- Dificultad para operar sistemas de recogido de basuras en zonas donde los camiones deban pasar cercanos o directamente sobre el área de paso de los trenes. Dicha condición también estará presente en lo relativo a la movilidad de vehículos de respuesta a emergencias.
- Necesidad de identificar, proteger o restaurar estructuras históricamente valiosas que pudieran afectarse por demoliciones requeridas para dar paso a la red vial del proyecto.
- Necesidad de demoler estructuras existentes que obstaculizan la construcción y operación del sistema de trenes en virtud de la escasez de terrenos.
- La necesidad de combinar la instalación de la red vial del tren, el aumento en la anchura de las calles y la reconstrucción de éstas con sus infraestructuras subterráneas, se constituyen en un proyecto de reconstrucción de las calles, en áreas significativamente afectadas (ver Página 4-14 del informe de PBS&J Caribe Engineering).
- Necesidad de desviar el paso del Tranvía para que pase sobre sistemas naturales aún no expuestos a pasos vehiculares. De esta forma se tratará de evitar el surgimiento de conflictos por el uso de unos carriles de tránsito por el tren y por los automóviles. El conflicto que surja por el empleo de áreas

naturales se resolverá empleando medidas de mitigación en el propio predio donde éstas sean detectadas.

La **Tabla 3.2** compara los impactos anticipados del proyecto para cada una de las alternativas, tramo por tramo. Asimismo, la **Tabla 3.3** muestra una descripción de las fortalezas y debilidades de cada Alternativa. Esta tabla muestra claramente que la Alternativa #3 es la mejor.

Tabla 3.2 Comparación de Impactos Anticipados por Alternativa

Vista	Descripción del Impacto
Alternativa 1	
Vista 1:	No se anticipa impacto ambiental significativo.
Vista 2:	No se anticipa impacto ambiental significativo. Existen árboles juveniles recientemente plantados en el centro de servicios municipales que serían removidos y replantados.
Vista 3:	No se anticipa impacto ambiental significativo.
Vista 4:	No se anticipa impacto ambiental significativo.
Vista 5:	No se anticipa impacto ambiental significativo, pero se deberán tomar medidas para evitar impactar varios árboles que podrían ser parte de un proyecto de mitigación previo.
Vista 6:	Algunos árboles <i>Laguncularia racemosa</i> , <i>Albizia spp</i> y <i>Terminalia catappa</i> se encuentran al final de Los Ángeles. Estos impactos pueden ser evitados por medio del diseño de estructuras elevadas.
Vista 7:	Ocurrirán impactos en humedales mixtos herbáceos, mayormente compuestos por <i>Eleocharis spp</i> , <i>Paspalum spp</i> , <i>Scirpus spp</i> , <i>Typha domingensis</i> y <i>Casuarina equisetifolia</i> . Porciones altas compuestas de árboles <i>Albizia spp</i> y <i>Rostoisonea borinquena</i> serán impactadas. Se condujo WRAP en esta sección y resultó con una puntuación de 0.50. La baja anotación se debe a alteraciones antropogénicas en y alrededor del humedal, al igual que en los alrededores de las áreas urbanas.
Vista 8:	Ocurrirán impactos a más de 500 árboles <i>Albizia spp</i> . Igualmente, ocurrirán impactos a humedales herbáceos, mayormente compuestos por <i>Eleocharis spp</i> , <i>Paspalum spp</i> , <i>Scirpus spp</i> , <i>Typha domingensis</i> y <i>Casuarina equisetifolia</i> .
Vistas 9 y 10:	Ocurrirán impactos a varios árboles maduros de <i>Swietenia mahagoni</i> , <i>Delonix regia</i> , <i>Tabebuia heterophylla</i> y <i>Bucida buceras</i> (aproximadamente 15).
Vista 11:	Es muy probable que ocurran impactos a varios árboles maduros de <i>Swietenia mahagoni</i> y <i>Bucida buceras</i> localizados a lo largo del costado de la carretera.
Vistas 12, 13, y 14:	Ocurrirán impactos en uno de los costados de la carretera. Ambos costados poseen contienen tramos largos con más de 100 árboles en cada lado, lo que representa un impacto significativo. Tres especies son <i>Tabebuia glomerata</i> , <i>Pterocarpus indicus</i> y <i>Roystonea borinquena</i> .
Vista 15:	No se anticipa impacto ambiental significativo.
Vista 16:	Varios árboles maduros serán impactados a lo largo del costado de la carretera. Estos incluyen <i>Mangifera indica</i> , <i>Artocarpus altis</i> , <i>Ceiba pentandra</i> , <i>Cocos nucifera</i> , <i>Roystonea borinquena</i> , <i>Terminalia catappa</i> , <i>Delonix regia</i> , y <i>Spondias mombin</i> .

Vista	Descripción del Impacto
Vista 17:	Varios árboles serán impactados (<i>Spathodea campanulata</i> , <i>Delonix regia</i> , <i>Terminalia catappa</i> , y <i>Cocos nucifera</i>). Muy probablemente se impactará un gran árbol <i>Samanea samán</i> localizado al lado de los Monserrate Towers.
Vista 18:	No se anticipa impacto ambiental significativo.
Vistas 19 y 20:	Varios árboles <i>Bucida buceras</i> serán impactados a lo largo del costado de la carretera.
Vista 21:	No se anticipa impacto ambiental significativo.
Vista 22:	Esta sección podría resultar en impactos a árboles maduros de <i>Albizia lebbek</i> .
Vistas 23 y 24:	Esta sección podría resultar en la remoción de aproximadamente seis árboles maduros de <i>Delonix regia</i> y <i>Terminalia catappa</i> .
Vista 25:	Esta sección podría resultar en impactos a árboles juveniles de <i>Bucida buceras</i> plantados en el área urbana.
Vista 26:	Esta sección propone usar una sección del Puente existente sobre el Río Loiza. Debido a las condiciones existentes del puente, se espera que se construya un Nuevo puente, lo que impactará secciones del Río Loiza y su rivera.
Vista 27:	No se anticipa impacto ambiental significativo.

Alternativa 2	
Vista 2:	No se anticipa impacto ambiental significativo. Existen árboles juveniles recientemente plantados en el centro de servicios municipales que serían removidos y replantados.
Vista 3:	No se anticipa impacto ambiental significativo.
Vista 4:	No se anticipa impacto ambiental significativo.
Vista 5:	No se anticipa impacto ambiental significativo, pero se deberán tomar medidas para evitar impactar varios árboles que podrían ser parte de un proyecto de mitigación previo.
Vista 6:	Algunos árboles <i>Laguncularia racemosa</i> , <i>Albizia spp</i> y <i>Terminalia catappa</i> se encuentran al final de Los Ángeles. Estos impactos pueden ser evitados por medio del diseño de estructuras elevadas.
Vista 7:	Ocurrirán impactos en humedales mixtos herbáceos, mayormente compuestos por <i>Eleocharis spp</i> , <i>Paspalum spp</i> , <i>Scirpus spp</i> , <i>Typha domingensis</i> y <i>Casuarina equisetifolia</i> . Porciones altas compuestas de árboles <i>Albizia spp</i> y <i>Rostoisonea borinquena</i> serán impactadas. Se condujo WRAP en esta sección y resultó con una puntuación de 0.50. La baja anotación se debe a alteraciones antropogénicas en y alrededor del humedal, al igual que en los alrededores de las áreas urbanas.
Vista 8:	Ocurrirán impactos a más de 500 árboles <i>Albizia spp</i> . Igualmente, ocurrirán impactos a humedales herbáceos, mayormente compuestos por <i>Eleocharis spp</i> , <i>Paspalum spp</i> , <i>Scirpus spp</i> , <i>Typha domingensis</i> y <i>Casuarina equisetifolia</i> .
Vistas 9 y 10:	Ocurrirán impactos a varios árboles maduros de <i>Swietenia mahagoni</i> , <i>Delonix regia</i> , <i>Tabebuia heterophylla</i> y <i>Bucida buceras</i> (aproximadamente 15).
Vista 11:	Es muy probable que ocurran impactos a varios árboles maduros de <i>Swietenia mahagoni</i> y <i>Bucida buceras</i> localizados a lo largo del costado de la carretera.
Vistas 12, 13, y 14:	Ocurrirán impactos en uno de los costados de la carretera. Ambos costados poseen contienen tramos largos con más de 100 árboles en cada lado, lo que representa un impacto significativo. Tres especies son <i>Tabebuia glomerata</i> , <i>Pterocarpus indicus</i> y <i>Roystonea borinquena</i> .

Vista	Descripción del Impacto
Vista 21:	No se anticipa impacto ambiental significativo.
Vista 22:	Esta sección podría resultar en impactos a árboles maduros de <i>Albizia lebbek</i> .
Vistas 23 y 24:	Esta sección podría resultar en la remoción de aproximadamente seis árboles maduros de <i>Delonix regia</i> y <i>Terminalia catappa</i> .
Vista 25:	Esta sección podría resultar en impactos a árboles juveniles de <i>Bucida buceras</i> plantados en el área urbana.
Vista 28:	Ocurrirán impactos a varios árboles de <i>Albizia spp</i> a lo largo del costado de la carretera y a una zanja. La zanja será cruzada por la ruta, pero se pueden hacer modificaciones para reducir el impacto al humedal.
Vista 29:	Cientos de arbustos de mangle serán impactados con esta alternativa. Estos están localizados adyacentes al Canal Suárez. Se anticipan impactos significativos al humedal. Árboles de <i>Albizia spp</i> y <i>Terminalia catappa</i> están presentes en el área.
Vistas 30, 31, y 32:	Numerosos árboles serán impactados a lo largo de esta sección. Estos incluyen, pero no se limitan a <i>Albizia spp</i> , <i>Ficus elastica</i> , <i>Mangifera indica</i> , <i>Artocarpus altis</i> , <i>Ceiba pentandra</i> , <i>Cocos nucifera</i> , <i>Roystonea borinquena</i> , <i>Terminalia catappa</i> , <i>Rhizophora mangle</i> , <i>Avicennia germinans</i> , <i>Laguncularia racemosa</i> y <i>Spondias mombin</i> . Viejas chozas, casas y estructuras localizadas adyacentes al Canal Blasina serán removidas con esta alternativa.
Vistas 34, 35, y 36:	Esta sección será impactada a lo largo del costado de la carretera. Aproximadamente 100 <i>Bucida buceras</i> serán removidos.
Vistas 36, 37, y 38:	Esta sección será impactada a lo largo del costado de la carretera. Aproximadamente 40 <i>Conocarpus erectus</i> serán removidos.

Alternativa 3

Vista A:	No hay impacto ambiental significativo. Existen árboles juveniles recientemente plantados en el centro de servicios municipales que serían removidos y replantados.
Vista B:	Ocurrirán impactos significativos a numerosos arbustos de mangle (<i>Rhizophora mangle</i> , <i>Avicennia germinans</i> , <i>Laguncularia racemosa</i> , y <i>Conocarpus erectus</i>), herbaceous wetlands, <i>Albizia spp</i> , <i>Leucaena glauca</i> , y <i>Delonix regia</i> .
Vista C:	Son los mismos impactos de la Vista B.
Vista D:	Ocurrirán impactos en esta sección donde el riel cruza el canal de drenaje. Este canal descarga del Aeropuerto Internacional Luis Muñoz Marín (LMMIA) al Canal Suárez. Los árboles afectados incluyen <i>Rhizophora mangle</i> , <i>Laguncularia racemosa</i> , <i>Albizia spp</i> , <i>Bucida buceras</i> , <i>Calophyllum brasiliense</i> y <i>Terminalia catappa</i> . Ocurrirán impactos a lo que parecen ser más de 100 árboles juveniles recién plantados.
Vista E:	Algunos árboles <i>Laguncularia racemosa</i> , <i>Albizia spp</i> y <i>Terminalia catappa</i> se encuentran al final de Los Ángeles. Estos impactos pueden ser evitados por medio del diseño de estructuras elevadas. La evitación de impactos en esta sección es excelente en la Calle Paseo de los Flamboyanes.
Vista F:	Ocurrirán impactos en humedales herbáceos, mayormente compuestos por <i>Eleocharis spp</i> , <i>Paspalum spp</i> , <i>Scirpus spp</i> , <i>Typha domingensis</i> y <i>Casuarina equisetifolia</i> . Ocurrirán impactos en humedales mixtos herbáceos, mayormente compuestos por <i>Eleocharis spp</i> , <i>Paspalum spp</i> , <i>Cyperus spp</i> , <i>Scirpus spp</i> , <i>Typha domingensis</i> y <i>Casuarina equisetifolia</i> . Porciones altas compuestas de árboles <i>Albizia spp</i> y <i>Roystonea borinquena</i> serán impactadas. Se condujo WRAP en esta sección y resultó con una puntuación de 0.50. La baja anotación se debe a alteraciones antropogénicas en y alrededor del humedal, al igual que en los alrededores de las áreas urbanas.

Vista	Descripción del Impacto
Vista G:	Ocurrirán impactos a más de 500 árboles <i>Albizia spp</i> , al igual que a las secciones del humedal mencionados en la Vista F.
Vista H:	Esta sección consiste de una zanja abierta que descarga al Canal Suárez. La calidad del agua es extremadamente mala, pero varias especies de árboles crecen a su costado. Entre ellos podemos mencionar <i>Albizia procera</i> , <i>Bucida buceras</i> , <i>Thespesia populnea</i> , <i>Cecropia schreberiana</i> , <i>Cocos nucifera</i> , <i>Terminalia catappa</i> y más de 50 árboles <i>Bucida buceras</i> . Plantas herbáceas incluyen <i>Cyperus spp</i> y <i>paspallum spp</i> , entre otros.
Vista I:	Ocurrirán los mismos impactos al canal mencionados en la Vista H.
Vista J:	Varios árboles maduros serán impactados a lo largo del costado de la carretera. These include <i>Mangifera indica</i> , <i>Artocarpus altils</i> , <i>Ceiba pentandra</i> , <i>Cocos nucifera</i> , <i>Roystonea borinquena</i> , <i>Terminalia catappa</i> , <i>Delonix regia</i> , y <i>Spondias mombin</i> .
Vista K:	No se anticipa impacto ambiental significativo.
Vista L:	No se anticipa impacto ambiental significativo, excepto varios árboles en el area propuesta para la estación.
Vista M:	Esta sección incluye impactos a numerosos árboles al costado de Plaza Carolina (<i>Albizia spp</i> , <i>Swietenia mahagoni</i> , <i>Pterocarpus indicus</i> , <i>Terminalia catappa</i> , <i>Tabebuia heterophylla</i> , <i>Sabal causiarum</i> , y <i>Samanea samán</i>).
Vista N:	Esta sección propone cruzar el Canal Blasina, que es parte del Sistema Estuarino de la Bahía de San Juan. Ocurrirán impactos a los sistemas de humedales asociados con el canal. Además, podrían haber impactos a varios árboles, incluyendo <i>Roystonea borinquena</i> , <i>Cocos nucifera</i> , y <i>Albizia lebbek</i> .
Vista O:	Esta sección podría resultar en impacts to mature <i>Albizia lebbek</i> trees. Esta ruta también impactará áreas asociadas con dos canales, que a su vez resultarían en impactos a los humedales asociados con estos.
Vistas P, Q, y R:	No hay impacto ambiental significativo. Ocurrirán impactos a varias estructuras antiguas, lo que requerirá muestrear para asbesto y plomo para proteger la salud humana. El complejo deportivo posee un árbol maduro de <i>Ficus citrifolia</i> , al igual que otros <i>Tabebuia heterophylla</i> , <i>Bucida buceras</i> y <i>Swietenia mahagoni</i> .
Vista S:	Varios árboles juveniles de <i>Bucida buceras</i> serán impactados a lo largo de la carretera. Ocurrirán impactos a varias estructuras antiguas, lo que requerirá muestrear para asbesto y plomo para proteger la salud humana.
Vistas T y U:	Ocurrirán impactos en uno de los costados de la carretera. Ambos costados poseen contienen tramos largos con más de 100 árboles en cada lado, lo que representa un impacto significativo. Tres especies son <i>Tabebuia glomerata</i> , <i>Pterocarpus indicus</i> y <i>Roystonea borinquena</i> .
Vista V:	Ocurrirán impactos al canal existente (alcantarilla). Dado a que este canal es de cemento, no contiene vegetación y no se esperan impactos ambientales significativos.
Vistas W y X:	Ocurrirán impactos a varios árboles juveniles al costado de la carretera.
Vista X:	Varios árboles maduros de <i>Bucida buceras</i> y <i>Swietenia mahagoni</i> localizados en el centro de la Avenida Monserrate serán impactados.
Vistas Y, Z, y AA:	Esta sección se propone construirse adyacente de un área de humedal. El diseño debe evitar impactos al canal y al humedal. Varios árboles serán impactados (<i>Spathodea campanulata</i> , <i>Delonix regia</i> , <i>Terminalia catappa</i> , y <i>Cocos nucifera</i>). Muy probablemente ocurrirán impactos a un gran árbol <i>Samanea samán</i> localizado al lado de los Monserrate Towers.
Vistas AA y BB:	No se anticipa impacto ambiental significativo.

Vista	Descripción del Impacto
Vistas BB, CC, y DD:	Esta sección será impactada a lo largo del costado de la carretera. Aproximadamente 100 <i>Bucida buceras</i> serán removidos.
Vistas DD, EE, y FF:	Esta sección será impactada a lo largo del costado de la carretera. Aproximadamente 40 <i>Conocarpus erectus</i> serán removidos.

Tabla 3.3 *Resumen de Fortalezas y Debilidades por Alternativa*

Alternativa 1	
Fortalezas y Debilidades	Comentarios
Fortalezas	
Tiene menor efecto ambiental que las otras alternativas.	Utiliza más calles existentes para la ruta.
Provee buena conexión a los usos del terreno y conexión a otros medios de transportación.	Incluye una extensión al Este de la Ciudad Roberto Clemente.
Menor adquisición de terrenos.	Utiliza más calles existentes para la ruta.
Nivel de oportunidad razonable para desarrollos futuros orientados al tránsito.	
Debilidades	
Impacto mayor en la capacidad de las carreteras existentes y el tráfico.	Utiliza más calles existentes para la ruta.
Menos compatible en términos de usos residenciales y el efecto en el entramado urbano existente.	Desplazamiento de las carreteras altera significativamente el acceso a propiedades y la circulación.
Un poco más cara que la Alt. 2.	
Alternativa 2	
Fortalezas y Debilidades	Comentarios
Fortalezas	
Alternativa menos cara.	La construcción de parte de la segunda ruta es menos cara.
Tiene impacto ambiental algo mayor que la Alt. 1 pero menos que la Alt. 3.	Parte de la segunda ruta corre a través de terrenos sin desarrollar en la parte Noreste del MAC.
Menor costo de adquisición de terrenos.	
Debilidades	
Menor acceso a centros de actividad mayores.	

Menor nivel de oportunidad para desarrollos futuros orientados al tránsito en los alrededores de las estaciones.

Se anticipa serviría a menos centros de empleo.

Alternativa 3	
Fortalezas y Debilidades	Comentarios
<i>Fortalezas</i>	
Movilidad clasificada como alta, con buen acceso a la mayor parte del MAC y sus centros de actividad, y personas con posibilidad de utilizarlo.	Corridas preliminares de modelos de demanda demuestran un uso significativamente mayor para la Alt. 3. La ruta provee mayor disponibilidad a más residentes y empleados.
Ofrece una mayor compatibilidad con el entramado urbano y mayores oportunidades para desarrollos futuros orientados al tránsito.	Evita el uso de calles existentes y, por lo tanto, efectos adversos en el tránsito y la estética de las áreas residenciales.
Crea mucho menos impacto en el tránsito debido al desplazamiento de vías y debido a impactos en las intersecciones.	Significativamente menos impacto que las Alternativas 1 y 2.
<i>Debilidades</i>	
Costo de construcción levemente mayor que las Alt. 1 y 2.	La Alt. 3 es levemente más extensa que las otras alternativas, pero posee un costo menor por unidad de longitud.
Requiere alguna adquisición de terreno mayor.	Estos terrenos permiten que esta ruta reduzca sus impactos en las carreteras existentes y las intersecciones.
Tiene un impacto ambiental un poco mayor.	Efectos mínimos en las carreteras, pero, utiliza varios drenajes para su ruta.

3.2

CONSIDERACIONES SOBRE ALTERNATIVAS TOMADAS DE NO LLEVAR A CABO LA ACCIÓN PROPUESTA (ALTERNATIVA DE “NO HACER NADA”)

El proyecto está localizado en forma tal que pueda servir las necesidades de transportación rápida y masiva del máximo número de residentes del Municipio Autónomo de Carolina, que para satisfacer sus necesidades de transporte dentro y fuera del Municipio puedan hacer uso de este tipo de transporte. No llevar a cabo el proyecto limitaría el potencial desarrollo económico, urbanístico y social del área propuesta. Este proyecto hace posible condiciones de transporte efectivo que habilita el desarrollo residencial del Municipio Autónomo de

Carolina. Mantener la condición actual actuaría como un creciente impedimento hacia el desarrollo futuro del Municipio.

La alternativa de no acción, no puede ser considerada en este escenario, toda vez que el propósito fundamental de evaluar este sistema de transporte es impostergable, ya que la situación actual es grave y exige de una alternativa que no requiera mayor número de carreteras y mayor número de vehículos privados. Tal condición agrava un problema existente, por lo que urge una acción positiva y tendiente a resolver el problema descrito.

Este proyecto ha tomado en consideración otros factores previos a seleccionar las alternativas que han sido consideradas, tales como:

- Rutas más convenientes.
- Cobertura del sistema de tranvías en las diversas áreas del Municipio.
- Reducciones en número de carriles, donde fuere necesario.
- Tipo, tamaño y ubicación de estaciones.
- Lugares para posible trasbordo.
- Para cada caso, los efectos que pudieran tener sobre los vecindarios potencialmente afectados.
- Lugares donde es necesario demoler edificaciones existentes.
- Se consideraron, además, factores como movimiento de tierra y los efectos que pueda tener sobre las áreas circundantes.
- Impactos del proyecto sobre manglares y humedales.

Además a las evaluaciones de condiciones aplicables al proyecto del TLMAC, también se han planteado y evaluado alternativas que nos permitan asegurarnos de que estamos mirando en la dirección correcta en cuanto a la propia alternativa del sistema de trenes livianos. Nos referimos a los estudios efectuados durante el año 2005 por la empresa Innovative Transport, Inc., junto a SEMALY, (ITI-Semaly). Una breve sinopsis de los resultados de dicho estudio es como sigue:

- Sistema de Transporte Rápido de Autobuses (BRT)
 - Consiste de un sistema de autobuses que pueden moverse impulsadas por motores diesel o por energía eléctrica alimentada por catenarias en sus techos que la sustraen de cables eléctricos sostenidos por postes y alimentadores.

- Estos autobuses pueden ser auxiliados en su operación por sistemas detectores electrónicos que son pintados sobre la carretera y mantienen al vehículo en su ruta.
- Los sistemas electrónicos sirven para mantener la ruta, pero quitan flexibilidad al conductor para evadir obstáculos que pudieran contribuir a demorar al autobús.
- El sistema añade un vehículo más a la congestión, de ir en la misma dirección a los demás, por lo que no ayuda a aliviar la condición presente.
- Para evadir el efecto anterior, el autobús pudiera ser usado sobre un carril exclusivo, lo cual tiende a remover un carril en las calles ya congestionadas.
- Dos tipos de autobuses han sido considerados: uno que se mueve libremente bajo sus catenarias eléctricas, y otros para los cuales se han hecho guías electrónicas o canales que impiden su movimiento lateral.
- Dicho sistema requiere mucho personal operativo, se sirve de unidades individuales que tienen bajo potencial de acarreo y no toma ventaja de la tecnología de transporte rápido que motiva este proyecto.
- El sistema eléctrico tiene la desventaja de no añadir capacidad de acarreo de pasajeros y al mismo tiempo requiere de la adición de sistemas de provisión de energía eléctrica con toda la infraestructura que eso requiere.
- Por el sistema carecer de ventajas sobre lo existente y no prometer alivio alguno en el futuro, esta alternativa fue descartada.
- Tren Urbano para el Municipio Autónomo de Carolina (Metro)
 - Esta alternativa es similar al sistema de Tren Urbano que sirve al Municipio de San Juan en estos momentos.
 - La ventaja de este sistema es que permite mayores velocidades en trayectos donde no se tenga que detener con mucha frecuencia al llegar a intersecciones.
 - El sistema también permite mayores capacidades de acarreo, por contar con múltiples vagones y ser éstos de mayor tamaño.
 - Por ser de mayor tamaño, su radio de viraje es amplio y su implementación sobre las relativamente estrechas vías del Municipio requerirá múltiples demoliciones que hacen virtualmente imposible su implementación.
 - Las múltiples intersecciones que caracterizan las rutas que son típicas del Municipio le quitan velocidad al sistema y por su longitud causan demoras, ya que el tren detenido obstaculiza el paso de vehículos que

traten de cruzar su camino. Por su longitud, las estaciones de abordaje son también de mayor tamaño y requieren una mayor inversión, mientras que también acortan la distancia entre estaciones y sirven para demorar su desplazamiento.

- Un sistema de esta naturaleza puede hacerse viable de construirse bajo tierra o elevado, cosa de que el tránsito terrestre no lo obstaculice. Tal obra sería altamente costosa y crearía serios conflictos con la infraestructura existente.
- La construcción de las estructuras necesarias para el sistema de trenes elevados en una ciudad altamente congestionada y de vías relativamente angostas, puede generar condiciones de vida totalmente inaceptables, tanto para residencias como para usos comerciales.

Las desventajas de tal sistema hacen imposible su implementación en una ciudad que se caracteriza por calles relativamente angostas, virajes abruptos en las esquinas, compleja infraestructura existente bajo las vías de rodaje, un nivel freático relativamente llano y de grandes acarreos de personas en vagones que no están diseñados para capacidades menores.

- Tranvía Liviano Sobre Rieles (LRT)
 - Este sistema emplea vagones relativamente cortos y angostos, de tal suerte que las estaciones que se requieren son de menor longitud y más aptas para una ciudad congestionada.
 - El menor tamaño y anchura de los vagones permite un menor radio de giro, por lo que las unidades pueden doblar las esquinas con una necesidad menor de demoliciones.
 - El ancho de estas unidades es menor así como sus requerimientos de infraestructura. Por tal razón, su requerimiento de espacio en las vías públicas es menor que las que requieren las unidades similares al Tren Urbano.
 - Las unidades son más livianas, por lo que su infraestructura no tiene que ser tan masiva como la de un Tren Urbano y su tiempo de construcción es también menor.
 - Un número relativamente pequeño de vehículos es suficiente para proveer el servicio requerido para suplir las necesidades del Municipio. Esto constaría de 21 vagones, los cuales normalmente operarían en grupos de dos. La vida útil del sistema de trenes es de unos 30 años, con una vida útil de la infraestructura de 50 años.

Por las características y requerimientos de las diversas alternativas estudiadas, se concluye que un sistema de Tranvías Livianos sobre Rieles ofrece las mayores ventajas para aliviar condiciones de tránsito pesado en una ciudad congestionada, como lo es el Municipio Autónomo de Carolina. La construcción de túneles bajo tierra por donde acomodar el paso de sistemas de Tren Urbano o la construcción de extensos puentes que mantengan elevado el sistema vial de éstos, son elementos que añaden un enorme costo al proyecto y no añaden valor de manera tal que lo hagan viable financieramente. Por consiguiente, el sistema de Tren Liviano se constituye en la mejor alternativa para este proyecto.

LISTA DEL PERSONAL CIENTÍFICO QUE PARTICIPÓ EN LA PREPARACIÓN DE LA DIA Y SUS CALIFICACIONES

- Carlos M. Jiménez Barber, ERM
- Pedro J. Rivera, ERM
- Damaris Negrón, ERM
- Eduardo del Río, ERM
- Jorge Rodríguez, ERM
- Developers & Planners, Inc. – Desarrollo del Proyecto para AFI
- Terra Mar Environmental Corporation – Estudio de Flora y Fauna
- Archaeology & History Professional Services, Maritza Torres-Martínez, PhD, Arqueóloga Profesional Registrada
- Ecoaventuras Environmental Consultants – Delimitación de Aguas Jurisdiccionales
- EH&S Consultants, Inc. – Estudio de Ruido
- Advance Research Center, Inc. – Estudio Socioeconómico y Justicia Ambiental
- Harris, Miller, Miller & Hanson, Inc. – Estudio de Vibración

LISTA DE LAS AGENCIAS, ENTIDADES O PARTICULARES QUE HAYAN SIDO CONSULTADOS SOBRE EL PROYECTO PREVIO A LA PREPARACIÓN DE LA DIA Y A QUIENES SE LES VAYA A CIRCULAR EL DOCUMENTO

- Junta de Calidad Ambiental
- Autoridad de Carreteras y Transportación
- Municipio Autónomo de Carolina
- Autoridad de Energía Eléctrica
- Autoridad de Acueductos y Alcantarillados
- Departamento de Recursos Naturales y Ambientales
- Instituto de Cultura Puertorriqueña
- Autoridad de Desperdicios Sólidos

Al construirse conforme a los diseños planificados, el proyecto del TLMAC puede ser desarrollado sin impactos significativos sobre el ambiente.

Una vez construido, el proyecto traerá los siguientes beneficios sobre la población del Municipio de Carolina:

- Producirá un alivio a la movilidad dificultosa que hoy se observa al contar con un sistema alternativo que permita a los residentes del MAC llegar a los lugares que deseen sin hacer uso de vehículos personales.
- Al ser una alternativa viable, resultará en un cambio de conducta donde sistemas masivos de transporte serán escogidos sobre los vehículos individuales.
- A pesar de que el TLMAC pasa por áreas residenciales y comerciales, es mínimo el número de residencias y comercios que se verán sujetas a demolición en comparación con el número total. Asimismo, el TLMAC tenderá a reducir el desparramamiento poblacional al incentivar la densificación en las cercanías de la ruta.

El proyecto tal y como ha sido propuesto conlleva compromisos irrevocables de algunos recursos. Entre estos se encuentran:

- Demanda de agua potable, que podría ascender hasta 50,000 galones por día durante la operación del sistema del TLMAC y a unos 100,000 galones por día durante su construcción.
- Demanda de energía eléctrica que podrían ascender a unos 2,100 KVA.

El desarrollo propuesto contempla utilizar aproximadamente unas 25 cuerdas en un predio de terreno previamente impactado.

Dentro del terreno propuesto no se ha identificado cuerpo de agua alguno, el cual pueda ser afectado por este desarrollo de ser llevado a cabo incorporando las medidas de mitigación, según diseñado.

Por lo impactado del predio y por la carencia de grandes movimientos de tierras en áreas no acuáticas que pudieran revelar la existencia de recursos arqueológicos, los cuales son improbables en los humedales y orillas de canales pluviales existentes. Un análisis detallado sobre el particular nos indica que tales valores se encuentran principalmente en las partes altas del Municipio, donde se

han hallado petroglifos dibujados sobre paredes internas de cuevas. Se puede aseverar que el proyecto del Tren Liviano de Carolina, según definido en estos momentos, no impacta valores arqueológicos del Municipio.

En el MAC se identificaron edificaciones con valor histórico o arquitectónico. Ninguna de estas edificaciones será afectada por el proyecto propuesto.

El **Apéndice C** contiene un estudio sobre Flora y Fauna que resumimos de la siguiente forma:

- Los valores ambientales de flora y fauna se encuentran principalmente en las zonas de humedales y riberas de cuerpos de agua existentes.
- No hay evidencia de especies de animales o vegetación que estén en peligro de extinción o especies raras en aquellos lugares donde el paso del Tranvía se encuentre cercano.

En el **Apéndice D** se indica que en el área del proyecto no hay especies listadas en los inventarios de la División de Herencia Natural (Natural Heritage Division). Sí aparecen algunas especies con categorías de conservación.

La fauna se compone básicamente de aves y animales pequeños, tales como: reptiles, anfibios, batracios y pequeños mamíferos.

El desarrollador diseñará el área de estacionamiento de vagones fuera de uso y del área de mantenimiento de vagones aprovechando los rasgos topográficos existentes y dentro de un predio de terreno zonificado para el uso propuesto. Además, se estará construyendo y aportando, donde sea necesario, a la infraestructura de agua potable, energía eléctrica, sanitaria o de otra índole, para contribuir a una mejor y eficiente utilización de estos recursos.

Apéndice A

Evaluación de los Ruidos y
Medidas de Mitigación
Atribuibles a la Operación del
TLMAC

Apéndice B

Estudio de Validación de Rutas para el TLMAC

(PBS&J Caribe Engineering)

Apéndice C

Estudio de Flora y Fauna

Apéndice D

Wetland Jurisdiccional
Determination for
the TLMAC, Carolina, Puerto
Rico

Apéndice E

Análisis de Aspectos
Socio-económicos y de Justicia
Ambiental para el Proyecto
del TLMAC

Apéndice F

Mapa de Zonificación

Apéndice G

Mapa de Zonas Inundables

Apéndice H

Evaluación sobre Efectos de Vibración Atribuibles a la Operación del TLMAC

Apéndice I

Estudio de Valores Arqueológicos e Históricos