



Estudio de Impacto Territorial

Departamento
de Montevideo

Proyecto
Ferrocarril
Central

Índice

1. Introducción	4
2. Resumen Ejecutivo	4
3. Estudio de impacto urbano	7
3.1. Ubicación en la ciudad	7
3.2. Relación con el POT 98 y Directrices Departamentales	20
3.3. Relación con las actividades de la zona	66
3.4. Identificación de efectos negativos de la implantación	71
3.5. Afectación de áreas o bienes patrimoniales	73
3.6. Residuos sólidos	86
3.7. Fuentes de agua	87
3.8. Instalaciones sanitarias	87
3.9. Tratamiento de efluentes	88
3.10. Saneamiento	88
3.11. Pluviales	88
3.12. Contaminación	88
3.12.1. Factores de contaminación Fase de Construcción	89
3.12.2. Factores de contaminación Fase de Operación	93
3.12.3. Estudio de emisiones atmosféricas	95
3.12.4. Estudio de vibraciones	110
3.12.5. Estudio de presión sonora	136
3.13. Plan de Gestión control y mitigación de impactos	205
4. Estudio de impacto de Tránsito	
4.1. Características generales del Estudio	210
4.2. Plano de ubicación del emprendimiento y vinculación con vías jerarquizadas, Fase de Construcción y Escenario futuro	231
4.3. Transporte público	332
5. Estudio de impacto socio – económico	
5.1. Alcance geográfico	341
5.2. Densidad de población en el área de influencia	341
5.3. Empleo	344
5.4. Lugar de residencia de empleados	349
5.5. Nivel socioeconómico en el área de Influencia	351
5.6. Impacto socio económico en zona y valor inmobiliario	354
5.7. Magnitud del impacto socio – económico	355

6. Estudio de Impacto Ambiental

6.1.	Estudio de Impacto Ambiental – Medio Receptor.....	363
6.2.	Estudio de Impacto Ambiental - Documento de Proyecto.....	577
6.3.	Estudio de Impacto Ambiental – Análisis Ambiental	979
6.4.	Informe Ambiental Resumen	1200
6.5.	Anexo I Cortes Geologicos.....	1352
6.6.	Anexo II Estudio de Flora.....	1372
6.7.	Anexo III Estudio de Fauna.....	1439
6.8.	Anexo Estudio Social.....	1502
6.9.	Anexo Estudio Arqueológico.....	1590
6.10.	Plan Prevención Riesgos y respuesta a contingencias.....	1869

7. Gráficos

7.1.	Planos Generales de Proyecto.....	1919
7.2.	Lista de Padrones y Propietarios a Expropiar.....	2080
7.3.	Secciones transversales típicas de terraplenes	2083
7.4.	Planos Tipo de Puentes	2091
7.5.	Perfiles Geotécnicos en zonas de Trincheras	2123
7.6.	Tipos de Cruces a Nivel	2159
7.7.	Planos de Diseño de Trincheras	2165
7.8.	Secciones en Estaciones	2170
7.9.	Planos de Puentes con diseño específico	2174
7.10.	Planos Tipo de Alcantarillas.....	2184
7.11.	Cronograma tentativo de obras.....	2185

8. Anexos

8.1.	Formulario de Estudio de Impacto Ambiental	
8.2.	Cuadro de Áreas	
8.3.	Documentación general	

1. Introducción

El presente documento tiene como objeto dar cumplimiento a lo dispuesto en artículo D 223.367 del Libro II Instrumentos del ámbito departamental, Parte Legislativa, Título X de las normas complementarias, Capítulo I Condiciones para la implementación de usos y actividades en suelo urbano en su Sección V Estudio de impacto territorial del Digesto Municipal.

En el mismo se dispone que "sin perjuicio de lo dispuesto por la Ley Nº 16.466 de 19 de enero de 1994 y por el Decreto del Poder Ejecutivo Nº 435/994, la Intendencia requerirá la aprobación de un Estudio de Impacto Territorial cuando lo exija esta normativa o cuando las propuestas impliquen efectos significativos sobre el medio, tanto respecto al contexto como a la intensidad o gravedad del impacto."

Teniendo en cuenta que el Estudio de Impacto Territorial (EIT), tiene como objetivo asegurar la adecuada implantación de los proyectos, evaluando los efectos potencialmente resultantes de una propuesta en relación a los componentes físico-químicos, bióticos, socio-económicos y urbanísticos del entorno aprobando como resultado, las condiciones urbanísticas y de uso que regirán para el predio por el plazo de su vigencia. Considerando además que el EIT es el acto por el cual la Intendencia de Montevideo autoriza al solicitante la implantación en términos de condiciones urbanas y de uso previo a la construcción, regularización, demolición, movimiento de tierras y habilitación industrial-comercial, en los términos planteados en la solicitud y según la documentación aportada y que debe solicitarse EIT en su caso para toda implantación de usos y actividades no habitacionales, de acuerdo a su definición y clasificación, preceptuada por las disposiciones del Volumen IV, parte Legislativa, Título X De las Normas Complementarias, del Digesto Municipal, el MTOP presenta a través del presente documento el Estudio de Impacto Territorial del Proyecto Ferrocarril Central.

2. Resumen Ejecutivo

El Proyecto Ferrocarril Central, como lo fue su homónimo en 1869, es un Proyecto de Infraestructura que permitirá que el modo ferroviario tenga un futuro en Uruguay y permita hacer más competitivas a las empresas y proyectos nacionales y por consiguiente promover además a Uruguay como un nodo logístico regional, aportando al fin superior de obtener el desarrollo y el progreso de nuestra sociedad.

Rev.11/03/19

El proyecto Ferrocarril Central ha generado una cantidad de información muy grande, si bien se da referencia parcial de ella en los anexos y vínculos que se presentan en este documento, podemos decir a modo de escueto resumen que el Proyecto Ferrocarril Central implica la reconstrucción total de la infraestructura ferroviaria entre el Puerto de Montevideo y la Estación de Paso de los Toros con las siguientes características principales:

- El trayecto se basa principalmente en la vía existente de ferrocarril, pero serán incluidas mejoras geométricas debido a los requisitos de seguridad y velocidad
- Las nuevas vías permiten un incremento de 25 % del peso por eje lo que sumado a las nuevas tecnologías y equipos permite un incremento de carga útil por vagón de 40 Ton actuales a 65 Ton de carga útil lo que resulta en un 40% de incremento de carga útil transportada por vagón
- La cantidad máxima de tráfico prevista, incluyendo trenes de pasajeros y otras cargas, es de 48 trenes por día en el área de Montevideo
- En materia de Seguridad y Medio Ambiente, el Proyecto plantea mejoras significativas respecto a la situación actual del sistema ferroviario de transporte:
 - Se mejora la seguridad de los pasos a nivel a través de nuevos desarrollos tecnológicos basados en Normas Técnicas actualizadas, y en algunos puntos además se suprimen o se sustituyen los pasos a nivel con puentes, reorganizando el acceso a la vía férrea para facilitar su cruce y adaptarlo a los vehículos y tecnologías existentes
 - Los tiempos de espera en los cruces se optimiza con sistemas modernos de seguridad y señalización que bajan a menos del 50% el tiempo de respuesta de los sistemas actuales de señalización
 - Se mejora la visibilidad del ferrocarril
 - El vallado y mantenimiento del área ferroviaria aumenta la seguridad
 - El nivel de ruido se disminuye con la construcción de rieles soldados y estructuras aislantes de protección
 - La promoción de una nueva cultura de seguridad ferroviaria, por ejemplo, utilizando caminos peatonales próximos a las vías

Rev.11/03/19

Yendo a los aspectos de implementación el Proyecto se prevé ejecutar a través de la Licitación Pública Internacional 35/2017 del Ministerio de Transporte y Obras Públicas que contrata las siguientes tareas básicas:

- Construcción de la nueva vía en un plazo de 3 años
- Mantenimiento de la vía férrea por un periodo de 22 años posteriores a los 3 de construcción

Una vez que se concluyan las obras, en el plazo de tres años, se inicia el periodo de mantenimiento que es el que regula la LPI 35/2017 y comenzara la operación por la nueva vía férrea que corresponde a la gestión de los operadores ferroviarios habilitados y que se regirán por el marco legal vigente y las directivas del organismo regulador que es la Dirección Nacional de Transporte Ferroviario.

El proyecto transcurre a través de los Departamentos de Montevideo, Canelones, Florida, Durazno y finaliza al sur de la Estación de Paso de los Toros en el Departamento de Tacuarembó, el presente Estudio de Impacto Territorial aplica al Departamento de Montevideo.

Para la confección de este documento se han tomado como referencia central los criterios establecidos en el documento "Instructivo EIT – Pautas para la Presentación" que la Unidad de Estudios de Impacto Territorial dispone a través de la página web de la Intendencia de Montevideo.

En este marco de referencia se detallan en el documento los datos e informaciones referidas a:

- Estudio de impacto urbano
- Estudio de impacto de tránsito
- Estudio de impacto socio económico
- Estudio de impacto ambiental
- Anexos

En el caso de los estudios de impacto urbano, de tránsito y socio – económico se centran básicamente en el Departamento de Montevideo que es el alcance para este proceso, en el caso del Estudio de impacto ambiental refiere a todo el proyecto y se tomaran en consideración los aspectos que sean de aplicación dentro del alcance de Montevideo.

Por las características del Proyecto y la etapa de desarrollo en que se encuentra necesariamente hay aspectos de gestión y medidas de control

Rev.11/03/19

y mitigación de impactos que se harán más específicas una vez que se concrete la "Ingeniería de detalle" o "Proyecto ejecutivo" y se definan los Planes de Gestión Ambiental tanto de Construcción como de Operación ya que las decisiones y medidas concretas y específicas dependen de la solución de detalle que la Ingeniería determine aplicar. Esto no quita que este contemplado en este documento el marco de programas, acciones de control y mitigación y monitoreo que se deben emplear para ejecutar con éxito este proyecto.

Un valor específico importante tienen los estudios de vibraciones, emisiones atmosféricas, tránsito y presión sonora que están desarrollados a un nivel técnico muy alto incluso para los estándares internacionales.

Se debe considerar además que la operación del Ferrocarril en la traza actual se inició el primero de abril de 1869 por lo que, si bien se deben considerar todos los aspectos y ser exigentes en los controles y medidas a aplicar, no se debe dejar de considerar que se trata de un modo conocido, establecido en el territorio, que forma parte de la historia y la cultura urbana y que tiene un rol potencial muy importante para el desarrollo de las comunidades y las ciudades. Este proyecto está concebido para darle un futuro al Ferrocarril y permitir, como lo permitió el viejo Ferrocarril Central del siglo XIX, desarrollar y progresar al Uruguay y principalmente a su ciudad Puerto Capital que es Montevideo.

3. Estudio de Impacto Urbano

3.1. Ubicación en la ciudad

El Proyecto Ferrocarril Central implica la reconstrucción y modernización de las vías férreas entre el Puerto de Montevideo y la Estación de Paso de los Toros en el Departamento de Tacuarembó. En el Departamento de Montevideo el proyecto se desarrolla en una franja de 15,400 km desde el Puerto de Montevideo al límite Departamental con Canelones en el trazado de la vía férrea ya existente. El área aproximada de la faja ferroviaria en este recorrido dentro de Montevideo es de 30 has lo que representa el 0,0056% de las 530.000 has del Departamento. Además, se realiza la renovación de rieles, durmientes y balasto en el tramo Sayago – Peñarol.

Rev.11/03/19

Un aspecto central a considerar en el análisis de la traza ferroviaria es el estudio de las alternativas de soluciones para resolver los puntos críticos de encuentro entre el trazado de la vía férrea y la trama urbana existente y los antecedentes y el rol que ha desempeñado el ferrocarril en la consolidación de Uruguay como nación entre dos grandes países como Brasil y Argentina. Con relación a esto último, *"La red de comunicaciones y transporte que configuró el trazado ferroviario en nuestro país, su alcance y penetración en el territorio, el impulso y generación de procesos de urbanización y su rol "institucional" en las zonas de frontera, constituyen algunos de los principales aportes del ferrocarril en materia de ordenamiento territorial y consolidación del estado nacional"* (C.Romay et al, 2010, pag. 87)

El ferrocarril fue el primer medio de transporte que unió todas las capitales departamentales con Montevideo, consolidando al Puerto de Montevideo como un centro de actividad económica fundamental para Uruguay y para su ciudad Capital.

El actual trazado del Proyecto Ferrocarril Central que se presenta en este estudio es el resultado del análisis de varias alternativas en relación a los requerimientos del ferrocarril en sí y a la solución de los principales nudos críticos.

Las alternativas analizadas por el grupo de trabajo del MTOP en conjunto con los equipos de la IMM para atender los puntos de encuentro más problemáticos, pueden resumirse en tres principales:

- Alternativa N° 1: mantener el actual trazado, haciendo pasar el ferrocarril en trinchera en la zona de Capurro y construyendo pasajes a desnivel en Av. Millán y Ruta 102.
- Alternativa N° 2: mantener el actual trazado con las obras antes mencionadas e incluyendo una trinchera o viaducto en la zona de Paso Molino para resolver el encuentro con Avda. Agraciada.
- Alternativa N° 3: trazado alternativo paralelo a la Ruta 5 y desviado hacia el oeste a partir Progreso en el departamento de Canelones para bordear la ciudad y acceder al Puerto de Montevideo desde el oeste de la Capital.

Se consideró además la alternativa de conexión con una posible zona de embarque de carga en Puntas de Sayago, pero se descartó la misma ya que el calado en esa zona es de 4m en promedio por lo que no es posible operar con Buques oceánicos y por ende no se justifica el transporte de cargas en grandes volúmenes (1.500 – 2.000 Ton) como las del ferrocarril a un punto donde no pueden ser transferidas a Buques. Esta situación se demuestra solo con analizar la actividad en la zona de Puntas de Sayago donde las tarifas son muy bajas pero la actividad se centra en depósitos y plantas de consolidación y logística con actividad nula de carga y descarga de Buques. El uso de Puntas de Sayago como Puerto oceánico va a requerir el dragado en fondo duro de un Canal de por lo menos 400m para poder

conectar el Canal de acceso al Puerto de Montevideo con la zona de muelles existente.

La alternativa 2 se descartó por razones de tipo técnico, social y económico. En primer lugar, la faja de la vía férrea en esa zona atraviesa una zona urbana muy consolidada y muy próxima a la misma. Por lo tanto realizar una excavación de 7 metros de profundidad en ese lugar para la trinchera, hubiera puesto en riesgo la estabilidad de las construcciones existentes. En segundo lugar, hubiera demandado un mayor número de expropiaciones de las que fueron finalmente realizadas. Asimismo esa solución representaba un costo muy alto por los recursos tecnológicos que hubiera demandado. Por otra parte, la solución a desnivel en forma de puente ferroviario sobre Avda. Agraciada implicaba la demolición de una parte del actual viaducto vehicular y algunos de los analistas plantearon los riesgos de tener el trazado en altura para trenes de carga.

La alternativa N° 3 se descartó por los altos costos e impacto económico y las complicaciones técnicas que se generarían al atravesar la zona de Canteras en La Paz y Las Piedras y los Accesos de Montevideo, más el pasaje por Asentamientos en la zona de Cerro y la Refinería en la zona de La Teja que planteaban desafíos imposibles de resolver en plazos adecuados y con montos que exceden varias veces la capacidad de inversión prevista. Asimismo esta alternativa presentaba un impacto negativo importante en la zona prevista por la IMM para la dinamización del Barrio de Capurro en relación con la Bahía de Montevideo. Asimismo esta alternativa presentaba una limitación importante para el crecimiento a futuro de los accesos a Montevideo que ya están saturados al día de hoy.

Se entendió que la alternativa N° 1 es la opción más conveniente y factible de implementar con los recursos, los plazos y las afectaciones de contexto que es posible asumir en el actual estado de situación del país. En próximos capítulos analizaremos los principales nudos críticos y las medidas de mitigación propuestas.

Antecedentes

Desarrollo del Ferrocarril en Uruguay

La construcción de las líneas ferroviarias en el último cuarto del siglo XIX corresponde a un conjunto de transformaciones que impulsaron la modernización del Uruguay. A partir de la década de 1860 la estructura económica y social del medio rural, heredada de la época colonial, comenzó a ser fuertemente sacudida. La relativa estabilidad política y cambios ideológicos impulsados por la élite dominante consolidaron transformaciones para un nuevo orden, en una sociedad de fuerte inmigración europea y afianzada en la ideología capitalista y empresarial. El inicio del proceso de reestructura productiva en el medio rural impulsó su

Rev.11/03/19

tecnificación y una mejor inserción de la economía del país en el sistema comercial internacional (Barrán y Nahum 1967), que fue más allá de la explotación del vacuno criollo en las estancias tradicionales y la industria saladeril.

Estas transformaciones se apoyaron en un Estado que fue consolidando reformas y afianzando su poder institucional. El proyecto modernizador del país y su desarrollo capitalista fue fuertemente impulsado desde la élite rural y política, nucleada en la Asociación Rural del Uruguay (A.R.U.), fundada en 1871. En 1876, se sancionó el Código Rural que estableció un nuevo marco jurídico para la campaña y puso fin a la precariedad e indefinición de la propiedad de la tierra y sus ganados. La propiedad privada se afirmó mediante el estímulo e imposición del alambramiento de las unidades productivas (estancias), la regularización y registro de los títulos de propiedad, y marcas sobre el ganado (Barrán y Nahum 1967; Jacob 1969; Nahum 1968). Alentado por estos cambios se produjo una optimización y mayor eficiencia productiva en el medio rural, marcado por el afianzamiento de la explotación y la tecnificación del ganado ovino (Barrán y Nahum 1967). En forma conjunta, se promovieron nuevas inversiones que compitieron con la mono producción del tasajo de los saladeros y la exportación de cueros, representadas en las fábricas industrializadoras, *Liebig's of Extract Meat Company Limited (1865)* y *Extractum Carnis de la Trinidad (1868)* (Barrán y Nahum 1967:116).

El contexto de mayor estabilidad política y la mejora económica alentó iniciativas de inversiones de capital entre las que se encontraron los proyectos de tendido de líneas férreas. El tendido ferroviario fue promovido y favorecido por gobiernos nacionales que garantizaron financieramente en sus inicios a los proyectos y realizaron prebendas altamente beneficiosas a estos intereses (Klaczko y Rial 1981; Millot y Bertino 1996). El primer contrato de construcción fue con la empresa de capitales nacionales, ***Ferro-Carril Central del Uruguay (1866)***.

El Estado capitalizó a la empresa con compras de acciones y otorgó amplios beneficios impositivos, que luego fueron formatos reiterados en las siguientes concesiones que se sucedieron. Esto incluyó la concesión de 40 años de introducción libre de todo pago de derecho aduanero a los materiales y artículos para la construcción y mantenimiento del ferrocarril, liberación por el mismo lapso de tiempo de impuestos internos, cesión de terrenos fiscales para establecimientos de estaciones y vías férreas, facultad para expropiar predios particulares, pago del 7% de garantía por milla construida durante 40 años, para el mismo lapso de tiempo, pago de garantías cuando las utilidades líquidas fueran menores al 7% y fijación libre de las tarifas por parte de la empresa (Martínez 1987).

En la década de 1870 se inicia el proceso de control de los capitales británicos sobre los distintos proyectos de tendidos del ferrocarril en Uruguay. El fracaso económico durante los primeros años, donde sólo se realizaron 17 km de

Rev.11/03/19

tendido, no pudo ser absorbido por parte de los inversionistas locales y el Estado, pasando a integrarse rápidamente con capitales ingleses. En 1872, la empresa concesionaria de capitales nacionales y el Estado, firmaron un convenio con la empresa londinense *Baring Brothers*, que aportó el capital para finalizar las obras hasta Durazno. En esta nueva etapa quedó desvinculado el Estado de la empresa y no volverá a participar en las inversiones hasta inicios del siglo XX. La cesión de las concesiones y buena parte de los derechos previamente establecidos a las empresas constructoras aseguró a estos nuevos capitales una rentabilidad superior a las operaciones mercantiles en Europa.

En 1878 se procesó la completa enajenación del negocio ferroviario al capital extranjero. El *Ferro-Carril Central del Uruguay* pasó a propiedad de la compañía inglesa *Central Uruguay Railway Co. Ltd* (C.U.R.). Esta empresa ferroviaria fue la más importante compañía inglesa en el país que tuvo el control del ingreso a Montevideo y al puerto, cabeza del sistema radial del ferrocarril. La irrupción del capitalismo inglés y sus créditos de financiamiento originó la mayor transformación en la red ferroviaria del país, modelando y expandiendo la red de tendido conforme a sus necesidades. Parte de este proceso se materializó en una coyuntura favorable originada en el comercio internacional. Inglaterra, centro hegemónico de la economía de este período y en amplia competencia por mercados con otros países industrializados, requería colocar mercancías y servicios suscitados en su pujante industrialización interna. El aumento del comercio y el transporte de mercancías favorecieron a las empresas de capitales inglesas y movimientos financieros, que actuaban en representación de éstas de un lado y otro del Atlántico. En particular se vieron favorecidas sus empresas de fletes y seguros (Millot y Bertino 1996). El estímulo de la economía y rentabilidad de las empresas financieras, mineras e industriales inglesas originaron una componenda de mercados cautivos y dependientes de los créditos financieros y sus productos. En el caso de la industria del ferrocarril fue notoria la dependencia de materiales, maquinaria ferroviaria y carbón, pero también del conocimiento técnico, para el desarrollo de las obras.

Hasta 1880, la expansión del ferrocarril fue lenta y poco planificada. Los conflictos internos que originaron situaciones anárquicas en la campaña (Revolución de las Lanzas, 1870-1872) y la crisis mundial de 1873 dificultaron esta expansión. En esta década el Estado inició la organización del tendido de las líneas y el régimen de concesiones mediante la elaboración de un plan general de obras en función de las necesidades económicas nacionales y de coordinación con los ferrocarriles de los países limítrofes. Este ordenamiento de la red ferroviaria se realizó a través de las Leyes Ferrocarrileras promulgadas en los años 1884, 1886, 1888 y 1889 (Martínez 1987; Millot y Bertino 1996). La Ley de 1889, buscó la descentralización del sistema ferroviario, que hasta entonces tenía una estructura radial, que reproducía la lógica de comunicación y tránsito tradicional del sistema de diligencias, carretas y troperos (Baracchini 1981; Baracchini y Altezor 2008).

Rev.11/03/19

De esta forma se pretendía promover la comunicación con el sistema ferroviario de Brasil y Argentina, a través de líneas transversales las cuales finalmente no se concretaron.

Entre 1884 y 1890 se produjo el auge del ferrocarril con nuevas concesiones a compañías de capitales ingleses. Se construyeron diversas líneas de trazados y extensiones empalmando con la línea principal en propiedad del C.U.R. Destacan la *North Western Uruguay Railway*, *Midland Uruguay Railway*, *Northern Uruguay Railway*, *North Eastern Uruguay Railway*, *Uruguay East Coast Railway*. Durante la crisis económica del año 1890 y la Revolución de 1897 la expansión ferroviaria se paralizó nuevamente.

Recién a partir de 1901 y hasta 1916, se retomó la expansión del ferrocarril, finalizando el sistema ferroviario que permitió unir todas las capitales departamentales con Montevideo (Martínez 1987; Millot y Bertino 1996). En 1919, se creó la compañía Ferrocarriles y Tranvías del Estado, destinado a unir líneas deficitarias en manos de compañías privadas que habían comenzado a ser absorbidas por el Estado previamente. Finalizada la Segunda Guerra Mundial, el ferrocarril pasó a la órbita del Estado en 1949, como forma de pago de las deudas de Inglaterra con el país. Su dirección quedó en manos del Ministerio de Obras Públicas. En 1952, con la aprobación de la Ley Orgánica y la creación de la *Administración de Ferrocarriles del Estado* (A.F.E.) se completó el ciclo nacionalizador monopólico del ferrocarril.

En resumen, el tendido de las líneas del ferrocarril respondió a un carácter estratégico de distintos intereses. En su origen tuvo el impulso de un incipiente capitalismo nacional y estatal que naufragó rápidamente. El capitalismo inglés, representado por sus créditos de financiamiento, materiales y técnicos, originó la mayor transformación en la red ferroviaria del país. Modelaron y expandieron la red conforme a las exigencias y necesidades de sus propios beneficios. Para el Estado uruguayo, representó acelerar el proceso de modernización y un fortalecimiento en el control del territorio desde el gobierno central, que le permitió hacer frente a caudillismos regionales que lo debilitaban. El ferrocarril no provocó cambios sustanciales en la producción en el medio rural y no atrajo, de acuerdo a lo esperado, el transporte de sus productos (Barrán y Nahum 1967). Pero sí significó mejorar la centralización y comunicaciones de centros poblados en el territorio, que quedaban aislados frente a eventos de crecidas de los ríos y arroyos. Además, permitió unir de forma paulatina un mercado nacional fracturado y disperso que se vinculaba al norte del río Negro con el Estado de río Grande del Sur (Brasil) y en el litoral fluvial con Buenos Aires y provincias litorales argentinas (Millot y Bertino 1996). Hacia 1887, el tendido efectivo de la red sobre el cruce del río Negro y ramales que alcanzaron el litoral norte del país, permitió unir y centralizar la comunicación de forma efectiva de amplias zonas geográficas con la capital portuaria.

Desde el punto de vista patrimonial, *"...la estación y su arquitectura, con el transcurso del tiempo, ocuparon un lugar de referencia, tanto en el medio rural como en aquellos pequeños centros poblados que crecieron a su alrededor y en los pueblos y ciudades a los que el ferrocarril dinamizó y consolidó. Por esto, la identidad de sucesivas generaciones de uruguayos se teje en torno al ferrocarril, a su arquitectura, a su rol urbano, a su impronta paisajística y a su vínculo con la vida social y cultural de las diferentes localidades, conformando sin lugar a dudas, parte de nuestro patrimonio."* (C.Romay el alt, 2010, pag. 14)

Llegado este punto, resulta necesario ubicar el patrimonio ferroviario antes referido dentro del complejo sistema de patrimonio industrial en general, lo que implica, en primera instancia, retomar algunas definiciones acerca de su naturaleza y sobre el alcance del estudio del patrimonio industrial en general.

El patrimonio industrial son las trazas, señas de identidad y huellas del trabajo en el territorio. Es un patrimonio emergente, aunque todavía no suficientemente valorado; comprende todos los restos materiales, bienes muebles e inmuebles, con independencia de su estado de conservación, formas o elementos de la cultura material de la sociedad industrial capitalista, generados en el desarrollo histórico por las actividades productivas y extractivas del hombre, así como aquellos testimonios relativos a su influencia en la sociedad (Alvarez Areces & Tartarini, 2008, pág. 11).

El propio Miguel Álvarez Areces, en la ponencia sobre patrimonio industrial presentada en el V Encuentro Iberoamericano de Gestión del Patrimonio celebrado en Fray Bentos, Uruguay en 2017, señala que:

El patrimonio industrial se ha definido de variadas formas, aunque no muy distintas en lo esencial (Carta de NizhnyTagil 2003; Declaración de Dublín, TICCIH-ICOMOS 2011). En este sentido entendemos el patrimonio de la industrialización como "aquel conjunto de bienes inmuebles, muebles y sistemas de sociabilidad relacionados con la cultura del trabajo y que han sido generados por las actividades de extracción, de transformación, de transporte, de distribución y gestión generadas por el sistema económico surgido de la revolución industrial. Estos bienes se deben entender como un todo integral compuesto por el paisaje en el que se insertan, las relaciones industriales en que se estructuran, las arquitecturas que los caracterizan y las técnicas utilizadas en sus procedimientos, así como los archivos generados durante su actividad y sus prácticas de carácter simbólico. (Alvarez Areces, 2018)

Este concepto amplio de patrimonio industrial plantea la necesidad de un abordaje integral del tema. Se deben considerar no solamente las manifestaciones materiales –que en el caso del sistema ferroviario significaron una particular forma de ordenamiento del territorio y de la planificación urbana, las estaciones y edificios anexos, entre otros–, sino, muy especialmente, la configuración de un verdadero paisaje cultural, que incluye formas de organización social, paradigmas

Rev.11/03/19

organizacionales muy definidos que, más allá de haber sido superados en el tiempo (como es el caso de la organización científica del trabajo), determinaron formas de organización tanto del trabajo, como de la cotidianidad. (C.Galceran y L.Ibarlucea, 2018)

En tal sentido, y en el marco del proyecto Ferrocarril Central, las salvaguardas de dicho patrimonio que se tomaron en el llamado a licitación son las siguientes:

- En las estaciones se autorizó solamente la intervención en los aleros de los andenes los que deberán ser reconstruidos y restaurados llevándolos a su estado original.
- En el caso de los edificios de las estaciones, el proyecto no prevé ningún tipo de intervención. Esta será un punto a analizar a futuro con las autoridades de AFE y la IMM.
- Asimismo se especificó en el llamado a licitación que las casillas de señales que aparecen en la traza, deben ser preservadas y su reconstrucción y puesta en valor deberá ser encarada a futuro con las autoridades de AFE.
- Los puentes peatonales metálicos existentes (Colón y Peñarol) serán mantenidos y solamente se prevén medidas de elevación de los mismos para cumplir con el gálibo vertical necesario. En el análisis de casos particulares se abundará en el detalle de las medidas a tomar en estos casos.

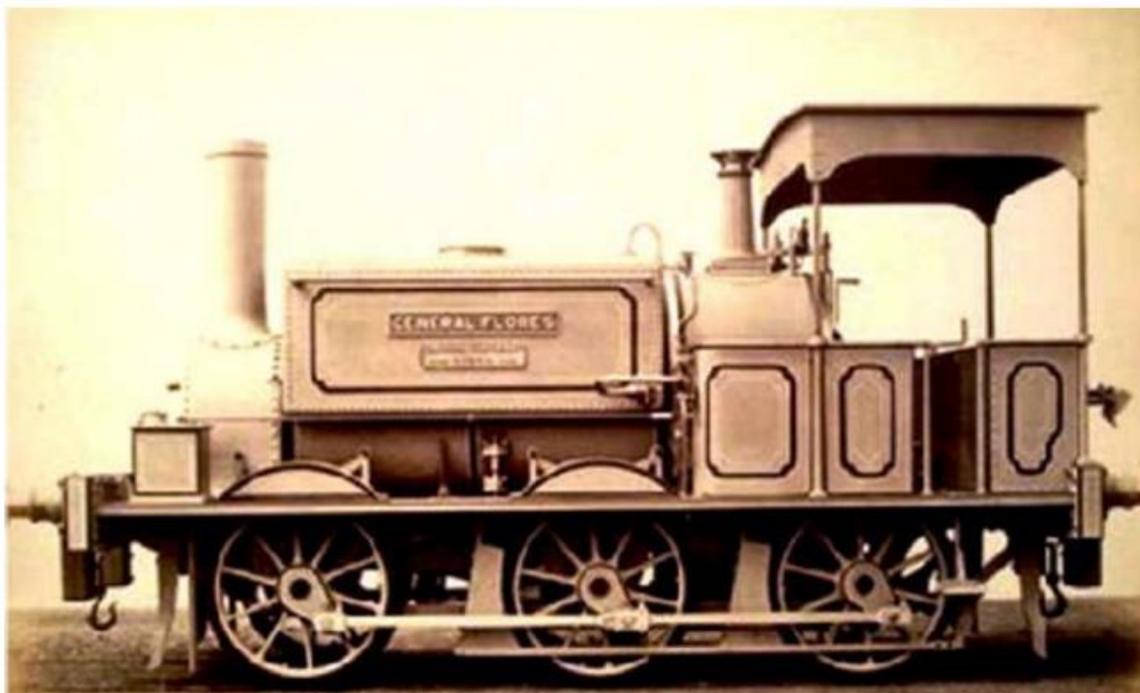
Proceso histórico de la línea Montevideo-Rivera

El inicio de este tendido ferroviario se efectuó en varias etapas. La propuesta de la creación de una línea ferroviaria tuvo origen en Senén Rodríguez, intermediario de una Sociedad Anónima europea, que presentó el proyecto al gobierno Provisorio del General Venancio Flores, en el año 1865 (Martínez 1987). La concesión del trazado de vía férrea iría desde Montevideo hasta Durazno, pasando por Las Piedras, Canelones, Santa Lucía y Florida (Millot y Bertino 1996). La puesta en práctica de la obra no se realizó. En 1866, Rodríguez traspasó su concesión en favor de una nueva Sociedad Anónima donde el Estado era el principal accionista: **Ferro-Carril Central del Uruguay** y el 25 de abril de 1867 se iniciaron las obras.

El 1º de enero de 1869, *Ferro-Carril Central del Uruguay* inauguró su primera sección del tendido de 17 km entre las estaciones Bella Vista y Las Piedras.

Año	Tramo	Empresa
1869	Bella Vista-Las Piedras	Ferro-Carril Central del Uruguay
1871	Bella Vista-Terminal Central	Ferro-Carril Central del Uruguay
1871	Las Piedras-Canelones	Ferro-Carril Central del Uruguay
1872	Canelones-25 de Agosto	Ferro-Carril Central del Uruguay-Baring Brothers
1874	25 de Agosto-Durazno	Ferro-Carril Central del Uruguay-Baring Brothers
1879	Durazno-río Yí	Central Uruguay Railway Co. Ltd. (CUR)
1886	río Yí-margen sur río Negro	Central Uruguay Railway Co. Ltd. (CUR)
1887	Sur río Negro-Paso de los Toros	Central Uruguay Railway Co. Ltd. (CUR)
1890	Paso de los Toros-Achar	Extensión Norte Central Uruguay Railway Co. Ltd.
1891	Achar-Tacuarembó	Extensión Norte Central Uruguay Railway Co. Ltd.
1892	Tacuarembó-Rivera	Extensión Norte Central Uruguay Railway Co. Ltd.

Cronograma de extensión de la vía férrea Montevideo – Rivera



Locomotora "General Flores" procedente del Reino Unido que realizó el primer viaje en tren en Uruguay el 1º de abril de 1869 entre la Estación Bella Vista – Las Piedras



Invitación oficial a la inauguración de la primera sección de la línea "Ferrocarril Central del Uruguay"

La Estación Bella Vista se ubicaba originalmente entre Uruguayana y Olivos (actual calle José Nasazzi). La línea partía por el camino de la Uruguayana hasta llegar a las inmediaciones de la Estación Yatay, donde empalmaba con el trazado actual. En el año 1871, se realizó el tramo hacia el sector sur, donde se ubicó la primera estación de Montevideo (entre las actuales calle Galicia y Río Negro) por un trazado provisorio con la estación Bella Vista. En 1873, la vieja Estación Bella Vista fue trasladada a su actual emplazamiento -hoy, Estación Carnelli- una vez que culminaron las obras de construcción de terraplenes y muros de contención de aguas de la bahía en la playa de la Aguada. Esta obra permitió más tarde extender el tendido hasta el emplazamiento de la cabecera de la terminal, en la Estación Central General Artigas. La relocalización de la Estación Central a su ubicación actual, en el edificio Estación Central General Artigas, se sucederá recién en 1897.

En el mismo año de 1871, se inició un nuevo tramo norte hasta el río Santa Lucía, donde se paralizaron las obras por problemas financieros. En 1872, la empresa concesionaria firmó un convenio con la empresa londinense *Baring Brothers*, que aportó el capital para finalizar las obras hasta Durazno, quedando totalmente desvinculado el Estado de la empresa. Este mismo año, se iniciaron las obras que cruzaron el río Santa Lucía y unieron Canelones con 25 de Agosto. En 1874, se construyó el tramo que unió 25 de Agosto con San Pedro de Durazno (hoy Durazno). De esta forma quedó unido el tendido Montevideo-Durazno en un

Rev.11/03/19

recorrido de 205 km. La estación Durazno se constituyó durante cinco años en estación terminal de la línea ferroviaria. Esto convirtió a la villa de San Pedro de Durazno en un enclave para la centralización de los productos a ser transportados hacia y desde el norte del país, originando una dinamización de la economía y sociedad local.

En 1878, la compañía inglesa *Central Uruguay Railway Co. Ltd.* (C.U.R.) se hizo propietaria de la concesión estatal del tendido y se proyectó su continuidad hacia el río Negro. Un año más tarde, la compañía inició las obras y construyó el puente sobre el río Yí que contemplaba un puente carretero y ferroviario. Sólo se realizó este último, siendo suplantado por el actual en la segunda década del siglo XX. Luego de ello, y por distintas razones, las obras de extensión del tendido ferroviario hacia el norte quedaron detenidas por varios años. En 1884, la compañía llegó a un acuerdo con el gobierno para continuar la línea hasta el río Negro. En 1886, se iniciaron las obras que unieron el río Yí con la margen sur del río Negro. En 1887, se construyó el puente de 765 m sobre el río Negro, llegando el tendido del ferrocarril a Santa Isabel (hoy Paso de los Toros). Para la construcción y explotación del tendido al norte del río Negro, la compañía creó una subsidiaria, la Extensión Norte del Ferrocarril Central. En una rápida expansión el tendido llegó a Tacuarembó en 1891 y a Rivera en 1892.

La línea ferroviaria Montevideo-Paso de los Toros unió las distintas capitales departamentales, varias villas y pueblos previamente existentes. El pasaje del tren por estas localidades contribuyó favorablemente a su crecimiento. Asimismo, se establecieron en algunas de sus estaciones de pasajeros pequeños centros poblados o islas de urbanización que fueron teniendo origen en torno a ellas. En el tramo que conduce hasta Paso de los Toros se originaron las localidades Colón (su estación es Monumento Histórico), Pueblo Ferrocarril, La Paz, 25 de Agosto, Cardal, 25 de Mayo (Isla Mala), La Cruz, Sarandí Grande y Carlos Reyles (Molles) (Klaczko y Rial 1981; Barrios Pintos 2008).

Lineamientos de Ordenamiento Territorial

Dado que la mayor parte de la traza se situará en el mismo lugar de la traza actual y la mayor parte de los lineamientos departamentales de Ordenamiento Territorial promueven el desarrollo de la vía, tal como se mencionará a continuación, no se encontraron instrumentos normativos que entorpezcan el proceso de llevar a cabo el proyecto ferroviario.

Para poder afirmar lo antes mencionado, los instrumentos de Ordenamiento Territorial vigentes para la zona del proyecto, son los siguientes:

- Estrategias Regionales

Rev.11/03/19

- Estrategias Regionales del Área Metropolitana
- Directrices Departamentales
 - Montevideo
- Instrumentos Especiales
 - Plan Parcial Distrito Productivo Ruta Nº 5
 - PEEPL – Plan Especial Palacio Legislativo
 - Plan Parcial de Ordenación y Recuperación Urbana del Barrio Goes
 - Plan Especial Prado-Capurro

Estrategias Regionales

Las Estrategias Regionales del Área Metropolitana promueven el desarrollo industrial y de esta manera el fortalecimiento de la infraestructura vial y ferroviaria.

Se manifiesta claramente en los siguientes puntos:

- "IV.2.2. Localización de actividades y usos industriales
Promover la localización ordenada de actividades y usos industriales en suelo categoría urbana y suelo categoría suburbana, en condiciones tales que no afecten el ambiente, en vinculación con la infraestructura vial –red vial nacional y redes primarias departamentales– y ferroviaria. Los instrumentos de ordenamiento territorial departamentales definirán zonas específicas para la ubicación preferente de estas actividades."
- "IV.2.3. Localización de actividades y usos logísticos
Promover la localización ordenada de actividades y usos logísticos en suelo categoría urbana y suelo categoría suburbana, de modo integrado y compatible con otros usos y actividades, en áreas vinculadas al Puerto y al Aeropuerto mediante la infraestructura vial y ferroviaria.
Los instrumentos de ordenamiento territorial departamentales definirán zonas específicas para la ubicación preferente de estas actividades."

Directrices Departamentales

Con respecto a las directrices Departamentales, en el Caso de Montevideo se menciona lo siguiente sobre las necesidades en el transporte Ferroviario:

"Se señalan como emergentes:

- La necesidad de relocalizar y redefinir el acceso ferroviario al Puerto y de reubicar las playas de depósito y maniobra, de forma de liberar el tramo norte-sur de los accesos frente a los nuevos usos propuestos de la torre de A.N.T.E.L. y los que podría proponer el Plan Fénix en la playa de maniobras de la Estación Central de Ferrocarriles General Artigas.

Rev.11/03/19

- Debe tenerse en cuenta la vigencia del acceso ferroviario a la planta de combustibles de A.N.C.A.P.
- Es previsible el conflicto que puede producirse a futuro, debido al transporte maderero, por el incremento de las frecuencias y la longitud de los trenes en el cruce de los accesos con el ramal al puerto.
- Existen alternativas a estudio, como la posibilidad de localización de un puerto maderero con acceso ferroviario en el ex frigorífico Swift (Cerro de Montevideo).
- Se considera la posibilidad de relocalización de la estación de pasajeros en una estación alternativa, con el objeto de liberar tierras en la zona, cuya plusvalía aumentó considerablemente.

A.F.E. evalúa la posible implantación por parte de A.F.E. de un tren de la costa, nuevo ramal ferroviario al este del departamento y a Ciudad de la Costa en el departamento de Canelones.”

Aspectos de ordenamiento territorial

La vía férrea resulta un componente significativo de las distintas localidades evaluadas. En cierta medida los centros poblados se han constituido alrededor de la vía férrea, y buena parte de la dinámica urbana se da en torno a esta. La incorporación de la vía en la vida cotidiana de la población puede observarse en el lugar que tiene la misma en el discurso de los vecinos. En muchos casos se la toma como referencia para la ubicación lo cual puede observarse en la indicación espontánea de frases como “la escuela de la vía” o “del otro lado de la vía”, que son ejemplos de su incorporación en la dinámica de las ciudades. Este aspecto tiene implicancias culturales de relevancia, cuyo impacto más importante parece estar relacionado a la seguridad vial.

En la actualidad la frecuencia de pasaje de trenes (así como su velocidad) es muy baja en la mayor parte de las localidades y barrios por los cuales la traza atraviesa. Junto a esto, la población parece haber generado hábitos de seguridad que no serían los adecuados en relación al respeto de las medidas de seguridad necesarias para el tren proyectado. Existe actualmente un hábito en particular que supone el cruce de la vía en “cualquier parte” que va a tener que ser replanteado por los pobladores de muchas de las zonas de interés y reencauzado al cruce en los lugares que se establezcan.

3.2.- Relación con el POT 98 y Directrices Departamentales

Habiendo hecho mención a aspectos de las Directrices Departamentales y del Plan de Ordenamiento Territorial de 1998, pasamos a describir a continuación las relaciones entre el proyecto del Ferrocarril Central con el POT 1998 y las Directrices Departamentales.

A.- Montevideo y el POT 1998

El universo del POT por razones legales es el Departamento de Montevideo. No obstante, se considera que el ordenamiento territorial excede los límites del departamento, abarcando el Área Metropolitana y considerando a Montevideo como centro político y funcional del territorio nacional.

En este sentido, la ciudad de Montevideo no puede considerarse como un reducto urbano-rural aislado ni aislable.

El Puerto de Montevideo es una parte sustantiva de la ciudad, y se constituye en el principal vínculo de transporte de cargas con el exterior y a través de la red vial carretera, fluvial y ferroviaria se conecta con el país en su totalidad.

De acuerdo a la Memoria Informativa que integra los documentos aprobados en el POT 1998, podemos destacar los siguientes aspectos:

- **Objetivos Generales orientadores del anteproyecto del Plan de Ordenamiento Territorial de Montevideo.** (Memoria Informativa pag. 13)
- Formular una propuesta orientadora del proceso urbano y territorial del departamento de Montevideo, que tienda hacia un desarrollo armónico y sostenible, recalificando los recursos naturales, las infraestructuras y las construcciones existentes y ordenando las actividades de impacto físico como medida para mejorar las condiciones de vida y bienestar de sus habitantes.
- Establecer las bases para reglar la actividad privada, coordinar la acción pública y encuadrar las actividades municipales como instrumentos necesarios para la mejor gestión de la propuesta del Plan de Ordenamiento Territorial.
- Definir un marco de condicionantes de carácter económico, demográfico y ambiental lo suficientemente claro y preciso para su aplicación práctica y lo

Rev.11/03/19

suficientemente flexible para reconocer los cambios de la dinámica urbana y territorial.

De acuerdo con estos objetivos generales, el proyecto Ferrocarril Central propone la recalificación y mejoramiento de la infraestructura ferroviaria, generando asimismo externalidades que permiten mejoras en el resto de las infraestructuras, quedando alineado así con estos objetivos.

- **Objetivos particulares del anteproyecto del Plan de Ordenamiento Territorial de Montevideo.** (Memoria Informativa pag. 13)

- En la medida de la competencia municipal, contribuir desde el ámbito montevideano a articular la ciudad tanto en lo interno como con el territorio, en sus escalas regional y nacional, con especial atención al área metropolitana mediante la definición de la red de comunicaciones e infraestructuras, encarando con eficiencia la movilidad urbana.
- Propiciar el establecimiento de una armónica relación entre la ciudad y el puerto de Montevideo, recuperando además el espacio y el paisaje de la bahía de Montevideo y su presencia en la ciudad.
- Proponer una estructura jerarquizada y global de la red viaria del departamento, propiciando las actuaciones necesarias para agilizar la circulación vehicular, el establecimiento de un sistema integrado de los transportes públicos de pasajeros y un sistema de transporte de cargas que ingresan a la ciudad y egresan de ella y circulan por su interior.
- Impulsar y proponer la ejecución de proyectos que se consideran estratégicos estableciendo prioridades de intervención por los mayores beneficios que logren sobre la ciudad globalmente considerada, actuando como inductores de otras actuaciones.

El proyecto Ferrocarril Central toma en cuenta estos objetivos particulares en la medida en que refuerza y moderniza la red ferroviaria existente, articulando la ciudad con el territorio y proponiendo medidas de mitigación para la solución de los aspectos críticos con el objetivo de generar mayor eficiencia en la movilidad urbana.

La principal medida de mitigación en cuanto al vínculo del Ferrocarril con el Puerto de Montevideo es el proyecto de un viaducto vehicular a desnivel que permitirá

tener dos accesos ferroviarios al Puerto de Montevideo y la entrada y salida de camiones hacia y desde el mismo a diferente nivel, liberando al centro de Montevideo del tránsito de camiones. Asimismo, este proyecto permite eliminar las interferencias entre el tráfico vehicular y el ferroviario en esta zona crítica.

- **Escenario Metropolitano.** (Memoria Informativa pag. 17)

En lo que respecta a la dimensión metropolitana, la inserción de Montevideo en un sistema urbano-territorial más amplio que los límites administrativos del departamento impone, para la elaboración del Plan de Ordenamiento Territorial, contextualizar el análisis en un escenario supradepartamental que identifique los principales procesos y tendencias de la vinculación de Montevideo con su región metropolitana. Es necesario un cambio de óptica en el tratamiento de los fenómenos territoriales adoptando visiones más amplias e interactuantes, por encima de jurisdicciones administrativas.

El departamento de Montevideo no es una entidad aislada o independiente, ni por sus orígenes ni por sus roles y funciones históricas y contemporáneas y, cada vez con mayor fuerza, los fenómenos externos tienen como ámbito territorial de expresión a la región metropolitana. No sólo Montevideo es parte de esa región, sino que el área metropolitana —funcional y espacialmente— es parte integrante del Montevideo real.

Como ya fue dicho, el proyecto Ferrocarril Central es un proyecto de infraestructura que se desarrolla a escala supradepartamental, constituyendo un fenómeno territorial que refuerza las directrices generales del plan de ordenamiento territorial, encuadrado asimismo en un plan estratégico del desarrollo económico y productivo del país.

- **El transporte ferroviario.** (Memoria Informativa pag. 54)

En este caso ya se han mencionado las medidas de mitigación para estos emergentes mencionados en la Memoria Informativa:

- La necesidad de relocalizar y redefinir el acceso ferroviario al Puerto y de reubicar las playas de depósito y maniobra, de forma de liberar el tramo norte-sur de los accesos frente a los nuevos usos propuestos de la torre de A.N.TEL. y los que podría proponer el Plan Fénix en la playa de maniobras de la Estación Central de Ferrocarriles General Artigas.

Rev.11/03/19

- Debe tenerse en cuenta la vigencia del acceso ferroviario a la planta de combustibles de A.N.C.A.P.
- Es previsible el conflicto que puede producirse a futuro, debido al transporte maderero, por el incremento de las frecuencias y la longitud de los trenes en el cruce de los accesos con el ramal al puerto.

B.- Montevideo y Externalidades

La relación metropolitana y nacional a través de sus conexiones terrestres y fluviales.

II.1. Lineamientos estratégicos y fundamentos de la propuesta (Memoria de Ordenación, pag. 123)

Las líneas estratégicas para la conformación de un modelo territorial buscan identificar aquellos caminos posibles para lograr el ordenamiento y el desarrollo del territorio del departamento de Montevideo en el marco del área metropolitana, el país y la región, en función de las transformaciones que se avizoren en los escenarios posibles y acordes con los objetivos del Plan.

A su vez, las líneas estratégicas se agrupan en función de seis ideas fuerza que fundamentan la propuesta: el enfoque metropolitano y regional, el reequilibrio socio-urbano, el soporte e impulso territorial de las actividades, la preservación y la conformación urbano-territorial, el modelo del Plan y la gestión del Plan.

El enfoque metropolitano y regional (Memoria de Ordenación, párrafos 2 y 5 pág. 123)

Una nueva relación de la ciudad y su territorio revaloriza el ámbito departamental y posiciona Montevideo en el ámbito metropolitano, nacional y regional. El desarrollo del área metropolitana, mediante la promoción de una mayor interconectividad y los equipamientos de proyección metropolitana, fortalece a todos los actores. El lineamiento estratégico correspondiente es, por tanto, la potenciación de los recursos departamentales para crear una identidad metropolitana de disfrute para toda la población, sin exclusiones.

Rev.11/03/19

Estructuras y sistemas territoriales – Criterios generales de ordenación del espacio público (Memoria de Ordenación, pág. 124)

Se propone reforzar la imprescindible coordinación de las obras en las redes de infraestructura que sobre el espacio público realizan las distintas dependencias del Estado —Usinas y Transmisiones Eléctricas, Obras Sanitarias del Estado, Administración Nacional de Telecomunicaciones, Intendencia Municipal de Montevideo—, cuyas funciones obligan a trabajos que, ya sea por canalizaciones o tendidos y postes de servicios de infraestructura, destruyen pavimentos, áreas verdes y fachadas, con acciones superpuestas, no coordinadas.

La **estructura vial** del departamento se consolida históricamente a partir de intervenciones con intencionalidades fácilmente identificables y en la mayoría de los casos, compartibles. Es objetivo del Plan el potenciar la inversión que la ciudad en su conjunto realizó en esa dirección, optimizando su funcionamiento en cuanto soporte de la accesibilidad mediante los distintos modos de transporte, para mercaderías y personas. Se propone una jerarquización vial que posibilite la protección de la actividad económica y de las zonas residenciales, minimizando las posibles interferencias, adecuándose a los nuevos requerimientos y haciendo más accesibles las ofertas al conjunto de la población, de forma de procurar una distribución más equitativa social y territorial de costos y beneficios.

En términos generales, el proyecto del Ferrocarril Central toma en cuenta estos criterios generales a través de la adecuación del sistema y las coordinaciones que necesariamente deberán hacerse con la Intendencia de Montevideo.

Transporte colectivo de pasajeros por riel (Memoria de Ordenación, pág. 131)

El transporte por riel constituye una opción necesaria en el desarrollo de un sistema de transporte del área metropolitana que incluye el área urbana.

El sistema integrado de transporte colectivo de pasajeros de Montevideo puede llegar a incluir el desarrollo futuro de modalidades de transporte por riel.

En la realidad de nuestro país tiene como contrapartida la necesidad de realizar inversiones importantes, debido a que en el último medio siglo se han privilegiado las inversiones en carreteras y en el transporte sobre neumáticos, por lo que existe un muy importante desfase entre ambas modalidades de transporte en cuanto a necesidades de inversión.

Si bien las vías férreas existentes de la Administración de Ferrocarriles del Estado (A.F.E.), fundamentalmente por el derecho de vía de su costosa afectación de suelo, junto con las estaciones, talleres y playas de maniobra, y mas allá de sus condiciones actuales de uso, son una base a tener en cuenta. Son en realidad parte de un sistema nacional de cargas que eventualmente podría adaptarse en ciertos tramos al transporte urbano–metropolitano de pasajeros.

Si bien, el proyecto Ferrocarril Central surge para solucionar en primer lugar las necesidades de transporte de cargas, una consecuencia positiva de este proyecto es la posibilidad de desarrollo del transporte colectivo de pasajeros, retomando de esta forma, una modalidad vinculada con nuestra propia identidad. La nueva infraestructura propuesta permitirá que mejore la relación distancia-tiempo de los traslados de pasajeros y sus conexiones intermodales. Es previsible que el sistema pueda incorporar a las capitales departamentales San José y Florida al nuevo modo de transporte. Las mejoras edilicias propuestas en las estaciones y paradas tienen como objetivo propiciar un mayor uso de esta modalidad en conexión con otros modos de transporte colectivo de pasajeros y la implementación del sistema STM en la integración de los mismos.

Grandes equipamientos (Memoria de Ordenación, pág. 136)

Llamamos grandes equipamientos a aquellos que se vinculan funcionalmente al funcionamiento macro–estructural del territorio.

Nuestra ciudad se proyecta con vigor en el marco regional del Mercosur y en tal sentido está en condiciones de recibir inversiones relacionadas con macro–equipamientos productivos, de servicios y turismo.

Asimismo, se requiere una respuesta dinámica del creciente puerto de Montevideo, que, si bien no ha experimentado importantes ampliaciones durante el presente siglo, en los últimos años ha evidenciado aumento de sus operaciones y demanda de nuevas operativas, mejoras en la prestación de los servicios y captación de nuevos tránsitos, que ha llevado a la introducción de transformaciones en su infraestructura y a la elaboración, en proceso, del Plan Maestro del Puerto. La introducción del contenedor y las nuevas modalidades de transporte marítimo, así como la manipulación de rubros como la madera, requieren de cuantiosos espacios para operar con grandes volúmenes de mercaderías. Ello implica la necesidad de tener en cuenta las previsiones de crecimiento del puerto en sus diversas actividades —su propia superficie, sus muelles, áreas para contenedores, accesos

terrestres (carretero y ferroviario)—, en tanto el puerto requiere de la ciudad y la ciudad del puerto.

C.- El Montevideo Legado

La revalorización de las calidades urbanas y paisajísticas

El reequilibrio socio-urbano (Memoria de Ordenación, pág. 123)

El Plan Montevideo es un plan de reequilibrios, que procura difundir infraestructuras y equipamientos en el acceso a las calidades de vida urbana, como modelo alternativo al de la segregación socio–espacial.

Varios lineamientos estratégicos confluyen en la construcción de una ciudad equilibrada. En primer lugar, el mejoramiento de la accesibilidad, en una perspectiva departamental y metropolitana, mediante la reestructura del sistema de movilidad de personas y mercaderías, facilitando las conectividades viales y creando un sistema integrado de transporte colectivo de pasajeros.

Para el logro de un acceso equitativo a los servicios se plantea un conjunto de centralidades que incluye a las periferias, a la vez que afirma el poder de atracción a la centralidad principal, apoyándose en el significado estructurador de los equipamientos colectivos, desde la escala metropolitana hasta la escala barrial.

La preservación y la conformación urbano-territorial (Memoria de Ordenación, pág. 123)

Con el objetivo de potenciar los valores geográfico–naturales, ambientales, urbanísticos y arquitectónicos del departamento de Montevideo, otra línea estratégica es la preservación del patrimonio natural y construido, creando áreas de paisaje natural protegido, de protección paisajística y nuevas áreas de protección en suelo urbano.

En general, se trata de rescatar los hechos territoriales que son objeto de apropiación y significación colectiva, con una particular cualidad simbólica e identitaria, que ofrezcan nuevos modelos para rescatar la cultura local, que tenía hace unas décadas expresión en el barrio tradicional.

Valorización de la situación presente (Memoria de Ordenación, pág. 167, 168, 169)

Rev.11/03/19

Las directrices de los planes especiales para las diferentes zonas de Montevideo mencionadas en este apartado de la Memoria, serán explicitadas en detalle en el análisis Nudos Críticos y Centralidades en el capítulo siguiente.

Análisis de Nudos Críticos y Centralidades

En el presente estudio, hemos seleccionado varios nudos críticos que, por su significación social, urbana, económica o patrimonial presentan los mayores desafíos en la relación del trazado ferroviario con la trama urbana, estudiando los posibles problemas y sus formas de mitigación.

Haciendo un recorrido desde el Puerto de Montevideo hacia el norte, los mismos son:

1. Relación de la trama urbana, la línea férrea y la Rambla costanera a la Bahía.
2. Barrio Capurro, tomando en particular el estudio del cruce con la calle Capurro y la Avda. Uruguayana
3. Parque lineal del arroyo Miguelete, y zona de Paso Molino
4. Barrio Sayago con dos puntos críticos en Estación Sayago y Avda. Millán
5. Barrio Peñarol
6. Barrio Colón, prestando especial atención a la Estación Colón y su entorno inmediato, por sus calidades patrimoniales que ameritaron su declaración como MHN y Bien de Interés Municipal.
7. Relación de la vía férrea con el corredor perimetral

1.- Relación de la trama urbana, la línea férrea y la Rambla costanera a la Bahía

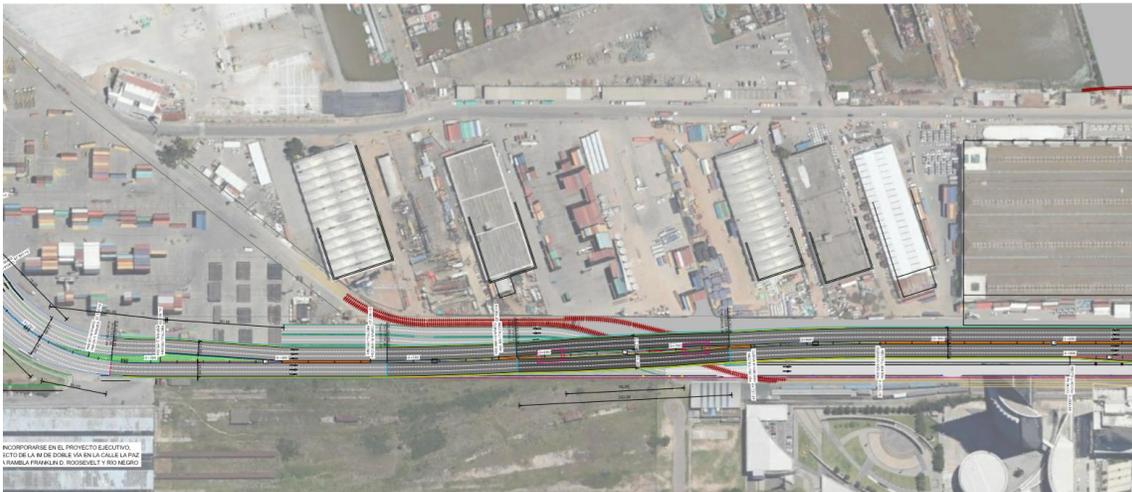
Esta zona de la ciudad ya se encuentra en la actualidad fuertemente condicionada por todas las infraestructuras existentes, la mayoría desde hace muchos años: Playa de maniobras de AFE en Estación Central, Playa de maniobras de AFE en estación Carnelli, Central Battle, Edificio de Telecomunicaciones, Silos de la empresa Saman, Zonas de depósitos particulares.

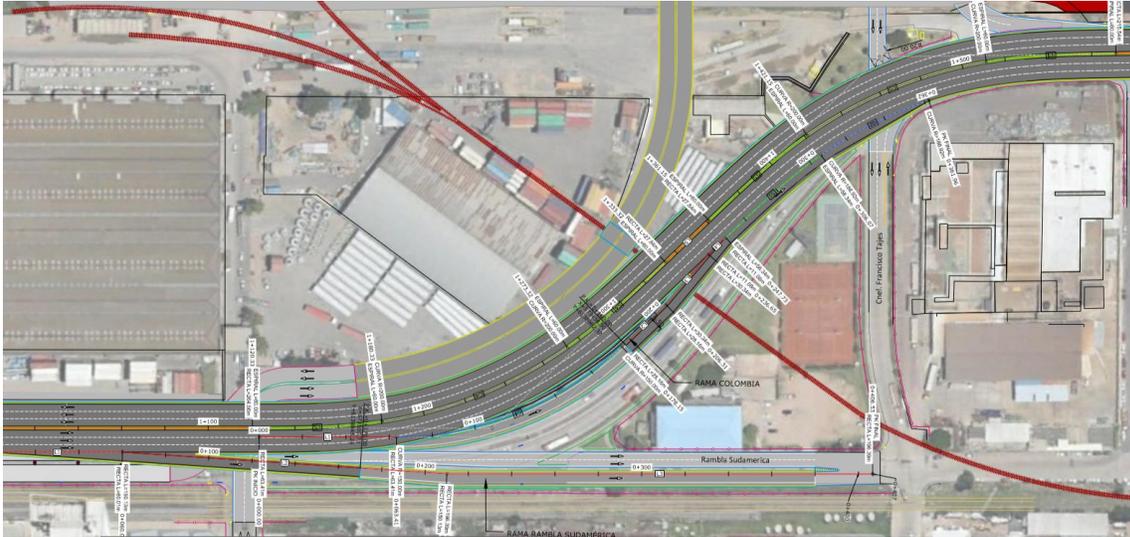
A esto se agrega la intersección actual de la vía férrea que entra al puerto con la rambla, que es al mismo nivel.

Frente a esta compleja situación, se plantean las siguientes medidas de mitigación de impactos. En el caso de la primer medida explicitada, la misma no se realiza en el marco del proyecto Ferrocarril Central, sino que es un proyecto propuesto e

implementado por la ANP a los efectos de solucionar el nuevo acceso al puerto de Montevideo a la altura de la Central Batlle de UTE:

1. Realización de un viaducto vehicular sobreelevado en la traza de la rambla costanera que resuelve los dos ingresos de la vía férrea al puerto en desnivel con el tránsito vehicular. Este viaducto aumentará asimismo en un 50% la capacidad de circulación, pasando de dos vías de entrada y dos de salida a tres en cada dirección.
2. Otra medida de mitigación puede estar constituida por el proyecto de un acceso vehicular directo desde la rambla costanera hacia Bulevar Artigas como forma de mejorar la salida desde el centro hacia dicha arteria, situación que hoy presenta serias dificultades, fundamentalmente para camiones de gran porte. Este proyecto y su realización están fuera del alcance del proyecto Ferrocarril Central, y debería ser coordinado entre la Intendencia de Montevideo y el MTOP.
3. Finalmente, desde el punto de vista de los actuales cruces de la trama vial con la vía férrea, el proyecto no innova en el sentido que se mantienen los actuales cruces a nivel con una tecnología mejorada que permitirá incrementar sustancialmente la seguridad en los mismos.





El inicio del viaducto vehicular desde el centro deja libre el edificio patrimonial de la Estación Central



2.- Barrio Capurro y calle Uruguayana

El barrio de Capurro es uno de los barrios más característicos de la ciudad de Montevideo, con un proceso histórico muy particular vinculado a su proximidad a la Bahía de Montevideo y a acontecimientos que marcaron el proceso histórico de la ciudad y de todo el país. Desde el punto de vista socio-demográfico, la población del barrio presenta una marcada identidad relacionada precisamente con su rica historia. La calle Capurro es el eje vertebrador del barrio que vincula el Prado, la zona este y el barrio de Bella Vista con la zona oeste y la bahía y los accesos. Por la calle Capurro hacia el oeste se puede encontrar el predio de la Escuela Pública N° 47, que representa un excelente ejemplo de una tipología escolar renovadora desarrollada desde la Dirección de Arquitectura del MTOP por los arquitectos Gonzalo Rodríguez Orozco y Hugo Rodríguez Juanotena en la década de 1960. En esta zona también se encuentran vestigios del llamado Caserío de los Negros, sitio en donde fueron alojados los esclavos que llegaban a estas tierras, que fue declarado MHN y Bien de Interés Departamental por sus restos históricos y arqueológicos. Todo este espacio muy significativo se vincula con el parque Capurro, cuyas obras de renovación y puesta en valor fueron inauguradas recientemente.

Toda esta zona se encuentra en el área declarada de promoción por la Intendencia de Montevideo.

La población residente en Capurro destaca como característica la alta circulación de personas que posee el barrio, producto de una movilidad alta hacia

Rev.11/03/19

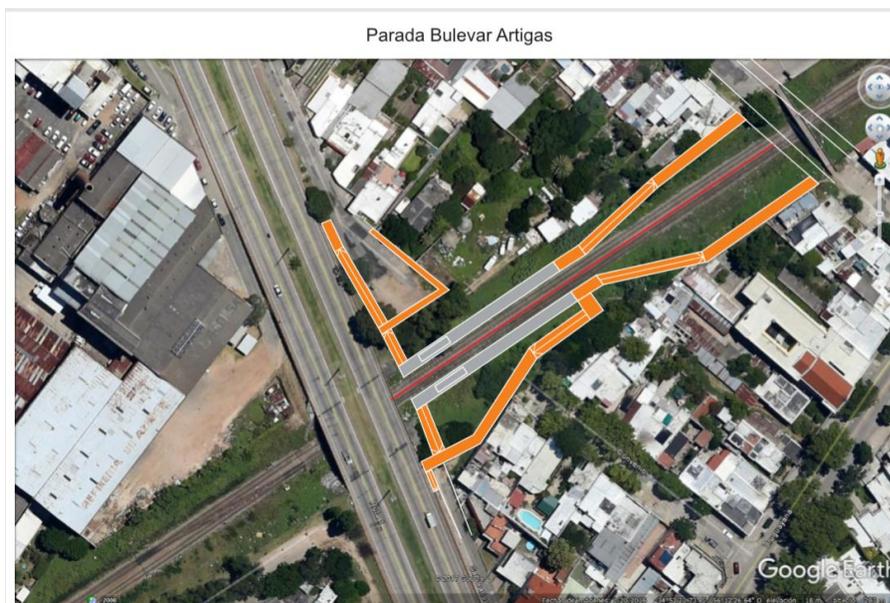
organizaciones de la zona (instituciones educativas, clubes) y comercios, entre los cuales se movilizan muchos adultos mayores y niños y a la cual se suma un alto tránsito de vehículos. También caracteriza a la zona la existencia de dos asentamientos linderos a la vía (Cívicos y 12 de Diciembre; Colombia y la vía) en donde las condiciones de vida se entienden como muy precarias. Estos dos asentamientos no se encuentran propiamente en el barrio de Capurro pero pueden ser incluidos en el análisis general de la complejidad de la trama urbana en esta zona. Los actores locales entrevistados plantean la existencia de una cultura arraigada respecto al tránsito sobre las vías por los costados y el hábito de cruzarla con las barreras bajas dado que también sucede, que las mismas corten el tránsito sin la existencia real de trenes por la obsolescencia del sistema de señales que en el proyecto será completamente renovado. Se destaca como característica la existencia de una política de recuperación de la zona, llevada a cabo por los Municipios A y C, con la intención de que el barrio se convierta en un polo cultural. Este es un punto importante en la medida que una de las principales expectativas sobre el proyecto se relaciona a este aspecto. La identidad del barrio se apoya en la percepción de que el mismo tiene una belleza "particular", sus calles adoquinadas y en la existencia de dos clubes deportivos: Club Fénix y Club Atlético Capurro.

Por otra parte, los actores locales destacan la no utilización del tren como medio de transporte por parte de la población de la zona en la actualidad. Además de las viviendas y asentamientos, en el tramo de la vía que pasa por Capurro existen fábricas en desuso algunas de las cuales son utilizadas por la Intendencia de Montevideo, el Centro Cultural "La Cuadra", el Centro Juvenil de Capurro, el Circo "El Picadero" y Escuela de Samba Unidos du Norte. Cercanos a la vía se encuentran varios comercios, el Club Capurro y el Club Fénix, e instituciones educativas.

Como se puede ver en el mapa se destaca una alta concentración de instituciones educativas sobre la Av. Agraciada (al este de la vía), y también sobre la calle Zufriategui (cerca de estación Yatay). Este último aspecto es importante ya que sobre esa calle el proyecto planifica generar un paso a nivel, sobre el que varios entrevistados plantean tener especial atención por el alto tránsito de niños y adolescentes en esa zona.

La preexistencia de la vía férrea ha definido históricamente un impedimento a esa circulación y vinculación del barrio. Asimismo, la calle Capurro es la única conexión importante del barrio con la Bahía. Para poder mitigar esta situación, el trazado proyectado de la vía férrea propone el enterramiento de la misma en esa zona, comenzando desde el sur en el cruce con Bulevar Artigas que ya se encuentra en desnivel actualmente hasta pasar el cruce con la Avda. Uruguayana hacia el norte.

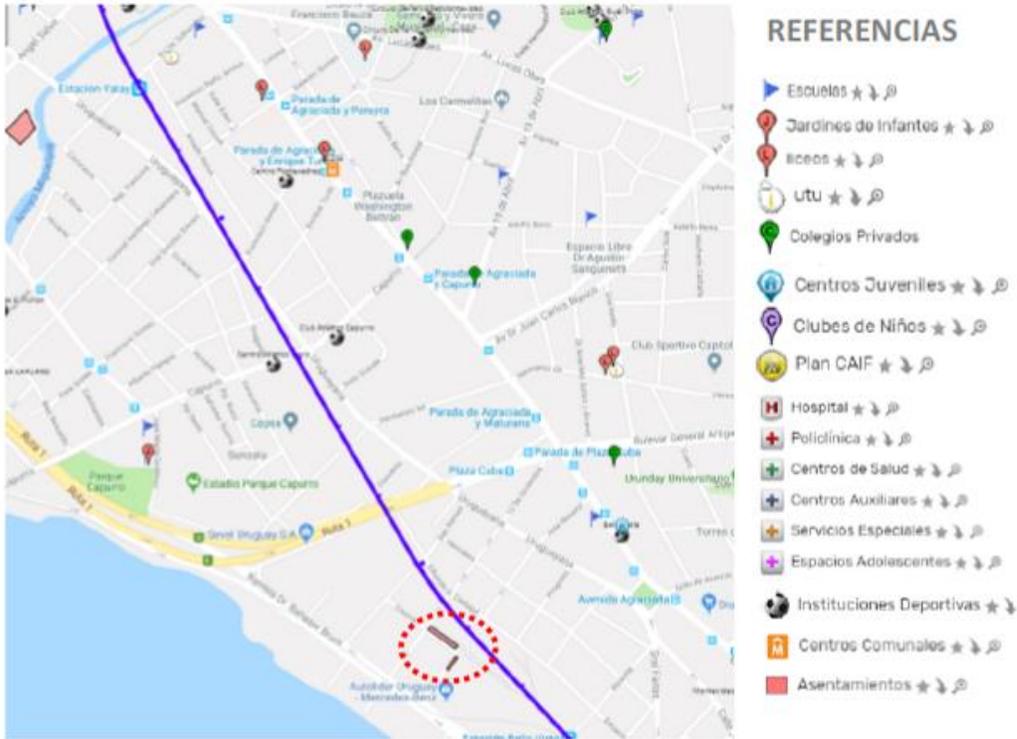
En el cruce con Br. Artigas se incorpora una nueva parada de ferrocarril de pasajeros que conecta con el nodo de Plaza Cuba. Agraciada y Uruguayana como forma de articular el transporte de corta, media y larga distancia. Asimismo, como se puede ver en la imagen siguiente, dicha parada conecta por medio de rampas con accesibilidad universal con las calles circundantes, y tiene como conectores de ambos andenes las aceras de los puentes vehiculares de Br. Artigas y calle Hermanos Gil. En esta última calle, el enterramiento de la vía en el comienzo de la trinchera de Capurro permite el gálibo vertical suficiente para que la calle Hermanos Gil pueda cruzar en forma de puente vehicular, significando una externalidad positiva del proyecto.



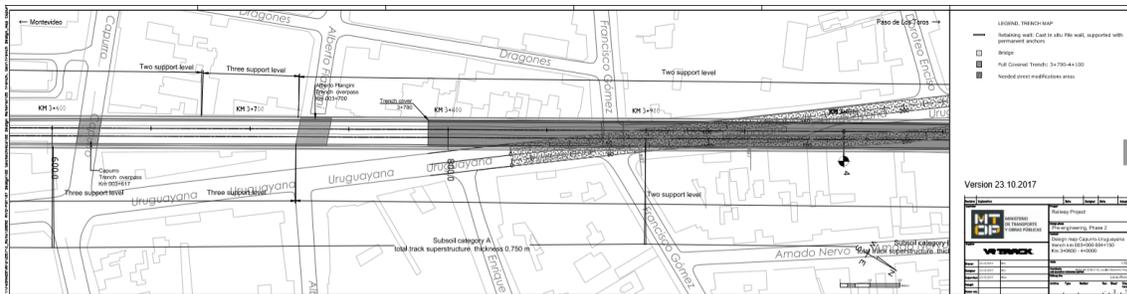
Está previsto en el proyecto que el cruce de la calle Capurro con la vía férrea sea en desnivel, mejorando sustancialmente la circulación peatonal y vehicular por la misma. Asimismo el enterramiento de la vía en trinchera en esta zona permite liberar para el uso vehicular la calle Hermanos Gil que actualmente sólo permite el cruce peatonal a través de un puente sobreelevado y permite liberar la calle Flangini, actualmente cortada y la calle Francisco Gómez que actualmente tiene barreras sobre la vía y que a partir del proyecto cruzará en desnivel a través de un puente sobre la trinchera.

Un caso de especial relevancia es la situación del cruce de la Avda. Uruguayana con la vía férrea. La particular geometría de ambas vías de circulación hace que en un tramo relativamente largo, la Avda. Uruguayana prácticamente coincida con el actual trazado de la vía férrea, lo cual convierte este cruce en uno de los cinco cruces con mayor siniestralidad en la ciudad de Montevideo. Para mitigar esta

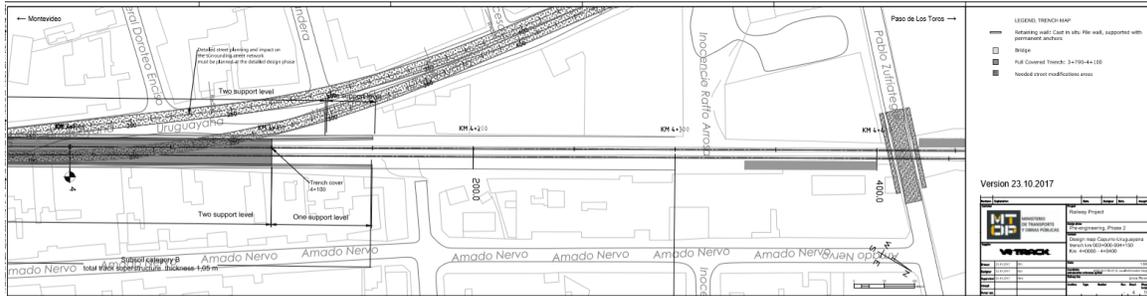
situación, el proyecto propone que en este tramo la trinchera sea cubierta, con lo cual se recupera el espacio propio de la avda. Uruguayana y se generan espacios residuales que pueden ser destinados al uso comunitario como externalidades positivas del proyecto. El tipo de equipamiento urbano para esta zona será coordinado con la Intendencia de Montevideo, si bien no está incluido en los alcances del proyecto licitado.



Zona Capurro / Bella Vista: mapa del trazado con identificación de instituciones y servicios



Tramo de trinchera en la zona de Capurro en donde se muestran los cruces en forma de puente de las calles Capurro y Flangini y el tramo de trinchera cubierta en la intersección con Avda. Uruguayana que permite el acondicionamiento de espacios libres a ambos lados de la traza de la misma.



Final de la trinchera cubierta en la zona de Capurro, tramo de trinchera abierta y paso a nivel en calle Zufriateguy.

3.- Parque lineal del arroyo Miguelete y Paso Molino

3-a Parque lineal arroyo Miguelete

Toda la cuenca del arroyo Miguelete ha sido objeto de un importante trabajo de mejora por parte de la Intendencia de Montevideo para convertirse en un parque lineal que saque partido de un paisaje natural y cultural de formidable valor.

En el momento actual, el talud de soporte de la traza de la vía férrea y los pilares del puente ferroviario actual constituyen un obstáculo que dificulta la comunicación y continuidad del parque lineal.

Una externalidad positiva del proyecto Ferrocarril Central es el diseño de un nuevo puente ferroviario que por su morfología permitirá la continuidad del parque lineal por debajo del mismo hacia el lado de la bahía de Montevideo, en la margen sur del arroyo. Asimismo, el proyecto prevé la realización de rampas de accesibilidad universal para conectar el parque hacia estación Yatay y calle Zufriateguy.

Parada Yatay



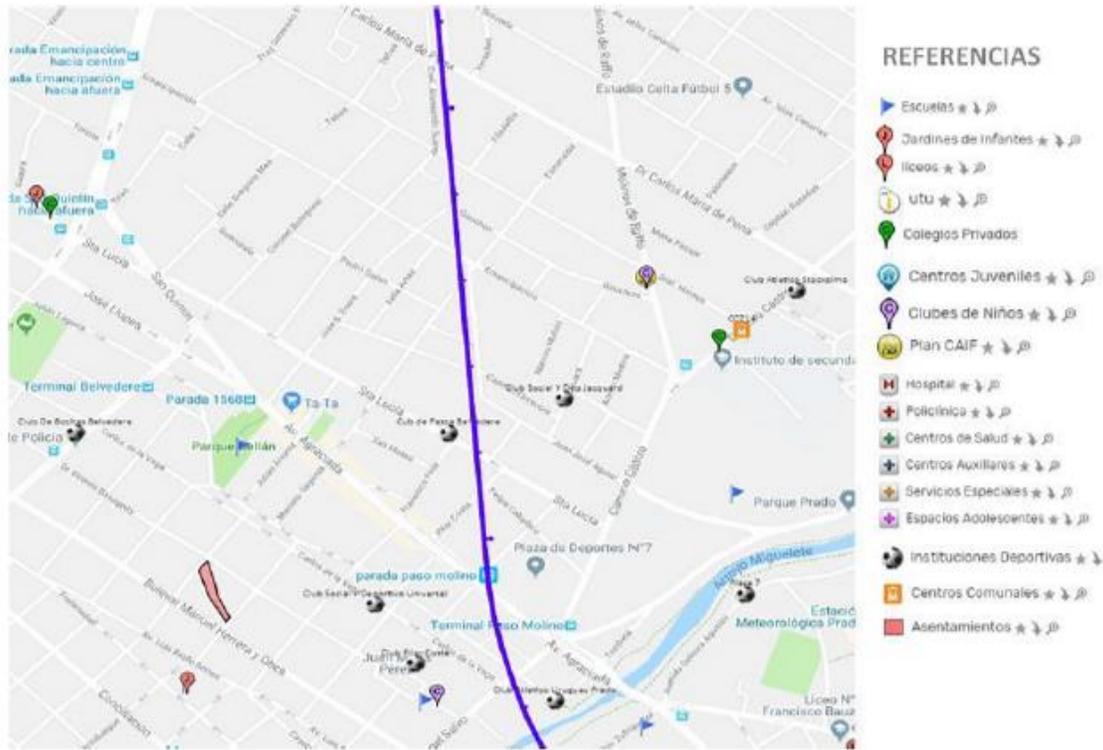
El esquema sobre foto aérea muestra los caminos peatonales de conexión del parque lineal por debajo del puente ferroviario y la conexión con los andenes de la parada Yatay.

3-b Paso Molino

La situación de Paso Molino merece un análisis en profundidad por sus características propias a saber: en primer lugar se constata una alta circulación vehicular y peatonal. Este enclave urbano se posiciona como un punto central dentro de la capital y constituye la entrada a todo el Municipio A, cuya población debe pasar por este punto para movilizarse hacia otras zonas de la ciudad. También se caracteriza por el volumen de población adulta mayor que reside en la zona.

En esta zona el trazado atraviesa principalmente por zonas residenciales, aunque también atraviesa la Avda. Agraciada muy próximo al lugar donde comienza la importante zona comercial de Paso Molino. Las personas contactadas en esta zona plantean que en varios tramos de la vía actual se observa la presencia de casas particulares muy cercanas a la vía, y que por lo tanto el proyecto puede tener un impacto mayor en esta zona. Además, se destaca la cercanía con la Plaza de Deportes No. 7 (cuya entrada secundaria da a la vía) así como la presencia de un complejo habitacional del BPS para adultos mayores (cuya parte de atrás linda con la traza y un jardín de infantes privado).

Sin embargo, a diferencia de lo que veíamos en la zona de Capurro no se detecta una presencia importante de instituciones educativas o de salud en su cercanía tal como muestra el mapa a continuación.



Zona Paso Molino / Belvedere: mapa del trazado con identificación de instituciones y servicios

En este sector, se pueden analizar diferentes situaciones:

- Calle Angel Salvo. Sobre esta calle y sobre la calle India Muerta se debieron realizar expropiaciones por la presencia de viviendas muy próximas a la traza de la vía férrea. Esta medida, a parte de mejorar la seguridad de operación, permite la vinculación peatonal de las calles antes mencionadas sin necesidad de cruzar la vía férrea.
- Calle San Miguel. Permite circulación peatonal. La calle se cerrará en su intersección con la traza de vía férrea por razones de seguridad. Esta medida va a requerir la reestructura de la feria vecinal que se realiza en dicha calle ya que algunos locales de la misma invaden la faja de AFE. Esta medida deberá ser coordinada con la Intendencia de Montevideo.

Rev.11/03/19

- La parada ferroviaria de Agraciada presenta una gran afluencia de pasajeros desde y hacia el centro de Montevideo. El proyecto Ferrocarril Central propone la reestructura de la misma, ampliando los andenes en su ancho y largo para facilitar la afluencia de pasajeros. El andén de salida está previsto al oeste de Avda. Agraciada, para lo cual fueron necesarias expropiaciones y el andén de llegada está previsto al norte de la calle Marcelino Díaz y García, en donde será necesario coordinar con la Intendencia de Montevideo el cambio de destino de un bien municipal. Conjuntamente con el aumento de las dimensiones de los andenes en la parada, se mejoran las medidas de seguridad en el cruce peatonal y vehicular a nivel entre Avda. Agraciada y la vía férrea.
- En la franja este de la vía férrea, al norte de la calle Pilar Costa, se realizaron expropiaciones que, además de ser requeridas por necesidades del proyecto, permitirán un beneficio adicional para la ciudad, ya que el tramo liberado permitirá a la Intendencia de Montevideo el tendido de un caño colector que solucione un problema endémico de la cuenca del arroyo Mataperros, que se arrastra desde hace 50 años.



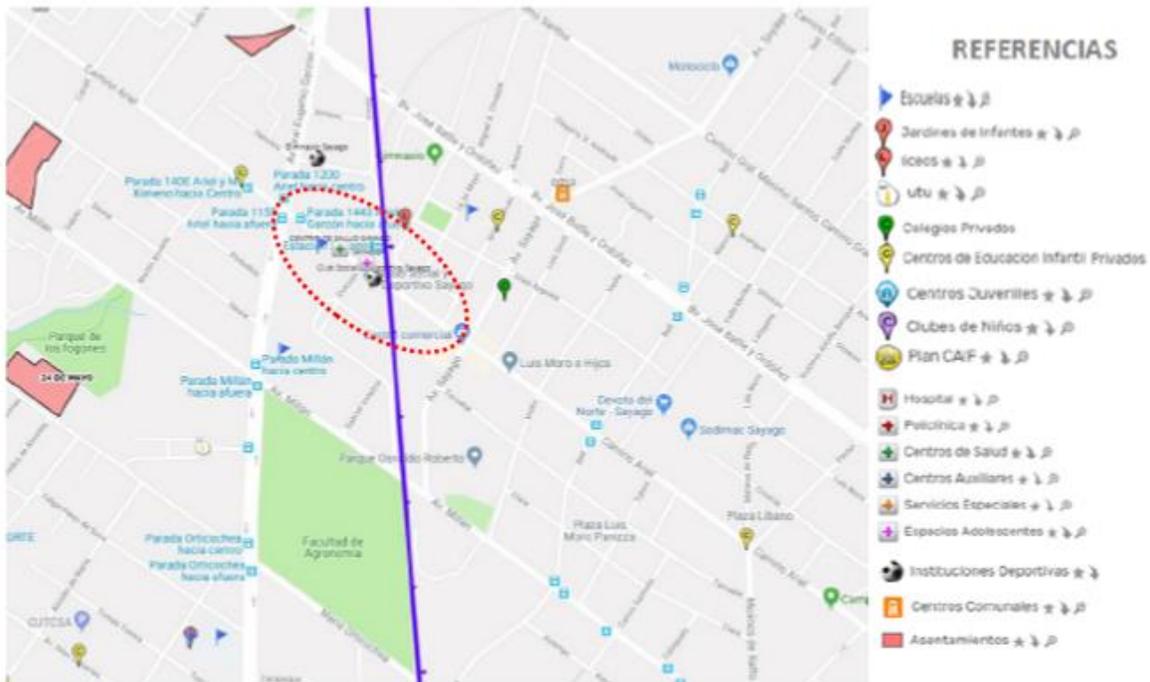
El esquema sobre la foto aérea muestra la distribución de andenes de entrada y salida en Parada Agraciada y la resolución de pasos a nivel en Angel Salvo y Avda. Agraciada.

4.- Sayago

Como en los casos anteriores, las características de la zona del barrio de Sayago (siempre desde la perspectiva de los actores consultados) por la que atraviesa la traza, se caracteriza por la alta circulación de tránsito, tanto peatonal como vehicular. Existen varias avenidas que se interceptan y que se utilizan como entrada y salida desde Montevideo hacia las Rutas 1 y 5 (como por ejemplo Avda. Millán y Br. José Batlle y Ordoñez).

Por otro lado, se destaca la existencia de centros educativos, centros de salud, clubes deportivos a los que asiste gran cantidad de población (sobre todo niños/as y adultos mayores). También se menciona como características de la zona, su lejanía en relación a otros puntos de Montevideo por ejemplo del Centro, dado el alto tiempo que actualmente demanda el traslado en ómnibus. Además de viviendas particulares, lindan con la vía varios complejos habitacionales, el Liceo Nº 23, y el Club Sayago. Cerca de la vía existen fábricas (por ej. la Fábrica De Cemento Portland Artigas), instituciones educativas, clubes sociales y se encuentra la Facultad de Agronomía.

El Consejo Vecinal Nº 13 informa además que se ha presentado recientemente un proyecto para construir un local de UTU frente a la Facultad de Agronomía. Cuando analizamos la distribución de instituciones y servicios de la zona podemos ver que la mayoría de ellos se concentran fuertemente en la cercanía de la Avda. Ariel y la vía (centro histórico del barrio generado precisamente por la presencia de la estación). Esto hace que el paso a nivel proyectado en ese cruce sea el más sensible de toda la zona, ya que además de esa importante concentración de servicios deportivos, educativos y sanitarios la Avda. Ariel es la arteria de circulación de transporte colectivo más importante que une Sayago con el resto de la ciudad. Y a todo esto debemos sumarle el hecho de que la zona comercial de Sayago se extiende principalmente por esa misma Avenida Ariel desde la vía hasta Avda. Sayago.



Zona Sayago: mapa del trazado con identificación de instituciones y servicios

Pasamos ahora al estudio particular de los nudos más críticos dentro de esta zona:

- Cruce de la Vía Férrea con Avda. Millán. La importancia de este cruce desde el punto de vista fundamentalmente del tránsito vehicular y la necesidad de resolver en forma segura y eficiente el cruce con la vía férrea se debe al hecho que esta arteria de la ciudad es la principal conexión con los accesos a Montevideo en esta zona. En este caso la necesidad de bajar la pendiente existente de la traza en este sector, presentó la oportunidad de generar un cruce a desnivel ya que la traza se entierra 1,5mts por debajo del nivel actual. Esta situación posibilitó la realización de un viaducto vehicular por Avda. Millán que permite un cruce seguro a desnivel con la vía férrea. El proyecto del viaducto determinó la necesidad de modificar el trazado de Avda. Sayago que debe permitir el giro hacia el centro de la ciudad por debajo del viaducto de Avda. Millán. Asimismo, los cruces peatonales deben ser independientes del viaducto para poder tener accesibilidad universal. Hacia el norte de Avda. Millán, las peatonales rematan por un lado en un terreno propiedad de AFE y al este de la vía férrea en un predio en donde se encuentra una casona antigua en estado ruinoso que fue expropiado a solicitud de la Intendencia de Montevideo para su recuperación con el objetivo de generar servicios comunitarios. En este caso se realizará un cambio de destino del predio en favor de la Intendencia de Montevideo. En el lado sur de Avda. Millán se realizará un cambio de destino de parte de un predio propiedad del MGAP para permitir el desarrollo de una calle

Rev.11/03/19

secundaria de salida de Avda. Sayago hacia el centro y el desarrollo de rampas peatonales. Del mismo lado de Avda. Millán pero al oeste de la vía férrea, se encuentra el predio de la Facultad de Agronomía de la UDELAR. Aquí también se realizó un cambio de destino para el desarrollo de rampas peatonales. Una condicionante del viaducto vehicular fue mantener la salida del predio de la Facultad por el portón histórico hacia Avda. Millán, vinculándose con una calzada de servicio hacia el oeste en dirección a calle Pasaje Ferrocarril.



- Calle Pasaje Ferrocarril. Se desarrolla en forma paralela a la vía hacia el oeste de la misma, y se interrumpe entre calle Quicuyo y Tacuabé en donde se han encontrado asentamientos en la vía pública (2 viviendas y un garaje) Esta situación deberá ser regularizada por la Intendencia de Montevideo dado que es necesaria la apertura de calles paralelas a la vía por razones de seguridad operativa. Esta situación también se da entre la calle Tacuabé y Con. Ariel, donde se emplaza el gimnasio del Club Atlético y Deportivo Sayago que se encuentra invadiendo área pública. Esta situación es de más difícil resolución.
- Estación Sayago y cruce con Con. Ariel. El cruce de la vía férrea con Con. Ariel es uno de los nudos críticos del proyecto, ya que por Cano. Ariel se desplaza una cantidad de tránsito importante en ambas direcciones. Se analizaron diferentes alternativas de mitigación, pero finalmente por varias razones de tipo técnico y económico, se resolvió mantener el paso a nivel

con un importante señalamiento de seguridad para cruce vehicular y peatonal. En esta estación se ha desarrollado el hábito por parte de los vecinos de cruzar la vía en diferentes lugares para comunicarse hacia uno y otro lado de la misma. Por razones de seguridad, el único punto de cruce será en el paso a nivel protegido de Cano. Ariel, habilitando el espacio de la propia estación para la circulación peatonal e impidiendo el cruce de vía con cerramiento de tejido metálico. En este lugar se encuentra una casilla de señales de valor patrimonial que será preservada.



Esquema sobre foto aérea de Estación Zayago en donde se muestra el cruce a nivel en Cano. Ariel. La línea roja entre las dos vías férreas representa un tejido metálico de 1,80mts de alto dispuesto con el objetivo de evitar cruces no deseados entre andenes. El flujo peatonal se encauza hacia el paso a nivel en Cano. Ariel que dispone de todas las medidas de seguridad necesarias.

5.- Peñarol

La única intervención del proyecto Ferrocarril Central en el barrio Peñarol será la renovación de las vías en el trazado existente entre el desvío del ramal norte-sur pasando estación Sayago hasta Estación Peñarol. Este tramo de vía atraviesa uno de los barrios más característicos de Montevideo, con valores desde el punto de vista de paisaje cultural y patrimonio industrial que justificaron su inscripción en la lista indicativa del Comité de Patrimonio Mundial. El único aspecto patrimonial que se afecta con el proyecto es el puente peatonal sobre la vía, que debe elevarse para permitir el gálibo vertical necesario. Al igual que en el caso de la Estación Colón que será objeto de análisis en el próximo capítulo, la solución sugerida es el desarme del puente, la construcción de una plataforma de hormigón de una altura aproximada de 80cms con sus correspondiente rampas de acceso y la reconstrucción del puente exactamente igual a su situación actual. El objetivo de la intervención es que los elementos que se deban agregar no compitan de ninguna forma con la estructura patrimonial que se mantendrá tal cual se encuentra en la actualidad.

6.- Colón

Rumbo a Estación Colón, en forma paralela a la vía en su lado este, se encuentra la calle Waldemar Hansen, la cual está interrumpida en el tramo de calle Edison a calle Aparicio Saravia, abierta en el largo de una cuadra al norte de Aparicio Saravia y se interrumpe en el tramo de una cuadra antes de llegar a Con. Casavalle. Dada esta situación, y con el mismo criterio de seguridad operativa, se hace necesaria la apertura de este tramo como forma de generar una vía de servicio paralela. Asimismo es necesario acondicionar el espacio para una segunda vía desde el desvío a Peñarol hacia el norte. Para lograr estos objetivos, fueron expropiados padrones linderos a la vía, hasta la alineación de la calle Hansen para permitir su apertura. Esta franja de tierra expropiada será cedida a la Intendencia de Montevideo para la apertura de la calle lo que representa una externalidad positiva para la trama urbana.

Más al norte, en la zona de Colón propiamente dicha, se destaca que la vía corre de manera paralela (y a muy poca distancia) de su principal arteria y zona comercial sobre la Avda. Garzón. Dada la importancia de esa zona comercial es allí en donde los residentes de Colón y sus alrededores tienden a concentrar la realización de sus actividades cotidianas dentro del barrio: *"es como un pueblo del interior"*. Buena parte de las compras, las actividades deportivas, de esparcimiento y educativas de los vecinos son realizadas en el barrio lo cual genera una dinámica

Rev.11/03/19

asociada a una circulación importante de los vecinos en diferentes medios de transporte, a pie, en bicicleta, en vehículos.

A esto se suma una alta circulación de vehículos, sobre todo camiones para el transporte de mercaderías. Esta alta movilidad implica el cruce frecuente de peatones y vehículos por las vías del tren. Según las entrevistas realizadas, al parecer una de las características de los hábitos de los vecinos tiene que ver con la costumbre de cruzar la vía "sin prestar atención"- "ya que los trenes pasan muy poco"-, y sin respetar las medidas de seguridad puesto que con frecuencia las barreras no funcionan. En este marco de baja frecuencia de trenes y de medidas de seguridad que no funcionan es que se han generado cruces informales sobre las vías, así como la costumbre de que los niños jueguen en ellas. Debido a esta dinámica muchos niño/as y adolescentes cruzan la vía sin compañía de un adulto.

La vía en este barrio se inserta en zonas con un alto valor patrimonial, con amplios espacios verdes, con características ambientales particulares que necesitan ser cuidadas para su mantenimiento (buena calidad del aire, por ejemplo). Por otro lado, está próxima a una amplia zona rural con producción vitivinícola y agrícola. En la zona, además de casas particulares y algunas casas con valor de patrimonio histórico, lindan con la vía la Terminal de Colón, la fábrica Nórdex, la Fábrica Inca, así como otras fábricas y comercios. En general podemos ver que la zona al este de la vía férrea (denominada Pueblo Ferrocarril) se caracteriza por su componente preeminentemente residencial, mientras que al oeste de la vía se concentran la oferta comercial y de servicios (tanto educativos, como deportivas, sanitarias y de transporte) que se corresponden con la importancia de la Avda. Garzón como eje de la vida de la zona. Esto hace que a través de la vía, sobre todo en los pasos a nivel y peatonales que existen entre las calles Casavalle y Besnes Irigoyen (y que tiene como eje central la estación Colón), se observen flujos constantes de personas y vehículos que los atraviesan. Esto plantea la necesidad de considerar estos aspectos tanto en las etapas de construcción como en la etapa de operación del nuevo proyecto.

Un aspecto particular del proyecto y su impacto territorial tiene relación con el paisaje cultural constituido por la Plaza Vidiella y la Estación Colón, declarada Monumento Histórico Nacional y Bien de Interés Departamental por sus valores patrimoniales. La estación y sus construcciones anexas, relacionada con la Plaza Vidiella y su entorno inmediato, constituyen un paisaje cultural de particular relevancia que está muy integrado a la identidad de los vecinos del barrio de Colón en particular y a los montevideanos en general. Más allá de los grandes conjuntos arquitectónicos o urbanísticos declarados patrimonio cultural, *"la Carta Europea del Patrimonio Arquitectónico de 1975, elaborada por el ICOMOS (Comité de Monumentos y Sitios del Consejo de Europa), acercaba el criterio de patrimonio*

cultural también a los espacios más modestos que son, en última instancia, donde se desenvuelve la vida de la mayor parte de la ciudadanía del mundo” (L.Rubio y G. Ponce, 2018, pag.14). Pero asimismo, este particular paisaje puede ser abordado desde el punto de vista patrimonial con los conceptos de patrimonio industrial, haciendo referencia a los Principios de Dublín aprobados en 2011, ... “en los que se definía el patrimonio industrial como los sitios, estructuras, complejos, áreas y paisaje, así como la maquinaria, objetos y documentos que evidencian un proceso industrial, pasado o en curso, la extracción de materias primas, su transformación en bienes y lo relacionado con infraestructura de transporte y energía.” (L.Rubio y G. Ponce, 2018, pag.14)

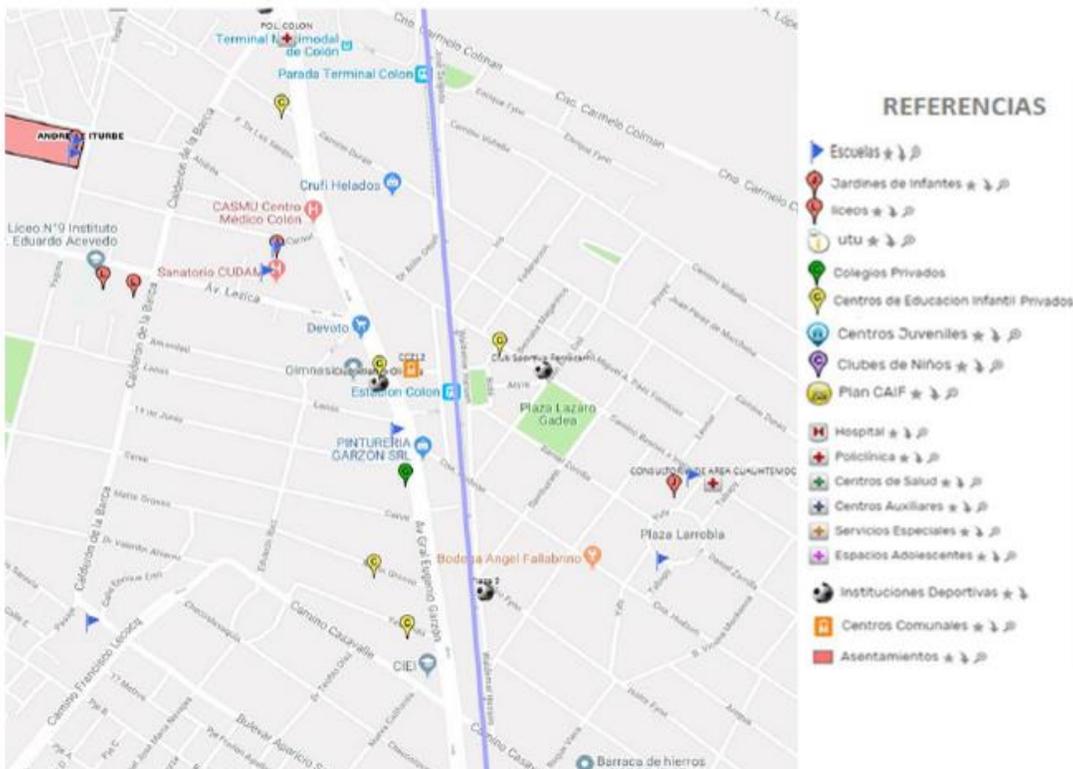
A partir el análisis de contexto planteado al comienzo de este apartado y del marco teórico relacionado con las medidas de protección y gestión patrimoniales, el proyecto Ferrocarril Central desarrolla para esta zona las siguientes medidas de mitigación y protección:

1. Protección de las instalaciones de la Estación. En este sentido, la intervención prevista en el proyecto será la recuperación y puesta en valor de las cubiertas de los dos andenes existentes, respetando su diseño y morfología, y se elevará el puente peatonal de hierro existente. Para ello se mantendrá la actual estructura construyendo una base de hormigón para elevar la estructura de manera de permitir el gálibo vertical necesario. Las actuaciones dentro del edificio principal de la Estación quedan por fuera de los alcances del presente proyecto pero se puede encontrar ahí una buena oportunidad para desarrollar un proyecto de interés cultural en conjunto entre AFE y la Intendencia de Montevideo que permita que la Estación y el entorno de la Plaza Vidiella que la prolonga hacia el oeste jueguen un rol dinamizador del barrio.
2. A efectos de generar una relación fluida entre los dos sectores del barrio separados por la vía férrea y con el objetivo de aumentar la seguridad, se propone la construcción de un segundo puente metálico provisto de rampas con accesibilidad universal que vincule ambos sectores. El puente patrimonial existente vincula solamente las áreas internas de la estación entre los dos andenes de pasajeros. Se propone que el nuevo puente, que permitirá una conexión barrial más amplia, se instale hacia el norte de la estación, arrancando desde el vértice noreste de la Plaza Viediella. Esta ubicación, además de estar vinculada con el trayecto que se inicia en diagonal desde Avda. Garzón y la Plaza, permite además que las dos estructuras, la preexistente y la nueva, no compitan formalmente.
3. El área de la estación y los espacios laterales de la vía quedarán cerrados para el tránsito peatonal por motivos de seguridad.

Estación Colón (Montevideo, Uruguay)



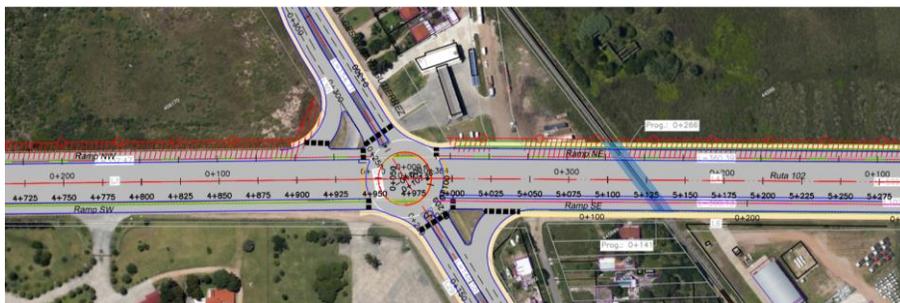




Zona Colón: mapa del trazado con identificación de instituciones y servicios

7.- Intersección con anillo perimetral

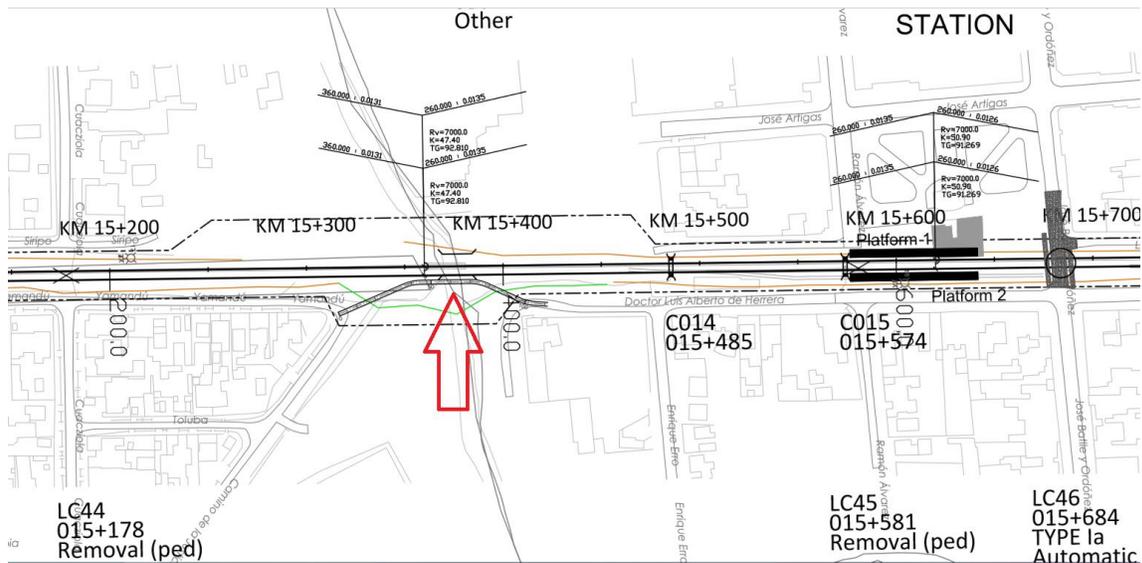
En este sector de la trama vial del departamento de Montevideo, tenemos dos nudos críticos existentes que son la intersección del Anillo Perimetral con la Avda. César Mayo Gutierrez y la vía férrea. La topografía del lugar nos da la oportunidad de poder mitigar estas dos situaciones, ya que se puede modificar el perfil del anillo perimetral para que pase por debajo de la Avda. César Mayo Gutierrez (en donde se proyecta un intercambiador circular) y de la vía férrea. De esta manera se resuelven estos cruces de manera más segura y eficiente.

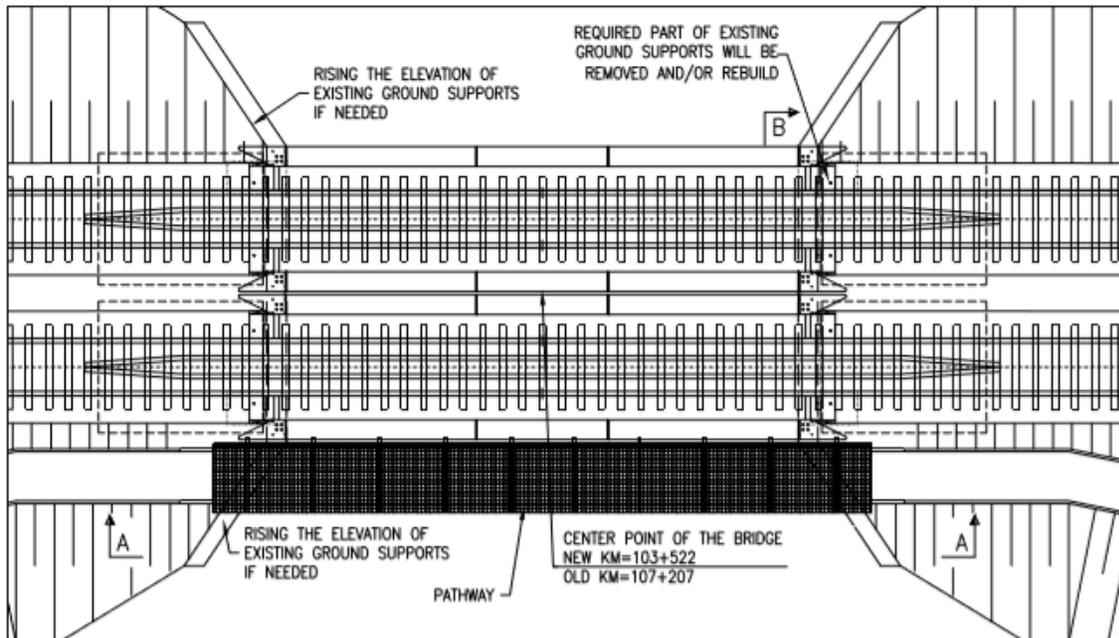


La intersección con el Anillo Perimetral se encuentra en parte de la zona rural del departamento de Montevideo, la cual a efectos de este estudio, debe ser considerada entre la Estación Multimodal de Colón y Con. Uruguay (también conocido como Cuchilla Pereira).

A partir de este cruce, en donde está emplazado el establecimiento industrial de la Fábrica Nal. de Cerveza, se desarrolla el barrio Abayubá que es un área urbana consolidada que, si bien pertenece al departamento de Montevideo, en los hechos y comportamientos de la población, el mismo se ha transformado en una extensión de la ciudad canaria de La Paz al otro lado del arroyo Las Piedras. Este hecho ha determinado que históricamente los vecinos de este barrio hayan tomado el hábito de cruzar por el puente ferroviario de una margen a otra del arroyo.

Para mitigar esta situación, el proyecto prevé la instalación de un puente peatonal contiguo al ferroviario que conecta un incipiente parque público del lado de Montevideo con la traza urbana de la ciudad de La Paz. Se ha acordado con la Intendencia de Montevideo la realización de un proyecto de detalle para el acondicionamiento de dicho parque que estará a cargo del gobierno departamental.





D.- Alineamiento con las Directrices Departamentales

Las Directrices Departamentales refieren a tres aspectos básicos:

- Los principales objetivos del ordenamiento territorial en el departamento.
- Las grandes estructuras y sistemas territoriales, así como las actuaciones estratégicas propuestas.
- La formulación de las orientaciones generales para las otras escalas del ordenamiento territorial y para las políticas sectoriales y los grandes proyectos con incidencia territorial. (Proyecto de Directrices Departamentales, pag.12)

De acuerdo a estas premisas, analizaremos el alineamiento del proyecto Ferrocarril Central a las mismas.

En el capítulo de **Demanda de Suelo para Infraestructura y Producción** del proyecto de directrices departamentales, se plantea que:

En relación a estas dinámicas territoriales es fundamental resolver las distintas situaciones relacionadas al creciente transporte de mercaderías y su impacto en el área urbana inmediata y la región metropolitana y su vinculación con el resto del país. La transversalidad e intersectorialidad de dichas problemáticas obliga a una compleja coordinación de las instituciones públicas y privadas asociadas al tema,

Rev.11/03/19

como el MTOP, la Administración Nacional de Puertos, la Administración de Ferrocarriles del Estado, el Ministerio de Economía y Finanzas, la Administración Nacional de Aduanas, la Cámara Logística, las empresas de transporte vial y de servicios marítimos y portuarios, entre otros. (pag.35)

Precisamente, el proyecto Ferrocarril Central se piensa desde esta óptica de transversalidad interinstitucional pensando el subsistema de transporte ferroviario dentro del sistema más amplio que compone la ciudad y el departamento en su totalidad y dentro del contexto territorial del país.

Por otro lado, la democratización territorial implica el acceso pleno de la ciudadanía al territorio y a las infraestructuras y servicios. En este sentido apuntan el Plan de Saneamiento, para alcanzar el saneamiento universal, y el Plan de Movilidad, para mejorar la accesibilidad física de la ciudadanía a todos los puntos del departamento y el área metropolitana. (Democratización Territorial, pág. 45)

Este es un principio básico y fundamental con el cual el proyecto del Ferrocarril Central se encuentra alineado, en la medida en que se entiende que este proyecto, a través de las medidas de mitigación y externalidades que puede generar, no sólo puede contribuir a una recalificación de determinadas áreas de espacios públicos, sino que se pretende que aporte al Plan de Movilidad, vinculando el modo de transporte colectivo ferroviario con los otros modos de transporte colectivo a través de la generación de nodos de intercambio intermodal.

El proyecto de Ferrocarril Central se encuentra alineado con los siguientes objetivos de las directrices departamentales:

Objetivo 2

Revertir los procesos de segregación socio-territorial.

Equilibrar en el territorio la dotación de infraestructuras y equipamientos.

Objetivo 3

Mejorar las calidades urbanas que califican el hábitat.

Fomentar el desarrollo de un sistema de espacios públicos de calidad.

Reducir la vulnerabilidad ante la variabilidad climática y minimizar los riesgos socio-ambientales.

Objetivo 5

Prever suelo apto y adecuado para la residencia y para las actividades productivas y logísticas.

Delimitar áreas del territorio destinadas al desarrollo de las distintas actividades, que ordenen la distribución espacial de las mismas y asegure una oferta adecuada de suelo.

Objetivo 6

Mejorar el vínculo de las grandes infraestructuras y equipamientos con la ciudad y el territorio.

Perfeccionar la interrelación ciudad-puerto contemplando el crecimiento de las actividades portuarias.

Corregir los vínculos con los grandes equipamientos productivos en especial aquellos productores de energía.

Ordenar las actividades productivas y logísticas previendo los conflictos potenciales.

En el capítulo anterior, en donde se analizó la relación del proyecto con el POT 1998, se describieron en detalle los nudos críticos detectados y las medidas de mitigación adoptadas para solucionarlos. Asimismo, se han descrito las posibles externalidades positivas que el proyecto puede generar como forma de contribuir a una recalificación del espacio urbano de la ciudad y su territorio.

Asimismo se ha tenido en cuenta la interacción del sistema ferroviario con otros sistemas definidos por las directrices departamentales:

Sistema de movilidad

Movilidad

Constituye el sistema que posibilita el desplazamiento de personas y mercaderías. Su rol es relevante en la inclusión social y en la estructuración y ocupación del territorio. Son componentes de este sistema la red vial, el sistema de transporte de pasajeros, las terminales, el transporte vehicular privado, el transporte de cargas y otros modos de transporte (activo, ferroviario, etcétera) así como todo aquello que contribuye, a mejorar la seguridad vial y a desarrollar un sistema sustentable y eficiente. (pág. 47)

Este es un aspecto clave que el proyecto toma en cuenta en su propuesta.

Sistema de Habitación

Dentro de este sistema, entendemos que los aspectos más relevantes a tener en cuenta son los siguientes: (pág. 47 y 48)

Espacios públicos: Constituyen los ámbitos librados al uso público de toda la colectividad. Se entiende como recurso básico y necesario en la conformación de la ciudad y el hábitat. . Son el soporte físicoespacial de las actividades cuyo fin es satisfacer las necesidades colectivas que trascienden los límites de los intereses individuales. Supone dominio público, uso social colectivo y multifuncionalidad.

Su rol es decisivo en la caracterización e identidad de los barrios, siendo además vehículo de integración, encuentro e intercambio cultural. La calle, los parques, las plazas, la costa, la rambla entre otros, componen un conjunto de espacios de distinta funcionalidad y escala distribuidos en el territorio.

Centralidades: Refieren a espacios de intensos intercambios colectivos decisivos en la estructuración territorial. Tienen diversas escalas y áreas de influencia; así como diferentes grados de diversificación funcional e intensidades de uso. Son hitos fundamentales que posibilitan el reconocimiento y la percepción ciudadana de los valores urbanos generales y locales. Se reconoce una lógica urbana policéntrica con diferentes roles y escalas. El Centro Principal es la centralidad más trascendente en lo que hace a la identidad y polifuncionalidad. Las centralidades urbanas y metropolitanas, las centralidades zonales y las centralidades locales completan y consolidan el sistema con sus perfiles característicos según su alcance, sus características espaciales, socioculturales y funcionales.

Sistema de espacios protegidos

Es el conjunto edilicio y ambiental que es representativo de nuestra identidad colectiva como habitantes de Montevideo, tales como edificios, espacios, zonas, elementos naturales de valor ecosistémico y visuales, restos arqueológicos, etcétera, poseedores de valores patrimoniales y testimoniales objetos de protección.

En capítulo anterior se han analizado los vínculos y la alineación del proyecto con estas directrices.

Rev.11/03/19

En relación a los lineamientos que proponen las directrices departamentales, apuntamos aquellos que están directamente relacionados con el proyecto de Ferrocarril Central y que han sido tenidos en cuenta en la propuesta integral:

Lineamientos para la movilidad (pág. 49 y 50)

- Desarrollar la movilidad mediante la planificación y gestión integrada del transporte, la vialidad y el tránsito en un abordaje metropolitano.
- Integrar la planificación sectorial a la planificación integral del territorio adyacente a los corredores y terminales.
- Promover un sistema de transporte de pasajeros que aliente la integración democrática en el territorio, que tienda a la superación de sus desequilibrios y procesos de segregación, favoreciendo la accesibilidad territorial del conjunto de la población y priorice el transporte colectivo.
- Concebir un sistema de transporte de pasajeros energéticamente eficiente y multimodal que integre y promueva el transporte activo.
- Promover una conectividad vial de este a oeste y viceversa, que reequilibre la estructura radiocéntrica, habilitando nuevas vinculaciones entre centralidades y entre áreas intermedias y periféricas.
- Concebir un sistema de transporte de cargas eficiente, multimodal, y que minimice los conflictos con la ciudad, en particular en lo referente al acceso al Puerto de Montevideo.

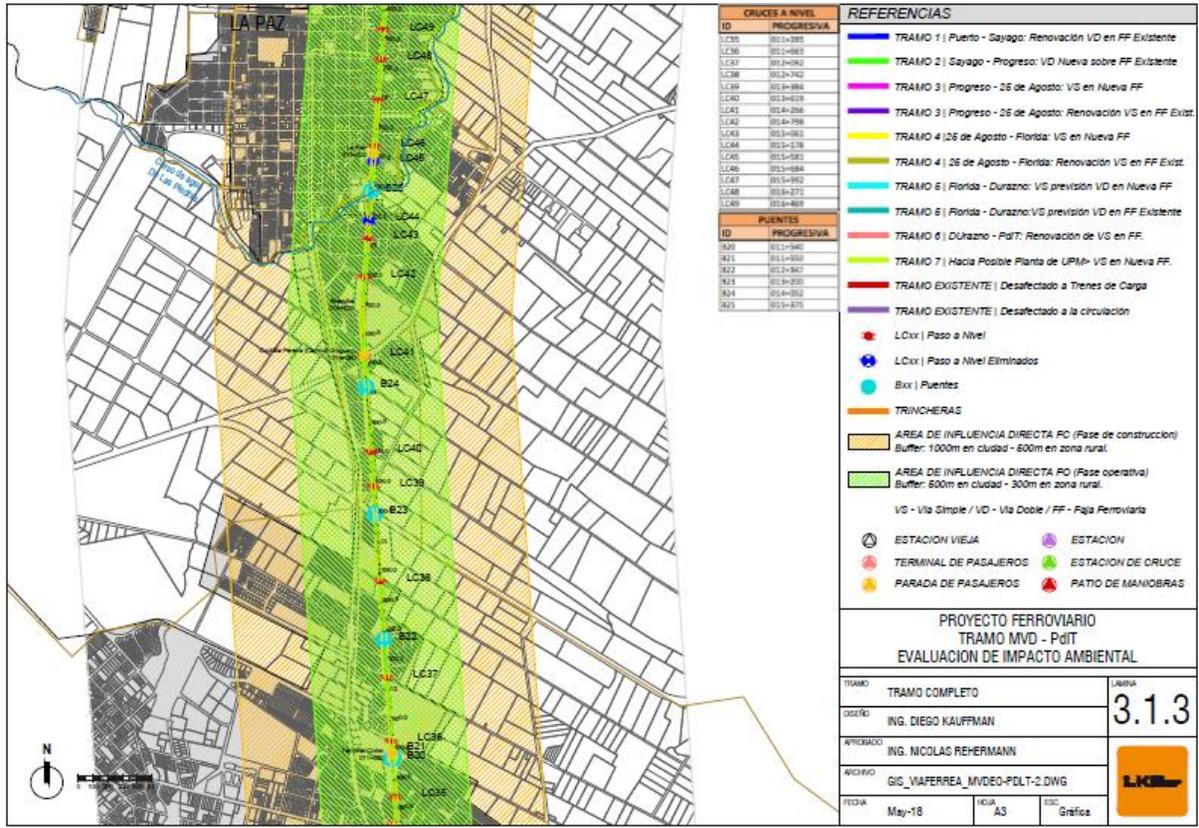
En relación a los lineamientos para el sistema de espacios protegidos:

- Superar los límites de lo monumental, atendiendo también áreas centrales poseedoras de valores patrimoniales derivados de su coherencia morfológica y con rasgos identitarios reconocidos por la comunidad.

Se cumple con estos lineamientos en la medida en que el proyecto tiene en cuenta como ya hemos mencionado, los rasgos identitarios y patrimoniales, pretendiendo que el mismo pueda contribuir a fortalecerlos.

Ubicación del Proyecto en la misma traza ferroviaria existente

En los tres gráficos a continuación se muestra el área de influencia directa e indirecta del Ferrocarril Central en el Departamento de Montevideo, tomando la distancia definida por DINAMA para el análisis de impactos de este proyecto y que también se asume como referencia para el presente documento.



Plano del trazado en el Departamento de Montevideo, de Sur a Norte desde el Puerto de Montevideo hasta el límite departamental con Canelones

El trazado del Ferrocarril Central en el Departamento de Montevideo transcurre de Sur a Norte, mayormente por áreas de suelo Urbano cruzando antes de ingresar al Departamento de Canelones zonas de suelo rural (Decreto N° 26986) donde eventualmente pueden existir áreas con pasto, chircal, rastrojos y cercanías a montes frutales y cultivos anuales.

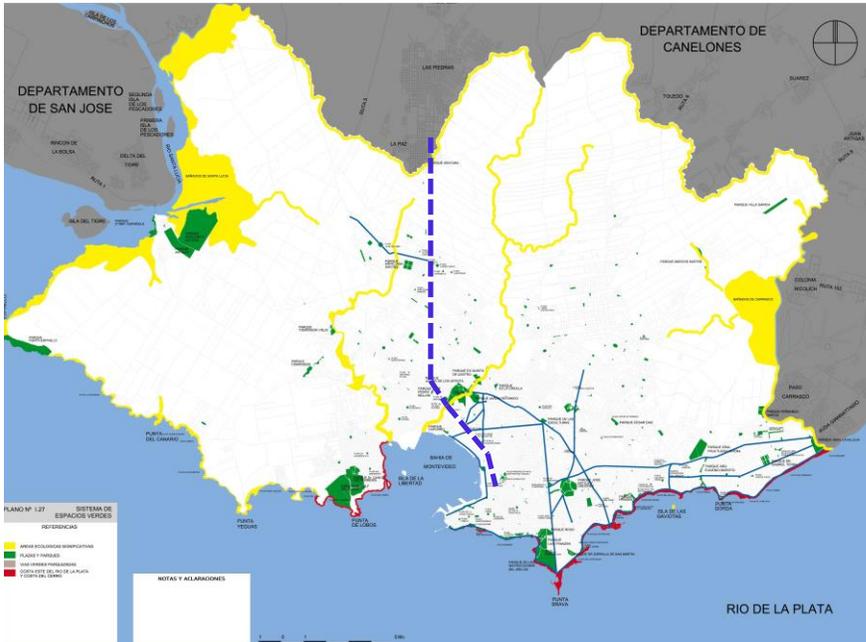
Se grafica a continuación la interacción del trazado del FFCC, representado por una línea punteada azul (-----) con los diferentes tipos de contextos en el Departamento de Montevideo según se lista a continuación:

- Zonificación según formas de la tierra
- Sistema de Espacios verdes
- Usos del Suelo Rural Decreto N° 26.986
- Centralidades, grandes infraestructuras y equipamientos
- Áreas ecológicas significativas
- Zonas establecidas por el Decreto N° 26.017 (CCZ)
- Servidumbres Técnicas



PLANO N° I.10 ZONIFICACION SEGUN FORMAS DE LA TIERRA

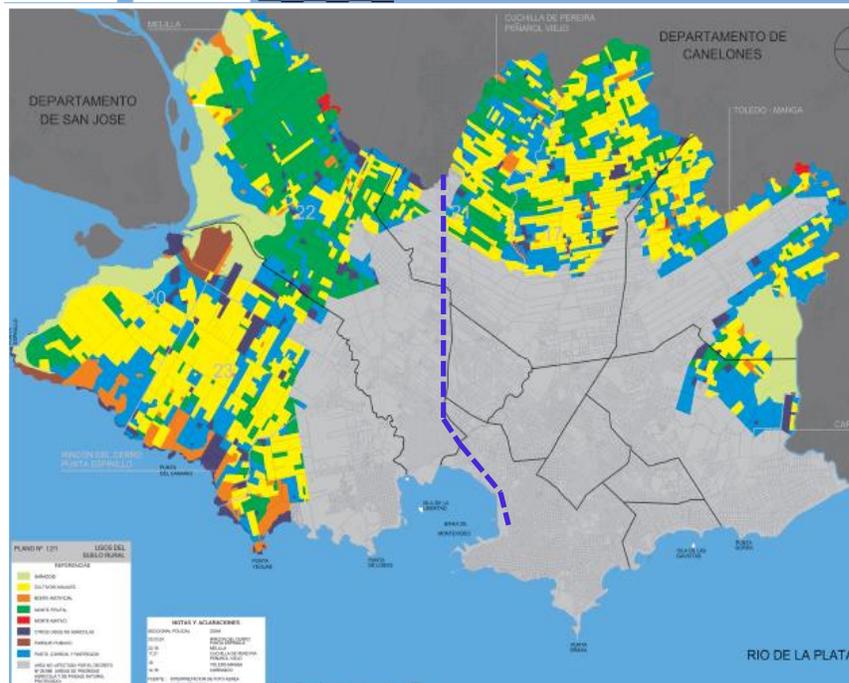
- TIERRAS ALTAS Y ALTIPLANICIES DE LOMADAS SUAVES
- DUNAS COSTERAS
- TIERRAS DE LADERAS DE DENUDACION
- TIERRAS ALTAS Y LOMADAS FUERTES
- TIERRAS BAJAS Y MUY BAJAS APLANADAS Y BAÑADOS
- TIERRAS MEDIAS BAJAS APLANADAS



PLANO Nº 1.27 SISTEMA DE ESPACIOS VERDES

REFERENCIAS

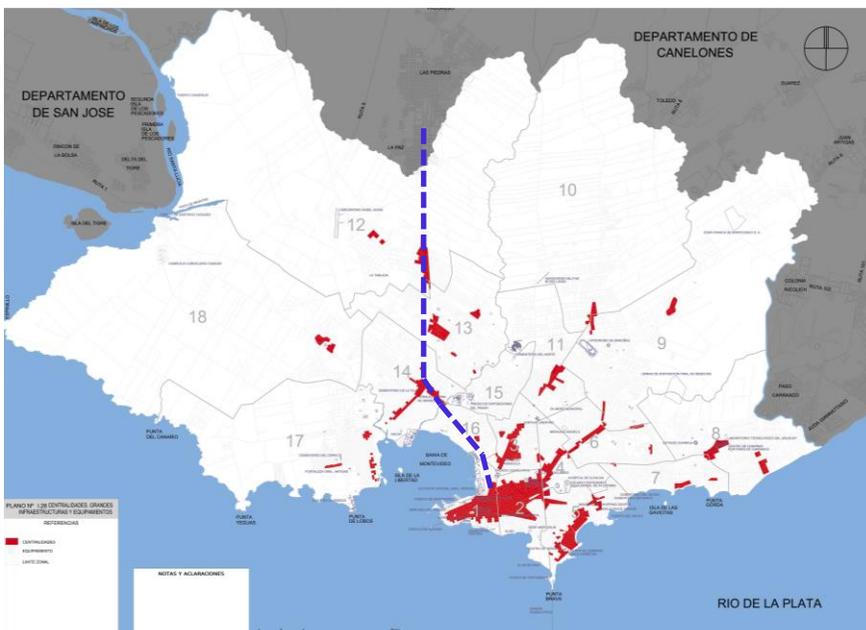
- AREAS ECOLOGICAS SIGNIFICATIVAS
- PLAZAS Y PARQUES
- VIAS VERDES PARQUIZADAS
- COSTA ESTE DEL RIO DE LA PLATA Y COSTA DEL CERRO



PLANO Nº 1.21 USOS DEL SUELO RURAL

REFERENCIAS

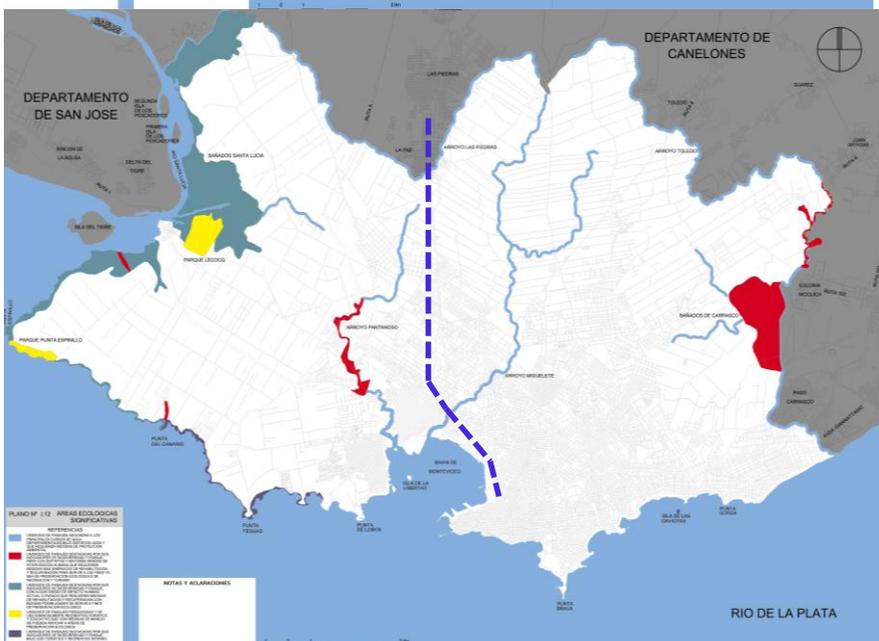
- BAÑADOS
- CULTIVOS ANUALES
- MONTE ARTIFICIAL
- MONTE FRUTAL
- MONTE NATIVO
- OTROS USOS NO AGRICOLAS
- PARQUE PUBLICO
- PASTO, CHIRCAL Y RASTROJOS
- AREA NO AFECTADA POR EL DECRETO Nº 26.986 (AREAS DE PRIORIDAD AGRICOLA Y DE PAISAJE NATURAL PROTEGIDO)



PLANO Nº 1.28 CENTRALIDADES. GRANDES INFRAESTRUCTURAS Y EQUIPAMIENTOS

REFERENCIAS

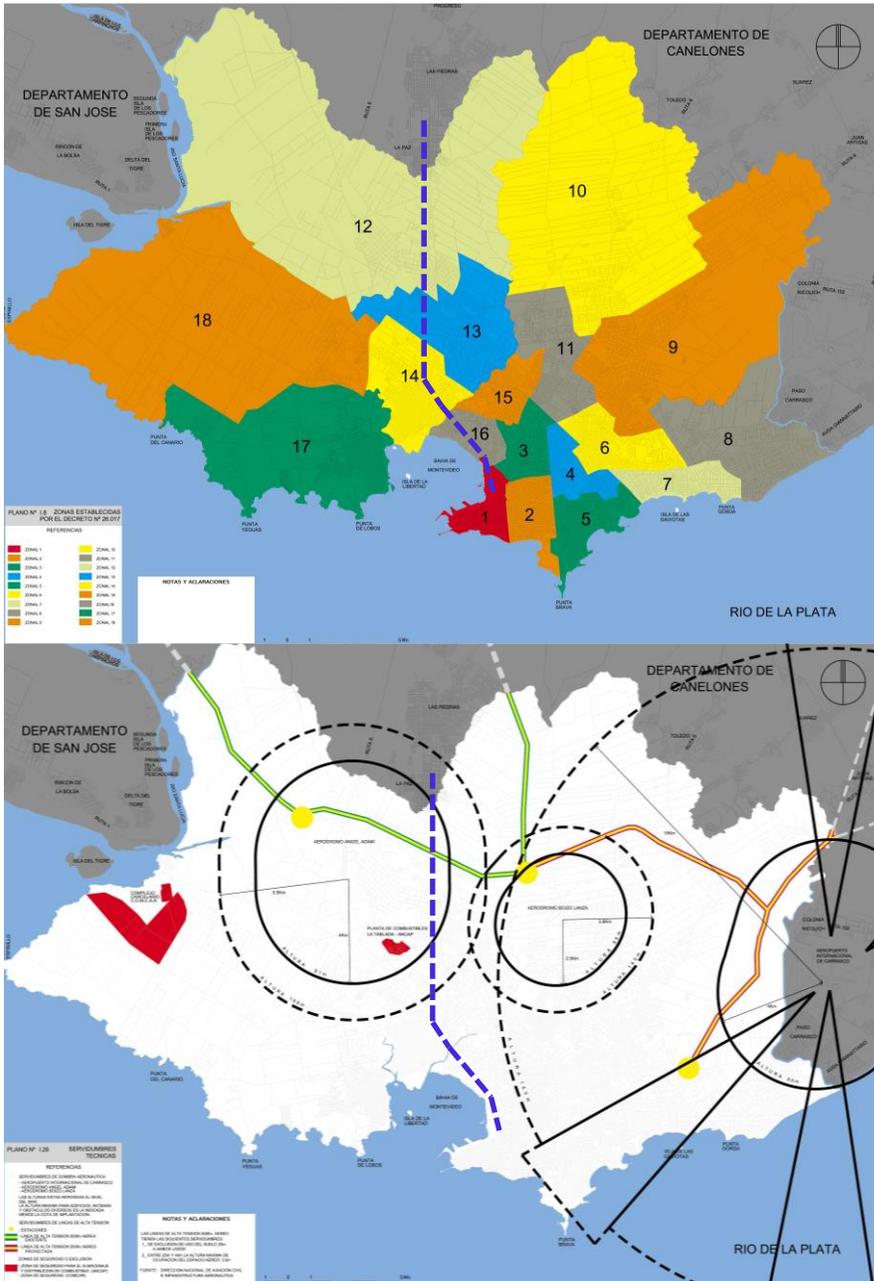
- CENTRALIDADES
- EQUIPAMIENTO
- LIMITE ZONAL



PLANO Nº 1.12 ÁREAS ECOLÓGICAS SIGNIFICATIVAS

REFERENCIAS

- UNIDADES DE PAISAJES ASOCIADAS A LOS PRINCIPALES CURSOS DE AGUA DEPARTAMENTALES BAJO DISTINTOS USOS Y QUE REQUIEREN MEDIDAS DE PROTECCIÓN AMBIENTAL
- UNIDADES DE PAISAJES DESTACADAS POR SUS INDICADORES DE BIODIVERSIDAD Y PAISAJE, PERO CON DISTINTOS Y MAYORES GRADOS DE INTERVENCIÓN HUMANA, QUE REQUIEREN MEDIDAS MÁS ENERGICAS DE REHABILITACION Y RECUPERACION PARA SERVIR A LOS FINES YA SEA DE PRESERVACION ECOLOGICA, O DE RECREACION Y TURISMO
- UNIDADES DE PAISAJES DESTACADAS POR SUS INDICADORES DE BIODIVERSIDAD Y PAISAJE, CON ALGUN GRADO DE IMPACTO HUMANO ACTUAL O PASADO, QUE REQUIEREN MEDIDAS DE REHABILITACION Y RECUPERACION CON BUENAS POSIBILIDADES DE SERVIR A FINES DE PRESERVACION ECOLOGICA
- UNIDADES DE PAISAJES PARQUIZADAS Y DE USO ESENCIALMENTE RECREATIVO, TURISTICO Y EDUCATIVO, QUE CON MEDIDAS DE MANEJO SE PUEDEN ASOCIAR A AREAS DE PRESERVACION ECOLOGICA
- UNIDADES DE PAISAJES DESTACADAS POR SUS INDICADORES DE BIODIVERSIDAD Y PAISAJE, BAJO USO TURISTICO Y RECREATIVO INTENSO, Y OTROS USOS HUMANOS, QUE REQUIEREN MEDIDAS DE GESTION



PLANO Nº 1.8 ZONAS ESTABLECIDAS POR EL DECRETO Nº 26.017

REFERENCIAS

	ZONAL 1		ZONAL 10
	ZONAL 2		ZONAL 11
	ZONAL 3		ZONAL 12
	ZONAL 4		ZONAL 13
	ZONAL 5		ZONAL 14
	ZONAL 6		ZONAL 15
	ZONAL 7		ZONAL 16
	ZONAL 8		ZONAL 17
	ZONAL 9		ZONAL 18

PLANO Nº 1.26 SERVIDUMBRES TÉCNICAS

REFERENCIAS

- SERVIDUMBRES DE SOMBRA AERONAUTICA
 - AEROPUERTO INTERNACIONAL DE CARRASCO
 - AERODROMO ANGEL ADAMI
 - AERODROMO BOIZO LANZA
- LAS ALTURAS ESTAN REFERIDAS AL NIVEL DEL MAR - LA ALTURA MAXIMA PARA EDIFICIOS, ANTENAS Y OBSTACULOS DIVERSOS ES LA INDICADA MENOS LA COTA DE IMPLANTACION.
- SERVIDUMBRES DE LINEAS DE ALTA TENSION
 - ESTACIONES
 - LINEA DE ALTA TENSION 500kv AEREA EXISTENTE
 - LINEA DE ALTA TENSION 500kv AEREO PROYECTADA
- ZONAS DE SEGURIDAD O EXCLUSION
 - ZONA DE SEGURIDAD PARA EL ALMACENAJE Y DISTRIBUCION DE COMBUSTIBLE. (ANCAP)
 - ZONA DE SEGURIDAD. (COMCAR)

Zona de Influencia DIRECTA - ZID

Los datos provenientes del marco censal indican que en la zona de influencia del proyecto más directa (que considera tanto las zonas censales -manzanas- por las que atraviesa el trazado de vía férrea, y las zonas directamente adyacentes) residen aproximadamente unas 35.750 personas en 12.500 hogares tomando en cuenta todo el trazado desde Montevideo a Paso de los Toros. De éstos 35.750

Rev.11/03/19

personas residentes en la zona de influencia directa se destaca que el 32% vive en Montevideo (11.459 personas) en 4213 hogares.

En Montevideo el 60% de la población directamente afectada por el proyecto reside en el Municipio G (CCZ 12 y 13), y el 40% restante se divide de forma similar entre el Municipio A y C.

El proyecto cruza 7 Barrios o Localidades dentro del Departamento de Montevideo según se detalla a continuación.

Departamento	Barrio / Localidad	Personas	Hogares
Montevideo	Colón sureste, Abayuba	2.719	916
	Colón centro y noroeste	1.083	396
	Peñarol, Lavalleja	736	281
	Sayago	1.377	548
	Belbeder	1.469	515
	Prado, Nueva Savona	2.456	955
	Capurro, Bella Vista	1.619	602

Geología

La zona del proyecto se localiza en el labio Sur de la Fosa Tectónica del Santa Lucía, con basamento cristalino al Sur del paralelo de Las Piedras y en un espeso paquete sedimentario.

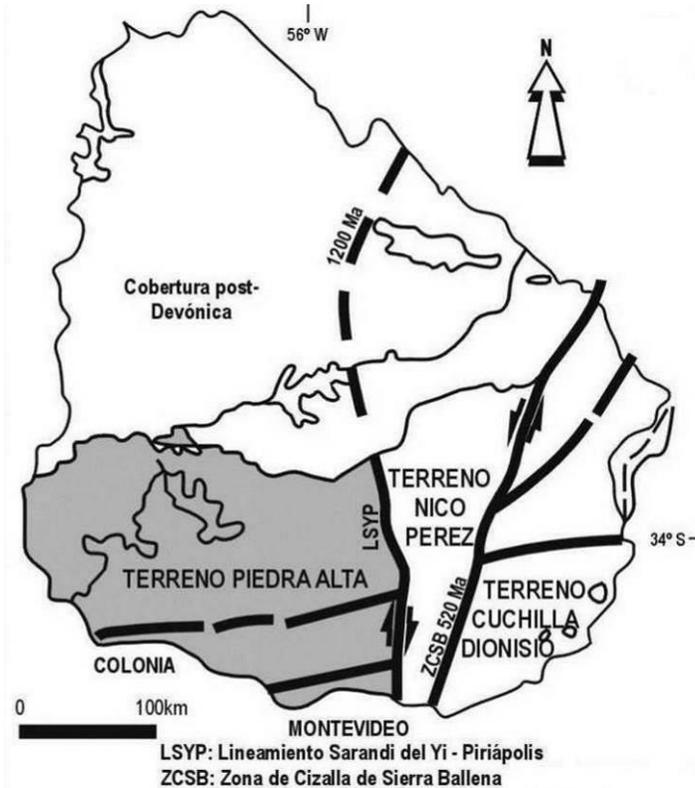
Formaciones Geológicas:

- Basamento Cristalino (Terreno Piedra Alta)
- Formación Montevideo
- Granito La Paz
- Manto de Alteración sobre el Basamento Cristalino
- Sedimentos del Cretácico Superior
- Formación Mercedes
- Formación Asencio
- Formación Fray Bentos
- Formación Raigón
- Formación Libertad
- Aluviones

El Basamento Cristalino (Terreno Piedra Alta)

Rev.11/03/19

El Terreno Piedra Alta (TPA) es una de las unidades en que se subdivide el basamento cristalino del Uruguay. Bossi & Campal (1992) publicaron las evidencias geológicas de la existencia de una megacizalla dextral Norte-Sur (Lineamiento Sarandí del Yi – Piriápolis) que enfrentaba el Terreno Nico Pérez a otra unidad tectono-estratigráfica que luego fue definida como Terreno Piedra Alta (Bossi *et al.*, 1993).



Subdivisión del basamento cristalino uruguayo

El TPA está formado por cinturones metamórficos con desarrollo aproximadamente Este-Oeste, separados entre sí por extensas áreas de granitos, gneises y migmatitas.

La síntesis de Maldonado *et al.* (2001) reconoce tres cinturones metamórficos (orogénicos) y tres fajas granito gnéicas según se observa en la figura y tabla siguientes.

Tabla. Cinturones metamórficos y fajas granito gnéicas

Fajas granito-migmáticas	Cinturones orogénicos	Supracrustales metamórficas	Instrusiones asociadas
	Andresito	Fm. Arroyo Grande	Complejo Marincho

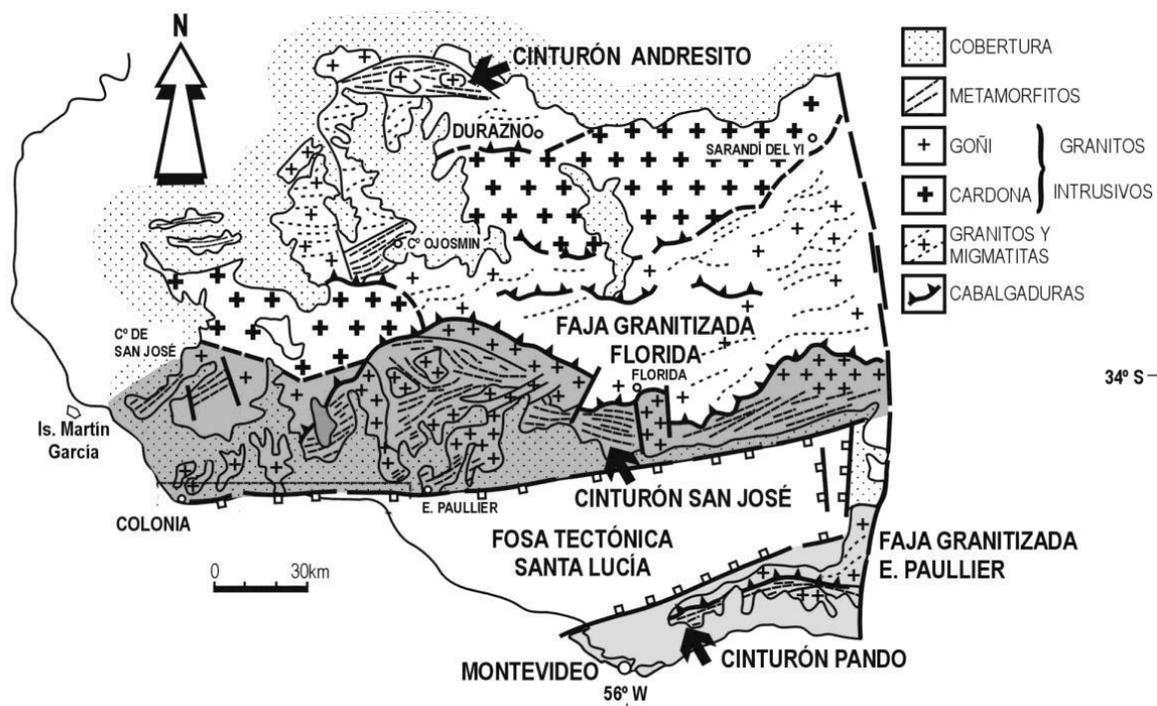
Florida			
	San José	Fm. Paso Severino	Suite Isla Mala
Ecilda Paullier			
	Pando	Fm. Montevideo	Batolito de Soca

Las fajas granito-gnéisicas están compuestas por una íntima asociación de rocas de grado medio superior de metamorfismo con bolsones anatéticos y cuerpos de composición granítica a granodiorítica no delocalizados.

La mayoría de las rocas dentro del Terreno presentan edades Rb/Sr WR de 2000 ± 200 Ma (Cingolani *et al.*, 1997) cualquiera sea la posición cortical de su génesis. Eso se interpreta como posibles rocas más antiguas parcialmente rejuvenecidas.

En un contexto cortical inferior – base de la corteza continental – hicieron intrusión plutones y/o batolitos de composición variada, desde granitos muy ácidos leucócratas a gabros hornbléndicos (bojitas s.l.) con macizos granodioríticos de extensión notable.

Sobre la base de datos geocronológicos e isotópicos es posible asegurar que la evolución geológica del TPA tuvo lugar en un intervalo de no más de 300 millones de años, ocurrido entre los 2.4 a 2.3 Ga (acreción principal de sus protolitos) y los 2.1 a 2.0 Ga (magmatismo, metamorfismo y deformación).



Bosquejo geológico del Terreno Piedra Alta

A finales del ciclo orogénico Transamazoniano hizo intrusión en el TPA un haz de diques básicos, representando un episodio geológico distensivo de primera magnitud, El haz está integrado por un enjambre de diques de microgabro de rumbo N60-70E con paredes planas, paralelas y verticales con inyección en encajante rígida. La edad de esta inyección fue determinada por el método $^{39}\text{Ar}-^{40}\text{Ar}$ en 1786 ± 2 Ma (Teixeira *et al.*, 1999) y por U-Pb en baddeleyita en 1790 ± 5 Ma (Halls *et al.*, 2001).

Genéricamente, la zona en estudio se ubica precisamente en el límite sur de una de las grandes fosas tectónicas Juro-Cretácicas del Uruguay, y más específicamente en el labio meridional de la Fosa Tectónica del Santa Lucía. Entre los macizos cristalinos correspondientes a la zona de Paso de los Francos sobre el arroyo Canelón Grande y las expresiones graníticas de los alrededores de la ciudad de Las Piedras, se desarrollan sedimentos de más de 2000 metros de espesor, los que corresponden al hemi-graben meridional de la fosa tectónica de Santa Lucía (Bossi, 1996). Dicha fosa condiciona la evolución geológica de la región tanto en las secuencias sedimentarias que se depositan como los procesos erosivos actuantes.

La Formación Montevideo

Esta unidad conforma el basamento cristalino y engloba las rocas metamórficas (metavolcánicas y metasedimentarias) junto con las intrusiones sin- y tardi- orogénicas del Ciclo Transamazoniano, responsable de la estructuración del Terreno Piedra Alta. Las litologías principales de la formación son orto y para anfibolitas, micaesquistos y paragneises.

Las orto-anfibolitas son rocas de color verde muy oscuro y grano fino, macizas, tenaces y con desarrollo variables de esquistosidad con presumible protolito basáltico. Los micaesquistos presentan texturas lepidoblásticas a lepidogranoblásticas y mineralógicamente están compuestos por cuarzo, muscovita, biotita, opacos y turmalina. Cuando la composición química es adecuada, aparece granate rico en almandino y estaurólita. En las proximidades de intrusiones graníticas se desarrollan cristales de andalucita. Finalmente, los para-gneises aparece intercalada con micaesquistos y para-anfibolitas, así como xenolitos de dimensiones métricas a decamétricas en las áreas granitognéicas.



Gneises de la formación Montevideo en la costa sobre el Río de la Plata

El Granito de La Paz

El granito de La Paz es un granito leucócrata, con facies hasta muy gruesos - casi pegmatoides- que son dominantes en el cuerpo y facies equigranulares desarrolladas hacia el sur (Oyhantçabal *et al.*, 1990), las primeras facies presentan

25% de cuarzo en cristales xenomorfos y subheudrales, 59% de feldespatos

potásicos (microclina y algo de ortosa), 12% de plagioclasa de composición albitica y 4% de ferromagnesianos (biotita y anfíbol). Los equigranulares muestran 24% de cuarzo, 53% de feldespatos alcalinos (microclina y ortosa), 18% de albita y 5% de ferromagnesianos (biotita y anfíbol), con epidoto, calcita, circón, epidoto y fluorita.

Por su parte Cardellino & Ferrando (1969) describieron litologías a biotita y otras a hornblenda. Para estos últimos autores las características petrográficas son 70% de microclina peritica, albita (An5) en venas o en pequeños cristales independientes, 29% de cuarzo, con biotita como accesorio principal (Bossi *et al.*, 1965). En las facies con hornblenda como accesorio la plagioclasa tiene composición An30 y la roca presenta muy poco cuarzo. Presenta enclaves negros, de grano fino y borde neto con oligoclasa (An25-30) asociada a biotita y hornblenda, con fluorita, cuarzo, apatito como accesorios (Cardellino & Ferrando, 1969).

Este granito fue datado por Umpierre & Halpern (1971) obteniendo una edad Rb/Sr de 566 ± 15 Ma (con la constante corregida a valores aceptados actualmente).



Cantera que explota el manto de alteración del granito de La Paz en la zona estudiada

3.3.-Relación con las actividades en la Zona

Recorrido del Trazado en Montevideo

El trazado proyectado, que es el mismo que actualmente ocupa la vía férrea existente, atraviesa 6 barrios de Montevideo (según la definición de barrios del INE). Pero las zonas directamente afectadas por el proyecto no son la totalidad de estas localidades o barrios, y esto hace que debamos definir distintas zonas de influencia. Como se detalló en los antecedentes incluidos en el punto 1.1 de este documento la relación del Ferrocarril con la se inició el 1° de abril de 1869 habiendo obviamente pasado por diferentes etapas de actividad siendo el momento actual el de menor incidencia de los trenes de carga y con un patrón de trenes de pasajeros que se mantiene estable desde la reducción de los servicios de pasajeros en el ferrocarril en 1987.

En Montevideo los Centros Comunales Zonales (CCZ) tienen una presencia muy relevante en el área de influencia directa en la medida que son dependencias descentralizadas de la Intendencia de Montevideo, encargadas de la gestión administrativa, trámites, denuncias, solicitudes y servicios. Y esa influencia parece estar asentada en su historia de casi 30 años de trabajo e inserción territorial en

Montevideo. Y a pesar de la reconfiguración del tercer nivel de gobierno que se generó a partir de la creación de los municipios, los CCZ siguen teniendo un lugar y son una referencia fundamental en los barrios afectados por el proyecto.

Y en ese contexto, los Concejos Vecinales de cada CCZ representan una herramienta muy importante de participación de los vecinos. Estos consejos se manifiestan como la expresión institucionalizada de la participación social impulsada desde el proceso de descentralización que inició la Intendencia de Montevideo en el año 1990, por lo que funcionan como portavoces de las necesidades, demandas y propuestas del barrio ante las autoridades nacionales y municipales. Los concejales vecinales trabajan honorariamente y en la mayoría de los casos son representantes de organizaciones sociales, religiosas, culturales o deportivas de la zona. Lo anterior representa en general una de sus mayores fortalezas ya que tienen un vínculo muy estrecho con las organizaciones sociales de la zona y llegada al resto de los vecinos mediante éstas.

Además de la presencia de los CCZ y los Consejos Vecinales como actores importantes, en Montevideo se destaca una gran diversidad de actores sociales y un denso entramado de organizaciones comunitarias e instituciones públicas en las zonas cercanas al trazado del nuevo Ferrocarril Central. Este aspecto se destaca particularmente en las zonas de Capurro y Colón donde hay muchas organizaciones sociales con capacidad de organización y movilización. Esto implica que en estas zonas se debe poner especial atención en los procesos de información sobre el proyecto y en la definición de los planes de mitigación de los impactos negativos del mismo. Y en la zona de Sayago, a pesar de no tener organizaciones con fuerte capacidad de movilización, se debe tener especial precaución porque en el entorno de la Estación Sayago se encuentran muchas de las principales organizaciones e instituciones sociales referentes y que por esa cercanía a la vía las mismas se pueden ver muy directamente afectadas por el proyecto.

En la tabla que presentamos a continuación se describen las especificidades de cada una de las zonas que fueron consideradas en los relevamientos de información.

Barrio / Zona	Percepciones sobre participación y capacidad de movilización	Actores de referencia (Org. Sociales, Instituciones, Personas)
CAPURRO	En los actores consultados se observan visiones un tanto diferentes, pero que en general acuerdan que existe capacidad	Organizaciones más mencionadas: Centro Cultural "La Cuadra"

	<p>de organización y movilización de la comunidad.</p> <p>Algunos consideran que eso sucede solo cuando se genera una demanda concreta o dependiendo del interés particular (<i>“si es algo que afecta a la generalidad del barrio la gente se mueve”</i>)</p> <p>Otros destacan diferencias en el grado de participación entre la población más joven (participativa y movilizadora) y las personas de mayor edad (<i>“no salen de su casa”</i>)</p> <p>Y otros piensan que es un barrio que se moviliza mucho, donde existe mayor cercanía entre los vecinos.</p> <p>Ponen como ejemplo la movilización de los vecinos en reclamos por el Centro Juvenil o el fuerte reclamo para la recuperación del Parque Capurro</p> <p>Además, Capurro presenta como característica particular la gran cantidad de organizaciones culturales, que tienen una gran inserción a nivel del barrio. Entre ellos se podría destacar el trabajo de Centro Cultural La Cuadra</p>	<p>Circo “El Picadero” Cooperativa Cultural Capurro Club Capurro Club Fénix Red Capurro Centro Juvenil Capurro CCZ / Comisión Vecinal Instituciones educativas de la zona (Liceo 71, Escuela Técnica Paso Molino, Escuela 198, Liceo 75, Liceo 54, Liceo 16, Jardín 237, Escuela 47)</p> <p>Otras instituciones y organizaciones: Policlínica Capurro Biblioteca Comunitaria Bilbiobarrios Club Pontevedra Escuela de Samba Unidos del Norte SOCAT Cepid (Bella Vista – referencia en trabajo en asentamiento de 12 de diciembre y Cívicos) Comisión Yatay Club de Niños Casa Abierta de El Abrojo Comisión de Cultura del Municipio</p>
<p>PASO MOLINO</p>	<p>En cuanto a las organizaciones sociales con mayor capacidad de organización, no se visualizan claramente ya que no parece haber una densidad importante de ellas en la zona cercana a la vía (que en este barrio representa pocas cuadras). Incluso en esa zona más cercana a la vía tampoco hay una presencia importante de instituciones educativas o sanitarias que sirvan como referencia comunitaria. En ese marco se destaca el Club de Pesca Belvedere y la Plaza de Deportes Nº 7</p>	<p>Club de Pesca Belvedere Plaza de Deportes No. 7 El Abrojo (Programa Calle y Centro Juvenil Casa Abierta) Instituciones educativas (Escuela No. 25 y 26 Países Bajos, Jardín “La Escuelita”)</p>

<p>SAYAGO</p>	<p>En esta zona no aparece con claridad cuáles serían las organizaciones sociales con mayor capacidad de organización. Podrían llegar a serlo las comisiones de vecinos de los complejos habitacionales de la zona (como por ejemplo Mesa 3) o el Consejo de Vecinos del Centro Comunal Zonal No. 13.</p> <p>Los actores sociales consultados consideran que en general no hay muchas organizaciones sociales y no conocen experiencias de movilización o participación de los vecinos para solucionar algún aspecto o demanda puntual.</p> <p>Sin embargo, cuando se pide que detallen las organizaciones e instituciones de la zona se observa que hay una gran cantidad de ellas y que tienen una inserción muy importante en el territorio. Quizás la percepción de poca participación comunitaria se debe a la comparación con otras zonas o barrios de Montevideo con mayor tradición en este aspecto.</p> <p>Un aspecto destacado es que muchas de las principales organizaciones e instituciones locales se ubican muy cerca de la vía, y particularmente en las inmediaciones de Ariel y Sayago. Entre ellas podemos destacar al Club Sayago, al Liceo 23, el Gimnasio Sayago y la Policlínica de ASSE. Esto hace que en términos del proyecto sean actores trascendentes por su alto nivel de afectación</p>	<p>Organizaciones más mencionadas:</p> <p>Club Sayago (Ariel y la vía)</p> <p>Centro Comercial e Industrial de Sayago</p> <p>Liceo 23 (lindero a la vía)</p> <p>Gimnasio Sayago</p> <p>Consejo Vecinal CCZ 13</p> <p>Otras instituciones y organizaciones:</p> <p>Club Racing</p> <p>Complejo Mesa 3</p> <p>Centro Salesiano (CCZ 13)</p> <p>Policlínica de ASSE (Sayago - Ariel entre Garzón y la vía)</p> <p>Facultad de Agronomía</p> <p>Otras instituciones educativas (Escuelas 52, Escuela 161, Colegio Nuestra Señora del Perpetuo Socorro y Liceo Madre Ana, Escuela 99/110 en Ariel y Garzón, Escuela 161 en Garzón y Millán, Escuela 306 en Mesa 3, Escuela 52 en Leandro Gómez)</p>
<p>COLÓN</p>	<p>En la zona de Colón se destaca la existencia de una gran densidad de organizaciones sociales, y algunas de ellas tienen una influencia muy grande. Se destacan fuertemente dos: por un lado el Centro Comercial e Industrial de</p>	<p>Centro Comercial e Industrial de Colón</p> <p>Comisión del Teatro de Verano Monte de la Francesa</p>

	<p>Colón (gremio con mucha potencia y actividad, que aparece como un actor relevante y que se entiende a sí mismo como un actor con alta capacidad de transmisión de información), y por otro lado la Comisión del Teatro de Verano Monte de la Francesa (fuerte trabajo en la zona con fuerte llegada a la población no solamente durante Carnaval).</p> <p>Además, varios de los entrevistados de la zona recuerdan instancias de movilización y participación social que generaron un impacto en la comunidad (por ej. las movilizaciones en rechazo al Corredor Garzón o cuando iban a cerrar el Hosp. Saint Bois).</p> <p>La percepción de los propios actores sociales tiende a acordar en que es una zona con mucha capacidad de movilización pero que no siempre muestra altos niveles de participación en las actividades comunitarias: “frente a situaciones que afectan a la comunidad se unen”, “se movilizan solo por temas puntuales”. El ejemplo reciente de la forma en que se manejó el proyecto de Corredor Garzón y el recuerdo de las movilizaciones de vecinos y comerciantes representan tanto una alerta como un desafío para la gestión del proyecto del Ferrocarril Central en esta zona.</p>	<p>Club Olimpia Consejo Vecinal CCZ 12 Centro Cultural del "Castillo de Idiarte Borda" Centro Cultural "Casona de Abayubá" (Barrio Abayubá) Rotary Club de Colón Club de Leones Organización Vecinos en alerta Club Yegros Redes temáticas: Nodo Adolescente, Red de Primera infancia, Red de Salud Municipio G, Mesas SOCAT Comisión Ambiental del Municipio Instituciones educativas más cercanas a la vía: escuelas 331 y 127 (Plaza Larrobla), Escuela 50/185 (calle Lezica), Escuela 199 Tiempo Completo (Cesar Mayo Gutiérrez), Colegio CIEI, Colegio San José, Colegio Pastorino, Centro Educativo Rosa Mística, , UTU de Colón, Liceo 9/64 (Lezica)</p>
--	--	---

En este contexto el Ferrocarril Central como proyecto va a tener un relacionamiento con la zona centrado en aspectos positivos como la posibilidad de reincorporar al ferrocarril como un medio de transporte mas rápido (mitad de tiempo que el ómnibus) más limpio y más seguro por el cambio radical en las medidas de seguridad y los sistemas de señalización que el proyecto incorporará. Otro aspecto positivo es la construcción del Viaducto en Av. Millán y la Ruta 102, en este último caso implica la separación a diferente nivel de la Av. Cesar Mayo Gutierrez y la Ruta 102 lo que impacta positivamente en la seguridad, mejora de tiempo de viaje y gestión general del tránsito en la zona.

Rev.11/03/19

Como aspectos con impacto en la actividad de la zona está el incremento de las frecuencias de trenes de carga, el cierre de seguridad de la faja de vía ferroviaria que solo permitirá cruces en zonas habilitadas y seguras.

En el balance general también deben considerarse las externalidades positivas para el País y que, por supuesto repercuten en Montevideo, que son la recuperación del Ferrocarril para la logística nacional, con la consiguiente disminución del tráfico carretero y el acceso de camiones al Puerto de Montevideo y la actividad económica asociada a una logística más competitiva y de menor impacto en el medioambiente.

3.4.-Identificación de efectos negativos en la implantación

En Montevideo y área metropolitana se percibe una manifiesta preocupación sobre los aspectos vinculados a la circulación de los vehículos y los problemas de embotellamientos y demoras en el tránsito que puedan generarse, así como sobre la seguridad vial. El acostumbramiento a un tipo de tren más bien "lento" como el actual flexibiliza las medidas de seguridad vial a tomar por la población, generándose el acostumbramiento a cruzar en zonas no indicadas, jugar en la vía, entre otros. Asimismo, en función de la densidad poblacional entorno a la traza se manifiestan preocupaciones sobre el tema sonoro y de vibración.

Se listan a continuación los efectos negativos para las Fases de Construcción y Operación del Proyecto y las propuestas de mejora, en algunos casos y al ser planteos de referentes de la comunidad se mantuvo el perfil del riesgo o evento mencionado sin que necesariamente sean "efectos negativos", estos conceptos surgen de análisis internos y de la percepción de los habitantes de la zona afectada que han participado en alguna de las instancias de intercambio:

Fase de Construcción

- Problemas de circulación derivados del proyecto
- Derivación de tránsito durante la obra
- Daños en pavimentos por donde se circulará durante los desvíos y riesgos por cambios de flechamientos temporales
- Implementación de los desvíos, que se respeten los cambios por los usuarios
- Interrupción de vínculo entre Colón y Pueblo Ferrocarril
- Lograr que la obra no tenga pausas, si no que se empiece y se termine
- Falta de conocimiento de la gente sobre la seguridad vial y el ferrocarril
- Problemas generados por impacto de ruidos y vibraciones
- Sensibilizar sobre tema acoso y explotación sexual comercial a los empleados de empresa constructora

Rev.11/03/19

- Realojo de asentamientos sobre la vía
- Prever medidas de control y rápida respuesta en caso de que haya algún inconveniente
- Exigir un porcentaje de mano de obra de trabajadores de la zona

Fase de Operación

- Brindar información, transmitiendo a la población que van a circular trenes de carga y que lo van a hacer a una mayor velocidad que los actuales
- Realizar campañas de sensibilización, por ejemplo, en los centros educativos, para concientizar a los niños y jóvenes de la zona sobre el riesgo que suponen los trenes
- Diseño de buenas medidas de seguridad en los cruces, señalización, carteles e incluso personal inspector controlando los cruces, al menos en una primera etapa, para generar el hábito
- Garantizar el buen mantenimiento de las vías
- Sensibilizar sobre tema acoso y explotación sexual comercial a los empleados de la empresa operadora de trenes
- Realizar campaña de difusión del alcance que va a tener el tránsito de trenes y cómo impactará en la circulación

Oportunidades de mejora

- Planear la construcción de espacios públicos de esparcimiento y locales comerciales, al costado de la vía
- Establecer convenios con las instituciones educativas para que los niños colaboren con el embellecimiento de estas estaciones y se puedan reapropiar de estos espacios
- Lograr que el proyecto no atente contra la estética y belleza particular que tiene el barrio
- Proteger los espacios culturales recuperados recientemente
- Alineación con política de recuperación del barrio llevado a cabo por los municipios
- Incrementar trenes de pasajeros
- Conectar el tren con las zonas aledañas para transportar la producción de la región
- Lograr que el tren se utilice para acercar el turismo a las atracciones de la zona
- Convenios para que proyectos y escuelas de la zona puedan utilizar los trenes para paseos
- Incentivar la capacitación de jóvenes con pasantías

3.2. Afectaciones de áreas o bienes patrimoniales

El análisis de antecedentes se centró en conocer y documentar todos los bienes patrimoniales o elementos de interés patrimonial, que ameritasen ser considerados para su investigación, protección y gestión. Para ello, se consideró en forma operativa a todos los elementos que quedarán incluidos en un rango menor a los 100 m lineales, desde la nueva línea de tendido proyectada. Se previó documentar las construcciones edilicias y estructuras principales de las estaciones ferroviarias de la línea del tendido y en forma específica, aquellas declaradas MH y entidades de interés departamental.

En el marco del proyecto Ferrocarril Central el estudio arqueológico subdividió el análisis en cinco tramos, uno de los cuales es Montevideo – Progreso y es el que se detalla en este documento.

Obras previstas: Incluye la construcción de una nueva línea de tendido de vía contigua a la existente entre la Estación Progreso-Sayago, de 18 km de extensión. Además, incluye la renovación del tendido ferroviario entre Estación Sayago-Carnelli, de 6 km de extensión. Entre los kilómetros 2,5 a 4 existirá un soterramiento de la línea del tendido a cielo abierto. Por último, este tramo involucra las obras de conexión de la vía principal con la vía ferroviaria que conducirá al nuevo puerto en la ciudad de Montevideo.

Actividades realizadas: Se realizó una cobertura total del tendido actual en un rango de 15-20 m en forma paralela a la línea ferroviaria. En forma conjunta, se realizó la documentación de los bienes declarados MH y bien/monumento departamental del tramo. Este tramo, asociado al cono urbano de Montevideo y Canelones, presenta las áreas más antropizadas e impactadas junto a la línea del tendido. Se documentaron construcciones irregulares muy próximas al tendido de la vía y varios puntos asociados a antiguas paradas o casillas de señales eliminadas (e.g., Parada Paso Molino, casilla de señales en Francisco Gómez).

Protección legal: para este tramo existen dos bienes patrimoniales asociados al tendido: la Estación Colón y dependencias que incluye puente para peatones sobre la vía férrea y refugio para peatones, casilla de señales (Monumento Histórico Nacional, Res. 2.100/975) y como bien departamental la Estación Las Piedras (Medida Cautelar Canelones, Res. Nº 07/06939).

Documentación realizada: Se documentaron siete sitios. Las entidades de este tramo corresponden todas a estaciones ferroviarias de pasajeros, cinco en Montevideo y dos en Canelones, se tratan en este análisis las que corresponden al Departamento de Montevideo.

Estaciones ferroviarias de pasajeros

Las estaciones ferroviarias incluidas en este tramo corresponden todas a la línea Montevideo-Rivera, e incluye las estaciones Colón, Sayago, Yatay (1869), Carnelli (1873) y Nueva Terminal (2003) respectivamente. La concesión de la construcción del tendido fue otorgada a la empresa *Ferro-Carril Central del Uruguay*, que el 1º de enero de 1869, inauguró su primera sección del tendido entre la Estación Bella Vista y Las Piedras. La estación Bella Vista se ubicaba originalmente entre las calles Uruguayana y Olivos (hoy, José Nasazzi), partiendo la línea por el camino de la Uruguayana hasta llegar a las inmediaciones de la Estación Yatay, donde empalmaba con el trazado actual. En 1873, la Estación Bella Vista (hoy, Estación Carnelli) fue trasladada a su actual emplazamiento. La concesión del tendido pasó en 1878 a la inglesa *Central Uruguay Railway Co. Ltd.* (C.U.R.) que se mantuvo en funcionamiento hasta el año 1949 en que se nacionalizó el ferrocarril. En el año 1952, las líneas pasaron a ser administradas por la Administración de Ferrocarriles del Estado (A.F.E.).

La línea ferroviaria dio origen en este caso a que se establecieran junto a las paradas las localidades de Colón-Pueblo Ferrocarril y La Paz (Klaczko y Rial 1981; Barrios Pintos 2008). El equipamiento edilicio de estas estaciones ferroviarias refleja los mismos diseños y construcciones arquetípicos. En este tramo, las construcciones son todas en material sólido y en algunos casos, de arquitectura moderna (i.e., Estación Sayago y Estación Nueva Terminal).



Vista general de la casilla de señales en Parada Abayuba



Vista del interior de la casilla de señales de Parada Abayuba



Vista de casilla de señales en Camino Besnes e Irigoyen, Colón



Vista de casilla de señales en Camino Ariel



Vista de casilla de señales en Maria Orticoechea



Vista parcial de playa de maniobras en Estación Lorenzo Carnelli

Datos de sitios de interés identificados y medidas recomendadas

Referencia	Tipo	Periodo	Afectación por Obra	Grado de afectación	Protección legal	Recomendación Técnica
Colón	Estación	Histórico	Si	Moderado	MH	Buffer protección y seguimiento obra
Sayago	Estación	Histórico	Si	Moderado	-	Seguimiento Obra
Yatay	Estación	Histórico	Si	Moderado	-	Seguimiento Obra
Lorenzo Carnelli	Estación	Histórico	Si	Moderado	-	Buffer protección y seguimiento obra
Nueva Terminal	Estación	Histórico	Si	Moderado	-	Seguimiento Obra

Información e imagenes de referencia complementarias

Estación Colón

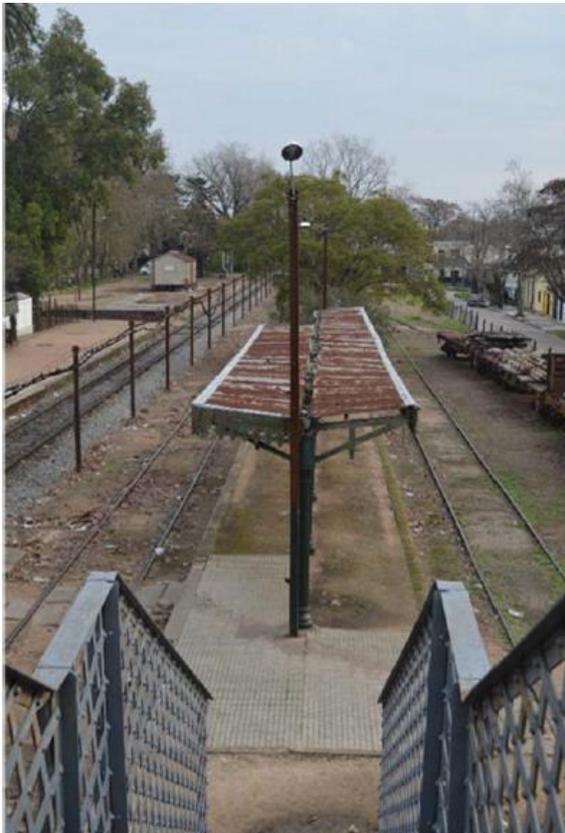
Rev.11/03/19

Descripción: Estación ferroviaria Colón, ubicada en el km 11 del tendido de la línea Montevideo-Rivera, en el Depto. de Montevideo. La primera propietaria de la concesión estatal constructora de este tramo de la línea fue la compañía *Ferrocarril Central*, por contrato firmado en 1866. La estación Colón fue una de los puntos usados como paradas desde la inauguración del tendido de 17km a Las Piedras. Lindante con la estación, la empresa poseía 18 manzanas divididas en solares y en 1872 fundó un pueblo al que denominó Ferro-carril vendiendo parcelas en subasta pública. En 1873 se construyó el edificio de la estación que fue demolido en 1912 y sustituido por el actual, en el lado opuesto de la vía. En 1878, la línea pasó a manos de la compañía inglesa *Central Uruguay Railway Co. Ltd.* (C.U.R.) hasta el año 1949, fecha en que se nacionalizó el ferrocarril. La estación "Colón", dependencias y parque aledaño, el puente de peatones sobre la vía férrea, el refugio de peatones y la casilla de señales fueron declarados Monumento Histórico en el año 1975.

El equipamiento edilicio de la estación incluye la estación de pasajeros y dependencias, de planta rectangular, con paramentos de ladrillo y techo de chapa a dos aguas. Sobre el andén se extiende un techo de chapa que articula con el edificio de la estación a modo de galería. En el centro de la trocha de la vía doble se ubica un refugio para peatones sostenido por columnas de hierro. En el sector Sur de la estación se presenta un puente para cruce de peatones. Hacia el sector norte de la estación se ubica sobre el tendido un pequeño galpón y depósito de mercaderías, de estructura de madera y revestido en chapa, sobre pilotes de madera y una pequeña casilla del mismo tipo constructivo. Inmediatamente del paso a nivel sobre el Camino Besnes e Irigoyen se ubica la casilla de señales que se incluye en la declaratoria de Monumento Histórico.

Medidas cautelares/mitigación: delimitación de Buffer de no afección y seguimiento de obra





Imágenes de Estación Colón

Estación Sayago

Descripción: Estación ferroviaria Sayago, ubicada en el km 8 del tendido de la línea Montevideo-Rivera, en el Depto. de Montevideo. La primera propietaria de la concesión estatal constructora de este tramo de la línea fue la compañía *Ferrocarril Central*, por contrato firmado en 1866. La estación Sayago fue una de los puntos usados como paradas desde la inauguración del tendido de 17km a Las Piedras. Desde los orígenes de la estación se fue generando un centro poblado llamado Garibaldi. En 1878, la línea pasó a manos de la compañía inglesa *Central Uruguay Railway Co. Ltd. (C.U.R.)* hasta el año 1949, fecha en que se nacionalizó el ferrocarril. Desde Sayago se efectúa el empalme en el Km 8.150 del tendido que conduce a Estación Peñarol y comunica con las localidades de Rocha, Minas, Río Branco y Treinta y Tres.

El equipamiento edilicio actual lo constituye un edificio moderno de planta rectangular, revestido en ladrillo y techo liviano a un agua. Detrás de la estación actual se ubican varias viviendas construidas en chapa ondulada y techo liviano a dos aguas que corresponden a las formas constructivas inglesas asociadas a las estaciones y dependencias de la línea ferroviaria. Al sur de la estación se ubica, una casilla de control de dos niveles, sobre el paso a nivel de Camino Ariel. Está

construida con ladrillo en la base y madera en el piso superior, con techo liviano a dos aguas.

Medidas cautelares/mitigación: seguimiento de obra



Imágenes de Estación Sayago

Estación Yatay

Descripción: Estación ferroviaria Yatay, ubicada en el Km 4,4 del tendido de la línea Montevideo-Rivera, en el Depto. de Montevideo. La primera propietaria de la concesión estatal constructora de este tramo de la línea fue la compañía *Ferrocarril Central*, por contrato firmado en 1866. La estación Yatay fue una de los puntos usados como paradas desde la inauguración del tendido de 17km a Las

Rev.11/03/19

Piedras. La estación era utilizada para descender y comprar frutas y verduras en chacras o quintas del Miguelete. En 1878, la línea pasó a manos de la compañía inglesa *Central Uruguay Railway Co. Ltd.* (C.U.R.) hasta el año 1949, fecha en que se nacionalizó el ferrocarril. Aún presenta vías principales activas.

La estación presenta sólo una edificación principal constituida por la estación de pasajeros y sus dependencias. Las construcciones conforman una sola unidad formal y funcional e incluye la parada de pasajeros y la estación contigua a la misma, hoy utilizada como vivienda por particulares.

Medidas cautelares/mitigación: seguimiento de obra





Imágenes de Estación Yatay

Estación Lorenzo Carnelli

Descripción: Estación ferroviaria Dr. Lorenzo Carnelli, ubicada en el Km 2,5 del tendido de la línea Montevideo-Rivera, en el Depto. de Montevideo. La primera propietaria de la concesión estatal constructora de este tramo de la línea fue la compañía *Ferro-Carril Central*, por contrato firmado en 1866. En 1878, la línea pasó a manos de la compañía inglesa *Central Uruguay Railway Co. Ltd.* (C.U.R.) hasta el año 1949, fecha en que se nacionalizó el ferrocarril. Hasta 1960 la estación Lorenzo Carnelli fue conocida como estación Bella Vista, momento en que adoptó su nombre actual en homenaje al abogado y político uruguayo. Desde la antigua estación Bella Vista fue que el 1º de enero de 1869 partió el primer ferrocarril del país, abriendo la línea hasta Las Piedras. La estación principal provisoria, ubicada en Uruguayana y Olivos (actual José Nasazzi), funcionó en una finca arrendada a la Sociedad de Fomento Territorial Porvenir. Desde aquí partía la línea tomando por el camino de la Uruguayana hasta llegar a las inmediaciones de la estación Yatay donde empalmaba con el trazado actual. En 1873 la estación fue trasladada a su actual emplazamiento una vez culminadas las obras de construcción de terraplenes y muros de contención de aguas de la bahía en la playa de la Aguada, obra que permitió tender los rieles hasta la Estación Central General Artigas (inaugurada en 1897).

El equipamiento edilicio principal lo constituye la estación ferroviaria de pasajeros y

oficinas, que conforman una unidad formal y funcional. La estación es de planta rectangular, está construida en ladrillo revestido y presenta dos niveles. Sobre el andén se desarrolla una galería con techo de chapa y columnas de hierro que conserva cenefas de madera en su perímetro que evocan el estilo ornamental inglés para las estaciones de pasajeros. Al norte de la estación se ubica una casilla de control de dos niveles construida en ladrillo y madera, con techo liviano a dos aguas. Próximo a estas estructuras se ubican la plaza de maniobras y varios galpones y talleres.

Medidas cautelares/mitigación: delimitación de Buffer de no afección y seguimiento de obra



Imágenes de Estación Lorenzo Carnelli

Estación Nueva Terminal

Estación ferroviaria Nueva Terminal de Pasajeros, ubicada en el Km 0,5 del tendido de la línea Montevideo-Rivera, en el Depto. de Montevideo. La estación fue inaugurada para el servicio de pasajeros el 1º de marzo de 2003, sustituyendo a la Estación Central General Artigas como primera parada y terminal de la línea. Los espacios constructivos están destinados a la recepción de usuarios y a oficinas. Cuenta con dos edificios. El primero, de acceso a la Terminal, presenta planta predominantemente rectangular, dos niveles constructivos, bóveda orientada al oeste y ventanales que cubren gran parte de su fachada principal. El segundo edificio es de planta rectangular, con dos niveles y fachadas revestidas en ladrillo.

Medidas cautelares/mitigación: seguimiento de obra



Imágenes de Estación Nueva Terminal

3.3. Residuos solidos

Nuevamente por las características del proyecto en este aspecto se mantiene un comportamiento diferente en las Fases de Construcción y Operación. Durante la fase de Operación los residuos sólidos surgirán de la operación de los trenes que se gestionaran en los Talleres y Estaciones correspondientes con la dinámica ya existente y las tareas de mantenimiento, en estos dos casos surgirá del Plan de Gestión Ambiental del Operador y del Contratista de mantenimiento que son requisitos para esa etapa.

Durante la Fase de Construcción la existencia de Obradores, uno de los cuales estará muy probablemente en el Departamento de Montevideo y cuya definición exacta de ubicación está sujeta a la decisión del Contratista, generaran residuos que se han considerado en el análisis que se realiza a continuación.

Muchas de las instalaciones y maquinarias necesarias para la construcción de la infraestructura analizada generan residuos (sólidos o líquidos), algunos de ellos considerados como tóxicos y peligrosos (ej. aceites usados, envases contaminados, trapos, etc.), que en ocasiones pueden ser vertidos de forma accidental al terreno. Dependiendo del medio receptor de dicho vertido, existirá un riesgo de contaminación de acuíferos, degradación de suelos fértiles y su vegetación asociada, e incluso contaminación de cauces si se encuentran cercanos a los vertidos.

El Contratista deberá presentar un Plan de Gestión de Residuos Sólidos y proceder de acuerdo a lo dispuesto en el Art. D 1919 Título IV, Capítulo I, Sección IV del Digesto Municipal y la Resolución 3451/17. Teniendo en cuenta que a la fecha no se cuenta aún con la información exacta de la ubicación del Obrador y el volumen de actividad y por ende de residuos a generar, este aspecto se define en forma general, con el mandato de cumplimiento del marco legal pero sujeto a que los detalles específicos del proceso se definan una vez que el Contratista detalle ubicación, volumen y tipo de actividad y surjan de allí las acciones más concretas a incluir en el Plan.

En este marco se mencionan a continuación las medidas generales a aplicar en los sitios donde la Fase de Construcción genere impactos sean por establecimiento de Obradores o por la propia tarea de Construcción.

Rev.11/03/19

Fase de Construcción

Factor Ambiental	Impacto	Medidas de mitigación y/o compensación
Suelos	Destrucción y ocupación definitiva del suelo	Control de la superficie de ocupación
	Compactación y degradación del suelo por tránsito e instalaciones temporales	Recogida, acopio y conservación del suelo fértil
	Contaminación del suelo	Tendido de tierra vegetal sobre las zonas de suelo desnudo
	Pasivo ambiental	Revegetación de taludes
	Erosión edáfica	Prevención de la contaminación de los suelos
		Acondicionamiento (laboreo) de los suelos compactados
		Programa de Gestión de Residuos Sólidos y Efluentes Líquidos

Los residuos menores que aplican como domiciliarios se gestionaran en el marco del sistema de recolección de residuos existente en Montevideo y de acuerdo a las disposiciones legales que lo regulan.

3.4. Fuentes de agua

La demanda de agua se limita a la Fase de Construcción y eventualmente a los Obradores para mantenimiento en la Fase Operación. Durante la operación de los trenes no se requiere acceso al agua en la vía.

El uso para consumo humano en los Obradores se ajustará a los correspondientes contratos con OSE.

La demanda de agua para Obra formara parte del Plan de Gestión Ambiental de Obra y de la fase de Mantenimiento y se definirá una vez que el Contratista detalle ubicación, volumen y tipo de actividad y surjan de allí las acciones más concretas a incluir en el Plan.

3.5. Instalaciones sanitarias

La demanda de servicios e instalaciones sanitarias se limita a la Fase de Construcción y eventualmente a los Obradores para mantenimiento en la Fase Operación.

La demanda de instalaciones sanitarias para Obra formara parte del Plan de Gestión Ambiental de Obra y de la fase de Mantenimiento y se definirá una vez que el Contratista detalle ubicación, volumen y tipo de actividad y surjan de allí las acciones más concretas a incluir en el Plan.

El resto de los procedimientos se ajustarán al marco normativo vigente y a la gestión de residuos y respeto de temas medioambientales cuando se trate de instalaciones provisorias o temporales en los respectivos frentes de Obra (Baños químicos, etc.)

3.6. Tratamiento de efluentes

La demanda de tratamiento de efluentes se limita a la Fase de Construcción y eventualmente a los Obradores para mantenimiento en la Fase Operación. Este aspecto está incluido en el Programa para la Gestión de residuos líquidos, combustibles, aceites y sustancias químicas que formara parte de los aspectos a detallar por el Contratista cuando defina en detalle ubicación, volumen y tipo de actividad y surjan de allí las acciones más concretas a incluir en el Plan.

3.7. Saneamiento

La demanda de servicio de saneamiento se limita a la Fase de Construcción y eventualmente a los Obradores para mantenimiento en la Fase Operación. Este aspecto está incluido en el Programa para la Gestión de residuos líquidos, combustibles, aceites y sustancias químicas que formara parte de los aspectos a detallar por el Contratista cuando defina en detalle ubicación, volumen y tipo de actividad y surjan de allí las acciones más concretas a incluir en el Plan.

Todas las conexiones y afectaciones relacionadas al Saneamiento serán tratadas en particular y definidas en la Ingeniería de detalle del proyecto, lo que a su vez permitirá incluir en el Plan de Gestión Ambiental la forma de manejar este aspecto en la Fase de Construcción y de Mantenimiento en la Fase de Operación.

3.8. Pluviales

El diseño de las soluciones para aguas pluviales formara parte de los aspectos a detallar por el Contratista cuando defina la Ingeniería de detalle, si bien a la fecha se han realizado estudios y análisis hidráulicos los detalles de la gestión de pluviales se definirán una vez que avance la Ingeniería al proyecto ejecutivo propiamente dicho.

3.9. Contaminación

Los riesgos de contaminación se pueden generar en la Fase de Construcción y de Operación del Proyecto. En un primer análisis se han identificado para cada fase

Rev.11/03/19

los procesos y potenciales fuentes de riesgos algunos de los cuales están relacionados directa o indirectamente con situaciones de contaminación o accidentes que puedan generarla.

3.11.1 Factores de Contaminación en Fase de Construcción

Implantación y funcionamiento de obradores y campamentos

Para el desarrollo de las obras será necesaria la instalación de parques de maquinaria, oficinas, suministros, acopio de materiales, etc. Además de la ocupación, normalmente temporal, de los terrenos donde se ubiquen los obradores, en estas zonas se realizarán una serie de actividades susceptibles de generar efectos negativos sobre el medio, como las labores de mantenimiento de las máquinas o los acopios de materiales peligrosos o nocivos, existiendo un riesgo potencial de contaminación de suelos y acuíferos.

Asimismo, en estas zonas se producirá una intensa compactación del suelo, tanto por el tráfico de maquinaria que es previsible en las mismas como por las áreas de explanadas necesarias para el montaje de edificaciones de obra.

Estas instalaciones no son definitivas, se mantienen durante el desarrollo de las obras en cada emplazamiento.

Instalación y operación de plantas de hormigón u otros materiales

Se prevé la instalación de plantas de fabricación de hormigón, necesario para la construcción de los nuevos puentes que serán llenados en sitio y de las piezas que puedan ser prefabricadas.

Circulación de camiones y maquinaria pesada

Durante toda la fase de construcción tendrá lugar un importante incremento del tránsito de camiones y de maquinaria pesada, ya sea por la faja de uso ferroviario, así como por los caminos existentes próximos al trazado. Ello origina un aumento de los niveles sonoros en la zona de obras y en las rutas de acceso, disminuyéndose además la calidad del aire por las emisiones de los caños de escape y por el incremento de las partículas de polvo producidas al circular los vehículos por caminos no pavimentados. Igualmente, este aumento de los niveles circulatorios en la zona de influencia de las obras induce molestias sobre la población que reside o transita por su entorno, al dificultar las comunicaciones en el entorno, se altera el habitual funcionamiento del tránsito de vehículos y de personas. Por último, es frecuente un deterioro considerable del pavimento de las calzadas y una acumulación de barro en ellas, como consecuencia del tránsito de los mencionados vehículos pesados que acceden desde los caminos o zonas de

Rev.11/03/19

obra arrastrando barro en las ruedas y en las carrocerías.

El incremento de tránsito por la obra implica un aumento de la probabilidad de siniestros de tránsito, para lo cual se deberá aplicar y ejecutar todas las medidas previstas de seguridad vial para minimizar la ocurrencia de siniestros de tránsito.

Despeje y desbroce de zonas de ocupación temporal y permanente

De forma previa al inicio de los movimientos de suelo es preciso eliminar la vegetación existente en la superficie de ocupación de la traza, y en las zonas de las instalaciones temporales, que se ubiquen en terrenos naturales. Esta acción produce efectos de signo negativo de importancia variable, dependiendo de las características de la vegetación afectada e influye de forma indirecta en otros factores como la erosionabilidad de los terrenos o la fauna que habita en las comunidades vegetales eliminadas.

Excavaciones en profundidad, trincheras

El proyecto determina que habrá excavaciones para generar los tramos en trincheras en zonas urbanas, las cuales tendrán su mayor impacto solo en la fase de construcción. En estos casos, las afecciones paisajísticas y de seguridad vial en la fase de operación se minimizan, pero pueden aumentarse los efectos sobre los recursos hidrogeológicos, los que serán previstos y resueltos en el proyecto. Además se generará un importante volumen de materiales sobrantes que es necesario disponer en sitios adecuados con las oportunas medidas de integración ambiental. Por otro lado, por tratarse de excavaciones en áreas urbanas, se afectarán servicios existentes, como por ejemplo, saneamiento, comunicaciones, gas, etc., para los que se indicará su reubicación en el proyecto.

Excavaciones superficiales, desmontes

Las excavaciones en zonas donde el proyecto presenta cotas de rasante de la plataforma de vía por debajo del terreno natural, para el caso de tramos con nuevo trazado y para tramos de renovación de vía existente, que implique un descenso de la vía, será necesario remover terreno circundante. El material extraído será necesario disponerlo en sitios adecuados con las oportunas medidas de integración ambiental.

Relleno, terraplenes y colocación de balasto, durmientes y rieles

Tanto en tramos con trazados nuevos como en la renovación de los existentes, serán necesario trabajos de conformación de la plataforma proyectada utilizando, en la medida de su aptitud, para el relleno las tierras procedentes de las

Rev.11/03/19

excavaciones próximas. También deberá reponer el balasto para conformar y/o renovar la plataforma de la vía. Luego de conformada la plataforma de la vía se realiza la colocación de los tramos de durmientes y rieles, de acuerdo al procedimiento y con las máquinas especiales para tales fines, que indique en su oferta la empresa adjudicataria de las obras. Finalmente, se completa el balasto entre durmientes y se consolida el paquete balasto-durmiente-riel, por vibración del equipo de montaje.

Excavación mediante explosivos

Para algunas excavaciones particulares, en función de la tipología de los materiales presentes en la zona, podrá ser necesario plantear los trabajos de excavación mediante el uso de explosivos. Este procedimiento de excavación presenta ciertos riesgos medioambientales, asociados principalmente a la generación de ruido y de polvo, que repercuten en la calidad ambiental del entorno y afectan directamente a la población y a la fauna, entre otros. Las precauciones deberán extremarse si este procedimiento es necesario en zonas urbanas o con edificaciones próximas al trazado.

Extracción de materiales en cantera

Los áridos para morteros y hormigones y el balasto para la plataforma provendrán, bien de canteras comerciales o bien de yacimientos que no se encuentren en explotación. En el caso en que su origen sean explotaciones activas, las propias instalaciones deben contar con planes de restauración aprobados según la normativa vigente, no siendo por ello objeto de análisis en el presente Estudio de Impacto Ambiental. En el caso de nuevas explotaciones, deberán tramitarse los Permisos Ambientales específicos según la Normativa.

Acopios temporales de tierras

Las tierras excavadas y que vayan a ser reutilizadas en la obra, o en otras obras del entorno, deben acopiarse en lugares cercanos a la traza. Este acopio, aunque temporal, puede originar efectos negativos sobre varios factores del medio, deberá asegurarse no afectar la red de drenaje superficial, evitar que sea interceptada por el acopio o que se produzcan aterramientos a consecuencia del mismo, así como problemas en la vegetación.

Obras de drenaje transversal, longitudinal y de trincheras

a. Obras de drenaje transversal:

Puentes
Alcantarillas

Rev.11/03/19

b. Obras de drenaje longitudinal:

Para evacuar las aguas de escorrentía en sentido longitudinal de la plataforma se construirá, en el margen de la vía por donde se produzca la circulación de las aguas, un sistema de drenaje formado por cunetas y dispositivos de evacuación.

c. Drenaje de trincheras

Se compone de un sistema de drenaje pluvial superficial para evitar el ingreso de escurrimiento hacia el interior de las trincheras y un sistema de drenaje interior para drenar las precipitaciones sobre la trinchera más las posibles infiltraciones, que incluye sistema de bombeo.

Caminos de acceso a la obra

Se construirán nuevos caminos temporales para el acceso a los distintos frentes de obra, en todos los casos se ubicarán de manera de afectar mínimamente el entorno, ya sea por la construcción del camino como por el uso que tendrá durante el desarrollo de los trabajos.

Desvío y reposición de servicios y viario afectado

La infraestructura proyectada podrá cruzar una serie de servicios como líneas eléctricas, gasoductos, líneas telefónicas, viario (carreteras, calles, avenidas), etc. Si bien se trata de una acción temporal, puesto que todos los servicios afectados serán repuestos, puede producir una serie de molestias para los usuarios durante la construcción de los desvíos o reposiciones.

Demolición o deconstrucción de estructuras

La demolición de estructuras existentes, parcial o totalmente, según su envergadura, implica una planificación en cada caso. Dicha planificación contemplará: definir el equipo adecuado, la forma de ejecución, el traslado y la disposición final de los materiales resultantes de la operación de demolición. En el caso de deconstrucción, o sea desarme o desmontaje de estructuras, se debe proceder de forma similar en acuerdo con quien pueda ser el receptor final de los materiales resultantes.

Contratación de mano de obra y demanda de servicios y recursos

Las obras suponen la creación de empleo temporal durante su plazo de ejecución. Asimismo, es frecuente que el constructor recurra a pequeñas empresas locales para la realización de algunos trabajos, lo cual puede influir muy favorablemente en las poblaciones próximas al trazado en el sector local de la construcción. Por

otro lado, la obra supondrá en general un incremento en la demanda de servicios asociados a la permanencia, en las inmediaciones, de un gran número de personas relacionadas directa o indirectamente con los trabajos de construcción. Todo esto tendrá efectos positivos en la economía local de carácter temporal.

Derrames y vertidos

Muchas de las instalaciones y maquinarias necesarias para la construcción de la infraestructura analizada generan residuos (sólidos o líquidos), algunos de ellos considerados como tóxicos y peligrosos (ej. aceites usados, envases contaminados, trapos, etc.), que en ocasiones pueden ser vertidos de forma accidental al terreno. Dependiendo del medio receptor de dicho vertido, existirá un riesgo de contaminación de acuíferos, degradación de suelos fértiles y su vegetación asociada, e incluso contaminación de cauces si se encuentran cercanos a los vertidos.

Cerramiento

Finalizadas las obras, se realizará un cerramiento de la vía férrea. Si bien este cerramiento favorecerá la reducción del riesgo de accidentes tanto para la población como para la fauna, inducirá un "efecto barrera" al limitar sus desplazamientos a uno y otro lado de la nueva infraestructura.

3.11.2 Factores de Contaminación en Fase de Operación

Con el fin de determinar las medidas de control y mitigación para impactos específicos en la Fase de Construcción se realizó un análisis de los procesos que implica esta etapa del proyecto y de los impactos medioambientales que pueda generar. Se detallan a continuación los resultados de este análisis.

Presencia física

La introducción de nuevos elementos en el medio, generará una afección paisajística mínima, debido a que la mayor parte del trazado corresponde a vías existente.

Circulación de trenes

Esta acción es el objeto último del Proyecto, conllevando la inmensa mayoría de los efectos positivos de su construcción. En cuanto a los efectos negativos de la circulación de trenes se tiene el potencial incremento de los niveles sonoros actuales, emisiones atmosféricas, vibraciones, seguridad vial, afección a la movilidad urbana, riesgo de mortandad de tetrápodos por colisiones, etc.

Operación del Sistema de Control Ferroviario

El tramo proyectado, estará equipado en su totalidad con un nuevo sistema de señalización. Este sistema consta de varios niveles. El objetivo principal del sistema de señalización es la seguridad y la automatización del control de los trenes en un entorno que cuenta con varios trenes y que necesitan estar circulando al mismo tiempo, en distintos tramos de la línea.

El sistema de control remoto más utilizado en las líneas de mayor tráfico es el de telemando. El funcionamiento de este sistema consiste en que, desde un puesto central dotado de sistemas informáticos de control, se gestionan las órdenes a las instalaciones fijas -señales luminosas, barreras, agujas - que, de modo electrónico o por relés, ejecutan las acciones para determinar la ruta que ha de seguir cada tren.

Los sistemas informáticos se diseñan conforme a una lógica que garantiza el máximo nivel de seguridad. De ese modo, una vez que un tren ocupa una posición en un tramo de vía, cualquier orden contradictoria para el tren o para las instalaciones fijas, que pudiera poner en peligro la seguridad de la circulación del tren, permitiendo la entrada de otro tren al tramo, no podrá ser ejecutada. El tramo ocupado queda "bloqueado".

Además de elevar significativamente los niveles de seguridad, el telemando permite aumentar la capacidad de la vía al reducir la distancia y el intervalo temporal entre trenes.

Los sistemas de bloqueo propiamente dichos son más antiguos que el telemando y cumplían y cumplen la función de cerrar, "bloquear", un tramo de línea en el momento en que en él entra un tren para evitar que otro convoy pueda invadirlo y provocar un accidente.

Cada paso de tren y estación estará equipado con un sistema de enclavamiento electrónico para asegurar rutas seguras para los trenes.

Consiste en:

- Señales luminosas
- Sistemas de alerta de cruce de nivel
- Puntos controlados
- Contadores de ejes
- Cerraduras y bloqueos de llave

Estos patios y los sistemas de enclavamiento separados se controlarán con un sistema de Control de Tráfico Centralizado (CTC). El sistema Automático de Protección de los Trenes (ATP) transmite información sobre las autorizaciones de circulación y los límites de velocidad desde la línea hasta el tren para provocar una frenada automática si el tren ignora los límites de velocidad válidos (protección contra error humano). Además, el sistema de señalización incluye:

- Interfaces con las vías que están conectadas con la línea principal
- Fuente de energía estable y segura para los enclavamientos

Mantenimiento y mejoras

Durante toda la fase de explotación de la línea férrea se realizarán operaciones de mantenimiento, tales como la limpieza del entorno de la plataforma, la limpieza de obras de drenaje, reparaciones, desbroces, etc. Los efectos que estas acciones pueden generar sobre el medio pueden tener distinto signo. Así, las operaciones de limpieza pueden considerarse como una medida de protección para evitar la generación de nuevos efectos negativos sobre el medio, evitando la contaminación de aguas o el riesgo de inundación. Sin embargo, la realización de obras de reparación, podría dar lugar a la creación de afecciones al entorno, dependiendo de la tipología y entidad de la reparación a realizar.

Contratación de mano de obra y demanda de servicios

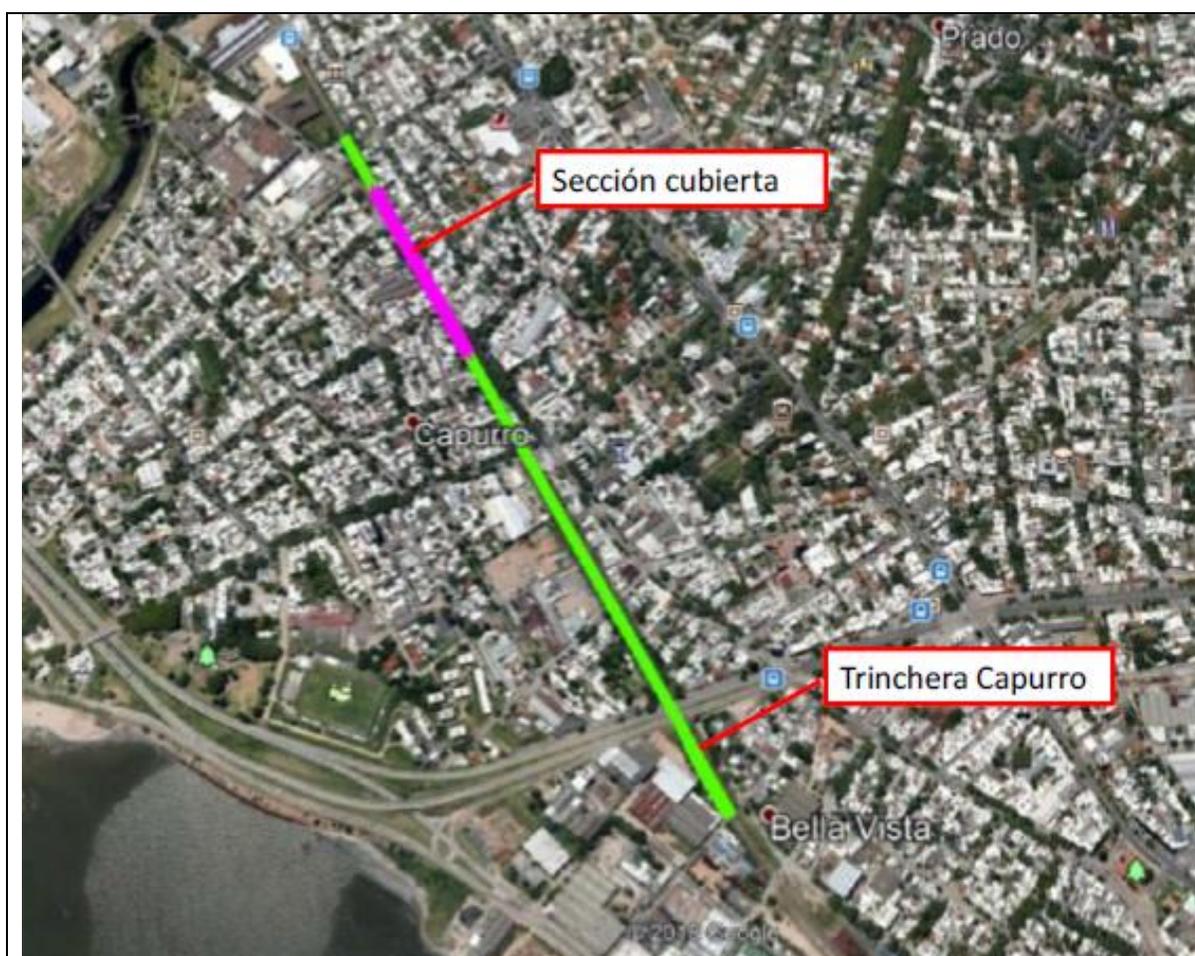
Durante toda la vida útil del proyecto, las tareas de mantenimiento y operación del sistema, demandarán puestos de trabajos y servicios. De forma similar a lo descrito para la fase de construcción, las tareas de mantenimiento de la vía férrea es probable que demanden mano de obra local según los frentes de trabajo, con lo que promoverá la generación de empleo local en las localidades cercanas al proyecto. En este sentido, las pequeñas localidades serán las que podrán percibir un impacto positivo significativo en su economía, pero también son las más vulnerables a potenciales saturaciones de los servicios que ofrecen a sus pobladores permanentes, por el aumento de la demanda por incidencia de pobladores temporales.

3.11.3 Estudio de emisiones atmosféricas

El objetivo del presente estudio es evaluar el impacto de las emisiones de las locomotoras del trayecto ferroviario Montevideo-Progreso. Para el estudio se considera una frecuencia de trenes de carga de 15 + 15 trenes por día, los trenes de pasajeros (9+9) se consideran incluidos en la línea de base ya que los trenes de pasajeros ya circulan hoy.

Análisis de Trinchera Capurro

Al estar completamente cubierto, el tramo de la trinchera no genera emisiones por lo que es de esperar que las concentraciones de NO₂ en el aire para este tramo sean menores que si estuviera descubierta. En el presente estudio, la trinchera Capurro-Montevideo se analizó por secciones del tramo, tomando una primera sección descubierta, una segunda sección cubierta y la tercera sección descubierta. En las trincheras la emisión de contaminantes se presenta a nivel de piso y no a 5 o 6 m que es aproximadamente la altura de la locomotora. De este modo, la dispersión de los contaminantes se inicia desde niveles más bajos generando concentraciones más altas en el aire que respira el ser humano.



Vista de la Trinchera Capurro y el área cubierta bajo el cruce con Uruguayana

Locomotora tipo

Para el presente modelamiento se consideran locomotoras Diésel Eléctricas nuevas con las siguientes especificaciones:

Rev.11/03/19

- Locomotora C30 – EMP
- Motor General Electric G7 7FDL 12EFI
- Potencia del Motor 3.300 HP
- Combustible Diesel
- HHV del combustible 11,000 kcal/kg (19,801 BTU/lb)

En esta tabla se menciona la potencia máxima del motor siendo la potencia neta de tracción de 3,000 HP según el manual de descripción del producto, pero para el cálculo de las emisiones se tomó la potencia de 3,300 HP para analizar el peor escenario, pues mientras más HP se usen habrá más emisiones.

Contaminantes

De acuerdo con un documento de la USEPA¹, los contaminantes de interés emitidos por las locomotoras con motores a diésel son los óxidos de nitrógeno (NOx), las partículas menores a 10 micras (PM10), los hidrocarburos (HC) y el monóxido de carbono. Debido a la baja concentración de azufre en el diésel, los óxidos de azufre no se consideran en el presente estudio. A continuación, se presenta una breve descripción de los contaminantes mencionados:

- Óxidos de nitrógeno. – Son una mezcla de varios compuestos de nitrógeno y oxígeno, siendo los más importantes el óxido nítrico (NO, que se produce en mayor cantidad) y dióxido de nitrógeno (NO₂). De estos dos compuestos, el más nocivo para la salud del ser humano es el NO₂. Esta mezcla de compuestos se identifica generalmente como NOx y se producen debido a la alta temperatura de la combustión, como producto de una reacción espontánea entre el nitrógeno y el oxígeno del aire o bien, a partir del nitrógeno del combustible. Dependiendo de la fuente que lo genera, el NO₂ está presente en variadas proporciones con respecto al total de los NOx pero con frecuencia representa del 2 al 5% del total cuando se forma a partir de motores de gasolina. Es importante hacer notar que el NO formado reacciona con el oxígeno del aire para formar más NO₂, llegando a representar hasta el 30% del total de los NOx, por lo que los estudios para determinar estas proporciones se enfocan en la concentración del NO₂ en el aire ambiente. Para el presente estudio tomamos un caso extremo, es decir, se consideró que los NOx están formados NO₂ en un 100%, con el fin de analizar un escenario extremo.
- Partículas menores a 10 micras (PM10). - Generalmente son el resultado de la evaporación y la quema incompleta de combustible y del aceite lubricante en la cámara de combustión que se emiten en forma de pequeñas gotas. Por lo tanto, las emisiones de PM son generalmente asociadas con bajas temperaturas de combustión, falta de aire adecuado para la combustión y las impurezas del combustible. Como la formación de NOx está asociada con las altas temperaturas de combustión y las partículas están asociadas a una

Rev.11/03/19

combustión a bajas temperaturas, muchas tecnologías y estrategias de control de emisiones que reducen los NOx, tienden a aumentar la emisión de PM10.

- Hidrocarburos (HC). – Los hidrocarburos están presentes en las emisiones debido a una combustión incompleta del combustible debido en parte a que se forman puntos de combustión con falta de oxígeno, condición que no permite la combustión completa del diésel.
- Monóxido de Carbono (CO). – Al igual que los hidrocarburos, el monóxido de carbono es producto de una combustión incompleta del combustible el cual, en lugar de pasar a formar CO₂ y agua, solamente forma el CO. En general, las tecnologías que tienden a disminuir las emisiones de partículas también disminuyen las de hidrocarburos y de CO.

El modelo CALPUFF incluye un grupo de reacciones que se conoce como MESOPUFF II, el cual solamente considera la reacción del NO₂ a NO₃ y su equilibrio a HNO₃. Estas reacciones hacen que la concentración de NO₂ disminuya en el aire ambiente y como se desea considerar el peor escenario, no se modelaron reacciones químicas.

Factores de emisión

Para el cálculo de las emisiones de los trenes se tomó como referencia la tabla de estándares de emisión de la Agencia ambiental de EEUU³, que consigna los valores de emisiones sin control para locomotoras nuevas o reconstruidas, de Tier 0 a Tier 4, que deberán cumplir las locomotoras para dos tipos de operación:

- a) Un ciclo de operaciones de baja potencia que representa las operaciones de patio como cambios de locomotoras y movimiento de cargas a corta distancia
- b) Un ciclo de operaciones de alta potencia que representa las operaciones de transporte de línea a grandes distancias.

El nivel más estricto, Tier 4, se aplica a locomotoras nuevas o reconstruidas después del año 2015, que es el caso de las locomotoras de carga objeto de este estudio. Una copia de la tabla de valores se muestra a continuación:

Table 1 - Line-Haul Emission Factors (g/bhp-hr)

	PM ₁₀	HC	NO _x	CO
UNCONTROLLED	0.32	0.48	13.00	1.28
TIER 0	0.32	0.48	8.60	1.28
TIER 0+	0.20	0.30	7.20	1.28
TIER 1	0.32	0.47	6.70	1.28
TIER 1+	0.20	0.29	6.70	1.28
TIER2	0.18	0.26	4.95	1.28
TIER 2+ & TIER 3	0.08	0.13	4.95	1.28
TIER 4	0.015	0.04	1.00	1.28
+ INDICATES THAT THESE ARE THE REVISED STANDARDS IN 40 CFR PART 1033				

Es importante hacer notar que puede haber una variación significativa de las emisiones en la práctica, especialmente para locomotoras con emisiones sin control. Además, una locomotora puede tener una variación importante durante su vida de operación o con variaciones en las condiciones de operación, por lo que los valores de la tabla representan valores promedio. Sin embargo, las locomotoras nuevas o reconstruidas después del año 2015 deben apegarse a estos estándares, por lo que en este estudio fueron tomados como referencia.

Emisiones

En esta sección se muestran los cálculos, basados en estos factores de emisión, para obtener las emisiones de los 4 contaminantes en unidades de masa por unidad de tiempo (g/s) para el trayecto completo de Montevideo a Progreso:

Parámetro	PM10	NOx	CO	HC	Unidades
Factor de emisión (Dato de la USEPA)	0.015	1.00	1.28	0.04	g/bHP-Hr
Potencia de la máquina (Manual del equipo)	3,300	3,300	3,300	3,300	HP
Emisión, masa/tiempo (Factor de emisión x potencia)	49.5	3,300	4,224	132	g/Hr

Longitud del Recorrido (Montevideo - Progreso) *	26.493	26.493	26.493	26.493	Km
Velocidad promedio (Dato del cliente)	60	60	60	60	Km/Hr
Tiempo del recorrido, solo de ida	0.4416	0.4416	0.4416	0.4416	Hr
Emisión total por recorrido, solo ida (Emisión x Tiempo de recorrido)	21.86	1,457.12	1,865.11	58.28	g/recorrido
Emisión total en un día (30 recorridos) (Emisión/recorrido x No. Recorridos)	655.70	43,714.45	55,953.22	1748.54	g/día
Emisión por hora (Emisión total por día/24 Hs)	27.32	1,821.39	2,331.38	72.86	g/Hr
Emisión por segundo (Emisión en 1 Hr/3,600)	0.0076	0.5059	0.6476	0.0202	g/s

Los cálculos en la tabla se usaron como base para obtener las emisiones en cada uno de los tramos considerados al momento de aplicar el modelo de dispersión.

Modelamiento

Fuentes de Emisión

Las emisiones provenientes de las locomotoras se tomaron como una fuente de línea (a lo largo del trayecto ferroviario) compuesta por una serie de fuentes de volumen que emiten contaminantes al aire a partir de la altura de la locomotora, aproximadamente a 5 m del piso.

Una serie de fuentes de volumen simula cabalmente una pluma de emisión completamente mezclada que la USEPA recomienda para trayectos ferroviarios. Entre más pequeños se tomen los volúmenes de la pluma mencionados en el párrafo anterior, la representación de la pluma será más apegada a la realidad, siendo necesario usar muchos pequeños elementos de volumen para representar la pluma, lo que implica un gran número de fuentes y, por ende, un gran número de cálculos con un tiempo muy grande de computación. Si por el contrario, los volúmenes se toman como muy grandes, habrá pocos volúmenes representando la pluma, con lo que el tiempo de los cálculos se acorta, pero se tendrá una representación alejada de la realidad pues los gases descargados tienden a elevarse debido a la turbulencia y a la diferencia de su temperatura con respecto al aire ambiente.

De modo que el tamaño de los volúmenes para representar la pluma es un compromiso entre un tiempo razonable de computación y la elevación de la pluma. Como el tren viajará a una velocidad promedio de 60 Km/Hr, recorrerá las siguientes distancias en los tiempos mostrados en la tabla a continuación:

TIEMPO seg	DISTANCIA RECCORRIDA m	No DE VOLÚMENES EN 1 Km RECORRIDO Adimensional
1	16,7	59.9
2	33.3	30.0
3	50.0	20.0
4	66.7	15.0

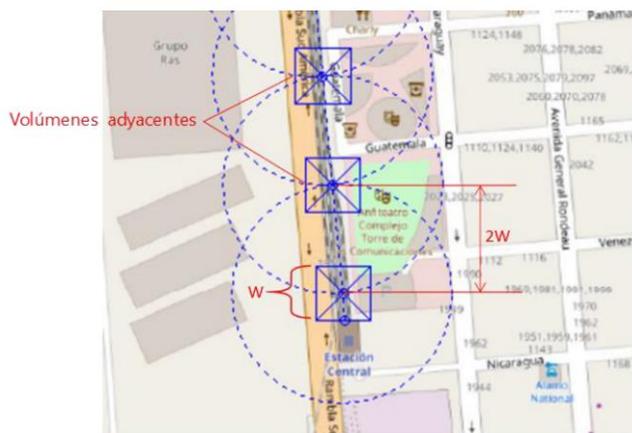
Distancias recorridas por el tren en diversos tiempos

Para este re-modelamiento se seleccionaron arbitrariamente las dimensiones de cada volumen de la pluma como de 50 m de longitud, 2 m de altura y el ancho = ancho del tren +1 m, basados en el hecho de que en 3 segundos la pluma no se elevará demasiado y que 20 volúmenes por cada Km (tabla 5) no aumentan demasiado el tiempo de computación.

La imagen izquierda abajo muestra un ejemplo de cómo se representaron las emisiones como fuentes de volumen a lo largo del trayecto del tren. Las fuentes de volumen se distribuyeron a una distancia estándar regulatoria de acuerdo con la USEPA, que es de dos veces el ancho de cada fuente de volumen, es decir, la distancia entre el centro de dos volúmenes adyacentes es de $2W$, donde W es el ancho de la fuente de volumen. Esta condición se representa en la siguiente figura a la derecha.



Fuentes de volumen en secuencia



Distancia entre volúmenes adyacentes

Tramos del trayecto

Como ya se mencionó, el trayecto total se dividió en tramos para no hacer una sola corrida del software en un tiempo demasiado grande, cada tramo a su vez se dividió en secciones dependiendo de las condiciones del trayecto. Por ejemplo, en algunos casos existen edificios cercanos a la circulación del tren, en otros las casas y edificios se ubican lejos de la vía y en otros el trayecto se lleva a cabo en una trinchera.

La circulación de los trenes por las trincheras representa una condición especial pues los contaminantes son emitidos desde una altura muy cercana al nivel del piso. Además, es necesario considerar que el viento no circula dentro de la trinchera como lo hace en la superficie del suelo por lo que es necesario asignar viento estancado en ese tramo.

La siguiente tabla describe las condiciones consideradas durante la corrida del modelo:

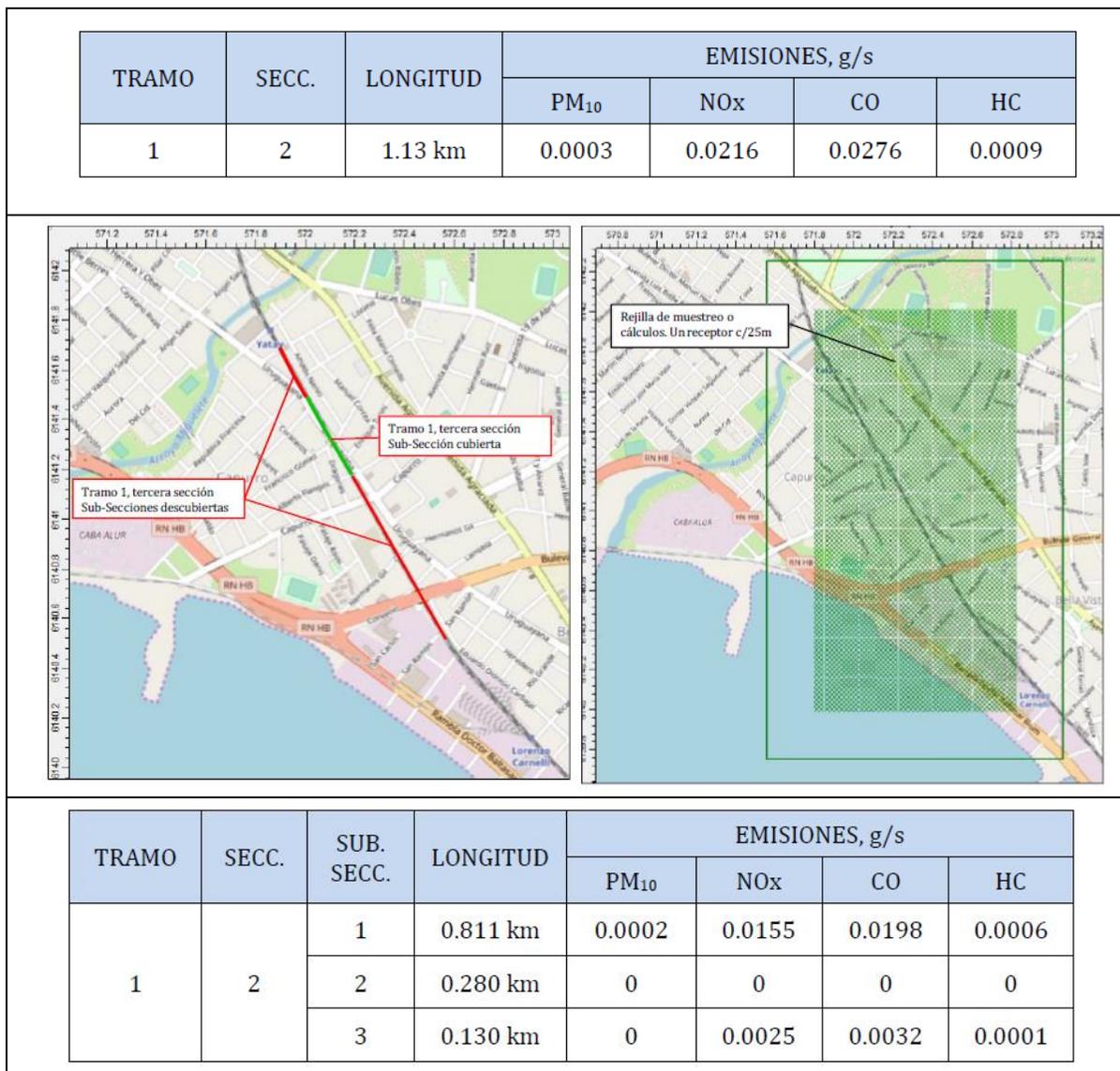
Condición	Descripción
Edificios y casas adyacentes	El tren circula dentro de la ciudad con edificios adyacentes que alteran el patrón de dispersión de los contaminantes
Edificios y casas alejados	El tren circula dentro de la ciudad, pero las casas y edificios no influyen en la dispersión de los contaminantes
Descampado	El tren circula por el campo sin casas cercanas
Trinchera	La vía del tren se encuentra por debajo del nivel del piso. Las emisiones se dan a un nivel más bajo que el resto del trayecto

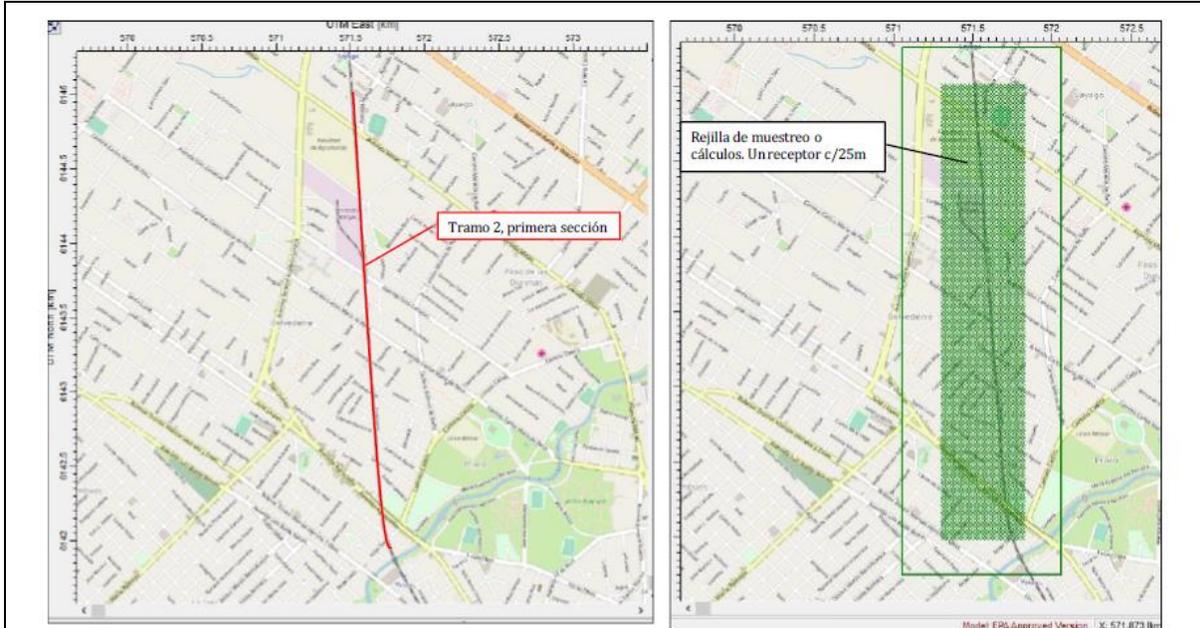
Se detallan a continuación los tramos y secciones con los correspondientes resultados en cada uno.



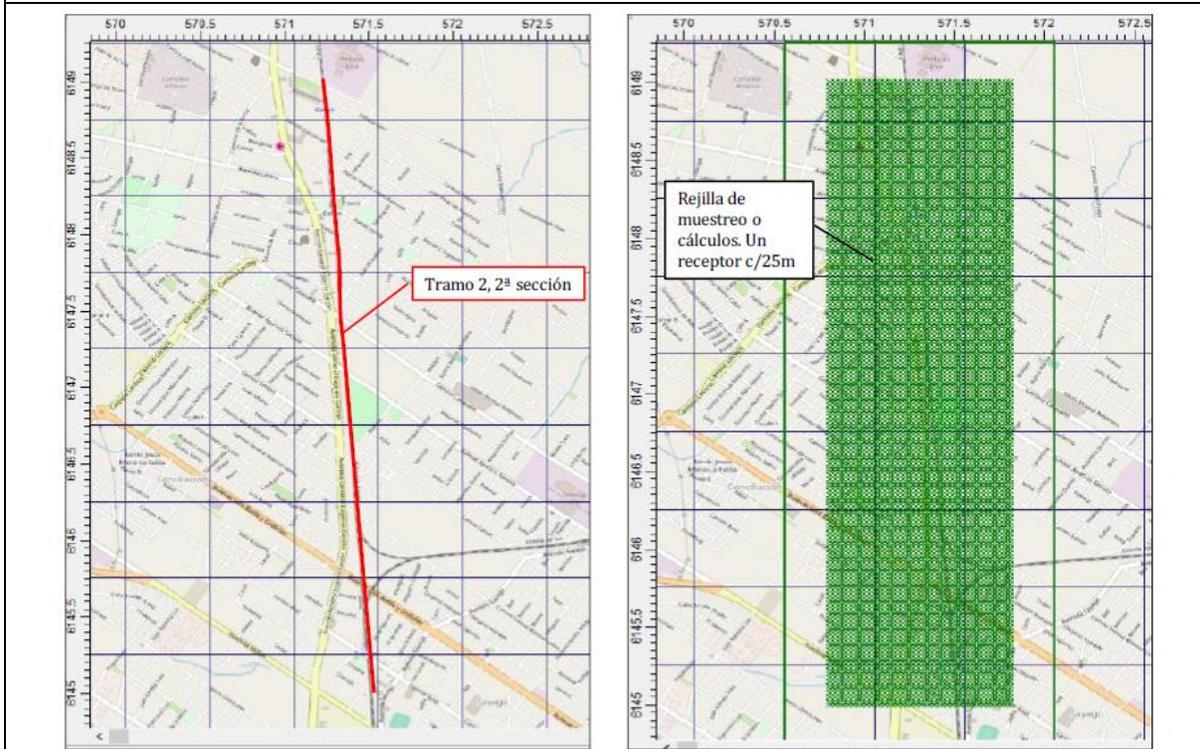
TRAMO	SECC.	LONGITUD	EMISIONES, g/s			
			PM ₁₀	NO _x	CO	HC
1	1	1.4 Km	0.00040	0.0267	0.0342	0.0011







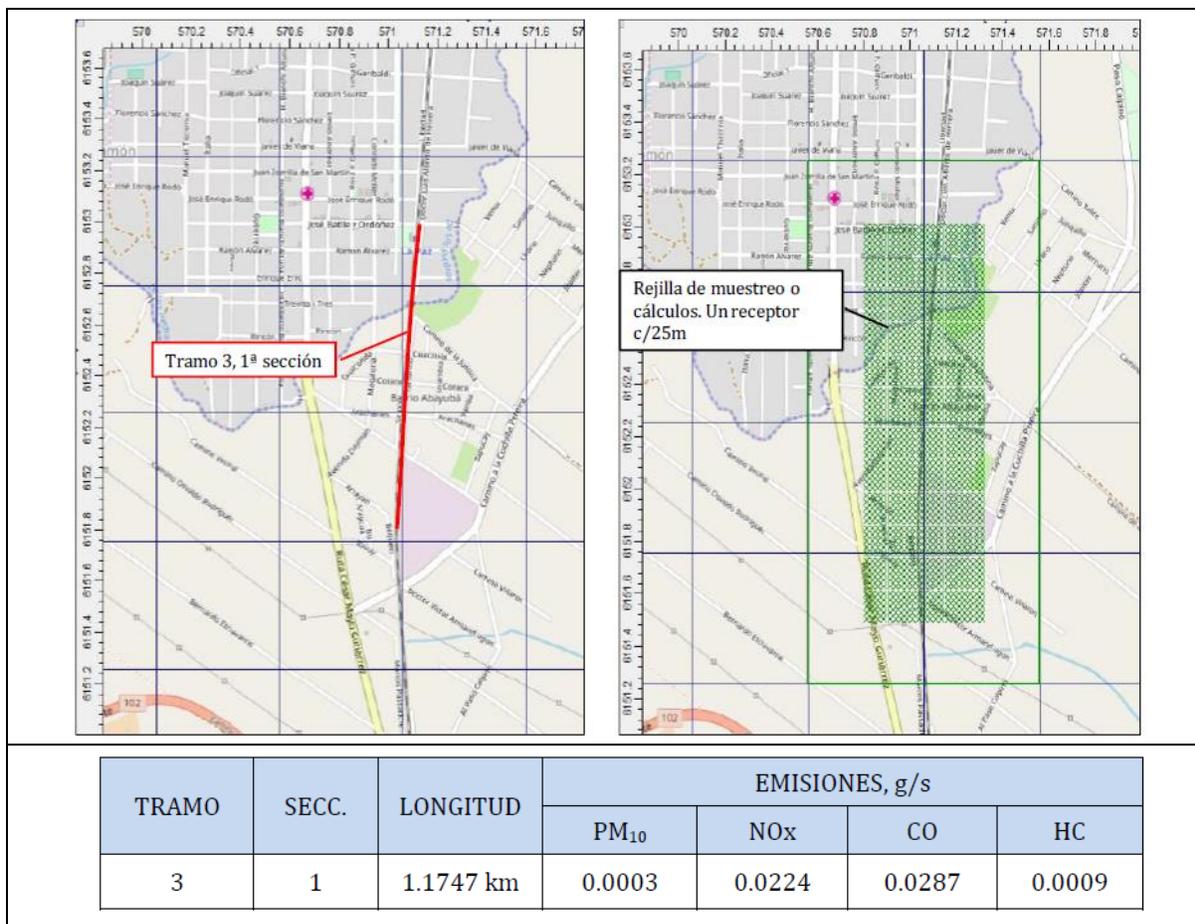
TRAMO	SECC.	LONGITUD	EMISIONES, g/s			
			PM ₁₀	NO _x	CO	HC
2	1	3.022 km	0.0009	0.0577	0.0739	0.0023



TRAMO	SECC.	LONGITUD	EMISIONES, g/s			
			PM ₁₀	NO _x	CO	HC
2	2	4.040 km	0.0012	0.0772	0.0988	0.0031



TRAMO	SECC.	LONGITUD	EMISIONES, g/s			
			PM ₁₀	NO _x	CO	HC
2	3	3.037 km	0.0009	0.0580	0.0742	0.0023



Resultados

A continuación, se presentan las concentraciones más altas encontradas para cada contaminante en cada tramo. Desde luego el valor más alto será la más alta concentración que posiblemente pueda alcanzar cada contaminante en todo el trayecto.

TRAMO	SECCIÓN	CONCENTRACIÓN MÁXIMA PROMEDIO DE 1 Hr, ug/m ³	CONCENTRACIÓN MÁXIMA ANUAL, ug/m ³
1	1	20.283	1.666
	2	20.599	1.714
	3	18.636	1.760
2	1	23.933	1.8312
	2	27.731	2.2532
	3	32.030	2.200
	1	21.47	1.613

Óxidos de Nitrógeno (Se supone NO_x = NO₂), concentración máxima 32,030

TRAMO	SECCIÓN	CONCENTRACIÓN MÁXIMA PROMEDIO DE 24 Hs, ug/m ³	CONCENTRACIÓN MÁXIMA ANUAL, ug/m ³
1	1	0.0621	0.025
	2	0.0619	0.024
	3	0.0605	0.022
2	1	0.075	0.028
	2	0.106	0.035
	3	0.116	0.034
	1	0.065	0.021

Concentración máxima PM₁₀ = 0.116

TRAMO	SECCIÓN	CONCENTRACIÓN MÁXIMA PROMEDIO DE 8 Hs, ug/m ³	CONCENTRACIÓN MÁXIMA ANUAL, ug/m ³
1	1	8.670	2.137
	2	9.770	2.199
	3	10.451	2.248
2	1	10.351	2.345
	2	12.072	2.880
	3	16.191	2.810
3	1	12.561	2.067
	2	17.318	2.16
	3	19.710	2.311
4	1	12.359	2.269
	2	21.681	2.830

Concentración máxima de monóxido de carbono = 16.191

TRAMO	SECCIÓN	CONCENTRACIÓN MÁXIMA PROMEDIO DE 24 Hs, ug/m ³	CONCENTRACIÓN MÁXIMA ANUAL, ug/m ³
1	1	0.1621	0.065
	2	0.1651	0.064
	3	0.1817	0.068
2	1	0.1918	0.073
	2	0.2732	0.090
	3	0.2965	0.087
	1	0.196	0.064

Concentración máxima de hidrocarburos = 16.191

Conclusiones

- Claramente las concentraciones de los contaminantes para los que existen estándares del grupo GESTA, están por debajo de los valores máximos permitidos.
- Ya que los estándares del Grupo GESTA fueron establecidos para proteger la salud de la población, las operaciones de las locomotoras de carga no representan una amenaza a la salud de la población.

3.11.4 Estudio de Vibraciones

Para este análisis se toman en cuenta los siguientes documentos:

- Descripción del Proyecto.docx
- Traza de Vía Férrea por tramos.kmz
- Resumen de los Requisitos de la Autoridad Ambiental (DINAMA) impuestos respecto a Ruido y Vibraciones.

Estudio de impacto vibratorio: actividades realizadas

Las siguientes actividades han sido realizadas en el presente proyecto de estudio preliminar de impacto vibratorio:

Estudio previo

- Identificación y examen de la legislación aplicable al tramo del estudio. Se propone una serie de niveles máximos basados en el estado del arte o legislaciones aplicables en otros países. Como conclusión, se identifica los niveles límites máximos a tener en cuenta para el estudio preliminar del impacto vibratorio.
- Identificación de las zonas más relevantes a lo largo de la traza en cuanto a impacto vibratorio, teniendo en cuenta los receptores próximos a la futura traza.

Estudio vibratorio

- Selección de un conjunto de zonas representativas para la evaluación experimental de las características locales de transmisión vibratoria del terreno. En total, se identifican 6 zonas representativas de caracterización locales de transmisión vibratoria del terreno.
- En base a los datos experimentales obtenidos, generación de un modelo de predicción semiempírico para proporcionar valores vibratorios futuros previstos en ausencia de contramedidas especiales.
- Expresión de los valores vibratorios futuros en fase de explotación estimados para las zonas representativas identificadas anteriormente.
- Identificación de posibles puntos conflictivos en cuanto a impacto vibratorio y recomendaciones.

Marco legal aplicable

Legislación Uruguaya sobre vibraciones

- La protección ambiental en Uruguay está consagrada en el artículo 47 de la Constitución, en la Sección Derechos, Deberes y Garantías, a partir de la reforma constitucional de 1997. La Ley General de Protección del Ambiente (Ley N°17.283 del 28 de noviembre de 2000) es el instrumento actualmente

Rev.11/03/19

operativo del artículo 47, y ofrece un marco jurídico general para todos aquellos temas en los que no se cuenta con reglamentación específica.

- En diciembre de 2004 se sancionó la Ley de Protección Acústica N°17.852, cuyo objeto se enuncia en su primer artículo: *"Esta ley tiene por objeto la prevención, vigilancia y corrección de las situaciones de contaminación acústica, con el fin de asegurar la debida protección a la población, otros seres vivos, y el ambiente contra la exposición al ruido."* Y en su artículo tercero define "contaminación acústica" de la siguiente forma: *"Se entiende por contaminación acústica a los efectos de esta ley, la presencia en el ambiente de ruidos, cualquiera sea la fuente que los origine, cuyos niveles superen los límites que establezca la reglamentación."*
- En lo relativo a fuentes móviles, la Ley N° 18.191 de 14 de noviembre de 2007, conocida como Ley de Tránsito y Seguridad Vial en el Territorio Nacional, en el numeral 4 del artículo 29 acerca de las condiciones de los vehículos indica: *"4) Los vehículos automotores no superarán los límites máximos reglamentarios de emisión de contaminantes que la autoridad fije a efectos de no molestar a la población o comprometer su salud y seguridad."* No obstante, no se identifica a nivel nacional ningún límite máximo reglamentado de emisión de contaminantes de tipo vibratorio.

En consecuencia, a nivel nacional no hay sancionada aún ninguna reglamentación en la que se establezcan límites a los niveles vibratorios admisibles. Cabe mencionar que existen ordenanzas municipales de diferente edad y contenido con referencias a niveles vibratorios, en particular en el *El Digesto Municipal de Montevideo*, Volumen XV - Planeamiento de la Edificación, Parte L, Título II, Cap. I, Secc. IV y IX, y Título IX, Cap. II: *Disposición 4221: D) las vibraciones o ruidos que provoquen las actividades de los equipos, en cualquier condición de trabajo, no debe superar los siguientes valores:*

Ciclos por segundo	Amplitud en m.m
menos de 10	0,025
10 a 20	0,020
20 a 30	0,015
30 a 40	0,010
mayor de 40	0,005

Niveles tolerables de vibraciones a los puntos críticos inmediatos al local de trabajo

Sin embargo, los datos descritos en la disposición 4221 del Digesto Municipal de Montevideo hacen referencia a vibraciones generadas por instalaciones mecánicas situadas dentro de un edificio, un entorno muy distinto a las vibraciones generadas por una fuente móvil de tipo ferroviario.

Requisitos aplicables al proyecto ferroviario

El documento Resumen de los Requisitos de la Autoridad Ambiental (DINAMA) impuestos respecto a Ruido y Vibraciones, permite identificar los requisitos facilitados por parte de la Autoridad Ambiental (DINAMA) en cuanto a niveles vibratorios para el Proyecto del Ferrocarril Central de Uruguay:

- “[...]. Se evaluará el nivel de vibraciones esperadas en receptores o estructuras sensibles (en función de la proximidad a la traza de la vía y al estado de conservación de la estructura), a partir de un relevamiento previo de toda la infraestructura vecina a la traza potencialmente afectada, con particular énfasis en aquellas estructuras que presenten valor histórico o patrimonial.
- En la especificación de la metodología adoptada para la evaluación se deberá explicitar la normativa de referencia y los parámetros o límites admisibles para la calificación del nivel de impacto.
- Según corresponda, se plantearán las acciones de mitigación o prevención que se prevé desarrollar. [...]”

Tal y como se detalla en el párrafo anterior proviniendo del documento, la autoridad ambiental (DINAMA) de referencia para el proyecto no hace referencia ni recomienda una metodología específica para la predicción y la limitación de los niveles vibratorios esperados para la nueva infraestructura ferroviaria.

Marco legal considerado para el presente proyecto

En línea con los puntos descritos en los apartados anteriores, resulta necesario identificar un marco legal a seguir con el fin de aplicar una metodología de predicción y los límites aplicados para los niveles vibratorios generados por la nueva línea ferroviaria.

En este sentido, se ha considerado como un referente adecuado de aplicación el marco legal los criterios y valores límites normalmente utilizados por la Administración Federal de Transporte de los Estados Unidos (Federal Transit Administration). Dichos criterios y valores límites se hallan recogidos en el documento FTA-VA- 90-1003-06 “Transit Noise and Vibration Impact Assessment”.

Niveles límites de vibraciones considerados

Los niveles límites de vibraciones considerados en el diseño de la nueva línea son, de acuerdo con lo expuesto en la sección anterior, los recogidos en el documento FTA-VA-90-1003-06 “Transit Noise and Vibration Impact Assessment”. Estos límites se hallan diferenciados de acuerdo con el tipo de edificio receptor afectado. Se

definen para ello tres categorías de receptores generales y una categoría de edificios especiales:

- Caso general, categoría 1: edificios donde la vibración interferiría con actividades en su interior.
- Caso general, categoría 2: residencias y edificios con dormitorios.
- Caso general, categoría 3: edificios institucionales utilizados fundamentalmente en período diurno.
- Casos especiales: salas de conciertos, estudios de televisión, auditorios, teatros.

Las tablas 2 y 3 muestran los niveles límites para, respectivamente, los tres casos generales y los casos especiales. Los niveles límites vibratorios se expresan en VdB (niveles RMS de velocidad vibratoria, expresados logarítmicamente respecto al nivel de referencia de 1 micropulgada/segundo).

Land Use Category	GBV Impact Levels (VdB re 1 micro-inch /sec)			GBN Impact Levels (dB re 20 micro Pascals)		
	Frequent Events ¹	Occasional Events ²	Infrequent Events ³	Frequent Events ¹	Occasional Events ²	Infrequent Events ³
Category 1: Buildings where vibration would interfere with interior operations.	65 VdB ⁴	65 VdB ⁴	65 VdB ⁴	N/A ⁴	N/A ⁴	N/A ⁴
Category 2: Residences and buildings where people normally sleep.	72 VdB	75 VdB	80 VdB	35 dBA	38 dBA	43 dBA
Category 3: Institutional land uses with primarily daytime use.	75 VdB	78 VdB	83 VdB	40 dBA	43 dBA	48 dBA

Notes:

1. "Frequent Events" is defined as more than 70 vibration events of the same source per day. Most rapid transit projects fall into this category.
2. "Occasional Events" is defined as between 30 and 70 vibration events of the same source per day. Most commuter trunk lines have this many operations.
3. "Infrequent Events" is defined as fewer than 30 vibration events of the same kind per day. This category includes most commuter rail branch lines.
4. This criterion limit is based on levels that are acceptable for most moderately sensitive equipment such as optical microscopes. Vibration-sensitive manufacturing or research will require detailed evaluation to define the acceptable vibration levels. Ensuring lower vibration levels in a building often requires special design of the HVAC systems and stiffened floors.
5. Vibration-sensitive equipment is generally not sensitive to ground-borne noise.

Niveles límites de inmisión vibratoria y ruido estructural definidos por la FTA para los casos de edificios encuadrables en categorías generales.

Type of Building or Room	Ground-Borne Vibration Impact Levels (VdB re 1 micro-inch/sec)		Ground-Borne Noise Impact Levels (dB re 20 micro-Pascals)	
	Frequent ¹ Events	Occasional or Infrequent ² Events	Frequent ¹ Events	Occasional or Infrequent ² Events
Concert Halls	65 VdB	65 VdB	25 dBA	25 dBA
TV Studios	65 VdB	65 VdB	25 dBA	25 dBA
Recording Studios	65 VdB	65 VdB	25 dBA	25 dBA
Auditoriums	72 VdB	80 VdB	30 dBA	38 dBA
Theaters	72 VdB	80 VdB	35 dBA	43 dBA

Notes:
1. "Frequent Events" is defined as more than 70 vibration events per day. Most rapid transit projects fall into this category.
2. "Occasional or Infrequent Events" is defined as fewer than 70 vibration events per day. This category includes most commuter rail systems.
3. If the building will rarely be occupied when the trains are operating, there is no need to consider impact. As an example, consider locating a commuter rail line next to a concert hall. If no commuter trains will operate after 7 pm, it should be rare that the trains interfere with the use of the hall.

Niveles límites de inmisión vibratoria y ruido estructural definidos por la FTA para los casos de edificios especiales necesitados de una particular protección.

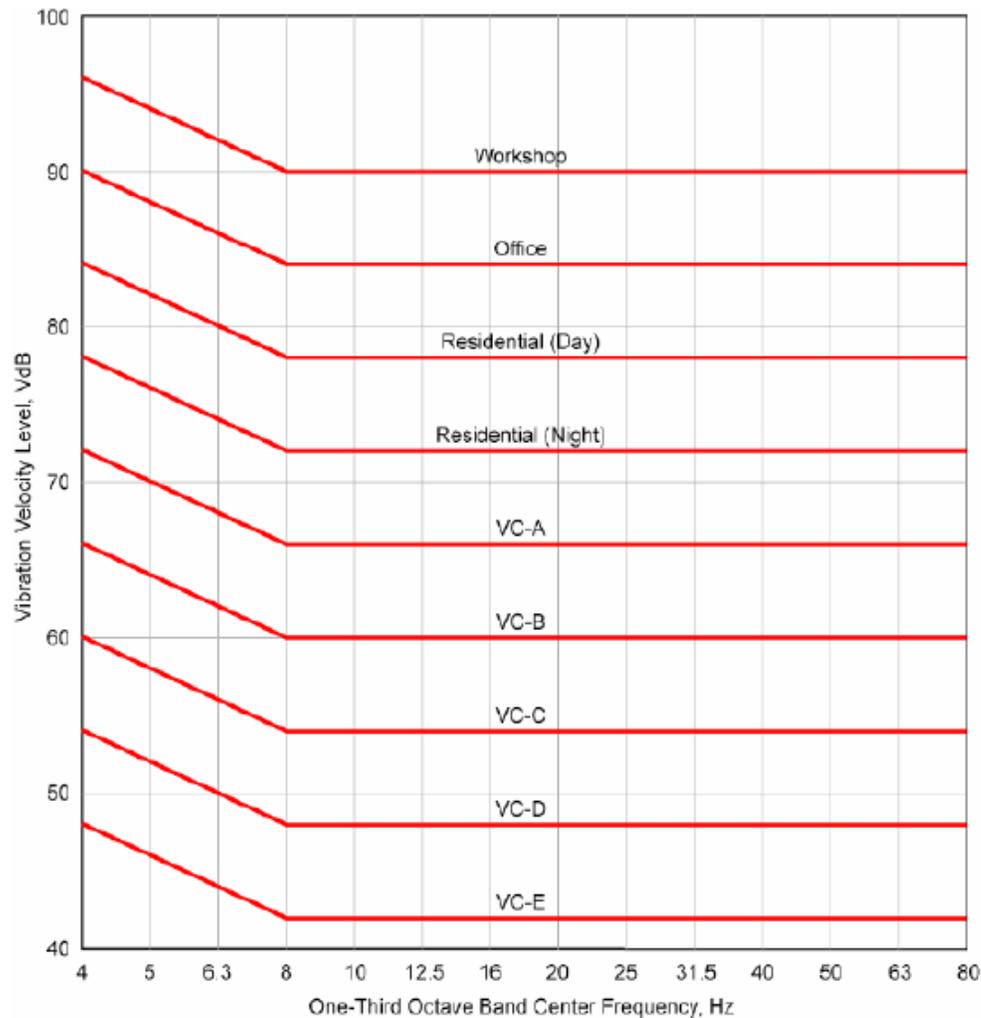
Con respecto a la frecuencia de los eventos vibratorios a considerar en las tablas anteriores, se considera que habrá un número inferior de 30 pasos de trenes por día, por lo que la columna a seleccionar para el límite vibratorio será la de eventos infrecuentes. Los niveles límites anteriores son globales y corresponden a la metodología FTA "General Vibration Assessment".

Sin embargo, habiéndose procedido a la caracterización espectral de la transmisión vibratoria del terreno de acuerdo con las indicaciones del "Detailed Vibration Analysis" de la metodología FTA, resulta adecuado complementar los límites anteriores con los niveles límites espectrales indicados por la FTA para la mencionada metodología de análisis vibratorio detallado. En la Tabla 4 y en la Figura 2 se recogen las curvas de límites vibratorios espectrales establecidos por la FTA para el método de análisis vibratorio detallado.

Curva de referencia	Max L _v (VdB) ¹	Descripción de contexto de aplicación
Talleres y uso comercial o industrial	90	Vibración claramente perceptible. Aceptable en talleres y áreas industriales o comerciales no sensibles.
Oficinas	84	Vibración perceptible. Aceptable en oficinas y áreas no sensibles.
Uso residencial (día)	78	Vibración apenas perceptible. Aceptable en residencias y laboratorios con equipos informáticos y microscopios ópticos de baja amplificación (20X).
Uso residencial (noche)	72	Vibración no perceptible, aunque capaz de generar algún nivel perceptible de ruido estructural. Aceptable para microscopios ópticos de mediana potencia (100X) y otros equipos de laboratorio de baja sensibilidad vibratoria.
VC-A	66	Aceptable en instalaciones con microscopios ópticos de potencia mediana a alta (400X), micro-balanzas, balanzas ópticas y otros equipos especializados.
VC-B	60	Aceptable en instalaciones con microscopios ópticos de alta potencia (1000X), equipos de inspección y litografía hasta anchos de 3 micras.
VC-C	54	Aceptable en instalaciones con equipos de litografía e inspección hasta detalles de 1 micra.

Curva de referencia	Max L _v (VdB) ¹	Descripción de contexto de aplicación
VC-D	48	Aceptable en la gran mayoría de casos para equipos muy sensibles a vibraciones, incluyendo microscopios electrónicos operando al límite de su capacidad.
VC-E	42	Criterio más exigente para equipos extremadamente sensibles a vibraciones.

¹Medida en tercios de octava sobre el rango de frecuencias de 8 a 80 Hz.



Límites vibratorios espectrales establecidos por la FTA para la metodología de análisis detallado de vibraciones.

Identificación de zonas relevantes para impacto vibratorio

Con el objetivo de llevar a cabo una zonificación del posible impacto vibratorio de la nueva línea ferroviaria, resulta necesario identificar los servicios afectados a lo largo del trazado. En este sentido, se usaron los datos de *ViaFerreia_Mvdeo_PdIT.kmz*, identificando en particular centros de educación, policlínicas, hospitales, centros de salud y CAIF (Centros de Atención a la Infancia y la Familia) situados a menos de 1km de ambos lados del futuro trazado. De manera adicional, se usaron las observaciones llevadas a cabo durante la campaña de medidas, en particular para la identificación de las zonas residenciales y la evaluación de la densidad de población en las zonas residenciales. Para la identificación de las edificaciones singulares con posible afección vibratoria, solo se

consideran las edificaciones singulares situadas a menos de 150m de la futura vía ferroviaria.

ZONA MONTEVIDEO: desde el barrio "Bella Vista" (cruce de la vía con la Ruta 1 / Boulevard General Artigas) hasta el barrio "La Carbonera" (cruce de la vía con la Ruta 102 / Perimetral Wilson Ferreira Aldunate), transcurriendo además por las zonas altamente pobladas de Capurro, Paso Molino, Belvedere, Sayago, Conciliación y Colón. Se identifican las siguientes edificaciones singulares con posible afección vibratoria:

- Escuela Técnica Paso Molino, en la calle Pablo Zufriategy y Agraciada, situado a 103m de la vía.
- Centro de Salud Sayago, en la calle Ariel, situado a 105m de la vía.

ESTUDIO VIBRATORIO

Tras el estudio previo descrito en el capítulo anterior, las siguientes actividades realizadas en el proyecto "*Estudio de impacto vibratorio para el Proyecto del Ferrocarril Central de Uruguay*" consisten en la realización de la campaña de medición in-situ de las propiedades de propagación vibratorio para las zonas seleccionadas, la generación de un modelo de predicción semi-empírico, la predicción de los valores vibratorios futuros en fase de explotación estimados para las zonas representativas identificadas anteriormente así como recomendaciones tras la identificación de posibles puntos conflictivos en cuanto a impacto.

Campaña de ensayos de caracterización de propagación vibratoria

Elección de los puntos de medidas

La campaña de medida se ha centrado en el tramo Montevideo – Florida. Tras la identificación in-situ de la futura vía ferroviaria, así como los datos observados en el estudio previo, se realizó una campaña de ensayos de caracterización de la propagación vibratoria a lo largo de la traza.

La validez de un punto de medición para un ensayo de caracterización de la propagación vibratoria está sujeto a varios aspectos relevantes que pueden afectar la calidad de los datos obtenidos. Se detalla a continuación los mencionados factores relevantes:

- Zona abierta sin obstáculo en el camino de propagación de las vibraciones (muros, pilotes, losas, rios, infraestructuras subterráneas, etc.).
- Zona abierta con una distancia mínima de 60m con respecto al punto de excitación (la vía ferroviaria)
- Aparente homogeneidad del terreno en cuanto a tipo de suelos.
- Distancia suficiente respeto a posibles fuentes de vibraciones exteriores (carreteras, industrias, etc.).

Rev.11/03/19

- Terreno sin recubrimiento adicional (asfalto, hormigón, etc.).
- Proximidad con la vía existente o la futura vía en caso de separación de ambas.
- Vía pública.

Al tener en cuenta todos los aspectos de la lista anterior, la elección de un punto de medida válido resulta ser un proceso laborioso en zonas urbanas densas debido a la alta densidad de obstáculos, en general la poca distancia abierta, la proximidad con calles transitadas y la escasez de zona públicas.

Teniendo en cuenta los aspectos anteriores, los puntos elegidos se detallan a continuación:

	Latitud	Longitud
Punto Montevideo 1	34°51´4.53"S	56°12´59.54"O
Punto Montevideo 2	34°48´59.43"S	56°13´10.36"O

Punto de medición 1: Montevideo Belvedere

Este punto de medida está situado en la ciudad de Montevideo, en el barrio de Belvedere, entre la calle del General Hornos y la calle del Coronel Atanasildo Suárez. Se trata del punto de medida más céntrico encontrado para la ciudad de Montevideo. La zona consta con una apertura suficiente frente a obstáculos gracias a la presencia de un parque de juego infantil colindante con la vía existente. Las siguientes imágenes muestran las vistas del punto de medida:



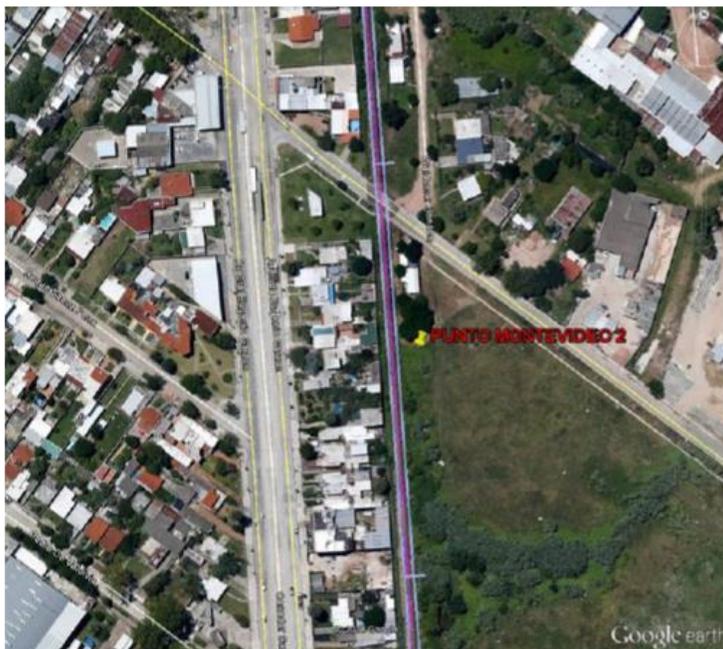
Punto de medida N° 1 en Belvedere



Punto de medición 2: Montevideo Sayago

Este punto de medida está situado en la ciudad de Montevideo, en el barrio de Sayago, en el cruce entre la vía ferroviaria existente y el Bulevar Aparicio Saravia. Se trata de un punto céntrico para la zona norte de la ciudad de Montevideo. La zona consta con una apertura suficiente frente a obstáculos gracias a la presencia

de una zona verde sin construir. Las siguientes figuras muestran las vistas Google Earth del punto de medida:

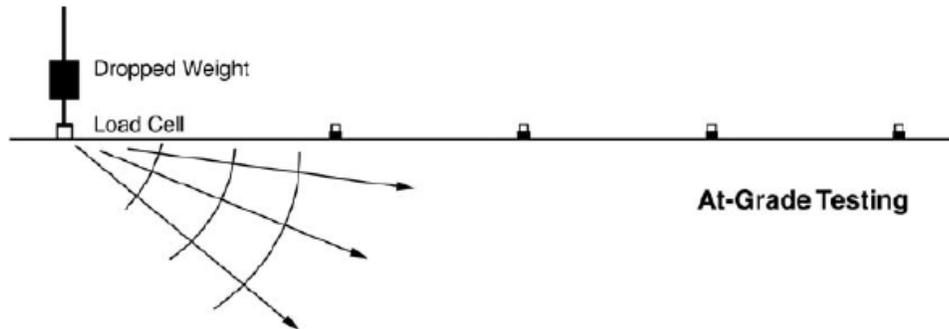


Punto de medida N° 2 en Belvedere

Metodología de medición

La metodología de medición seleccionada se corresponde con lo expuesto en el documento FTA-VA-90-1003-06 de la Federal Transit Administration de los Estados

Unidos; documento ya mencionado en la sección dedicada a la elección de niveles límites de inmisión vibratoria. La Figura 26 muestra el esquema de la metodología de caracterización de la respuesta vibratoria del terreno de acuerdo con el mencionado documento. Esta metodología se basa en el uso de una célula de carga que es sometida a sucesivos impactos, los cuales son observados por acelerómetros sísmicos de precisión situados a diferentes distancias.



Metodología de caracterización experimental de la transmisión vibratoria del terreno propuesta por la FTA en su documento FTA-VA-90-1003-06

Complementariamente, en aquellos casos en los que ha sido posible, se han registrado los valores vibratorios generados a diferentes distancias por las unidades de material móvil de pasajeros actualmente en funcionamiento en la línea. La medición de la transmisión vibratoria mediante sucesivos impactos de martillo según la metodología de la FTA fue llevada a cabo en todos los puntos de medición anteriormente expuestos. Adicionalmente, fue posible observar la

Rev.11/03/19

transmisión vibratoria generada por un tren de pasajeros en el Punto de medición 2 (Montevideo Sayago).

Método de predicción semi-empírico

Ley de transmisión de vibraciones

Como se ha mencionado anteriormente, para la caracterización del terreno en cuanto a la transmisión de vibraciones se han realizado mediciones colocando acelerómetros a diferentes distancias del punto de excitación vibratoria. De este modo, se validan las curvas teóricas de Barkan empleadas para la caracterización del terreno, representativas de las características geotécnicas del lugar.

Asumiendo el cumplimiento de la Ley de Barkan de transmisión de vibraciones en el terreno, mediante los resultados obtenidos de las mediciones realizadas se procede al ajuste empírico según la citada Ley, enunciada a continuación:

$$\frac{V_b}{V_a} = \left(\frac{r_a}{r_b} \right)^\gamma e^{\alpha(r_a - r_b)}$$

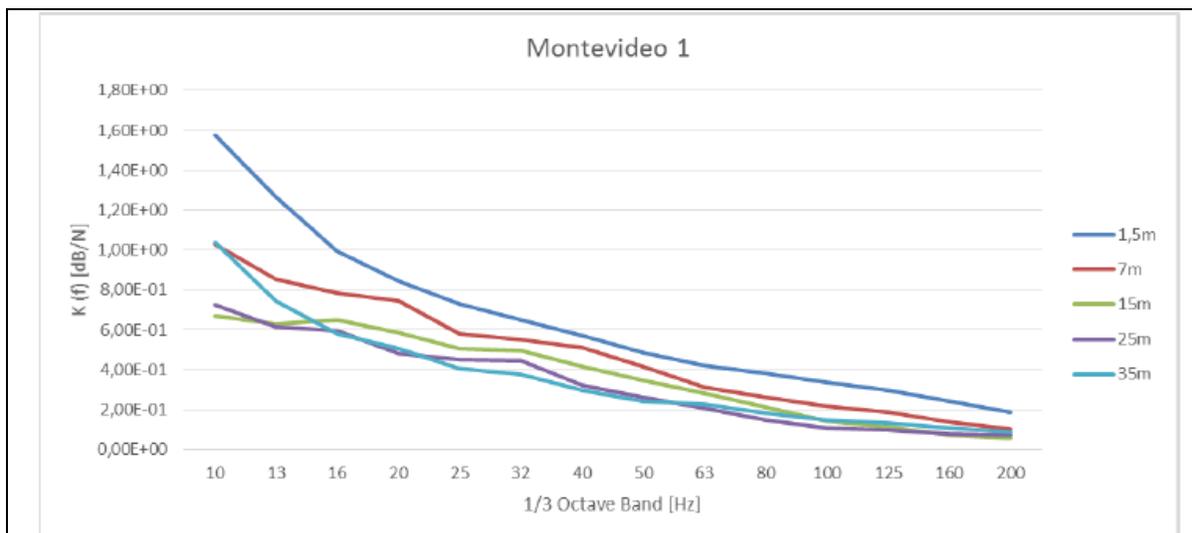
En esta ley, los parámetros γ y α son respectivamente los coeficientes de atenuación geométrica y de amortiguamiento del material, los cuales dependen de las características geológicas concretas de cada lugar. A modo de ejemplo, la Tabla siguiente muestra un conjunto de valores empíricos reportados por diferentes investigadores.

Investigator	Soil Type	Geometric Attenuation, γ
Wiss (1967)	Sands	1.0
	Clays	1.5
Brenner & Chittikuladilok	Surface sands	1.5
	Sand fill over soft clays	0.8 - 1.0
Attewell & Farmer	Various soils, generally firm	1.0
Nicholls, Johnson & Duvall	Firm soils and rock	1.4 - 1.7
Martin	Clay	1.4
	Silt	0.8
Amick & Ungar	Clay	1.5

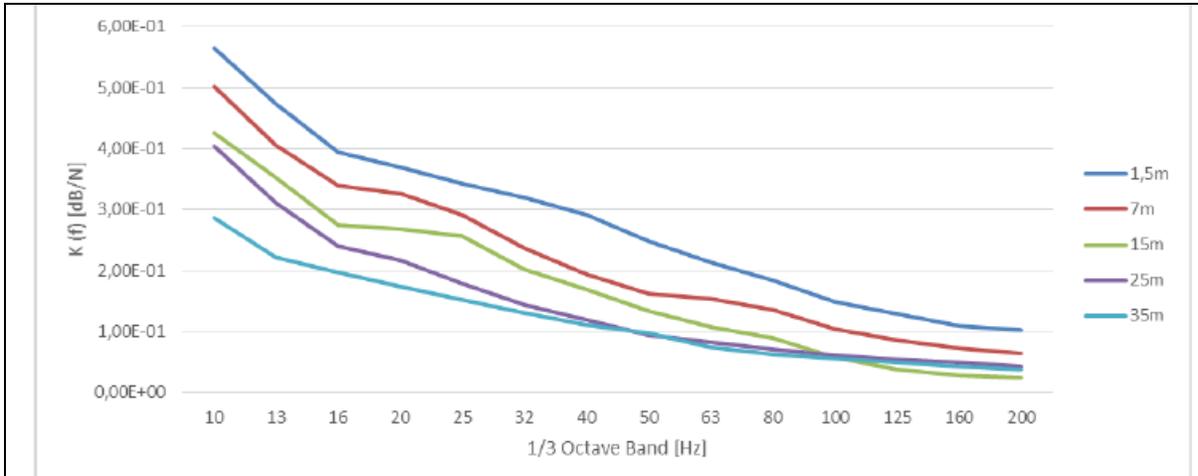
Investigator	Soil Type	α , m^{-1}
Forsblad	Silty gravelly sand	0.13
Richart	4-6 in concrete slab over compact granular fill	0.02
Woods	Silty fine sand	0.26
Barkan	Saturated fine grain sand	0.10
	Saturated fine grain sand in frozen state	0.06
	Saturated sand with laminae of peat and organic silt	0.04
	Clayey sand, clay with some sand, and silt above water level	0.04
	Marly chalk	0.1
	Loess and loessial soil	0.1
	Saturated clay with sand and silt	0.0-0.12
Dalmatov, et al.	Sand and silts	0.026-0.36
Clough and Chameau	Sand fill over Bay Mud	0.05-0.2
	Dune sand	0.026-0.065
Peng	Soft Bangkok clay	0.026-0.44

Diferentes coeficientes experimentales de transmisión vibratoria reportados

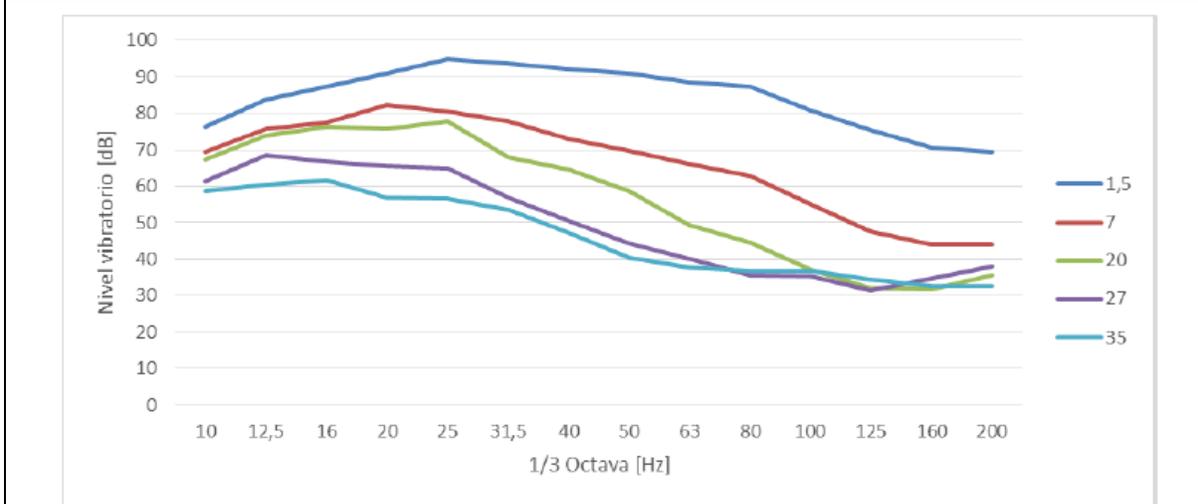
Resultados de los estudios en sitio



Función de respuesta en frecuencia (FRF) del terreno, de acuerdo con las mediciones de transmisión vibratoria efectuadas en Montevideo 1, metodología FTA y valores en tercios de octava (10 Hz – 200 Hz)



Función de respuesta en frecuencia (FRF) del terreno, de acuerdo con las mediciones de transmisión vibratoria efectuadas en Montevideo 2, metodología FTA y valores en tercios de octava (10 Hz – 200 Hz)



Niveles vibratorios observados al paso de un tren de pasajeros en el punto de medición de Montevideo (valores reportados a diferentes distancias del eje de la vía).

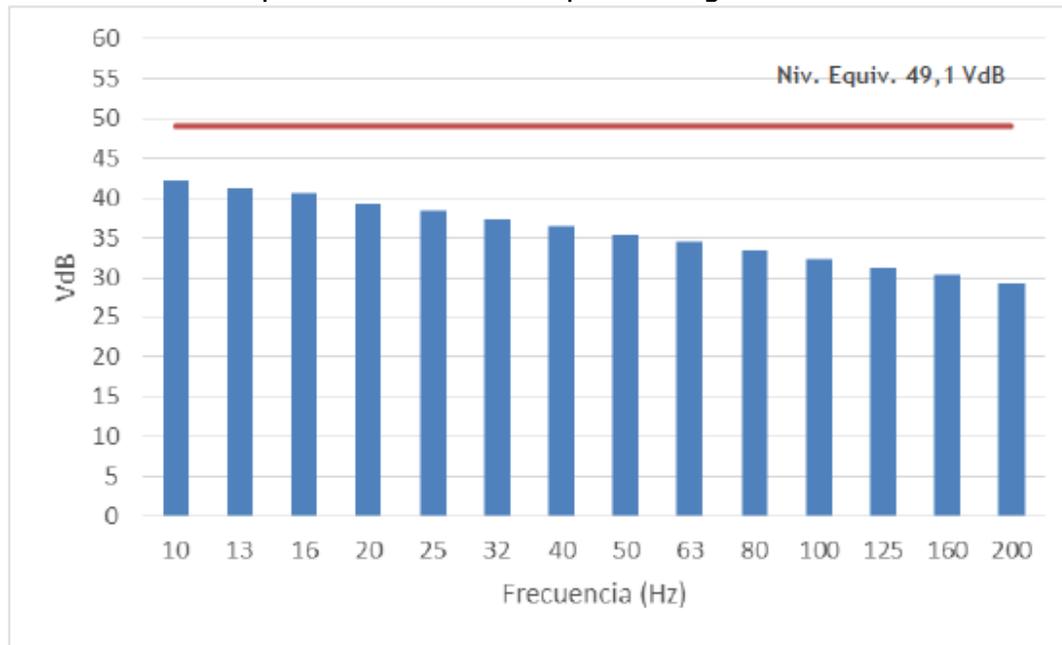
Resultados de la predicción vibratoria (fase de operación comercial)

La siguiente tabla muestra la predicción vibratoria para los edificios-receptores singulares identificados, en la hipótesis de vía con supraestructura estándar. Sobre estos valores, la implantación de superestructuras de vía con amortiguación mediana y alta (según la tipología expuesta más adelante) significará la obtención de mejoras adicionales con respecto a los niveles de inmisión vibratoria esperables durante la fase de operación comercial de la línea. La predicción considera unos niveles mínimos de vibraciones de fondo que se considera estarán de todos modos

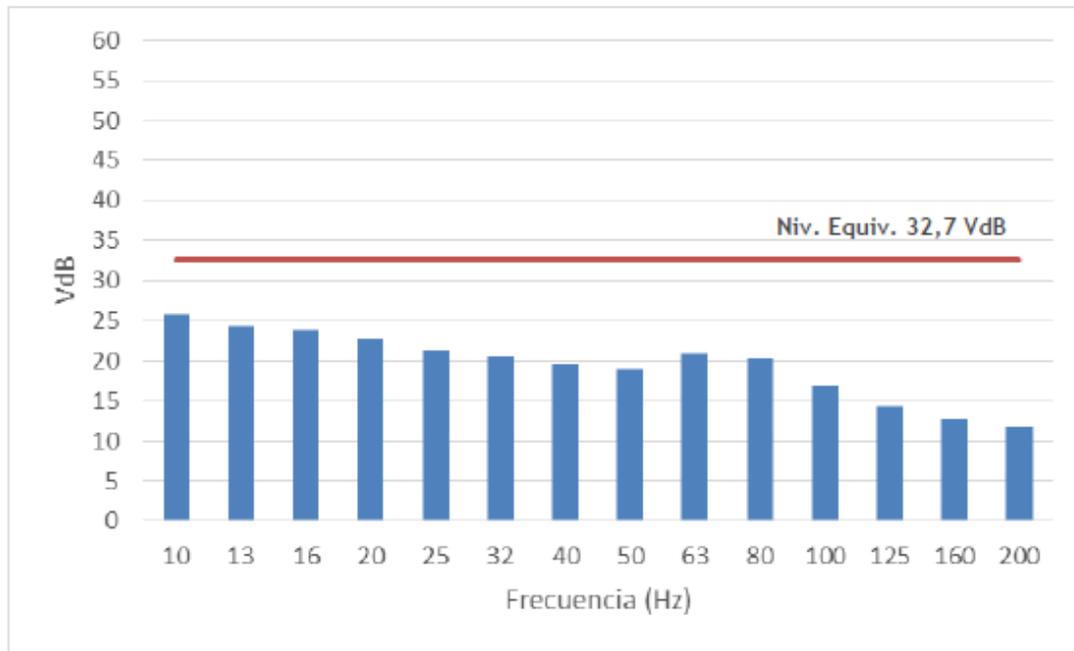
presentes con independencia de la lejanía del receptor con respecto a la traza. Los niveles mínimos de vibración escogidos para cada receptor son los observados para cada zona ensayada antes del inicio de los eventos usados para caracterizar la transmisión vibratoria del terreno (impactos de martillo y paso de trenes, en los casos identificados).

ID	Nombre	Zona	Uso	Distancia	Predicción vibratoria	Vibración límite
R01	Escuela Técnica Paso Molino	Montevideo	Educativo	103 m	49 VdB	83 VdB
R02	Centro de Salud Sayago	Montevideo	Sanitario	105 m	49 VdB	65 VdB

Predicción vibratoria para los edificios-receptores singulares identificados



Niveles espectrales de vibraciones residuales de fondo observados en el punto de medición 1 (Belvedere)



Niveles espectrales de vibraciones residuales de fondo observados en el punto de medición 1 (Sayago)

Puede observarse en la anterior que para los receptores singulares identificados la superestructura de vía estándar sería ya suficiente para asegurar unos niveles de inmisión vibratoria dentro de lo aceptable, de acuerdo con los límites establecidos. Esto se confirma en los gráficos mostrados, los cuales muestran las diferentes predicciones vibratorias espectrales comparadas con las curvas límites especificadas por la FTA.

Sin embargo, debe puntualizarse que multitud de edificios residenciales no identificados como edificios singulares se encuentran a escasa distancia de la traza. Con la finalidad de reducir las potenciales molestias (sobre todo en período nocturno), se ha previsto la colocación de elementos anti-vibratorios en la superestructura de vía tales que mitiguen la percepción vibratoria por parte de los habitantes en las inmediaciones, con independencia de que los niveles pudieran ser de todos modos aceptables en ausencia de dichos elementos. Estas contramedidas, adicionalmente, permitirán mitigar sensiblemente la potencial aparición de ruido de tipo estructural, re-radiado por las paredes del edificio al ser éstas excitadas por las vibraciones inducidas por el paso de un tren.

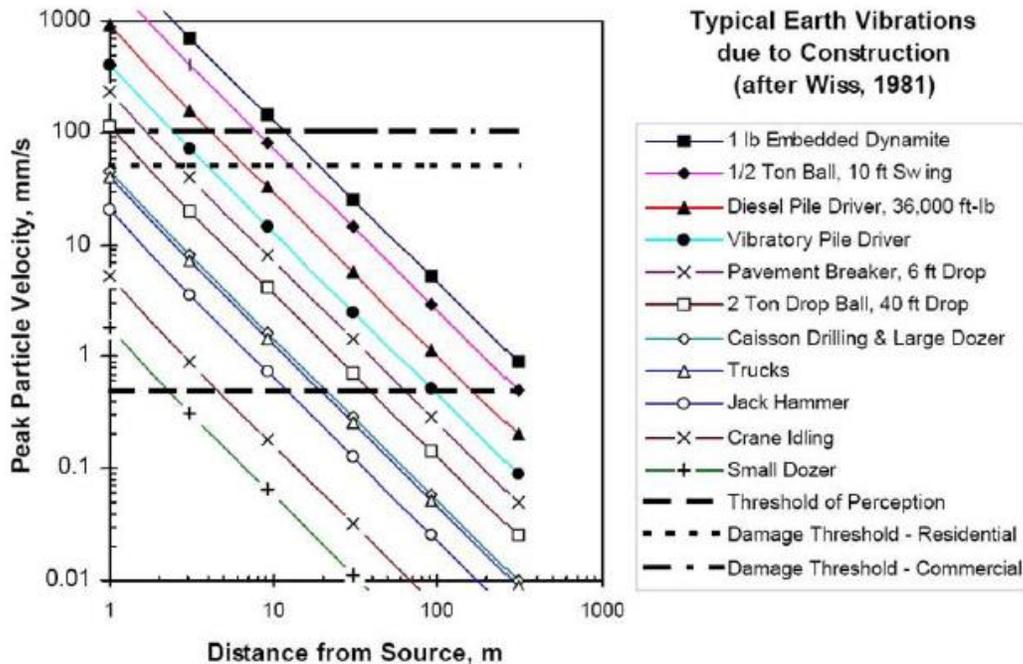
Diseño de medidas anti-vibración

Fase de construcción

A fin de aminorar el impacto vibratorio en fase de obra, las obras susceptibles de generar vibraciones se realizarán preferentemente en horario diurno, a no ser que este hecho implique consecuencias indeseables tales como la interrupción del servicio, o no sea técnicamente posible realizarlas en horario diurno por cualquier motivo. En este caso, se procederá a solicitar el permiso correspondiente a las administraciones locales afectadas.

El proyecto de construcción deberá definir los recorridos de la maquinaria y de los vehículos pesados, así como los emplazamientos de las instalaciones de obra y demás estructuras temporales, de modo que el impacto vibratorio sobre la población sea mínimo.

A título indicativo, la Figura a continuación muestra un conjunto de valores típicos de vibraciones generadas por diferentes actividades relacionadas con la construcción, junto con una estimación simplificada de su impacto vibratorio a diferentes distancias de la fuente de excitación vibratoria.



Valores típicos de vibraciones generados por actividades relacionados con la Construcción

Los elementos que puedan generar niveles vibratorios relativamente elevados durante la fase de construcción serán identificados por el constructor mediante una lista que incluya sus características fundamentales (tipología, modelo,

fabricante, etc.). Los niveles de vibración que dichos equipos ocasionen serán monitorizados en fase de obra, para diferentes condiciones de funcionamiento posibles. El horario de actividades de los diferentes elementos generadores de vibraciones deberá ajustarse de manera que la molestia inducida por su actividad en las viviendas situadas en las inmediaciones sea la mínima razonablemente posible.

Para evaluar el potencial de daño que la vibración del suelo inducida por un determinado equipo de construcción puede ocasionar, puede realizarse una comparación con los criterios mostrados en la Tabla siguiente.

Structure and Condition	Maximum PPV (in/sec)	
	Transient Sources	Continuous/Frequent Intermittent Sources
Extremely fragile historic buildings, ruins, ancient monuments	0.12	0.08
Fragile buildings	0.2	0.1
Historic and some old buildings	0.5	0.25
Older residential structures	0.5	0.3
New residential structures	1.0	0.5
Modern industrial/commercial buildings	2.0	0.5

Note: Transient sources create a single isolated vibration event, such as blasting or drop balls. Continuous/frequent intermittent sources include impact pile drivers, pogo-stick compactors, crack-and-seat equipment, vibratory pile drivers, and vibratory compaction equipment.

Criterios de potencialidad de daños a estructuras a causa de vibraciones

Human Response	Maximum PPV (in/sec)	
	Transient Sources	Continuous/Frequent Intermittent Sources
Barely perceptible	0.04	0.01
Distinctly perceptible	0.25	0.04
Strongly perceptible	0.9	0.10
Severe	2.0	0.4

Note: Transient sources create a single isolated vibration event, such as blasting or drop balls. Continuous/frequent intermittent sources include impact pile drivers, pogo-stick compactors, crack-and-seat equipment, vibratory pile drivers, and vibratory compaction equipment.

Indicación de la respuesta humana típica ante diferentes niveles de vibración

Fase de operación comercial

Tipologías de contramedidas previstas

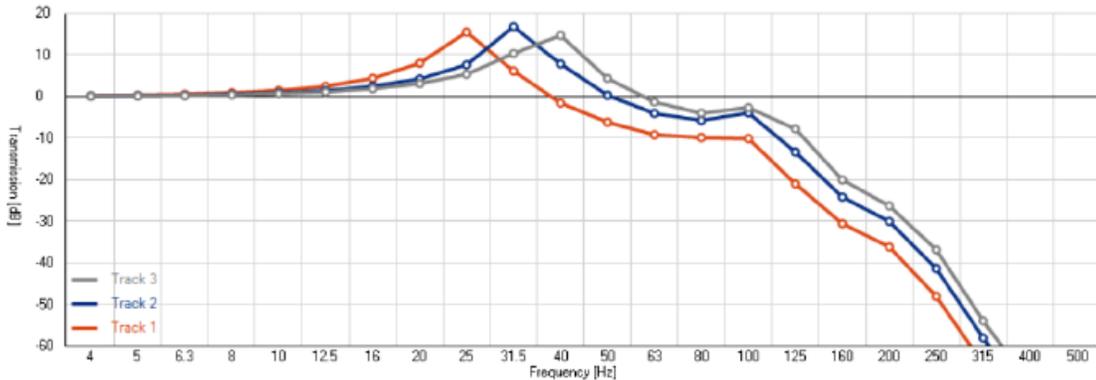
Teniendo en cuenta de que en todos los casos se va a proceder a renovar por completo la superestructura, las actuaciones de mitigación anti-vibratoria se concentrarán en ella. Otras posibilidades de atenuación vibratoria no centradas en la superestructura de vía, tales como las trincheras anti-vibración, se desestiman debido a su inferior efectividad comparada con el coste.

Se distinguirá entre cuatro diferentes tipologías de superestructura, en función de las necesidades de amortiguación vibratoria:

Superestructura de vía estándar, para los casos en que no se hallan receptores en las inmediaciones.

- Superestructura de vía con amortiguación vibratoria media.
- Superestructura de vía con amortiguación vibratoria elevada.
- Superestructura de vía con amortiguación vibratoria muy elevada, a aplicar en aquellos casos críticos en los que por características de uso y/o gran cercanía a la vía resulte necesario.

Las siguientes secciones proporcionan ulteriores detalles con respecto a cada una de las tipologías enumeradas. La figura siguiente muestra una comparativa de respuesta frecuencial para las tres diferentes fijaciones de vía propuestas. Puede verse en dicha figura que, a mayor elasticidad de la fijación, menor es la frecuencia de resonancia del sistema elástico y mayor es el rango de frecuencias para el que se obtiene atenuación vibratoria.



Frequency [Hz]	4	5	6.3	8	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500
Track 1 [dB]	0.2	0.4	0.8	0.9	1.5	2.5	4.4	8.1	15.5	6.2	-1.5	-6.1	-9.2	-9.8	-10.1	-21.0	-30.5	-36.1	-48.0	-64.3	-79.3	-92.2
Track 2 [dB]	0.1	0.2	0.4	0.6	0.9	1.5	2.5	4.2	7.7	16.8	7.9	0.4	-4.0	-5.7	-3.9	-13.3	-24.1	-30.0	-41.3	-58.0	-73.2	-86.2
Track 3 [dB]	0.1	0.2	0.3	0.4	0.7	1.1	1.9	3.1	5.4	10.4	14.7	4.4	-1.3	-4.0	-2.6	-7.7	-20.0	-26.3	-36.8	-53.9	-69.2	-82.4

Comparativa de respuesta frecuencial para las tres diferentes fijaciones de vía propuestas (gris: amortiguación vibración estándar, azul: amortiguación vibratoria media, naranja: amortiguación vibratoria elevada)

La predicción de niveles vibratorios con otro tipo de superestructura diferente del estándar se obtiene aplicando la correspondiente diferencia con respecto a las curvas mostradas en la Figura siguiente (por ejemplo: aplicando para cada banda de frecuencia la diferencia entre la curva color naranja y la curva color gris, se obtiene la predicción correspondiente a superestructura de amortiguación alta a

partir de la predicción correspondiente a superestructura de amortiguación estándar.

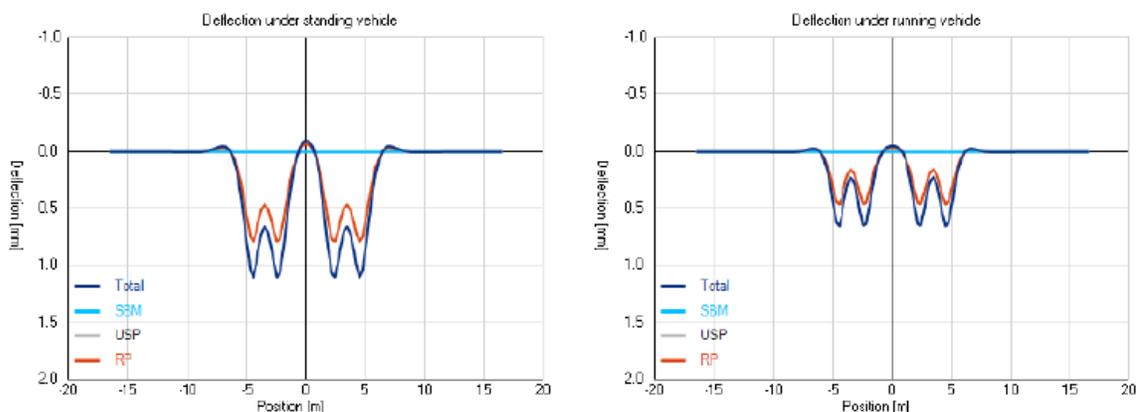
Superestructura de vía estándar

Para la superestructura de vía estándar, a aplicar en los casos en que no se requiera particular mitigación de impacto vibratorio, se contempla el uso de una fijación de vía robusta y de comparativamente bajo coste, con una elasticidad de aproximadamente 80 kN/mm.

Superestructura de vía con amortiguación vibratoria media

En aquellos casos en los que se requiera una amortiguación vibratoria moderada, se procederá a utilizar una fijación con un mayor grado de elasticidad que el estándar. Teniendo en cuenta el peso por eje de las unidades, su velocidad y la separación entre durmientes se considera que una fijación con una elasticidad de alrededor de 52 kN/mm, puede ser adecuada. En la siguiente figura se incluye un extracto del cálculo de esta variante y la gráfica de deflexión estática y dinámica de raíl.

Design track deflections

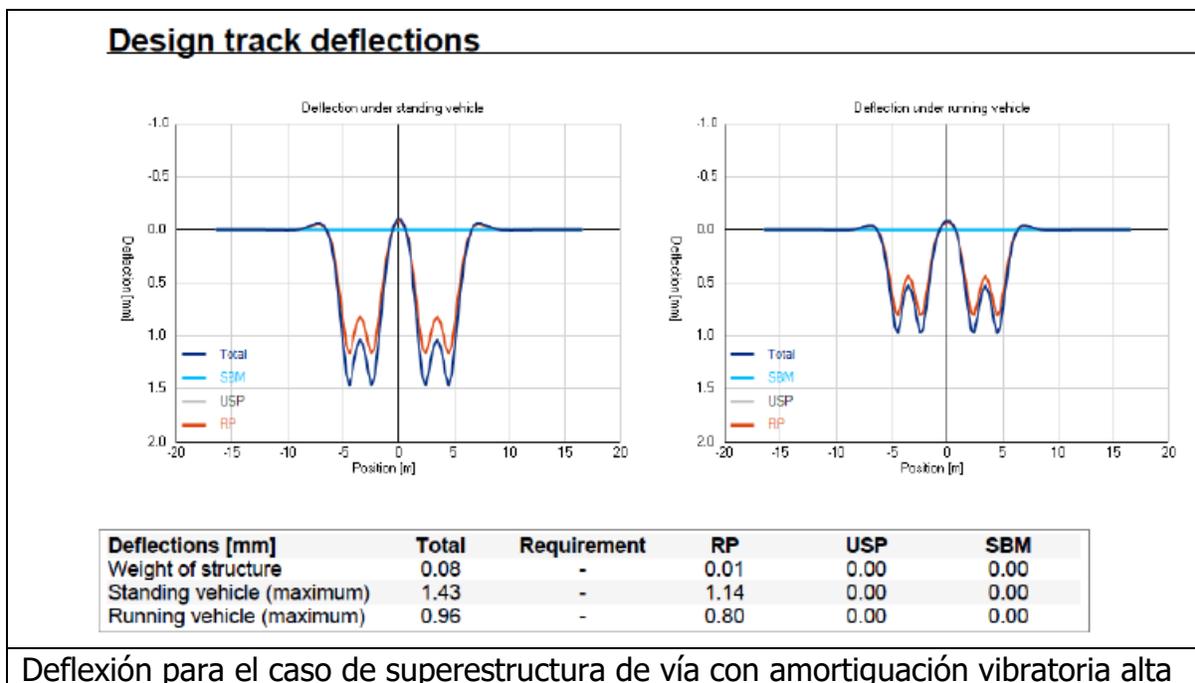


Deflections [mm]	Total	Requirement	RP	USP	SBM
Weight of structure	0.08	-	0.00	0.00	0.00
Standing vehicle (maximum)	1.09	-	0.77	0.00	0.00
Running vehicle (maximum)	0.64	-	0.46	0.00	0.00

Deflexión para el caso de superestructura de vía con amortiguación vibratoria media

Superestructura de vía con amortiguación vibratoria alta

Para los casos en los que se requiera una amortiguación vibratoria elevada, superior a la anterior, se procederá a utilizar una fijación con la máxima elasticidad posible que sea compatible con una deflexión de carril razonablemente moderada (del orden de unos 1.5mm). Teniendo en cuenta el peso por eje de las unidades, su velocidad y la separación entre traviesas, se considera que una fijación con una elasticidad de 32 kN/mm puede ser adecuada. En la Figura a continuación se gráfica de deflexión estática y dinámica de raíl.



Deflexión para el caso de superestructura de vía con amortiguación vibratoria alta

Superestructura de vía con amortiguación vibratoria muy elevada

En los casos en los que se requiere una muy elevada amortiguación vibratoria, no basta con actuar sobre la superestructura. Se propone para este caso una solución de superestructura basada en manta elastomérica anti-vibratoria dispuesta bajo balasto. Esta solución permite poner en juego la propia masa del balasto en el sistema masamuelle que proporciona la amortiguación vibratoria deseada. Teniendo en cuenta las cargas por eje previstas, el modelo concreto de manta elastomérica que se propone es de un espesor de 35 mm y capacidad de hasta 24,5 Tm por eje (ver Tabla abajo).

Línea principal				
ÁMBITO DE APLICACIÓN	C_{stat}	NOMBRE DEL PRODUCTO	GROSOR mm	PESO kg/m ²
≤ 250 kN Carga de eje	$C_{stat} = 0,03 \text{ N/mm}^3$ $v \leq 120 \text{ km/h}$	Sylomer [®] D 319	20	6,3
		Sylodyn [®] DN 319	18	4,8
		Sylodyn [®] DN 325	25	7,4
		Sylodyn [®] DN 335	35	11,2
	$C_{stat} = 0,06 \text{ N/mm}^3$ $v \leq 200 \text{ km/h}$	Sylomer [®] D 619	18	6,1
		Sylodyn [®] DN 619	20	6,5
	$C_{stat} = 0,10 \text{ N/mm}^3$ $v \geq 200 \text{ km/h}$	Sylomer [®] D 1019	18	6,9
		Sylodyn [®] DN 1019	18	6,7
	$C_{stat} = 0,15 \text{ N/mm}^3$ $v \geq 200 \text{ km/h}$	Sylomer [®] D 1519	18	8,4
Manta lateral para líneas	$C_{stat} = 0,03 \text{ N/mm}^3$	Sylomer [®] SM 319	19	5,0

Selección de la variante de manta elastomérica entre las diferentes opciones de uno de los fabricantes, Getzner.

Tramificación de contramedidas

La Tabla a continuación recoge la tramificación prevista de contramedidas a lo largo de la línea, segmentadas en tramos entre estaciones. Para el caso concreto de los tramos donde se ha previsto superestructura con atenuación media, es oportuno mencionar que en determinados casos esta elección se ha hecho fundamentalmente para proporcionar una transición más suave entre un tramo con sujeciones blandas (atenuación alta) y comparativamente rígidas (atenuación normal/superestructura estándar). La Tabla incluye asimismo una columna con la distancia mínima a la que aparece un edificio en un determinado tramo, junto con una columna indicando el nivel vibratorio esperado en dicho edificio con la solución de vía prevista en cada caso. El proyecto de detalle debe discriminar el uso concreto de cada uno de los edificios cercanos (en el orden de 7-8 metros) para los que, pese al uso de superestructura de atenuación alta, se prevean niveles de vibración superiores a 80 VdB. En caso de tratarse de edificios de uso residencial deben examinarse las circunstancias concretas del caso por separado.

PK inicial	PK final	Dist. mínima (m)	Nivel atenuado [VdB]	Atenuación
Montevideo				
Lorenzo Carnelli				
0+000	2+500	7	85	Supraestructura atenuación ALTA
2+500	2+600	90	50	Supraestructura atenuación MEDIA
Lorenzo Carnelli				
Brig. Artigas				
2+600	2+880	75	50	Supraestructura atenuación MEDIA
2+880	3+150	20	72	Supraestructura atenuación ALTA
3+150	3+200	25	68	Supraestructura atenuación MEDIA
Brig. Artigas				
Yatay				
3+200	4+400	7	85	Supraestructura atenuación ALTA
Yatay				
Agraciada				
4+400	4+460	7	85	Supraestructura atenuación ALTA
4+460	4+540	50	52	Supraestructura atenuación MEDIA
4+540	4+900	7	85	Supraestructura atenuación ALTA
Agraciada				
Sayago				
4+900	5+920	7	85	Supraestructura atenuación ALTA
5+920	6+120	35	61	Supraestructura atenuación MEDIA
6+120	7+000	7	85	Supraestructura atenuación ALTA
7+000	7+450	35	61	Supraestructura atenuación MEDIA
7+450	8+000	7	85	Supraestructura atenuación ALTA
Sayago				
Edison				
8+000	8+380	12	79	Supraestructura atenuación ALTA
8+380	8+480	35	54	Supraestructura atenuación MEDIA
8+480	9+300	15	74	Supraestructura atenuación ALTA
Edison				
Colón				
9+300	10+900	7	86	Supraestructura atenuación ALTA
Colón				
Multimodal Colón				
10+900	11+600	8	84	Supraestructura atenuación ALTA
Multimodal Colón				
Cuchilla Pereira				
11+600	12+600	12	79	Supraestructura atenuación ALTA
12+600	12+950	30	56	Supraestructura atenuación MEDIA
12+950	13+200	9	83	Supraestructura atenuación ALTA
13+200	13+300	25	60	Supraestructura atenuación MEDIA
13+300	14+000	20	67	Supraestructura atenuación ALTA
14+000	14+200	50	40	Supraestructura atenuación MEDIA
Cuchilla Pereira				
La Paz				
14+200	15+600	15	74	Supraestructura atenuación ALTA

Complementariamente para cada uno de los tramos indicados en la Tabla anterior, se detalla a continuación la distancia mínima y los valores vibratorios esperables a un conjunto tipificado de distancias.

PK inicial	PK final	D mínima (m)	Nivel 10m [dB]	Nivel 20m [dB]	Nivel 40m [dB]
Montevideo					
Lorenzo Carnelli					
0+000	2+500	7	85	72	55
2+500	2+600	90	85	74	57
Lorenzo Carnelli					
Brig. Artigas					
2+600	2+880	75	85	74	57
2+880	3+150	20	85	72	55
3+150	3+200	25	85	74	57
Brig. Artigas					
Yatay					
3+200	4+400	7	85	72	55
Yatay					
Agraciada					
4+400	4+460	7	85	72	55
4+460	4+540	50	85	74	57
4+540	4+900	7	85	72	55
Agraciada					
Sayago					
4+900	5+920	7	85	72	55
5+920	6+120	35	85	74	57
6+120	7+000	7	85	72	55
7+000	7+450	35	85	74	57
7+450	8+000	7	85	72	55
Sayago					
Edison					
8+000	8+380	12	81	67	48
8+380	8+480	35	81	67	47
8+480	9+300	15	81	67	48
Edison					
Colón					
9+300	10+900	7	81	67	48
Colón					
Multimodal Colón					
10+900	11+600	8	81	67	48
Multimodal Colón					
Cuchilla Pereira					
11+600	12+600	12	81	67	48
12+600	12+950	30	81	67	47
12+950	13+200	9	81	67	48
13+200	13+300	25	81	67	47
13+300	14+000	20	81	67	48
14+000	14+200	50	81	67	47
Cuchilla Pereira					
La Paz					
14+200	15+600	15	81	67	48

Resumen de cantidades

Las cantidades de fijaciones que se estiman son las siguientes, para la rama principal de la línea (los ramales secundarios pueden suponerse equipados con fijaciones estándar):

- Fijaciones estándar de rigidez 80 kN/mm: 4.410 metros
- Fijaciones de atenuación vibratoria media de 52 kN/mm: 1.910 metros
- Fijaciones de atenuación vibratoria alta de 33 kN/mm: 10.890 metros

Con respecto a la manta anti-vibratoria bajo balasto, se considera su uso en el tramo PK 14+820 a PK 14+920 (protección de la Iglesia Santo Domingo Savio).

En todos los casos deberán las medidas y metrajés deben ser confirmados en la fase de proyecto ejecutivo, ajustándose el detalle del inicio y fin concretos de esta actuación.



Fijación de vía de amortiguación Estándar



Fijación de vía de amortiguación Media



Fijación de vía de amortiguación Elevada



Amortiguación Muy Elevada (Manta anti-vibratoria)

Conclusiones

El estudio realizado permite concluir que es posible ejecutar la renovación de la línea manteniendo unos estándares de emisión vibratoria razonablemente moderados y en todo caso ajustados a lo requerido por relevantes autoridades de transporte a nivel internacional (caso de la *Federal Transit Administration* de los Estados Unidos, cuyos niveles límites y metodología de análisis han sido los adoptados en el presente informe).

Se han identificado tres tipologías de fijación de vía con diferentes niveles de rigidez, a fin de proporcionar en cada caso una atenuación vibratoria adecuada. La tramificación con los puntos kilométricos donde procede aplicar cada una de las diferentes tipologías se indica de manera detallada en una sección específica del presente informe. En un caso concreto (Iglesia Santo Domingo Savio) se recomienda la disposición adicional de manta vibratoria bajo balasto, atendiendo a

la gran proximidad a la línea de los receptores y a las características de su uso; ello con independencia de que los niveles límites de inmisión vibratoria no se sobrepasarían de todos modos en ausencia de dichas contramedidas.

3.11.5 Estudio de presión sonora

El siguiente análisis corresponde al Estudio del Impacto Acústico Ambiental derivado de la operación, es decir, el tránsito de trenes asociados al Proyecto Ferroviario Montevideo – Paso de los Toros.

El trabajo se divide en tres grandes secciones o partes:

- en la primera se presenta la línea de base, mediante mediciones de niveles de ruido realizada en puntos receptores previamente definidos,
- luego se realiza la simulación informática del impacto acústico de la futura infraestructura, mediante el software de modelado acústico CadnaA
- y finalmente se realiza el análisis del ruido futuro para la identificación de zonas sensibles al ruido emitido por la circulación de los trenes, analizando y recomendando las medidas de mitigación correspondientes.

La realización de la línea de base consistió en una serie de mediciones de los niveles de ruido en distintos puntos en torno al trazado de las vías en su trayecto, durante el período diurno (7 am a 10 pm) y nocturno (10 pm a 7 am), en días hábiles. Como indicador principal fue utilizado el nivel sonoro continuo equivalente, en dBA (LAeq), con un tiempo de integración variable entre 30 y 60 minutos, dependiendo si el punto de evaluación estaba situado en zona urbana o rural. Asimismo, se midieron los niveles sonoros máximos y mínimos, los niveles percentiles 10, 50 y 90 y los valores del Leq por bandas de octava.

Para el modelo acústico se utilizó el software CadnaA (versión 2018), aplicándose la norma de los Países Bajos SMRII, para el cálculo del nivel de ruido producido por las nuevas formaciones de trenes. Dicho software permite la elaboración de un "modelo acústico" en 3D, que incluye además todos los elementos que influyen en la propagación sonora en el exterior, como ser, topografía del terreno, volúmenes de las edificaciones, coeficientes de absorción de los materiales y de los elementos naturales circundantes, entre otros. Debido a la ausencia de normas de cálculo propias del país, se aplicó la norma utilizada por defecto en la Comunidad Europea.

Para la realización del modelo acústico, se trazaron curvas isófonas empleando una malla de 20 x 20 metros, a 1,50 metros de altura sobre el nivel del terreno. A partir del ruido que surge del modelo acústico, el cual representa el ruido aportado por la circulación de los trenes, se obtiene, para un punto específico, el ruido futuro como la suma energética del ruido base más el ruido del modelo acústico.

Rev.11/03/19

Para realizar la suma de niveles de presión sonora se utiliza la siguiente expresión:

$$L_{fut} = 10 \cdot \log_{10}(10^{L_{rb}/10} + 10^{L_{ma}/10})$$

Siendo:

L_{rb} Nivel de presión sonora de base en dB(A)

L_{ma} Nivel de presión sonora del modelo acústico que representa el aporte de la circulación de los trenes dBA(A)

L_{fut} Nivel de presión sonora esperable para la situación futura en dB(A)

A partir de este análisis se obtienen las denominadas Zonas de No Cumplimiento (ZNC), las cuales se analizan caso a caso y cuando corresponde, se modela nuevamente el tramo en cuestión con barrera acústica para mitigar el impacto acústico. Para la modelación de los tramos con barrera acústica, se ha adoptado una malla de cálculo de 10x10 m y 1,50 m de altura sobre nivel del terreno. Para los cálculos de atenuación por pantallas, el modelo utiliza la Norma ISO 9613, con un aislamiento (*R_w*) de al menos 30 dB y un coeficiente de absorción (*NRC*), sobre el lado de la vía, de 0,8.

Normativa de referencia

- ISO 1996: Acoustics -- Description, measurement and assessment of environmental noise - Part 1: Basic quantities and assessment procedures.
- Protocolo de medición de niveles de presión sonora en inmisión. Documento elaborado en el marco del Convenio entre MVOTMA y UdelaR en junio de 2013.
- Guía sobre contaminación sonora. DINAMA, Diciembre de 2014.
- ISO 9613-1/2: Attenuation of sound during propagation outdoors, Part 1: Calculation of sound by the atmosphere. Part 2: General method of calculation.
- Modelo de cálculo holandés RMR/SRM II, Standaard Rekenmethode 2 uit Reken en Meetvoorschriften Railverkeerslawaaai '96.

Puntos de medición

Para caracterizar la línea de base de ruido para el proyecto, se ha definido un total de 40 puntos, entre Montevideo y Paso de los Toros, para realizar las mediciones de ruido en lugares previamente definidos, cercanos a la vía férrea (existente y futura).

Para definir la ubicación de los distintos puntos de medición, se adoptaron los siguientes criterios generales:

- Sectorizar la traza de la vía en ambientes sonoros de similares características

- Seleccionar al menos un punto de características rurales entre los siguientes tramos:
 - Progreso – 25 de Agosto
 - 25 de Agosto – Florida
 - Florida – Durazno
 - Durazno – hasta bifurcación a la futura Planta
- Distancia máxima desde la vía al punto de medición de 100 m para zonas urbanas y 150 m para zonas rurales
- Dentro de las zonas urbanas se caracterizarán en:
 - Ambientes “ruidosos” – intersecciones con calles principales, cruces a nivel con barrera, estaciones y paradas ferroviarias, entre otras
 - Ambientes “calmos” – intersecciones con calles secundarias de bajo tránsito, zonas alejadas de intersecciones, entre otras.
- En al menos una medición diurna, coincidir con el pasaje de tren
- Mediciones diurnas y nocturnas

En las siguientes Tablas se presentan los criterios específicos urbanos y rurales respectivamente.

CATEGORÍA	CRITERIO	Nº DE PUNTOS
U1	Localidades pequeñas (menor a 1.000 habitantes)	2
U2	Localidades medianas (poblaciones entre 1.000 y 5.000 habitantes)	3
U3	Sarandí Grande, Florida, Durazno, Canelones. Viviendas localizadas a menos de 50 m de la vía	8 (2 por ciudad)
U4	Tramo Montevideo - Progreso	

CATEGORÍA	CRITERIO	Nº DE PUNTOS
U4A	Zona con trinchera	2
U4B	Zona con pasaje elevado del tránsito vehicular	2
U4C	Viviendas a una distancia menor a 25 m de la vía	12
U4D	Viviendas frentistas a la vía a una distancia entre 25 a 50 m	2
U4E	Viviendas frentistas a la vía a una distancia entre 50 a 100 m	1

Criterios específicos para la selección de puntos de medición en ambientes urbanos

CATEGORÍA	CRITERIO	CANTIDAD DE PUNTOS
R1	Viviendas aisladas a menos de 100 m de la vía	4
R2	Viviendas aisladas entre 100 y 150 m de la vía	1
R3	Viviendas a menos de 100 m de la vía con cortina vegetal densa (forestación)	1
R4	Tambo a menos de 100 m de la vía	1
R5	Escuela rural a menos de 100 m de la vía	1

Criterios específicos para la selección de puntos de medición en ambiente rural

Se listan a continuación los 13 puntos de medición seleccionados en Montevideo con los criterios antes mencionados.

Estudio de Impacto Territorial del FFCC - Montevideo

Rev.11/03/19

PUNTO	TRAMO	CIUDAD / LOCALIDAD	DIRECCIÓN / OBSERVACIÓN	COORDENADAS		CATEGORÍA
				Latitud	Longitud	
01	1	Montevideo	<i>San Fructuoso y Mendoza</i>	34°52'53.19"S	56°11'55.42"O	U4C
02		Montevideo	<i>Pasaje de vía por debajo de Ruta 1</i>	34°52'24.06"S	56°12'24.75"O	U4B
03		Montevideo	<i>Uruguayana y Francisco Gomez (comienzo de trinchera)</i>	34°52'4.85"S	6°12'39.95"O	U4A
04		Montevideo	<i>Av. Agraciada y Vía</i>	34°51'36.00"S	56°12'56.19"O	U4B

PUNTO	TRAMO	CIUDAD / LOCALIDAD	DIRECCIÓN / OBSERVACIÓN	COORDENADAS		CATEGORÍA
				Latitud	Longitud	
05		Montevideo	<i>Esmeralda 4076 (Centro de Educación Inicial Cooperativa la Escuelita)</i>	34°51'14.39"S	56°12'57.31"O	U4C
06		Montevideo	<i>Av. Millán y la Vía</i>	34°50'12.35"S	56°13'3.60"O	U4C
07		Montevideo	<i>Calle Reims entre Danubio y Amiens</i>	34°49'48.28"S	56°13'6.84"O	U4C
08	2	Montevideo	<i>Waldemar Hansen entre Cno Edison y Cno Gral. Máximo Santos (Complejo de Viviendas)</i>	34°49'20.92"S	56°13'7.90"O	U4D
09		Montevideo	<i>Cno Casavalle y Waldemar Hansen</i>	34°48'46.06"S	56°13'11.12"O	U4C
10		Montevideo	<i>Iris y Cno Bsesnes e Irigoyen</i>	34°48'15.65"S	56°13'14.52"O	U4C
11		Montevideo	<i>María Ester Larraechea y Luis Martins</i>	34°47'38.02"S	56°13'19.56"O	U4D
12		Montevideo	<i>Marcos Passadore y Bernardo Etchevarne</i>	34°46'52.36"S	56°13'23.88"O	U4C
13		Montevideo	<i>Guacziola y Siripó</i>	34°46'2.39"S	56°13'24.42"O	U4C

Puntos de medición seleccionados



Referencia grafica de los puntos de medición seleccionados

Instrumental de medición

Para las mediciones de ruido de la línea de base, se utilizaron los siguientes equipos:

Acústico

- Sonómetro integrador 01dB Clase I, modelo Blue Solo, N° de serie 061038.
- Micrófono GRASS tipo 1, N° de serie 13983.

Rev.11/03/19

- Calibrador marca CESVA, modelo CB-5, clase I (IEC 942)
- Software dBTrait, versión 6.0, de 01dB (www.01dB-metravib.com).

Otros

- GPS marca GARMIN, GPSMAP 60 CSx
- Estación meteorológica portátil, SKYMATE SM-19, (anemómetro, Temperatura, HR), N° de serie 100023386
- Trípode marca Velbon

Procedimiento de Medición

- El protocolo de mediciones se basó en el procedimiento descrito en la norma ISO 1996, adaptando algunas de las recomendaciones realizadas por el protocolo del MVOTMA y UdelaR.

En síntesis, el procedimiento utilizado se describe a continuación:

- Previamente a la medición se realizaron las siguientes comprobaciones:
 - Se verificó el correcto funcionamiento del equipo de medición mediante el calibrador
 - Se midieron la velocidad del viento, la temperatura y la humedad relativa
- Se posicionó el sonómetro en un trípode, a 1,30 metros de altura y a distancia mayor a 2 metros de cualquier superficie reflejante.
- Se midieron simultáneamente numerosos indicadores, entre ellos:
 - Nivel sonoro continuo equivalente en dBA, con respuesta rápida "fast", LAeq,F
 - Niveles sonoros continuos equivalentes por bandas de octava, en dB (octavas 31,5 a 8.000 Hz)
 - Nivel sonoro máximo y mínimo en respuesta rápida y con ponderación A, LA,F,máx y LA,F,mín
 - Niveles percentiles, L10, L50 y L90
- El tiempo de integración de las mediciones se fijó en 30 minutos.
- En los casos que se sucedieron eventos anómalos durante las mediciones, ajenos a las características acústicas del punto a evaluar (gritos, sirenas, etc.), se repitió la operación.

Resultados

Calibración

En todos los casos se verificó el correcto funcionamiento del sonómetro mediante un calibrador, arrojando un resultado de 94,0 dB.

Resultados globales

A continuación, se muestran los indicadores principales medidos:

- Nivel sonoro continuo equivalente, en dBA, del período medido: LAeq
- Nivel sonoro máximo con ponderación Fast, en dBA: LA,F,máx
- Nivel sonoro mínimo con ponderación Fast, en dBA: LA,F,mín
- Niveles percentiles: L10, L50 y L90
- Nivel sonoro máximo con ponderación Fast, durante el paso del tren, en dBA: LA,F,máx,TREN

PUNTO	LAeq	LA,F,max	LA,F,min	Niveles percentiles			LA,F,max, TREN
				LA,F,10	LA,F,50	LA,F,90	
01	69,4	91,1	48,9	71,0	60,7	54,1	101,9
02	71,0	89,0	51,8	74,4	63,2	54,6	-
03	66,0	91,5	45,4	66,1	56,5	51,6	91,5
04	80,0	90,6	59,9	85,2	72,2	64,7	90
05	68,5	98,1	39,7	62,2	46,4	42,3	-
06	68,2	90,0	45,9	70,0	61,2	53,8	-
07	61,8	85,6	37,6	53,7	43,4	40,0	75,8
08	64,0	85,6	36,7	62,5	47,0	40,6	75,6
09	67,9	92,8	47,7	66,6	57,7	51,9	-
10	57,5	77,7	41,6	58,3	49,0	44,5	-
11	61,5	87,0	41,2	57,8	47,2	44,2	-
12	58,5	81,2	42,3	58,3	51,2	47,2	81,2
13	52,5	79,2	38,5	50,9	43,2	40,4	-

Resultados globales periodo diurno

PUNTO	LAeq	LA,F,max	LA,F,min	Niveles percentiles		
				LA,F,10	LA,F,50	LA,F,90
01	63,7	79,1	47,5	67,0	57,6	50,6
02	54,8	72,8	33,4	57,3	45,4	39,1
03	48,9	68,7	34,7	51,6	41,0	37,1
04	63,7	80,1	44,2	66,5	55,5	47,1
05	49,9	74,9	37,5	50,3	44,1	41,1
06	66,4	90,3	37,4	68,3	55,1	41,3
07	45,1	66,0	37,1	46,2	41,9	39,9
08	53,7	74,5	40,7	55,0	46,0	43,1
09	61,5	86,5	38,8	62,5	54,,7	45,7
10	57,7	78,8	40,5	58,9	47,8	42,9
11	51,7	74,1	39,1	50,1	42,8	40,7
12	54,5	79,3	38,1	50,1	42,2	39,8
13	35,2	52,3	26,6	37,9	31,4	28,1

Resultados globales periodo nocturno

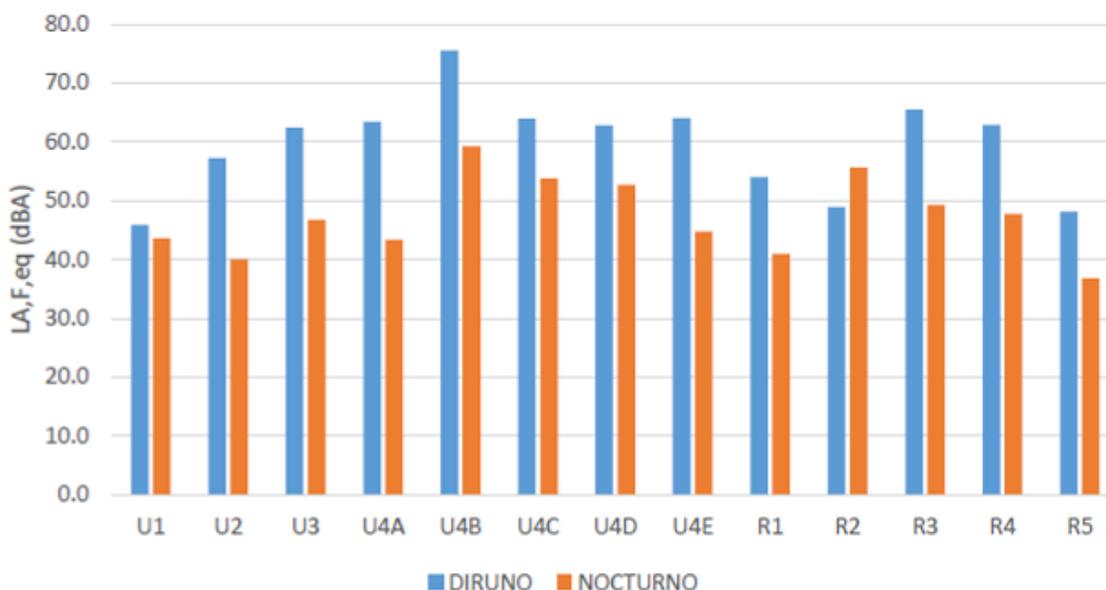
Para cada medición se elaboró una Ficha que incorpora la siguiente información:

- Ubicación del punto: coordenadas, dirección
- Condiciones de la medición: fecha y hora de inicio, datos meteorológicos. Los datos meteorológicos en el punto de medición se tomaron mediante una estación meteorológica móvil (ver apartado 3.2). Se tomaron los datos de temperatura y humedad relativa. Asimismo, se tomó la velocidad promedio de viento, en m/s. Cuando existían ráfagas de viento se ubicó entre paréntesis su valor pico.
- Gráfico con la evolución temporal del ruido durante la medición. Se señalan con círculos de color azul los niveles picos o situaciones relevantes. En rojo, se marcan los picos producidos por el paso del tren, de existir.
- Datos de los niveles sonoros: nivel sonoro continuo equivalente, nivel máximo y mínimo, valores de los percentiles 10, 50 y 90 y los datos del nivel sonoro continuo equivalente por bandas de octava.
- Por último, se incluyen observaciones del paisaje acústico o de eventos significativos durante la evaluación. Si la información es relevante, se indica el origen o causa de los picos y de anomalías en la evolución del nivel sonoro.

Resultados por Ambiente Acústico

Como ya fue expuesto, los puntos de medición se establecieron en función de criterios que definen distintos ambientes acústicos o categorías. En base a estos ambientes, se procedió a promediar los resultados de las mediciones para el nivel continuo equivalente, obteniendo así un valor representativo para el ruido de base en cada caso. En las siguientes Tablas se presentan los resultados.

			LÍNEA DE BASE [L _{A,F,eq} (dBA)]		
Categorías	Criterio	Cantidad de Puntos	DIURNO	NOCTURNO	
URBANO	U1	Localidades pequeñas (menor a 1.000 hab.)	2	45,9	43,6
	U2	Localidades medianas (entre 1.000 y 5.000 hab.)	3	57,2	40,0
	U3	Sarandí Grande, Florida, Durazno y Canelones. Zona con casas localizadas a menos de 50 m	8 (2/ciudad)	62,4	46,8
	U4	Tramo Montevideo - Progreso			
	U4A	Zona con trinchera	2	63,4	43,3
	U4B	Zona con pasaje elevado del tránsito vehicular	2	75,5	59,3
	U4C	Viviendas a una distancia menor a 25 m	12	63,9	53,8
	U4D	Viviendas frentistas a la vía a una distancia entre 25 a 50 m	2	62,8	52,7
	U4E	Viviendas frentistas a la vía a una distancia entre 50 y 100 m	1	64,0	44,7
	RURAL	R1	Viviendas aisladas a menos de 100 m de la vía	4	54,0
R2		Viviendas aisladas entre 100 y 150 m de la vía	1	48,9	55,6
R3		Viviendas a menos de 100 m de la vía con cortina vegetal densa (forestación)	1	65,5	49,3
R4		Tambo a menos de 100 m de la vía	1	62,8	47,7
R5		Escuela rural a menos de 100 m de la vía	1	48,1	36,8



Resultados de línea de base por ambiente

Modelo acústico

Programa de simulación

El programa utilizado para el modelo o simulación acústica es el CadnaA (*Computer Aided Noise Abatement*) desarrollado por la firma alemana Datakustik. Es uno de los programas más utilizados de la actualidad tanto por el sector privado como por los gobiernos provinciales o departamentales de países de todo el mundo.

Modelo de cálculo empleado

Para el cálculo de las emisiones sonoras de trenes, se utilizó el método nacional de cálculo de los Países Bajos, SRM II, publicado como "Reken-en Meetvoorschrift Railverkeerslawaai '96".

Datos de entrada del modelo acústico

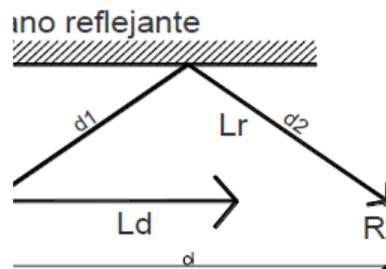
Los parámetros generales de cálculo deben ser debidamente configurados para asegurar la representatividad del modelo. Los principales son:

- Número de reflexiones
- Coeficiente G de absorción sonora del suelo
- Condiciones meteorológicas
- Modelo geométrico y malla de cálculo
- Datos acústicos de las fuentes sonoras

Número de reflexiones

A continuación, se esquematiza la propagación del sonido entre una fuente F y un receptor R. El nivel de ruido calculado en el receptor es constituido por dos caminos de propagación:

- El camino directo (L_d)
- El camino reflejado sobre el obstáculo (L_r)



El camino representado en esquema, es de primer orden. Existen reflexiones de órdenes superiores cuando existen numerosos obstáculos. Cuanto mayor es el orden del camino considerado, menor es su contribución al nivel de ruido en el

punto receptor. De hecho, para cada reflexión existe una pérdida de energía acústica debido a las propiedades del obstáculo. Normalmente y debido a la escasa entidad energética que aportan las reflexiones de orden superior, se considera aceptable adoptar para el cálculo solamente hasta las reflexiones de segundo orden.

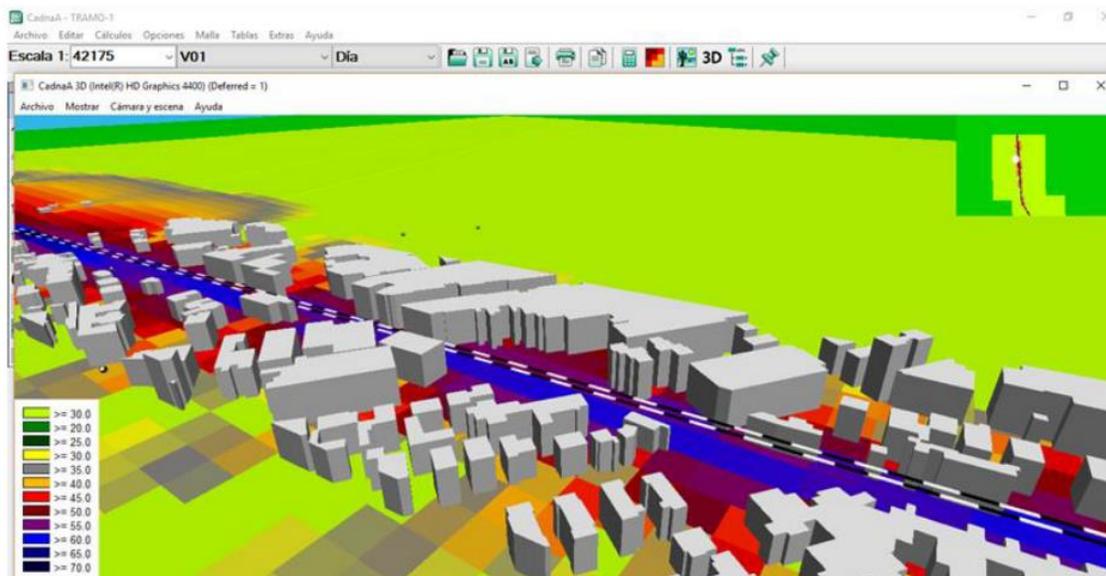
Coeficiente G de absorción del suelo

El coeficiente de absorción de suelo G es un parámetro adimensional cuyo valor puede variar entre 0 y 1. El parámetro G permite tomar en consideración la atenuación o amplificación sonora debido al mecanismo de reflexiones de las ondas sonoras en el suelo.

G=0 corresponde a un suelo completamente opaco desde el punto de vista acústico, es decir, la onda incidente es reflejada con la misma intensidad y provoca una amplificación de la energía acústica en el punto receptor.

G=1 corresponde a un suelo poroso. La onda sonora es totalmente absorbida (ejemplo; suelo de arena).

Para el presente estudio, el parámetro G fue configurado igual a 0,8 en las áreas verdes del entorno y 0 para áreas asfaltadas.



Maqueta 3D o modelo acústico CadnaA

Modelo geométrico y malla de cálculo

Para la representación del modelo geométrico, se utilizó información proporcionada por el MTOP del relevamiento por vuelo LIDAR de toda la traza del proyecto, destacando relevamiento planialtimétrico con curvas de nivel cada 0,50 m en una faja de 150 m a cada lado de la vía, más los contornos de las edificaciones y su

Rev.11/03/19

cota media de techos. En cuanto al perfil de la vía, se utilizó información en formato .dwg que contiene polilíneas 3D que representan las cotas de tope de rieles.

Para el modelo acústico general, sin la presencia de barreras acústicas, se definió una malla de cálculo de 20x20 m y 1,50 metros de altura sobre el nivel del terreno. Luego en los casos particulares donde se evalúan la implementación de barreras acústicas, el modelo se ajustó al tramo en cuestión, aumentando la precisión de la malla a 10x10 m, manteniendo la altura de 1,5 m por sobre el nivel del terreno.

Datos acústicos de las fuentes sonoras

Existen numerosos factores que influyen en la emisión de ruido producido por los trenes. Entre ellos, se pueden citar:

- Fuentes sonoras relacionadas a la rodadura:
 - Conjunto rueda – carril
 - Disposición de las vías (traviesas y soportes) y su conjunto de aparatos de vía
 - Obras civiles
 - Bogies, que según sea su diseño que le caracteriza pueden ser muy ruidosos
 - Carrocería
- Sistema de propulsión de coches y locomotoras, cuyo ruido predomina a bajas velocidades
- Equipamiento auxiliar
- Ruido aerodinámico

En relación a las fuentes citadas en primera viñeta, el modelo de cálculo requiere los siguientes datos:

Categoría de tren				
1-Tipo	2-Numero de Vehículos		3-V	4-Frenando
	Día	Tarde	Noche	Km/h

Datos requeridos por el modelo

- Tipo: Los tipos de trenes del modelo de cálculo son los que transitan por Países Bajos. Su equivalencia ha sido determinada en base a las características que se prevé que se tendrá en los trenes que circularán en estos tramos. Se han definido los siguientes tipos.

Rev.11/03/19

Para trenes de pasajeros: Categoría 5: "Block braked diesel trains: Exclusively diesel-electrically driven passenger trains with cast-iron block brakes including the corresponding locomotive as for example the DE I, DE II, DE III types; Diesel – electric locomotives as for example the locomotives of the 2200/2300 and 2400/2500 series" (extraído de la norma).

Para trenes de carga: Categoría 4: "Block braked freight trains All types of freight trains with cast-iron block brakes".

- Número de Vehículos: Para el trayecto entre Montevideo – Progreso, se tendrán viajes de trenes de Carga y de Pasajeros. A partir de Progreso hasta Paso de los Toros, solamente se tendrán trenes de Carga.

Se ha considerado una situación de máxima, es decir, la de mayor operatividad prevista para el mediano y largo plazo.

En este marco, se ha previsto un total de 30 viajes para los trenes de carga durante el día (15 ida y 15 de retorno) y un total de 18 viajes para los pasajeros. Los viajes de pasajeros sólo sucederán entre las 05 y las 22 horas y los de carga, distribuidos uniformemente durante las 24 horas. Consideran que el período diurno posee 15 horas (07:01 a 22:00) y el nocturno 9 (22:01 a 07:00), resulta la siguiente frecuencia.

	Montevideo/Progreso		Progreso/Paso de los Toros	
	Día	Noche	Día	Noche
<i>Pasajeros</i>	16	2		
<i>Carga</i>	19	11	19	11

Frecuencia de trenes por día y noche

Velocidad: La energía acústica emitida por el tren aumenta con su velocidad. Dicha variación se produce con el cubo de la velocidad. En este sentido la velocidad de los trenes considerada en el modelo es de 60 km/h para el tramo Montevideo – Progreso.

- Frenos: Se considera que la formación presenta frenos en el 100 % de sus vagones.

Por otro lado, debe establecerse como es la estructura de la vía, habiéndose considerado:

- Durmientes sobre balastro

- Vías sin juntas

Barreras acústicas

Para la simulación de medidas de mitigación por barreras o pantallas acústicas, para los cálculos de atenuación, el modelo utiliza la Norma ISO 9613, con un asilamiento (R_w) de al menos 30 dB y un coeficiente de absorción (NRC), sobre el lado de la vía, de 0,8. En estos casos, se ha reducido la malla de cálculo del modelo sin barreras, pasando de una malla de 20x20 m a una de 10x10 m, manteniendo la altura del receptor de 1,50 m sobre nivel del terreno.

Las características de las barreras acústicas para ingresar en el modelo son, la ubicación georreferenciada y su altura. En cuanto al material de la barrera, el mismo no es un requisito de entrada al modelo, ya que al definir las características de aislamiento antes indicadas (R_w y NRC), existen distintas opciones en el mercado que pueden cumplir con estos requisitos.

Resultados

Mapas de Ruido

Se han elaborado varios mapas de ruido a los efectos de una mejor representación de las condiciones acústicas. Dada la longitud del tramo, se le dividió en tramos más pequeños o Subtramos. Se presentan los mapas de ruido por Subtramos. Los mapas de ruido que se presentan son los siguientes (en sombreado los mapas nocturnos). Estos mapas indican el aporte de ruido debido a la circulación de los trenes, en las inmediaciones del trazado.

LAMINA	TRAMO	SUBTRAMO	PERÍODO	INICIO (Km)	FIN (Km)
1	1	1	D	0.600	9.000
2	2	2-1	D	9.000	14.900
3		2-2	D	14.900	21.200
4		2-3	D	21.200	27.600
5	3	3-1	D	27.600	37.600
6		3-2	D	37.600	47.300
7		3-3	D	47.300	54.300
8		3-4	D	54.300	60.300
9	4	4-1	D	60.300	70.900
10		4-2	D	70.900	81.900
11		4-3	D	81.900	92.500
12		4-4	D	92.500	100.500
13		4-5	D	100.500	107.500

Mapas de ruido y referencia por km de la vía

Límites de referencia

Para el análisis de los resultados se asumirá como límite de inmisión para exteriores lo que indica la Tabla siguiente, que fueron sugeridos por DINAMA en base a GESTA Ruido 2015.

Zonas	Inmisión $L_{A,F,eq}$ (dBA)	
	Diurno	Nocturno
Área de tipo rural	50	45
Área de tipo urbano:		
i) levemente ruidosas (predominantemente residencial)	65	55
ii) poco ruidosas (de uso mixto, residencial y comercial)	70	60
iii) ruidosas (predominantemente industriales y comerciales)	75	65
Escuelas, liceos y bibliotecas	50*	--
Centros de salud	50	50

* El equivalente en este caso es para el lapso de ocupación del local.

Límites de inmisión exteriores

Estos valores están inspirados en los objetivos de calidad acústica en exteriores que plantea el documento "Valores guía para prevenir la contaminación acústica" (GESTA ruido 2015), complementados y en concordancia con lo que plantean algunas otras normas específicas para proyectos ferroviarios de uso en Europa y EEUU.

Existen zonas rurales en los accesos a ciudades donde la vía transcurre cercana a rutas nacionales y con un uso mixto residencial y agroindustrial. En estos casos se adoptará como objetivos de calidad acústica el indicado en el GESTA ruido 2015 para zonas urbanas silenciosas, siendo éstos de 60 dBA y 50 dBA para período diurno y nocturno respectivamente.

El ruido futuro, definido como la suma energética del ruido base más el ruido aportado por la circulación de trenes (ruido modelado), no debe superar los valores antes definidos, siempre y cuando el ruido base sea al menos 3 dBA inferior al nivel de referencia para ambiente rural y 2 dBA para ambiente urbano. En caso contrario, se asumirá como límite para el ruido futuro el ruido base más 3 dBA para ambiente rural y más 2 dBA para ambiente urbano. De esta manera

quedan definidos los límites para el ruido futuro en función del ruido de base para cada ambiente acústico establecido.

En la Tabla anterior, se presentan los distintos ambientes acústicos definidos para la línea de base, sus resultados para el ruido de base y el límite de ruido que surge de aplicar el razonamiento antes expuesto. Para el caso de ambientes urbanos se indica la situación para el objetivo acústico más conservador [tipo (i) en la Tabla].

Además, se indica el valor de ruido de aporte máximo por el proyecto que cumpliría con el límite, es decir, aquellas zonas en que el modelo arroje valores de inmisión superiores, al adicionar el ruido de base para el ambiente acústico correspondiente, superaría el límite establecido.

Ambiente Acústico	Criterio	RUIDO DE BASE L _{A,F,eq} (dBA)		LÍMITE L _{A,F,eq} (dBA)		APORTE MÁXIMO POR EL PROYECTO L _{A,F,eq} (dBA)		
		DIUR.	NOCT.	DIUR.	NOCT.	DIUR.	NOCT.	
URBANO	U1	Localidades pequeñas (menor a 1.000 hab.)	46	44	65	55	65	55
	U2	Localidades medianas (entre 1.000 y 5.000 hab.)	57	40	65	55	64	55
	U3	Sarandí Grande, Florida, Durazno y Canelones. Zona con casas localizadas a menos de 50 m	62	47	65	55	61	54
	U4	Tramo Montevideo - Progreso						
	U4A	Zona con trinchera	63	43	65	55	61	55
	U4B	Zona con pasaje elevado del tránsito vehicular	76	59	78	61	73	57
	U4C	Viviendas a una distancia menor a 25 m	64	54	66	56	62	51
	U4D	Viviendas frentistas a la vía a una distancia entre 25 a 50 m	63	53	65	55	61	51
	U4E	Viviendas frentistas a la vía a una distancia entre 50 y 100 m	64	45	66	55	62	55
	RURAL	R1	Viviendas aisladas a menos de 100 m de la vía	54	41	57	45	54
R2		Viviendas aisladas entre 100 y 150 m de la vía	49	56	52	59	49	56
R3		Viviendas a menos de 100 m de la vía con cortina vegetal densa (forestación)	66	49	69	52	65	49
R4		Tambo a menos de 100 m de la vía	63	48	66	51	63	48
R5		Escuela rural a menos de 100 m de la vía	48	37	51	45	48	44

Ruido de base, límites y aporte máximo por ambiente acústico

Se observa que para aquellos ambientes cuyos valores de ruido de base son relativamente bajos, la verificación del límite depende casi que exclusivamente del aporte del proyecto, es decir, la suma energética del ruido de base más el ruido modelado, resulta similar al ruido modelado. Ejemplo de esto son los ambientes acústicos U1 en ambos períodos y U2, U4A y U4E en período nocturno.

Con números rojos se indican las situaciones para las cuales el ruido de base supera el objetivo de inmisión establecido menos 3 y 2 dBA para ambiente rural y urbano respectivamente, y por lo tanto, el límite a verificar se convierte en la suma aritmética del ruido base más 3 y 2 dBA para ambiente rural y urbano respectivamente.

A continuación, se procede a mapear las curvas isófonas que arroja el modelo para los valores de aporte máximos definidos, para analizar en cada ambiente acústico las zonas de no cumplimiento o verificación del límite correspondiente.

Faja de Amortiguación

Para la evaluación se establecerá una faja de amortiguación de 15 m desde el eje de la vía (para tramos dobles 15 m del eje de cada vía), dentro de la cual no necesariamente se aplicarán los objetivos de calidad acústica recogidos en la Tabla anterior. Cuando exista una calle abierta con circulación adyacente a la vía dentro de estos 15 m, el ancho de esta faja se reducirá hasta el borde más alejado de la calle.

Igualmente para los receptores ubicados dentro de esta faja se deberá establecer medidas de mitigación / prevención del aumento del nivel de presión sonora, a los fines de posteriormente –durante la fase de operación del proyecto- poder verificar que se cumplan los siguientes valores de nivel de presión sonora admisibles dentro de recintos, según el destino del local:

Dentro del recinto	Inmisión $L_{A,F,eq}$ (dBA)	
	Diurno	Nocturno
Residencial en áreas urbanas	45	40
Residencial en áreas rurales	35	35
Aulas de enseñanza	35	35
Salas en centros de salud	35	35

Límites de inmisión en interior de recintos

Estos valores umbrales admisibles están tomados del documento “Valores guía para prevenir la contaminación acústica” (GESTA ruido 2015); los niveles a comparar son los resultantes de todos aquellos aportes que alcancen el recinto, excluyendo el aporte de las actividades que se realicen en su interior y sean inherentes a la naturaleza del mismo.

TRAMO 1: MONTEVIDEO – SAYAGO

En este tramo, se tiene el recorrido de la traza con la mayor densidad poblacional cantidad de edificaciones cercana a las vías, además junto con el tramo 2, es dónde se registrará la mayor frecuencia de trenes dado que circularán trenes de carga y pasajeros.

Este tramo se encuentra categorizado por 5 ambientes acústicos para la línea de base (U4A, U4B, U4C, U4D y U4E). A su vez, se pueden distinguir zonas urbanas del tipo poco ruidosas (i), levemente ruidosas (ii) y ruidosas (iii) para las cuales los objetivos acústicos varían según cada caso (ver Tabla). Por lo tanto, para las zonas

cercanas a la traza, se analizará el cumplimiento de los límites en función de una clasificación en zonas urbanas tipo i, ii y iii.

Progresiva 0+556 y 3+200 (desde Puerto hasta Bvar Gral Artigas)

Ambiente Tipo: Urbano

Zonas GESTA Ruido presentes:

Ambos márgenes: iii Urbana ruidosa, objetivo de calidad acústica:

Diurno: 75 dBA

Nocturno: 65 dBA

Ambientes de línea de base presentes:

U4A zona de trinchera

U4B pasaje vehicular elevado

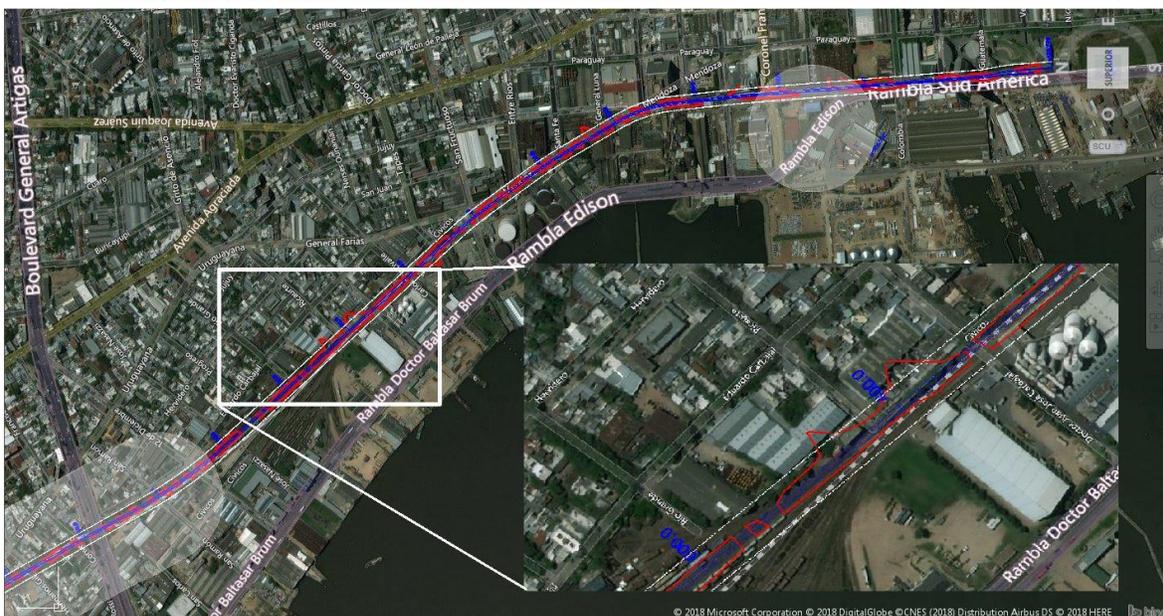
U4C viviendas frentistas a la vía a menos de 25 m

Zonas de No Cumplimiento: No se registran

Tabla 5-4: Aporte máximo admisible de proyecto entre progresivas 0+556 y 3+200

Ambiente Acústico	Ruido de Base (dBA)		Margen	Aporte máx. admisible de Proyecto (dBA)	
	Diurno	Nocturno		Diurno	Nocturno
U4A	63	43	Ambos	75	65
U4B	76*	59	Ambos	73	64
U4C	64	54	Ambos	75	65

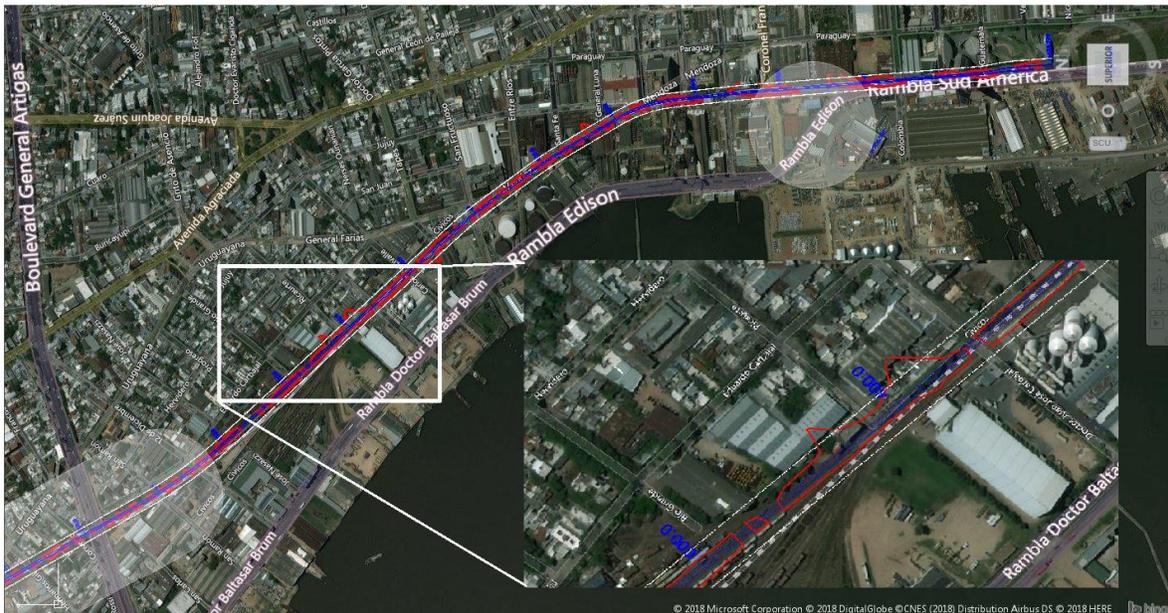
* supera objetivo de calidad acústica menos 2 dBA



Diurno

Como se puede observar en la Tabla, para período diurno los niveles admisibles de aporte de ruido por el proyecto, superan los 70 dBA, siendo estos niveles superiores a los registrados por el modelo para las áreas exteriores a la faja de amortiguación, por lo tanto no existen zonas de no cumplimiento para período diurno entre las progresivas 0+556 y 3+200 (entre Nueva Estación Central y Bvar Gral Artigas).

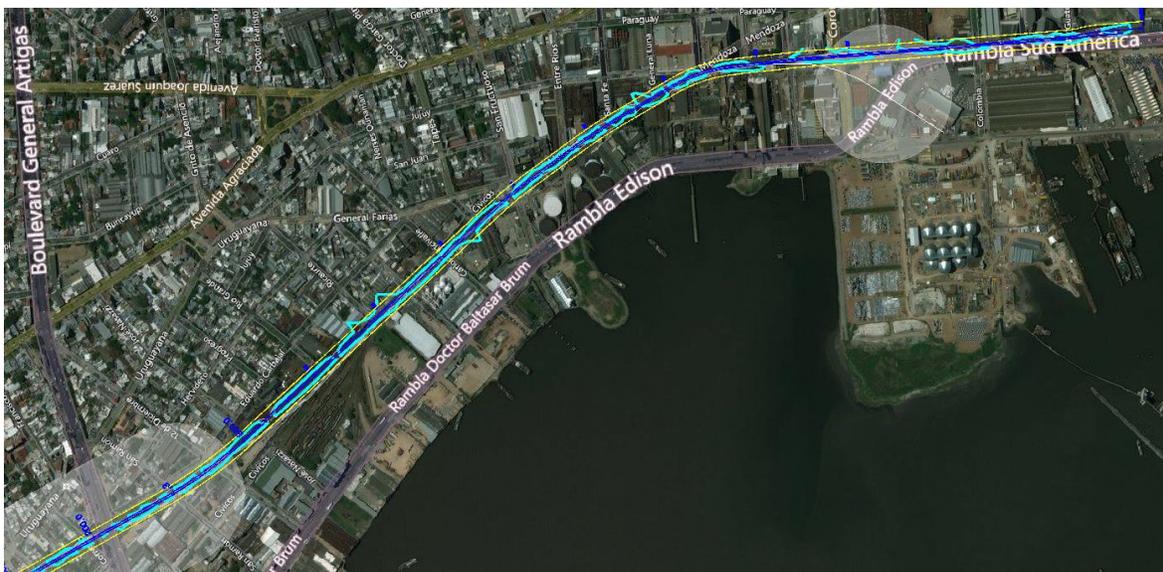
En la Figura se presenta, sobre imagen satelital el tramo en cuestión incluyendo los límites de la faja de amortiguación (trazo blanco) y la curva isófona de aporte del proyecto igual a 61 dBA (trazo rojo) para período diurno.



Nocturno

Para período nocturno el nivel admisible de aporte de ruido del proyecto es de 64 dBA para la zona de la trinchera (U4A) y casas frentistas a menos de 25 m (U4C), mientras que para zona de pasaje vehicular elevado es de 65 dBA (ver Tabla). En este tramo y período nocturno, la curva isófona de aporte del proyecto que comienza a observarse por fuera de la faja de amortiguación es la 59 dBA, por lo tanto se cuenta con margen sin registrarse zonas de no cumplimiento para período nocturno entre las progresivas 0+556 y 3+200 (entre Nueva Estación Central y Bvar Gral Artigas).

En la Figura se presenta, sobre imagen satelital el tramo en cuestión incluyendo a los límites de la faja de amortiguación (trazo amarillo) y la curva isófona de aporte del proyecto igual a 59 dBA (trazo celeste) para período nocturno.



Curva isófona 59 dBA de aporte del proyecto, para período nocturno entre progresivas 0+556 y 3+200

Progresiva 3+200 y 3+600 (entre Bvar Gral Artigas y Capurro)

Ambiente Tipo: Urbano
 Zonas GESTA Ruido presentes:
 Ambos márgenes: ii Urbana poco ruidosa, objetivo de calidad acústica:
 Diurno: 70 dBA
 Nocturno: 60 dBA
 Ambientes de línea de base presentes: U4A zona de trinchera
 Zonas de No Cumplimiento: No se registran

Ambiente Acústico	Ruido de Base (dBA)		Margen	Aporte máx. admisible de Proyecto (dBA)	
	Diurno	Nocturno		Diurno	Nocturno
U4A	63	43	Ambos	69	60

Aporte máximo admisible de proyecto entre progresivas 3+200 y 3+600

Diurno

No se registran aportes del proyecto que superen el máximo admisible de 69 dBA para las condiciones de este tramo. Por lo tanto no se registran zonas de no cumplimiento para período diurno entre las progresivas 3+200 y 3+600 (entre las calles Bvar Gral Artigas y Capurro).

Nocturno

No se registran aportes del proyecto que superen el máximo admisible de 60 dBA para las condiciones de este tramo. Por lo tanto no se registran zonas de no cumplimiento para período nocturno entre las progresivas 3+200 y 3+600 (entre las calles Bvar Gral Artigas y Capurro).

Progresiva 3+600 y 3+730 (entre Capurro y Flangini)

Ambiente Tipo: Urbano

Zonas GESTA Ruido presentes:

Oeste: i Urbana levemente ruidosa, objetivo de calidad acústica:

Diurno: 65 dBA

Nocturno: 55 dBA

Este: ii Urbana poco ruidosa, objetivo de calidad acústica:

Diurno: 70 dBA

Nocturno: 60 dBA

Ambientes de línea de base presentes: U4A zona de trinchera

Zonas de No Cumplimiento: ZNC1 - margen oeste

Ambiente Acústico	Ruido de Base (dBA)		Margen	Aporte máx. admisible de Proyecto (dBA)	
	Diurno	Nocturno		Diurno	Nocturno
U4A	63*	43	Oeste	61	55
	63	43	Este	69	60

* supera objetivo de calidad acústica menos 2 dBA

Aporte máximo admisible de proyecto entre progresivas 3+600 y 3+730

Se observa que, en este tramo, el nivel de aporte admisible por el proyecto varía a ambos lados de la vía dado que se ha definido distintos objetivos acústicos según las zonas definidas por el GESTA Ruido.

Diurno

No se registran zonas de no cumplimiento para el tramo en cuestión sobre el margen Este.

En la Figura se presenta, sobre imagen satelital, el tramo entre las calles Capurro y Flangini indicando la faja de amortiguación (trazo amarillo) y la curva isófona de aporte del proyecto 61 dBA, siendo el nivel de aporte admisible para período diurno y margen Oeste.



Curso de Isófona 61 dBA de aporte del proyecto para periodo diurno entre progresivas 3+600 y 3+730

Se observa que, sobre margen Oeste al final del tramo en cuestión, existen edificaciones sobre el límite de la zona de no cumplimiento, sin embargo se estima que el aporte máximo del proyecto supera el límite en solo 1 dBA, por lo tanto no corresponde la adopción de medidas de mitigación específicas.

Nocturno

No se registran zonas de no cumplimiento para el tramo en cuestión sobre el margen Este.

En la Figura se presenta, sobre imagen satelital, el tramo entre las calles Capurro y Flangini indicando la faja de amortiguación (trazo amarillo) y la curva isófona de aporte del proyecto 55 y 60 dBA, siendo los niveles de aporte admisible para período nocturno sobre margen oeste y este respectivamente.



Curva isófona 55 y 60 dBA de aporte del proyecto, para periodo nocturno entre progresivas 3+600 y 3+730

Se observa que los límites de las edificaciones existentes sobre el margen oeste (contornos amarillos en la Figura), se ven interceptados por la curva isófona de aporte admisible, con un máximo de superación del límite de aproximadamente 5 dBA próximo a la progresiva 3+730.

Dado la cercanía de estas viviendas al borde de la trinchera, se propone como medida de mitigación una barrera acústica, la cual deberá ser construida como continuación en altura desde el muro de contención de la trinchera. Los resultados del modelo para una barrera acústica de características según se indica en la siguiente Tabla.

Id	INICIO		FIN		Long. (m)	Margen	Altura (m)
	X_UTM	Y_UTM	X_UTM	Y_UTM			
BA1	572210	6141126	572185	6141169	50	Oeste	3

Barrera acústica ZNC1



Curva isofona de aporte del proyecto sobre margen oeste con Barrera Acústica (BA1) para periodo nocturno entre progresivas 3+600 y 3+730

Se observa que con la Barrera Acústica planteada, se alcanza reducir el aporte de ruido por el proyecto a niveles admisibles.

Progresiva 3+730 y 4+130 (entre Flangini y Cnel Santiago de Labandera)

- Ambiente Tipo: Urbano
- Zonas GESTA Ruido presentes:
- Ambos márgenes: ii Urbana poco ruidosa, objetivo de calidad acústica:
- Diurno: 70 dBA
- Nocturno: 60 dBA
- Ambientes de línea de base presentes: U4A zona de trinchera
- Zonas de No Cumplimiento: No se registran

Ambiente Acústico	Ruido de Base (dBA)		Margen	Aporte máx. admisible de Proyecto (dBA)	
	Diurno	Nocturno		Diurno	Nocturno
U4A	63	43	Ambos	69	60

Aporte máximo admisible de proyecto entre progresivas 3+730 y 4+130

Diurno

No se registran aportes del proyecto que superen el máximo admisible de 69 dBA para las condiciones de este tramo. Por lo tanto no se registran zonas de no cumplimiento para período diurno entre las progresivas 3+730 y 4+130 (entre las calles Flangini y Cnel Santiago de Labandera).

Nocturno

En la Figura 5-6 se presenta, sobre imagen satelital, el tramo entre las calles Flangini y Cnel Santiago de Labandera indicando la faja de amortiguación (trazo amarillo) y la curva isófona de aporte del proyecto 60 dBA (trazo rojo), siendo el nivel de aporte admisible para período nocturno sobre ambos márgenes.



Curva isófona 60dBA de aporte del proyecto para periodo nocturno entre progresivas 3+730 y 4+130

Se observa que existen distintas zonas donde los límites de edificaciones existentes son interceptados por el nivel de aporte admisible para el tramo en cuestión. Sin embargo, todas estas edificaciones se encuentran invadiendo la faja de amortiguación. La única zona donde el límite de cumplimiento (isófona de aporte 60 dBA) sale fuera de la faja de amortiguación corresponde a zona de galpones.

Por lo antes expuesto no corresponde la implementación de medidas de mitigación específicas.

Progresiva 4+130 y 4+500 (entre Cnel Santiago de Labandera y Aº Miguelete)

Ambiente Tipo: Urbano

Zonas GESTA Ruido presentes:

Oeste: ii Urbana poco ruidosa, objetivo de calidad acústica:

Diurno: 70 dBA

Nocturno: 60 dBA

Este: i Urbana levemente ruidosa, objetivo de calidad acústica:

Diurno: 65 dBA

Nocturno: 55 dBA

Ambientes de línea de base presentes: U4A zona de trinchera

U4C viviendas frentistas a la vía a menos de 25 m

Zonas de No Cumplimiento: ZNC2 - margen este

Ambiente Acústico	Ruido de Base (dBA)		Margen	Aporte máx. admisible de Proyecto (dBA)	
	Diurno	Nocturno		Diurno	Nocturno
U4A	63	43	Oeste	69	60
	63*	43	Este	61	55
U4C	64	54	Oeste	69	59
	64*	54*	Este	62	51

* supera objetivo de calidad acústica menos 2 dBA

Aporte máximo admisible de proyecto entre progresivas 4+130 y 4+500

Diurno

No se registran aportes del proyecto que superen los máximos admisibles para las condiciones de este tramo. Por lo tanto, no se registran zonas de no cumplimiento para período diurno entre las progresivas 4+130 y 4+500 (entre Cnel. Santiago de Labandera y Arroyo Miguelete).

Nocturno

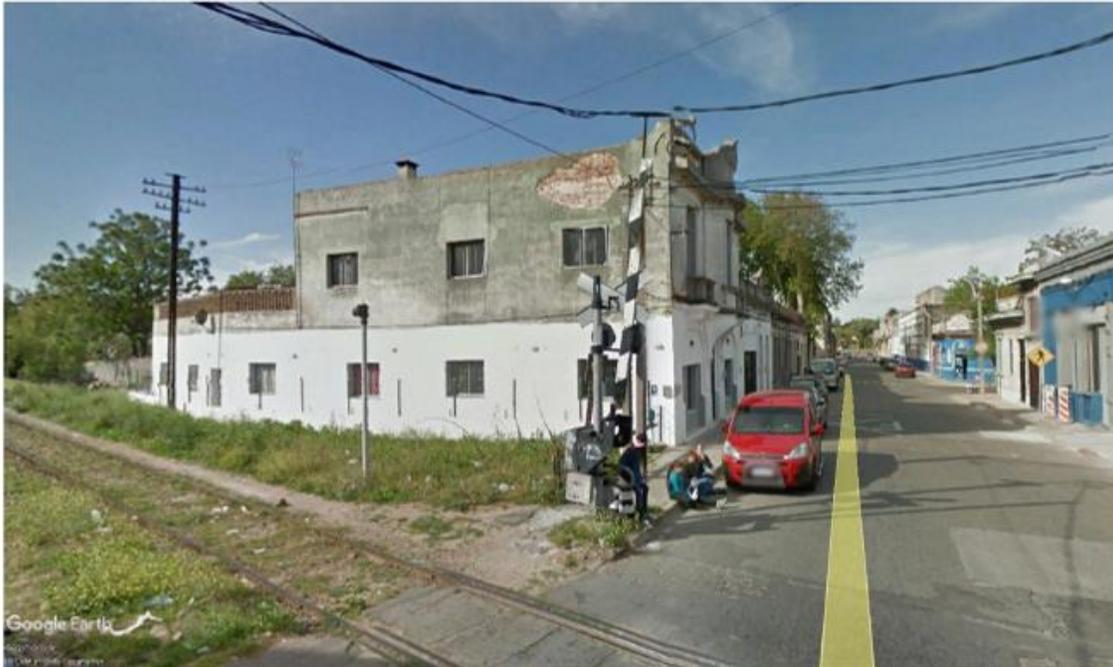
Sobre margen oeste los límites admisibles se encuentran dentro de la faja ferroviaria sin afectar edificaciones existentes, salvo en zonas puntuales que se

observan edificaciones de galpones que invaden la faja ferroviaria. Por otro lado, sobre margen este, el límite admisible de aporte del proyecto se extiende por sobre los límites de la faja ferroviaria por fuera de la zona de influencia de la trinchera. En la Figura siguiente se presenta la zona de no cumplimiento para el margen este (trazo rojo) y margen oeste (trazo celeste), además con un sombreado gris se indica el ambiente acústico U4A, el resto corresponde al ambiente U4C.



Zonas de no cumplimiento sobre margen este (rojo) y oeste (celeste), para periodo nocturno entre progresivas 4+130 y 4+500

La zona más afectada corresponde a la edificación al oeste contra el Arroyo Miguelete, sin embargo la fachada más afectada se encuentra invadiendo la faja de amortiguación e incluso invadiendo la faja ferroviaria, como se aprecia en la imagen obtenida de Street View que se presenta en la Figura siguiente.



Vista de fachada de edificación más afectada sobre margen este sobre la vía y calle Pablo Zufriategui

Para esta situación en particular, la implementación de una barrera acústica podrá atenuar los niveles de presión sonora, pero tendrá un efecto pantalla sobre las aberturas debido a la cercanía de la vivienda sobre la vía. Por este motivo la pantalla acústica será de material traslúcido para no bloquear el ingreso de luz a las aberturas de las viviendas.

A continuación, se presentan los resultados del modelo con la implementación de una barrera acústica, cuyas características según se indican en la Tabla siguiente.



Curva isófona de aporte del proyecto sobre margen este con Barrera Acústica (BA2), para periodo nocturno sobre la Vía y calle Pablo Zufriategui.

Id	INICIO		FIN		Long. (m)	Margen	Altura (m)
	X_UTM	Y_UTM	X_UTM	Y_UTM			
BA2	571851	6141778	571837	6141804	30	Este	3

Barrera Acústica en ZNC2

Se destaca que, la presencia de la barrera acústica tiene un efecto local sobre la zona de las viviendas más próximas a ésta, en donde la atenuación se reduce a niveles admisibles, pero en el resto de las edificaciones, continúa observándose niveles de aporte superiores al máximo admisible. Esto se debe fundamentalmente a la cercanía de las edificaciones a la vía y a que éstas se encuentran en una zona abierta o despejada.

En función de los resultados, se entiende pertinente considerar, además de la barrera acústica, el monitoreo operacional en un punto representativo de las viviendas más afectadas, el cual se denomina ZNC2-PM. Si los resultados del monitoreo, evidencian niveles de ruido sobre las viviendas inadmisibles y atribuibles a la circulación de los trenes, se deberá analizar la intervención sobre las construcciones con el objetivo de mejorar su aislación acústica. En caso de efectuarse la intervención sobre las viviendas, se deberá implementar el monitoreo interior a éstas, para verificar el cumplimiento de los límites previstos en interior de viviendas. La característica del monitoreo interior será igual al definido en el Plan de Monitoreo Operacional para los puntos exteriores.

Progresiva 4+500 y 5+120 (entre Aº Miquelete y Pilar Costa)

Rev.11/03/19

Ambiente Tipo: Urbano

Zonas GESTA Ruido presentes:

Ambos márgenes: ii Urbana poco ruidosa, objetivo de calidad acústica:

Diurno: 70 dBA

Nocturno: 60 dBA

Ambientes de línea de base presentes: U4B pasaje vehicular elevado

U4C viviendas frentistas a la vía a menos de 25 m

Zonas de No Cumplimiento: ZNC3 – margen este

Ambiente Acústico	Ruido de Base (dBA)		Margen	Aporte máx. admisible de Proyecto (dBA)	
	Diurno	Nocturno		Diurno	Nocturno
U4B	76*	59*	Ambos	73	57
U4C	64	54	Ambos	69	59

* supera objetivo de calidad acústica menos 2 dBA

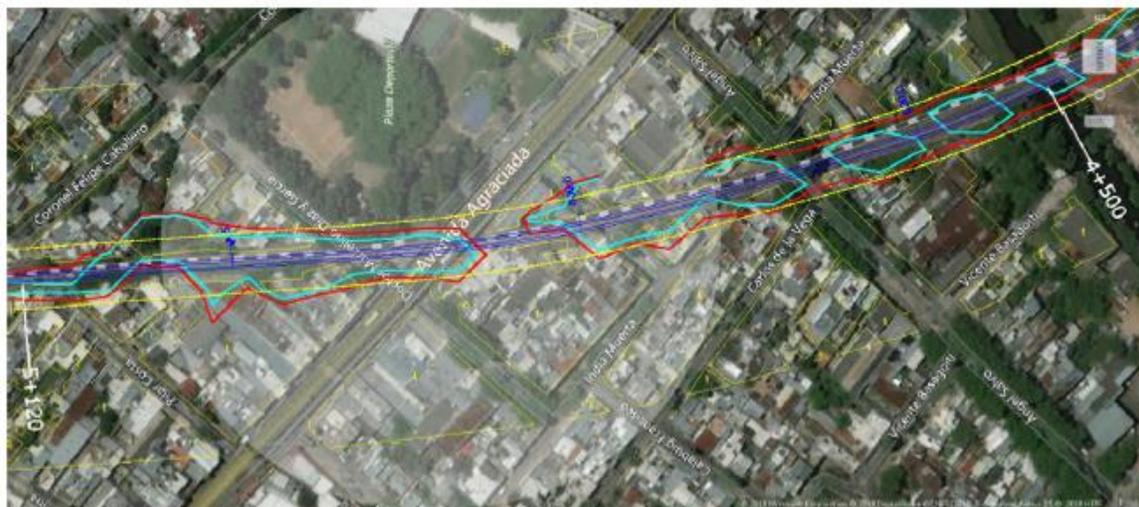
Aporte máximo admisible de proyecto entre progresivas 4+500 Y 5+120

Diurno

No se registran aportes del proyecto que superen los máximos admisible para las condiciones de este tramo. Por lo tanto no se registran zonas de no cumplimiento para período diurno entre las progresivas 4+500 y 5+120 (entre Arroyo Miguelete y Pilar Costa).

Nocturno

En la Figura siguiente se presenta, sobre imagen satelital, el contorno de las edificaciones existentes, la faja de amortiguación (trazo amarillo), el ambiente acústico U4B (sombreado gris) y las curvas isófonas máximas admisibles de aporte del proyecto para cada ambiente presente en este tramo, siendo 57 dBA (curva roja) para el ambiente U4B y 59 dBA (curva celeste) para el ambiente U4C.



Curva isófona de aporte máximo admisible para ambiente U4B (rojo) y U4C (celeste), para periodo nocturno entre progresivas 4+500 y 5+120.

Se observa que las zonas donde las curvas de aporte máximo admisible interceptan edificaciones por fuera de la faja de amortiguación, las fachadas frentistas a la vía de éstas, se encuentran invadiendo la faja de amortiguación e incluso invadiendo la faja ferroviaria. La implementación de medidas de mitigación como por ejemplo barreras acústicas para este tramo no resulta viable por la cercanía de las viviendas a la vía, sin embargo se destaca que, por fuera de la faja de amortiguación, los límites de referencia no superan en más de 5 dBA en zonas localizadas, obteniéndose el máximo sobrepasamiento del límite en continuación de calle San Miguel al este de la vía. En la Figura siguiente se presenta imagen obtenida de Street View desde San Miguel y la Vía hacia Av. Agraciada donde se ubica el callejón donde se registran los mayores valores de aporte del proyecto.



Vista del callejón continuación de calle San Miguel, donde se registran los máximos niveles de aporte de ruido por el proyecto,

Se observa la existencia de un muro que separa las viviendas de la vía, por lo tanto se propone acondicionar dicho muro, elevándolo hasta 3 metros de altura. De esta forma se atenuarán los niveles de aporte de ruido por la circulación de los trenes en estas viviendas.

Progresiva 5+120 y 5+830 (entre Pilar Costa y 50 m al sur de Cno. Gral Hornos)

Ambiente Tipo: Urbano

Zonas GESTA Ruido presentes:

Ambos márgenes: i Urbana levemente ruidosa, objetivo de calidad acústica:

Diurno: 65 dBA

Nocturno: 55 dBA

Ambientes de línea de base presentes: U4C viviendas frentistas a la vía a menos de 25 m

Zonas de No Cumplimiento: ZNC4 – margen oeste

ZNC5 – margen oeste

ZNC6 – margen este

Ambiente Acústico	Ruido de Base (dBA)		Margen	Aporte máx. admisible de Proyecto (dBA)	
	Diurno	Nocturno		Diurno	Nocturno
U4C	64*	54*	Ambos	62	51

* supera objetivo de calidad acústica menos 2 dBA

Aporte máximo admisible de proyecto entre progresivas 5+120 y 5+830

Diurno

No se registran aportes del proyecto que superen los máximos admisibles para las condiciones de este tramo. Por lo tanto no se registran zonas de no cumplimiento para período diurno entre las progresivas 5+120 y 5+830 (entre Pilar Costa y 50 m al sur de Cno Gral Hornos).

Nocturno

En la Figura siguiente, se presenta el tramo en cuestión, indicando la faja de amortiguación (trazo amarillo), contornos de las edificaciones existentes y la isófona de aporte máximo admisible de 51 dBA (curva roja). Además también se incluyen las isófonas de aporte del proyecto de 55 y 60 dBA, las cuales indican las zonas de incumplimiento del límite de referencia en 2 y 5 dBA respectivamente. Cabe destacar que el límite de referencia para las condiciones del tramo es de 56 dBA, por lo tanto, si al aporte del proyecto se le adiciona el ruido base (54 dBA) se obtienen las superaciones antes indicadas.



Aporte máximo admisible de 51 dBA (rojo) e isófonas de aporte 55 y 60 dBA, para periodo nocturno entre progresivas 5+120 y 5+830

Se observa que por fuera de la faja de amortiguación, existen 3 zonas de no cumplimiento donde el límite se ve superado en más de 5 dBA. La ZNC4 incluye edificación de galpones sobre la calle Santa Lucía al oeste de la vía, con lo cual no se justifica la implementación de una medida de mitigación específica, mientras que al norte de la calle Santa Lucía existe un conjunto de viviendas que cuentan con muro o paredes laterales que separan las construcciones de la vía. Por lo tanto estas construcciones ya cuentan con una protección que atenuará las inmisiones de ruido provenientes de la vía.

La ZNC5 incluye edificaciones al oeste de la vía entre las calles Emancipación y Linterna. Estas edificaciones se encuentran invadiendo la faja de amortiguación y también la faja ferroviaria y por su cercanía con la vía se complejiza la implementación de barreras acústicas. Esto mismo sucede con la edificación que se encuentra al este de la vía en la ZNC6, que a su vez se encuentran por debajo del nivel de la vía, complejizando más aún, la implementación de barreras.

Sumado a lo antes expuesto, se tiene que las viviendas incluidas en las ZNC5 y ZNC6 son construcciones anexas a las viviendas principales de los padrones, y particularmente, la ZNC6 corresponde a fondo de padrón. Esto último implica un obstáculo para realizar el monitoreo acústico durante la operación. Por lo tanto, como medida de mitigación se propone incluir al monitoreo acústico operacional, como punto representativo de estas zonas, el ubicado al final de la calle Linterna próximo a la vía, cuya ubicación se indica en la Figura abajo, y se denomina ZNC5-PM.



Monitoreo Operacional Propuesto para ZNC5

Se destaca que, en el caso del conjunto de viviendas al oeste de la vía (ZNC5), las mismas se encuentran separadas de la vía por muro existente o por paredes laterales de las propias construcciones que proporcionan una protección a la exposición de ruido.

En caso que el Monitoreo Operacional, evidencie aportes de ruido no admisibles por la circulación de los trenes, se analizará la viabilidad de implementar una barrera acústica adyacente a las construcciones afectadas. En caso que la implementación de una barrera acústica no sea viable o no resulte suficiente para atenuar a niveles admisibles el aporte acústico por la circulación de los trenes, se deberá acordar con los residentes afectados, el acondicionamiento y mejora acústica de las construcciones.

Progresiva 5+830 y 6+120 (entre 50 m al sur de Cno Gral Hornos y Av. Carlos María de Pena)

Ambiente Tipo: Urbano

Zonas GESTA Ruido presentes:

Ambos márgenes: ii Urbana poco ruidosa, objetivo de calidad acústica:

Diurno: 70 dBA

Nocturno: 60 dBA

Ambientes de línea de base presentes: U4C viviendas frentistas a la vía a menos de 25 m

Zonas de No Cumplimiento: No se registran

Ambiente Acústico	Ruido de Base (dBA)		Margen	Aporte máx. admisible de Proyecto (dBA)	
	Diurno	Nocturno		Diurno	Nocturno
U4C	64	54	Ambos	69	59

Aporte máximo admisible de proyecto entre las progresivas 5+830 y 6+120

Diurno

No se registran aportes del proyecto que supere el máximo admisible para las condiciones de este tramo. Por lo tanto no se registran zonas de no cumplimiento para período diurno entre las progresivas 5+830 y 6+120 (entre 50 m al sur de Con Gral Hornos y Av. Carlos María de Pena).

Nocturno

No se registran aportes del proyecto que supere el máximo admisible para las condiciones de este tramo. Por lo tanto no se registran zonas de no cumplimiento para período nocturno entre las progresivas 5+830 y 6+120 (entre 50 m al sur de Cno Gral Hornos y Av. Carlos María de Pena).

Progresiva 6+120 y 6+460 (entre Av. Carlos María de Pena y Av. Islas Canarias)

Ambiente Tipo: Urbano

Zonas GESTA Ruido presentes:

Ambos márgenes: i Urbana levemente ruidosa, objetivo de calidad acústica:

Diurno: 65 dBA

Nocturno: 55 dBA

Ambientes de línea de base presentes: U4C viviendas frentistas a la vía a menos de 25 m

Zonas de No Cumplimiento: ZNC7 – margen este

Ambiente Acústico	Ruido de Base (dBA)		Margen	Aporte máx. admisible de Proyecto (dBA)	
	Diurno	Nocturno		Diurno	Nocturno
U4C	64*	54*	Ambos	62	51

* supera objetivo de calidad acústica menos 2 dBA

Aporte máximo admisible de proyecto entre progresivas 6+120 y 6+460

Diurno

No se registran aportes del proyecto que supere el máximo admisible para las condiciones de este tramo. Por lo tanto no se registran zonas de no cumplimiento para período diurno entre las progresivas 6+120 y 6+460 (entre Av. Carlos María de Pena y Av. Islas Canarias).

Nocturno

En la Figura siguiente, se presenta el tramo en cuestión, indicando la faja de amortiguación (trazo amarillo), contornos de las edificaciones existentes y la isófona de aporte máximo admisible de 51 dBA (curva roja). Además también se incluyen las isófonas de aporte del proyecto de 55 y 60 dBA, las cuales indican las zonas de incumplimiento del límite de referencia en 2 y 5 dBA respectivamente. Cabe destacar que el límite de referencia para las condiciones del tramo es de 56

dBA, por lo tanto, si al aporte del proyecto se le adiciona el ruido base (54 dBA) se obtienen las superaciones antes indicadas.



Aporte máximo admisible de 51 dBA (rojo) e isófonas de aporte de 55 y 60 dBA, para periodo nocturno entre progresivas 6+120 y 6+460

Se observa que en general para este tramo, sobre los límites de la faja de amortiguación, se tiene una superación del límite de inmisión en aproximadamente 2 dBA.

Se observa que en todo el tramo sobre el margen este, las construcciones están interceptando la isófona de máximo aporte admisible, con los máximos aportes en la zona inmediatamente al norte de Av. Carlos María de Pena, donde se registran niveles de superación del límite en el entorno de los 5 dBA. Por lo tanto, para esta zona se implementará la medida de mitigación por barrera acústica según las características que se indican en la Tabla siguiente, mientras que en la Figura se presentan los resultados del modelo para el aporte de ruido del proyecto considerando la barrera acústica.

Id	INICIO		FIN		Long. (m)	Margen	Altura (m)
	X_UTM	Y_UTM	X_UTM	Y_UTM			
BA3	571622	6143452	571599	6143772	320	Este	3

Barreras acústicas ZNC7



Figura 5-15: Curva isófona de aporte del proyecto sobre margen este con Barrera Acústica (BA3), para período nocturno entre progresivas 6+120 y 6+460

Curva isófona de aporte del Proyecto sobre margen este con barrera acústica (BA3), para periodo nocturno entre progresivas 6+120 y 6+460.

Se observa que los resultados de la modelación para el escenario con Barrera Acústica, reduce los niveles de ruido aportados por el proyecto a valores admisibles en todo el tramo considerado.

Progresiva 6+460 y 7+000 (entre Av. Islas Canarias y María Orticochea)

- Ambiente Tipo: Urbano
- Zonas GESTA Ruido presentes:
- Ambos márgenes: iii Urbana ruidosa, objetivo de calidad acústica:
- Diurno: 75 dBA
- Nocturno: 65 dBA
- Ambientes de línea de base presentes: U4C viviendas frentistas a la vía a menos de 25 m
- Zonas de No Cumplimiento: No se registran

Ambiente Acústico	Ruido de Base (dBA)		Margen	Aporte máx. admisible de Proyecto (dBA)	
	Diurno	Nocturno		Diurno	Nocturno
U4C	64	54	Ambos	75	65

Aporte máximo admisible de proyecto entre progresivas 6+460 y 7+000

Diurno

No se registran aportes del proyecto que supere el máximo admisible para las condiciones de este tramo. Por lo tanto no se registran zonas de no cumplimiento para período diurno entre las progresivas 6+460 y 7+000 (entre Av. Islas Canarias y María Orticochea).

Nocturno

No se registran aportes del proyecto que supere el máximo admisible para las condiciones de este tramo. Por lo tanto no se registran zonas de no cumplimiento para período nocturno entre las progresivas 6+460 y 7+000 (entre Av. Islas Canarias y María Orticochea).

Progresiva 7+000 y 8+200 (entre María Orticochea y Danubio)

Ambiente Tipo: Urbano

Zonas GESTA Ruido presentes:

Ambos márgenes: ii Urbana poco ruidosa, objetivo de calidad acústica:

Diurno: 70 dBA

Nocturno: 60 dBA

Ambientes de línea de base presentes: U4B pasaje vehicular elevado

U4C viviendas frentistas a la vía a menos de 25 m

Zonas de No Cumplimiento: No se registran

Ambiente Acústico	Ruido de Base (dBA)		Margen	Aporte máx. admisible de Proyecto (dBA)	
	Diurno	Nocturno		Diurno	Nocturno
U4B	76*	59*	Ambos	73	57
U4C	64	54	Ambos	69	59

* supera objetivo de calidad acústica menos 2 dBA

Aporte máximo admisible de proyecto entre progresivas 7+000 y 8+200

Diurno

No se registran aportes del proyecto que supere los máximos admisibles para las condiciones de este tramo. Por lo tanto no se registran zonas de no cumplimiento para período diurno entre las progresivas 7+000 y 8+200 (entre María Orticochea y Danubio).

Nocturno

En la Figura siguiente se presenta el tramo en cuestión, incluyendo la faja de amortiguación (línea amarilla), los contornos de las edificaciones y las curvas isófonas que representan los máximos admisibles de aporte del proyecto para el ambiente acústico U4B y U4C, siendo éstas la isófono de 57 y 59 dBA respectivamente.



Curvas isófonas de aporte máximo admisible para ambiente U4B (rojo) y U4C (celeste), para periodo nocturno entre progresivas 7+000 y 8+200

Se observa que los límites de la zona de no cumplimiento no se extienden por fuera de la faja de amortiguación, por lo tanto no se registran zonas de no cumplimiento para período nocturno entre las progresivas 7+000 y 8+200 (entre María Orticochea y Danubio).

TRAMO 2: SAYAGO – PROGRESO

Al igual que en el tramo 1, este tramo cuenta con la mayor frecuencia de trenes dado que circularán trenes de carga y pasajeros.

Se encuentra categorizado por 5 ambientes acústicos para la línea de base (U4A, U4B, U4C, U4D y U4E). A su vez, se pueden distinguir zonas urbanas del tipo poco ruidosas (i), levemente ruidosas (ii) y ruidosas (iii) para las cuales los objetivos acústicos varían según cada caso. Por lo tanto, para las zonas cercanas a la traza, se analizará el cumplimiento de los límites en función de una clasificación en zonas urbanas tipo i, ii y iii.

Progresiva 8+200 y 8+400 (entre Danubio y Bv. Batlle y Ordoñez)

Ambiente Tipo: Urbano

Rev.11/03/19

Zonas GESTA Ruido presentes:

Ambos márgenes: i Urbana levemente ruidosa, objetivo de calidad acústica:

Diurno: 65 dBA

Nocturno: 55 dBA

Ambientes de línea de base presentes: U4C viviendas frentistas a la vía a menos de 25 m

Zonas de No Cumplimiento: ZNC8 margen este

ZNC9 margen oeste

Ambiente Acústico	Ruido de Base (dBA)		Margen	Aporte máx. admisible de Proyecto (dBA)	
	Diurno	Nocturno		Diurno	Nocturno
U4C	64*	54*	Ambos	62	51

* supera objetivo de calidad acústica menos 2 dBA

Aporte máximo admisible de proyecto entre progresivas 8+200 y 8+400

Diurno

No se registran aportes del proyecto que supere el máximo admisible para las condiciones de este tramo. Por lo tanto no se registran zonas de no cumplimiento para período diurno entre las progresivas 8+200 y 8+400 (entre Danubio y Bv. Batlle y Ordoñez).

Nocturno

En la Figura siguiente se presenta el tramo en cuestión, incluyendo la faja de amortiguación (línea amarilla), los contornos de las edificaciones y la curva isófona que representa el máximo admisible de aporte del proyecto, siendo ésta la isófona de 51 dBA.

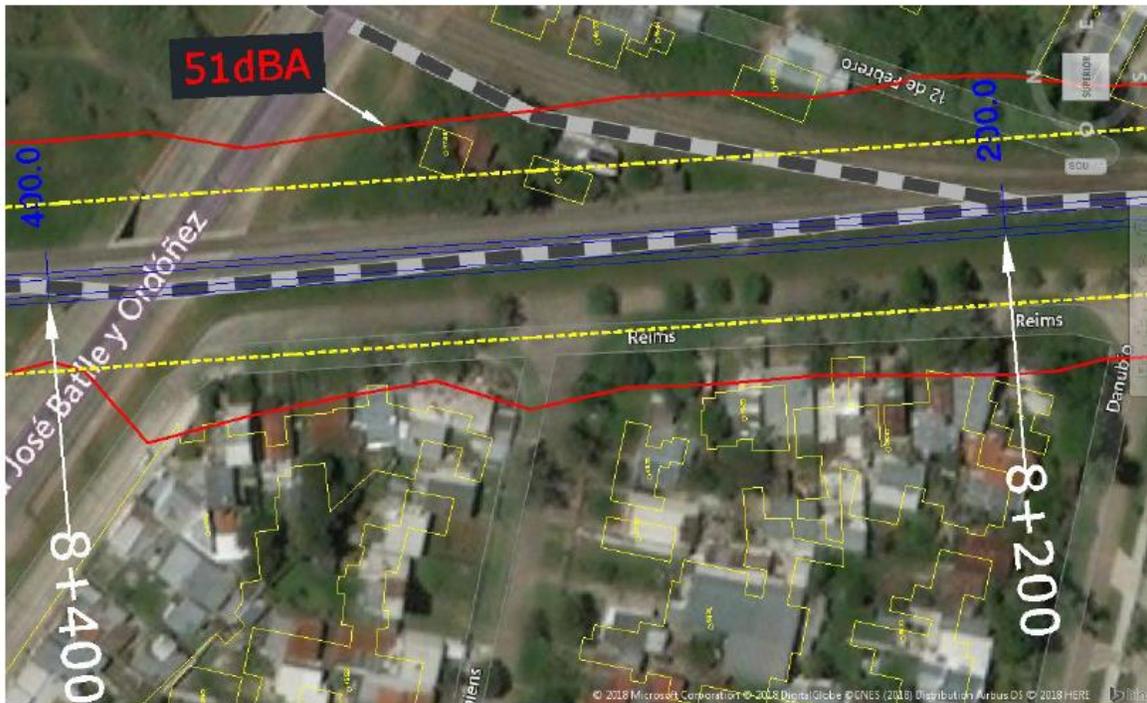


Figura 5-17: Aporte máximo admisible de 51 dBA (rojo) para período nocturno entre progresivas 8+200 y 8+400

Aporte máximo admisible de 51 dBA (rojo) para periodo nocturno entre progresivas 8+200 y 8+400

Se observa que a diferencia de los tramos precedentes, en este caso las edificaciones se encuentran más retiradas de la vía. El nivel de aporte que limita la zona de no cumplimiento para este tramo, intercepta algunas edificaciones existentes pero sin embargo no se obtienen superaciones del límite que justifiquen la implementación de barreras acústicas o la consideración de un punto de monitoreo operacional.

Progresiva 8+400 y 10+700 (Bv. Batlle y Ordoñez y Cno Hudson)

Ambiente Tipo: Urbano

Zonas GESTA Ruido presentes:

Oeste: ii Urbana poco ruidosa, objetivo de calidad acústica:

Diurno: 70 dBA

Nocturno: 60 dBA

Este: i Urbana levemente ruidosa, objetivo de calidad acústica:

Diurno: 65 dBA

Nocturno: 55 dBA

Ambientes de línea de base presentes: U4C viviendas frentistas a la vía a menos de 25 m

Zonas de No Cumplimiento: ZNC10 margen este

ZNC11 margen este

Ambiente Acústico	Ruido de Base (dBA)		Margen	Aporte máx. admisible de Proyecto (dBA)	
	Diurno	Nocturno		Diurno	Nocturno
U4C	64	54	Oeste	69	59
	64*	54*	Este	62	51

* supera objetivo de calidad acústica menos 2 dBA

Aporte máximo admisible de proyecto entre las progresivas 8+400 y 10+700

Diurno

No se registran aportes del proyecto que superen los máximos admisibles para las condiciones de este tramo. Por lo tanto no se registran zonas de no cumplimiento para período diurno entre las progresivas 8+400 y 10+700 (entre Bv. Batlle y Ordoñez y Cno Hudson).

Nocturno

En la Figura siguiente se presenta el tramo en cuestión, indicando las curvas isófonas de máximo aporte admisible para el margen este de 51 dBA y margen oeste de 59 dBA. Se destaca que para el margen oeste se asume la influencia de Av. Garzón al considerarse como zona urbana poco ruidosa.



Aporte máximo admisible de 51 dBA (rojo) para margen este y de 59 dBA (celeste) para margen oeste, periodo nocturno entre progresivas 8+400 y 10+700

Para margen oeste no se registran zonas de no cumplimiento dado que la isófona 59 dBA de aporte del proyecto se encuentra confinada en el área definida como faja de amortiguación.

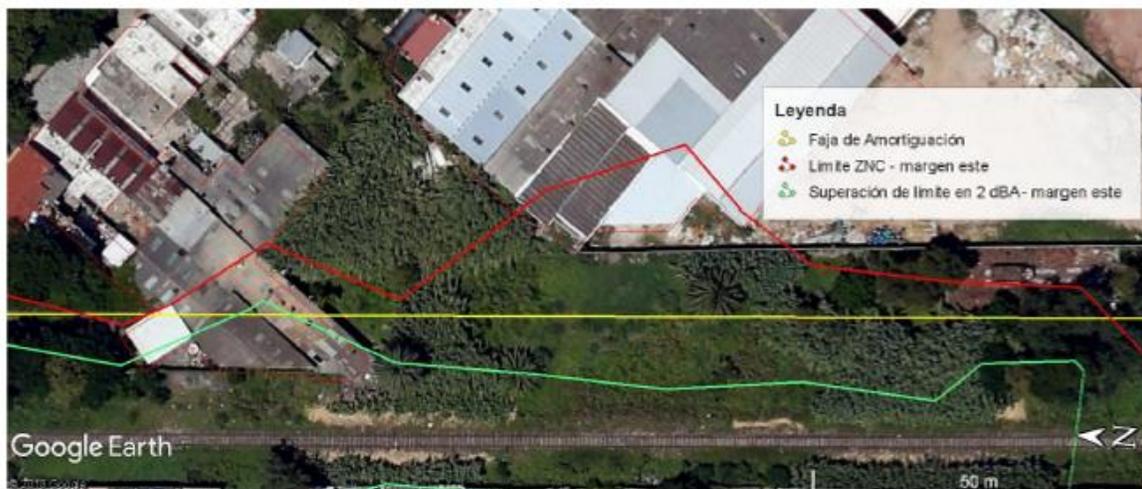
Sobre el margen este, se identifican dos zonas de no cumplimiento, donde la isófona de 51 dBA intercepta algunas edificaciones por fuera de la faja de

amortiguación. Estas zonas son; ZNC10 ubicada sobre Camino Máximo Santos entre la progresiva 8+800 y 8+950 (ver Figura), y ZNC11 ubicada a unos 120 m al sur de Camino Casavalle sobre progresiva 10+000 (ver Figura).



Zona de no cumplimiento ZNC10 y punto de monitoreo operacional propuesto

Se observa que en la ZNC10 (margen este de la vía), el límite intercepta 3 edificaciones por fuera de la faja de amortiguación. La edificación más al sur se encuentra invadiendo la faja de amortiguación, por lo tanto se propone incluir al monitoreo operacional de ruido el punto indicado como ZNC10-PM en la Figura anterior.



Zona de no cumplimiento ZNC11

Se observa que la ZNC11 intercepta edificaciones de galpones ubicados fuera de la faja de amortiguación. Si del monitoreo operacional en ZNC10-PM, se desprende la existencia de niveles de presión sonora inadmisibles adjudicados a la circulación de los trenes, se deberá acordar con los propietarios de las viviendas afectadas, la implementación de una barrera acústica sobre los límites del predio en cuestión

Rev.11/03/19

como medida de mitigación. También puede considerarse como alternativa la medida de compensación de acondicionamiento de la construcción mejorando la calidad de los materiales y su aislación acústica.

Progresiva 10+700 y 11+050 (entre Cno Hudson y Cno Besnes e Irigoyen)

Ambiente Tipo: Urbano

Zonas GESTA Ruido presentes:

Ambos márgenes: ii Urbana poco ruidosa, objetivo de calidad acústica:

Diurno: 70 dBA

Nocturno: 60 dBA

Ambientes de línea de base presentes: U4C viviendas frentistas a la vía a menos de 25 m

Zonas de No Cumplimiento: No se registran

Tabla 5-20: Aporte máximo admisible de proyecto entre progresivas 10+700 y 11+050

Ambiente Acústico	Ruido de Base (dBA)		Margen	Aporte máx. admisible de Proyecto (dBA)	
	Diurno	Nocturno		Diurno	Nocturno
U4C	64	54	Ambos	69	59

Aporte máximo admisible de proyecto entre progresivas 10+700 y 11+050

Diurno

No se registran aportes del proyecto que supere el máximo admisible para las condiciones de este tramo. Por lo tanto no se registran zonas de no cumplimiento para período diurno entre las progresivas 10+700 y 11+050 (entre Cno Hudson y Cno Besnes y Irigoyen).

Nocturno

No se registran aportes del proyecto que supere el máximo admisible para las condiciones de este tramo. Por lo tanto no se registran zonas de no cumplimiento para período nocturno entre las progresivas 10+700 y 11+050 (entre Cno Hudson y Cno Besnes y Irigoyen).

Progresiva 11+050 y 11+670 (entre Cno Besnes e Irigoyen y Cno Colman)

Ambiente Tipo: Urbano

Zonas GESTA Ruido presentes:

Oeste: ii Urbana poco ruidosa, objetivo de calidad acústica:

Diurno: 70 dBA

Nocturno: 60 dBA

Este: i Urbana levemente ruidosa, objetivo de calidad acústica:

Diurno: 65 dBA

Nocturno: 55 dBA

Ambientes de línea de base presentes: U4C viviendas frentistas a la vía a menos de 25 m

Zonas de No Cumplimiento: No se registran

Ambiente Acústico	Ruido de Base (dBA)		Margen	Aporte máx. admisible de Proyecto (dBA)	
	Diurno	Nocturno		Diurno	Nocturno
U4C	64	54	Oeste	69	59
	64*	54*	Este	62	51

* supera objetivo de calidad acústica menos 2 dBA

Aporte máximo admisible entre progresivas 11+050 y 11+670

Diurno

No se registran aportes del proyecto que superen los máximos admisibles para las condiciones de este tramo. Por lo tanto no se registran zonas de no cumplimiento para período diurno entre las progresivas 11+050 y 11+670 (entre Cno Besnes y Irigoyen y Cno Colman).

Nocturno

En la Figura siguiente se presenta la situación para el tramo en cuestión. Las isófonas de 51 dBA y 59 dBA, indican los límites de cumplimiento para el margen este y oeste respectivamente.



Aprte máximo adminisible de 51 dBA (rojo) para margen este y de 59 dBA (celeste) para margen oeste, periodo nocturno entre progresivas 11+050 y 11+670

Sobre margen oeste no se registran zonas de no cumplimiento, mientras que para el margen este el límite de cumplimiento se encuentra cercana a la faja de amortiguación, sin embargo se destaca la zona entre Cno Besnes e Irigoyen y Cno José Duran, donde existen varias edificaciones muy cercanas a la vía, pero éstas se encuentran sobre padrones previstos en las expropiaciones.

Progresiva 11+670 y 12+100 (entre Cno Colman y Carlos A. López)

Ambiente Tipo: Urbano

Zonas GESTA Ruido presentes:

Oeste: ii Urbana poco ruidosa, objetivo de calidad acústica:

Diurno: 70 dBA

Nocturno: 60 dBA

Este: iii Urbana ruidosa, objetivo de calidad acústica:

Diurno: 75 dBA

Nocturno: 65 dBA

Ambientes de línea de base presentes: U4C viviendas frentistas a la vía a menos de 25 m

Zonas de No Cumplimiento: No se registran

Ambiente Acústico	Ruido de Base (dBA)		Margen	Aporte máx. admisible de Proyecto (dBA)	
	Diurno	Nocturno		Diurno	Nocturno
U4C	64	54	Oeste	69	59
			Este	75	65

Aporte máximo admisible de proyecto entre progresivas 11+670 y 12+100

Diurno

No se registran aportes del proyecto que superen los máximos admisibles para las condiciones de este tramo. Por lo tanto no se registran zonas de no cumplimiento para período diurno entre las progresivas 11+670 y 12+100 (entre Cno Colman y Carlos A. López).

Nocturno

No se registran aportes del proyecto que superen los máximos admisibles para las condiciones de este tramo. Por lo tanto no se registran zonas de no cumplimiento para período nocturno entre las progresivas 11+670 y 12+100 (entre Cno Colman y Carlos A. López).

Progresiva 12+100 y 12+600 (entre Carlos A. López y Cno Tupá)

Ambiente Tipo: Urbano

Zonas GESTA Ruido presentes:

Ambos márgenes: i Urbana levemente ruidosa, objetivo de calidad acústica:

Diurno: 65 dBA

Nocturno: 55 dBA

Ambientes de línea de base presentes: U4C viviendas frentistas a la vía a menos

de 25 m

Zonas de No Cumplimiento: No se registran

Ambiente Acústico	Ruido de Base (dBA)		Margen	Aporte máx. admisible de Proyecto (dBA)	
	Diurno	Nocturno		Diurno	Nocturno
U4C	64*	54*	Ambas	62	51

* supera objetivo de calidad acústica menos 2 dBA

Ambiente Acústico	Ruido de Base (dBA)		Margen	Aporte máx. admisible de Proyecto (dBA)	
	Diurno	Nocturno		Diurno	Nocturno
U4C	64	54	Ambas	69	59

Aporte máximo admisible de proyecto entre progresivas 12+600 y 13+200

Diurno

No se registran aportes del proyecto que superen el máximo admisible para las condiciones de este tramo. Por lo tanto no se registran zonas de no cumplimiento para período diurno entre las progresivas 12+600 y 13+200 (entre Cno Tupá y Ruta 102).

Nocturno

No se registran aportes del proyecto que superen el máximo admisible para las condiciones de este tramo. Por lo tanto no se registran zonas de no cumplimiento para período nocturno entre las progresivas 12+600 y 13+200 (entre Cno Tupá y Ruta 102).

Progresiva 13+200 y 13+620 (entre Ruta 102 y Bernardo Etchevarne)

Ambiente Tipo: Urbano

Zonas GESTA Ruido presentes:

Oeste: ii Urbana poco ruidosa, objetivo de calidad acústica:

Diurno: 70 dBA

Nocturno: 60 dBA

Este: ii Urbana levemente ruidosa, objetivo de calidad acústica:

Diurno: 65 dBA

Nocturno: 55 dBA

Ambientes de línea de base presentes: U4C viviendas frentistas a la vía a menos de 25 m

Zonas de No Cumplimiento: No se registran

Ambiente Acústico	Ruido de Base (dBA)		Margen	Aporte máx. admisible de Proyecto (dBA)	
	Diurno	Nocturno		Diurno	Nocturno
U4C	64	54	Oeste	69	59
	64*	54*	Este	62	51

* supera objetivo de calidad acústica menos 2 dBA

Aporte máximo admisible de proyecto entre progresivas 13+200 y 13+620

Diurno

No se registran aportes del proyecto que superen los máximos admisibles para las condiciones de este tramo. Por lo tanto no se registran zonas de no cumplimiento para período diurno entre las progresivas 13+200 y 13+620 (entre Ruta 102 y Bernardo Etchevarne).

Nocturno

No se registran aportes del proyecto que superen los máximos admisibles para las condiciones de este tramo. Por lo tanto no se registran zonas de no cumplimiento para período nocturno entre las progresivas 13+200 y 13+620 (entre Ruta 102 y Bernardo Etchevarne).

Progresiva 13+620 y 14+270 (entre Bernardo Etchevarne y Cno a la Cuchilla Pereira)

Ambiente Tipo: Urbano

Zonas GESTA Ruido presentes:

Ambos márgenes: ii Urbana levemente ruidosa, objetivo de calidad acústica:

Diurno: 65 dBA

Nocturno: 55 dBA

Ambientes de línea de base presentes: U4C viviendas frentistas a la vía a menos de 25 m

Zonas de No Cumplimiento: No se registran

Ambiente Acústico	Ruido de Base (dBA)		Margen	Aporte máx. admisible de Proyecto (dBA)	
	Diurno	Nocturno		Diurno	Nocturno
U4C	64*	54*	Ambos	62	51

* supera objetivo de calidad acústica menos 2 dBA

Aporte máximo admisible de proyecto entre progresiva 13+620 y 14+270

Diurno

No se registran aportes del proyecto que superen el máximo admisible para las condiciones de este tramo. Por lo tanto no se registran zonas de no cumplimiento para período diurno entre las progresivas 13+620 y 14+270 (entre Bernardo Etchevarne y Cno a la Cuchilla Pereira).

Nocturno

No se registran aportes del proyecto que superen el máximo admisible para las condiciones de este tramo. Por lo tanto no se registran zonas de no cumplimiento para período nocturno entre las progresivas 13+620 y 14+270 (entre Bernardo Etchevarne y Cno a la Cuchilla Pereira).

Progresiva 14+270 y 14+800 (entre Cno a la Cuchilla Pereira y Con Abrevadero)

Ambiente Tipo: Urbano

Zonas GESTA Ruido presentes:

Oeste: ii Urbana poco ruidosa, objetivo de calidad acústica:

Diurno: 70 dBA

Nocturno: 60 dBA

Este: iii Urbana ruidosa, objetivo de calidad acústica:

Diurno: 75 dBA

Nocturno: 65 dBA

Ambientes de línea de base presentes: U4C viviendas frentistas a la vía a menos de 25 m

Zonas de No Cumplimiento: No se registran

Ambiente Acústico	Ruido de Base (dBA)		Margen	Aporte máx. admisible de Proyecto (dBA)	
	Diurno	Nocturno		Diurno	Nocturno
U4C	64	54	Oeste	69	59
			Este	75	65

Aporte máximo admisible de proyecto entre progresivas 14+270 y 14+800

Diurno

No se registran aportes del proyecto que superen los máximos admisibles para las condiciones de este tramo. Por lo tanto no se registran zonas de no cumplimiento para período diurno entre las progresivas 14+270 y 14+800 (entre Cno a la Cuchilla Pereira y Cno Abrevadero).

Nocturno

No se registran aportes del proyecto que superen los máximos admisibles para las condiciones de este tramo. Por lo tanto no se registran zonas de no cumplimiento para período nocturno entre las progresivas 14+270 y 14+800 (entre Cno a la Cuchilla Pereira y Cno Abrevadero).

Progresiva 14+800 y 15+580 (entre Cno Abrevadero y Ramón Álvarez)

Ambiente Tipo: Urbano

Zonas GESTA Ruido presentes:

Ambos márgenes: i Urbana levemente ruidosa, objetivo de calidad acústica:

Diurno: 65 dBA

Nocturno: 55 dBA

Ambientes de línea de base presentes: U4C viviendas frentistas a la vía a menos de 25 m

Zonas de No Cumplimiento:

ZNC12 margen este

ZNC13 margen oeste

Ambiente Acústico	Ruido de Base (dBA)		Margen	Aporte máx. admisible de Proyecto (dBA)	
	Diurno	Nocturno		Diurno	Nocturno
U4C	64*	54*	Ambos	62	51

* supera objetivo de calidad acústica menos 2 dBA

Aporte máximo admisible de proyecto entre progresivas 14+800 y 15+580

Diurno

No se registran aportes del proyecto que superen el máximo admisible para las condiciones de este tramo. Por lo tanto no se registran zonas de no cumplimiento para período diurno entre las progresivas 14+800 y 15+580 (entre Cno Abrevadero y Ramón Álvarez).

Nocturno

En la Figura siguiente se presenta la situación del tramo en cuestión, donde se aprecia que la curva isófona que limita la zona de cumplimiento, alcanza zonas exteriores a la faja ferroviaria interceptando varias edificaciones a ambos márgenes de la vía. Sin embargo en ningún caso se observan aportes que indiquen sobre pasamiento del límite de más de 2 dBA, siendo los puntos de máximo aporte los indicados en la Figura como ZNC12 y ZNC13. Se deja constancia que la ZNC13 está ubicada en el Departamento de Canelones por lo que no aplica al alcance de este documento, se incluyó la misma por el formato de análisis en "tramos" desarrollado para el Proyecto.

Se propone incluir como punto de monitoreo operacional el ubicado sobre la calle Ramón Álvarez al oeste de la vía, el cual se denomina como ZNC13-PM.

En caso que el Monitoreo Operacional, evidencie aportes de ruido no admisibles por la circulación de los trenes, se analizará la viabilidad de implementar una barrera acústica adyacente a las construcciones afectadas. En caso que la implementación de una barrera acústica no sea viable o no resulte suficiente para atenuar a niveles admisibles el aporte acústico por la circulación de los trenes, se deberá acordar con los residentes afectados, el acondicionamiento y mejora acústica de las construcciones.



Aporte máximo admisible de 51 dBA, período nocturno entre progresivas 14+800 y 15+580

RECEPTORES SENSIBLES

Como receptores sensibles se entienden aquellos edificios relacionados con centros educativos o de salud. A partir de información disponible en el Geoservicio web del MIDES, se ubicaron en el modelo acústico todos los servicios existentes a menos de 1 km de la vía. De esta manera se obtiene el aporte de ruido por la circulación de los trenes, sobre cada receptor sensible.

Cabe destacar que, aquellos centros educativos o centros de salud que se encuentren ubicados a menos de 150 m de la traza, quedan incluidos en el análisis realizado en la sección anterior, ya que el contorno de su edificación está relevado

por el vuelo LIDAR y por lo tanto se encuentra incluido como edificación en el modelo. Se recuerdan los límites de inmisión establecidos para escuelas, liceos y bibliotecas en 50 dBA para período diurno, sin referencia para período nocturno y para centros de salud de 50 dBA en ambos períodos.

A continuación se presentan la lista de los receptores sensibles más cercanos a la vía para cada tramo, incluyendo el aporte de ruido en fachada obtenido del modelo acústico.

Tramo 1) Montevideo - Sayago

<i>Nombre</i>	ID	LAeq,día	LAeq,noche
<i>ESCUELA PREVENCIÓNISTA EN SEGURIDAD INDUSTRIAL</i>	Educa_01	3	29
<i>LOS LOCOS BAJITOS SUTEL</i>	Educa_02	22	21
<i>CFE</i>	Educa_03	-	-
<i>GUAPITOS</i>	Educa_04	23	22
<i>LICEO MONTEVIDEO N 75</i>	Educa_05	-	-
<i>ESCUELA TECNICA PASO MOLINO</i>	Educa_06	24	23
<i>LICEO MONTEVIDEO N71</i>	Educa_07	31	30
<i>CEIP</i>	Educa_08	31	30
<i>CEIP</i>	Educa_09	-	-
<i>N 52 REPUBLICA DOMINICANA</i>	Educa_10	24	23
<i>CENTRO DE EDUCACIÓN INICIAL COOPERATIVA LA ESCUELITA</i>	Educa_211	55	53
<i>LICEO 23</i>	Educa_212	56	54
<i>CENTRO DE SALUD SAYAGO</i>	Salud_01	37	36

Aporte de ruido sobre receptores sensibles tramo 1

A continuación se analizan la situación de los tres receptores sensibles de mayor nivel de aporte registrados.

El Centro de Salud Sayago se ubica a poco más de 100 m de la vía, por lo tanto le corresponde el ambiente acústico de línea de base urbano U4E, para el cual el ruido de base es de 64 y 45 dBA para período diurno y nocturno respectivamente. Para estos niveles de ruido base, los límites de inmisión son de 66 dBA para diurno (línea de base + 2 dBA) y 50 dBA nocturno. El ruido futuro en el receptor se estima en 64 dBA diurno y 46 dBA nocturno, por lo tanto verifica el límite en ambos casos.

Los receptores del Centro de Educación Inicial Cooperativa la Escuelita y el Liceo 23, se encuentran en el ambiente acústico de línea de base U4C ya que se ubican a menos de 25 m de la vía, por lo tanto les corresponde un ruido de base de 64 dBA para período diurno. No se considera el período nocturno ya que no se adopta

Rev.11/03/19

límite de inmisión. Con estos niveles de ruido base, el límite de inmisión es de 66 dBA diurno, mientras que el ruido futuro estimado para período diurno es de 65 dBA para ambos receptores, por lo cual verifican el límite diurno.

Tramo 2) Sayago – Progreso

<i>Nombre</i>	<i>ID</i>	<i>LAeq,día</i>	<i>LAeq,noche</i>
<i>CENTRO EDUCATIVO GARABATO</i>	Educa_11	24	19
<i>CEADI. (CENTRO EDUCATIVO DE ATENCION AL DESARROLLO INFANTIL)</i>	Educa_12	26	21
<i>BLANCANIEVES</i>	Educa_13	20	15
<i>PETIT JARDÍN</i>	Educa_14	23	18
<i>JARDÍN MI MATERNALITO</i>	Educa_15	16	11
<i>GURISITOS</i>	Educa_16	13	8
<i>N331 MTRO. DANIEL ALBERTO FERNANDEZ COBELLI</i>	Educa_17	18	13
<i>N 208</i>	Educa_18	17	12
<i>CENTRO RECREATIVO INFANTIL OLIMPIA</i>	Educa_19	18	13
<i>PEQUEÑITOS</i>	Educa_20	25	20
<i>N185 U.N.E.S.C.O.</i>	Educa_21	11	6
<i>N 315</i>	Educa_22	13	8
<i>ESCUELA TECNICA COLON</i>	Educa_23	18	13
<i>N 199</i>	Educa_24	19	14
<i>N 224 JOSE ROGER BALET</i>	Educa_25	21	16
<i>N 107 JOSE BELLONI</i>	Educa_26	25	20
<i>CAIF</i>	Educa_27	26	21
<i>CAIF</i>	Educa_28	-	-
<i>CEIP 181</i>	Educa_29	24	19
<i>CEIP N 288</i>	Educa_30	24	19

Aporte de ruido sobre receptores sensibles tramo 2

El receptor con mayor aporte corresponde a la Policlínica Progreso, fuera del alcance del análisis en Montevideo. La misma se ubica en zona categorizada como urbana U4C, por lo que en ambos períodos el ruido base supera el límite de referencia de 50 dBA, con lo cual los límites de inmisión son 66 y 56 dBA para diurno y nocturno respectivamente. El ruido aportado por el proyecto es bajo en comparación con los niveles de ruido base, por lo tanto el ruido futuro no se ve incrementado respecto al ruido de base, por lo que se verifican los límites. Lo mismo sucede con los receptores que le siguen en niveles aporte del proyecto.

A continuación se presenta un resumen de los resultados del análisis por tramos.

Estudio de Impacto Territorial del FFCC - Montevideo

Rev.11/03/19

Tramo 1) Montevideo - Sayago					Ambientes						
Progresiva		Indicaciones			Línea Base	Zona GESTA Ruido		ZNC		Monitoreo	Barrera
Desde	Hasta	Desde	Hasta	Localidad / Dpto		Oeste	Este	Oeste	Este		
0+556	3+200	Puerto	Bvar Gral Artigas	Montevideo	U4A, U4B y U4C	Urbana poco ruidosa	Urbana ruidosa	No	No	No	No
3+200	3+600	Bvar Gral Artigas	Capurro	Montevideo	U4A	Urbana poco ruidosa	Urbana poco ruidosa	No	No	No	No
3+600	3+730	Capurro	Flangini	Montevideo	U4A	Urbana levemente ruidosa	Urbana poco ruidosa	ZNC1	No	No	BA1
3+730	4+130	Flangini	Cnel Santiago Labandera	Montevideo	U4A	Urbana poco ruidosa	Urbana poco ruidosa	No	No	No	No
4+130	4+500	Cnel Santiago Labandera	Aº Miguelete	Montevideo	U4A y U4C	Urbana poco ruidosa	Urbana levemente ruidosa	No	ZNC2	ZNC2-PM	BA2
4+500	5+120	Aº Miguelete	Pilar Costa	Montevideo	U4B y U4C	Urbana poco ruidosa	Urbana poco ruidosa	No	ZNC3	No	No

Tramo 1) Montevideo - Sayago					Ambientes						
Progresiva		Indicaciones			Línea Base	Zona GESTA Ruido		ZNC		Monitoreo	Barrera
Desde	Hasta	Desde	Hasta	Localidad / Dpto		Oeste	Este	Oeste	Este		
5+120	5+830	Pilar Costa	50 m al sur de Cno. Gral Hornos	Montevideo	U4C	Urbana levemente ruidosa	Urbana levemente ruidosa	ZNC4 / ZNC5	ZNC6	ZNC5-PM	No
5+830	6+120	50 m al sur de Cno. Gral Hornos	Av. Carlos María de Pena	Montevideo	U4C	Urbana poco ruidosa	Urbana poco ruidosa	No	No	No	No
6+120	6+460	Av. Carlos María de Pena	Av. Islas Canarias	Montevideo	U4C	Urbana levemente ruidosa	Urbana levemente ruidosa	No	ZNC7	No	BA3
6+460	7+000	Av. Islas Canarias	María Orticochea	Montevideo	U4C	Urbana ruidosa	Urbana ruidosa	No	No	No	No
7+000	8+200	María Orticochea	Danubio	Montevideo	U4B y U4C	Urbana poco ruidosa	Urbana poco ruidosa	No	No	No	No

Tramo 2) Sayago - Progreso					Ambientes						
Progresiva		Indicaciones			Línea Base	Zona GESTA Ruido		ZNC		Monitoreo	Barrera
Desde	Hasta	Desde	Hasta	Localidad / Dpto		Oeste	Este	Oeste	Este		
8+200	8+400	Danubio	Bvar. Batlle y Ordoñez	Montevideo	U4C	Urbana levemente ruidosa	Urbana levemente ruidosa	ZNC9	ZNC8	No	No

Tramo 2) Sayago – Progreso					Ambientes						
Progresiva		Indicaciones			Línea Base	Zona GESTA Ruido		ZNC		Monitoreo	Barrera
Desde	Hasta	Desde	Hasta	Localidad / Dpto		Oeste	Este	Oeste	Este		
8+400	10+700	Bvar. Batlle y Ordoñez	Cno. Hudson	Montevideo	U4C	Urbana poco ruidosa	Urbana levemente ruidosa	No	ZNC10 / ZNC11	ZNC10-PM	No
10+700	11+050	Cno. Hudson	Cno Besnes e Irigoyen	Montevideo	U4C	Urbana poco ruidosa	Urbana poco ruidosa	No	No	No	No
11+050	11+670	Cno Besnes e Irigoyen	Cno Colman	Montevideo	U4C	Urbana poco ruidosa	Urbana levemente ruidosa	No	No	No	No
11+670	12+100	Cno Colman	Carlos A. López	Montevideo	U4C	Urbana poco ruidosa	Urbana ruidosa	No	No	No	No
12+100	12+600	Carlos A. López	Cno Tupa	Montevideo	U4C	Urbana levemente ruidosa	Urbana levemente ruidosa	No	No	No	No
12+600	13+200	Cno Tupa	Ruta 102	Montevideo	U4C	Urbana poco ruidosa	Urbana poco ruidosa	No	No	No	No
13+200	13+620	Ruta 102	Bernardo Etchevarne	Montevideo	U4C	Urbana poco ruidosa	Urbana levemente ruidosa	No	No	No	No

Tramo 2) Sayago – Progreso					Ambientes						
Progresiva		Indicaciones			Línea Base	Zona GESTA Ruido		ZNC		Monitoreo	Barrera
Desde	Hasta	Desde	Hasta	Localidad / Dpto		Oeste	Este	Oeste	Este		
13+620	14+270	Bernardo Etchevarne	Cno a la Cuchilla Pereira	Montevideo	U4C	Urbana levemente ruidosa	Urbana levemente ruidosa	No	No	No	No
14+270	14+800	Cno a la Cuchilla Pereira	Cno Abrevadero	Montevideo	U4C	Urbana poco ruidosa	Urbana ruidosa	No	No	No	No
14+800	15+580	Cno Abrevadero	Ramón Álvarez	Montevideo - Las Piedras	U4C	Urbana levemente ruidosa	Urbana levemente ruidosa	ZNC13	ZNC12	ZNC13-PM	No
15+580	16+270	Ramón Álvarez	Garibaldi	Las Piedras	U4C	Urbana poco ruidosa	Urbana poco ruidosa	No	No	No	No

Resumen de datos del análisis por tramos

Evaluación del Nivel de Molestia

Complementariamente a la evaluación precedentemente expuesta, se estimará el nivel de presión sonora máximo ($L_{máx}$) que genera el pasaje del tren sobre la fachada expuesta de las viviendas ubicadas fuera de la faja de amortiguación (medida con escala de ponderación A), como indicador para evaluar el potencial nivel de molestia sobre los receptores allí ubicados.

En este caso se empleará como nivel de referencia a los fines de comparación contra el $L_{máx}$ los valores de la Tabla siguiente, los cuales están basados en los límites propuestos por el Real Decreto 1367/2007.

Tipología de ambiente	Nivel presión sonora máximo, $L_{m\acute{a}x}$ (dBA)
Comercial e industrial urbano	90
Urbano residencial	85
Rural	80

Nivel de referencia para L_{max}

Para estimar el $L_{m\acute{a}x}$ se utiliza metodología propuesta por la Federal Transit Administration (FTA) de los Estados Unidos. Luego de estimar los $L_{m\acute{a}x}$ para la situación del pasaje de un tren de carga y un tren de pasajeros, el caso del tren de carga supera al del tren de pasajeros, por lo tanto se utilizarán como referencia los resultados obtenidos de $L_{m\acute{a}x}$ para el pasaje de un tren de carga con las siguientes características:

- Longitud de locomotora: 20,26 m
- Longitud de vagones: 15,90 m
- Cantidad de vagones: 40

A continuación se resume la metodología empleada para obtener los resultados de $L_{m\acute{a}x}$ para el caso de tren de carga. Se parte de la base de los datos de referencias para una configuración de tren dada y una distancia del receptor a la fuente de 50 pies. En la Tabla siguiente se presentan los datos de referencia.

Datos de referencia:

D_{ref} (ft) = 50

Categoría	Fuente	Hs (ft)	SEL_{ref} (dBA)	len_{ref} (ft)	S_{ref} (mph)	K
Locomotora de carga	Propulsión	10	97	90	40	10
Vagón de carga	Rueda-Riel	1	100	2000	40	20

Referencia:

Hs: Altura de la fuente sobre riel en pies

SEL_{ref} : Nivel de exposición al sonido en dBA

len_{ref} : Longitud de locomotora o vagón de referencia en pies (ft)

S_{ref} : Velocidad de circulación en millas por hora (mph)

K: coeficiente de velocidad

Datos de referencia para el cálculo de L_{max}

El nivel de exposición al sonido, SEL por su sigla en inglés, describe la exposición acumulativa de ruido del receptor a partir de un solo evento de ruido. Se

representa por la energía total de sonido con ponderación A, normalizada en un intervalo de un segundo.

Con los datos de operación que se quiere evaluar, se vuelve a calcular el SEL a la distancia de referencia de 50 ft (SEL_{50ft}), para ello se utiliza la siguiente expresión.

$$SEL_{50ft} = SEL_{ref} + 10 \log_{10} \left(\frac{len}{len_{ref}} \right) + K \log_{10} \left(\frac{S}{S_{ref}} \right)$$

Aplicando la ecuación anterior, se calcula el SEL_{50ft} para el pasaje de la locomotora (fuente de ruido la propulsión de los motores) y para el pasaje de los vagones (fuente de interacción Rueda – Riel). Para ello los parámetros a definir son el len y el S , por lo tanto, para la configuración de tren de carga adoptado, se tienen los siguientes valores:

- Locomotora: $len = 20,26 \text{ m} = 66,47 \text{ ft}$
 - Velocidad $S = 60 \text{ km/h} = 37 \text{ mph}$ $SEL_{50ft} = 95 \text{ dBA}$
 - Velocidad $S = 80 \text{ km/h} = 50 \text{ mph}$ $SEL_{50ft} = 97 \text{ dBA}$
- Vagones: $len = N \cdot len_{vagón} + len_{locomotora} = 656 \text{ m} = 2.153 \text{ ft}$
 - Velocidad $S = 60 \text{ km/h} = 37 \text{ mph}$ $SEL_{50ft} = 100 \text{ dBA}$
 - Velocidad $S = 80 \text{ km/h} = 50 \text{ mph}$ $SEL_{50ft} = 102 \text{ dBA}$

Se observa que el SEL correspondiente al pasaje de los vagones es superior al de la locomotora, sin embargo esto no significa que el $L_{máx}$ también lo sea, ya que la relación entre el SEL y el $L_{máx}$ depende de otros parámetros que se describen a continuación.

El parámetro a definir es el factor del terreno G , el cual depende del parámetro H_{eff} . Para simplificar los cálculos se considera terreno plano entre la fuente y el receptor, para lo cual el H_{eff} se define según la siguiente expresión.

$$H_{eff} = \frac{H_s + 2H_b + H_r}{2}$$

Siendo, H_s la altura de la fuente (se obtiene de Tabla 6-2), H_b altura de barrera entre la fuente y el receptor (si no existe barrera es igual a cero) y H_r altura del receptor, que en este caso se fijará en 1,7 m. Luego de calculado el H_{eff} se determina el G según la siguiente expresión.

$$\text{si } H_{eff} < 5, G = 0,66$$

$$\text{si } 5 < H_{eff} < 42, G = 0,75\left(1 - \frac{H_{eff}}{42}\right)$$

$$\text{si } H_{eff} > 42, G = 0$$

Luego de determinado el G para cada caso, se vuelve a calcular el SEL para una distancia dada D , según las siguientes expresiones.

Para fuente Rueda – Riel:

$$SEL = SEL_{50ft} - 10 \log_{10} \left(\frac{D}{50} \right) - 10G \log_{10} \left(\frac{D}{42} \right)$$

Para fuente Propulsión:

$$SEL = SEL_{50ft} - 10 \log_{10} \left(\frac{D}{50} \right) - 10G \log_{10} \left(\frac{D}{29} \right)$$

Resta calcular el $L_{m\acute{a}x}$ a partir de las ecuaciones que relacionan el mismo con el SEL antes determinado.

Para fuente Rueda – Riel:

$$L_{m\acute{a}x} = SEL - 10 \log_{10} \left(\frac{len}{S} \right) + 10 \log_{10} [2\alpha + \sin(2\alpha)] - 3,3$$

Para fuente Propulsión:

$$L_{m\acute{a}x} = SEL - 10 \log_{10} \left(\frac{len}{S} \right) - 10 \log_{10} (2\alpha) - 3,3$$

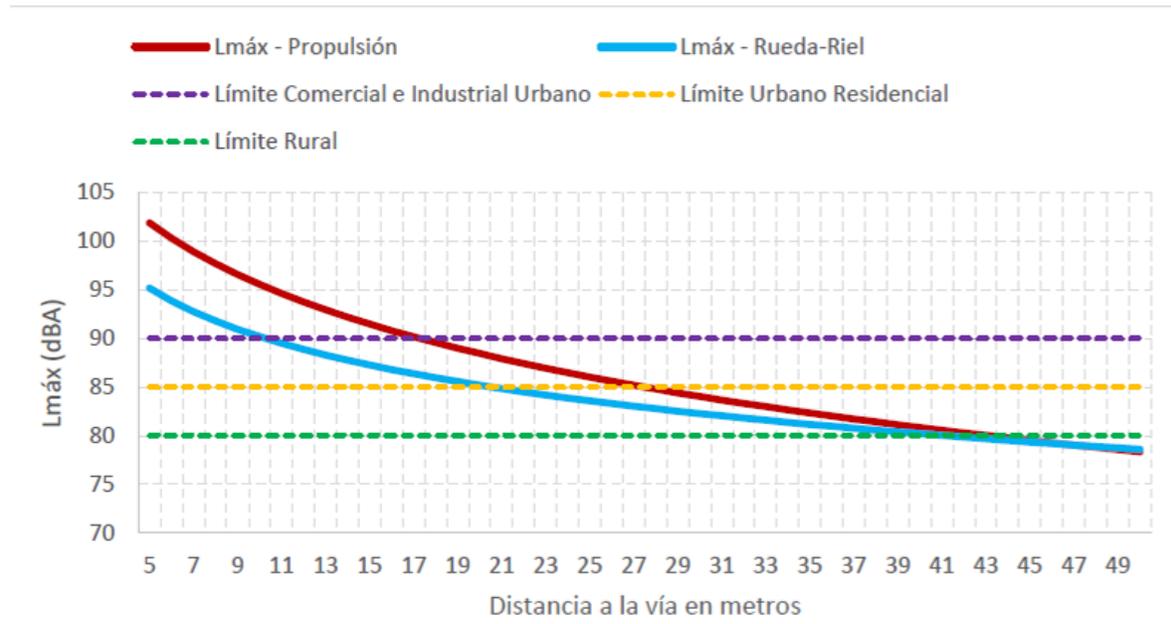
Donde

$$\alpha = \tan^{-1} \left(\frac{len}{2D} \right)$$

Fuente Rueda – Riel: len = longitud total del tren

Fuente Propulsión: len = longitud de locomotora

Aplicando la metodología antes expuesta, se estiman los valores de $L_{m\acute{a}x}$ para distintas distancias correspondientes a la locomotora (propulsión) y a la interacción entre las ruedas y rieles. En la Figura siguiente se presentan los resultados incluyendo los límites de referencia para el caso de velocidad de circulación de los trenes a 80 km/h.

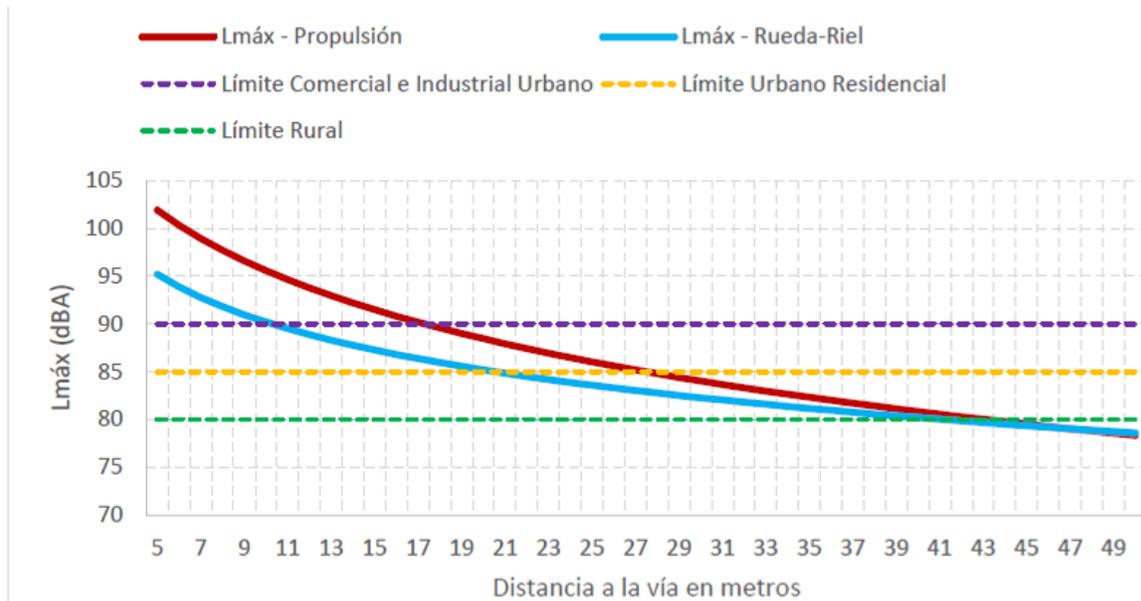


$L_{m\acute{a}x}$ vs Distancia – velocidad 80 km/h

Se observa que hasta los 50 m de distancia, el $L_{m\acute{a}x}$ obtenido para la fuente de Propulsión es superior que el estimado para la fuente de Rueda – Riel.

Aproximadamente a más de 40 m de la vía, en ambos casos el $L_{m\acute{a}x}$ es inferior a 80 dBA, verificando así el límite de referencia más conservador que corresponde al límite Rural.

En la Figura siguiente se presentan los resultados de $L_{m\acute{a}x}$ para velocidad de pasaje del tren de 60 km/h.



L_{máx} vs Distancia – velocidad 60 km/h

El proyecto se puede dividir en dos grandes tramos en función de la velocidad de circulación de los trenes, siendo el primero Montevideo – Progreso para velocidad de 60 km/h, y para el resto de Progreso a Paso de los Toros la velocidad es de 80 km/h.

En la Tabla siguiente se presentan las distancias a partir de las cuales se verifican los límites de referencia de *L_{máx}* según tramo y ambiente.

Tramo	Tipología de ambiente	Distancia de verificación de <i>L_{máx}</i> (m)
Montevideo – Progreso	Comercial e Industrial Urbano	14
	Urbano Residencial	22
Progreso – Paso de los Toros	Comercial e Industrial Urbano	17
	Urbano Residencial	27
	Rural	42

Distancias de verificación de límites de referencia para *L_{máx}*

Se observa que para el ambiente Comercial e Industrial Urbano, en ambos tramos la distancia en que el *L_{máx}* estimado es inferior al límite, está cercano a los límites

Rev.11/03/19

de la faja de amortiguación definida en 15 m, por lo tanto, es esperable que el nivel de molestia por el pasaje del tren de carga esté dentro de lo admisible según lo establecido para este ambiente, el cual se puede asociar con la Zona de GESTA Ruido denominada, en la sección anterior, como iii Urbana ruidosa.

En el caso de los ambientes Urbano Residencial, se tiene que para distancias de hasta 22 m de la vía, para el tramo Montevideo – Progreso, se encuentra la zona de potencial afectación por niveles de molestia durante el pasaje del tren de carga.

Al aumentar la velocidad de circulación a 80 km/h, la zona de potencial afectación se extiende hasta los 27 m para los ambientes Urbano Residencial y hasta los 42 m para ambientes Rurales.

A lo largo de toda la traza existen construcciones a distancias menores a las estimadas para los distintos límites de $L_{máx}$, sin embargo no es posible definir la real afectación que el pasaje del tren generará en los distintos receptores. En esta instancia no se prevé implementar ninguna medida específica para mitigar este efecto, sin embargo se propone incorporar el análisis de este parámetro en todos los puntos definidos para realizar el Monitoreo de Ruido Operacional, con el objetivo de obtener información real a partir de las mediciones, para su posterior análisis y poder así, definir las molestias reales del pasaje del tren y analizar las medidas de mitigación que correspondan. A priori se puede considerar como principal medida de mitigación, la reducción de la velocidad de circulación en tramos específicos en que se detecten afectaciones reales.

PLAN DE MONITOREO OPERACIONAL

A continuación se presenta los lineamientos para la ejecución del Monitoreo de Ruido Operacional.

Tipo de equipamiento

Medidor de ruido:

Estación de monitoreo de ruido que permita la medición de LAeq, niveles percentiles y valores por bandas de octava. Deberá ser de Clase 1, según norma IEC 61.672. El equipo irá al interior de un gabinete protegido de la intemperie, con protección IP55 o superior. Micrófono con cable alargue de al menos 3 metros, con protección frente a la lluvia. Capacidad de almacenamiento de datos suficiente para el registro de datos por al menos una semana. Autonomía de la batería de al menos 24 horas.

Estación Meteorológica:

Rev.11/03/19

Con capacidad de medir los siguientes parámetros, temperatura, humedad relativa, velocidad y dirección del viento.

Periodicidad de las mediciones

En cada punto se medirá durante una semana de manera continua, descontando los días de lluvia. Se medirá de manera estacional, es decir, cada punto será evaluado 4 veces al año. En cuanto a la duración total del monitoreo, se propone que el mismo sea anual, con un informe al final de cada año en donde se evaluará, entre otras cosas, la pertinencia de continuar por un año más. Cabe destacar que, al inicio de la operación, es probable que la frecuencia de trenes no sea la máxima prevista. Por lo antes expuesto se propone realizar el monitoreo durante el primer año de operación, y en caso que los resultados lo ameriten, mientras la frecuencia de trenes se mantenga sin cambios, suspender el monitoreo para retomar cuando se incremente la frecuencia de trenes.

Operativa

En cada punto de monitoreo se realizará un relevamiento inicial para determinar el lugar más conveniente para la instalación del equipamiento, evitando fuentes de ruido en las proximidades que pudieran comprometer la evaluación (maquinaria cercana, obras de construcción, etc.). Se evaluará la posibilidad de utilización de columna de alumbrado para fijación del equipo incluyendo la viabilidad de alimentación eléctrica. Otro punto a considerar es la seguridad del entorno contra robos o vandalismos. Los micrófonos se deberán ubicar a una altura de 4 m. En el caso que no se disponga de energía eléctrica, se conectará el equipo a un panel solar que permita la autonomía necesaria.

Procesamiento y análisis de los datos

Se deberá contar con un software dedicado al post-procesamiento de datos de sonido, meteorología y codificación de fuentes. Dicho software deberá ser capaz del post-procesamiento de los datos para la determinación del Leq diurno y nocturno, L_{máx}, L_{mín} y los percentiles L₁₀, L₅₀ y L₉₀, siendo la escala de medición dBA. A su vez deberá realizar el análisis espectral. El análisis de los datos deberá incluir la codificación de fuentes para determinar el nivel de presión sonora de base sin considerar la incidencia de los niveles de ruido aportados por la circulación de los trenes, para así realizar la evaluación del cumplimiento de los límites de inmisión. Si del análisis se desprende el incumplimiento de los límites de inmisión, a niveles no admisibles a criterio del evaluador, se deberá analizar y proponer las alternativas de mitigación apropiadas.

Punto	ID	Tramo	Ubicación aproximada				Lineamiento de posibles acciones a tomar en caso que se compruebe el incumplimiento de los límites de inmisión adoptados
			Prog.	Margen	X_UTM	Y_UTM	
01	ZNC2-PM	1	4+410	Este	571.845	6.141.792	Intervención sobre los receptores afectados para mejorar la aislación acústica de las construcciones
02	ZNC5-PM	1	5+770	Oeste	571.624	6.143.089	Diseño y construcción de Barrera Acústica adyacente a la Vía
03	ZNC10-PM	2	8+850	Este	571.444	6.146.166	Diseño y construcción de Barrera Acústica sobre los límites del predio
04	ZNC13-PM	2	15+580	Oeste	571.092	6.152.872	Diseño y construcción de Barrera Acústica adyacente a la Vía

Puntos de Monitoreo de Ruido Operacional

3.10. Plan de gestión para control y mitigación de impactos

Matriz de interacción

Para la identificación de impactos, se han tenido en cuenta las acciones y los elementos del Proyecto susceptibles de causar impactos. A partir de estas acciones del Proyecto y de los diferentes aspectos del medio físico, biótico, antrópico y simbólico, susceptibles de recibir impactos, se han identificado los principales efectos que se producirán como consecuencia de la obra propiamente dicha y de su operación.

Cabe mencionar que en la matriz de impactos, cuando corresponde una acción o actividad del proyecto que puede presentar efectos diferentes en función del tramo en cuestión, se ha incorporado los distintos tramos involucrados. Cuando la acción del proyecto implica efectos similares independientemente del tramo, se indica por medio de una sola fila en la matriz, a los efectos de no duplicar impactos.

A continuación se presenta la matriz de interacción. Con cruces rojas se indican las interacciones que derivan efectos de naturaleza negativa, verde efectos de naturaleza positiva y azul de naturaleza incierta.

Fase	Actividades / Acciones	Factores	Medio Físico					Medio Biótico			Medio Antrópico y Simbólico						
			Suelos		Aire			Flora	Fauna	Infraestructura	Población y Economía	Paisaje	Planeamiento Urbano	Patrimonio y Arqueología			
			Superficial	Subterránea	Calidad	Nivel sonoro	Geología y Relieve										
		Tramos		Vegetación terrestre	Terrestre	Acuática											
PLANIFICACIÓN Y PROYECTO	Trabajos de Campo	Todos los tramos										X					
	Consulta Pública y difusión	Todos los tramos										X					
	Expropiaciones de tierras	Todos los tramos										X					
	Realojo de Asentamientos dentro de la Faja Ferroviaria	Tramo 1: Mvdeo - Sayago											X				
		Tramo 2: Sayago - Progreso															
		Tramo 3: Progreso - 25 de Agosto											X				
		Tramo 4: 25 de Agosto - Florida															
		Tramo 5: Florida - Durazno															
Tramo 6: Durazno - Paso de los Toros												X					
Tramo 7: Conexión Futura Planta																	
CONSTRUCCIÓN	Implantación y funcionamiento de campamentos y obradores	Tramo 1: Mvdeo - Sayago															
		Tramo 2: Sayago - Progreso	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
		Tramo 3: Progreso - 25 de Agosto															
		Tramo 4: 25 de Agosto - Florida	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
		Tramo 5: Florida - Durazno	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
		Tramo 6: Durazno - Paso de los Toros	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
		Tramo 7: Conexión Futura Planta															

Fase	Actividades / Acciones	Factores	Medio Físico					Medio Biótico			Medio Antrópico y Simbólico						
			Suelos		Aire			Flora	Fauna	Infraestructura	Población y Economía	Paisaje	Planeamiento Urbano	Patrimonio y Arqueología			
			Superficial	Subterránea	Calidad	Nivel sonoro	Geología y Relieve										
		Tramos		Vegetación terrestre	Terrestre	Acuática											
CONSTRUCCIÓN	Instalación y operación de plantas de hormigones u otros materiales	Tramo 1: Mvdeo - Sayago	X	X	X	X	X							X			
		Tramo 2: Sayago - Progreso	X	X	X	X	X								X		
		Tramo 3: Progreso - 25 de Agosto	X	X	X	X	X								X		
		Tramo 4: 25 de Agosto - Florida	X	X	X	X	X								X		
		Tramo 5: Florida - Durazno	X	X	X	X	X								X		
		Tramo 6: Durazno - Paso de los Toros	X	X	X	X	X								X		
		Tramo 7: Conexión Futura Planta															
	Circulación de Camiones y Maquinaria pesada	Todos los tramos	X			X	X		X		X						
	Despeje y desbroce de zonas de ocupación temporal y permanente	Todos los tramos	X	X				X	X	X				X		X	
	Excavaciones subterráneas, trincheras	Tramo 1: Mvdeo - Sayago	X	X	X		X	X				X	X	X	X	X	X
		Tramo 2: Sayago - Progreso	X	X	X		X	X				X	X	X	X	X	X
		Tramo 3: Progreso - 25 de Agosto															
		Tramo 4: 25 de Agosto - Florida															
Tramo 5: Florida - Durazno																	
Excavaciones superficiales, desmontes	Todos los tramos	X	X			X	X						X		X		
TR U	Relleno, terraplenes, colocación de balasto, durmientes y	Todos los tramos	X	X			X						X				

Es muy importante considerar que la definición de detalle de las medidas implica la necesidad de conocer los detalles de la solución concreta para la Construcción y Operación del ferrocarril, dicho de otra manera, las medidas que se proponen a continuación son un mandato y un compromiso del MTOP para dar cumplimiento durante el desarrollo del Proyecto pero necesariamente los Planes de Gestión Ambiental (PGA) se van a hacer más precisos y específicos una vez que se defina el Proyecto de Ingeniería de detalle y cuando los parámetros de la operación estén resueltos.

Se detallan a continuación los programas que incluye la Gestión Ambiental y que deberán presentarse con más detalle antes del inicio de las tareas y cuando este definida la Ingeniería de detalle. Se debe considerar que las medidas específicas ya consideradas en los Estudios de Tránsito, Emisiones atmosféricas, Ruidos y Vibraciones que forman parte de esta presentación son de estricto cumplimiento en las Fases de Construcción y Operación.

Fase de Construcción:

- Programa para la Gestión de residuos sólidos reciclables y asimilables a urbanos generados en la obra
- Programa para la Gestión de residuos de construcción y demolición
- Programa para la Gestión de residuos líquidos, combustibles, aceites y sustancias químicas
- Programa para el Control de emisiones de ruido, gases y material particulado
- Programa para el Manejo de la cobertura vegetal y suelos
- Programa para el Control de la maquinaria y equipos
- Programa para el Control de la movilidad urbana
- Manual de Buenas Prácticas Ambientales
- Plan de monitoreo
- Plan de respuesta y manejo de contingencias
- Plan de relacionamiento y sensibilización comunitaria
- Plan de atención de reclamos (abordaje institucional)
- Reportes de información

Fase de Operación:

- Programa para la Gestión de residuos sólidos reciclables y asimilables a urbanos generados durante el servicio
- Programa para la Gestión de residuos derivado del mantenimiento
- Programa para la Gestión de residuos líquidos, combustibles, aceites y sustancias químicas
- Programa para el Control de emisiones de ruido, gases y material particulado

Rev.11/03/19

- Programa para el Manejo de la cobertura vegetal y suelos
- Plan de monitoreo de efectos ambientales
- Plan de respuesta y manejo de contingencias
- Plan de relacionamiento y sensibilización comunitaria
- Plan de atención de reclamos (abordaje institucional)
- Reportes de información

Plan de Prevención de riesgos y respuesta ante contingencias

Además de las herramientas de gestión antes mencionadas se establecerá, una vez completada la ingeniería de detalle del Proyecto, un Plan de gestión de riesgos y respuesta ante contingencias, cuyo detalle deberá tener revisiones regulares cada 6 meses o cuando ocurran eventos no previstos significativos.

Los principales objetivos de este Plan son:

- Procurar la protección del personal, de las instalaciones y equipos, de la población y del medio ambiente.
- Establecer las medidas preventivas para minimizar la probabilidad de materializarse una amenaza.
- Reanudar en el menor tiempo posible todas las actividades después de un fallo técnico, humano o de un evento extremo natural.
- Disponer de las acciones inmediatas a seguir en el caso de presentarse un accidente (emergencia).
- Ejecutar las acciones de control y rescate durante y después de la emergencia.

En líneas generales, el tratamiento de toda emergencia contempla las siguientes fases:

- a. Identificación de la emergencia
- b. Información al personal y a la población afectada, a empresas y autoridades implicadas
- c. Adopción de medidas urgentes de seguridad y protección (Plan de Emergencia)
- d. Avisos a servicios de emergencias internos/externos
- e. Movilización de los medios de intervención
- f. Adopción de medidas de control
- g. Evaluar los daños
- h. Adopción de medidas de recuperación
- i. Informe final

Aunque se enumeren de forma ordenada, la mayoría de ellas deberán llevarse a cabo de forma simultánea por los diferentes actores designados en el Plan de Contingencias.

4. Estudio de impacto de tránsito

4.1. Características generales del Estudio

El estudio de impacto en el tránsito se concentra en la interacción del Ferrocarril en la trama urbana existente considerando los cambios que el proyecto pueda generar en su fase de construcción y operación, teniendo en cuenta que el ferrocarril ya existe muchos de los resultados y de los parámetros de análisis refieren a los cambios que la nueva tecnología y las obras a realizar generen siempre considerando que tanto el trazado como la operación ferroviaria ya existen en la actualidad.

Ferrocarril Central es un proyecto impulsado por el Gobierno, siendo una obra de infraestructura de grandes dimensiones tanto para el modo ferroviario, cómo también para el sistema multimodal de transporte del Uruguay.

Se prevé la reconstrucción y mantenimiento de los actuales 273,108 km de vías férreas entre el Puerto de Montevideo y la ciudad de Paso de los Toros que pasaran a formar un trazado de 264,600 km donde además se ampliara la doble vía actual de 8 km a 28 km.

En particular el presente estudio se concentra en el análisis 36 cruces de intersecciones entre la vía férrea y la malla urbana, tanto a nivel como a desnivel. De estos 36 cruces un total de 19 se analizan como "sistema" dada la interrelación de los mismos a los efectos del tránsito y los restantes 17 se analizan en forma individual ya que no se detectó una relación directa entre el pasaje del tren y la afectación simultanea de cruces en Pasos a Nivel próximos.

Debido a la diversidad de variables a considerar dentro de cada intersección (geometría, flujo carretero y flujo ferroviario, elementos de control, etc.), se ha seleccionado para el estudio la modelación mediante microsimulación. Para ello, se ha utilizado la herramienta informática VISSIM. La evaluación sobre las intersecciones ha sido categorizada como estudio completo o estudio simplificado dependiendo de la relevancia de la intersección. Los resultados se presentan mediante Niveles de Servicio para intersecciones con sistema de control definidas por el Highway Capacity Manual (HCM), publicado para el Transportation Research Board of the National Academies of Science (TRB) de Estados Unidos. La

clasificación por nivel de servicio se encuentra directamente vinculada a las demoras percibidas por los usuarios.

La categoría de clasificación de Nivel de Servicio por Promedio de Demoras tiene seis niveles que van desde "A" donde prácticamente no hay restricciones a la circulación hasta "F" donde la interferencia en la circulación es la máxima.

NIVEL DE SERVICIO	DEMORA PROMEDIO (S/VEH)
A	Hasta 10 s/veh
B	De 10 s/veh a 20 s/veh
C	De 20s/veh a 35 s/veh
D	De 35 s/veh a 55 s/veh
E	De 55 s/veh a 80 s/veh
F	Más de 80 s/veh

Al indicador de Nivel de Servicio, se le añade el Tiempo de Viaje promedio para el atravesamiento del paso ferroviario, así como en los percentiles 10, 25, 75 y 90 de la misma variable, de forma de ampliar los descriptores del impacto sobre el flujo urbano. En el caso de los Escenarios en Obra se optó por utilizar el Tiempo de Viaje directamente como indicador, considerando que reflejará mejor la distorsión sobre los usuarios respecto al valor de demora.

Se han clasificado las modelaciones de los pasos a nivel en dos grupos:

- Modelación Completa
- Modelación Simplificada

Para aquellos pasos a nivel o zonas de alta demanda, impacto, complejidad de la geometría o de interés, se ha acordado un estudio específico con modelaciones con mayor grado de detalle denominada en este trabajo como Modelación Completa, mientras que para aquellos pasos a nivel que no cumplen con alguno de estos puntos se ha optado por realizar una Modelación Simplificada.

Dependiendo del paso a nivel se ha solicitado el estudio de funcionamiento del Escenario Futuro (situación en la cual el proyecto se encuentra inaugurado) y/o del

Escenario En Obra (situación en el cual se evalúa el funcionamiento durante los desvíos de tránsito generados por las restricciones producidas por las obras del FFCC).

Para la evaluación comparativa se ha diseñado en todos los casos un modelo base. El Escenario Base consiste en representar la red afectada por el proyecto en cada zona, con la situación actual de funcionamiento.

Pasos a Nivel a ser estudiados por Modelación Completa

Nº	Localidad	Nombre del Modelo	Paso a Nivel	Tipo de evaluación
1	Montevideo	Puerto de Montevideo	Francisco Tajés (Nuevo Acceso)	Estudio de escenario futuro y desvíos por obra
2			Colombia	
3			Francisco Tajés	
4			San Fructuoso	
5			Carlos Princivalle	
6			12 de Diciembre	
7			Bulevar Artigas	
8		Capurro	Capurro	Estudio de escenario futuro y desvíos por obra
9			Uruguayana	
10		Paso Molino	Ángel Salvo	Estudio de escenario futuro y desvíos por obra
11			Agraciada	
12			Marcelino Díaz y García	
13			Zufriategui	
14		Emancipación	Emancipación	Estudio de escenario futuro
15		Sayago	Av. Millán	Estudio de escenario futuro y desvíos por obra
16			Camino Ariel	
17		Saravia -	Aparicio Saravia	Estudio de escenario

18		Casavalle	Camino Casavalle	futuro
19		Ruta 102	Ruta 102	Estudio de escenario futuro

Pasos a Nivel a ser estudiados por Modelación Simplificada de Nivel de Servicio

Nº	Localidad	Paso a Nivel	Progresiva
20	Montevideo	Santa Lucía	005+204
21		Gral. Hornos	005+884
22		Carlos María de Pena	006+113
23		Islas Canarias	006+465
24		María Orticochea	006+982
25		Gral. Máximo Santos	008+858
26		Camino Edison	009+311
27		Camino Hudson	010+688
28		Besnes e Irigoyen	011+003
29		Camino Durán	011+285
30		Carmelo Colman	011+663
31		Carlos A. Lopez	012+092
32		Hilario Cabrera	012+742
33		Bernardo Etchevarne	013+619
34		Camino Uruguay (Camino a la Cuchilla de Pereira)	014+266
35		Camino Abrevadero (Sauce)	014+798
36		Caracé	015+061

Software

Se ha utilizado la herramienta informática de microsimulación VISSIM, software de la empresa PTV AG de Alemania, que permite representar las variables en juego, y obtener indicadores de desempeño de la intersección objetivos y comparables

entre la situación con y sin proyecto, además de salidas gráficas donde se podrán visualizar las soluciones diseñadas y su funcionamiento.

El VISSIM, que a nivel internacional es considerada una de las herramientas más potentes disponibles, permite generar modelos de simulación del tránsito urbano, a nivel microscópico, contemplando el comportamiento de los conductores, las características de los vehículos y la geometría de la intersección, entre otras variables.

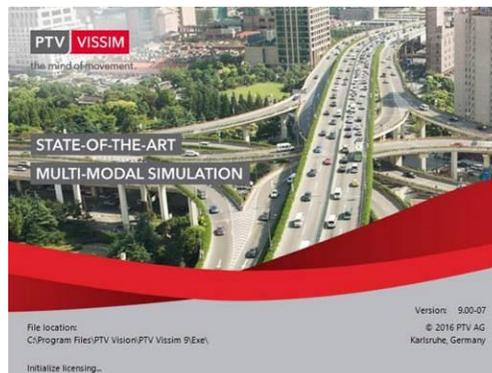
Se basa en un modelo psico-físico del comportamiento de los conductores en base a modelos de seguimiento estocásticos y velocidades dinámicas. Los sub modelos más importantes que lo componen son:

- Modelo de seguimiento
- Modelo de cambio de carril
- Modelo de comportamiento lateral
- Modelo de reacción ante la luz amarilla

La dispersión natural cuya distribución poblacional no es conocida, es representada en el modelo por distribuciones normales. Para ello se introducen parámetros aleatorios con distribución normal para el cálculo de umbrales y de las funciones de manejo.

Los parámetros empleados por el software son resultado de una investigación realizada en la Universidad de Karlsruhe, Alemania, de los cuales algunos han sido validados y calibrados para adecuarlos a las condiciones del tránsito relevados en Uruguay, a partir de trabajos profesionales y académicos. Se ha utilizado el programa en su versión 9.

VISSIM 9



La red vial se modela como una malla formada por links y conectores, en la situación sin y con proyecto. Al generar el modelo de la red vial, se asignan para cada link las características geométricas relevadas en sitio, y los comportamientos de los conductores que han sido calibrados para la región por CSI Ingenieros.

Luego se asigna, para los links de ingreso a la red, el volumen, la composición y las características del flujo vehicular. Finalmente, se establecen las rutas del tránsito, que se encargan de asignar un par origen-destino a los vehículos que atraviesan la red, tomando como base la información del conteo de maniobras.

En el caso de flujos concurrentes, se determinan las preferencias de paso o los sistemas de semáforos.

Los ingresos a la red son modelados por una distribución de Poisson mientras que las velocidades se incorporan a partir de cualquier distribución deseada, personalizando la función de distribución acumulada. En el presente estudio se han ingresado velocidades empíricas obtenidas de estudios de velocidad mediante radar.

La herramienta permite obtener varios parámetros objetivos de evaluación como ser, entre otros:

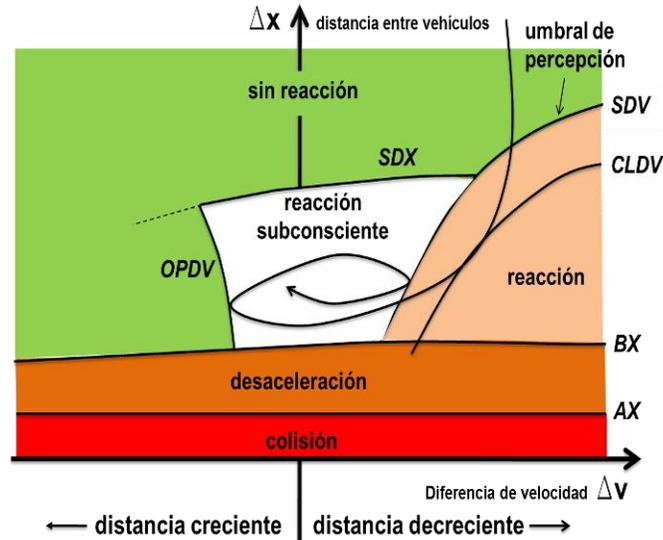
- Tiempo de demora
- Tiempo de viaje
- Nivel de servicio
- Longitud de cola
- Cantidad de detenciones
- Velocidades promedio de circulación
- Porcentaje de ocupación

Modelo de Seguimiento

El principal modelo que regula el funcionamiento de sistemas viales, principalmente en condiciones de flujo interrumpido, es el modelo de seguimiento. La herramienta de simulación permite seleccionar dos modelos de seguimiento, denominados "Wiedemann 74" y "Wiedemann 99". El modelo "Wiedemann 74" es el recomendado para tránsito urbano, y por tanto el seleccionado para este estudio.

Las decisiones de movimientos del conductor se dan en función del movimiento relativo del vehículo que lo precede, siendo percibidos los cambios si exceden ciertos umbrales límite.

Esquema de umbrales de seguimiento de Wiedemann



Calibración

El modelo Wiedemann 74 se calibra a partir de 3 parámetros, los cuales se encuentran directamente relacionados con los umbrales AX y BX , que separan la zona de reacción (consiente y subconsciente) de la zona de frenado de emergencia. Esta correlación se presenta en la Figura 2-3, añadiendo que $BX = (BX_{add} + RND(1) \cdot BX_{mult}) \cdot V^{1/2}$.

Esquema de umbrales de seguimiento de Wiedemann

Car following model

Wiedemann 74

Model parameters

Average standstill distance:	2,00	m	AX
Additive part of safety distance:	2,00	BX_{add}	} BX
Multiplic. part of safety distance:	3,00	BX_{mult}	

Rev.11/03/19

La definición de los parámetros ha sido establecida a partir de diversos modelos realizados por CSI en entornos urbanos de Uruguay, utilizando como variable de calibración la longitud de cola formada.

A partir de este análisis se ha llegado a la selección de los siguientes valores para los parámetros, aplicables al modelo de seguimiento Wiedemann 74 en Sistemas con régimen de flujo interrumpido en entornos urbanos y suburbanos.

- Distancia Media en detención: 1,5 m
- Parte aditiva de la distancia de seguridad: 1,8
- Parte multiplicativa de la distancia de seguridad: 2,8

Modelo de Comportamiento Lateral

Respecto al modelo de comportamiento lateral se debe mencionar que el software no cuenta con un comportamiento lateral específico para motocicletas y bicicletas, vehículos que se comportan cómo el resto del tránsito.

Esta situación no se ajusta al comportamiento de birrodados de Uruguay. Por tal motivo, se han modificado también los parámetros del comportamiento lateral de estos vehículos en particular para que se refleje su comportamiento real en las vías, (circulación variable en el centro del carril, volcado a izquierda y volcados a derecha, así como sobrepaso dentro de un mismo carril si el ancho lo permite).

Hipótesis de trabajo

Período de evaluación

La evaluación de un modelo queda definida de acuerdo al período de análisis que sea seleccionado. La definición del período depende del sistema a ser evaluado, procurando la obtención de resultados objetivos y pasibles de ser comparados y analizados.

En este caso, el período de análisis es influido por la frecuencia de pasaje de los trenes, que es notoriamente inferior a la frecuencia de pasaje de vehículos carreteros. Los intervalos de análisis deben permitir incorporar las diferencias de circulación ferroviaria entre la situación base y la situación con proyecto. Debido a esto se descarta hacer el análisis para el período estándar de 15 minutos, que se utiliza con frecuencia en la Ingeniería de Tránsito.

En este caso, luego de ser analizadas en detalle las frecuencias de trenes actuales y futuras, se ha establecido para el estudio un período de evaluación de 3 h para cada turno de tránsito pico carretero, el cual coincide con el pico de trenes de pasajeros, ya que los trenes de carga se distribuyen uniformemente a lo largo del día, quedando definidos los siguientes horarios:

- Mañana
 - De 07:00 a 10:00
- Tarde
 - De 16:00 a 19:00

Para aquellos casos de muy bajo flujo vehicular, donde ya se contaba con aforos de 2 h de duración, se ha adoptado este período como período de análisis, considerando que dado el reducido flujo vehicular este cambio no afecta en forma significativa los resultados obtenidos.

Transporte Carretero

El estudio se basa en la evaluación del impacto sobre el tránsito carretero, producido por el aumento de frecuencias de transporte ferroviario, la mejora del sistema de señalización y barreras, y las modificaciones geométricas previstas por el proyecto.

En ciertos cruces se ha solicitado el estudio de impacto generado por los desvíos necesarios durante la obra de construcción del Ferrocarril Central. En estos escenarios se han tomado hipótesis de desvíos, las cuales son particulares para cada zona.

Tránsito

La base de datos de conteos vehiculares ha sido creada a partir de diversas fuentes de información:

- Aforos realizados en forma particular para este estudio.
- Los datos contenidos en el documento "Level Crossing Traffic Counts_Raw Data_20171023" extraído de la documentación del "Anexo O3 Estudios" de los "Anexos a Bases Técnicas" de los Pliegos del Ferrocarril Central.
- Aforos recientes disponibles por la Consultora.

Todos los aforos manuales utilizados consistieron en el conteo y clasificación de las maniobras de tránsito en las intersecciones, registrándose los volúmenes acumulados cada 15 minutos. No se han realizado conteos en días de vacaciones escolares o en días que por sus características difieran del movimiento de vehículos típico de cada etapa con el fin de hacer coherentes los resultados con la situación real en el terreno.

Se han definido para cada turno los flujos de tránsito en tres sub períodos de 1 h cada uno. El flujo de cada subperíodo ha sido reflejado como el flujo real medido para esa hora.

Categorización

Se realizó la categorización del parque vehicular en cinco categorías:

- Motos
- Automóviles (se incluyen camionetas y pick-ups)
- Autobuses
- Camiones medianos (vehículos de carga de un solo volumen)
- Camiones pesados (vehículos de carga con remolque o semirremolque)

Velocidad

Dentro de los parámetros que requiere un modelo de VISSIM, se incluye la velocidad deseada por los usuarios dentro de la red. La velocidad deseada es aquella que los usuarios adoptarían en caso de no tener restricciones externas. La velocidad real del vehículo quedará determinada por la velocidad deseada y la influencia de factores externos, como el tránsito alrededor del vehículo y los elementos de control.

Las velocidades deseadas de los usuarios corresponden a un gran conjunto de variables cómo puede ser la velocidad legal y su fiscalización, el tipo de pavimento

Rev.11/03/19

y su estado de conservación, las características geométricas de la calle (cantidad de carriles, ancho de carriles y si el sentido de circulación es doble o de una mano), la jerarquización de la vía (ruta, avenida o calle), entre otras.

Se ha discretizado esta variabilidad a partir de la categorización de la vía de circulación y el tipo de vehículo. De esta manera, la variabilidad de categorización vial ha quedado definida dentro de alguna de las siguientes cinco clases:

- Ruta Nacional
- Avenida de 2 carriles por sentido
- Avenida de 1 carril por sentido
- Calle de 2 carriles por sentido
- Calle de 1 carril por sentido

Respecto al tipo de vehículo, en cada una de estas clases de vía se ha discriminado entre vehículos livianos (motos y autos) o vehículos pesados (autobuses, camiones medianos y camiones pesados).

Por último, en forma local, se adoptó una velocidad especial para el pasaje puntual sobre la vía férrea, para lo cual se definieron dos subclases en función del estado de conservación del paso a nivel.

Cada una de las diez subclases de velocidad de circulación y las dos subclases de velocidad sobre el paso a nivel fueron relevadas mediante un radar de mano en localizaciones representativas. Buscando determinar la velocidad deseada se realizaron los relevamientos fuera de las horas pico de tránsito, en régimen de flujo libre.

Los datos obtenidos fueron ingresados a los modelos como distribuciones de probabilidad acumulada empíricas.

Semáforos

En varios modelos se incluyen intersecciones semaforizadas. La definición de grupos y planes semafóricos ha sido relevada in situ.

Las barreras de los pasos a nivel fueron incorporadas en los modelos como semáforos actuados con detectores sobre las vías férreas.

Transporte público

En las redes donde se ha identificado la necesidad de representar al transporte público, han sido añadidas las zonas de paradas. La distribución de tiempo de detención ha sido relevada en paradas representativas.

Modificaciones de circulación futura

Para algunas modificaciones geométricas se ha requerido el cambio de circulación en el área de influencia. Los modelos representan en su diseño estas modificaciones.

Transporte Ferroviario

La ejecución de la obra prevista para el Ferrocarril Central producirá un aumento en las frecuencias de los trenes y una mejora del sistema de señalización.

Categorización

Se establecieron tres categorías distintas de trenes:

- Trenes de Pasajeros
- Trenes de Carga General
- Trenes de Celulosa y/o Productos Químicos

Mediante relevamiento en campo y la información suministrada se han establecido las siguientes dimensiones para cada categoría:

Categoría	Longitud
Pasajeros	24 m
Carga General	370 m
Celulosa y/o Productos Químicos	540 m

Frecuencia

En función de la información suministrada y los anteproyectos existentes se han definido los actuales itinerarios ferroviarios y se estimaron los itinerarios futuros.

Trenes de Pasajeros

Los itinerarios de trenes de pasajeros actuales han sido obtenidos a partir de los horarios publicados por AFE <https://www.afe.com.uy/horarios/>. Se han seleccionado aquellos itinerarios que se encuentran dentro del período de evaluación.

Para la situación a Futuro, se proyecta un aumento de frecuencia de trenes de pasajeros de 7 viajes/sentido/día a 9 viajes/sentido/día, los cuales se distribuirán entre las 5:00 y las 22:00hs.

De acuerdo a la información recabada, el aumento de 2 viajes/sentido/día se dará fuera de las horas pico, por lo que en el modelo se mantendrán las mismas frecuencias de pasajeros en el Escenario Futuro.

Trenes de Carga General

Para la definición de la frecuencia actual de Trenes de Carga General, se ha recibido por parte del MTOP los horarios de partida y arribo reales entre el 2 y el 27 de julio de 2018.

De la programación recibida, se identifican los trenes de carga completos y se clasifican de acuerdo al sentido ("Norte" y "Sur"), rango horario ("Mañana", "Tarde" o "Fuera de Rango" si pasa fuera de los rangos establecidos), y zona de influencia (dependiendo si realiza el desvío a partir de la estación Sayago).

Con estas consideraciones se obtuvieron los siguientes resultados:

- Entre las estaciones Carnelli y Sayago circulan un promedio de 0,95 trenes/día hacia el Norte y 2,18 trenes/día hacia el Sur. Dentro de los rangos horarios de interés pasan 0,55 trenes/mañana (sin discriminar por sentido) y también 0,55 tren/tarde.
- Al Norte de la estación Sayago circulan 0,62 trenes/día hacia el Norte y 1,33 trenes/día hacia el sur. Si se restringe a los rangos horarios de análisis, circulan 0,48 trenes/mañana y 0,19 trenes/tarde.

A partir de los resultados obtenidos se opta para la situación actual por una demanda de 1 tren/mañana y 1 tren/tarde para las estaciones comprendidas entre Carnelli y Sayago, y 0 tren de carga para las estaciones localizadas al norte de la estación Sayago.

En el Escenario Futuro se modelará una demanda de 1 tren/mañana y 1 tren/tarde en todo el tramo de estudio, de acuerdo a lo especificado en la siguiente sección.

Trenes de Celulosa

En el Escenario Base y en el Escenario en Obra no existe este tipo de circulación. En el Escenario Futuro se proyecta el aumento de trenes de carga en total, pasando a ser un total de 30 viajes/día (15 viajes/sentido).

Realizando una distribución de trenes uniforme en las 24h se concluye que pasarán dentro de las 3h de modelación aproximadamente 4 trenes de carga totales (Celulosa y/o Productos Químicos más Carga General).

De acuerdo a las hipótesis de tonelaje a transportar que se ha considerado, de los 4 trenes 3 trenes serían de celulosa y/o productos químicos y 1 tren sería de carga general.

Asignación de horarios

Se ha considerado que tanto los trenes de Carga General cómo los trenes de Celulosa y/o Productos Químicos pasarán entre las pasadas de trenes de pasajeros. Esta hipótesis ha sido escogida para el tramo ferroviario entre el Puerto de Montevideo y la localidad de 25 de Agosto, tramo en el cual se han confeccionado itinerarios específicos para la circulación de los trenes de carga.

Los itinerarios futuros han sido modificados actualizando las nuevas velocidades proyectadas. Se ha mantenido para los trenes de pasajeros fija la hora de arribo (tránsito al sur) y partida (tránsito al norte) a la Nueva Terminal de Pasajeros de Montevideo, reconstruyéndose a partir de estas y la velocidad los respectivos horarios en el resto de las estaciones.

El resumen de itinerarios de trenes utilizado en las modelaciones se resume en los siguientes cuadros.

Tren	Puerto de Mdeo.	Paso Molino	Sayago	Colón	Term. Colón	La Paz	Las Piedras	P. 18 de Mayo	Progreso	Juanicó	Canelones	P. Rodó	Santa Lucía	25 de Agosto
Pasajeros hacia el norte	6:55	7:04	7:09	7:14	7:16	7:23	7:30	7:37	7:43					
Pasajeros hacia el sur (1)	7:17	7:09	7:02	6:56	6:54	6:47	6:38	6:31	6:23	6:10	5:59	5:56	5:36	5:30
Pasajeros hacia el sur (2)	8:09	8:00	7:54	7:48	7:46	7:39	7:31	7:21	7:15					
Pasajeros hacia el sur (3)	8:43	8:34	8:29	8:23	8:21	8:14	8:07	8:00	7:55					
Carga General hacia el sur	9:21	9:12	9:06	9:00	8:58	8:51	8:43	8:35	8:28	8:14	8:3	8:0	7:40	7:34

Tren	Puerto de Mdeo.	Paso Molino	Sayago	Colón	Term. Colón	La Paz	Las Piedras	P. 18 de Mayo	Progreso	Juanicó	Canelones	P. Rodó	Santa Lucía	25 de Agosto
Pasajeros hacia el norte	6:45	7:00	7:03	7:06	7:07	7:11	7:16	7:20	7:23					
Pasajeros hacia el sur (1)	7:17	7:12	7:08	7:04	7:03	6:59	6:53	6:49	6:44	6:36	6:30	6:28	6:16	6:12
Pasajeros hacia el sur (2)	8:9	8:03	8:0	7:56	7:55	7:51	7:46	7:40	7:36					
Pasajeros hacia el sur (3)	8:43	8:37	8:34	8:31	8:29	8:25	8:21	8:17	8:14					
Carga General hacia el sur	9:50	9:46	9:41	9:38	9:37	9:32	9:27	9:23	9:18	9:10	9:04	9:02	8:50	8:46
Celulosa/Químicos hacia norte (1)	7:00	7:05	7:08	7:11	7:12	7:16	7:21	7:25	7:28	7:36	7:42	7:44	7:56	8:00
Celulosa/Químicos hacia norte (2)	8:00	8:05	8:08	8:11	8:12	8:16	8:21	8:25	8:28	8:36	8:42	8:44	8:56	9:00
Celulosa/Químicos hacia sur (2)	8:26	8:21	8:17	8:14	8:12	8:08	8:03	7:59	7:54	7:46	7:39	7:38	7:26	7:22

Itinerario de trenes escenario base / escenario futuro - Mañana

Tren	Puerto de Mdeo.	Paso Molino	Sayago	Colón	Term. Colón	La Paz	Las Piedras	P. 18 de Mayo	Progreso	Juanicó	Canelones	P. Rodó	Santa Lucía	25 de Agosto
Pasajeros hacia el norte (1)	15:45	15:55	16:00	16:06	16:08	16:19	16:27	16:34	16:41					
Pasajeros hacia el norte (2)	17:50	17:59	18:04	18:10	18:12	18:19	18:27	18:34	18:41	18:53	19:04	19:07	19:28	19:34
Pasajeros hacia el norte (3)	18:45	18:55	19:00	19:06	19:08	19:15	19:23	19:30	19:37	19:49	20:00	20:03	20:23	20:29
Pasajeros hacia el sur (1)	16:42	16:33	16:28	16:22	16:20	16:14	16:07	16:00	15:55					
Pasajeros hacia el sur (2)	17:53	17:44	17:38	17:32	17:30	17:23	17:14	17:07	17:00					
Carga General hacia el norte	16:26	16:35	16:40	16:46	16:48	16:55	17:3	17:10	17:17	17:29	17:40	17:43	18:4	18:10

Tren	Puerto de Mdeo.	Paso Molino	Sayago	Colón	Term. Colón	La Paz	Las Piedras	P. 18 de Mayo	Progreso	Juanicó	Canelones	P. Rodó	Santa Lucía	25 de Agosto
Pasajeros hacia el norte (1)	15:45	15:51	15:54	15:57	15:58	16:05	16:10	16:14	16:18					
Pasajeros hacia el norte (2)	17:50	17:55	17:58	18:02	18:03	18:7	18:12	18:16	18:20	18:27	18:34	18:36	18:48	18:52
Pasajeros hacia el norte (3)	18:45	18:51	18:54	18:57	18:58	19:03	19:7	19:12	19:16	19:23	19:30	19:31	19:43	19:47
Pasajeros hacia el sur (1)	16:42	16:36	16:33	16:30	16:28	16:25	16:21	16:16	16:13					
Pasajeros hacia el sur (2)	17:53	17:47	17:44	17:40	17:39	17:35	17:29	17:25	17:21					
Carga General hacia el norte	16:26	16:32	16:35	16:38	16:39	16:44	16:48	16:53	16:57	17:04	17:11	17:12	17:25	17:29
Celulosa/Químicos hacia norte	17:08	17:13	17:16	17:20	17:21	17:25	17:30	17:34	17:38	17:46	17:52	17:54	18:7	18:10
Celulosa/Químicos hacia sur (1)	17:17	17:12	17:9	17:5	17:4	17:0	16:56	16:52	16:49	16:41	16:35	16:33	16:21	16:17
Celulosa/Químicos hacia sur (2)	18:50	18:45	18:42	18:38	18:37	18:33	18:29	18:25	18:22	18:14	18:8	18:6	17:54	17:50

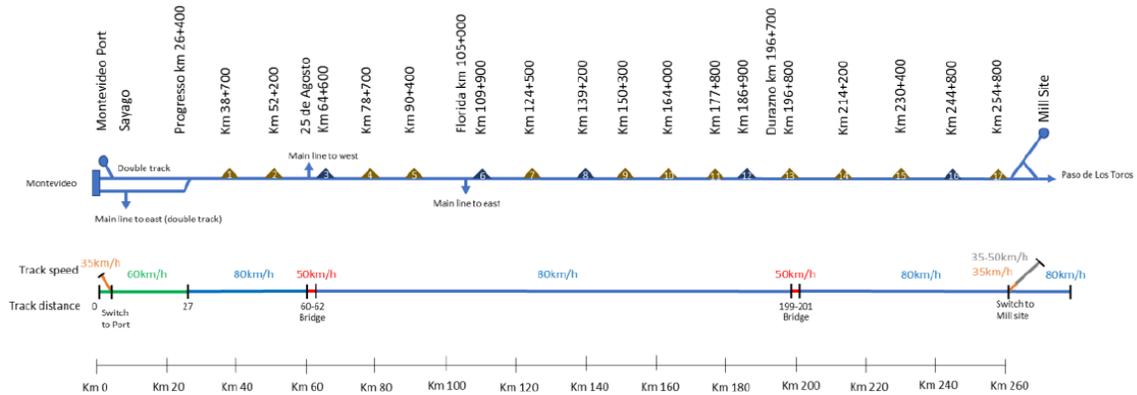
Itinerario de trenes escenario base / escenario futuro – Tarde

Velocidad

Las velocidades de circulación actual fueron obtenidas de un relevamiento en campo utilizando radar. De la evaluación se ha establecido una velocidad promedio de 30km/h para trenes de carga y pasajeros.

Las velocidades adoptadas para el Escenario Futuro se definen a partir de la diagramación de velocidades presentada en el Anexo A – Alcance del Proyecto, Diagrama de Seguimiento y Velocidad:

Diagrama de Seguimiento y Velocidad Ferrocarril Central



Por tanto, las velocidades de trenes a modelar en los pasos a nivel en estudio son las siguientes:

- Al sur de la estación Progreso
 - 60km/h
- Al norte de la estación Progreso
 - 80km/h

Barreras y Detectores

El tiempo de barrera baja queda determinado por el tiempo que el tren se encuentra en la zona de influencia, en otras palabras, desde que la parte delantera del tren ingresa a la zona de influencia y hasta que la parte trasera abandona el cruce definitivamente. El tiempo de barrera baja es directamente proporcional a la longitud del tramo de influencia y del tren, e inversamente proporcional a su velocidad.

$$t_{BB} = t_A + t_F = 3,6 \times \frac{(D_A + L_F)}{v_F}$$

Siendo:

t_{BB} = Tiempo de Barrera Baja (en segundos).

t_A = Tiempo de Anticipación (en segundos). Tiempo entre que el vehículo es detectado bajando las barreras y que el tren alcanza el paso a nivel.

t_F = Tiempo de Cruce del Ferrocarril (en segundos). Tiempo de atravesamiento del ferrocarril en el paso a nivel

Rev.11/03/19

D_A = Distancia de Anticipación (en metros). Distancia del paso a nivel a la que el tren es detectado.

L_F = Longitud del Ferrocarril (en metros).

v_F = Velocidad del Ferrocarril (en kilómetros por hora).

El tiempo de barrera baja actual ha sido relevado in situ, estableciéndose en 62 s para los trenes de pasajeros y 103 s para los trenes de Carga General.

El tiempo de barrera baja para la situación futura ha sido establecido de acuerdo a las Especificaciones Técnicas, Req. 25 y Req. 26 y la definición de velocidades de circulación.

- Req. 25
 - La señal de advertencia hacia el tráfico de calle en los pasos a nivel sin barrera debe comenzar por lo menos 20 s antes de la llegada del tren a dicho cruce.
 - Comentario 1: El tiempo de aviso es calculado a partir de la velocidad permitida para el cruce a nivel.
- Req. 26
 - La señal de advertencia hacia la calle en los pasos a nivel con barrera debe comenzar por los menos 30 s antes de la llegada del tren a dicho cruce

De acuerdo a estos valores, las velocidades expuestas y las longitudes de trenes del apartado anterior, se obtienen los siguientes valores de bajada de barrera.

Tiempos de Bajada de Barrera (en segundos)

Categoría de Tren	Actual Todo el trazado	Futura			
		Sur de Progreso y Progreso		Norte de Progreso	
		Con Barrera	Sin Barrera	Con Barrera	Sin Barrera
Pasajeros	62	31	21	31	21
Carga General	103	52	42	47	37
Celulosa y/o Productos Químicos	-	62	52	54	44

Rev.11/03/19

Los valores presentados en la anterior tabla refieren a cruces perpendiculares y simples, pudiendo verse aumentados en situaciones geométricas especiales.

En ciertos puntos de las ciudades involucradas, las estaciones de pasajeros se encuentran dentro del tramo de aproximación o despeje del paso a nivel. El funcionamiento actual genera un descenso de las barreras a pesar de que el tren de pasajeros se encuentre detenido en la estación esperando el ascenso y descenso de usuarios del sistema de transporte público. El nuevo sistema, permitirá mantener las barreras alzadas mientras esto suceda, enviando el mensaje de descenso cuando el vehículo comienza a moverse nuevamente.

Tiempos de Detención en Estaciones

Se ha realizado un relevamiento de tiempo de detención de trenes de pasajeros en las estaciones, donde se ha concluido que los tiempos actuales de detención promedian los 33 s. Este tiempo no ha sido variado en la situación con proyecto.

Metodología de Evaluación

Período de evaluación

El período de evaluación es de 7 a 10 de la mañana y de 16 a 19 de la tarde (3 horas por turno).

Para ciertos cruces de bajo tránsito y baja jerarquía se ha evaluado su funcionamiento con datos de aforos disponibles en un único turno de 2 horas. El bajo flujo que presentan permiten asegurar que los resultados presentados en este informe son suficientes para obtener conclusiones sobre su funcionamiento previsto.

Corridas del modelo

Se realizan cinco corridas de cada modelo con distintas semillas aleatorias para cada uno.

Previamente a la extracción de resultados en cada corrida, se genera un tiempo sin evaluación denominado "tiempo de calentamiento". El calentamiento está definido como un tiempo anterior a la toma de resultados, en el que se permite el acceso de vehículos a la red hasta cubrir la totalidad de la malla, generando así una situación real de evaluación desde el comienzo de la toma de datos. Este tiempo es proporcional al tamaño de la red modelada. En los análisis presentados en este informe se ha utilizado un tiempo de calentamiento de 15 minutos.

Parámetros de evaluación

Demora y Nivel de servicio

Se realiza la evaluación del funcionamiento de las intersecciones a partir de los tiempos de demora y el concepto de Nivel de Servicio (NdS) establecido por el HCM 2000 del Transportation Research Board (TRB), cuya metodología clasifica los tiempos de demora en seis niveles, de la A a la F, siendo A el mejor y F el peor. Esta metodología, ampliamente reconocida en la Ingeniería de Tránsito, permite realizar una evaluación objetiva y validada internacionalmente, del impacto de tránsito producido por el proyecto.

El concepto de nivel de servicio se utiliza para evaluar la calidad que la vía ofrece al usuario. Es "una medida cualitativa que descubre las condiciones de operación de un flujo de vehículos y/o personas, y de su percepción por los conductores o pasajeros". Estas condiciones se describen en términos de factores como la velocidad y el tiempo de recorrido, la libertad de maniobra, las interrupciones a la circulación, la comodidad, las conveniencias y la seguridad vial. Para cada tipo de infraestructura se definen 6 niveles de servicio, para los cuales se disponen de procedimientos de análisis, se les otorga una letra desde la A hasta la F siendo el nivel de servicio (NS) A el que representa las mejores condiciones operativas, y el NS F, las peores.

El HCM parametriza de distinta manera el nivel de servicio dependiendo de si el cruce es o no es semaforizado. Los valores de tolerancia de los usuarios sobre cruces semaforizados son mayores que para los no semaforizados. En los cruces no semaforizados los usuarios se encuentran esperando al gap suficiente para poder realizar la maniobra deseada, mientras que en una intersección semaforizada el conductor sabe que debe esperar a que se le permita el paso.

Debido a que el estudio se centra en las barreras sobre los pasos a niveles, se escogerá la definición de intersecciones semaforizadas.

Las condiciones de operación de estos niveles, para intersecciones con sistemas de control es la siguiente:

Nivel de Servicio A

- Describe operaciones con bajas demoras por dispositivos de control, de hasta 10 s/veh. Este NdS ocurre cuando la progresión vehicular es extremadamente favorable y la mayoría de los vehículos arriba durante la fase permitida. La mayoría de los vehículos no se detienen en absoluto.

Nivel de Servicio B

- Describe operaciones en las cuales la demora por control se encuentra entre 10 s/veh y 20 s/veh. Este nivel generalmente ocurre cuando la progresión es buena, los ciclos son cortos, o ambos. Se detienen más vehículos en comparación con el NdS A, causando mayores niveles de demora.

Nivel de Servicio C

- Describe operaciones con demoras por control entre 20 s/veh y 35 s/veh. Estas demoras mayores pueden deberse a progresiones pobres, ciclos largos, o ambos. Fallas de ciclo puntuales pueden aparecer en este NdS. La falla del ciclo ocurre cuando una fase dada no alcanza a servir toda la cola que se había generado para un movimiento dado. El número de vehículos que se detienen es significativo, aunque varios aún pueden pasar por la intersección sin detenerse.

Nivel de Servicio D

- Describe operaciones con demora por control entre 35 s/veh y 55 s/veh. A este NdS la influencia de la congestión se vuelve más notoria. Demoras mayores pueden ser el resultado por la combinación de progresiones desfavorables, largos tiempos de ciclo y elevadas relaciones de volumen/capacidad. Muchos vehículos se deben detener, y el porcentaje de vehículos que pueden pasar sin detenerse se reduce. La falla de ciclos es apreciable.

Nivel de Servicio E

- Describe operaciones con demoras por control de entre 55 s/veh y 80 s/veh. Este elevado nivel de demora generalmente indica pobres progresiones, largos tiempos de ciclo y alta relación volumen/capacidad. La falla de ciclos es frecuente.

Nivel de Servicio F

- Describe operaciones con demoras por control mayores a 80 s/veh. Este nivel, considerado no aceptable por la mayoría de los conductores, frecuentemente ocurre con saturación, esto es, cuando el flujo que arriba excede la capacidad de los grupos de carriles. También puede ocurrir a altas relaciones volumen/capacidad con muchas fallas de ciclo. La pobre progresión y tiempos de ciclo largos pueden contribuir significativamente a altos valores de demora.

Rev.11/03/19

Como criterio general los valores de Nivel de Servicio sobre pasos a nivel entre "A" y "C" se consideran de aceptación, y no se proponen medidas de mitigación. Para aquellos niveles D o inferiores se recomiendan acciones complementarias.

Las intersecciones semaforizadas afectadas por las intervenciones pueden actualmente tener aproximaciones con niveles inferiores a "C", principalmente para maniobras secundarias (calles transversales o giros a la izquierda). Se buscarán por tanto acciones de mitigación en caso de que el Nivel de Servicio se reduzca en un nivel, si este es "C" o inferior.

El tramo de evaluación ha sido definido cómo 100 m antes del paso a nivel y 20 m luego de atravesarlo. En caso de que las colas de espera superen estas distancias, el tramo de influencia será aumentado, siendo aclarado particularmente en el modelo en cuestión.

Tiempo de viaje

Si bien el parámetro demora es el habitual para medir el funcionamiento de un sistema vial, no siempre es sencillo de interpretar. Por tal motivo también se presentarán los resultados de Tiempo de Viaje. Este parámetro es especialmente útil para los Escenarios en Obra. Al impedir el paso por algunos pasos a nivel, las demoras por si mismas no representan el impacto real sobre los usuarios. Por el contrario, con la comparación de tiempo total de viaje entre la situación actual y la situación en obra se puede evaluar de mejor modo el impacto ocasionado.

Los tiempos de viaje presentados para esta evaluación abarcan distancias grandes dentro de la red modelada, de modo de incluir dentro tanto al recorrido actual, cómo al recorrido alternativo. El resultado presentado será en tiempo de viaje promedio. Los tramos a relevar dependerán de la red modelada y la intervención, por lo que serán especificadas para cada caso.

Para los Escenarios Futuros, han sido incluidos los tiempos de viaje sobre la zona de influencia del paso a nivel. Cómo criterio general, el tramo de influencia ha sido definida cómo 100 m antes del paso a nivel y 20 m luego de atravesar este. En caso de que las colas de espera superen estas distancias, el tramo de influencia será aumentado, siendo aclarado particularmente en el modelo en cuestión. Este tramo de influencia es el mismo definido para calcular los niveles de servicio. Los resultados de tiempo de viaje se presentan en los percentiles 10, 25, 50, 75 y 90.

4.2. Plano de ubicación del emprendimiento y vinculación con vías jerarquizadas, Fase de Construcción y escenario futuro

Las afectaciones del tránsito en el proyecto se deben analizar en dos fases diferentes, Fase Construcción (Obras) y Fase de Operación o Escenario futuro, en este marco se ha realizado el análisis que se detalla a continuación separando los impactos y las medidas a implementar según la Fase del proyecto que se considere.

Desvíos por obra

Durante las obras de construcción del Ferrocarril Central los pasos a nivel podrán sufrir el corte de media calzada o de la calzada completa durante un período de tiempo. Debido a la importancia de ciertos cruces determinada en base a juicio de expertos y a la consulta específica con las contrapartes técnicas de referencia de cada Intendencia, se ha procedido a la verificación del funcionamiento de la red local durante el proceso de obra sobre la vía férrea.

En el siguiente cuadro se indican las distintas zonas estudiadas para desvíos de obras:

Pasos a nivel involucrados en los desvíos de obra

ID	Modelo	Paso a Nivel
1	Puerto Montevideo	Colombia
		Máximo Tajés
		San Fructuoso
		Princivalle
		12 de Diciembre
		Bulevar Artigas
2	Capurro	Capurro
		Uruguayana
		Francisco Gómez
		Zufriategui
3	Paso Molino	Zufriategui

ID	Modelo	Paso a Nivel
		Ángel Salvo
		Agraciada
		Marcelino Díaz
		Santa Lucía
5	Sayago	Orticochea
		Millán
		Camino Ariel

Modelo "Puerto de Montevideo"

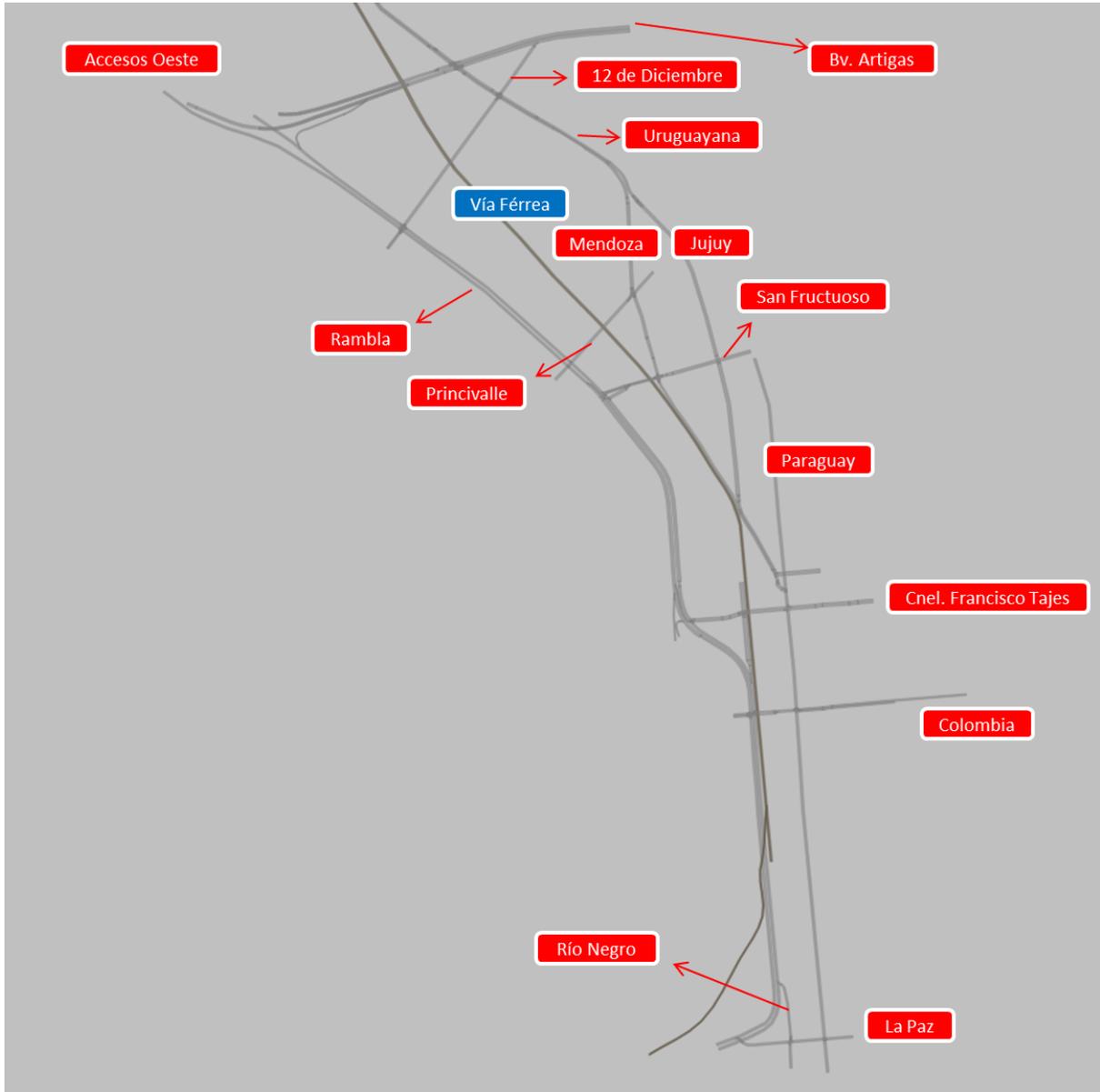
Una de las mayores modificaciones geométricas vinculadas al proyecto del Ferrocarril Central está planificada para la zona de influencia del Puerto de Montevideo. Dentro de las modificaciones se incluye la oficialización del Acceso Norte como principal ingreso a la zona portuaria, suprimiendo a su vez el ingreso por la calle Colombia.

Se plantea la construcción de un viaducto por la Rambla Portuaria desde la calle Río Negro hasta el tramo frentista a la Central Térmica "José Batlle y Ordóñez". La construcción del viaducto no se encuentra dentro del marco del Proyecto del Ferrocarril Central, sino que corresponde a un proyecto individual el cual está siendo llevado a cabo por la Administración Nacional de Puertos.

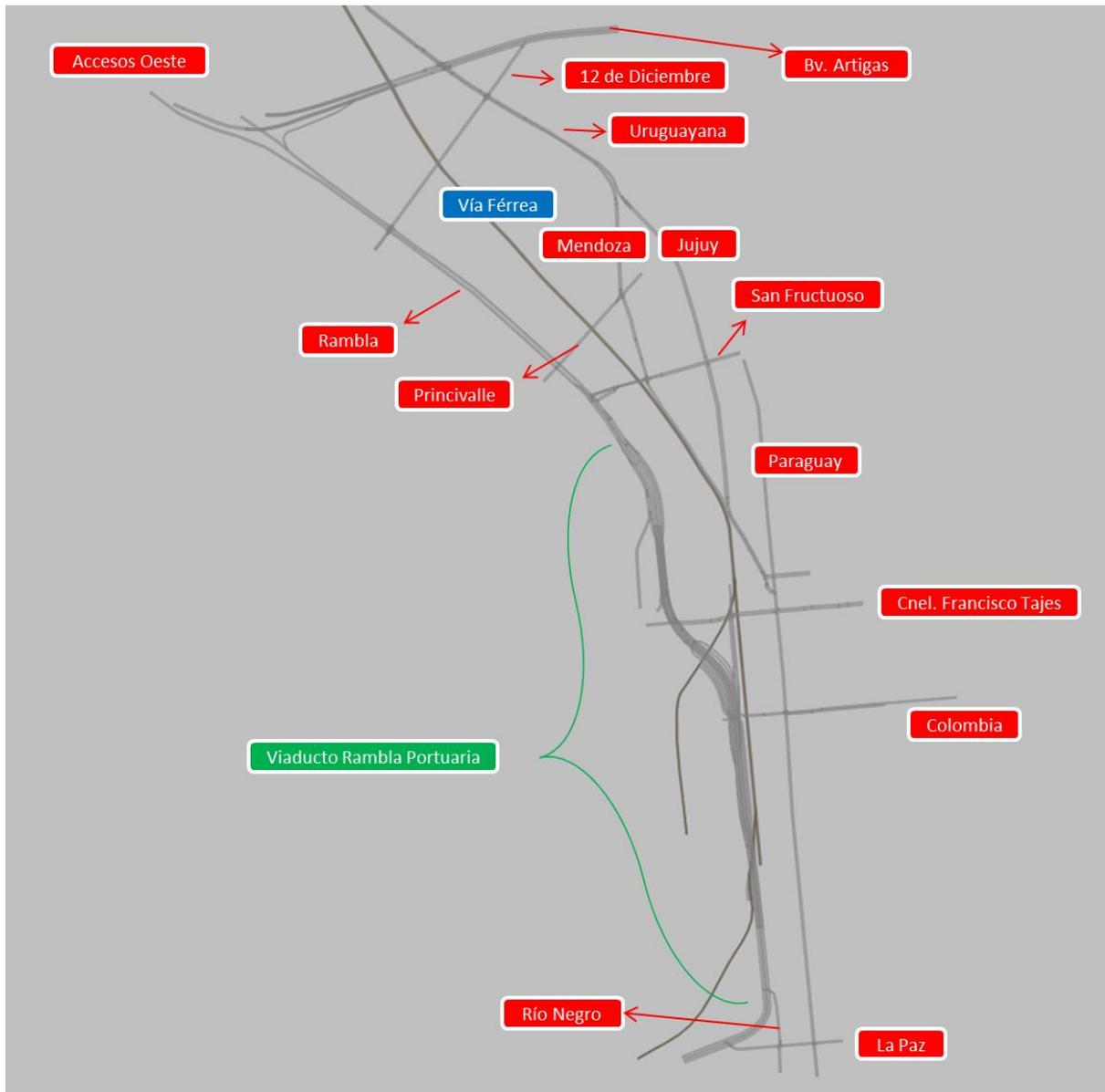
El nuevo proyecto modificará las posibilidades de maniobra, por lo que ciertos flujos vehiculares deberán tomar caminos alternativos. Esta situación ha sido reflejada en el Escenario Futuro de esta modelación. El modelo contempla también la evaluación de impacto durante el período de obras sobre la vía férrea. Para ello se requerirá de desvíos provisorios, lo que podría afectar el normal funcionamiento de otras calles y avenidas cercanas. El mayor impacto se verá sobre Colombia, Sudamérica, Cnel. Francisco Tajés, San Fructuoso, Princivalle y 12 de Diciembre.

El modelo diseñado incluye a las principales arterias directamente afectadas por el Ferrocarril Central, ya sea en la situación en obra cómo en la situación futura.

Red del Modelo "Puerto Montevideo" – Escenario Base



Red del Modelo "Puerto Montevideo" – Escenario Futuro



Escenario En Obra

Captura de modelación sobre Puerto de Montevideo (Escenario En Obra Tarde)



En el Escenario En Obra se ha evaluado el impacto de la construcción sobre la vía férrea del nuevo Ferrocarril Central. Dentro del escenario se cuenta con pasos a nivel con restricción de cruce (media calzada) o el cierre total de la calle. La reducción de sección en los pasos a nivel con media calzada generará una reducción de la capacidad de la calle.

En las calles que permanecerán cerradas durante las obras, se han supuesto posibles desvíos provisorios.

Se ha resuelto la evaluación de dos alternativas de desvíos, centralizadas en la acción de mitigación sobre el paso a nivel de Colombia. El resto de los pasos a nivel se mantendrán inalterados en estas dos alternativas.

Alternativas de Escenario en Obra:

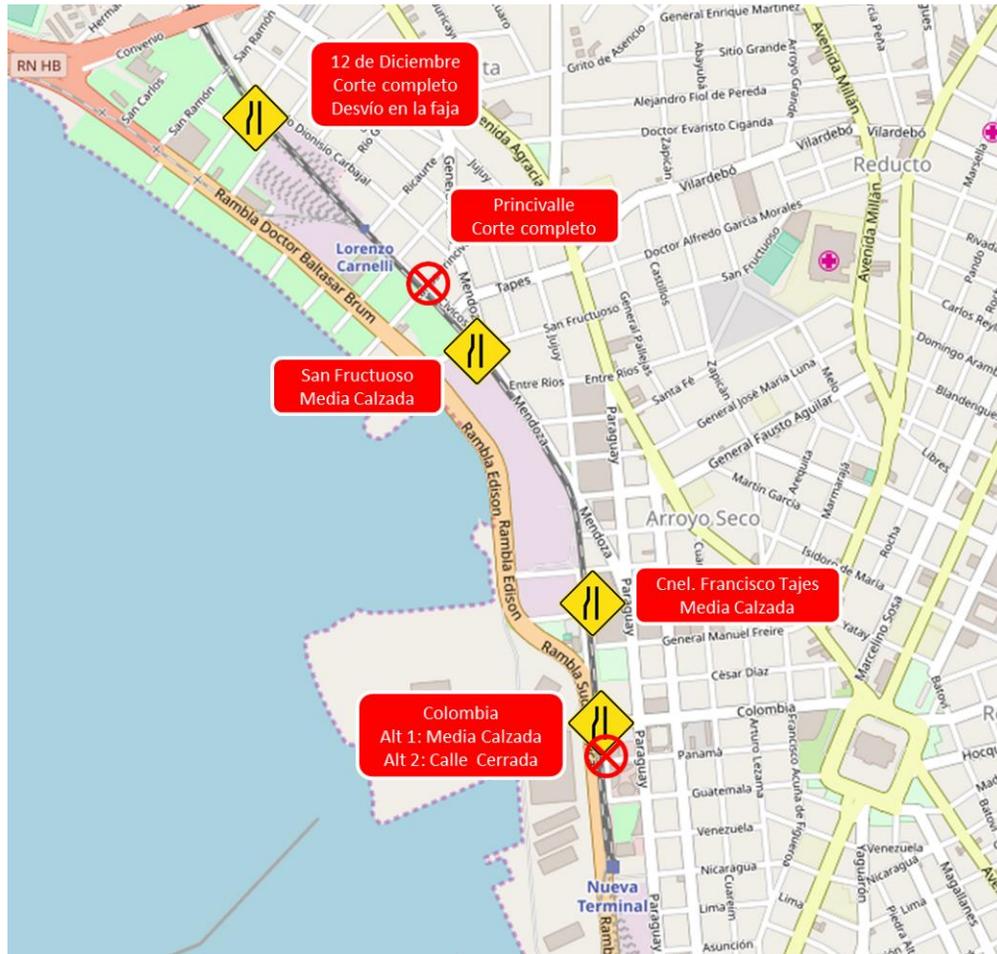
- Alternativa 1. Tránsito en media calzada sobre paso a nivel de Colombia
- Alternativa 2. Calle Colombia cerrada entre Paraguay y la Rambla.

Por la importancia de uso de Colombia (tres carriles) y Tajés (dos carriles) es preferible mantenerlas operativas. Por ello, se ha modelado inicialmente la posibilidad de que un carril se mantenga abierto durante las obras (Alternativa 1). Se considera que la construcción sobre las vías férreas se produce fuera del período de construcción del viaducto.

En el presente estudio se ha definido que las obras de Ferrocarril Central suceden antes que las del viaducto. De este modo se propone un escenario del lado de la

seguridad, ya que el impacto de los desvíos produce un impacto mayor. En caso de encontrarse ya inaugurado el viaducto, el cruce de Colombia sobre la vía podrá realizarse en un carril sin graves problemas ya que se suprimirá el semáforo en el cruce de Rambla Portuaria y Colombia.

Impacto general en Escenario En Obra – Puerto de Montevideo



*Elaboración propia sobre imagen de OSM

Situación en obra Colombia y Cnel. Francisco Tajes

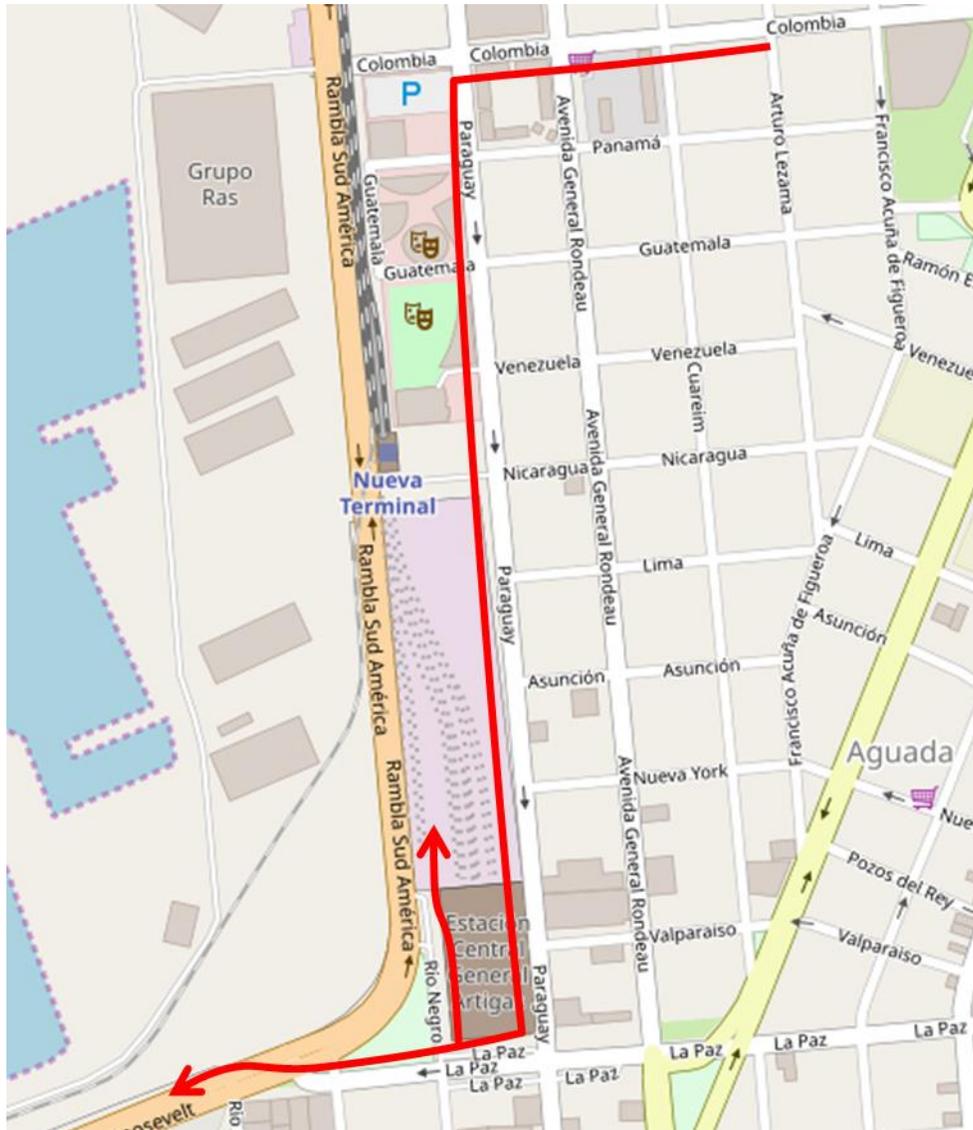


*Elaboración propia sobre imagen de OSM

En las corridas de la modelación se han identificado congestiones de consideración en Colombia si se mantiene únicamente un carril en su paso a nivel, por lo que se ha planteado la alternativa de cerrar Colombia entre Paraguay y la Rambla.

En ese caso, todo el flujo de Colombia tomaría Paraguay hacia el sur y luego giraría a la derecha en La Paz donde, los vehículos que actualmente doblan a la derecha en Colombia y la Rambla, tomarían Río Negro para acceder a la Rambla en sentido norte, y los que doblan a la izquierda seguirían por La Paz hasta la Rambla tomando esta hacia el sur.

Desvío de Colombia por Paraguay – Alternativa 2

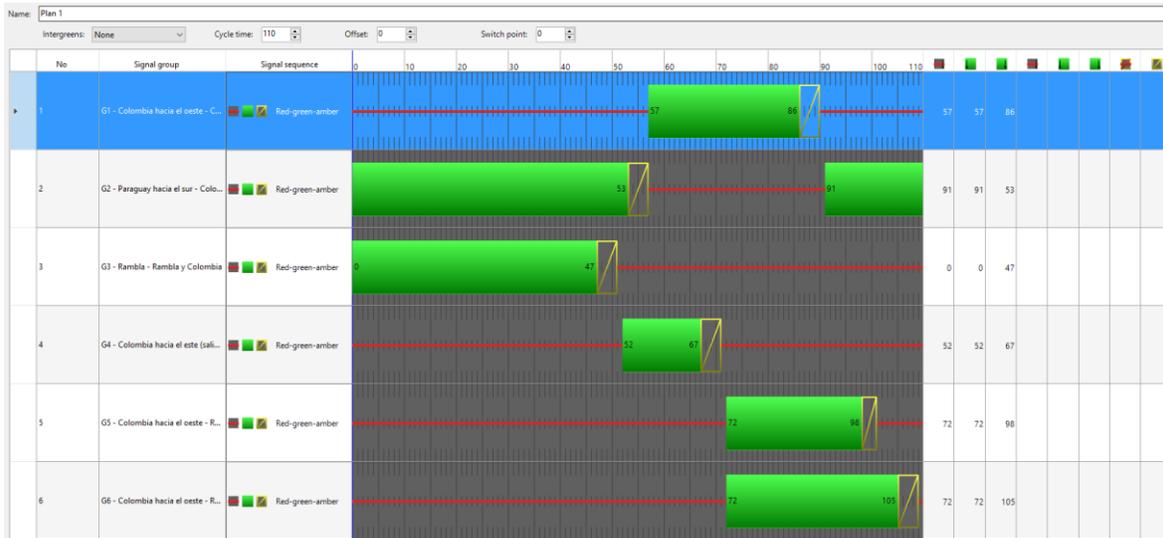


*Elaboración propia sobre imagen de OSM

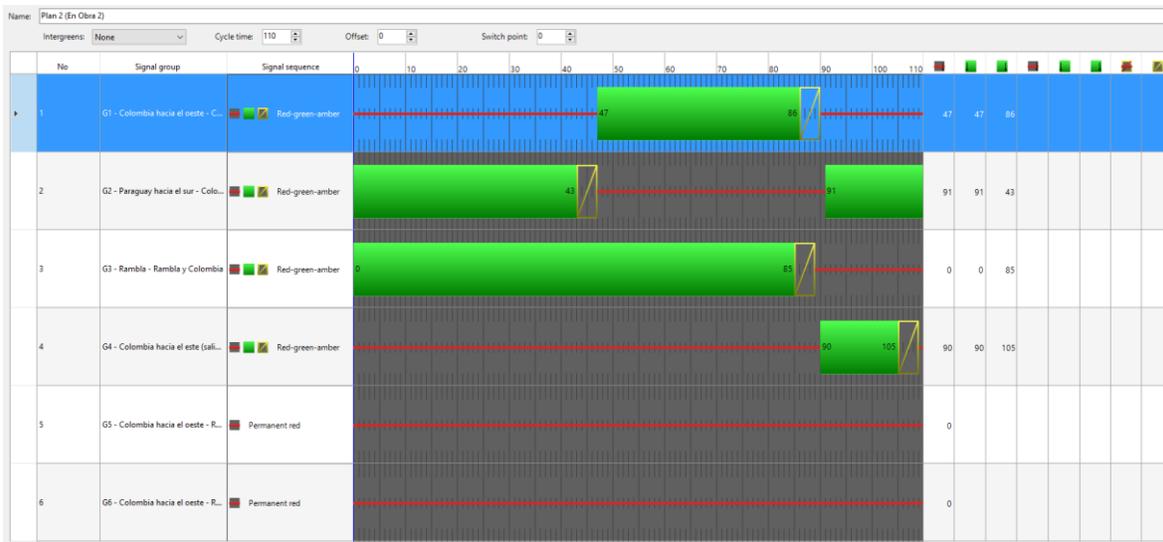
La prohibición de circulación sobre Colombia (Alternativa 2) permitirá la modificación del plan semafórico del controlador que maneja Rambla y Colombia, y Paraguay y Colombia. Se podrá suprimir la fase en Colombia y Rambla que habilita el tránsito hacia el oeste. De este modo se podrá otorgar más tiempo de verde para la Rambla reduciendo la actual congestión.

Todo el flujo de Colombia será desviado por Paraguay, por lo que se han modificado también las fases semafóricas en la intersección de Colombia y Paraguay.

Plan semafórico Rambla, Colombia y Rondeau, Escenario Base

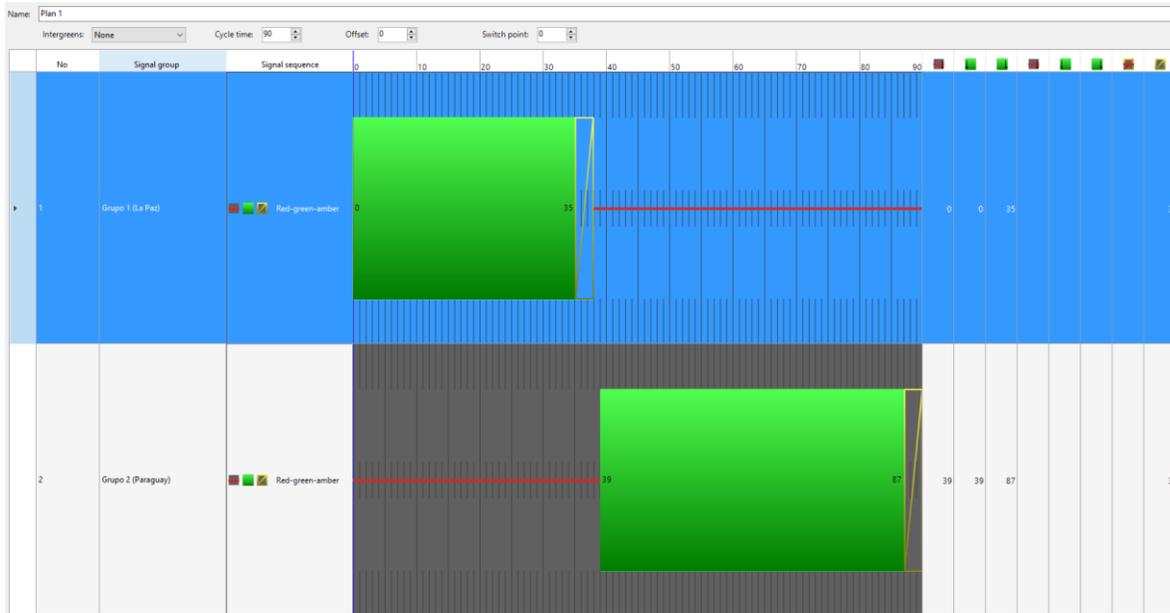


Plan semafórico Rambla, Colombia y Rondeau, Escenario En Obra Alternativa 2

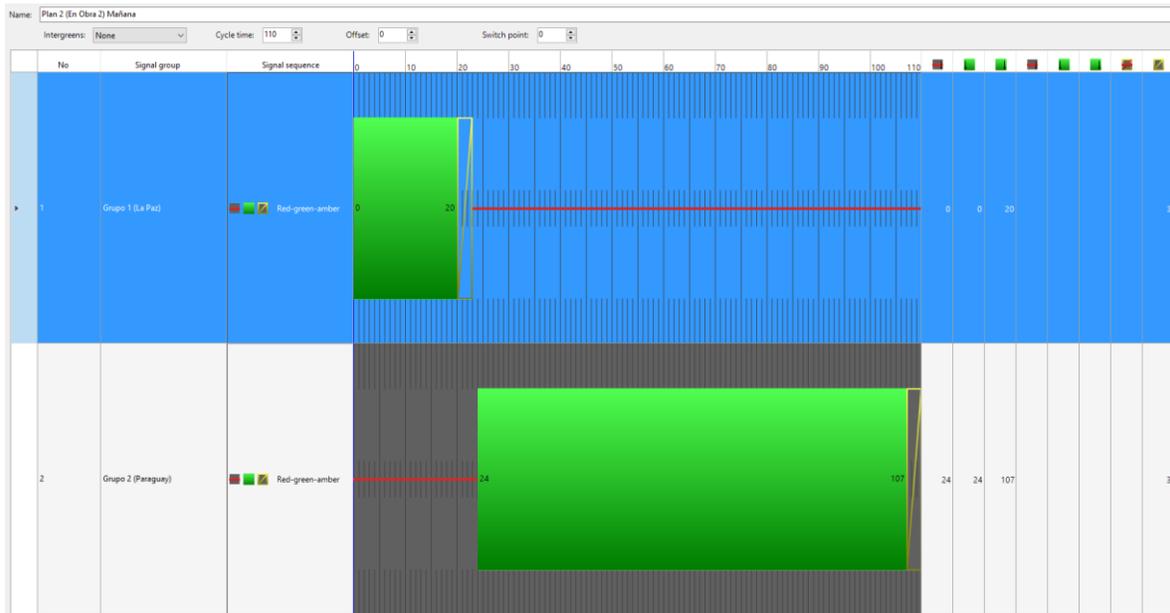


El desvío de Colombia deberá ser acompañado con una revisión de los planes semafóricos en Paraguay y La Paz.

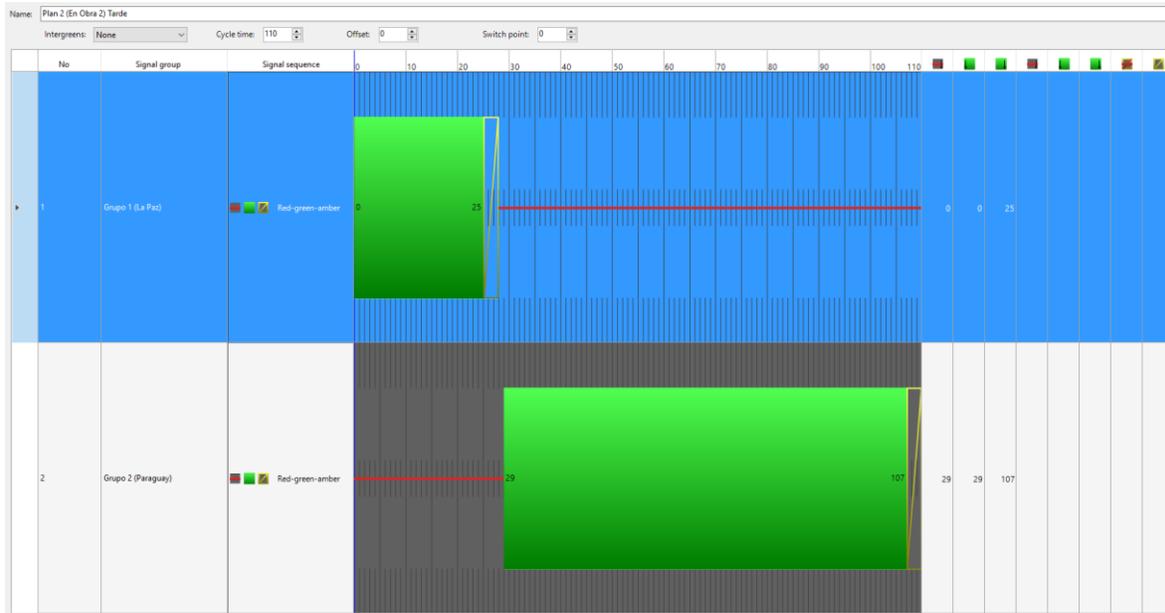
Plan semafórico Paraguay y La Paz, Escenario Base



Plan semafórico Paraguay y La Paz, Escenario En Obra Alternativa 2, Turno Mañana



Plan semafórico Paraguay y La Paz, Escenario En Obra Alternativa 2, Turno Tarde



Carlos Princivalle y San Fructuoso deben ser consideradas en conjunto, tanto por su proximidad cómo por la lejanía con otras conexiones a la Rambla Portuaria. Por ello, no es posible interrumpir totalmente la circulación en ambas calles sin impactar considerablemente en los tiempos de recorrido. En la modelación se ha definido el corte completo sobre Princivalle y la reducción a media calzada sobre San Fructuoso.

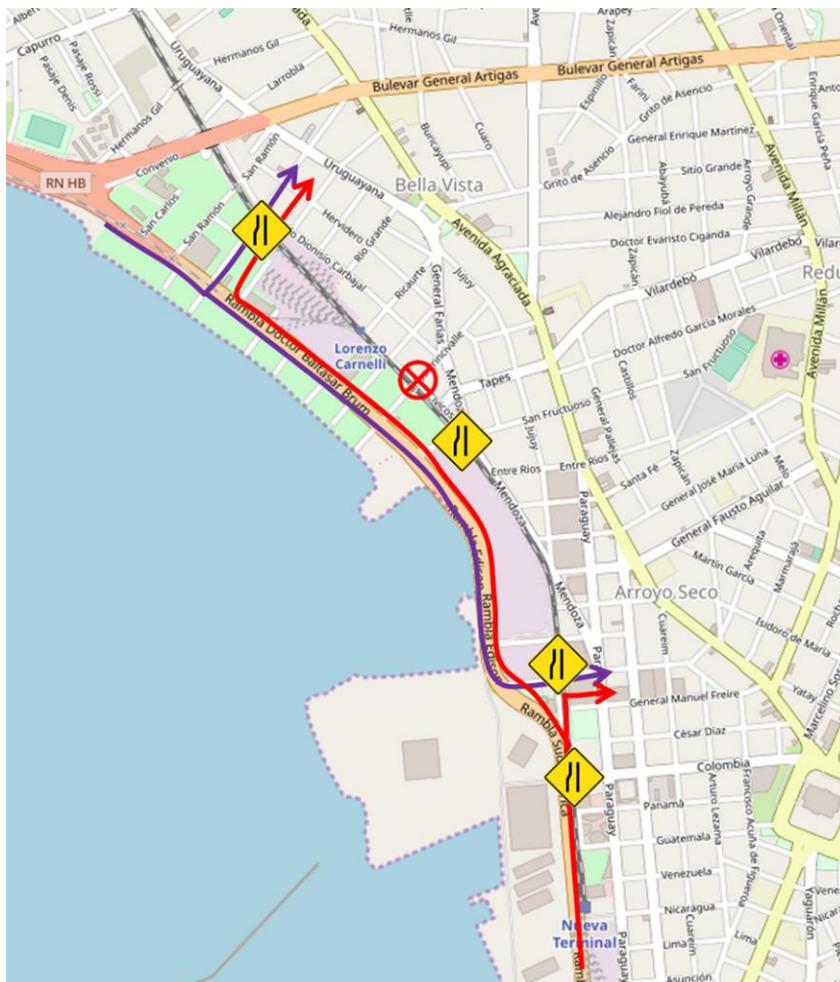
Sobre el paso a nivel de San Fructuoso no podrán cruzar vehículos en ambos sentidos. La proximidad del paso a nivel con la intersección de San Fructuoso y Mendoza hace imposible instalar un semáforo que permita el paso sobre el cruce ferroviario para cada sentido a la vez sin generar colas de espera del tránsito hacia el oeste que invadan Mendoza. Para mitigar el impacto se propone flechar San Fructuoso hacia el oeste entre Mendoza y la Rambla y redireccionar el tránsito hacia el este a las calles 12 de Diciembre y Cnel. Francisco Tajés.

Desvío de Obra de Carlos Princivalle



*Elaboración propia sobre imagen de OSM

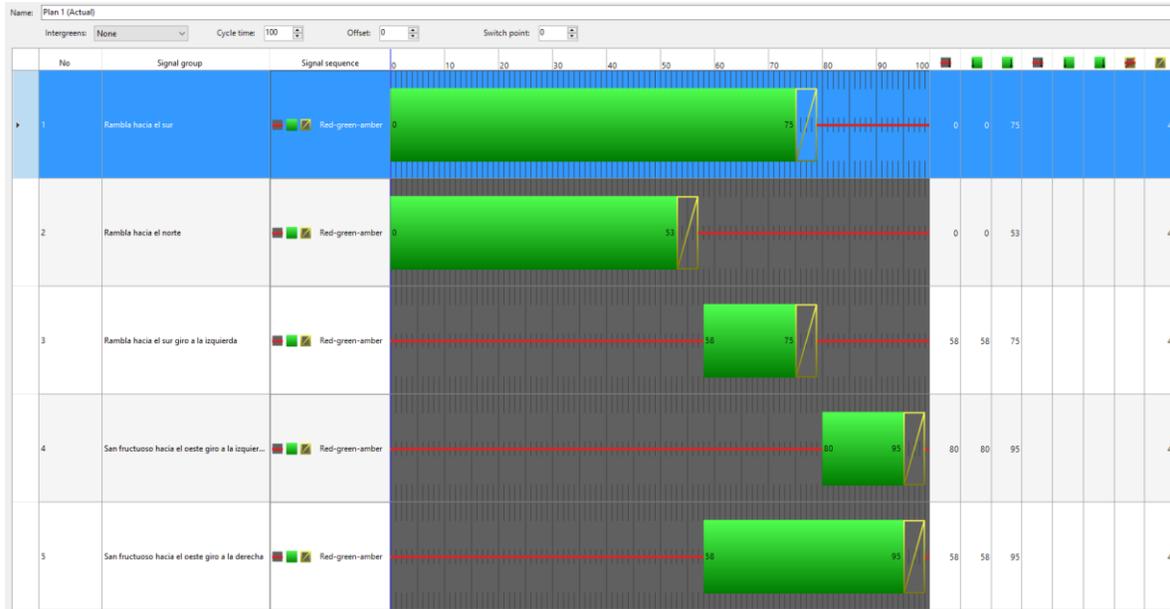
Desvío de Obra de San Fructuoso por cambio de flecha provisorio



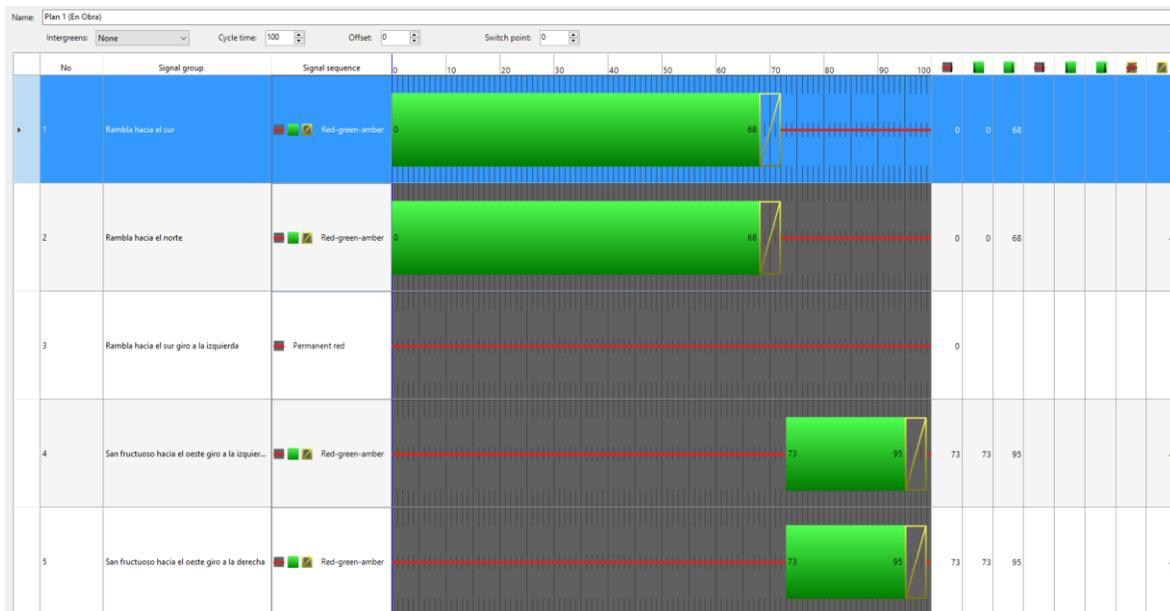
*Elaboración propia sobre imagen de OSM

Al prohibirse el tránsito por San Fructuoso hacia el este, ya no será necesaria la fase semafórica que permite el giro a la izquierda de los vehículos de la Rambla hacia el sur. Este cambio permite la modificación del plan semafórico actual.

Plan semafórico Rambla y San Fructuoso, Escenario Base



Plan semafórico Rambla y San Fructuoso, Escenario En Obra

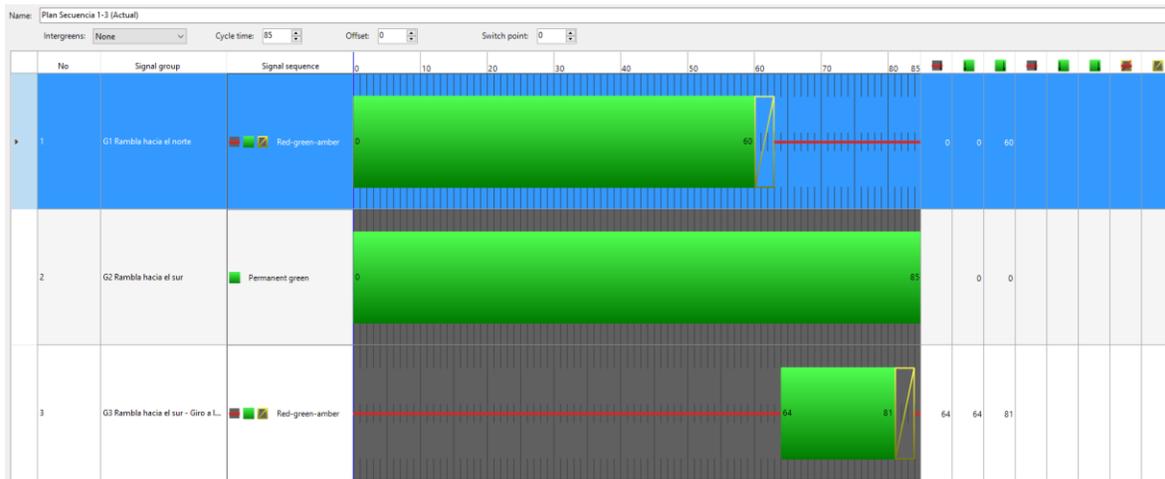


Todo el flujo actual de San Fructuoso hacia el este está obligado a doblar hacia el sur en Mendoza, por lo que se considera que el flujo que se desvíe por 12 de Diciembre doblará hacia el sur en Uruguayana, mientras que aquel que tome Cnel. Francisco Tajés girará hacia el sur en Paraguay.

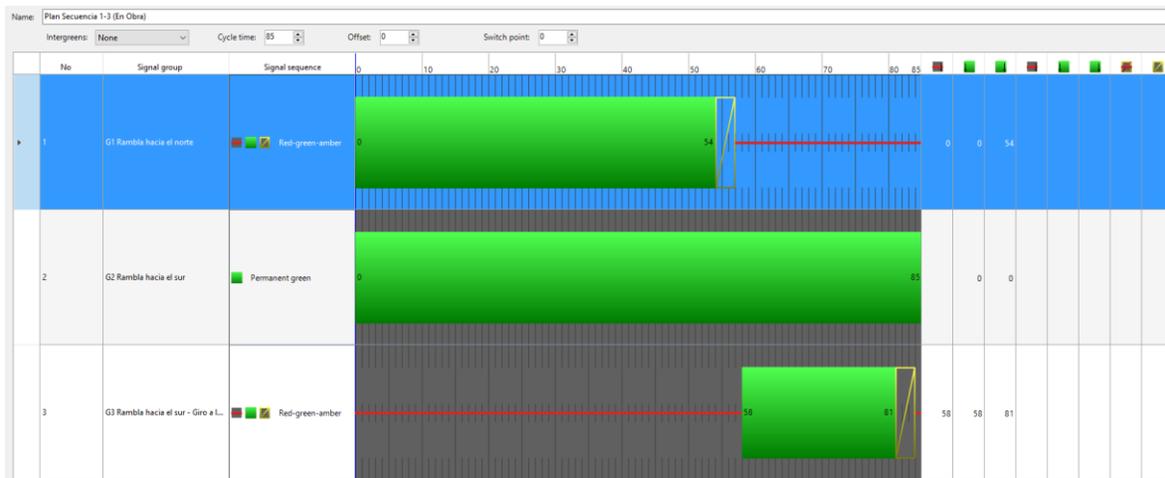
El tránsito desviado proveniente desde el norte por la Rambla impactará sobre los giros a la izquierda en 12 de Diciembre y Cnel. Francisco Tajes. Se destaca que la intersección con Cnel. Francisco Tajes es semaforizada y la de 12 de Diciembre no lo es.

El aumento de flujo de la maniobra a la izquierda en Cnel. Francisco Tajes exige el aumento del tiempo de verde para el grupo asignado a este giro, impidiendo así que la cola de espera supere la dársena de giro e invada la Rambla en sentido sur. Esta modificación se realizará en detrimento del flujo hacia el norte por Rambla.

Plan semafórico Rambla y Gral. Francisco Tajes, Escenario Base



Plan semafórico Rambla y Gral. Francisco Tajes, Escenario En Obra



En la intersección sobre 12 de Diciembre se ha modelado la situación sin implementar acciones adicionales.

La faja sobre la calle 12 de Diciembre a la altura del paso a nivel cuenta con espacio para una calle de desvío en el margen este. En caso de que el espacio sea insuficiente se recomienda la posibilidad de construir provisoriamente el camino dentro del predio de la estación Lorenzo Carnelli.

Fotografía del paso a nivel sobre 12 de Diciembre



Alternativa de desvío de 12 de Diciembre y Predio de la Estación Lorenzo Carnelli



Escenario Futuro

Captura de modelación sobre Puerto de Montevideo (Escenario Futuro Tarde)



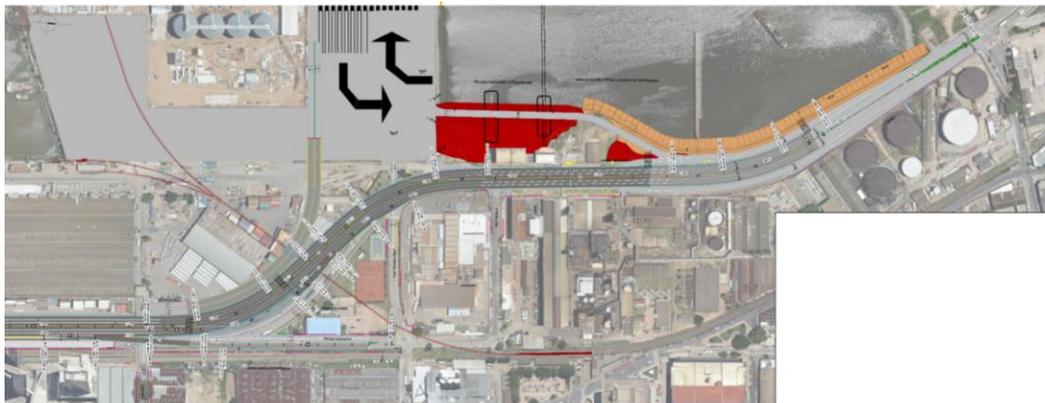


Las modificaciones en la infraestructura vial en las proximidades al Puerto de Montevideo generarán un cambio de recorrido en varios usuarios de la red.

En este escenario será incluida la implantación del viaducto sobre la Rambla Portuaria. Se evaluarán por tanto los tiempos y niveles de servicio considerando la operación en conjunto del FFCC y el nuevo viaducto. El viaducto de la Rambla Portuaria contará con tres carriles por sentido desde Río Negro hasta el tramo de la Rambla frentista a la Central Térmica “José Batlle y Ordóñez”.

Planimetría viaducto Rambla Portuaria





**Planimetría del viaducto Rambla Portuaria de la lámina: "Vialidad Nivel Viaducto Planimetría General" de la documentación "2018-04-18 21581_Ajunto_02 Memoria de Pavimento" del "Proyecto de Acceso en Rambla Portuaria", publicado por la Administración Nacional de Puertos (ANP)*

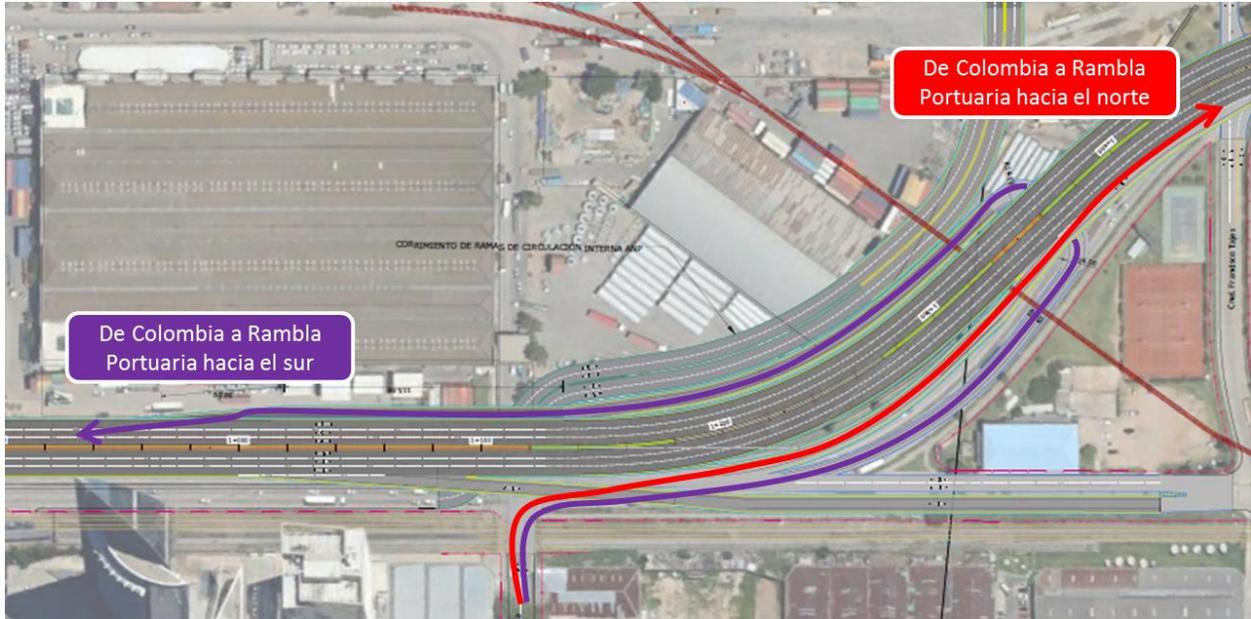
Será suprimido el Acceso Colombia, por lo que se planifica el ingreso y egreso de vehículos por Acceso Norte, debiendo redistribuirse algunos recorridos.

Las maniobras se encuentran definidas en la documentación presentada en el pliego de licitación del viaducto del Puerto de Montevideo de la ANP ("2018-04-18 21581_Ajunto_15 ESTUDIO FACTIBILIDAD MEJORA ACCESO A RAMBLA").

Entre el comienzo norte del viaducto y la calle Cnel. Francisco Tajes se construirán debajo del puente caminos accesorios que conectarán el Acceso Norte y la calle Cnel. Francisco Tajes. El tráfico de salida del puerto hacia el sur se realizará por otro acceso del puerto.

A modo de resumen, se presenta los siguientes diagramas con las maniobras más utilizadas.

Ingreso desde Colombia a la Rambla Portuaria hacia el norte y sur

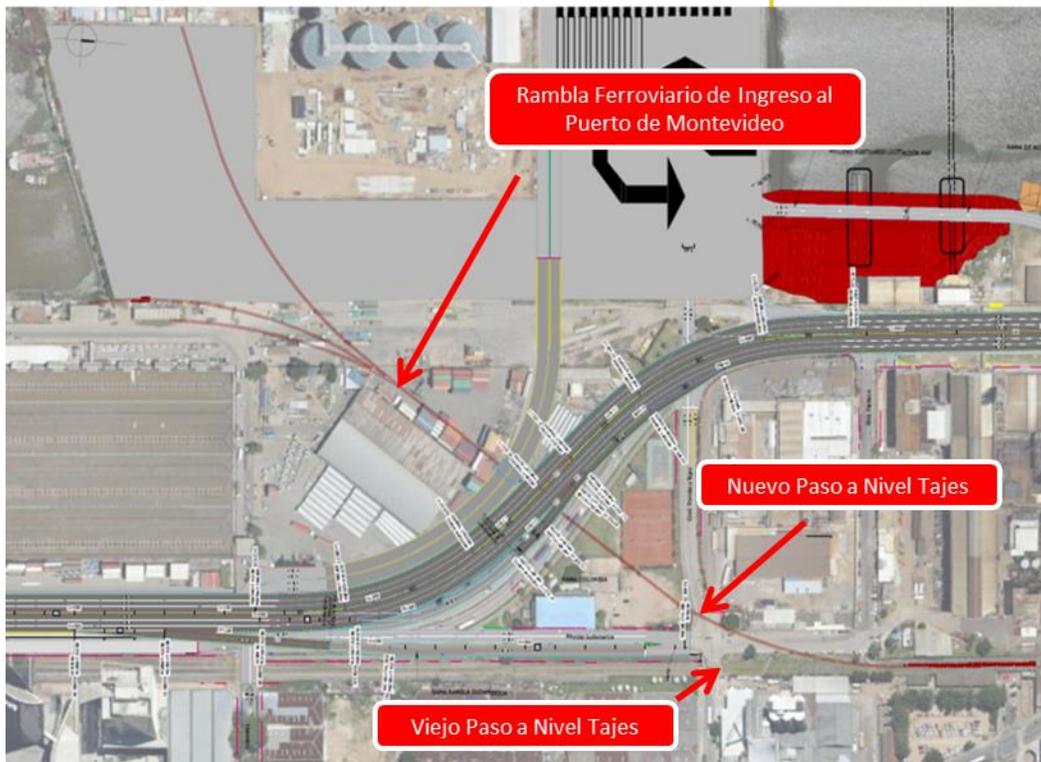


**Elaboración propia sobre Planimetría del viaducto Rambla Portuaria de la lámina: "Vialidad Nivel Alt. Acceso Colombia Planimetría General" de la documentación "2018-04-18 21581_Ajunto_04 Plano Acceso Colombia" del "Proyecto de Acceso en Rambla Portuaria", publicado por la Administración Nacional de Puertos (ANP)*

Se han evaluado dos alternativas de giro a la izquierda de Colombia hacia la Rambla. La primera de ellas permitiendo el giro representado en la **iError! No se encuentra el origen de la referencia.** bajo el nombre "De Colombia a Rambla Portuaria hacia el sur". La segunda plantea que esta maniobra no se encuentre permitida, obligando a los vehículos a tomar sentido sur en Paraguay.

El proyecto prevé la construcción de un ramal de vía que ingresará directamente al puerto de Montevideo entre Colombia y Cnel. Francisco Tajes. El nuevo ramal será utilizado por los trenes de carga y celulosa, mientras que los trenes de pasajeros mantendrán su actual recorrido. Por lo tanto, en el Escenario Futuro se contará con dos pasos a nivel próximos para la calle Cnel. Francisco Tajes.

Ramal Ferroviario de ingreso al Puerto de Montevideo y Nuevo Paso a Nivel Tajés



**Planimetría del viaducto Rambla Portuaria de la lámina: "Vialidad Nivel Viaducto Planimetría General" de la documentación "2018-04-18 21581_Ajunto_02 Memoria de Pavimento" del "Proyecto de Acceso en Rambla Portuaria", publicado por la Administración Nacional de Puertos (ANP)*

La geometría sobre los pasos a nivel de San Fructuoso, Carlos Princivalle y 12 de Diciembre se mantendrá invariante, viéndose únicamente modificados los tiempos de barrera por el aumento de frecuencias de trenes y de la velocidad de circulación.

Resultados y Conclusiones

Escenario En Obra

En el escenario de obras se han evaluado aquellas intersecciones afectadas por los desvíos así como la operativa de los pasos a nivel por la reducción de capacidad.

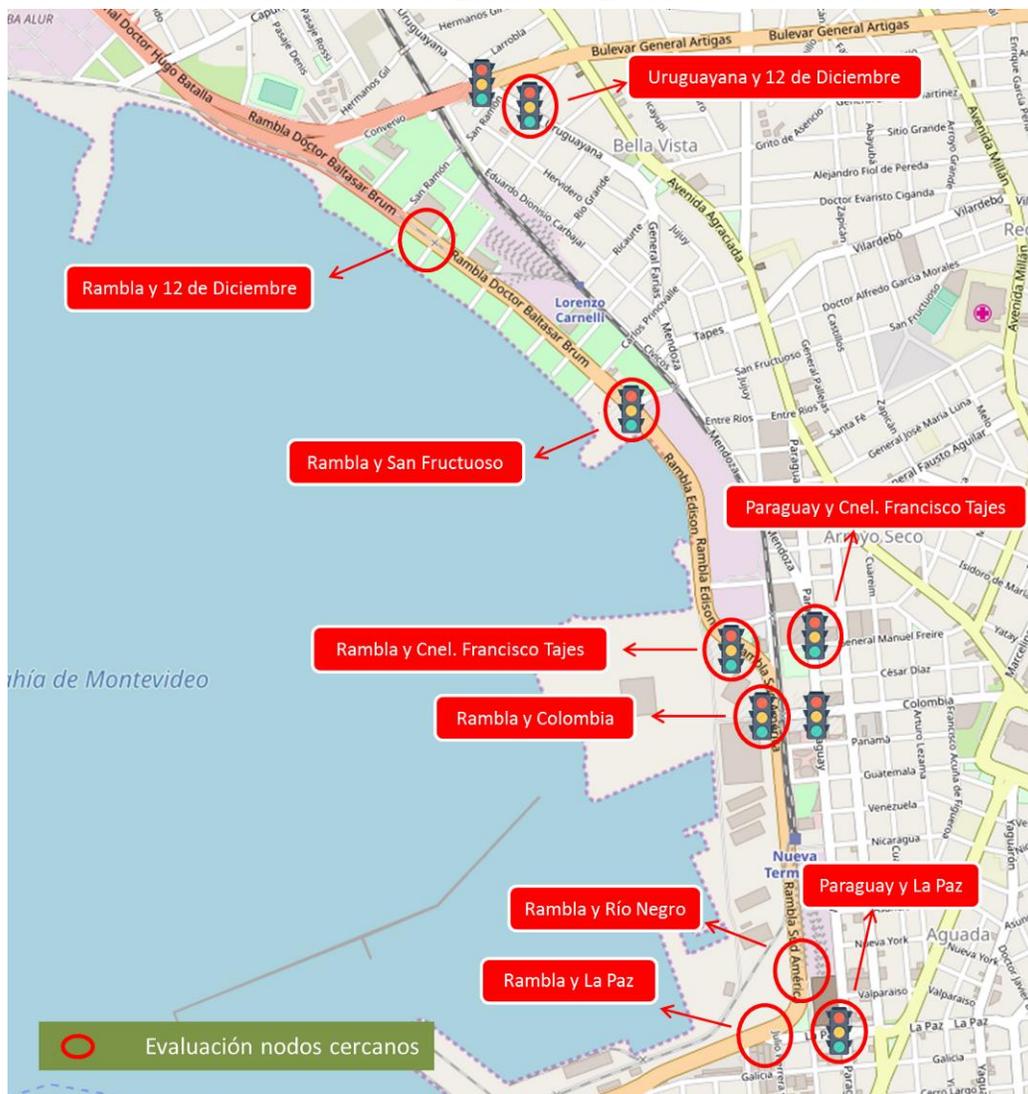
Las intersecciones evaluadas han sido Rambla Portuaria y Colombia (intersección afectada por la reducción de calzada en Colombia sobre el paso a nivel), Princivalle

y Farías, San Fructuoso y Mendoza, Rambla y 12 de Diciembre, 12 de diciembre y Uruguayana, Rambla y Cnel. Francisco Tajés, y Cnel. Francisco Tajés y Paraguay.

Han sido evaluadas las dos alternativas de desvíos planteadas en este capítulo.

Al correr la modelación de la Alternativa 1 (media calzada sobre Colombia) se ha identificado una gran congestión sobre Colombia que supera los límites del modelo. Esto significa que en caso de aplicar estas restricciones, las colas de espera sobre Colombia alcanzarían el Palacio Legislativo. Se ha evaluado esta misma situación con dos carriles habilitados sobre el paso a nivel obteniendo resultados semejantes. Por tal motivo se presentarán únicamente los resultados de la Alternativa 2.

Nodos cercanos evaluados en el Escenario En Obra – Puerto de Montevideo



Los resultados presentados a continuación resumen los Niveles de Servicio por Maniobra para las intersecciones anteriormente mencionadas.

Aquellas maniobras que en su Nivel de Servicio están marcadas con el símbolo "-", no cuentan en dicho escenario con flujo vehicular.

Niveles de Servicio para intersecciones próximas afectadas Escenario En Obra
Alternativa 2 – Modelo Puerto de Montevideo

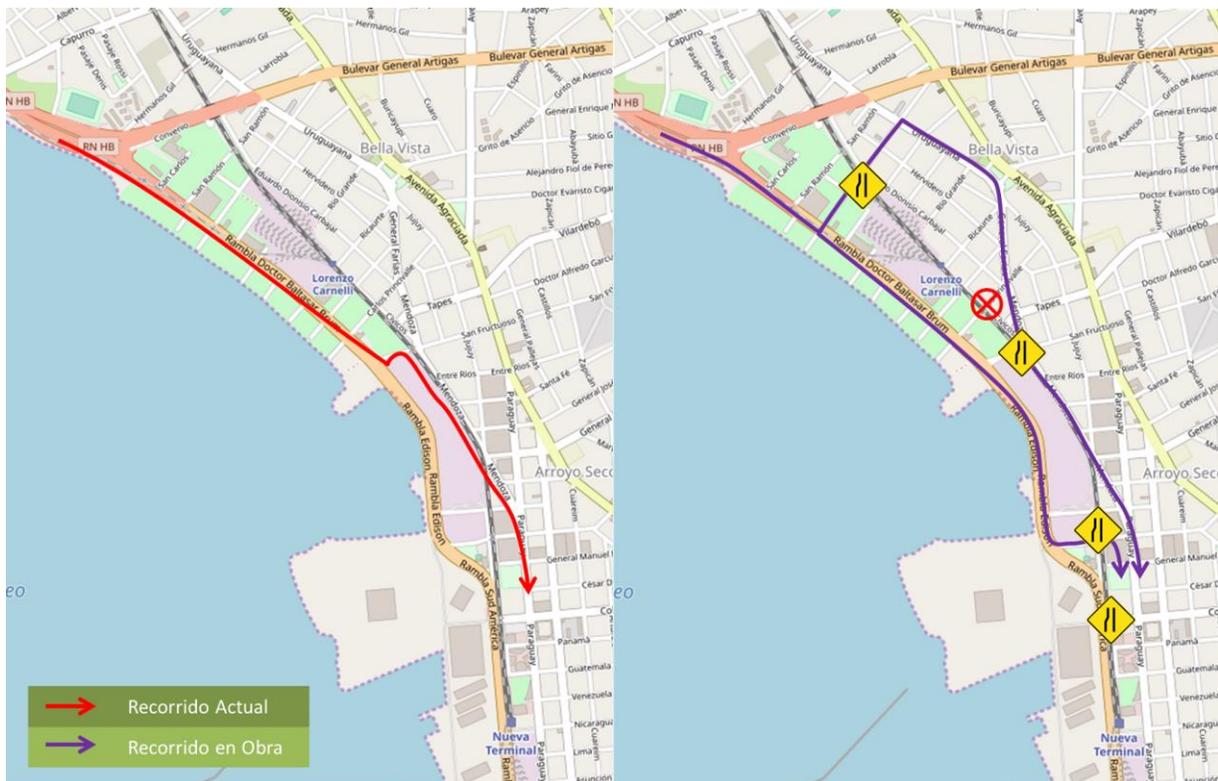
Intersección	Aproximación	Mañana		Tarde	
		Actual	En Obra	Actual	En Obra
Rambla y La Paz	La Paz hacia el oeste giro a la izquierda	B	C	B	C
	Rambla hacia el norte	A	A	A	A
	Rambla hacia el sur	A	A	A	A
Rambla y Río Negro	Rambla hacia el norte	A	A	B	A
	Rambla hacia el sur	A	A	A	A
	Río Negro hacia el norte	A	B	B	D
Rambla y Colombia	Colombia hacia el este giro a la izquierda	D	D	E	D
	Colombia hacia el este giro a la derecha	D	D	E	E
	Colombia hacia el oeste giro a la izquierda	C	A	C	A
	Colombia hacia el oeste	D	A	D	A
	Colombia hacia el oeste giro a la derecha	C	A	D	A
	Rambla hacia el norte	C	A	D	A
	Rambla hacia el sur	C	A	C	A
	Rambla hacia el sur giro a la derecha	C	A	C	A
Rambla y Tajés	Acceso Norte hacia Rambla sur	A	A	A	A
	Rambla hacia el sur giro a la izquierda	D	D	D	C
	Rambla hacia el sur	A	A	A	A
Rambla y	San Fructuoso hacia el oeste giro a la izquierda	D	C	D	D

Intersección	Aproximación	Mañana		Tarde	
		Actual	En Obra	Actual	En Obra
San Fructuoso	San Fructuoso hacia el oeste giro a la derecha	C	D	C	D
	Rambla hacia norte	B	A	C	B
	Rambla hacia norte giro a la derecha	B	A	C	A
	Rambla hacia el sur giro a la izquierda	D	A	D	A
	Rambla hacia el sur	A	B	A	B
Rambla y 12 de Diciembre	12 de Diciembre hacia el este giro a la izquierda	A	A	A	A
	12 de Diciembre hacia el este	A	A	A	A
	12 de Diciembre hacia el este giro a la derecha	B	B	A	B
	Rambla hacia el norte giro a la izquierda	A	A	A	A
	Rambla hacia el norte giro a la derecha	D	C	F	D
	Rambla hacia el sur giro a la izquierda	B	C	F	F
	Rambla hacia el norte	B	C	B	C
	Rambla hacia el sur	A	B	B	D
	Rambla hacia el sur giro a la derecha	A	A	A	C
Colombia y Paraguay	Colombia hacia el oeste giro a la izquierda	E	D	E	D
	Colombia hacia el oeste	E	A	E	A
	Paraguay hacia el sur giro a la izquierda	B	B	B	B
	Paraguay hacia el sur	B	B	B	B
	Paraguay hacia el sur giro a la derecha	B	A	B	A
Paraguay y Tajés	Tajés hacia el este	C	C	C	C
	Tajés hacia el este giro a la derecha	C	C	C	C

Intersección	Aproximación	Mañana		Tarde	
		Actual	En Obra	Actual	En Obra
	Paraguay hacia el sur giro a la izquierda	B	B	B	B
	Paraguay hacia el sur	C	B	B	B
San Fructuoso y Mendoza	San Fructuoso hacia el este giro a la derecha	A	A	A	A
	San Fructuoso hacia el oeste giro a la izquierda	B	B	B	C
	San Fructuoso hacia el oeste	B	B	C	C
	Mendoza hacia el sur	A	A	A	A
	Mendoza hacia el sur giro a la derecha	A	A	A	A
Princivalle y Farías	Princivalle hacia el oeste giro a la izquierda	A	A	A	B
	Princivalle hacia el oeste	B	B	B	C
	Farías hacia el sur	A	A	A	A
	Farías hacia el sur giro a la derecha	A	A	A	A
12 de Diciembre y Uruguayana	12 de Diciembre hacia el este giro a la izquierda	C	C	B	B
	12 de Diciembre hacia el este	C	C	B	C
	12 de Diciembre hacia el este giro a la derecha	C	C	C	C
	Uruguayana hacia el sur giro a la izquierda	B	B	D	D
	Uruguayana hacia el norte	A	A	A	A
	Uruguayana hacia el norte giro a la derecha	A	A	A	A
Paraguay y La Paz	La Paz hacia el oeste giro a la izquierda	B	D	B	D
	La Paz hacia el oeste	B	D	B	D
	Paraguay hacia el sur	B	B	B	B
	Paraguay hacia el sur giro a la derecha	B	B	B	B

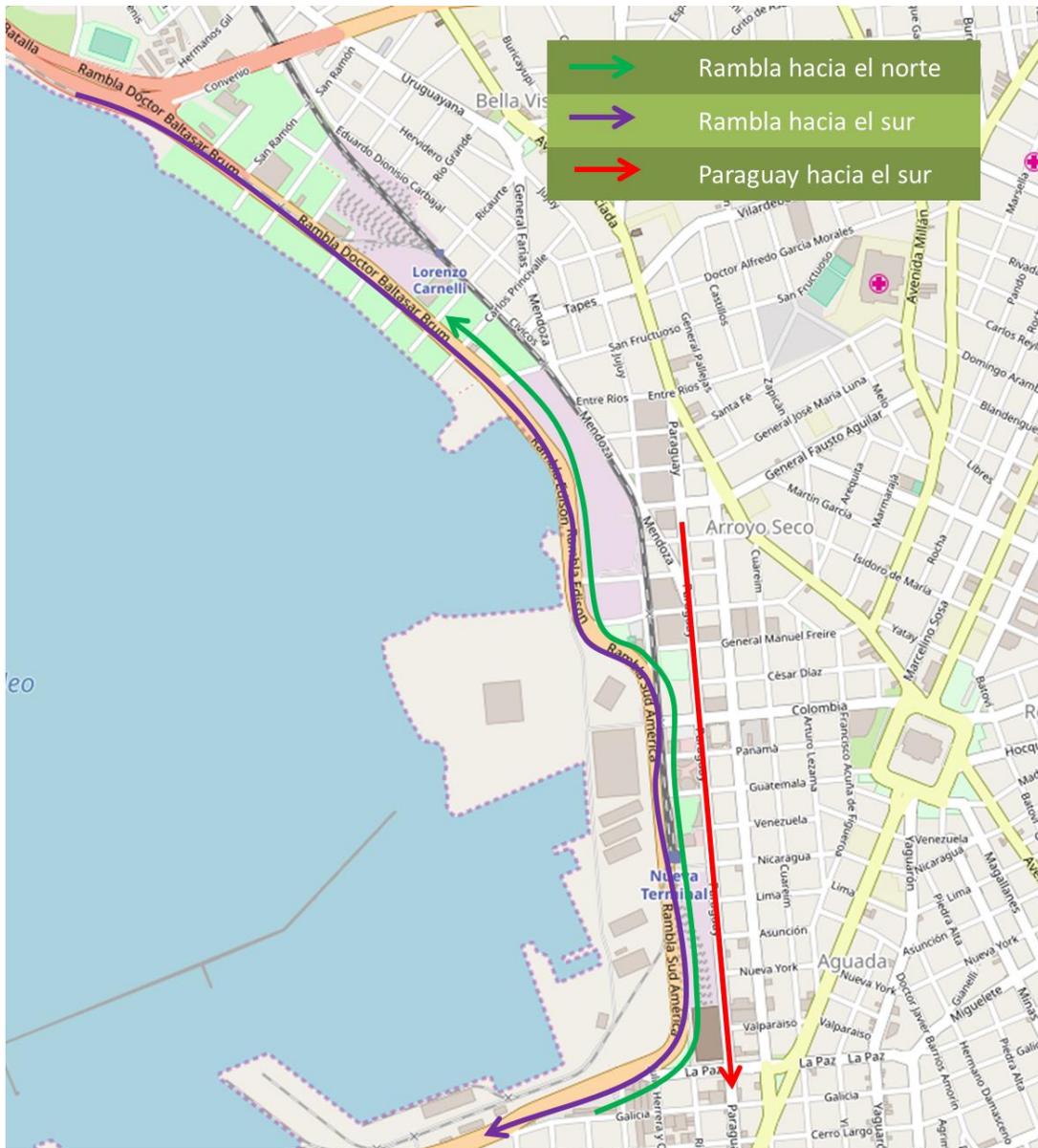
En la siguiente figura se detallan los recorridos donde han sido medidos los tiempos de viaje. Los tiempos de viaje relevados refieren al cambio de flecha de San Fructuoso, al desvío de tránsito de Princivalle a San Fructuoso y las reducciones de calzada en los pasos a nivel de 12 de Diciembre, Cnel. Francisco Tajés y Colombia. También se incluye los desvíos de Colombia y el impacto general sobre las calles Paraguay y Rambla.

Definición de tramos utilizados para cálculo de tiempo de viaje por desvíos de San Fructuoso – Tránsito hacia el sur – Modelo Puerto de Montevideo



Se ha incluido el tiempo de recorrido en toda la red modelada de la Rambla Portuaria y Paraguay buscando así identificar el impacto sobre la Rambla de los desvíos previstos. Los tramos escogidos han sido seleccionados a partir de la zona de afectación para cada uno de ellos y es presentado en la siguiente figura.

Definición de tramos utilizados para cálculo de tiempo de viaje de Rambla Portuaria – Modelo Puerto de Montevideo



Finalmente han sido añadidos los tiempos de viaje para los recorridos desde Colombia hacia la Rambla (al norte y al sur).

Definición de tramos utilizados para cálculo de tiempo de viaje de Colombia – Modelo Puerto de Montevideo



Los tiempos de viaje obtenidos de las modelaciones son los siguientes:

Tiempos de viaje por desvíos de obras (Promedio en seg.) – Modelo Puerto de Montevideo

Tramo	Mañana		Tarde	
	Actual	En Obra Alt 2	Actual	En Obra Alt 2
Rambla hacia el norte	279	248	400	288
Rambla hacia el sur	406	394	392	501
Colombia hacia el oeste giro a la izquierda	308	301	289	281
Colombia hacia el oeste desvío giro a la derecha	206	374	180	375
Paraguay hacia el sur	192	249	180	204
San Fructuoso de Rambla hacia el sur(*)	337	368	312	514

(*) Los tiempos de viaje de San Fructuoso refieren al promedio de tiempo de recorrido de todos los vehículos incluidos en las rutas definidas en la "Impacto local de cambio de flecha sobre San Fructuoso"

Rev.11/03/19

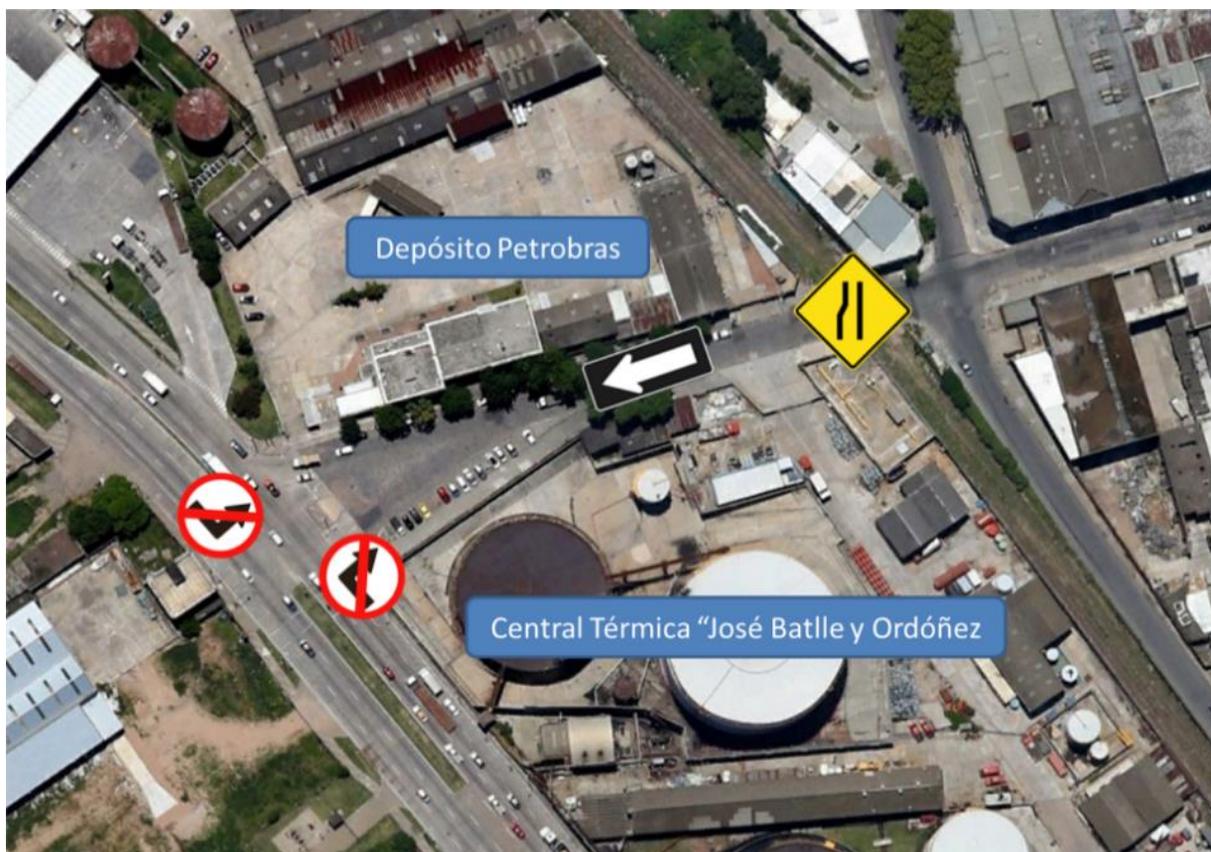
De las modelaciones realizadas y los resultados obtenidos, se aconseja la implementación de la Alternativa 2, en conocimiento que generará tiempos de viaje mejores para los vehículos desde Colombia al oeste hacia Rambla al norte principalmente.

Al considerarse este impacto provisorio, se concluye que esta alternativa producirá impactos aceptables para su implementación.

Medidas de mitigación adicionales (Escenario En Obra)

El cambio de flecha propuesta en San Fructuoso afectará provisoriamente el actual movimiento de entrada y salida al acceso lateral de la Central Batlle y al depósito de Petrobras. Para poder acceder desde la Rambla a los dos predios mencionados se deberá tomar 12 de Diciembre, Farías, Mendoza y San Fructuoso hacia el oeste.

Impacto local de cambio de flecha sobre San Fructuoso



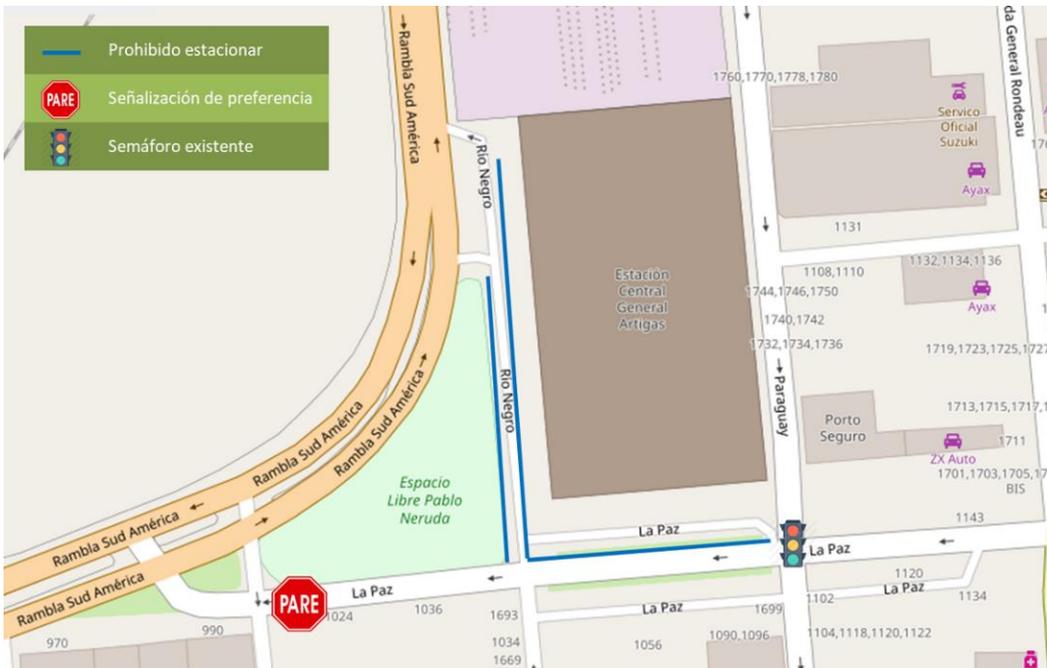
Acceso a Central Batlle y Depósito Petrobras



Para la alternativa 2 de desvíos (desvío de Colombia por Paraguay), se aconseja la prohibición de estacionamiento durante las 24 horas del día en el margen norte de La Paz entre Paraguay y Río Negro, y en ambos lados en Río Negro entre La Paz y la Rambla.

Se deberá señalar, priorizando con cartelería la preferencia de Julio Herrera y Obes por sobre La Paz.

Medidas de mitigación para Alternativa 2 del Escenario En Obra



Escenario Futuro

Los resultados obtenidos son los siguientes:

Niveles de Servicio para pasos a nivel – Modelo Puerto de Montevideo

Aproximación	Mañana				Tarde			
	Actual		Futuro		Actual		Futuro	
	Demo ra	Nivel de servicio	Demo ra	Nivel de servicio	Demo ra	Nivel de servicio	Demo ra	Nivel de servicio
Rambla hacia el norte	2,52	A	0,60	A	16,91	B	1,22	A
Rambla hacia el sur	4,06	A	0,97	A	3,12	A	0,71	A
Tajes hacia el este	1,18	A	1,12	A	1,48	A	1,39	A
San Fructuoso hacia el este	4,56	A	2,95	A	3,58	A	2,23	A
San Fructuoso	0,51	A	0,52	A	0,43	A	0,40	A

hacia el oeste								
Principalle hacia el oeste	1,09	A	0,87	A	1,26	A	1,16	A
12 de Diciembre hacia el este	2,63	A	1,94	A	2,57	A	2,08	A

Niveles de Servicio para intersecciones próximas afectadas Escenario Futuro –
Modelo Puerto de Montevideo

Intersección	Aproximación	Mañana		Tarde	
		Actual	Futuro	Actual	Futuro
Rambla y Río Negro	Rambla hacia el norte	A	A	B	A
	Rambla hacia el sur	A	A	A	A
	Río Negro hacia el norte	A	A	B	A
Rambla y Colombia	Colombia hacia el este giro a la izquierda	D	-	E	-
	Colombia hacia el este giro a la derecha	D	-	E	-
	Colombia hacia el oeste giro a la izquierda	C	A	C	A
	Colombia hacia el oeste	D	-	D	-
	Colombia hacia el oeste giro a la derecha	C	A	D	A
	Rambla hacia el norte	C	A	D	A
	Rambla hacia el sur	C	A	C	A
	Rambla hacia el sur giro a la derecha	C	-	C	-
Rambla y Tajés	Rambla hacia el sur giro a la izquierda	D	A	D	A
	Rambla hacia el sur	A	A	A	A
Rambla y San Fructuoso	San Fructuoso hacia el oeste giro a la izquierda	D	B	D	C
	San Fructuoso hacia el oeste giro a la derecha	C	B	C	C
	Rambla hacia norte	B	C	C	C
	Rambla hacia norte giro a la	B	D	C	D

	derecha				
	Rambla hacia el sur giro a la izquierda	D	D	D	D
	Rambla hacia el sur	A	A	A	A

Tiempos sobre los pasos a nivel – Modelo Puerto de Montevideo

Paso a Nivel	Percentil	Mañana		Tarde	
		Actual	Futuro	Actual	Futuro
Paso a Nivel Colombia hacia el oeste (*)	10%	21	15	23	15
	25%	25	17	26	16
	50%	32	20	33	18
	75%	85	67	92	22
	90%	105	85	111	70
Paso a Nivel Tajés hacia el este	10%	12	10	12	10
	25%	14	11	14	11
	50%	16	12	16	13
	75%	18	14	18	15
	90%	21	17	21	18
Paso a Nivel San Fructuoso hacia el este	10%	14	12	13	12
	25%	16	13	16	13
	50%	19	14	18	14
	75%	22	18	21	16
	90%	28	24	27	22
Paso a Nivel San Fructuoso hacia el oeste	10%	20	17	22	17
	25%	22	18	26	20
	50%	26	21	33	24
	75%	36	26	43	33
	90%	45	35	57	45
Paso a Nivel Princivalle hacia el oeste	10%	10	10	10	10
	25%	11	11	11	11
	50%	12	12	12	12
	75%	14	14	13	14
	90%	15	16	15	15
Paso a	10%	16	10	17	10

Paso a Nivel	Percentil	Mañana		Tarde	
		Actual	Futuro	Actual	Futuro
Nivel 12 de Diciembre hacia el este	25%	18	11	18	11
	50%	20	13	20	13
	75%	23	15	23	15
	90%	28	17	27	17

(*) Los tiempos futuros incluyen el recorrido que lleva a los conductores realizar el giro hacia la izquierda por debajo del viaducto. Ver **iError! No se encuentra el origen de la referencia.**

El proyecto del viaducto generará en la generalidad de los casos un impacto positivo. El viaducto reducirá considerablemente los tiempos de viaje para los usuarios de la Rambla Portuaria y Colombia. Las intersecciones de estas dos calles actualmente presentan grandes congestiones en la hora punta de la tarde, evento que no se percibirá luego de implementado el viaducto.

Modelo "Capurro"

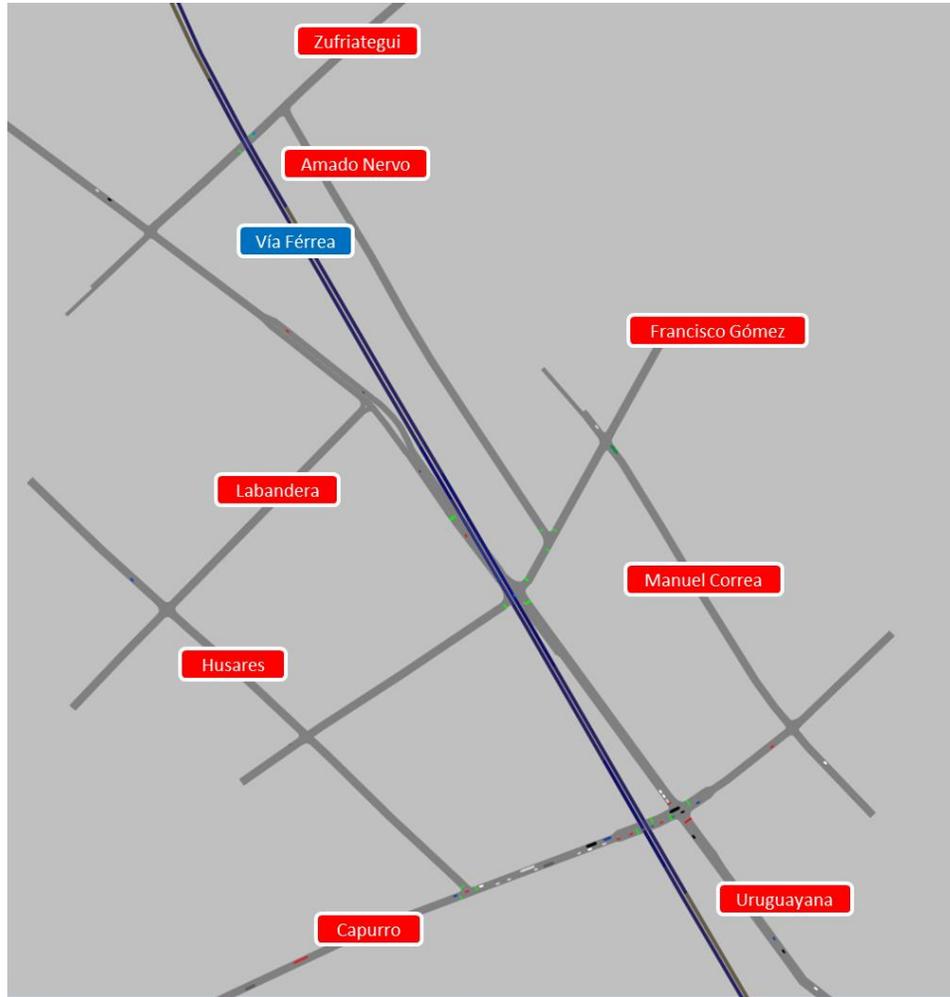
En el barrio Capurro se planifica que la nueva traza del Ferrocarril Central sea en trinchera. De esta forma se busca desvincular la vía del tren con respecto a la vialidad urbana de Montevideo, suprimiendo así los pasos a nivel sobre Capurro y Uruguayana. Ambos cruces serán a desnivel, pasando la vía férrea por debajo de ambas calles.

Será modelado el Escenario En Obra de la trinchera y el Escenario Futuro con la obra inaugurada.

Por ello, dentro del modelo se han incluido aquellas calles que recibirán al tránsito derivado dentro del período de obra.

La red incluye a las calles Uruguayana, Capurro, Manuel Correa, Francisco Gómez, Amado Nervo, Húsares, Labandera y Zufriategui.

Red del Modelo "Capurro"



Escenario En Obra

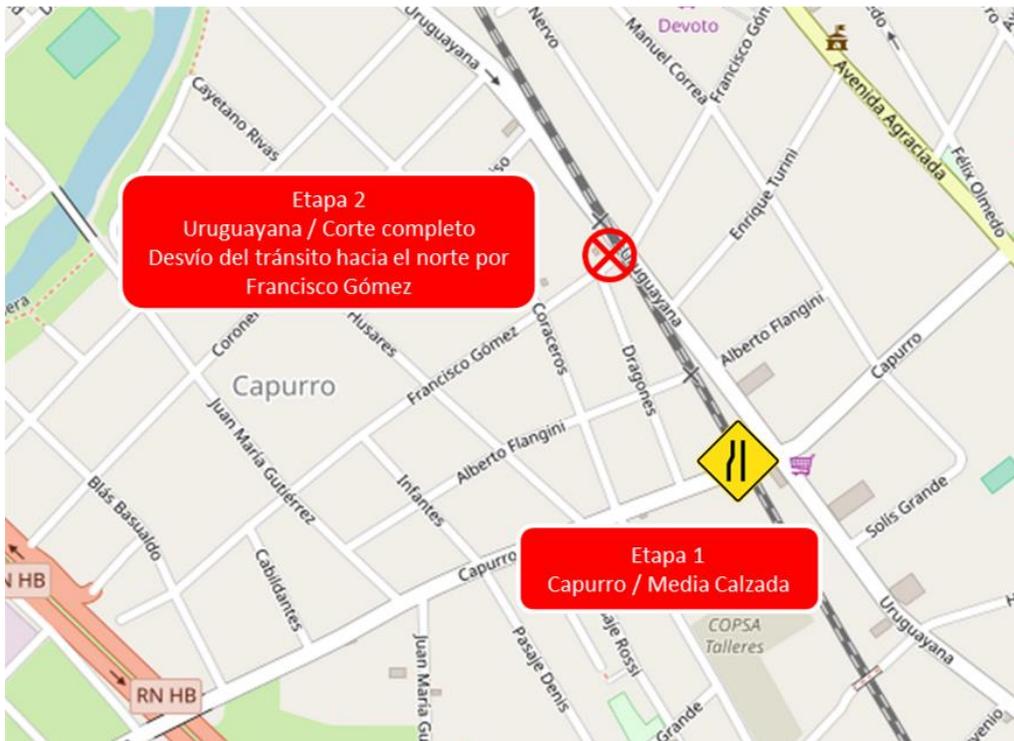
La mejora de circulación prevista para esta zona no se verá reflejada durante los meses de obra, donde la necesidad del corte total o parcial de los pasos a nivel requerirá el desvío provisorio de vehículos a calles paralelas.

Se ha asegurado que no se realizarán cortes de tránsito en los pasos de Uruguayana y Capurro en simultáneo. De esta hipótesis se extraen las siguientes dos etapas de obra:

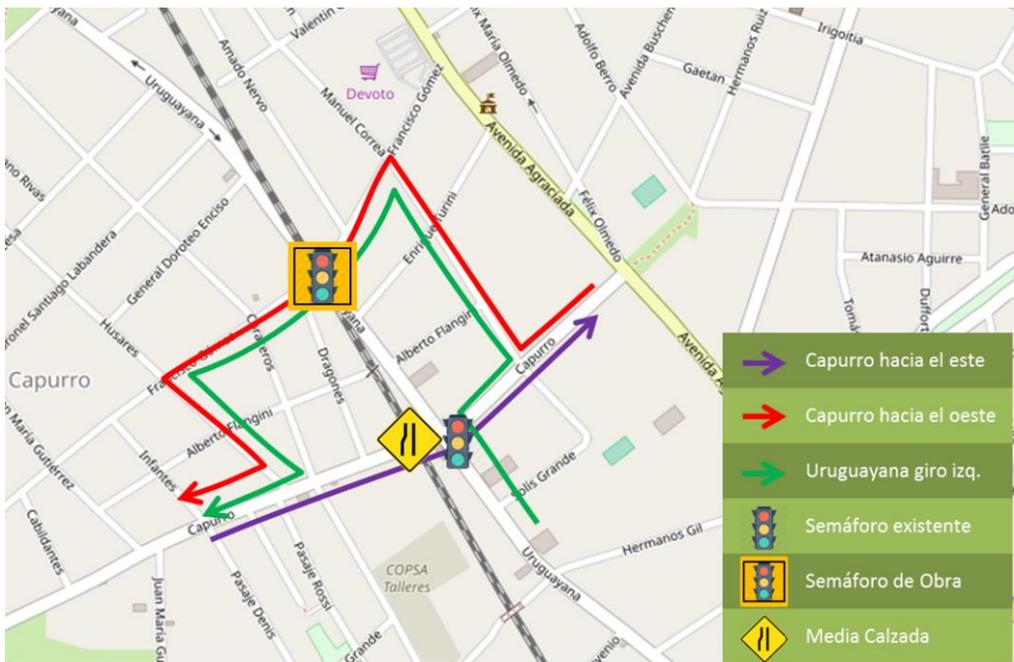
- Etapa 1
 - Corte de una calzada sobre Capurro
- Etapa 2
 - Corte completo sobre Uruguayana

El orden escogido para las etapas no es cronológico, siendo iguales los resultados obtenidos sin importar el orden de ejecución.

Impacto general en Escenario En Obra - Capurro



Desvíos Etapa 1 (Calle Capurro) - Capurro



Rev.11/03/19

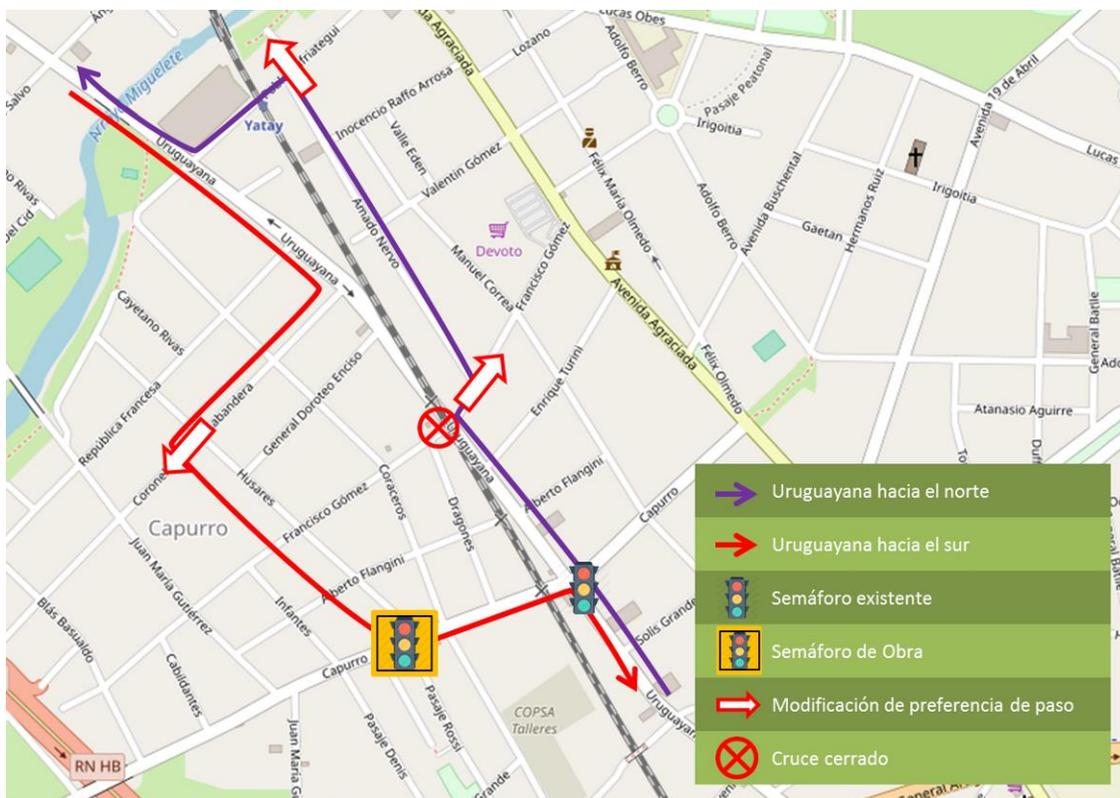
En la Etapa 1 se supone la posibilidad de mantener un carril habilitado al tránsito en Capurro. La proximidad de la intervención a la intersección de Capurro y Uruguayana imposibilita permitir el paso de ambos sentidos de Capurro en media calzada. Se ha optado como solución el desvío del flujo con sentido oeste a las calles Manuel Correa, Francisco Gómez y Húsares, manteniendo el recorrido usual del flujo hacia el este.

Para permitir el correcto desvío del flujo de Capurro hacia el oeste se debe realizar el flechamiento de esta calle hacia el este entre el paso a nivel y Manuel Correa. Se mantendrá el doble sentido de circulación de Capurro entre el paso a nivel y Húsares permitiendo así el menor impacto de acceso a las residencias en la zona al oeste de la vía.

Por seguridad se aconseja la instalación provisoria de un semáforo de dos fases en Uruguayana y Francisco Gómez. Para ello se deberán prohibir los giros a la izquierda en la intersección, lo que obligará a los usuarios a tomar caminos alternativos.

El giro a la izquierda desde Uruguayana al norte hacia Capurro al oeste es actualmente una maniobra de importancia. Esta maniobra será una de las afectadas en los desvíos de obra. El recorrido de obra será tomando Capurro al este, Manuel Correa, Francisco Gómez, Húsares y Capurro hacia el oeste. No se ha considerado en las modelaciones la habilitación del nuevo viaducto de la calle Hermanos Gil. En caso de encontrarse operativo se recomienda desviar esta maniobra por allí.

Desvíos Etapa 2 – Capurro



En la Etapa 2 se ha observado que las obras impedirán el flujo pasante por Uruguayana y Francisco Gómez. A pesar de ello, el flujo de Uruguayana hacia el norte podrá girar a la derecha en Francisco Gómez. A partir de estas hipótesis se ha optado como solución el desvío de flujo con sentido hacia el norte por Francisco Gómez, Amado Nervo y Zufriategui, y el flujo hacia el sur por Labandera, Húsares y Capurro (ver **iError! No se encuentra el origen de la referencia.**).

Se ha realizado la modelación considerando los cambios de flecha siguiente:

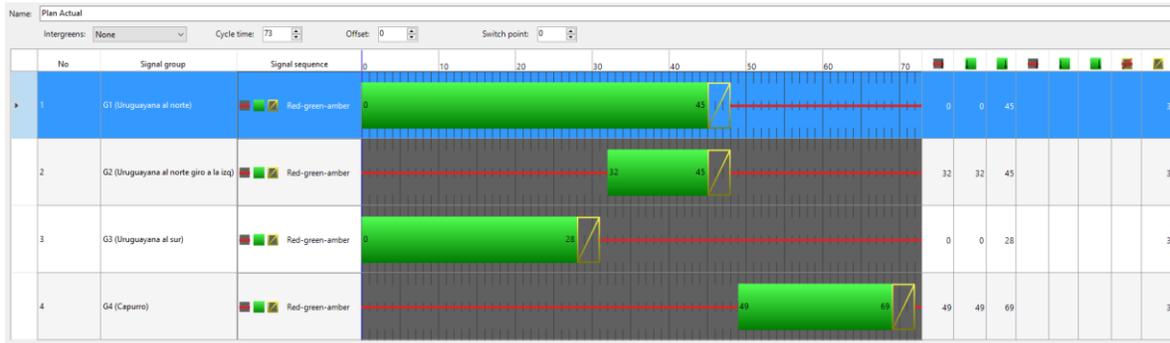
- Uruguayana entre Capurro y Francisco Gómez. Hacia el norte
- Francisco Gómez entre Uruguayana y Amado Nervo. Hacia el este
- Labandera entre Uruguayana y Húsares. Hacia el oeste

El desvío por Amado Nervo requiere cambiar la prioridad de paso, poniendo como preferente a Amado Nervo sobre Pablo Zufriategui.

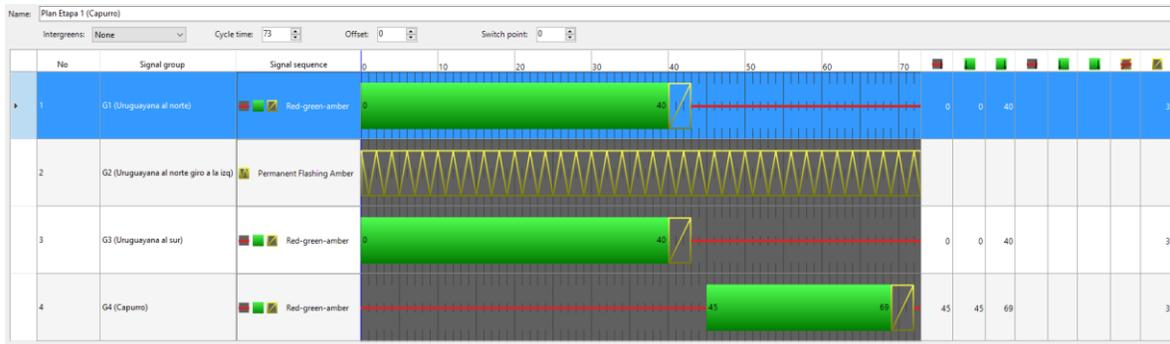
Los planes semafóricos de la intersección entre Capurro y Uruguayana para las dos etapas de obra han sido modificados de modo de mejorar la circulación buscando así mitigar el impacto por los desvíos.

Los planes semafóricos utilizados para las modelaciones son los siguientes:

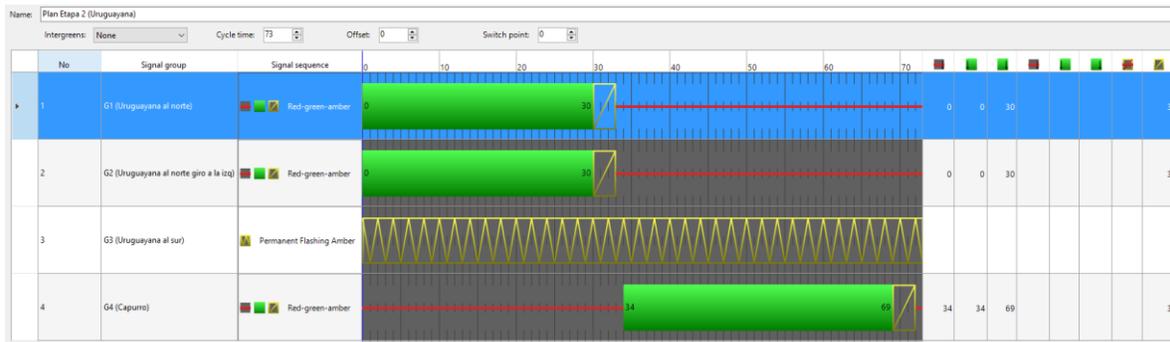
Plan semafórico Capurro y Uruguayana, Escenario Base



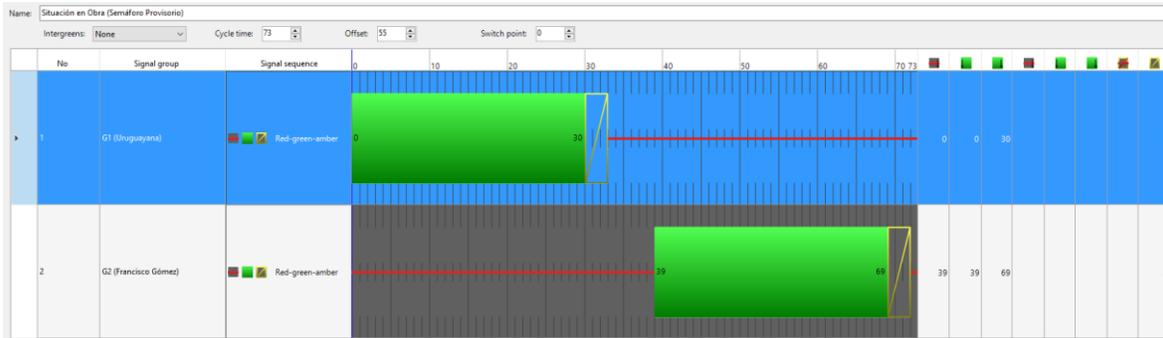
Plan semafórico Capurro y Uruguayana, Escenario En Obra Etapa 1



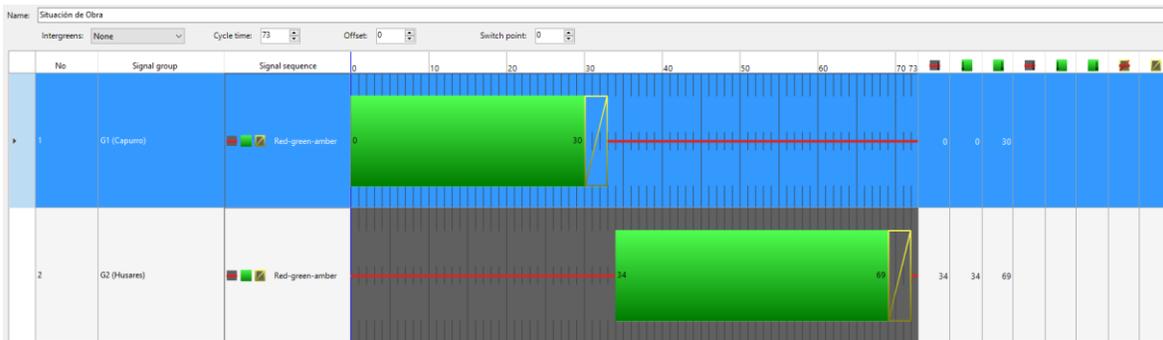
Plan semafórico Capurro y Uruguayana, Escenario En Obra Etapa 2



Plan semafórico Uruguayana y Francisco Gómez, Escenario En Obra Etapa 1



Plan semafórico Capurro y Húsares, Escenario En Obra Etapa 2



Escenario Futuro

Captura de modelación sobre Capurro (Escenario Futuro Mañana)



Se proyecta el atravesamiento del Ferrocarril Central por el barrio Capurro debajo del nivel de suelo mediante trinchera. Así se consigue desvincular definitivamente al tránsito urbano del tránsito ferroviario. Se asume que las maniobras de los conductores en toda la red modelada serán igual en el Escenario Base y en el Escenario Futuro, por lo que será una premisa para la evaluación mantener los planes semafóricos actuales para el futuro.

La trinchera se proyecta entre San Ramón y Coronel Santiago Labandera.

Trinchera Capurro



Resultados y Conclusiones

Escenario En Obra

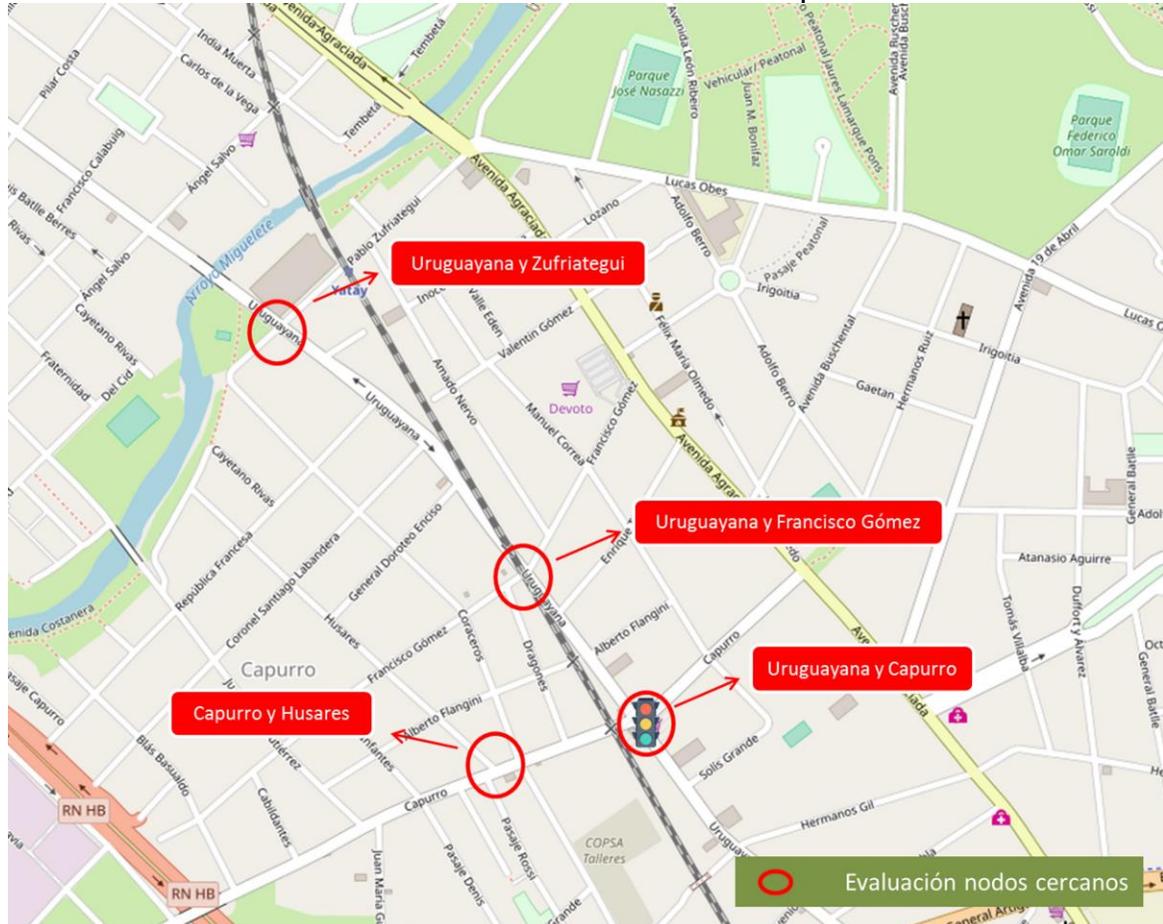
En el Escenario en Obra se han evaluado aquellas intersecciones afectadas por los desvíos, así como la operativa de los pasos a nivel por la reducción de capacidad.

Las intersecciones evaluadas han sido Capurro y Uruguayana, Francisco Gómez y Uruguayana, Zufriategui y Uruguayana, y Capurro y Húsares.

Las evaluaciones sobre las intersecciones de Francisco Gómez y Uruguayana, y Capurro y Uruguayana incluyen a sus respectivos pasos a nivel debido a su

cercanía, por lo que los resultados obtenidos deben ser leídos como un conjunto de influencia entre las intersecciones y los pasos a nivel.

Nodos cercanos evaluados en el Escenario En Obra – Capurro



Los resultados presentados a continuación resumen los Niveles de Servicio por Maniobra para las intersecciones anteriormente mencionadas.

Aquellas maniobras que en su Nivel de Servicio están marcadas con el símbolo “-”, no cuentan en dicho escenario con flujo vehicular.

Niveles de Servicio para intersecciones próximas afectadas – Modelo Capurro

Intersección	Aproximación	Mañana			Tarde		
		Actual	Etapas 1 y 2	Etapas 1 y 2	Actual	Etapas 1 y 2	Etapas 1 y 2
Capurro y Uruguayana	Capurro hacia el este	D	C	C	C	C	C
	Capurro hacia el este giro a la derecha	C	C	C	C	C	C

Estudio de Impacto Territorial del FFCC - Montevideo

Rev.11/03/19

Intersección	Aproximación	Mañana			Tarde		
		Actual	Etapa 1	Etapa 2	Actual	Etapa 1	Etapa 2
	Capurro hacia el oeste	C	-	B	C	-	B
	Capurro hacia el oeste giro a la derecha	C	-	B	C	-	B
	Uruguayana hacia el Norte giro a la izquierda	C	-	B	D	-	C
	Uruguayana hacia el Norte	A	B	B	B	B	C
	Uruguayana hacia el Norte giro a la derecha	A	B	B	B	B	C
	Uruguayana hacia el sur	B	A	A	B	A	A
	Uruguayana hacia el sur giro a la derecha	B	-	A	B	-	A
Uruguayana y Francisco Gómez	Francisco Gómez hacia el este giro a la izquierda	A	-	-	A	-	-
	Francisco Gómez hacia el este	A	B	-	A	B	-
	Francisco Gómez hacia el este giro a la derecha	A	B	-	A	B	-
	Francisco Gómez hacia el oeste giro a la izquierda	A	-	-	A	-	-
	Francisco Gómez hacia el oeste	A	C	-	A	D	-
	Francisco Gómez hacia el oeste giro a la derecha	A	C	-	A	D	-
	Uruguayana hacia el Norte giro a la izquierda	A	-	-	A	-	-
	Uruguayana hacia el Norte	A	C	-	A	C	-

Estudio de Impacto Territorial del FFCC - Montevideo

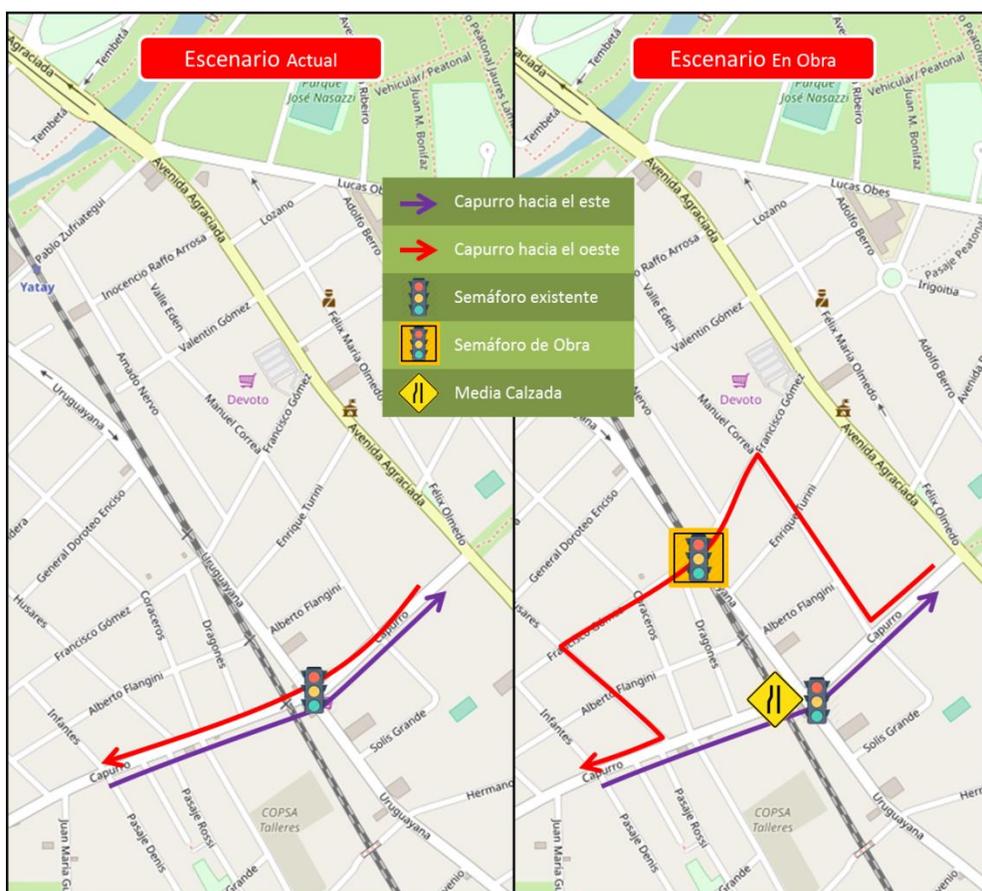
Rev.11/03/19

Intersección	Aproximación	Mañana			Tarde		
		Actual	Etapa 1	Etapa 2	Actual	Etapa 1	Etapa 2
	Uruguayana hacia el Norte giro a la derecha	A	C	A	A	C	A
	Uruguayana hacia el Sur giro a la izquierda	A	-	-	A	-	-
	Uruguayana hacia el sur	A	C	-	A	B	-
	Uruguayana hacia el sur giro a la derecha	A	B	-	A	C	-
Uruguayana y Pablo Zufriategui	Zufriategui hacia el norte giro a la izquierda	A	A	A	A	A	B
	Zufriategui hacia el norte	A	A	A	A	A	A
	Zufriategui hacia el norte giro a la derecha	A	A	A	A	A	A
	Zufriategui hacia el sur giro a la izquierda	A	A	A	B	B	B
	Zufriategui hacia el sur	A	A	A	A	A	B
	Zufriategui hacia el sur giro a la derecha	A	A	A	A	A	B
	Uruguayana hacia el Norte giro a la izquierda	A	A	-	A	A	-
	Uruguayana hacia el Norte	A	A	-	A	A	-
	Uruguayana hacia el Norte giro a la derecha	A	A	-	A	A	-
	Uruguayana hacia el Sur giro a la izquierda	A	A	A	A	A	A
	Uruguayana hacia el sur	A	A	A	A	A	A
Uruguayana hacia el sur giro a la derecha	A	A	A	A	A	A	
Capurro y Húsares	Capurro hacia el este giro a la izquierda	A	A	B	A	A	B

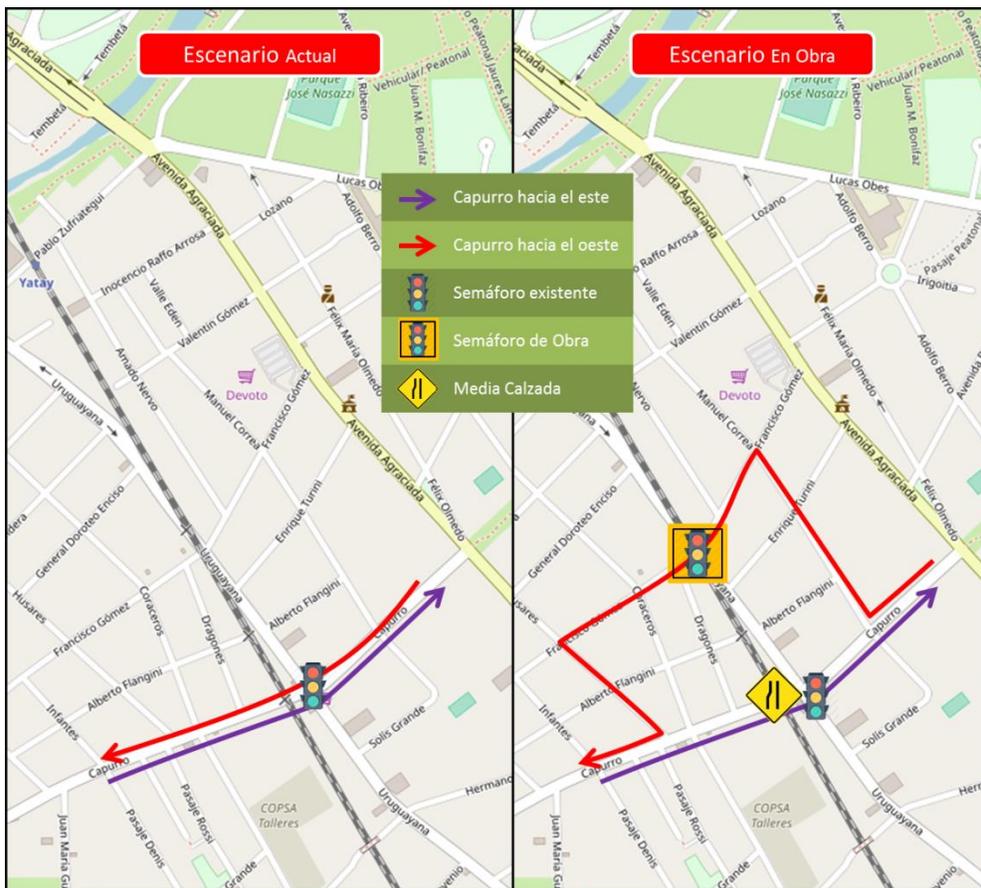
Intersección	Aproximación	Mañana			Tarde		
		Actual	Etapa 1	Etapa 2	Actual	Etapa 1	Etapa 2
	Capurro hacia el este	A	A	B	A	A	B
	Capurro hacia el oeste	A	A	B	A	A	C
	Capurro hacia el oeste giro a la derecha	A	A	B	A	A	C
	Húsares hacia el sur giro a la izquierda	A	A	C	A	A	C
	Húsares hacia el sur giro a la derecha	A	A	C	A	A	C

En la siguiente figura se detallan los recorridos donde han sido medidos los tiempos de viaje.

Definición de tramos utilizados para cálculo de tiempo de viaje por desvíos Etapa 1 – Modelo Capurro



Definición de tramos utilizados para cálculo de tiempo de viaje por desvíos Etapa 2 – Modelo Capurro



Los tiempos de viaje obtenidos de las modelaciones son los siguientes:

Tiempos de viaje por desvíos de obras (Promedio en seg.) – Modelo Capurro

Tramo	Mañana			Tarde		
	Actual	Etapa 1	Etapa 2	Actual	Etapa 1	Etapa 2
Capurro hacia el este (de Infantes a Correa)	88	79	107	80	76	88
Capurro hacia el oeste (de Correa a Infantes)	73	199	78	77	235	81
Uruguayana al norte / Capurro al oeste - giro a la izquierda (de Solís Grande a Infantes)	82	247	88	89	285	98
Uruguayana hacia el norte (de Solís Grande a Zufriategui)	100	127	194	107	136	237

Uruguayana hacia el sur (de Zufriategui a Solís Grande)	111	113	255	110	111	222
Uruguayana al sur / Capurro al oeste - giro a la derecha (de Zufriategui a Infantes)	131	156	195	134	162	173
Francisco Gómez hacia el este (de Húsares a Correa)	71	86	198	74	88	170
Francisco Gómez hacia el oeste (de Correa a Húsares)	73	96	258	73	112	273

De los resultados de tiempo de viaje debido a los desvíos se obtienen las siguientes observaciones.

La Etapa 1 impactará mayoritariamente sobre el flujo por Capurro al oeste y en el giro a la izquierda del tránsito desde Uruguayana al norte hacia Capurro al oeste. En caso de contarse con el viaducto de Hermanos Gil habilitado se recomienda realizar esta última maniobra por allí.

Los tiempos por Capurro al oeste aumentarán en esta etapa de 1'13" a 3'19" en la mañana y de 1'17" a 3'55" en la tarde. Los giros a la izquierda mencionados pasarán en la mañana de 1'22" a 4'07" y de 1'12" a 4'45" en la tarde. Estos tiempos podrían ser mejorados en detrimento de los tiempos de recorrido sobre Uruguayana.

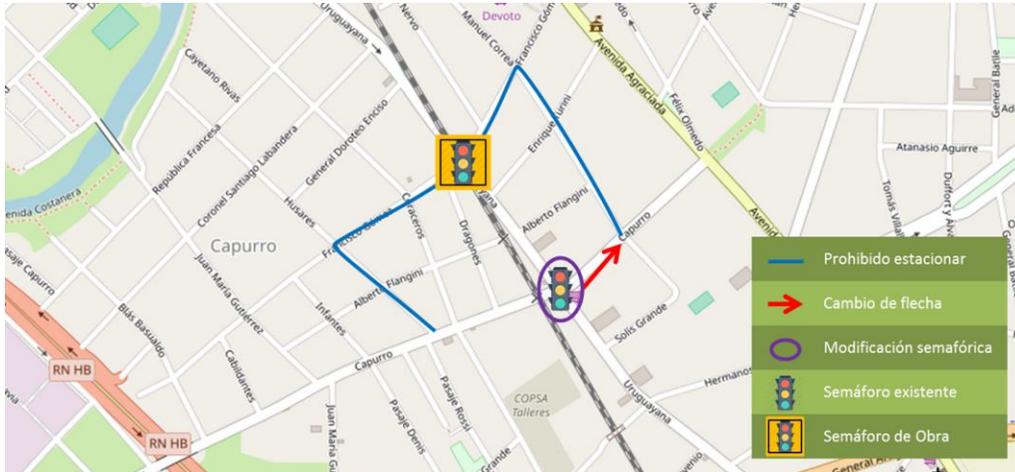
Del **iError! No se encuentra el origen de la referencia.** se concluye que en la generalidad de los casos las intersecciones afectadas por los desvíos no sufren demoras de consideración. El único valor a destacar refiere a la aproximación de Francisco Gómez al oeste y Uruguayana, donde el nivel de servicio de la tarde ha sido "D".

Los valores obtenidos son considerados de aceptación para situaciones temporales de obra.

Medidas de mitigación adicionales (Escenario En Obra)

Los desvíos planteados para las etapas de obra 1 y 2 utilizarán calles de menor jerarquía para reencauzar el tránsito. En la búsqueda de un mejor ordenamiento de los desvíos y una mejora de la seguridad de circulación, se aconsejan las siguientes medidas de mitigación.

Medidas de mitigación Etapa 1 - Capurro

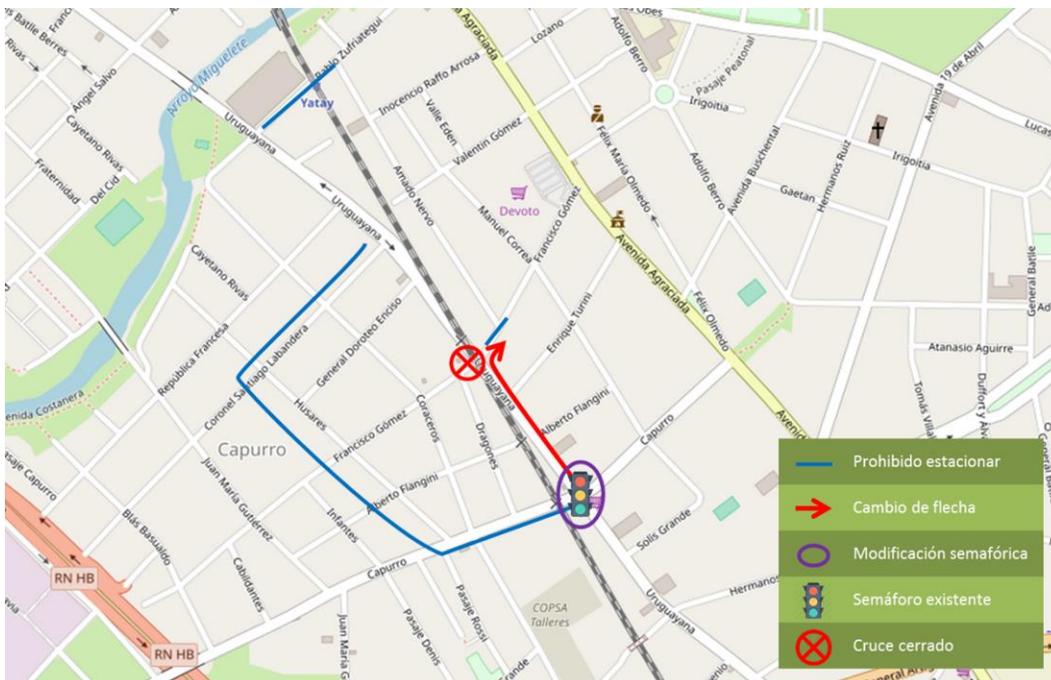


En la Etapa 1, para permitir el correcto desvío del flujo de Capurro hacia el oeste se debe realizar el flechamiento de esta calle hacia el este entre el paso a nivel y Manuel Correa.

Asimismo, se aconseja la prohibición de estacionamiento durante las 24 horas del día en Manuel Correa entre Capurro y Francisco Gómez, Francisco Gómez entre Manuel Correa y Húsares, y Húsares entre Francisco Gómez y Capurro.

Por seguridad se aconseja la instalación provisoria de un semáforo de dos fases en Uruguayana y Francisco Gómez.

Medidas de mitigación Etapa 2 - Capurro



En la Etapa 2, se han flechado los siguientes tramos:

- Uruguayana entre Capurro y Francisco Gómez. Hacia el norte
- Francisco Gómez entre Uruguayana y Amado Nervo. Hacia el este
- Labandera entre Uruguayana y Húsares. Hacia el oeste

El desvío por Amado Nervo requiere cambiar la prioridad de paso, poniendo como preferente a Amado Nervo contra Pablo Zufriategui.

Se aconseja por seguridad y ordenamiento la prohibición de estacionamiento durante las 24 horas del día en los siguientes tramos:

- Labandera entre Uruguayana y Húsares
- Húsares entre Labandera y Capurro
- Capurro entre Húsares y Uruguayana
- Francisco Gómez entre Uruguayana y Amado Nervo
- Pablo Zufriategui entre Amado Nervo y Uruguayana

Escenario Futuro

Las evaluaciones sobre los pasos a nivel de Capurro y Uruguayana deben ser leídos como un conjunto de influencia entre las intersecciones próximas y los pasos a nivel. La cercanía entre los cruces ferroviarios y las intersecciones ameritan una evaluación integral de la zona. De este modo, el paso a nivel de Capurro será evaluado junto a la intersección de Capurro y Uruguayana y el paso a nivel de Uruguayana junto al cruce de Uruguayana y Francisco Gómez.

Los resultados obtenidos de la modelación son presentados en las siguientes tablas.

Niveles de Servicio para pasos a nivel - Modelo Capurro

Cruce	Aproximación	Mañana				Tarde			
		Actual		Futuro		Actual		Futuro	
		Demora	Nivel servicio						
Capurro y Uruguayana	Capurro hacia el este	35,53	D	32,62	C	29,39	C	26,36	C
	Capurro hacia el este giro a la derecha	34,51	C	31,32	C	29,16	C	25,28	C

Rev.11/03/19

Cruce	Aproximación	Mañana				Tarde			
		Actual		Futuro		Actual		Futuro	
		Demora	Nivel servicio						
	Capurro hacia el oeste	23,70	C	21,54	C	26,75	C	23,10	C
	Capurro hacia el oeste giro a la derecha	24,55	C	23,52	C	24,10	C	22,03	C
	Uruguayana hacia el Norte giro a la izquierda	33,07	C	30,66	C	38,45	D	35,58	D
	Uruguayana hacia el Norte	8,58	A	8,67	A	12,52	B	13,46	B
	Uruguayana hacia el Norte giro a la derecha	9,02	A	8,66	A	12,13	B	12,81	B
	Uruguayana hacia el sur	19,10	B	18,52	B	18,16	B	17,57	B
	Uruguayana hacia el sur giro a la derecha	17,99	B	17,16	B	19,75	B	18,70	B
Uruguayana y Francisco Gómez	Francisco Gómez hacia el este giro a la izquierda	5,97	A	4,27	A	0,00	A	0,00	A
	Francisco Gómez hacia el este	5,50	A	2,93	A	7,02	A	5,89	A
	Francisco Gómez hacia el este giro a la derecha	4,44	A	2,73	A	3,54	A	2,33	A
	Francisco Gómez hacia el oeste giro a la izquierda	4,03	A	3,53	A	9,05	A	0,00	A
	Francisco Gómez hacia el oeste	3,20	A	2,85	A	8,62	A	5,14	A
	Francisco Gómez hacia el oeste giro a la derecha	6,71	A	2,36	A	6,41	A	2,35	A
	Uruguayana hacia el Norte giro a la izquierda	6,76	A	4,10	A	6,24	A	5,75	A

Rev.11/03/19

Cruce	Aproximación	Mañana				Tarde			
		Actual		Futuro		Actual		Futuro	
		Demora	Nivel servicio						
	Uruguayana hacia el Norte	3,61	A	2,18	A	4,47	A	4,44	A
	Uruguayana hacia el Norte giro a la derecha	3,74	A	2,10	A	3,87	A	3,75	A
	Uruguayana hacia el Sur giro a la izquierda	5,52	A	4,25	A	9,27	A	9,27	A
	Uruguayana hacia el sur	3,29	A	2,12	A	4,20	A	1,88	A
	Uruguayana hacia el sur giro a la derecha	2,81	A	1,21	A	5,07	A	1,61	A

Percentiles de tiempos de viaje sobre los pasos a nivel (en segundos) – Modelo Capurro

Paso Nivel	a	Percentil	Mañana		Tarde	
			Actual	Futuro	Actual	Futuro
Capurro hacia este	el	10%	20	19	17	17
		25%	32	30	26	26
		50%	48	46	42	40
		75%	65	63	57	55
		90%	83	75	66	64
Capurro hacia oeste	el	10%	14	14	15	15
		25%	20	19	22	21
		50%	35	34	38	37
		75%	53	51	55	52
		90%	63	61	65	62
Uruguayana hacia norte	el	10%	19	19	20	20
		25%	21	21	21	21
		50%	23	23	24	24
		75%	25	25	25	25

	90%	28	27	29	27
Uruguayana hacia el sur	10%	19	19	20	19
	25%	21	21	21	21
	50%	23	24	23	24
	75%	25	25	25	25
	90%	29	27	30	27
Francisco Gómez hacia este	10%	9	9	9	9
	25%	10	10	10	10
	50%	11	11	11	11
	75%	13	12	12	12
	90%	20	19	19	19
Francisco Gómez hacia oeste	10%	16	16	14	14
	25%	17	17	17	17
	50%	21	21	20	20
	75%	26	25	29	25
	90%	38	35	41	36

Cómo era esperable por la solución a desnivel, los resultados obtenidos para el Escenario Futuro son mejores que el Escenario Base. Se aconseja en un futuro la revisión de los planes semafóricos de Capurro y Uruguayana para mejorar aún más los tiempos de viaje.

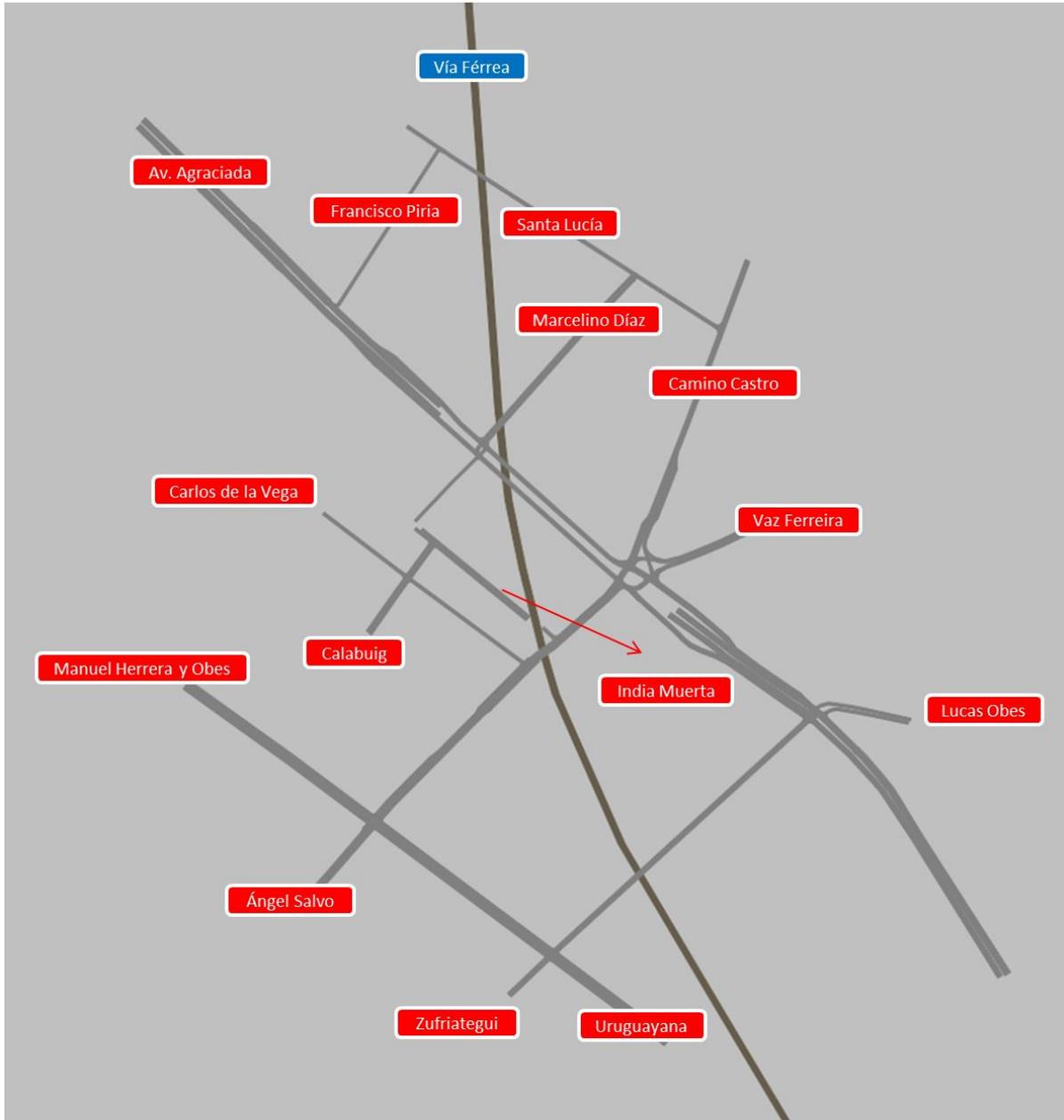
Modelo "Paso Molino"

En la zona de Paso Molino actualmente se desarrolla una zona comercial debajo del viaducto de Agraciada con importancia para la zona. El desarrollo comercial sobre Agraciada entre Ángel Salvo y Pilar Costa produce movimientos de vehículos particulares y públicos.

Será tratada en esta sección la evaluación del impacto durante las obras y luego de implementado el proyecto.

Durante el proceso de obra, el desvío de tránsito afectará a las calles Zufriategui, Manuel Herrera y Obes, Av. Agraciada, Camino Castro, Santa Lucía, Francisco Piria, India Muerta, Calabuig y Carlos de la Vega.

Red del Modelo "Paso Molino"



Escenario En Obra

Captura de modelación sobre Paso Molino (Escenario En Obra Etapa 1 Tarde)



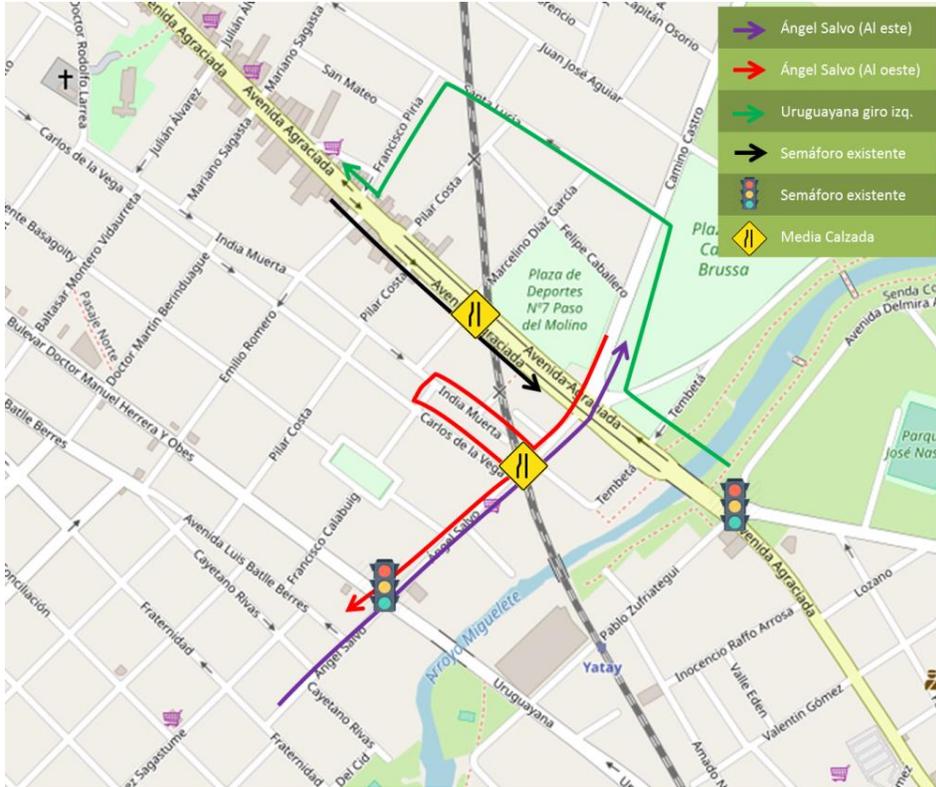
El principal impacto durante las obras se produce sobre las calles Ángel Salvo, Agraciada y Marcelino Díaz.

Asimismo, se requerirán desvíos sobre las calles Zufriategui, India Muerta, Calabuig, Carlos de la Vega, Camino Castro, Santa Lucía y Francisco Piria.

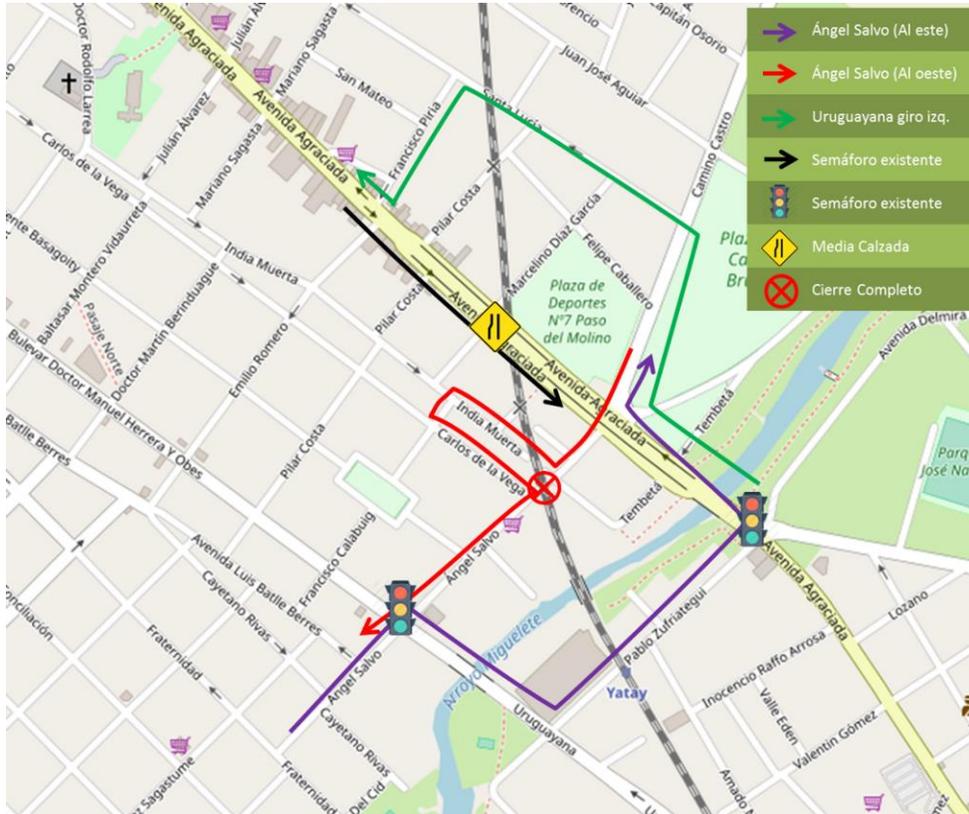
Durante el proceso de obra se darán dos etapas. En el siguiente cuadro se resume el tipo de intervención de obra sobre cada paso a nivel estudiado en este modelo.

Intervención de obras en Paso Molino

Paso a Nivel	Etapa 1		Etapa 2	
	Intervención	Período Estimado	Intervención	Período Estimado
Ángel Salvo	Media Calzada	2 a 3 meses	Corte Completo	1 semana
Av.	Media Calzada		Media Calzada	



Desvíos de obra Etapa 2 – Paso Molino



El flujo de Ángel Salvo hacia el oeste será derivado a India Muerta, Calabuig y Carlos de la Vega para ambas etapas de obra. India Muerta en la actualidad se encuentra con el paso a nivel eliminado, por lo que se deberá rehabilitar provisoriamente durante los meses de obra, incluyendo en esto la señalización del paso a nivel.

Para garantizar un correcto giro de los vehículos de gran porte y la seguridad del entorno, se aconseja el flechamiento y la prohibición de estacionamiento durante las 24 horas del día de las calles afectadas en los tramos de interés. Se ha modelado en el Escenario En Obra el cambio de flecha de India Muerta sólo hacia el norte entre Ángel Salvo y Calabuig, sólo hacia el oeste a Calabuig entre India Muerta y Carlos de la Vega y hacia el sur en Carlos de la Vega entre Calabuig y Ángel Salvo. Asimismo, en estos mismos tramos se aconseja la prohibición de estacionamiento. En todas las esquinas involucradas se deberá dar preferencia de paso a los vehículos desviados.

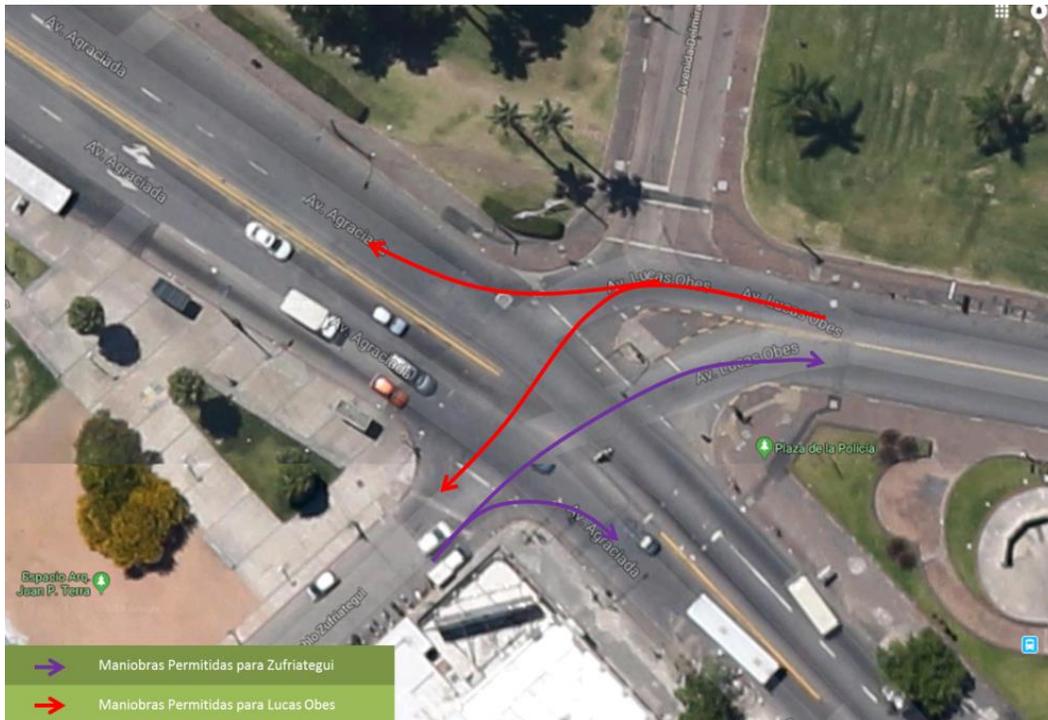
El flujo de Ángel Salvo hacia el este se mantendrá invariante para la Etapa 1, mientras que será derivado a Uruguayana, Zufriategui y Av. Agraciada, y hacia el oeste por India Muerta, Calabuig y Carlos de la Vega para la Etapa 2.

El desvío de Ángel Salvo hacia el este requiere para poder ser realizado el cambio de la lógica del plan semafórico en la intersección de Av. Agraciada, Pablo

Zufriategui y Lucas Obes ya que actualmente no se permite el giro a la izquierda desde Zufriategui al este hacia Av. Agraciada al norte. De esta manera se ha modelado la conversión de 3 fases semafóricas a cuatro, permitiéndose así el giro prohibido.

Actualmente las maniobras de Lucas Obes y Zufriategui se realizan en simultáneo al no permitirse los giros a la izquierda.

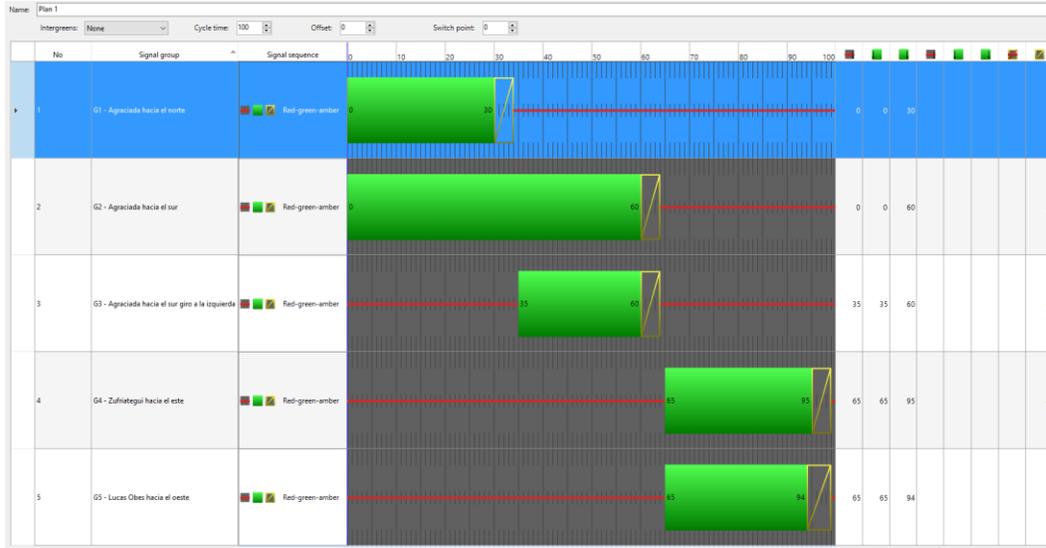
Maniobras secundarias actuales permitidas en Av. Agraciada, Zufriategui y Lucas Obes



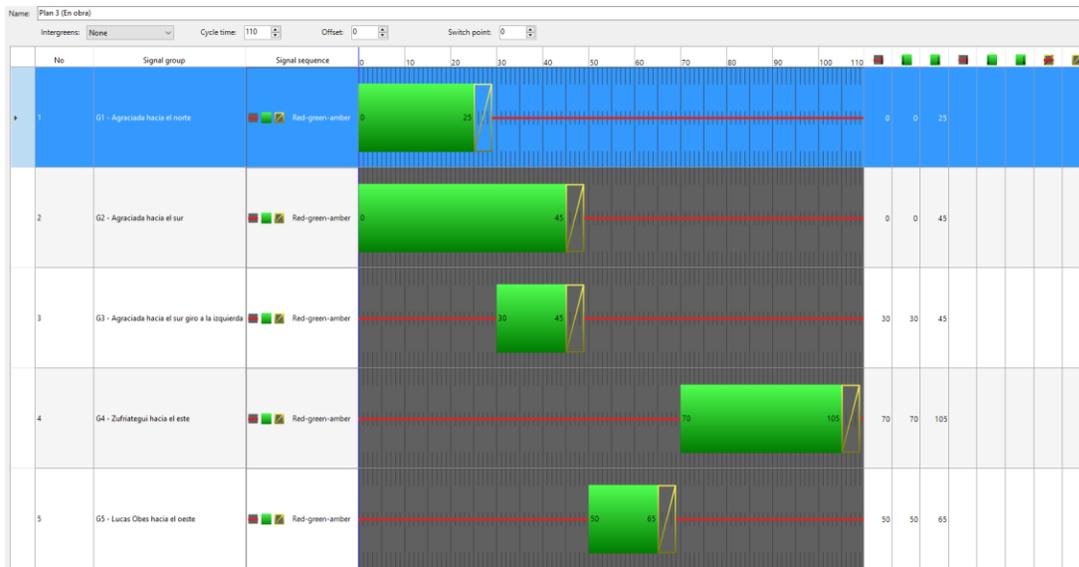
Plan semafórico Av. Agraciada, Zufriategui y Lucas Obes, Escenario Actual

Estudio de Impacto Territorial del FFCC - Montevideo

Rev.11/03/19



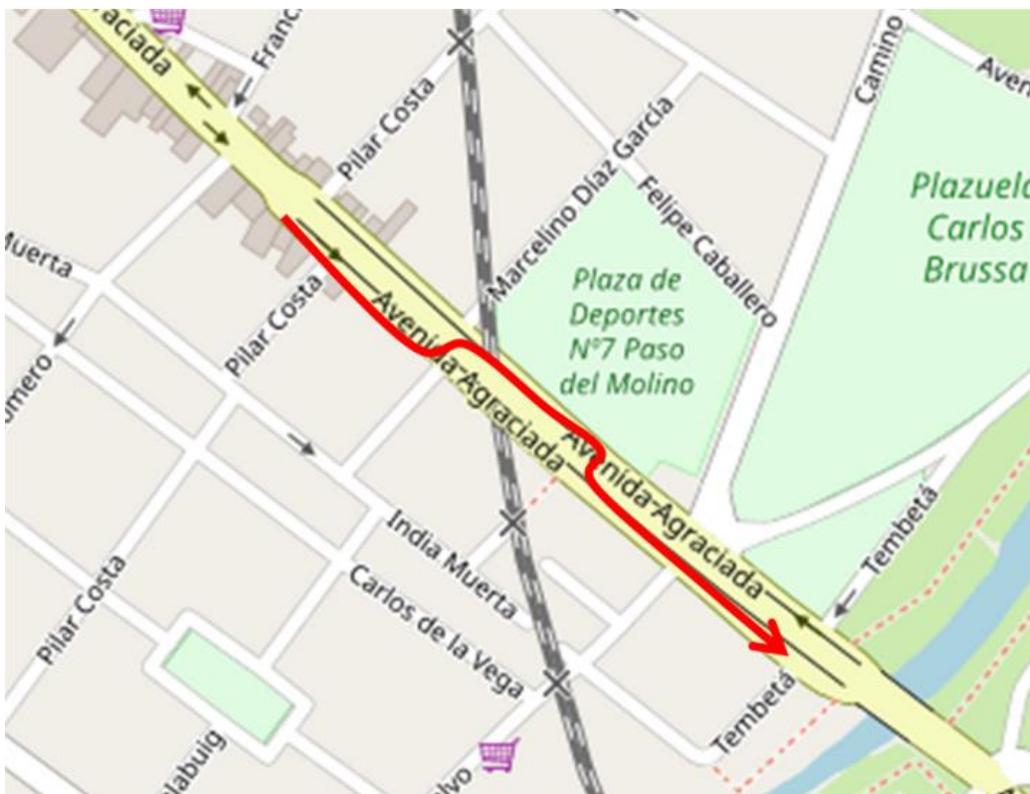
Plan semafórico Av. Agraciada, Zufriategui y Lucas Obes, Escenario En Obra



El corte a media calzada de Av. Agraciada requerirá desviar el tránsito hacia el norte por Camino Castro, Santa Lucía y Francisco Piria.

En el momento que los trabajos requieran cortar la calzada hacia el sur de Av. Agraciada debajo del viaducto, se desviará el flujo en este sentido a la calzada correspondiente al sentido norte.

Desvío para tránsito de Av. Agraciada hacia el sur con corte de media calzada



Escenario Futuro

Captura de modelación sobre Paso Molino (Escenario Futuro Tarde)



Rev.11/03/19

Al finalizar las obras, la geometría de Paso Molino se mantendrá similar a la situación actual, no produciéndose mayores cambios sobre la vialidad urbana. En cambio, será modificada la frecuencia de atravesamiento de trenes y las condiciones de tiempos de barreras.

La mejora del sistema de detección de trenes en aproximación permitirá mantener las barreras altas sobre Santa Lucía, Marcelino Díaz, Agraciada y Ángel Salvo mientras el tren de pasajeros se mantiene detenido en la estación "Paso Molino", para ambos sentidos de circulación del tren. Esto reducirá en gran medida el tiempo perdido por barreras bajas referidas al paso de trenes de pasajeros.

Resultados y Conclusiones

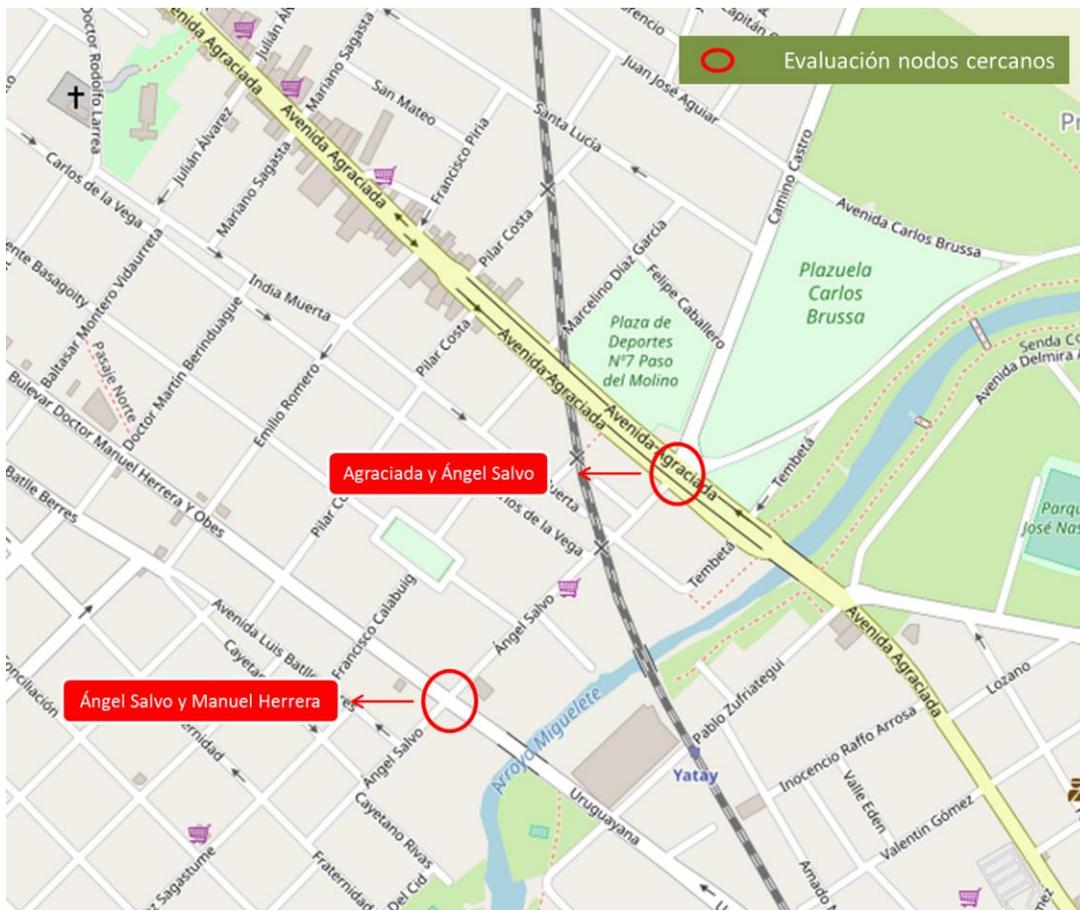
Escenario En Obra

En el Escenario en Obra se han evaluado aquellas intersecciones afectadas por los desvíos así como la operativa de los pasos a nivel por la reducción de capacidad.

La solución en la Etapa 2 no es suficiente para encauzar al flujo desviado de Ángel Salvo hacia el este por Pablo Zufriategui. Por tal motivo los resultados obtenidos para la Etapa 2 no han sido presentados en este estudio. Al final del apartado y en la sección de medidas de mitigación se presentará una descripción del problema y sus alternativas de solución.

Las intersecciones evaluadas han sido Ángel Salvo y Manuel Herrera y Obes, y Av. Agraciada y Ángel Salvo. Este último cruce mencionado actualmente presenta por momentos congestiones externas al paso de los trenes.

Nodos cercanos evaluados en el Escenario En Obra – Paso Molino



Los resultados presentados a continuación resumen los Niveles de Servicio por Maniobra para las intersecciones anteriormente mencionadas.

Niveles de Servicio para intersecciones próximas afectadas – Modelo Paso Molino

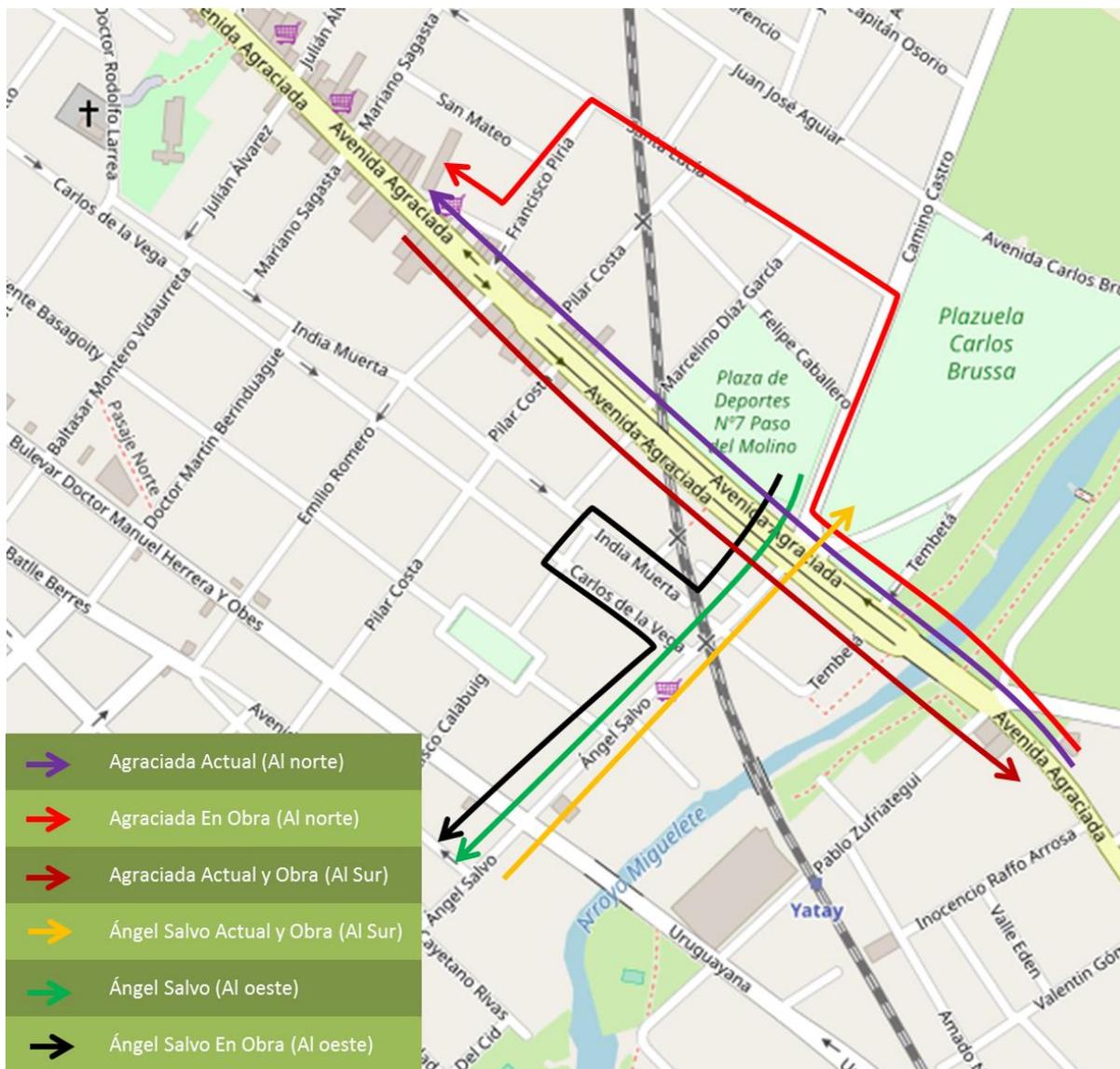
Intersección	Aproximación	Mañana		Tarde	
		Actual	Etapa 1	Actual	Etapa 1
Ángel Salvo y Manuel Herrera y Obes	Ángel Salvo hacia el este giro a la izquierda	A	A	A	A
	Ángel Salvo hacia el este	C	C	C	C
	Ángel Salvo hacia el este giro a la derecha	C	C	C	C
	Ángel Salvo hacia el oeste giro a la izquierda	A	A	A	A
	Ángel Salvo hacia el oeste	C	C	D	D

Intersección	Aproximación	Mañana		Tarde	
		Actual	Etapa 1	Actual	Etapa 1
	Ángel Salvo hacia el oeste giro a la derecha	C	C	D	D
	Manuel Herrera y Obes hacia el norte giro a la izquierda	C	C	C	C
	Manuel Herrera y Obes hacia el norte	C	C	C	C
	Manuel Herrera y Obes hacia el norte giro a la derecha	C	C	C	C
	Manuel Herrera y Obes hacia el sur giro a la izquierda	C	C	C	C
	Manuel Herrera y Obes hacia el sur	C	C	C	C
	Manuel Herrera y Obes hacia el sur giro a la derecha	C	C	C	C
Agraciada y Ángel Salvo	Ángel Salvo hacia el este giro a la izquierda por Agraciada	C	-	D	-
	Ángel Salvo hacia el este por Castro	C	C	D	E
	Ángel Salvo hacia el este por Vaz Ferreira	C	C	D	E
	Ángel Salvo hacia el este giro a la derecha por Agraciada	B	B	D	E
	Vaz Ferreira hacia el oeste giro a la izquierda por Agraciada	B	A	E	D
	Vaz Ferreira hacia el oeste por Ángel Salvo	B	B	D	D
	Vaz Ferreira hacia el oeste giro a la derecha por Agraciada	B	-	E	-
	Vaz Ferreira hacia el oeste giro a la derecha por Castro	A	A	C	C
	Castro hacia el oeste giro a la izquierda por Agraciada	A	A	B	B
	Castro hacia el oeste giro a la izquierda por Vaz Ferreira	B	B	C	C
	Castro hacia el oeste por Ángel Salvo	A	A	C	B
Castro hacia el oeste giro a la derecha por Agraciada	A	-	B	-	

Intersección	Aproximación	Mañana		Tarde	
		Actual	Etapa 1	Actual	Etapa 1
	Agraciada hacia el norte giro a la izquierda por Ángel Salvo	A	A	A	B
	Agraciada hacia el norte	A	-	A	-
	Agraciada hacia el norte giro a la derecha por Castro	A	A	A	A
	Agraciada hacia el norte giro a la derecha por Vaz Ferreira	A	A	A	A
	Agraciada hacia el sur giro a la izquierda por Castro	C	C	C	C
	Agraciada hacia el sur giro a la izquierda por Vaz Ferreira	C	C	C	C
	Agraciada hacia el sur	C	C	C	C
	Agraciada hacia el sur giro a la derecha por Ángel Salvo	B	C	C	B

En la siguiente figura se detallan los recorridos donde han sido medidos los tiempos de viaje.

Definición de tramos utilizados para cálculo de tiempo de viaje por desvíos – Modelo Paso Molino



Los tiempos de viaje obtenidos de las modelaciones son los siguientes:

Tiempos de viaje por desvíos de obras (Promedio en seg.) – Modelo Paso Molino

Tramo	Mañana		Tarde	
	Actual	Etap 1	Actual	Etap 1
Ángel Salvo hacia el este	129	125	190	196
Ángel Salvo hacia el oeste	96	162	111	188
Agraciada bajo el viaducto hacia el norte	114	154	138	258

Agraciada bajo el viaducto hacia el sur	106	115	99	110
---	-----	-----	----	-----

De los resultados obtenidos, se concluye que las alternativas de desvíos para la Etapa 1 son aceptables, pudiéndose implementar los desvíos propuestos.

En contraparte, la solución presentada para la Etapa 2 es insuficiente para las necesidades requeridas.

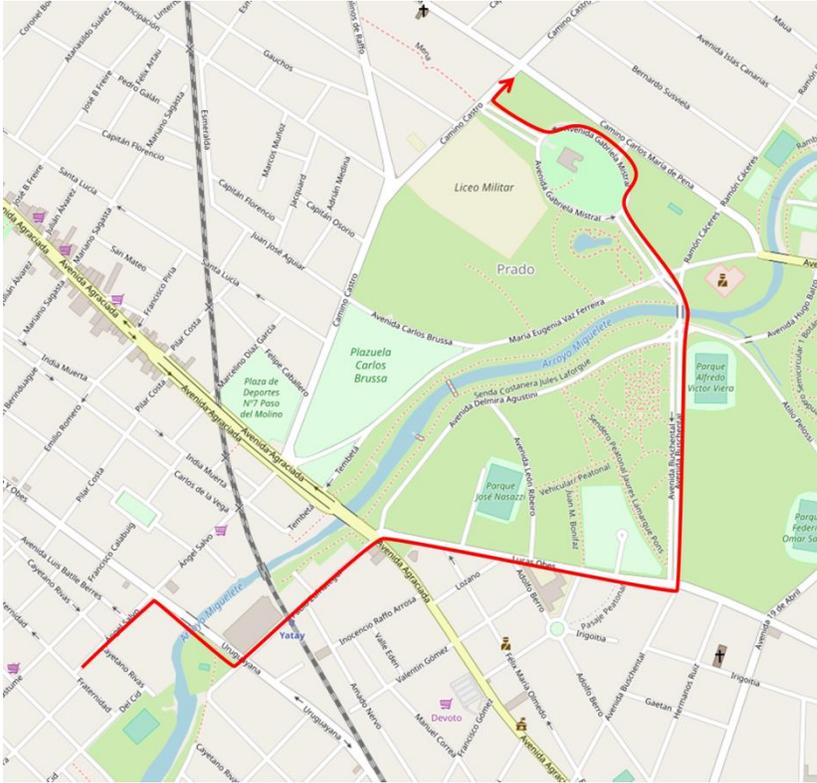
El punto de conflicto para la solución planteada en la Etapa 2 de desvíos corresponde al giro a la izquierda desde Zufriategui hacia Agraciada al norte para el tránsito derivado de Ángel Salvo con sentido este. Para poder realizar esta maniobra, el semáforo de Av. Agraciada y Zufriategui se debe cambiar de tres a cuatro fases. Esta modificación insume tiempo perdido que vuelve imposible un ajuste del semáforo para que esta solución sea viable.

El corte completo de Ángel Salvo es necesario durante una semana aproximadamente, por lo que el problema planteado será de corta duración. En la sección "Medidas de mitigación adicionales (Escenario de Obra)" se plantean posibles soluciones alternativas de modo de contrarrestar el impacto percibido.

Medidas de mitigación adicionales (Escenario En Obra)

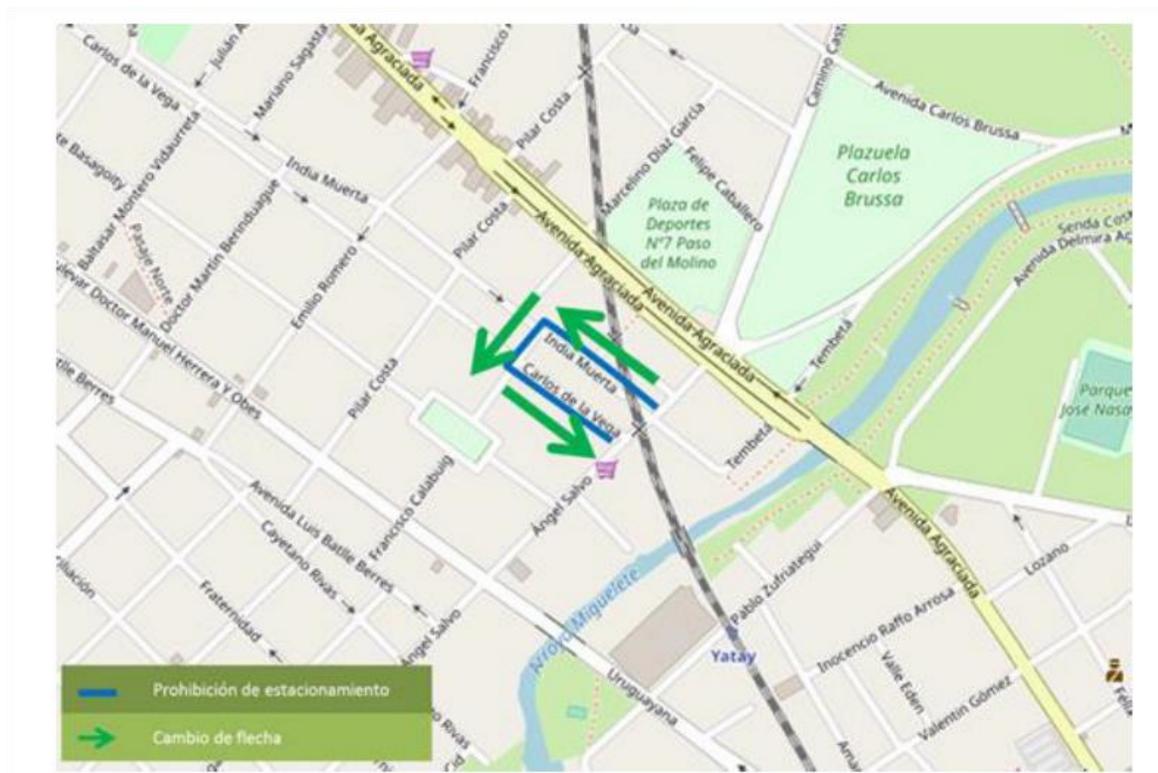
Durante el tiempo que se realice el desvío completo (Etapa 2), el desvío de Ángel Salvo hacia el este deberá ser de mayor escala. A continuación se presenta un diagrama del posible desvío a ser realizado.

Medidas de mitigación para desvío de Ángel Salvo hacia el este (Etapa 2) – Paso Molino



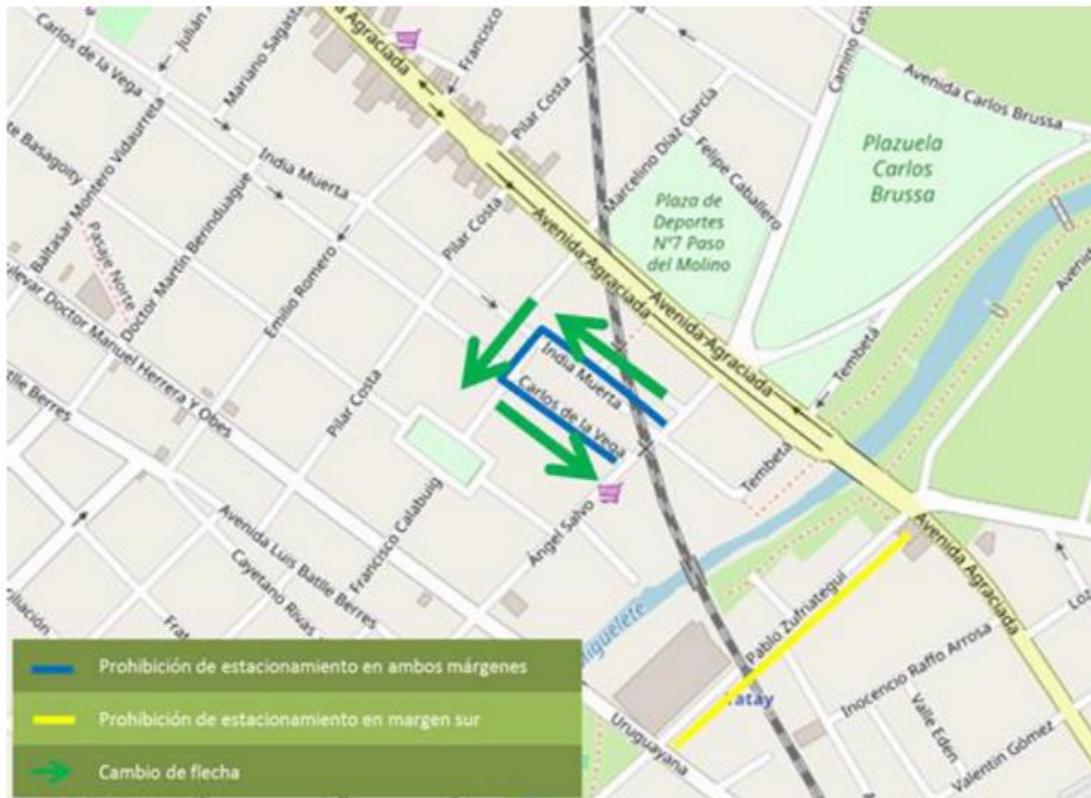
Ángel Salvo cuenta con líneas de ómnibus, por lo que el giro en India Muerta / Calabuig / Carlos de la Vega para el tránsito con sentido hacia el oeste deberá ser compatible con esta alternativa. Para asegurar el giro de vehículos pesados y una correcta circulación en el desvío se aconseja la prohibición de estacionamiento las 24 horas durante todo el período de obra en los tramos de India Muerta entre Ángel Salvo y Calabuig, Calabuig entre India Muerta y Carlos de la Vega, y finalmente Carlos de la Vega entre Calabuig y Ángel Salvo. Asimismo, se requerirá el flechamiento de estos tramos de acorde a la diagramación presentada a continuación.

Medidas de mitigación para Etapa 1



Únicamente para la Etapa 2 se recomienda la prohibición de estacionamiento en el tramo de Zufriategui limitado entre Uruguayana y Av. Agraciada en el margen sur durante las 24 horas.

Medidas de mitigación para Etapa 2



Escenario Futuro

Los resultados obtenidos de la modelación son presentados en las siguientes tablas.

Niveles de Servicio para pasos a nivel - Modelo Paso Molino

Cruce	Aproximación	Mañana				Tarde			
		Actual		Futuro		Actual		Futuro	
		Demora	Nivel servicio						
Paso Nivel Zufriategui	Zufriategui hacia el este	3,04	A	2,49	A	2,51	A	4,19	A
	Zufriategui hacia el oeste	3,07	A	3,63	A	3,98	A	6,19	A
Paso Nivel Ángel Salvo	Ángel Salvo hacia el este	16,41	B	13,09	B	47,04	D	31,70	C
	Ángel Salvo hacia el oeste	7,34	A	4,56	A	8,84	A	6,02	A
Paso Nivel	Agraciada hacia el norte	17,99	B	15,88	B	28,14	C	27,39	C

Cruce	Aproximación	Mañana				Tarde			
		Actual		Futuro		Actual		Futuro	
		Demora	Nivel servicio						
Agraciada	Agraciada hacia el sur	7,33	A	6,09	A	8,01	A	7,69	A
Paso Nivel Marcelino Díaz	a Marcelino Díaz hacia el norte	2,78	A	2,63	A	3,98	A	3,59	A
	Marcelino Díaz hacia el sur	7,20	A	2,99	A	3,55	A	2,93	A
Paso Nivel Santa Lucía	a Santa Lucía hacia el norte	3,26	A	2,36	A	3,75	A	2,52	A

De los resultados presentados en el cuadro anterior se puntualizan los resultados obtenidos para el paso a nivel de Ángel Salvo hacia el este en la tarde. Como se puede observar, se han obtenido niveles de servicio "D" y "C" para el Escenario Base y Escenario Futuro respectivamente.

Estos resultados no referencian únicamente al paso a nivel, ya que la cola de vehículos por Ángel Salvo hacia el este en su cruce con Av. Agraciada alcanza en varias ocasiones el paso a nivel. Por tanto, estos resultados se encuentran distorsionados.

Los resultados obtenidos para Av. Agraciada hacia el norte también presentan una influencia externa. En este caso, la parada de ómnibus localizada antes del cruce ferroviario afecta a las demoras de los usuarios con dirección norte.

A continuación se listan los percentiles de tiempos de viaje sobre los pasos nivel estudiados.

Percentiles de tiempos de viaje sobre los pasos a nivel (en segundos) – Modelo Paso Molino

Paso Nivel	a	Percentil	Mañana		Tarde	
			Actual	Futuro	Actual	Futuro
Ángel Salvo hacia este	el	10%	16	16	17	17
		25%	18	18	19	19
		50%	21	21	27	24
		75%	26	27	83	62
		90%	62	58	141	114
Ángel Salvo hacia oeste	el	10%	16	16	16	15
		25%	17	17	17	17
		50%	18	19	19	18
		75%	20	22	22	21
		90%	21	30	32	25
Av. Agraciada hacia norte	el	10%	15	15	16	16
		25%	18	17	19	19
		50%	24	20	26	27
		75%	70	48	84	82
		90%	103	95	115	112
Av. Agraciada hacia sur	el	10%	17	16	16	16
		25%	19	19	19	19
		50%	24	22	23	23
		75%	34	28	29	29
		90%	62	42	43	43
Marcelino Díaz hacia norte	el	10%	21	20	20	20
		25%	22	22	23	23
		50%	24	24	26	26
		75%	28	28	31	30
		90%	32	35	43	41
Marcelino Díaz hacia sur	el	10%	13	12	11	11
		25%	14	13	13	12
		50%	15	15	15	15
		75%	17	17	17	17
		90%	27	18	18	18
Santa		10%	12	13	13	13

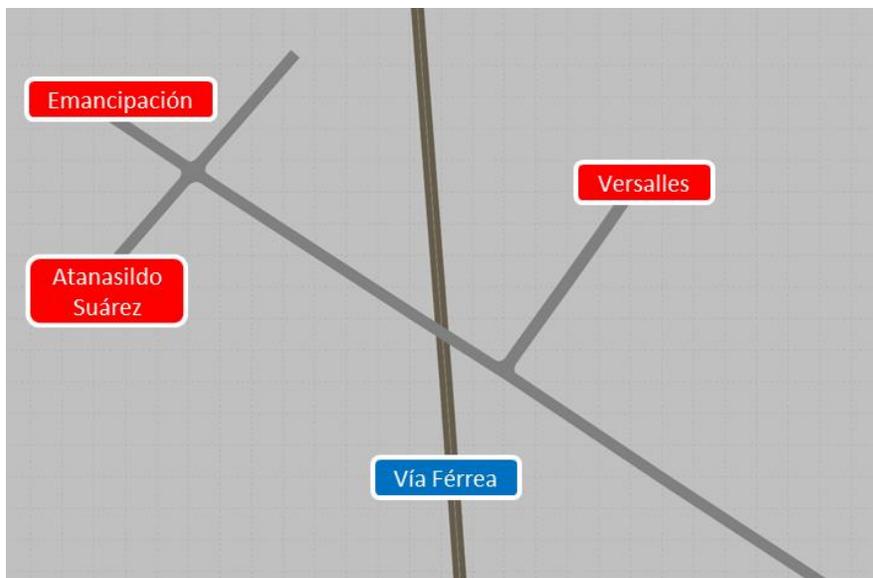
Lucía hacia norte	el	25%	14	14	15	15
		50%	16	16	17	17
		75%	18	18	19	19
		90%	21	21	22	22

Modelo "Emancipación"

Se evalúa el Escenario Futuro sobre el paso a nivel de Emancipación.

La modelación incluye las calles Emancipación, Versalles y Atanasildo Suárez.

Red del Modelo "Emancipación"



Escenario Futuro

El impacto en el paso a nivel estará relacionado con las modificaciones ferroviarias. Dentro de las mismas se incluye el aumento de frecuencia de trenes, su velocidad y el cambio en el sistema de señalización.

Captura de modelación sobre Emancipación (Escenario Futuro Mañana)



Resultados y Conclusiones

Escenario Futuro

Niveles de Servicio para pasos a nivel – Modelo Emancipación

Aproximación	Mañana			
	Actual		Futuro	
	Demora	Nivel de servicio	Demora	Nivel de servicio
Emancipación al este	2,36	A	2,44	A
Emancipación al oeste	3,03	A	2,71	A

Tiempos de viaje por desvíos de obras (en segundos) – Modelo Emancipación

Paso a Nivel	Percentil	Mañana	
		Actual	Futuro
Emancipación hacia el este	10%	13	13
	25%	14	14
	50%	16	16
	75%	19	19
	90%	23	26
Emancipación hacia el oeste	10%	13	13
	25%	15	15

Rev.11/03/19

	50%	17	17
	75%	20	20
	90%	28	29

Los resultados del Escenario Futuro indican que el proyecto no tendrá un impacto significativo, que requiera de acciones complementarias. Tanto los niveles de servicio obtenidos, cómo también los tiempos de viaje prácticamente no sufrirán cambios.

Modelo "Sayago"

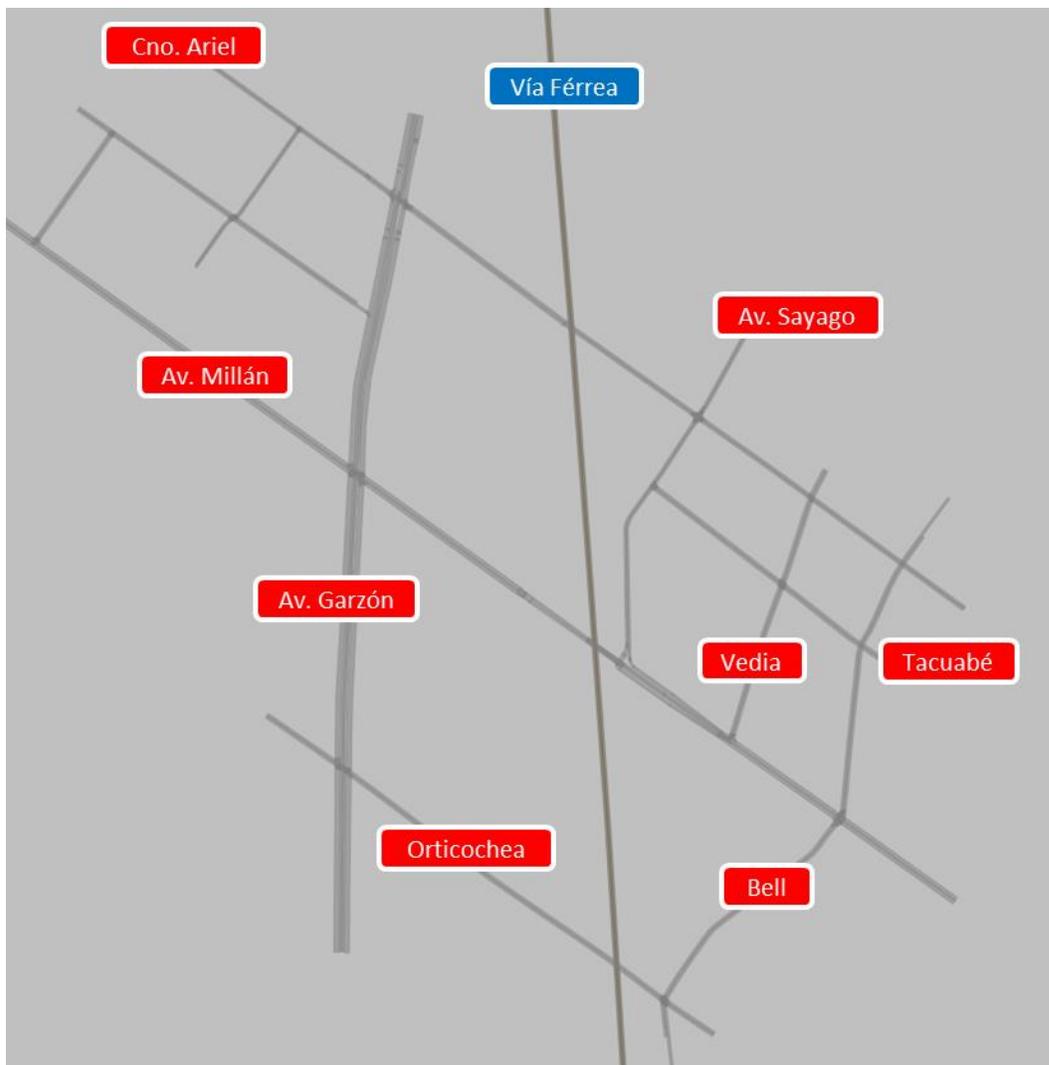
Se proyecta para el Ferrocarril Central la conversión del actual paso a nivel de Millán a un viaducto. De este modo Av. Millán pasará a contar con un viaducto sobre Av. Sayago y la vía férrea.

En este caso se incluye la evaluación de Escenario En Obra y Futuro.

Durante el período de obra existirá impacto sobre las calles Bell, Av. Garzón, María Orticochea, Av. Sayago, Camino Ariel, Ximeno, Piribebuy, Gabito, Tacuabé y Vedia.

Por este motivo, se han incluido y evaluado en este modelo los pasos a nivel de María Orticochea, Av. Millán y Camino Ariel.

Red del Modelo "Sayago"



Escenario En Obra

Durante la construcción del viaducto se verá interrumpido el flujo vehicular por Av. Millán en las proximidades al paso a nivel. Dichas obras obligarán a realizar desvíos por las calles circundantes.

En función del análisis realizado y las características geométricas de la zona, se ha establecido que el tránsito de Av. Millán de atravesamiento en ambos sentidos de circulación será desviado a María Orticochea entre Av. Garzón y Bell.

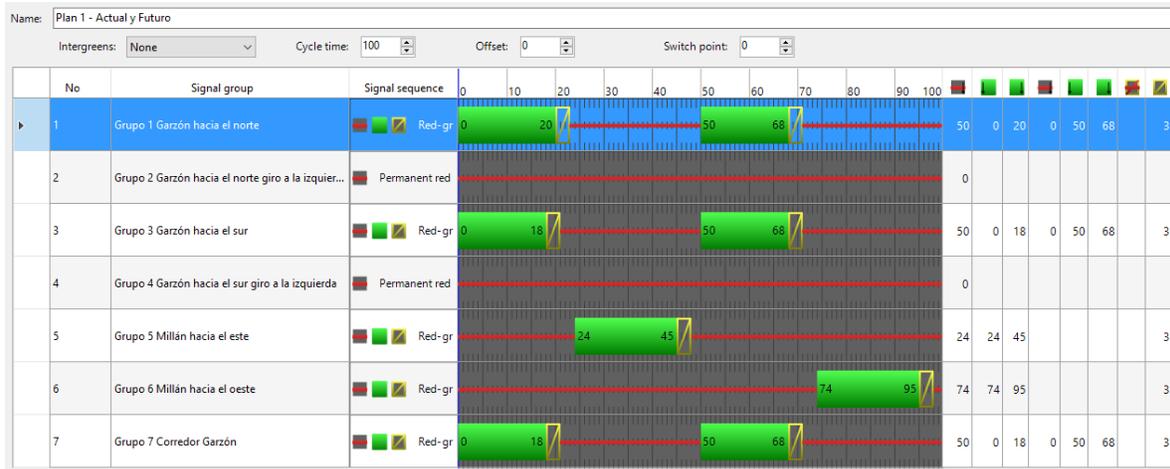
Por su parte, el tránsito que accede desde Av. Sayago a Av. Millán (y viceversa) deberá tomar Camino Ariel si desea ir al oeste y Tacuabé hacia el este.

Actualmente se encuentra suprimido el giro a la izquierda desde Av. Garzón desde el Norte hacia Av. Millán al oeste. Para poder implementar los desvíos previstos

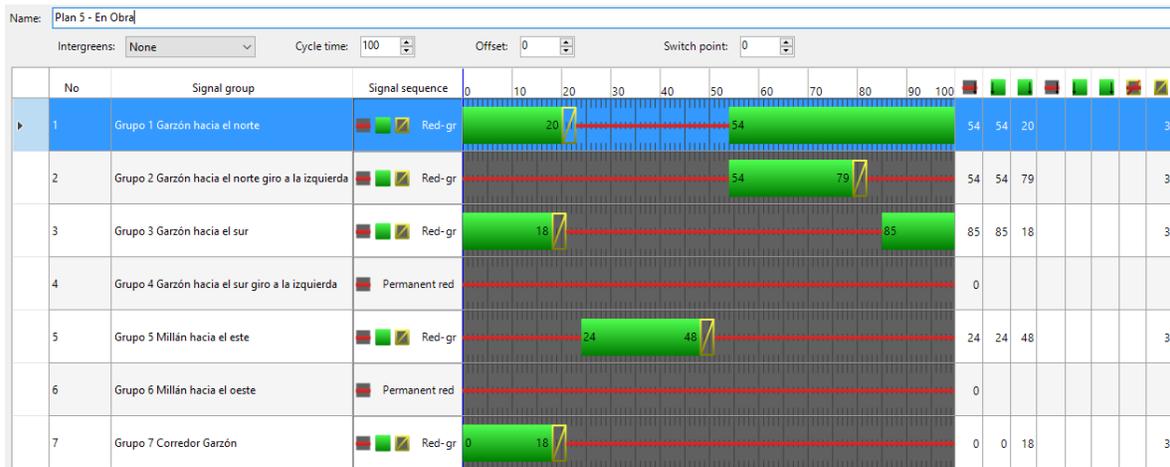
para el flujo hacia el oeste, es necesario recurrir provisoriamente a la habilitación de esta maniobra durante el período de obra.

Se realiza una modificación de fases y grupos semafóricos en Av. Millán y Bell, y en Av. Millán y Av. Garzón. Los nuevos planes utilizados son una aproximación para poder realizar la evaluación, pudiéndose optimizar aún más a posteriori.

Plan semafórico Av. Millán y Av. Garzón, Escenario Base y Futuro

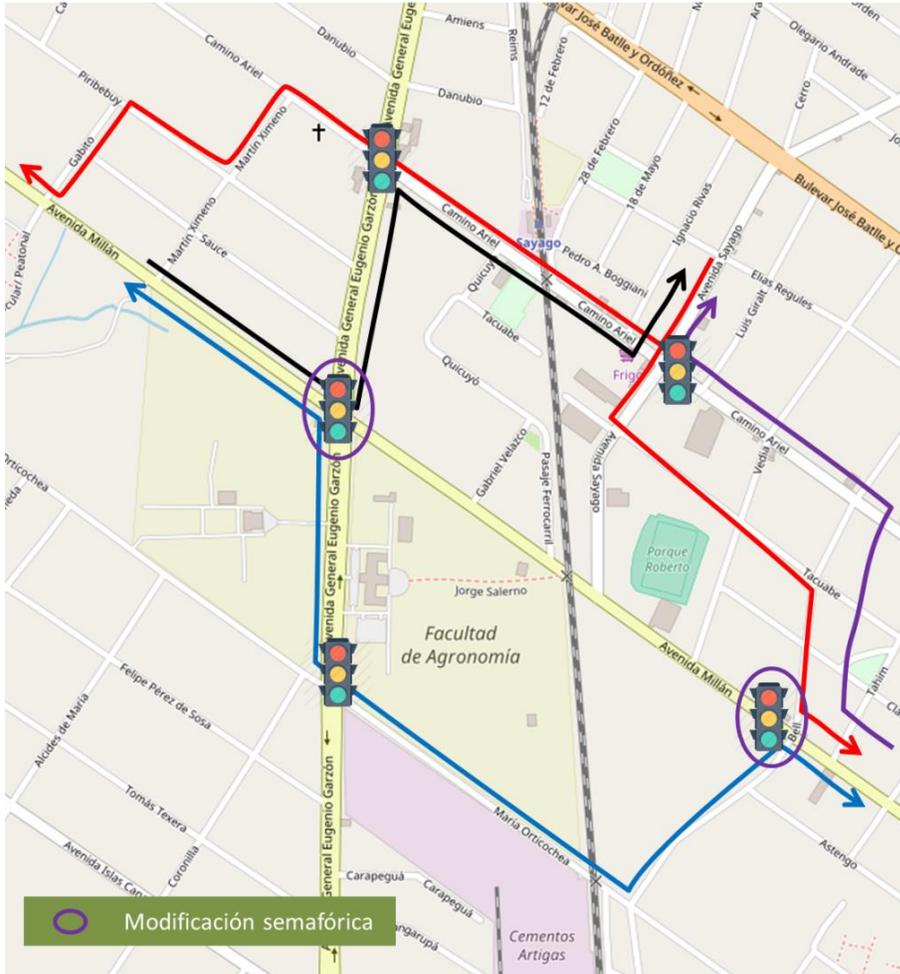


Plan semafórico Av. Millán y Av. Garzón, Escenario En Obra



No han sido modificados los planes semafóricos de Av. Garzón y María Orticochea, Av. Garzón y Camino Ariel, y Av. Sayago y Camino Ariel.

Propuesta de desvíos y modificaciones para modelo "Sayago" – Escenario En Obra



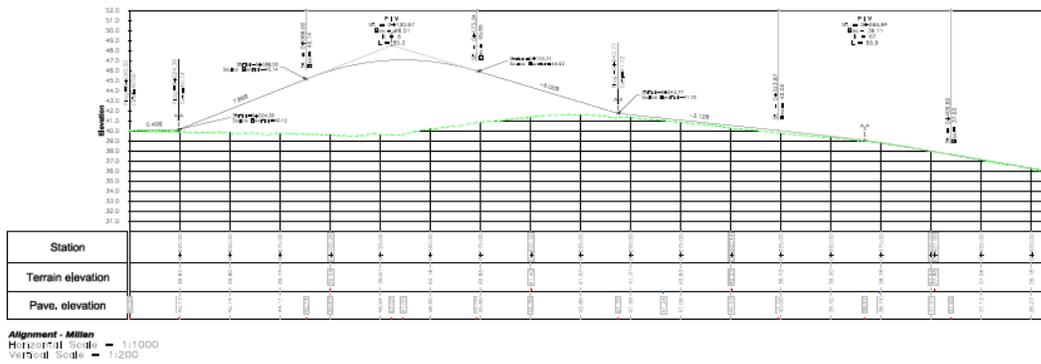
**Elaboración propia sobre*

imagen de OSM

Escenario Futuro

El Escenario Futuro proyecta la construcción de un viaducto de Av. Millán, que pasará por encima del paso a nivel y Av. Sayago.

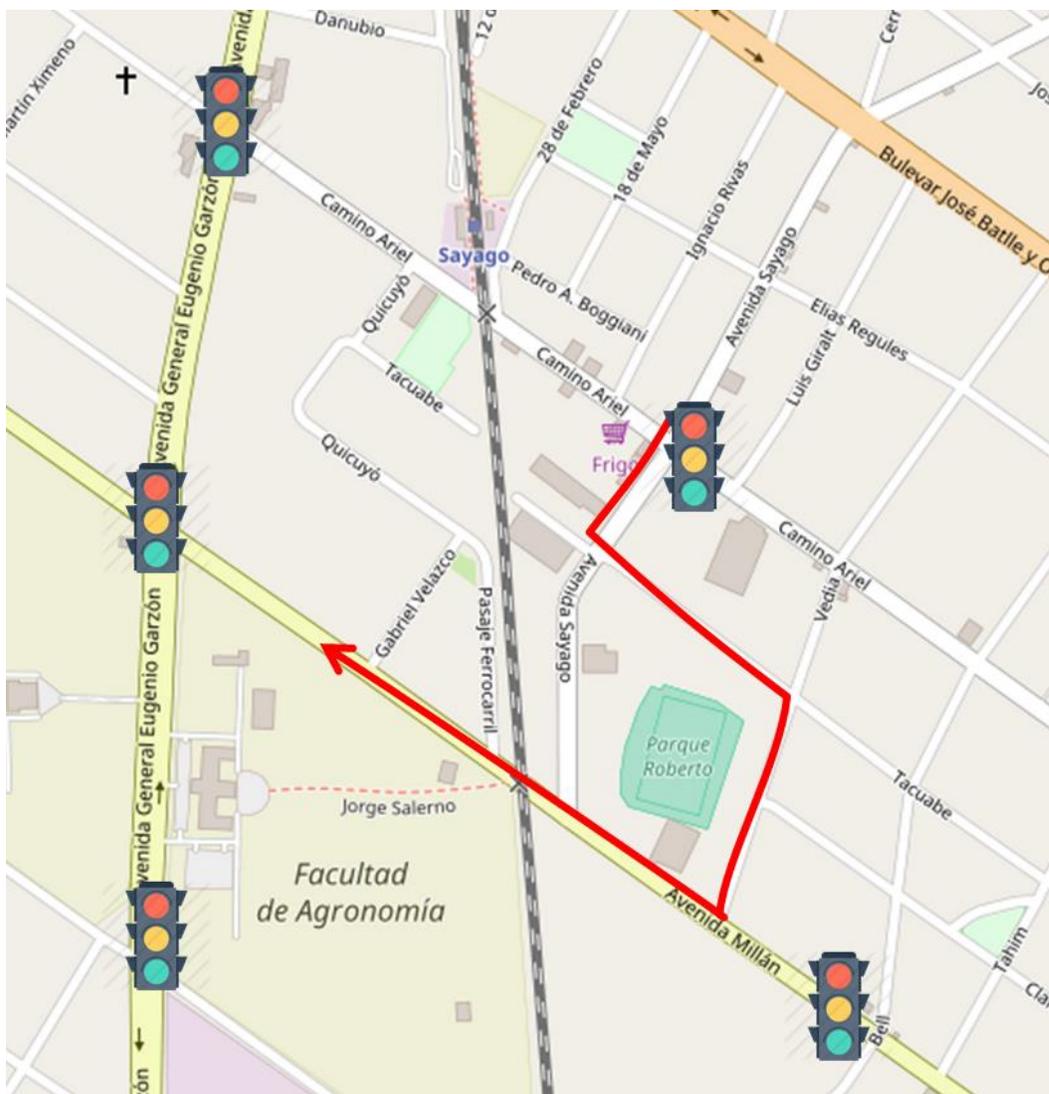
Planimetría y altimetría del Viaducto Av. Millán



**Diseños extraídos de la lámina del Proyecto "Railway Project 007+450 Av. Millán – Pre-engineer, Phase 2" del 27/11/2017*

Las modificaciones previstas generarán un cambio de circulación en la zona. Actualmente los vehículos que desean acceder desde Av. Sayago a Av. Millán hacia el oeste tienen permitido el giro a la derecha. En el escenario futuro esta maniobra no estará permitida, por lo que para realizar esta maniobra deberán tomar Tacuabé, y Vedia donde podrán tomar Av. Millán hacia el oeste.

Giro a la derecha del tránsito por Av. Sayago hacia el sur – Escenario Futuro



Captura de modelación sobre Viaducto Av. Millán (Escenario Futuro)



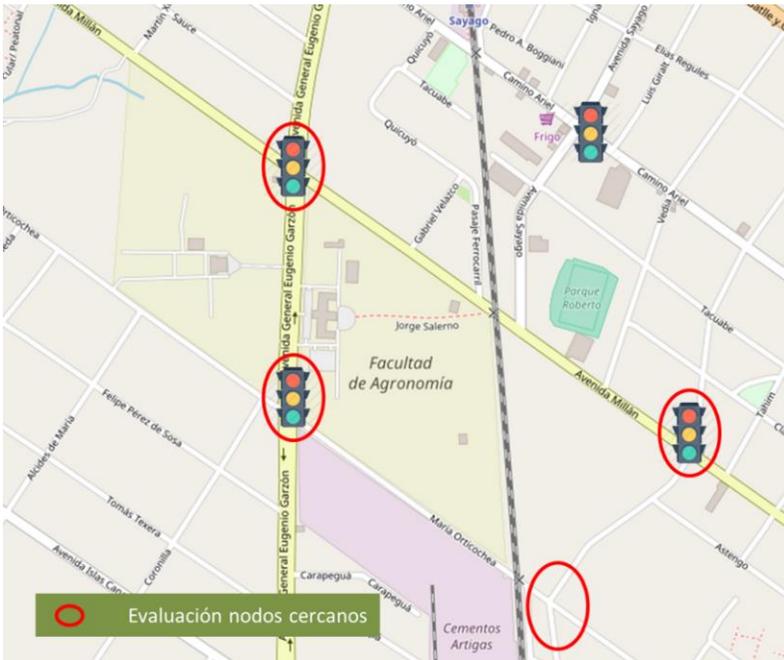
Los planes semafóricos futuros se consideraron iguales a los planes actuales.

Resultados y Conclusiones

Escenario En Obra

En este escenario han sido evaluadas cuatro intersecciones próximas a la zona intervenida que serán afectadas durante el período de obra.

Nodos cercanos evaluados en el Escenario En Obra



Los resultados presentados a continuación resumen los Niveles de Servicio por Maniobra para las intersecciones anteriormente mencionadas.

Aquellas maniobras que en su Nivel de Servicio están marcadas con el símbolo “-”, no cuentan en dicho escenario con flujo vehicular.

Niveles de Servicio para intersecciones próximas afectadas – Modelo Sayago

Intersección	Aproximación	Mañana		Tarde	
		Actual	En Obra	Actual	En Obra
Garzón y Millán	Millán hacia el este giro a la izquierda	D	D	E	D
	Millán hacia el este	D	F	E	C
	Millán hacia el este giro a la derecha	D	D	E	D
	Millán hacia el oeste giro a la izquierda	D	-	E	-
	Millán hacia el oeste	D	-	E	-
	Millán hacia el oeste giro a la derecha	D	-	E	-
	Garzón hacia el norte giro a la izquierda	-	D	-	D
	Garzón hacia el norte	B	B	B	B
	Garzón hacia el norte giro a la derecha	A	-	B	-
	Garzón hacia el sur giro a la izquierda	-	-	-	-
	Garzón hacia el sur	B	D	B	D
	Garzón hacia el sur giro a la derecha	B	D	B	D
	Corredor Garzón hacia el norte	B	C	B	C
	Corredor Garzón hacia el sur	A	C	B	C
Garzón y Orticochea	Orticochea hacia el este giro a la izquierda	D	C	C	C
	Orticochea hacia el este	D	C	C	C
	Orticochea hacia el este giro a la derecha	D	C	D	C
	Orticochea hacia el oeste giro a la izquierda	D	D	D	D
	Orticochea hacia el oeste	D	D	D	D

Intersección	Aproximación	Mañana		Tarde	
		Actual	En Obra	Actual	En Obra
	Orticochea hacia el oeste giro a la derecha	D	D	D	D
	Garzón hacia el norte giro a la izquierda	B	C	B	C
	Garzón hacia el norte	B	C	B	C
	Garzón hacia el norte giro a la derecha	B	C	B	C
	Garzón hacia el sur giro a la izquierda	D	D	D	D
	Garzón hacia el sur	B	B	B	B
	Garzón hacia el sur giro a la derecha	B	B	B	B
	Corredor Garzón hacia el norte	B	C	B	C
	Corredor Garzón hacia el sur	A	A	A	A
Orticochea y Bell	Orticochea hacia el este giro a la izquierda	A	A	A	A
	Orticochea hacia el este	A	A	A	A
	Orticochea hacia el este giro a la derecha	A	A	A	A
	Orticochea hacia el oeste giro a la izquierda	A	A	A	A
	Orticochea hacia el oeste	A	A	A	A
	Orticochea hacia el oeste giro a la derecha	A	A	A	A
	Bell hacia el norte giro a la izquierda	A	A	A	A
	Bell hacia el norte	A	A	A	A
	Bell hacia el norte giro a la derecha	A	A	A	A
	Bell hacia el sur giro a la derecha	A	A	A	A
	Bell hacia el sur	A	A	A	A
Bell hacia el sur giro a la izquierda	A	A	A	A	
Millán y Bell	Millán hacia el este giro a la izquierda	-	-	-	-
	Millán hacia el este	C	-	C	-

Intersección	Aproximación	Mañana		Tarde	
		Actual	En Obra	Actual	En Obra
	Millán hacia el este giro a la derecha	C	-	C	-
	Millán hacia el oeste giro a la izquierda	-	C	-	C
	Millán hacia el oeste	B	-	C	-
	Millán hacia el oeste giro a la derecha	C	C	C	C
	Bell hacia el norte giro a la izquierda	B	-	B	-
	Bell hacia el norte	B	C	B	C
	Bell hacia el norte giro a la derecha	B	C	B	C
	Bell hacia el sur giro a la derecha	C	-	C	-
	Bell hacia el sur	C	C	C	C
	Bell hacia el sur giro a la izquierda	C	C	C	C

En la siguiente figura se detallan los recorridos donde han sido medidos los tiempos de viaje en Camino Ariel, Av. Millán, María Orticochea y Av. Garzón.

Definición de tramos utilizados para cálculo de tiempo de viaje por desvíos – Modelo Sayago



Los tiempos de viaje obtenidos de las modelaciones son los siguientes:

Tiempos de viaje por desvíos de obras (Promedio en seg.) – Modelo Sayago

Tramo	Mañana		Tarde	
	Actual	En Obra	Actual	En Obra
Orticochea hacia el este (de Garzón a Bell)	70	73	70	74
Orticochea hacia el oeste (de Bell a Garzón)	105	115	106	115
Av. Millán hacia el este (de Gabito a Bell)	282	394	294	398
Av. Millán hacia el oeste (de Bell a Gabito)	272	343	290	345

Ariel hacia el este (de Sayago a Ximeno)	223	221	227	223
Ariel hacia el este (de Sayago a Ximeno)	229	229	286	228
Garzón hacia el norte (de Orticochea a Ariel)	133	133	136	132
Garzón hacia el sur (de Ariel a Orticochea)	143	171	147	174

De los resultados de tiempo de viaje debido a los desvíos se observa un aumento de 40% de tiempo de viaje para el tránsito hacia el oeste y 26% hacia el este por Av. Millán.

Los desvíos generan menos del 10% de aumento de tiempos de viaje para las zonas afectadas de Camino Ariel y María Orticochea.

Por lo planes provisorios utilizados en Av. Millán y Av. Garzón, y la inclusión del giro a la izquierda desde Garzón al norte hacia Millán al oeste, se ve reducido el tiempo de verde de Garzón hacia el sur. Esto genera un aumento de tiempo de viaje por Garzón hacia el sur del 20%. En contraparte, no se perciben aumentos para el flujo de Garzón hacia el norte.

Cómo se puede observar en los resultados generales, el impacto por obras no genera grandes inconvenientes en el funcionamiento de la red circundante.

Escenario Futuro

Los resultados obtenidos de la modelación son presentados en las siguientes tablas.

Niveles de Servicio para pasos a nivel - Modelo Sayago

Aproximación	Mañana				Tarde			
	Actual		Futuro		Actual		Futuro	
	Demora	Nivel de servicio						
Orticochea hacia el este	2,2	A	2,0	A	2,0	A	1,6	A
Orticochea hacia el oeste	1,6	A	1,1	A	1,5	A	1,0	A
Millán hacia el este	4,5	A	1,1	A	4,5	A	1,3	A

Millán hacia el oeste	5,4	A	0,4	A	5,3	A	0,6	A
Ariel hacia el este	5,1	A	4,6	A	7,1	A	4,4	A
Ariel hacia el oeste	4,9	A	2,9	A	7,4	A	5,3	A

Percentiles de tiempos de viaje sobre los pasos a nivel (en segundos) – Modelo Sayago

Paso Nivel ^a	Percentil	Mañana		Tarde	
		Actual	Futuro	Actual	Futuro
Orticochea hacia el este	10%	27	27	27	27
	25%	28	28	28	28
	50%	30	30	30	30
	75%	32	32	32	32
	90%	34	34	34	34
Orticochea hacia el oeste	10%	18	18	18	18
	25%	19	19	19	19
	50%	20	20	20	20
	75%	22	22	22	22
	90%	24	24	23	24
Av. Millán hacia el este	10%	26	24	26	24
	25%	28	25	28	25
	50%	31	27	31	27
	75%	33	29	33	29
	90%	37	31	37	31
Av. Millán hacia el oeste	10%	21	22	21	22
	25%	23	23	23	23
	50%	25	24	25	25
	75%	27	26	27	26
	90%	29	27	29	28
Ariel hacia el este	10%	27	27	27	27
	25%	30	30	29	29
	50%	32	32	32	31

	75%	35	35	35	34
	90%	38	38	38	37
Ariel hacia el este	10%	25	25	26	26
	25%	27	27	28	28
	50%	29	29	31	31
	75%	31	31	34	34
	90%	34	33	38	38

En la actualidad el funcionamiento de los tres pasos a nivel evaluados en este modelo es aceptable. Los niveles de servicio obtenidos son A para todos ellos, siendo el más afectado Camino Ariel, debido a la proximidad de la estación Sayago donde se detiene el tren de pasajeros. Esto genera que mientras el tren de pasajeros se encuentra detenido, la barrera permanece abajo interrumpiendo innecesariamente el flujo vehicular.

En el escenario futuro, las demoras percibidas en Ariel disminuirán al efectivizar el descenso de barreras para los trenes de pasajeros detenidos en la estación.

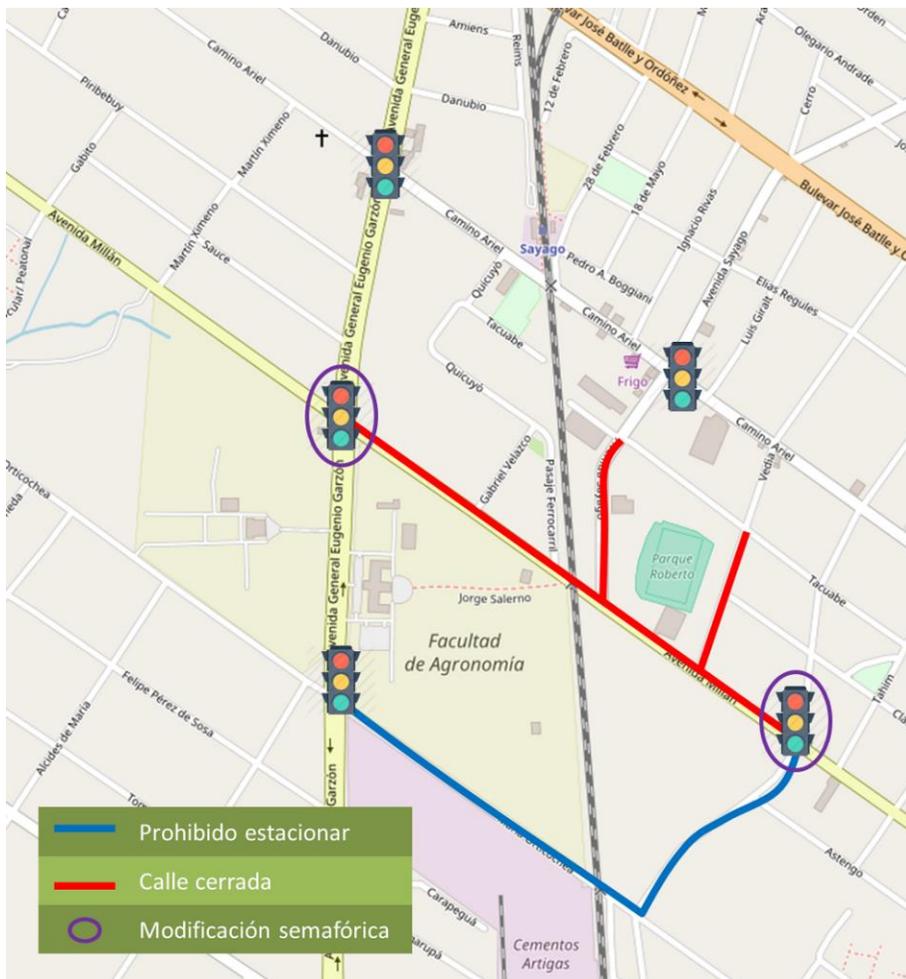
Orticochea mantendrá tiempos similares que en el Escenario Base, los cuales son reducidos.

Av. Millán percibe mejoras, aun considerando que los tiempos actuales no son conflictivos.

Medidas de mitigación adicionales

Por fuera de los resultados cuantitativos obtenidos, se aconseja por espacio y seguridad la prohibición provisoria de estacionamiento durante las 24 horas del día en Bell entre Av. Millán y María Orticochea, y María Orticochea entre Bell y Av. Garzón, durante la etapa de construcción.

Resumen de intervenciones durante período de obra del Viaducto Av. Millán

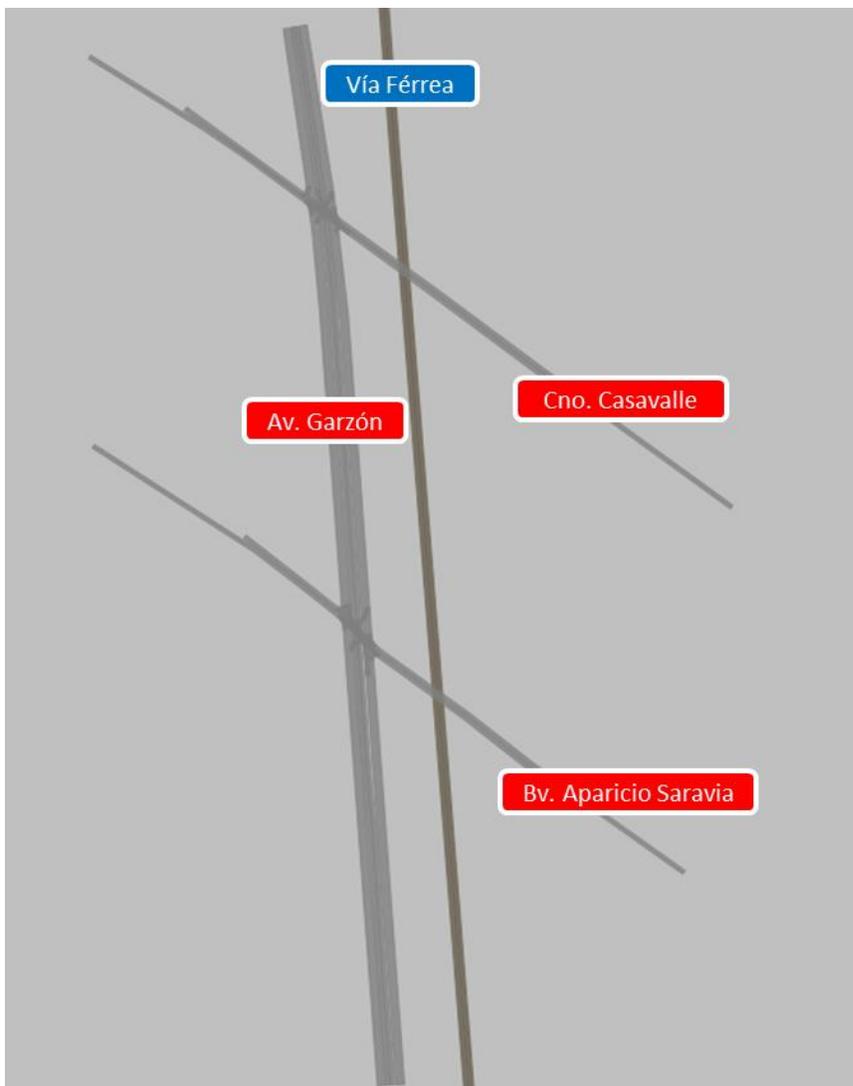


Modelo "Saravia – Casavalle"

Para los pasos a nivel de Camino Casavalle y Bulevar Aparicio Saravia se ha pedido la evaluación de impacto futuro.

Debido a la proximidad de ambos pasos a nivel con la Av. Garzón y entre sí, ha sido incluida la evaluación de Nivel de Servicio de los semáforos en las intersecciones de Garzón con Casavalle y Saravia.

Red del Modelo "Saravia – Casavalle"



Escenario Futuro

Se proyecta en la zona únicamente la intervención sobre el paso a nivel.

Actualmente los semáforos no se encuentran vinculados a la bajada de barrera. La capacidad de almacenaje de vehículos entre los pasos a nivel y las intersecciones es de 50 m aproximadamente. De modo de no encontrarse con que la cola en espera invada Av. Garzón, se ha considerado y se recomienda la actuación del semáforo con respecto al pasaje de trenes.

La modificación busca mantener detenidos en la intersección con Av. Garzón la mayor cantidad de vehículos que puedan acceder al pequeño espacio de almacenaje. Mientras la barrera se encuentre baja, se permitirá únicamente el flujo pasante por Av. Garzón (en ambos sentidos), manteniendo en rojo para el flujo por ambas calles estudiadas hacia el este y el giro a la izquierda de los vehículos

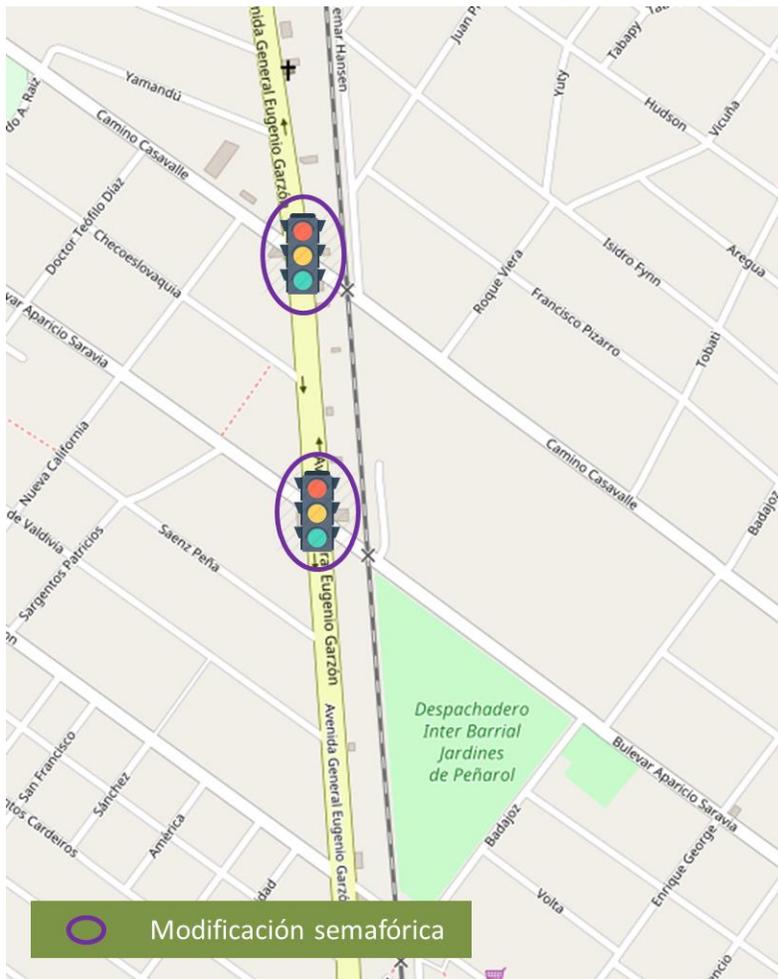
provenientes por Garzón hacia el sur (situación que sólo se da actualmente en Aparicio Saravia).

El espacio de almacenaje quedará reservado para los que hayan atravesado la intersección y encuentren la barrera justo en descenso y para los vehículos que yendo por Av. Garzón hacia el norte doblen a la derecha.

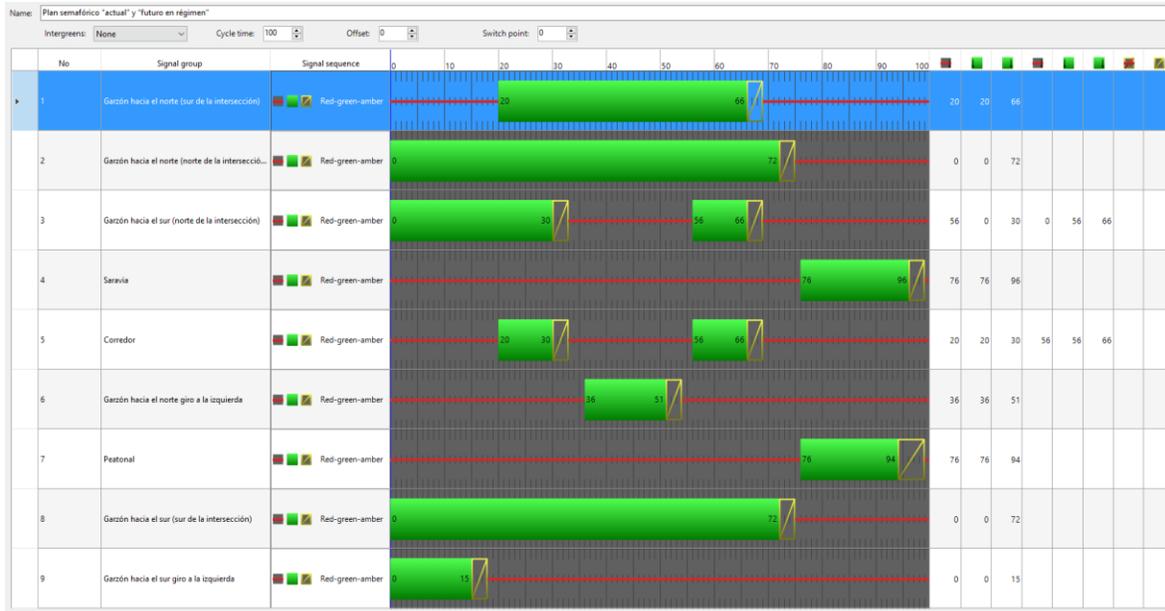
Se aconseja antes de entrar en esta fase, permitir el flujo hacia el oeste por Casavalle y Saravia de modo de desagotar a los vehículos que ya habiendo atravesado el paso a nivel deseen atravesar el cruce.

La modificación semafórica realizada únicamente afecta durante el pasaje de tren, no habiéndose modificado para el funcionamiento en régimen de la intersección.

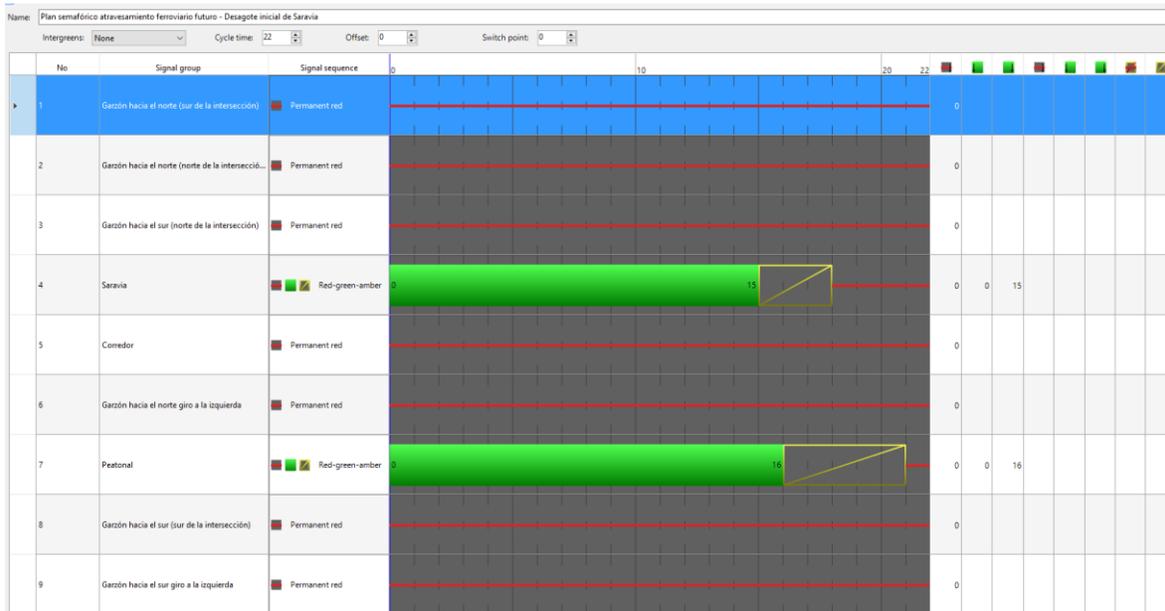
Propuesta de modificación semafórica para modelo "Saravia - Casavalle" – Escenario Futuro



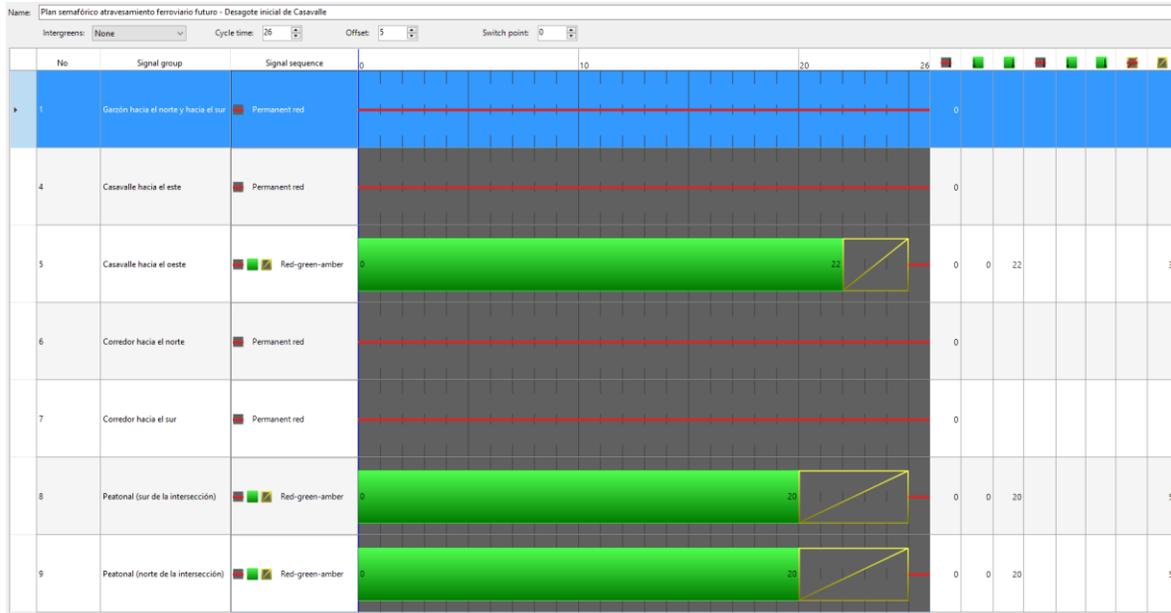
Plan semafórico "actual" y "futuro en régimen" sobre Aparicio Saravia (Av. Garzón y Bv. Aparicio Saravia)



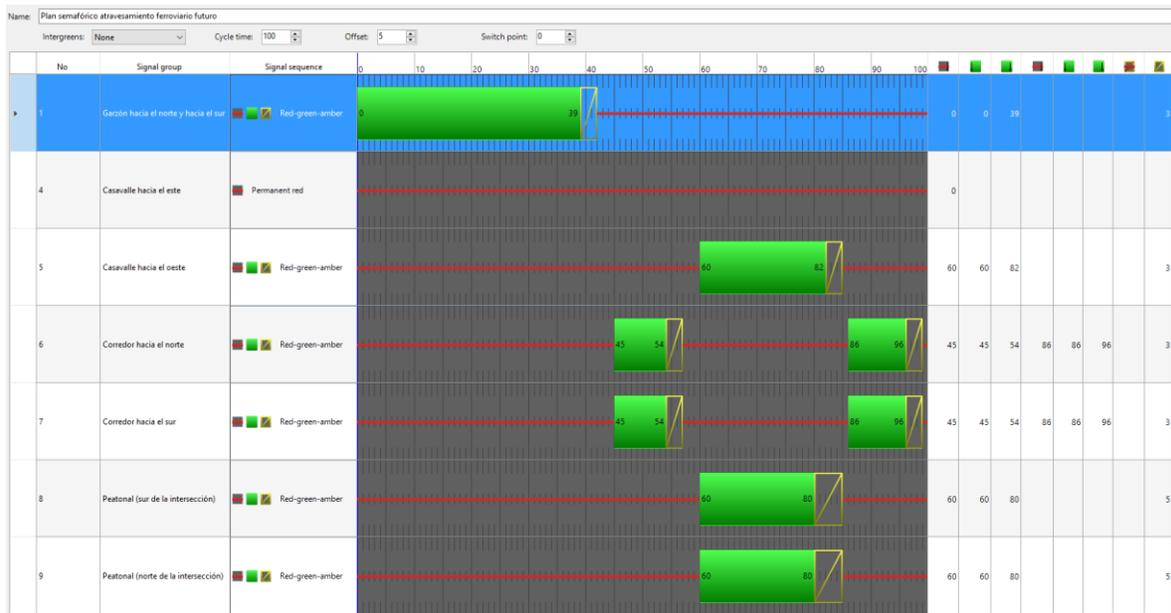
Plan semafórico atravesamiento ferroviario futuro - Desagote inicial de Saravia (Av. Garzón y Bv. Aparicio Saravia)



Plan semafórico atravesamiento ferroviario futuro - Desagote inicial de Casavalle (Av. Garzón y Cno. Casavalle)



Plan semafórico atravesamiento ferroviario futuro (Av. garzón y Cno. Casavalle)



Captura de modelación sobre Aparicio Saravia (Escenario Futuro)



Resultados y Conclusiones

Escenario Futuro

Los resultados obtenidos son los siguientes:

Niveles de Servicio para pasos a nivel – Modelo Casavalle y Saravia

		Mañana				Tarde			
		Actual		Futuro		Actual		Futuro	
Aproximación		Demora	Nivel de servicio						
Saravia este	al	1,6	A	1,8	A	2,3	A	1,5	A
Saravia oeste	al	1,4	A	1,5	A	3,5	A	3,6	A
Casavalle este	al	2,2	A	1,6	A	2,0	A	2,5	A
Casavalle oeste	al	3,2	A	3,5	A	5,6	A	5,8	A

Niveles de Servicio para intersecciones próximas afectadas – Modelo Casavalle y Saravia

Intersección	Aproximación	Mañana		Tarde	
		Actual	Futuro	Actual	Futuro
Garzón y Saravia	Saravia hacia el este giro a la izquierda	D	D	D	D
	Saravia hacia el este	D	D	C	D
	Saravia hacia el este giro a la derecha	D	D	D	D
	Saravia hacia el oeste giro a la izquierda	D	D	D	D
	Saravia hacia el oeste	D	D	D	D
	Saravia hacia el oeste giro a la derecha	D	D	D	D
	Garzón hacia el norte giro a la izquierda	C	C	D	D
	Garzón hacia el norte	B	B	B	B
	Garzón hacia el norte giro a la derecha	B	B	B	B
	Garzón hacia el sur giro a la izquierda	D	D	D	E
	Garzón hacia el sur	D	C	B	B
	Garzón hacia el sur giro a la derecha	C	C	C	C
Corredor hacia el norte	C	C	C	C	
Corredor hacia el sur	C	C	C	C	
Garzón y Casavalle	Casavalle hacia el este giro a la izquierda	D	D	D	D
	Casavalle hacia el este	D	D	C	D
	Casavalle hacia el este giro a la derecha	C	D	D	D
	Casavalle hacia el oeste giro a la izquierda	D	D	D	D
	Casavalle hacia el oeste	C	D	D	D
	Casavalle hacia el oeste giro a la derecha	C	C	D	D
	Garzón hacia el norte giro a la izquierda	A	A	A	A

Garzón hacia el norte	C	C	C	C
Garzón hacia el norte giro a la derecha	C	C	C	C
Garzón hacia el sur	B	B	C	C
Garzón hacia el sur giro a la derecha	C	C	C	C
Corredor hacia el norte	C	C	C	C
Corredor hacia el sur giro a la izquierda	C	C	C	C
Corredor hacia el sur	C	C	C	C

Tiempos sobre los pasos a nivel – Modelo Casavalle y Saravia

Paso Nivel	a	Percentil	Mañana		Tarde	
			Actual	Futuro	Actual	Futuro
Casavalle hacia el este		10%	14	14	15	15
		25%	16	16	16	16
		50%	17	17	17	17
		75%	19	19	19	19
		90%	20	20	21	21
Casavalle hacia el oeste		10%	16	16	16	16
		25%	18	18	18	18
		50%	19	19	20	20
		75%	21	21	22	22
		90%	24	26	41	42
Saravia hacia el este		10%	16	16	16	17
		25%	18	18	18	18
		50%	20	20	20	20
		75%	21	21	22	22
		90%	23	23	23	23
Saravia hacia el oeste		10%	15	15	16	16
		25%	18	18	18	18
		50%	19	19	19	19
		75%	20	20	21	21
		90%	22	22	25	29

Los resultados reflejan que el impacto en la red afectada no es significativo. Se recomienda actuar los semáforos en conjunto con las barreras sobre los pasos a nivel.

Modelo "Ruta 102"

La proximidad del cruce de Ruta 102 y César Mayo Gutiérrez con el paso a nivel sobre Ruta 102 demanda la inclusión de César Mayo Gutiérrez en el modelo.

Red del Modelo "Ruta 102"



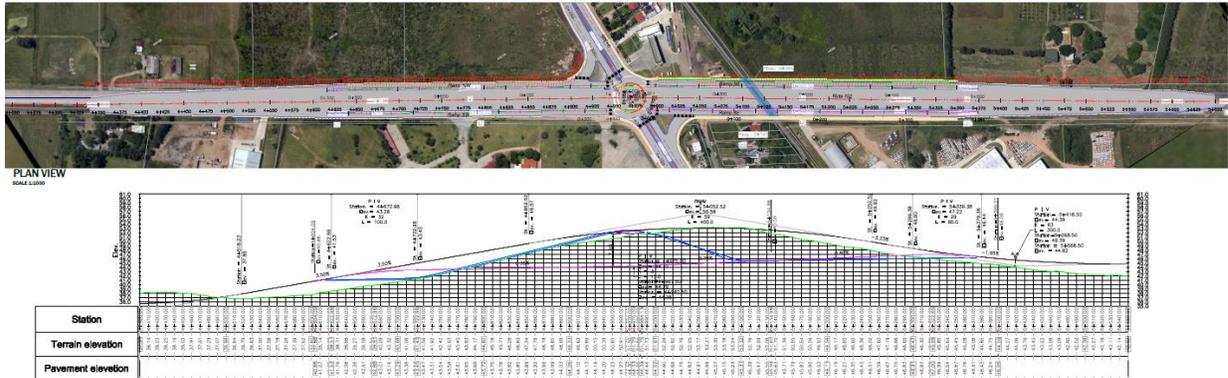
En este caso, la obra del intercambiador a desnivel dependerá de las características particulares finales del proyecto y de los métodos constructivos de la propia empresa constructora, lo cual deberá ser evaluado en forma particular para dicho proyecto. En función de las características de la malla vial de la zona se considera que los desvíos del flujo de la Ruta 102 serán canalizados dentro de la propia faja del proyecto. En el presente estudio ha sido modelado el Escenario Futuro.

Escenario Futuro

Se planifica la ejecución de una solución a desnivel en la intersección de la Ruta Perimetral 102 con la vía férrea. En conjunto con dicha construcción será incluido el pasaje a desnivel también de la Ruta 102 con la Av. César Mayo Gutiérrez. Se planifica mantener la traza actual de César Mayo Gutiérrez, y construir un túnel por debajo de está y la vía férrea para Ruta102. El vínculo entre la Avenida César Mayo Gutiérrez y Ruta 102 se realizará a nivel mediante una rotonda que

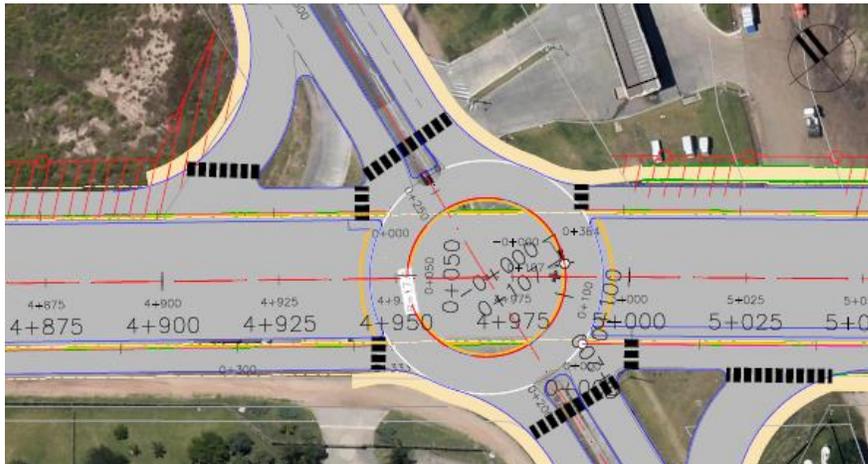
conectará los ramales de acceso a la Ruta 102 con la avenida, eliminándose así el semáforo existente.

Planimetría y altimetría del Túnel Ruta 102



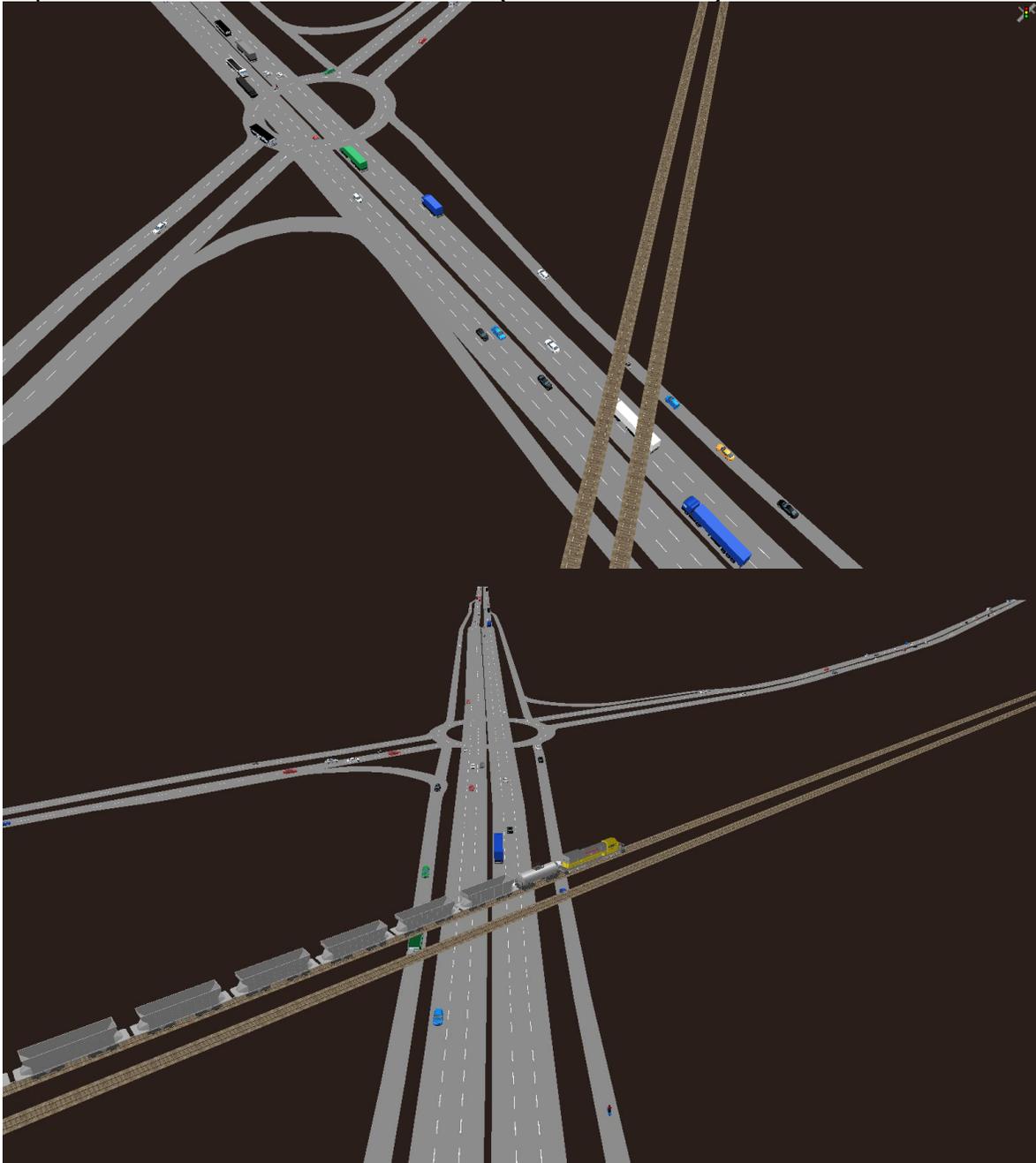
**Diseños extraídos de la lámina del Proyecto "Railway Project 013+200 Ruta 102 PL01 – Pre-engineer, Phase 2" del 27/11/2017*

Planimetría Rotonda Ruta 102 y César Mayo Gutiérrez



**Diseño extraído de la lámina del Proyecto "Railway Project 013+200 Ruta 102 PL05 – Pre-engineer, Phase 2" del 27/11/2017*

Captura de modelación sobre Ruta 102 (Escenario Futuro)



Resultados y Conclusiones

Escenario Futuro

Los resultados obtenidos son los siguientes:

Niveles de Servicio para pasos a nivel – Modelo Ruta 102

Aproximación	Mañana				Tarde			
	Actual		Futuro		Actual		Futuro	
	Demora	Nivel de servicio						
Ruta 102 hacia el Este	4,27	A	0,23	A	8,68	A	0,38	A
Ruta 102 hacia el Oeste	3,91	A	0,85	A	60,82	E	3,33	A

Se observa en el anterior cuadro el alto tiempo de demora percibido para la situación actual de la tarde hacia el oeste. Este valor no es estrictamente referido al paso a nivel. Las colas generadas por el semáforo con César Mayo Gutiérrez alcanzan por momento al paso a nivel. Se genera por lo tanto en el cálculo de demoras en la zona de influencia del paso a nivel un impacto directamente vinculado a estas colas. Estas demoras también se ven reflejadas en los resultados presentados.

Niveles de Servicio para intersecciones próximas afectadas – Modelo Ruta 102

Aproximación	Mañana		Tarde	
	Actual	Futuro	Actual	Futuro
Ruta 102 hacia el este giro a la izquierda	E	A	E	A
Ruta 102 hacia el este	E	A	E	A
Ruta 102 hacia el este giro a la derecha	E	A	E	A
Ruta 102 hacia el oeste giro a la izquierda	E	A	E	A
Ruta 102 hacia el Oeste	E	A	F	A
Ruta 102 hacia el Oeste giro a la derecha	E	A	F	A
César Mayo Gutiérrez hacia el norte giro a la izquierda	E	A	E	A
César Mayo Gutiérrez hacia el norte	D	A	D	A
César Mayo Gutiérrez hacia el norte giro a la derecha	D	A	D	A
César Mayo Gutiérrez hacia el sur giro a la izquierda	E	A	F	A
César Mayo Gutiérrez hacia el sur	D	A	D	A
César Mayo Gutiérrez hacia el sur giro a la derecha	D	A	C	A

Tiempos sobre el paso a nivel (en segundos) – Modelo Ruta 102

Paso a Nivel	Percentil	Mañana		Tarde	
		Actual	Futuro	Actual	Futuro
Ruta 102 hacia el este	10%	14	7	15	7
	25%	16	8	18	7
	50%	19	10	23	8
	75%	22	11	29	11
	90%	26	13	34	12
Ruta 102 hacia el oeste	10%	12	6	19	7
	25%	14	7	32	7
	50%	17	9	60	9
	75%	19	11	111	11
	90%	24	12	134	12

Cómo puede observarse en los resultados obtenidos, las obras planificadas impactarán positivamente en la circulación.

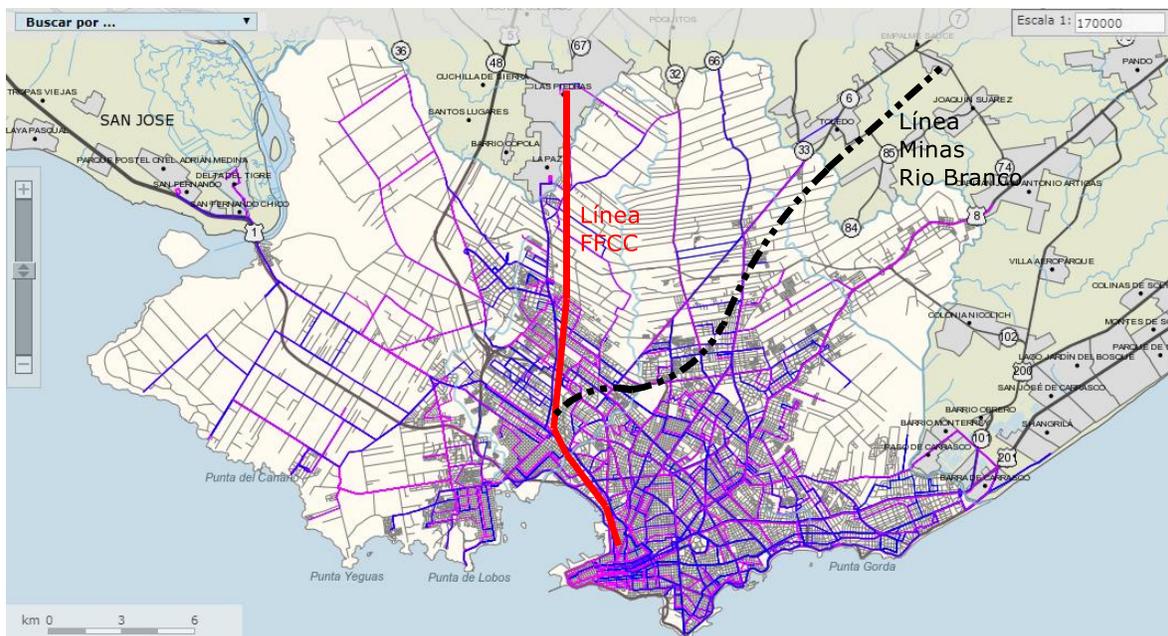
4.3. Transporte público

Desde la perspectiva del transporte público de pasajeros corresponde analizar el impacto del proyecto FFCC con foco en el potencial de desarrollo de la movilidad en el área metropolitana. Es en este punto donde la reconstrucción y rehabilitación de ocho Estaciones y Paradas de Tren de Pasajeros en Montevideo y 24 en total en el Tramo Montevideo – Santa Lucia, el FFCC genera el mayor aporte al transporte público. Se mejora además en los aspectos de seguridad y se abre con la construcción de vía doble entre Montevideo y Progreso una oportunidad a la integración del tren de pasajeros a la movilidad y conectividad de las personas a través del tren en el área metropolitana.

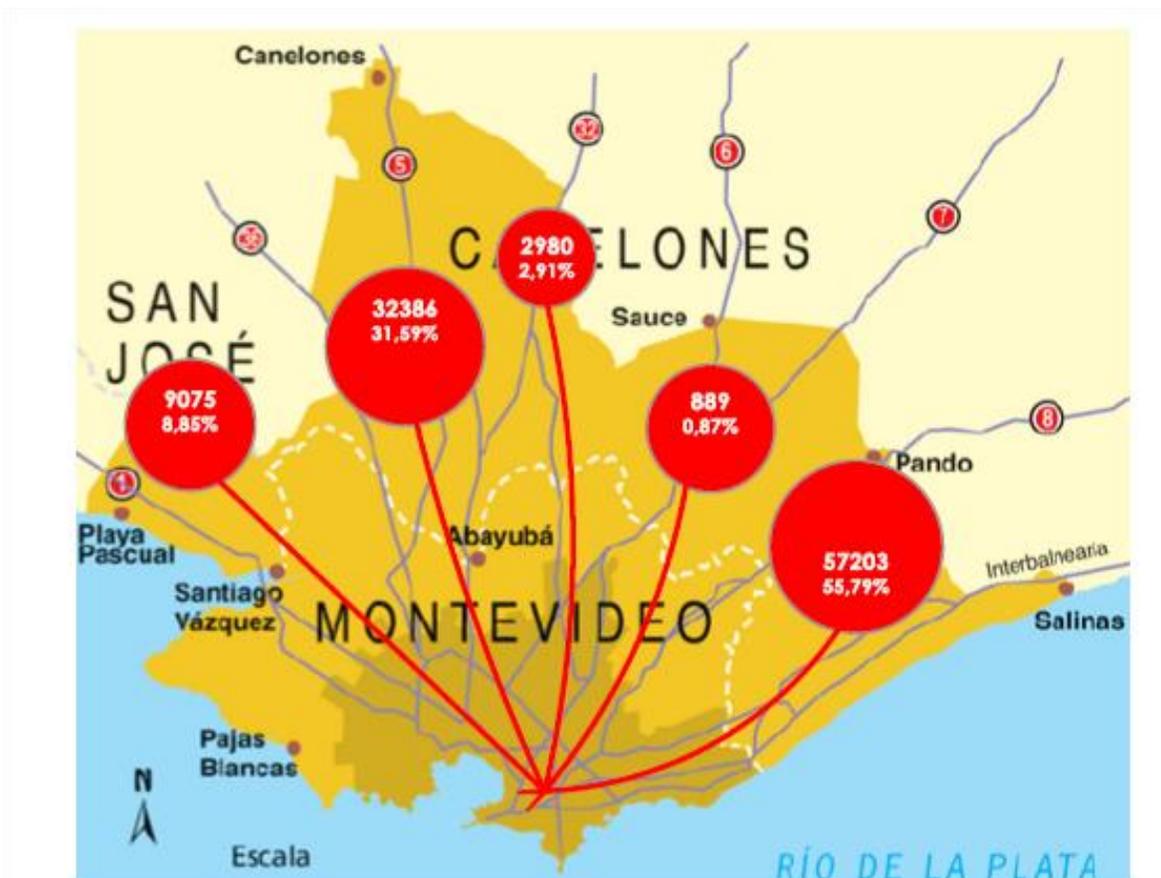
Respecto a la seguridad del cruce de transporte colectivo por el trazado de la vía y los tiempos de barrera baja estos últimos disminuyen y la seguridad en los cruces sin duda se incrementa por la instalación de nuevos sistemas en los pasos a nivel y por la contratación del mantenimiento de los mismos por 22 años lo que garantiza niveles de servicio estables y de rápida respuesta ante fallas. El efecto negativo más significativo para el transporte colectivo es el aumento de

frecuencia de los trenes que se verá reflejado en más esperas para cruzar, pero más seguras y de menor duración, en el estudio de tránsito en este documento se detallan los datos de las simulaciones que en todos los casos dan niveles de servicio iguales o superiores a los actuales considerando como nivel de servicio el tiempo de demora para circular por la zona afectada por el Paso a Nivel.

Durante las Obras se producirán impactos significativos que están detallados en el análisis de tránsito de este documento y para los cuales se han detallado todas las medidas de control y mitigación así como los desvíos y alternativas de circulación que deberán ser oportunamente aprobados por la Intendencia de Montevideo.



La red de transporte urbano actual se concentra en la zona de alta densidad de población (color lila) mientras en Tren en color rojo para FFCC y negro para Línea Minas conecta las zonas de alta densidad poblacional entre ellas, concepto básico de los trenes en áreas metropolitanas o trenes de "cercanías".



Según Censo INE 2011 ingresan a Montevideo 102.000 personas por día desde la zona metropolitana, como se grafica en la imagen los ejes vinculados al Tren (Ruta 5 y Ruta 8) representan más de 89.500 personas o lo que es lo mismo 86% del total por lo que el impacto de dar menos tiempo de viaje y más seguridad a una parte de esa mayoría es un beneficio muy significativo

El tren de pasajeros históricamente tuvo un rol clave en el transporte de personas y en el acceso a la conectividad y el vínculo entre comunidades distantes en Uruguay, esa realidad hoy no existe y debe estar claro este punto de partida porque las personas en general no tienen en cuenta al tren como una solución para movilizarse.

Para cumplir el objetivo de reposicionar al tren como medio de transporte en el área metropolitana se requiere un gran esfuerzo, que exista un objetivo común entre los Gobiernos Departamentales de Montevideo, Canelones y el operador ferroviario de pasajeros sea este a través de AFE o de otros proveedores, además se requiere un plan de promoción e implantación de nuevos servicios con una estrategia acordada y llevada a la practica en forma ordenada y coherente.

Rev.11/03/19

El aporte del FFCC se basa en la mejora de la infraestructura con la rehabilitación y acondicionamiento de 24 Estaciones y Paradas de pasajeros en el tramo Montevideo – 25 de agosto y la construcción de una doble vía nueva entre Nueva Terminal frente al Puerto y Progreso.

Deberán promoverse luego las acciones más importantes que son:

- Integrar al Tren de Pasajeros en el Sistema de Transporte Metropolitano para lo cual existe una demanda
- Promover el uso del Tren de Pasajeros a través de las estrategias de Movilidad dando una visión de largo plazo al proceso
- Generar mejora en la calidad de vida de las personas a través de los siguientes resultados:
 - Reducción del tiempo de viaje
 - Reducción de las emisiones que dañan el medioambiente
 - Más seguridad en el tránsito

Integración al STM

El recorrido del Tren en Montevideo cruza de sur a norte la ciudad, esto puede ser visto como debilidad o fortaleza, pero para el caso del transporte de pasajeros representa que en el Ferrocarril en las ocho paradas de pasajeros conecta con 85 líneas de transporte urbano que a su vez vinculan zonas en el Este y Oeste de la ciudad.

PARADA TREN	PARADA BUS	SUB TOT.	LÍNEAS URBANAS
NUEVA TERMINAL	Paraguay	10	125 127 133 427 456 494 524 538 582 G
	Gral. Rondeau	10	124 126 127 133 191 404 456 495 538 582
EST. SAN RAMÓN	Bvar. Artigas	1	124
AV. AGRACIADA	Angel Salvo	4	183 195 181 L26
	Av. Agraciada	24	124 125 127 133 135 137 157 185 186 306 370 409 427 494 495 524 546 G L3 L14 L26 L27 L28 L29
CARLOS M PENA	-	0	-
ESTACIÓN SAYAGO	Camino Ariel	8	2 145 148 151 522 526 D5 L24
PARADA	Camino Edison	1	G3

EDISON			
PLAZA COLÓN		9	145 147 148 174 329 526 D5 G L29
TERMINAL COLÓN	Terminal Colón	14	2 145 147 174 329 526 G3 G4 G6 G8 G10 G11 L3 L29
PARADA PEREIRA	C Cno. C. Pereira	2	G1 G8

Las líneas de tren tanto del FFCC como la Línea que va a Minas y Rio Branco (Pando – Empalme Olmos) generan una extensión de la red STM, esta red STM se concentra en el área de alta densidad de población de la ciudad, pero necesita conectarse a los desarrollos urbanos en el eje Norte (La Paz – Las Piedras – Progreso) y en el Eje Este (Toledo - Pando – Empalme Olmos, etc.).

La fortaleza del Tren es que reduce a casi la mitad el tiempo de viaje y este es un factor clave para aumentar la calidad de vida de los usuarios y para, a su vez, optimizar la red de transporte urbano que se concentraría en recorridos más barriales y de distribución “puerta a puerta” en las zonas de mayor densidad de población como es el modo más eficiente para el Bus.

Hay que ver entonces al proyecto FFCC como parte del proceso de desarrollo del Tren de Pasajeros, aportando la infraestructura para que después, a través de la gestión y el trabajo conjunto de los Gobiernos Departamentales y las Empresas de Transporte se generen los resultados reales de impacto en la mejora de calidad de vida de las personas:

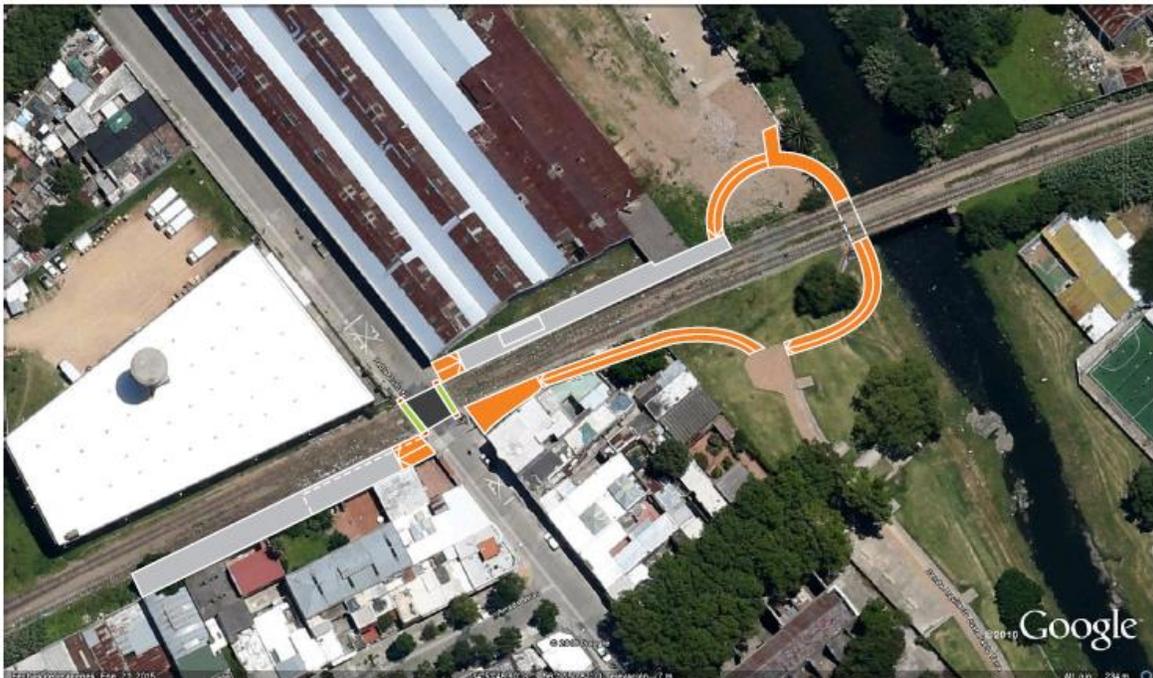
- Reducción del tiempo de viaje
- Reducción de las emisiones que dañan el medioambiente
- Más seguridad en el tránsito

Se grafican a continuación las 8 Estaciones de un total de 24 que serán rehabilitadas o reconstruidas en el proyecto Ferrocarril Central en el Departamento de Montevideo.

Parada Bulevar Artigas



Parada Yatay



Parada Agraciada



Estación Sayago







Además de las 8 Estaciones y Paradas de Pasajeros el Proyecto FFCC en Montevideo se incluye la reconstrucción y rehabilitación de 16 instalaciones más que son los puntos de potenciales origen-destino de pasajeros en el Área Metropolitana:

- 9.Terminal La Paz
- 10.Parada Viale
- 11.Parada Atanasio Sierra
- 12.Estación Las Piedras
- 13.Parada El Dorado
- 14.Estación 18 de Mayo
- 15.Parada Los Manzanos
- 16.Estación Progreso
- 17.Parada Villa Felicidad
- 18.Estación Joanicó
- 19.Estación Canelones
- 20.Parada Jose E. Rodó
- 21.Estación Margat
- 22.Parada 19 de diciembre
- 23.Estación Santa Lucía
- 24.Estación 25 de Agosto

5. Estudio de impacto socio – económico

5.1. Alcance geográfico

El Proyecto Ferrocarril Central implica la reconstrucción y modernización de las vías férreas entre el Puerto de Montevideo y la Estación de Paso de los Toros en el Departamento de Tacuarembó. En el Departamento de Montevideo el proyecto se desarrolla en una franja de 15,400 km desde el Puerto de Montevideo al límite Departamental con Canelones en el trazado de la vía férrea ya existente. (Ver detalles en 1.1 de este documento)

5.2. Densidad de población en el área de influencia

Las 35.750 personas que residen en el área de influencia directa en toda la extensión del Proyecto FFCC representan en promedio al 9,5% de la población total que reside en esos barrios o localidades anteriormente detallados. Esa

Rev.11/03/19

incidencia de la población cercana a la vía sobre el total de población residente en esas localidades o barrios aumenta en las localidades más pequeñas, mientras que en la zona metropolitana se destaca Colón Sureste, Progreso y La Paz ya que la población de la Zona de influencia directa (ZID) tiene un mayor peso relativo. Por otra parte, en relación al tamaño de los hogares se observa que en Montevideo los hogares en la ZID son levemente más pequeños (2,7 personas) mientras que en el interior, por ejemplo en Durazno, la cantidad promedio de integrantes por hogar alcanza a 3,3 personas.

	TAMAÑO MEDIO DE HOGARES	% DE POB. EN ZID SOBRE TOTAL DE BARRIO / LOC.	ÍNDICE DE MASCULINIDAD
COLON SURESTE, ABAYUBA	3,0	20,2%	87,6
COLON CENTRO Y NOROESTE	2,7	3,8%	93,0
PEÑAROL, LAVALLEJA	2,6	2,1%	83,1
SAYAGO	2,5	9,4%	81,2
BELVEDERE	2,9	6,7%	93,8
PRADO, NUEVA SAVONA	2,6	12,2%	79,4
CAPURRO, BELLA VISTA	2,7	9,4%	85,7

	VIVIENDAS TOTALES	VIVIENDAS OCUPADAS	VIVIENDAS DESOCUPADAS	% de viviendas VACÍAS sobre el TOTAL
Montevideo	4.493	4.116	377	8,4%
Canelones	4.751	4.221	530	11,2%
Florida	3.132	2.634	498	15,9%
Durazno	1.202	1.066	136	11,3%
Tacuarembó	274	201	73	26,6%
TOTAL ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA	13.852	12.238	1.614	11,7%

	VIVIENDAS TOTALES	VIVIENDAS OCUPADAS	VIVIENDAS DESOCUPADAS	% de viviendas VACÍAS sobre TOTAL
COLON SURESTE, ABAYUBA	953	897	56	5,9%
COLON CENTRO Y NOROESTE	422	390	32	7,6%
PEÑAROL, LAVALLEJA	294	280	14	4,8%
SAYAGO	590	534	56	9,5%
BELVEDERE	554	500	54	9,7%
PRADO, NUEVA SAVONA	1.020	932	88	8,6%
CAPURRO, BELLA VISTA	660	583	77	11,7%

Indicadores demográficos y comparativas por barrio / localidad

En el tramo del proyecto en el Departamento de Montevideo es importante destacar la presencia de los Centros Comunales Zonales (CCZ) que representan proyectos institucionales de descentralización con una historia importante y alta inserción territorial. Dentro del Municipio G la traza proyectada atraviesa zonas pertenecientes al CCZ 12 (correspondiente a la zona de Colón y adyacencias) y al CCZ 13 (correspondiente a la zona de Sayago, Peñarol y adyacencias), al tiempo que en el Municipio A el trazado pasa por zonas correspondientes al CCZ 14 y en el Municipio G las zonas afectadas corresponden al área de influencia del CCZ 16.

En Montevideo podemos observar que las zonas impactadas por el proyecto cubren 2 oficinas territoriales MIDES: la correspondiente a la Zona OT Oeste y la correspondiente a la Zona OT Centro (desde A. Miguelete hacia el sur).

En Montevideo el 60% de la población directamente afectada por el proyecto reside en el Municipio G (CCZ 12 y 13), y el 40% restante se divide de forma similar entre el Municipio A y C.

Departamento	Barrio/Localidad	Total personas	Total Hogares
Montevideo	Municipio G - CCZ 12	3802	1312
	Municipio G - CCZ 13	3041	1155
	Municipio A - CCZ 14	2441	939
	Municipio C - CCZ 16	2185	807
		11459	4213

Zona de Influencia AMPLIADA

Para la mayor parte de los indicadores requeridos no es posible definirlos para la zona de influencia directa y es necesario ampliar el foco a lo que denominamos la zona de influencia ampliada, que abarca la totalidad de los barrios de Montevideo.

DEPTO	BARRIO / LOCALIDAD	TOTAL PERSONAS	TOTAL HOGARES
Montevideo	COLON SURESTE, ABAYUBA	13.429	4.542
	COLON CENTRO Y NOROESTE	28.849	8.964
	PEÑAROL, LAVALLEJA	34.485	11.531
	SAYAGO	14.692	5.546
	BELVEDERE	21.970	8.006
	PRADO, NUEVA SAVONA	20.199	7.427
	CAPURRO, BELLA VISTA	17.295	6.657

Datos de barrios / localidades en Zona de Influencia Ampliada

En términos de la estructura de edad de la población residente en la zona de influencia ampliada podemos ver que el 22% son niños y adolescentes entre 0 y 14 años, mientras que el 14% son adultos mayores. Otro aspecto interesante a destacar es que, excepto en los barrios de Montevideo desde Sayago hacia el Sur), la incidencia de niños, adolescentes y jóvenes tiende a ser similar en el resto de las localidades por las que pasa la traza, y es mayor a la que se registra a nivel nacional.

	HASTA 14 AÑOS	15 - 29 AÑOS	30 - 49 AÑOS	50 - 64 AÑOS	65 AÑOS O MÁS	TOTAL
COLON SURESTE, ABAYUBA	20%	21%	26%	17%	15%	100%
COLON CENTRO Y NOROESTE	25%	24%	26%	14%	11%	100%
PEÑAROL, LAVALLEJA	23%	22%	26%	16%	14%	100%
SAYAGO	17%	19%	26%	18%	21%	100%
BELVEDERE	18%	21%	26%	17%	18%	100%
PRADO, NUEVA SAVONA	16%	20%	26%	18%	20%	100%
CAPURRO, BELLA VISTA	16%	21%	28%	17%	18%	100%
Subtotal Montevideo	20%	22%	26%	16%	16%	100%

Estructura de edad de la población residente en la Zona de Influencia Ampliada

5.3 Empleo

Tasa de actividad en la zona de influencia del Proyecto

Rev.11/03/19

La tasa de actividad (que marca la proporción de personas mayores de 14 años que están ocupadas o buscando empleo) en la zona afectada por el Proyecto indica que mientras Montevideo y Canelones alcanzan niveles de actividad mayores al promedio nacional en 2016 (65.8 y 64.3 respectivamente), los departamentos al norte de la traza se ubican por debajo de ese promedio. Es interesante marcar que a medida que avanzamos hacia el norte desde Montevideo vemos que desciende progresivamente la tasa de actividad de los departamentos, llegando a ubicarse por debajo de 60% para el departamento de Tacuarembó. Y esas diferencias observadas del nivel de actividad por departamento se explican principalmente por las mayores brechas de género y edad que se registran en los departamentos al norte del trazado de la vía férrea.

	Total	Hombres	Mujeres	14 a 29	30 a 49	50 a 64	65 y más
Total PAÍS	63,4	72,3	55,3	57,1	89,0	72,6	15,5
Montevideo	65,8	73,4	59,2	63,4	91,4	75,0	13,6
Canelones	64,3	72,5	56,5	56,0	88,6	71,2	16,9
Florida	62,4	73,3	52,3	53,6	88,7	72,2	17,6
Durazno	61,1	71,3	51,9	51,4	87,7	72,4	18,6
Tacuarembó	59,7	71,8	48,0	50,7	83,8	71,1	16,9

Tasa de actividad promedio en 2016

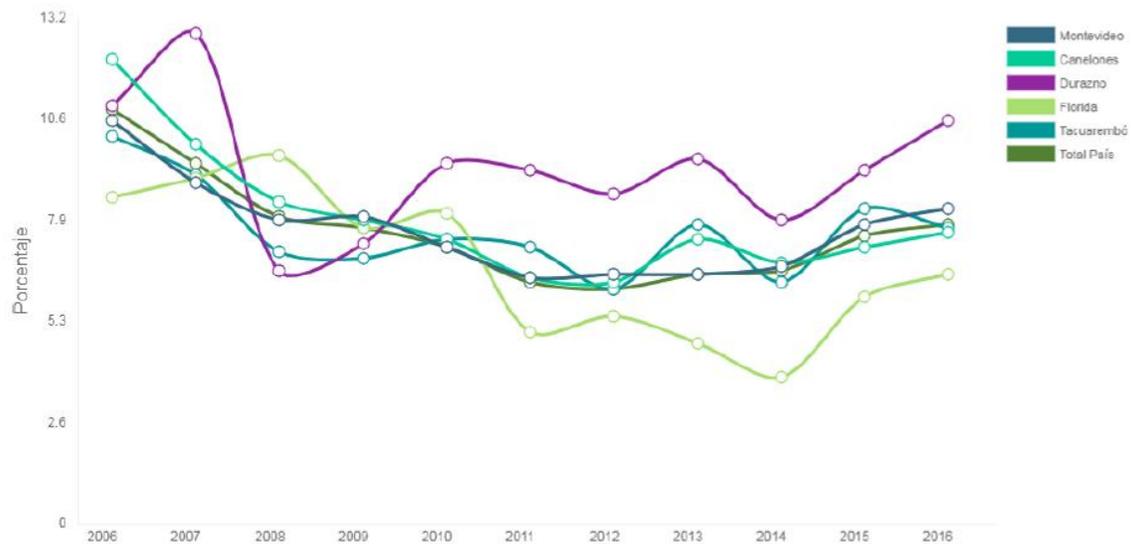
	Total	Hombres	Mujeres	14 a 29	30 a 49	50 a 64	65 y más
Total PAÍS	58,4	67,6	50,1	47,0	84,8	69,9	15,1
Montevideo	60,4	68,1	53,6	52,1	86,7	72,3	13,1
Canelones	59,4	68,3	51,0	46,1	85,0	68,5	16,3
Florida	54,7	65,8	44,7	37,8	83,0	68,9	18,4
Durazno	58,3	70,2	47,3	43,8	86,2	70,4	17,6
Tacuarembó	55,2	67,1	43,5	41,4	80,3	68,2	16,6

Tasa de empleo promedio en 2016 por Departamento

	Total	Hombres	Mujeres	14 a 29	30 a 49	50 a 64	65 y más
Total PAÍS	7,8	6,5	9,4	17,7	4,6	3,7	2,8
Montevideo	8,2	7,1	9,5	17,8	5,1	3,6	3,7
Canelones	7,6	5,9	9,6	17,7	4,1	3,8	3,3
Florida	6,5	4,3	9,5	18,2	2,8	2,6	0,0
Durazno	10,5	7,7	13,9	26,4	5,3	4,7	1,0
Tacuarembó	7,7	6,6	9,3	18,5	4,2	4,1	2,1

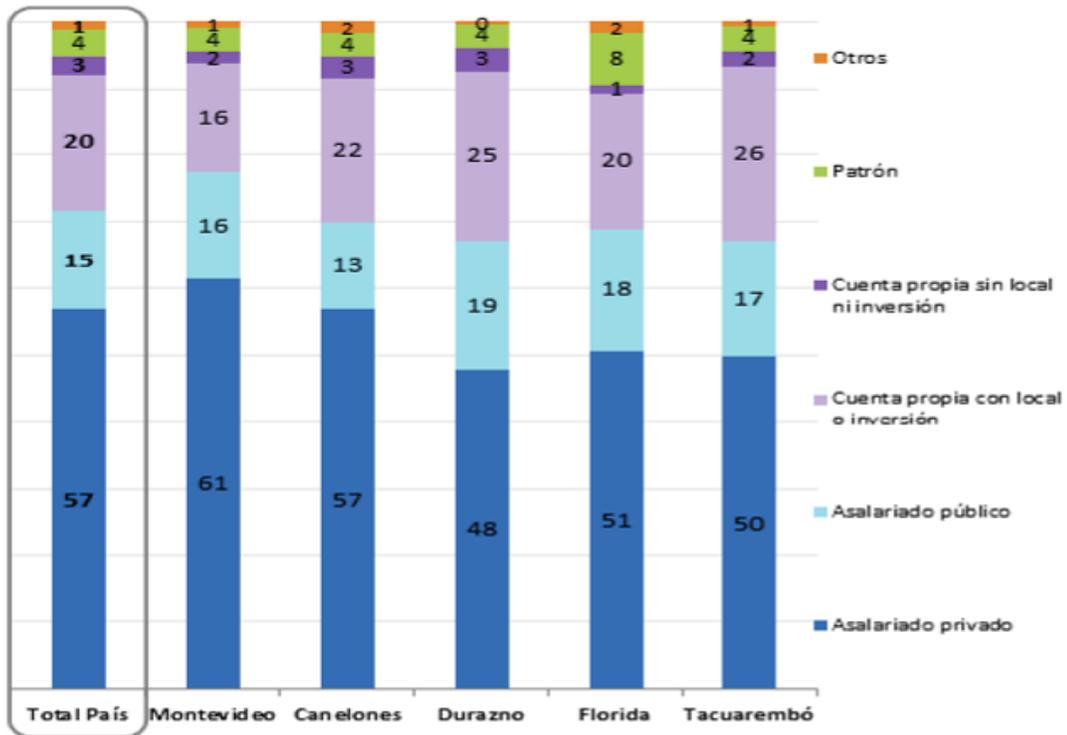
Tasa de desempleo promedio en 2016 por Departamento

Cuando se analiza la tasa de desempleo a lo largo de los últimos 10 años se pueden destacar 3 tendencias en los departamentos analizados: en el caso de Florida desde 2011 se coloca todos los años por debajo del promedio nacional, mientras que por el contrario para Durazno este indicador desde 2010 se ubica bastante por encima del resto de los departamentos; por su parte los otros 3 departamentos (Canelones, Montevideo y Tacuarembó) tienden a posicionarse más cerca del promedio con leves variaciones anuales.



Evolución de la tasa de desempleo 2006 – 2016 en los Departamentos donde se desarrolla el Proyecto

La estructura del mercado de trabajo en los diferentes departamentos muestra una mayor incidencia de los asalariados en Montevideo (tanto públicos como privados), mientras que en los departamentos en la parte norte de la traza es menor el % de asalariados privados. Esto es un indicador del menor dinamismo del mercado de trabajo en estos departamentos, donde aumenta la importancia del empleo público y el trabajo independiente (con fuertes rasgos de vulnerabilidad).



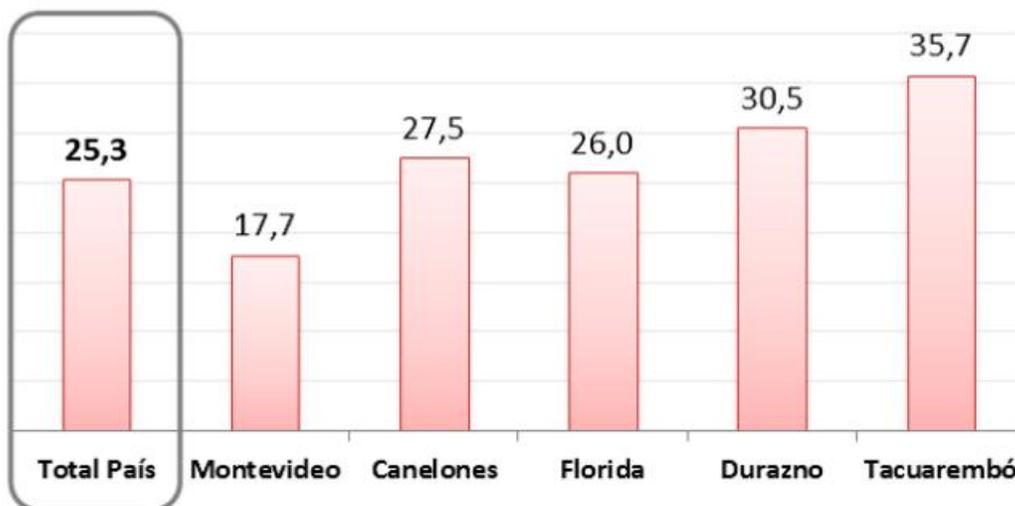
Ocupados por categoría de ocupación en porcentaje – ECH 2016

El tipo de ocupación muestra aspectos similares en los departamentos del interior analizados (alta incidencia de trabajadores no calificados, operarios / oficiales, y agricultores), al tiempo que en Montevideo es mayor el % de profesionales, técnicos y empleados de oficina.

	TOTAL PAÍS	Montevideo	Canelones	Florida	Durazno	Tacuarembó
PRODUCCION PRIMARIA	8%	1%	8%	23%	22%	17%
INDUSTRIA Y CONSTRUCCION	20%	18%	25%	16%	19%	21%
<i>Industria manufacturera</i>	11%	11%	14%	8%	10%	10%
<i>Construcción</i>	7%	6%	9%	7%	7%	8%
<i>Electricidad, gas, agua</i>	1%	1%	2%	1%	2%	2%
COMERCIO	18%	19%	18%	16%	15%	17%
EDUCACION Y SALUD	15%	18%	13%	14%	11%	12%
<i>Enseñanza</i>	6%	7%	6%	8%	5%	6%
<i>Servicios sociales y relacionados con la salud</i>	8%	11%	7%	7%	6%	6%
OTROS SERVICIOS	39%	45%	36%	31%	34%	33%
<i>Act. Inmob./ Act. profesionales-científicas-técnicas /Act. de adm. y apoyo</i>	8%	11%	7%	6%	4%	6%
<i>Transporte y almac., información y comunicación</i>	7%	9%	7%	6%	6%	5%
<i>Administración pública y defensa</i>	6%	7%	6%	6%	10%	7%
<i>Artes, entreten. y recreación / Otros servicios</i>	5%	5%	5%	4%	4%	4%
<i>Alojamiento y servicios de comida</i>	4%	3%	3%	3%	3%	3%
<i>Actividades financieras y seguros</i>	2%	3%	1%	1%	1%	0%
<i>Actividades de los hogares en calidad de empleadores</i>	7%	6%	7%	7%	7%	7%

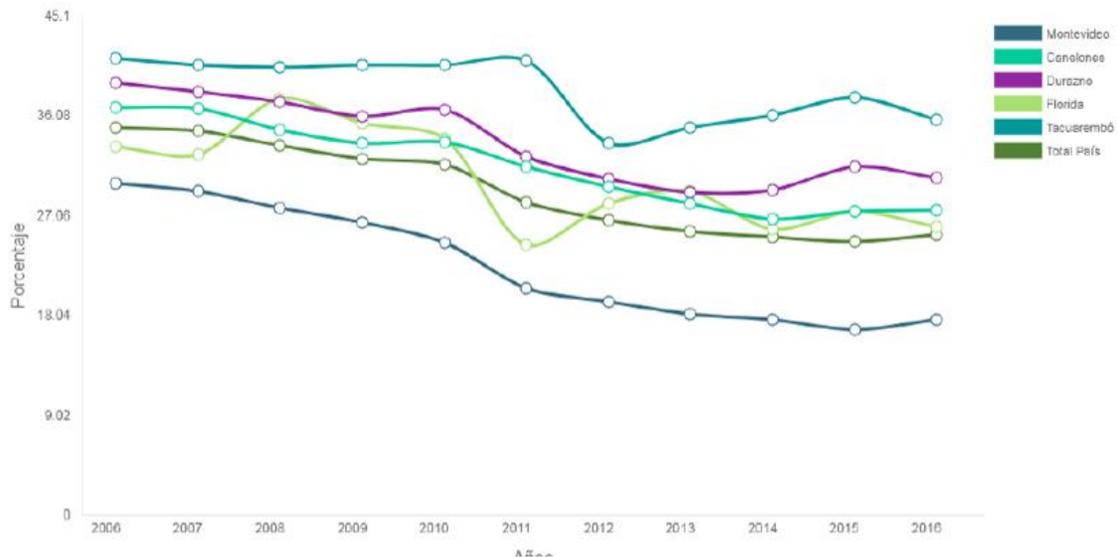
Ocupados por sector de empleo

Los indicadores de calidad del empleo muestran grandes diferencias entre los departamentos por los que pasará el Ferrocarril Central, y vemos que los niveles de informalidad laboral aumentan a medida que nos desplazamos al norte, mientras que en Montevideo el 18% de los ocupados no aporta a ninguna caja de jubilaciones, en Durazno y Tacuarembó ese % supera el 30%.



Nivel de informalidad – ECH 2016

Y cuando analizamos la evolución de este indicador podemos destacar positivamente que en los últimos 10 años en todos los departamentos analizados operó un descenso de la informalidad, pero al mismo tiempo en ese período se acentuaron las brechas entre los departamentos (en 2006 la diferencia entre Montevideo y Tacuarembó era de poco más de 10 puntos porcentuales, pero en 2016 esa diferencia llega a ser 18 pp).



Evolución de la informalidad 2006 - 2016

5.4 Lugar de residencia de empleados

Para determinar el lugar de residencia de los empleados del proyecto se debe considerar que el mismo se desarrolla en dos fases:

- Fase de construcción, que implica tres años de obras a lo largo de toda la extensión del proyecto entre Montevideo – Paso de los Toros
- Fase de Operación, que implica veintidós años de gestión del mantenimiento de la infraestructura construida

Fase de Construcción

Para el Departamento de Montevideo y dada la magnitud del proyecto se identifican los siguientes factores relacionados al desarrollo del proceso en la Fase de Proyecto y Construcción:

Rev.11/03/19

- Fase de Proyecto: se estima la creación de 50 a 60 puestos de alta calificación para las tareas de Ingeniería y gestión de aspectos de contrato, así como Auditorías y tareas de asesoramiento tanto del Contratista como del Contratante.
- Fase de Construcción: se estiman en todo el Proyecto (Montevideo – Paso de los Toros) una plantilla promedio de 1.500 trabajadores de los cuales probablemente y por la concentración de obras en la zona Sur se generen en Montevideo entre 500 a 600 empleos directos en la obra, más 300 a 400 indirectos por cadenas de suministros, servicios de apoyo, importación de materiales, transporte, etc. En resumen, se estiman unos 800 a 1.000 puestos de trabajo relacionados a la Fase de Construcción en el Departamento de Montevideo durante tres años.

Para la Fase de Operación los puestos de trabajo estarán relacionados a:

Conducción y operación de los trenes: 50 – 60 empleos para servicio en el tramo Montevideo – Paso de los Toros

Mantenimiento de la vía: 40 empleos permanentes en el tramo Montevideo – Progreso con los correspondientes servicios asociados

Centro de Control de Tráfico: 30 empleos en Montevideo

Tipo de Obra	Nº Integrantes/ cuadrilla	días /obra	jornales/ obra o km	Total Obras o km	Total jornales	Cantidad de cuadrillas	Duración Días hábiles	Duración Días Corrientes
Cuadrilla Puentes Prefabricados - Estandarizados	30	120	3,600	41	147,600	8	615	923
Cuadrilla Puentes Llenados en sitio - Estandarizados	30	210	6,300	30	189,000	12	525	788
Cuadrilla Puentes Peatonales Llenados en sitio - Estandarizados	30	60	1,800	6	10,800	1	360	540
Cuadrilla Puentes Alcantarilla 3m>L>2m - Estandarizados	8	20	160	60	9,600	9	133	200
Cuadrilla Alcantarillas L<2m	8	5	40	275	11,000	4	344	516
Cuadrilla Puentes no estándar - Vehiculares	30	120	3,600	10	36,000	2	600	900
Cuadrilla Puentes no estándar - Ferroviarios - pasaje superior	25	160	4,000	8	32,000	3	427	640
Cuadrilla Puentes no estándar - Ferroviarios - sobre cauce	25	210	5,250	8	42,000	4	420	630
Cuadrilla Puentes no estándar - Pasajes Peatonales	15	60	900	1	900	1	60	90
Cuadrilla Puentes no estándar - Refuerzos	25	240	6,000	5	30,000	4	300	450
Cuadrilla Calles afectadas y caminos mantenimiento	12	-	329	66	21,600	3	600	900
Planta de Durmientes	70	-	-	-	29,190	1	417	626
Cuadrilla Obras Trincheras	65	600	39,000	2	78,000	2	600	900
Cuadrilla Movimiento de Suelos	111	-	941	340	320,000	4	600	900
Cuadrilla Tendido de vía férrea	47	-	400	340	136,000	4	600	900
					1,093,690	Promedio Operarios / Año		1,519

Tabla con estimación de mano de obra durante la Fase de Construcción

5.5 Nivel socioeconómico en el área de Influencia

La distribución de la población por edad tiende a asociarse con los indicadores socioeconómicos, y aquellas zonas donde la población es en promedio más joven tienden a mostrar un nivel socio-económico y educativo más bajo. En términos educativos, los distintos barrios o localidades que componen los departamentos involucrados presentan cierta diversidad que debe ser considerada en la medida que los niveles educativos siempre están relacionados a la formación de la opinión pública sobre las temáticas de relevancia a nivel nacional, como evidentemente es este emprendimiento en la medida que supone una reactivación en términos logísticos y una intervención tanto a nivel

urbano como rural que difícilmente pueda ser ignorada por los habitantes. Adicionalmente el nivel educativo también se vincula a las posibilidades de movilización de los actores y también a las posibilidades de verse beneficiado por las externalidades positivas del proyecto como puede ser los puestos laborales que genere, o el dinamismo comercial a nivel de las localidades en la fase de construcción.

Nivel educativo

	PRIMARIA O MENOS	CICLO BÁSICO	BACHI- LLERATO	ENS. TÉCNICA / FORM. PROF. UTU	TERCIA- RIO	TOTAL
COLON SURESTE, ABAYUBA	31%	28%	19%	9%	13%	100%
COLON CENTRO Y NOROESTE	32%	28%	20%	7%	12%	100%
PEÑAROL, LAVALLEJA	33%	26%	21%	9%	11%	100%
SAYAGO	24%	21%	24%	9%	22%	100%
BELVEDERE	28%	23%	24%	9%	16%	100%
PRADO, NUEVA SAVONA	15%	12%	24%	7%	43%	100%
CAPURRO, BELLA VISTA	16%	15%	25%	9%	35%	100%
Subtotal Montevideo	26%	22%	22%	9%	21%	100%

Nivel educativo máximo alcanzado por la población adulta residente en la Zona de Influencia Ampliada

El interior del país presenta un nivel educativo más bajo que Montevideo. Montevideo posee una mayor proporción de personas con nivel educativo terciario en términos comparados, mientras que en el interior el nivel educativo primario es el predominante. No obstante, es interesante observar las diferencias que existen en los barrios de Montevideo donde Colón y Peñarol parecen tener un nivel educativo bastante más bajo que el resto de los barrios implicados en la traza. Se destacan, por contrapartida, Prado y Capurro por poseer una proporción mayor de habitantes con nivel educativo terciario. En el caso del Prado, el 43% tiene nivel educativo terciario versus un 11% por ejemplo en Peñarol.

Lo anterior puede verse de forma resumida al considerar el promedio de años de instrucción de los adultos según edad y género. Si se observa a nivel comparado con el total del país puede verse con mayor claridad las diferencias entre zonas. Un aspecto interesante tiene que ver con la brecha educativa

Rev.11/03/19

entre generaciones. Las generaciones más jóvenes son más educadas y eso es un fenómeno que se constata a nivel país, no obstante, en algunas zonas este proceso es más profundo.

	TOTAL	18 a 34	35 a 49	50 a 64	65 o más	Hombre	Mujer
Total PAÍS	9,2	10,0	9,8	9,0	6,9	8,9	9,4
Total Zona de Influencia AMPLIADA	8,9	9,7	9,6	8,7	6,5	8,7	9,0
COLON SURESTE, ABAYUBA	8,8	9,7	9,6	8,6	6,4	8,6	9,0
COLON CENTRO Y NOROESTE	8,7	9,2	9,1	8,7	6,7	8,5	8,8
PEÑAROL, LAVALLEJA	8,5	9,4	9,2	8,4	6,2	8,4	8,6
SAYAGO	9,8	11,0	11,1	9,9	7,2	9,7	9,9
BELVEDERE	9,2	10,3	10,2	9,2	6,6	9,0	9,3
PRADO, NUEVA SAVONA	11,7	12,4	12,8	12,1	9,0	11,7	11,6
CAPURRO, BELLA VISTA	11,0	11,8	12,1	11,0	8,4	10,9	11,1
Subtotal Montevideo	9,6	10,3	10,4	9,6	7,2	9,4	9,7

Promedio de años de instrucción de adultos según edad y sexo

Otro aspecto a destacar son las diferencias en términos de nivel educativo según sexo: la distancia entre hombres y mujeres en términos de años de estudio promedio es algo más baja que lo que pasa a nivel país donde estas diferencias son mayores.

Necesidades básicas de la población

	SIN NBI	CON 1 NBI	CON 2 NBI	CON 3 O MÁS NBI	Total
Total PAÍS	69%	20%	6%	5%	100%
Total Zona de Influencia AMPLIADA	70%	19%	6%	4%	100%
COLON SURESTE, ABAYUBA	73%	20%	5%	3%	100%
COLON CENTRO Y NOROESTE	67%	21%	7%	5%	100%
PEÑAROL, LAVALLEJA	69%	21%	6%	4%	100%
SAYAGO	84%	13%	2%	1%	100%
BELVEDERE	77%	18%	3%	2%	100%
PRADO, NUEVA SAVONA	87%	11%	2%	1%	100%
CAPURRO, BELLA VISTA	83%	15%	2%	1%	100%
Subtotal Montevideo	76%	18%	4%	2%	100%

Distribución de los hogares según necesidades básicas insatisfechas

5.6 Impacto socio económico en la zona en valor inmobiliario

El mayor impacto del proyecto en el valor inmobiliario de la zona se da por el movimiento de expropiaciones, que genera un efecto puntual y dirigido a aquellas zonas que el proyecto necesita agregar para la nueva vía férrea.

Luego la valorización de las zonas estará relacionada a los aspectos de ventajas y desventajas que la reconstrucción de la vía férrea genera, esto es:

- Mejora de la seguridad por regularización y mantenimiento sostenido por 25 años de la vía férrea (3 de Obra y 25 de mantenimiento)
- Mejora en la conectividad en zonas de trinchera Capurro donde se elimina la interferencia del Ferrocarril con la trama urbana y la correspondiente mejora en seguridad vial, tiempos de viaje y calidad de vida, incluyendo por ejemplo la apertura de calles Gil y Flangini que hoy están cerradas por la vía férrea
- Oportunidad de conectividad en el caso de incremento de trenes de pasajeros

- Efecto barrera al restringir los cruces de la vía en los lugares habilitados

La medición del impacto se estos parámetros principales y otros efectos que se puedan generar en el valor inmobiliario no son significativos respecto a otros factores como oferta – demanda y nivel de actividad de las transacciones ya que el posible impacto de la vía se centra en un área pequeña y la repetida mención en los medios genera un efecto pasajero y que no termina impactando en el valor de las viviendas más que en los casos de expropiaciones ya mencionados.

5.7 Magnitud del impacto socio – económico

Estimación de beneficios y costos asociados al proyecto FFCC

El Ferrocarril Central tiene su mayor beneficio en las ventajas que genera para Uruguay como país volver a integrar al tren en la logística nacional. Como aspectos conceptuales se listan a continuación las principales conclusiones del estudio realizado por CPA Ferrere sobre el impacto del Proyecto en la actividad económica del país.

Infraestructura, crecimiento y desarrollo: ¿qué dice la teoría económica?

Teoría Clásica del Crecimiento

Premisa: cantidad y calidad de infraestructura afectan positivamente el crecimiento.

Corto plazo.- construcción de infraestructura genera demanda agregada, con fuertes efectos multiplicadores.

Largo plazo.-

- Inversión en infraestructura aumenta dotación del Factor Capital.
- Infraestructura aumenta la productividad de la dotación de Factores preexistentes.

Dificultades prácticas:

- ¿Causalidad?
- ¿Dotación óptima?

Enfoque Geografía Económica

Premisa: la función de costos de transporte condiciona la ubicación espacial de los emprendimientos económicos en un país.

La infraestructura “acorta distancias” (reduce costos/ton)

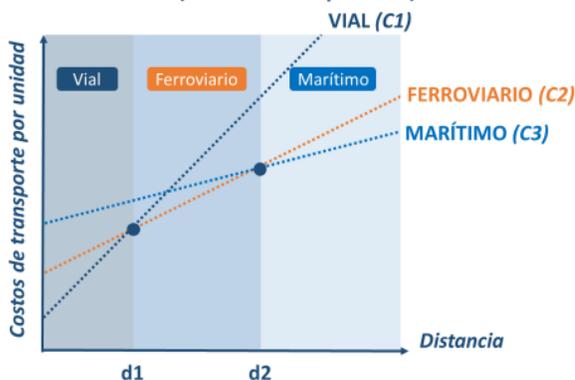
Distribución espacial de costos de transporte y exportaciones



Fuente: Mesquita Moreira (2012)

Función de costos comparada: evidencia internacional

Funciones de costo de transporte de distintas modalidades (ilustración simplificada)



Fuente: en base a Rodrigue (2017).

The Geography of Transport Systems | Rodrigue, Jean Paul (2017)

- Tren es más eficiente para cargas terminal-terminal
- Tren implica **mayor inversión** inicial en infraestructura y material rodante, aunque también tienen mayor vida útil.
- Tren implica **menor consumo de combustible**: consumo/ton por camión es entre 3 y 4 veces superior al tren.

The Value of Rail Intermodal to the US Economy | Brown y Hatch (2002)

Costos por sistema de transporte – USD/ton-km

Carretero	0,031	-45%
Ferrovioario	0,017	

Ferrocarril central: impacto en la función de costos.

Hipótesis: el ferrocarril central reducirá los costos de transporte y podría cambiar la ecuación económica de algunas actividades productivas más allá de la forestación.

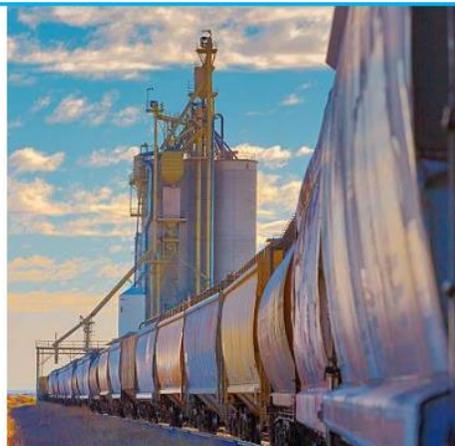
Ejercicio: cuantificar ahorros de costos de transporte para la producción de soja.

- Sin Proyecto: para cada sección censal se cuantificó el costo de transporte por camión hasta el puerto más cercano.
- Con Proyecto:
 - costo de transporte por camión hasta un punto de acopio sobre el Ferrocarril Central
 - Costo de transporte por tren hasta el puerto de Montevideo.

Tarifas utilizadas

	USD/ton-km	USD/ton
Soja 270 km (2015/16)	0,14	39
Soja 500 km (2015/16)	0,12	60
Ferrocarril 2015	0,07	
Nuevo Ferrocarril*	0,045	

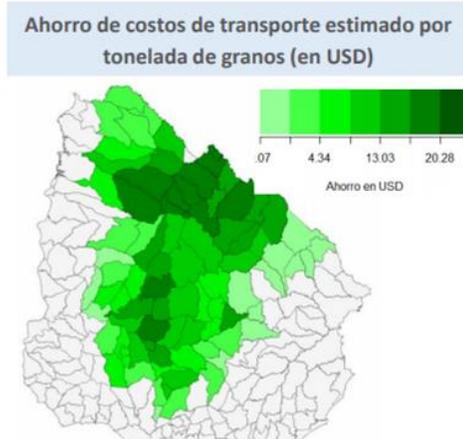
* Asume 38% de reducción vs tarifas actuales por ganancias de eficiencia, en base a estudio de Banco Mundial (2005).



Reducción de costos de transporte para Rivera es equivalente a “trasladar” el Puerto hasta Durazno



Ahorro máximo de 33 USD/ton en RIVERA ≈ 200 km de flete camión.



Aspectos claves definidos por CPA Ferrere en el Estudio de impacto del Ferrocarril Central

A los efectos de estimar los ahorros en costos de transporte para los usuarios se estimó, en primer lugar, el volumen de carga (medido en toneladas) que cambiaría de modo a partir de la concreción del proyecto FFCC. El cambio de modo es de camión a tren. Las toneladas estimadas se calcularon en base a un estudio de demanda aportado por MTOP-DNTF.

Las siguientes tablas muestran el volumen de carga que cambiarían de modo a partir de 2022, el costo actual de transportarlas por camión, el costo estimado de transportarlas por FFCC y por último el ahorro total de costos.

Toneladas que cambian de modo camión a FFCC

Producto	Distancia	2022	2023	2024	2025	2030
Arroz	505	9.000	9.450	10.050	10.650	14.100
Madera elaborada	469	20.000	33.000	30.000	55.000	90.000
Madera rolos	280	130.000	139.000	149.000	159.000	165.000
Granos	180	0	140.000	220.000	300.000	400.000
Total		159.000	321.450	409.050	524.650	669.100

Costo actual (US\$)

Producto	Distancia	2022	2023	2024	2025	2030
----------	-----------	------	------	------	------	------

Rev.11/03/19

Arroz	505	534.038	560.739	596.342	631.944	836.659
Madera elaborada	469	1.132.300	1.868.295	1.698.450	3.113.825	5.095.350
Madera rolos	280	4.394.000	4.698.200	5.036.200	5.374.200	5.577.000
Granos	180	0	4.788.000	7.524.000	10.260.000	13.680.000
Total		6.060.338	11.915.234	14.854.992	19.379.969	25.189.009

Notas: El costo actual se calculó en base a los precios de referencia publicados por la DNT para el transporte profesional de cargas.

Costo FFCC (US\$)

Producto	Distancia	2022	2023	2024	2025	2030
Arroz	505	204.525	214.751	228.386	242.021	320.423
Madera elaborada	469	422.100	696.465	633.150	1.160.775	1.899.450
Madera rolos	280	1.638.000	1.751.400	1.877.400	2.003.400	2.079.000
Granos	180	0	1.134.000	1.782.000	2.430.000	3.240.000
Total		2.264.625	3.796.616	4.520.936	5.836.196	7.538.873

Notas: Para el costo de transporte de FFCC se tomó como insumo una tarifa de referencia que surge del Estudio de CPA/Ferrere "Inversión en infraestructura y desarrollo local: efectos del nuevo ferrocarril".

Ahorro de usuarios por cambio de modo (US\$)

Producto	Distancia	2022	2023	2024	2025	2030
Arroz	505	329.513	345.988	367.956	389.923	516.236
Madera elaborada	469	710.200	1.171.830	1.065.300	1.953.050	3.195.900
Madera rolos	280	2.756.000	2.946.800	3.158.800	3.370.800	3.498.000
Granos	180	0	3.654.000	5.742.000	7.830.000	10.440.000
Total		3.795.713	8.118.618	10.334.056	13.543.773	17.650.136

El valor económico de una potencial reducción del tiempo de viaje

No se consideran ahorros por reducción del tiempo de viaje de la carga.

El valor económico de la creación de empleo

El empleo generado por el proyecto se compone de dos etapas, a saber, el empleo generado en la fase de construcción (2019 a 2021) y el generado en la fase

Rev.11/03/19

operativa (2022 en adelante). A partir de información suministrada por MTOP-DNTF se estima la creación de empleo, tal como se puede apreciar en la siguiente tabla.

Tabla 1. Generación de empleo

Puesto	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2030
Obrero I	100	100	100	0	0	0	0	0
Obrero IV	100	100	100	0	0	0	0	0
Obrero VIII	0	0	0	0	0	0	0	0
Obrero XII	0	0	0	0	0	0	0	0
Oficial Soldador A-XV	50	50	50	0	0	0	0	0
Oficial Soldador A-XVIII	50	50	50	0	0	0	0	0
Oficial Cañista A-XIV	50	50	50	0	0	0	0	0
Oficial Cañista A-XVI	50	50	50	0	0	0	0	0
Oficial montaje A-XIII	50	50	50	0	0	0	0	0
Oficial montaje A-XVI	50	50	50	0	0	0	0	0
Oficial electricista A-IV	50	50	50	0	0	0	0	0
Oficial electricista A-VI	50	50	50	0	0	0	0	0
Oficial instrumentista A-XVI	50	50	50	0	0	0	0	0
Oficial instrumentista A-XVIII	50	50	50	0	0	0	0	0
Oficial soldador A-XIV	50	50	50	0	0	0	0	0
Oficial Soldador A-XVI	50	50	50	0	0	0	0	0
Total	800	800	800	0	0	0	0	0

Notas: Se tomaron las categorías laborales según surge del acuerdo de la séptima ronda del Consejo de Salarios del MTSS del Grupo 9 (Industria de la Construcción y actividades complementarias).

En base a la creación de empleo estimada, los laudos correspondientes en los Consejos de Salarios y las Razones de Precios de Cuenta publicadas por OPP, se calculó el valor económico de la creación de empleo del proyecto como figura en la próxima tabla.

Valor económico del empleo (US\$)

Puesto	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2030
Obrero I	1.230.663	1.230.663	1.230.663	0	0	0	0	0
Obrero IV	1.444.242	1.444.242	1.444.242	0	0	0	0	0
Obrero VIII	0	0	0	0	0	0	0	0
Obrero XII	0	0	0	0	0	0	0	0
Oficial Soldador A-XV	1.100.142	1.100.142	1.100.142	0	0	0	0	0
Oficial Soldador A-XVIII	1.283.393	1.283.393	1.283.393	0	0	0	0	0
Oficial Cañista A-XIV	1.045.628	1.045.628	1.045.628	0	0	0	0	0

Rev.11/03/19

Oficial Cañista A-XVI	1.157.817	1.157.817	1.157.817	0	0	0	0	0
Oficial montaje A-XIII	994.129	994.129	994.129	0	0	0	0	0
Oficial montaje A-XVI	1.157.817	1.157.817	1.157.817	0	0	0	0	0
Oficial electricista A-IV	1.045.628	1.045.628	1.045.628	0	0	0	0	0
Oficial electricista A-VI	1.157.817	1.157.817	1.157.817	0	0	0	0	0
Oficial instrumentista A-XVI	1.156.430	1.156.430	1.156.430	0	0	0	0	0
Oficial instrumentista A-XVIII	1.278.770	1.278.770	1.278.770	0	0	0	0	0
Oficial soldador A-XIV	878.301	878.301	878.301	0	0	0	0	0
Oficial Soldador A-XVI	967.869	967.869	967.869	0	0	0	0	0
Total	15.898.643	15.898.643	15.898.643	0	0	0	0	0

Potenciales costos/beneficios para otros actores del mercado de transporte

Ahorro de costo en inversión y mantenimiento de carreteras

A los efectos de calcular el ahorro en costos de inversión y mantenimiento de carreteras evitado por el uso del FFCC se estimó la cantidad de camiones (de 45 t) que se cambiarían de modo y la distancia que recorrerían por la ruta alternativa. La siguiente tabla muestra las estimaciones.

Nº Camiones evitados proyectados

Producto	Orig en	Desti no	Distanc ia	Rut a	202 2	2023	2024	2025	2030
Arroz	MVD	TBO	395	5	177	185	197	209	277
Arroz	MVD	SAL	492	3	123	130	138	146	193
Madera Elaborada	PDL	TBO	139	5	667 4.33	1.100	1.000	1.833	3.000
Madera rolos	RIV	PDL	248	5	3	4.633	4.967	5.300 10.00	5.500 13.33
Granos	PDL	MVD	260	5	0	4.667	7.333	0	3
Total					5.30 0	10.7 15	13.6 35	17.4 88	22.3 03

Notas: Se supone un camión tipo S13 de 45 t de peso y con una carga máxima de 30 t.

A los efectos de estimar el ahorro se supone que un camión de 45 t cargado, en un tramo de 500 km de la ruta 5, provoca un desgaste equivalente a US\$ 250. El mismo camión vacío desgasta US\$ 50. A continuación se presentan los resultados.

Ahorro en mantenimiento de rutas (US\$)

	2022	2023	2024	2025	2030
Ahorro mant. Rutas	778.681	1.591.375	2.053.854	2.594.173	3.271.240

Inversiones logísticas para el cambio de modo

Para poder realizar el cambio de modo se estima necesaria la construcción de 10 ramales ferroviarios de desvío de la vía principal de longitud 1 km cada uno. El costo estimado por ramal es de US\$ 200.000. En total, se estima una inversión necesaria de US\$ 2.000.000.

El valor de potenciales impactos sobre el comercio interior y exterior

Según el estudio de CPA/Ferrere citado anteriormente, una reducción del costo de transporte del 1% puede conducir a un aumento del 5% de las exportaciones. Esto equivale a una elasticidad de 5. En función del ahorro de costos estimado en el punto 1, se calculó el impacto en las exportaciones, tal como se muestra en la siguiente tabla.

Impacto en el comercio exterior

	2022	2023	2024	2025	2030
Ahorro promedio (US\$)	3.795.713	8.118.618	6	3	6
Aumento de export. (US\$)	18.978.563	40.593.091	51.670.278	67.718.866	88.250.681

El costo de potenciales impactos medioambientales y sociales

Se considera únicamente el efecto de las emisiones de CO₂ a la atmósfera. Para ello se calcula, por un lado, el combustible evitado de los camiones que cambian de modo y se le suma el combustible consumido por los trenes. El resultado se lo lleva a toneladas de CO₂ y se le pone un precio equivalente al bono de carbono. Los resultados se muestran en la siguiente tabla.

Impactos ambientales

	2022	2023	2024	2025	2030
Consumo de comb. Evitado (l)	857.406	8	0	5	7
CO ₂ evitado (ton.)	2.392	5.147	6.760	8.499	10.662

Rev.11/03/19

Beneficio ahorro CO2				509.94	799.62
(US\$)	143.530	308.796	405.587	5	5
	3.249.57	3.256.41	3.258.46	3.258.46	3.276.24
Consumo comb. Adicional (l)	0	0	0	0	0
CO2 emitido (ton.)	9.066	9.085	9.091	9.091	9.141
Costo CO2 adicional				545.46	685.55
(US\$)	543.978	545.123	545.466	6	3
Ahorro (+) / Costo (-)	-	-	-		114.07
CO2	400.448	236.327	139.879	-35.522	2

Notas: Se supone que 1 lt de gasoil genera 2,79 kg de CO2. Los precios de los bonos de carbono son US\$ 60 por tonelada hasta 2030 y US\$ 75 a partir de 2030. En relación a los rendimientos de los vehículos (km/lt) se supuso: camión cargado: 2,2; camión vacío: 2,5; tren completo: 0,18; tren vacío: 0,22.