PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE
FACULTAD DE ARQUITECTURA, DISEÑO Y ESTUDIOS URBANOS

IMPACTOS EN UN PARQUE URBANO Y SU CONTEXTO CAUSADOS POR INFRAESTRUCTURA VIAL

Disociación espacial e impacto acústico de la Autopista Central en el Parque O'Higgins

POR

Vicente José Merino Vial

Tesis presentada para optar al título de Arquitecto y al grado de Magister en Arquitectura Sustentable y Energía

Profesores Guía:
Inés Macarena Burdiles
Mauricio Lama Kuncar

Enero, 2019
Santiago de Chile

© 2019, Vicente José Merino Vial

ÍNDICE

1. Abstract 5

2. Introducción 7

3. Formulación 13
- 3.1 Preguntas de investigación
- 3.2 Hipótesis
- 3.3 Objetivos
- 3.4 Metodología

4. La Autopista Central como división espacial 21
- 4.1 Impactos de la autopista en su contexto
- 4.2 Levantamiento espacial
- 4.3 Borde oriente del Parque O'Higgins como espacio residual

5. Uso del borde oriente del Parque O'Higgins y accesibilidad a éste 37
- 5.1 Importancia del contacto con áreas verdes
- 5.2 Flujo y usos
- 5.3 Escala humana y cruce

6. Contaminación acústica producida por la Autopista Central 51
- 6.1 Fenómeno del sonido
- 6.2 Acústica de la Autopista Central
- 6.3 Implicancias de la contaminación acústica
- 6.4 Levantamiento acústico

7. Estrategias de mitigación acústica 63
- 7.1 Estudio de soluciones acústicas
- 7.2 Cálculo de atenuación por pantallas
- 7.3 Otras formas de atenuación acústica

8. Estrategias de proyecto 79
- 8.1 Estrategias Socio-Espaciales
- 8.2 Estrategias acústicas

9. Conclusiones 101

10. Bibliografía 105

11. Anexos documentales 111
- 11.1 Medición de flujos
- 11.2 Medición acústica
- 11.3 Cálculo de atenuación por pantallas

Imagen 0:
Se muestra el exterior del borde oriente del Parque O'Higgins, apreciando su falta de espacio y su relación con la Autopista Central, vía de alto tráfico y contaminación acústica.

1. Abstract

En la presente investigación se estudia la relación entre el Parque O'Higgins, una de las áreas verdes más grandes de Santiago, y la Autopista Central, vía que conecta la ciudad y el país de norte a sur. Se busca entender las distintas externalidades negativas que produce la autopista en el parque y el sector de estudio y cómo afectan en el uso de éste. Para esto, se analiza, por un lado, el impacto socio-espacial que produce la autopista, desconectando el parque con la ciudad hacia el oriente y reduciendo su influencia a escala local. Por otro lado, se analiza la contaminación acústica producida por la misma y su influencia en el espacio público, entendiendo el comportamiento del sonido y buscando formas de mitigación y protección. A partir de esta investigación, se busca comprender la relación fracturada entre estas piezas urbanas y proponer su interrelación, mejorando el espacio y mitigando las externalidades negativas que produce la Autopista Central en el sector estudiado.

2. Introducción

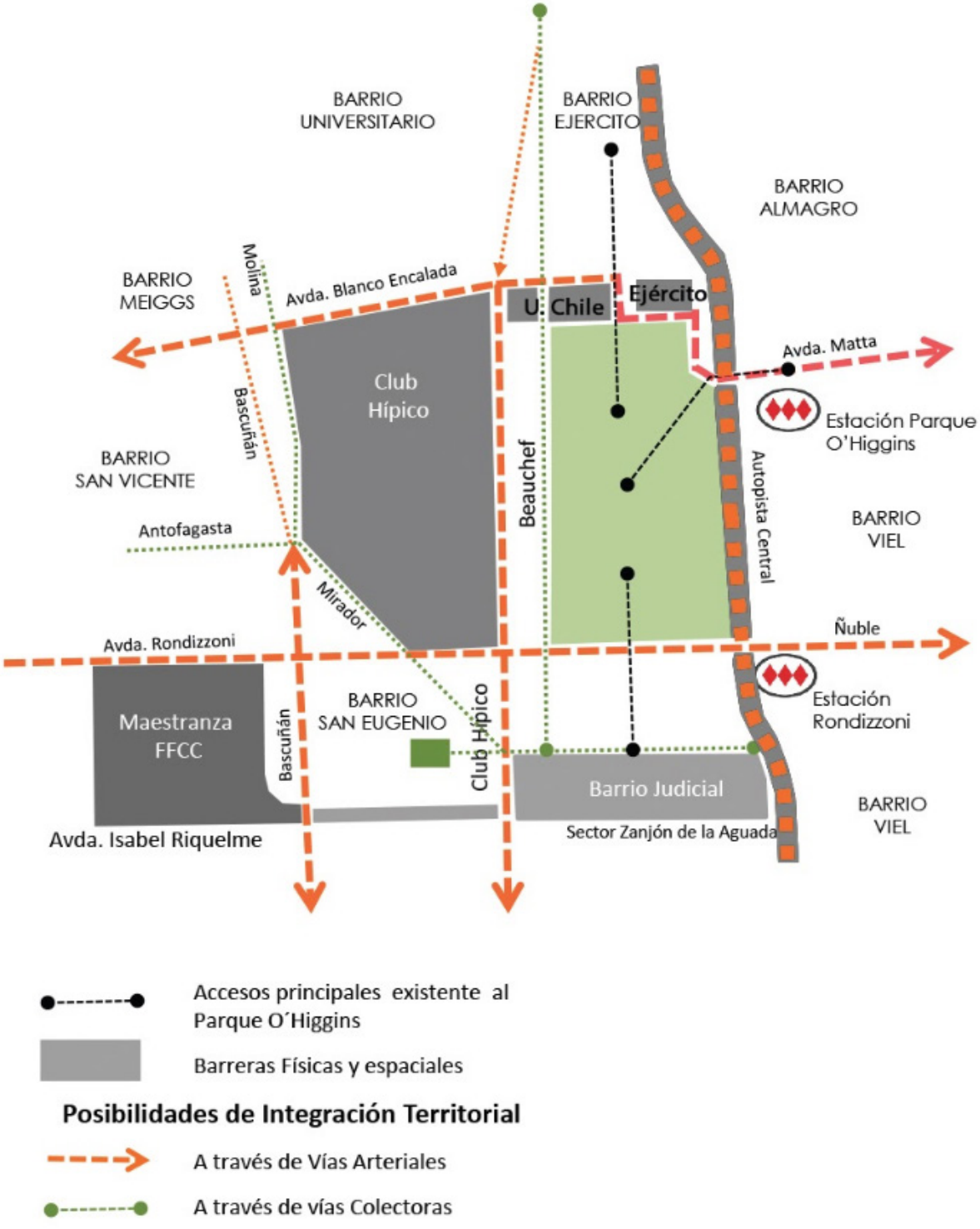


Imagen 1:
Esquema del Parque O'Higgins y su entorno en el que se muestran las distintas infraestructuras que rodean al parque y como éstas reducen su contacto con sus barrios aledaños.

Fuente: Plan maestro Parque O'Higgins desarrollado por Polis.

A principios del siglo XIX se comenzó a utilizar un terreno al sur de Santiago conocido como La Pampilla para celebrar el aniversario de Independencia de nuestro país. En 1845 el gobierno adquirió este terreno y lo dividió para instalar distintos programas, siendo uno de ellos el Campo de Marte, lugar donde el ejército realizaba sus maniobras durante las Fiestas Patrias. En 1870 el terreno se cedió a Don Luis Cousiño (exceptuando una porción en forma de elipse destinada a mantener su uso militar) para que construyera un parque para la aristocracia chilena, el cual finalizó en 1873 y fue bautizado como parque Cousiño[1]. A partir de la emigración de las familias aristocráticas de este sector, desde 1915, el parque cayó en decadencia[2]. En 1973 el parque fue restaurado y rebautizado como parque O'Higgins por el gobierno de Salvador Allende, abriéndose al público general. Éste fue pensado como un parque para toda la comunidad en el sector centro de Santiago, provocando que "la recreación, el deporte y la cultura estén de verdad al alcance de la mayoría."[3]

Durante toda su historia el Parque O'Higgins ha sufrido distintas modificaciones, tanto en su morfología interior como a causa de los cambios ocurridos en su entorno urbano. En los alrededores de éste se han instalado diversas infraestructuras que han impactado en las relaciones del parque con sus barrios aledaños, siendo las más influyentes: el Club Hípico hacia el poniente; el Centro de Justicia y la Cárcel Santiago 1 hacia el sur; el campus Beaucheff de la Universidad de Chile y el edificio de Arsenales del ejército hacia el norte; y principalmente la Autopista Central hacia el oriente (Imagen 1).

Esta última, construida en paralelo a la remodelación del parque O'Higgins en la década de 1970, fue una obra de gran relevancia para Santiago, generando un gran eje norte-sur en la ciudad y así permitiendo su conexión con el territorio (siendo parte de la Ruta 5 a nivel país) y generando una expansión de ésta. En contraste a sus beneficios a escala territorial, esta autopista representa una

1. Martínez, "El Actual Parque O'Higgins, Antiguo Parque Cousiño.
2. Swinburn, "El Parque Cousiño: Historia De Un Paisaje Urbano".
3. Bulnes, "Parque O'Higgins Cormu".

barrera física dentro de la ciudad, dividiendo sectores y segmentando barrios que anteriormente estaban conectados, como es el caso del parque O'Higgins y el barrio Viel, ubicado en el costado oeste del parque.

El mencionado barrio Viel colinda con el parque hacia el poniente en toda su extensión norte-sur, "relación actualmente perdida por la elevación de la Autopista Central."[4] Esto ha generado que, a pesar de estar a escasos metros del parque, los habitantes del barrio y de la ciudad hacia el oriente no puedan tener un contacto directo con él.

Hacia sus demás costados el parque colinda con diversos tipos de barrios y vías, existiendo variaciones en sus perfiles de calle y los usuarios que los habitan. Dentro de éstos el más desfavorable es el borde oriente debido a la existencia de la Autopista Central y a la falta de espacio que se les otorga a los peatones por el exterior del parque, generando un espacio residual desde un extremo del parque al otro.

La Autopista Central representa un borde del parque, impidiendo la conexión de la ciudad hacia el oriente con este pulmón verde de la ciudad. Los dos cruces que existen bajo y sobre la autopista se encuentran en las calles Manuel Antonio Matta y Rondizzoni, los cuales conectan éstas con dos de los accesos del parque. Estos cruces sin embargo están ubicados a una distancia de 1,06 km aproximadamente, existiendo diez manzanas entre ellos sin establecer relación alguna con el parque.

La autopista genera variados impactos negativos para este sector, siendo el más notorio la contaminación acústica producida por el alto tráfico y velocidad, la cual afecta a los usuarios del parque y ha transformado el borde oriente de éste en un espacio residual. De la misma forma, la autopista aporta a la influencia del parque a nivel de ciudad y aumenta su visibilidad, pero reduce la influencia del parque a nivel local, segregando éste de sus barrios aledaños.

4. Jeri, Suárez y Vidal, Conjunto Habitacional Matta Viel: Puesta En Valor Del Patrimonio Arquitectónico Y Vida En Comunidad.

Al oriente del Parque O'Higgins existen escasas áreas verdes, siendo necesarias para el desarrollo íntegro de las personas. "Las recomendaciones realizadas por la Organización Mundial de la Salud (OMS) para construir ciudades saludables apuntan a que debe existir una buena disponibilidad, accesibilidad, calidad y seguridad de las áreas verdes"[5]. Debido a esto, se hace necesaria una conexión entre el Parque O'Higgins y sus sectores aledaños desprovistos de estos espacios. La comuna de Santiago posee 2.053.496 m2 de áreas verdes públicas, correspondiente a 11,7 m2 por habitante. De estas, el Parque O'Higgins, con un área de 733.275 m2, es el mayor parque de la comuna y representa el 35% de todas sus áreas verdes (Imagen 2).

La contaminación acústica en el sector alcanza niveles indeseados y presenta problemas para los habitantes del sector y los usuarios del Parque O'Higgins. La OMS define la contaminación acústica como el segundo mayor contaminante en entornos urbanos después de la polución del aire.[6] El manejo de ésta se plantea por lo tanto como un problema a resolver a partir del empleo de estrategias y elementos que puedan mitigar la influencia acústica de la Autopista Central en el Parque O'Higgins.

A partir de esta información se considera relevante estudiar las posibilidades que entrega una investigación en el ámbito de la arquitectura y la sustentabilidad, así como el proyecto asociado, para manejar el impacto que genera la Autopista Central sobre el Parque O'Higgins y su contexto cercano.

5. Organización Mundial de la Salud y Organización Panamericana de la Salud, Planificación Urbana, Salud Y Sostenibilidad: El Caso De Las Áreas Verdes En Santiago De Chile.

6. "La OMS Alerta De Las Enfermedades Ligadas Al Ruido En Las Ciudades."

Imagen 2:
Áreas verdes en la comuna de Santiago. El Parque O'Higgins representa un 35% de las áreas verdes de la comuna de Santiago, existiendo un total de 11,7 m2 de áreas verdes por habitante en ésta. Se puede apreciar cómo en el sector oriente del Parque O'Higgins no hay presencia de plazas o parques.

Fuente: Elaboración propia en base a plano de Observatorio de Ciudades UC.

3. Formulación

3.1 Preguntas de investigación:

En base a los antecedentes estudiados se detecta como problema la relación fracturada entre el parque O'Higgins y la Autopista Central. Esta relación responde a distintos ámbitos: Histórico, social, ambiental, morfológico, acústico, entre otros.

Esta investigación aborda, por un lado, el problema socio-espacial, buscando entender el impacto que genera la segregación provocada por la Autopista Central en el Parque O'Higgins y su contexto. Por otro lado, se aborda el problema acústico, tomándolo como principal externalidad y detonador de la subutilización del borde oriente del parque, buscando reducir su impacto en ambos sectores. De esta forma, nacen las siguientes preguntas de investigación:

¿Cómo afectan las externalidades negativas de la Autopista Central, tanto espaciales como de la calidad acústica del espacio, en el Parque O'Higgins y su contexto?

¿De qué forma se puede mitigar el impacto negativo de la Autopista Central, recuperando el uso del borde oriente del Parque O'Higgins y relacionándolo con la ciudad hacia el oriente?

¿De qué manera se puede recuperar la relación entre el parque O'Higgins y su contexto cercano de forma íntegra y sostenible?

¿Cómo se pueden mitigar la contaminación acústica producida por la Autopista Central en el Parque O'Higgins?

3.2 Hipótesis:

La Autopista Central ha generado un impacto importante en el sector estudiado, instalándose como un límite infranqueable entre el Parque O'Higgins y la

ciudad hacia el oriente y generando distintas externalidades negativas, por lo que ha transformando el borde del parque en un espacio residual y con grandes deficiencias que restringen su uso, destacando entre ellas la contaminación acústica. La relación fracturada entre estas piezas urbanas ha influido negativamente en los habitantes del sector y ha eliminado la presencia del parque a nivel local.

La recuperación del límite oriente del parque O'Higgins a través del desplazamiento del cierre hacia el interior del parque y la creación de un nuevo espacio público asociado al exterior permitirá ponerlo en valor, mitigar las externalidades negativas y mejorar la relación entre el Parque O'Higgins y la Autopista Central. De la misma forma, la creación de una nueva conexión entre el Parque O'Higgins y su contexto cercano a través de un nuevo acceso peatonal en el punto central del límite oriente permitirá mejorar la accesibilidad y la influencia a escala local del parque en la ciudad.

El empleo de estrategias de acondicionamiento acústico en la definición del nuevo espacio público asociado al borde oriente del parque y de la nueva conexión peatonal entre parque y borde oriente de la ciudad permitirá mitigar la contaminación acústica y reducir su impacto.

3.3 Objetivos:

La presente investigación busca entender la relación entre el parque O'Higgins y la Autopista Central y el impacto que producen uno en el otro. A partir de esto se buscará generar un proyecto que logre reconciliar la relación entre estos lugares y que pueda mitigar los impactos negativos producidos por la Autopista Central. Se plantean por lo tanto en primera instancia los siguientes objetivos:

- Identificar las externalidades negativas que produce la Autopista Central en el sector de estudio, así como su impacto en el Parque O'Higgins y en su contexto cercano.
- Analizar la relación entre el Parque O'Higgins y la Autopista Central, así como la influencia de estos en su contexto.

A partir de esto se identifican dos ámbitos de investigación, con objetivos propios de cada uno:

Socio-espacial, estudiando cómo es la relación entre el Parque O'Higgins y su contexto hacia el oriente y cómo afecta en ésta la creación de la Autopista Central. El estudio de este problema se plantea como detonante del proyecto de arquitectura propuesto. Los objetivos abordados dentro de éste son:

- Analizar la espacialidad del borde oriente del Parque O'Higgins y sus posibilidades de intervención, buscando recuperar este espacio.
- Analizar la conectividad del Parque O'Higgins desde el oriente, buscando entender la influencia que tiene en su contexto cercano y la accesibilidad a éste.
- Analizar las posibilidades de reconexión entre el Parque O'Higgins y los barrios ubicados hacia el oriente de la Autopista Central.
- Entender el desarrollo del sector de estudio para llegar a su estado actual.

Acústico, estudiando la contaminación acústica producida por la Autopista Central y cómo influye en el Parque O'Higgins, buscando estrategias de mitigación acústica a nivel urbano. Este problema se plantea como condicionante del proyecto de arquitectura propuesto. Los objetivos abordados dentro de éste son:

- Entender el comportamiento del sonido en el sector de estudio.
- Identificar y cuantificar el ruido en el sector de estudio.
- Estudiar estrategias acústicas que puedan ser aplicables al caso de estudio.
- Analizar posibles intervenciones para mitigar la contaminación acústica.

3.4 Metodología:

Para obtener un diagnóstico de la problemática y de la situación actual del caso de estudio se realizan los siguientes procedimientos:

Se realiza un levantamiento de la condición actual del límite oriente del Parque O'Higgins y la calle Viel, analizando su relación con la Autopista Central y los cruces existentes:

- Se elabora planimetría en detalle de la autopista y su llegada a ambos sectores, así como los cruces existentes y los accesos del parque con los que se conectan.
- Se elabora planimetría en forma de secuencia de cortes, mostrando el borde del parque, la autopista con sus distintas vías y la calle Viel.

Se analiza la segregación que genera la división causada por la Autopista Central entre el Parque O'Higgins y su contexto:

- Se analiza la accesibilidad al parque y la influencia local que éste tiene a partir de un estudio bibliográfico y análisis de planimetría.
- Se realiza un levantamiento de información respecto a las formas de utilización de este espacio mediante un levantamiento de los flujos peatonales en el sector de estudio (Anexo 1).

Se analiza el impacto acústico que la Autopista Central tiene en el Parque O'Higgins y su contexto:

- Se mide el impacto acústico de la autopista con sonómetros, identificando los puntos con mayor influencia.
- Se elabora planimetría intervenida, mapeando los niveles de ruido en el sector estudiado y las formas de propagación del sonido (Anexo 2).

A partir de los datos obtenidos se plantean estrategias acústicas que aporten a la mitigación de las externalidades negativas de la Autopista Central:

- Se realiza un estudio de elementos que funcionen como elementos de mitigación acústica y su implementación en el sector de estudio, a partir del cálculo de atenuación por pantallas (Anexo 3).

- Se propone la implementación de estas estrategias en el sector de estudio y en el proyecto propuesto.

En base a los resultados obtenidos en los capítulos anteriores, se proponen estrategias proyectuales para el mejoramiento del sector:

- Se analizan los resultados de los análisis espaciales y de accesibilidad y uso del sector de estudio, obteniendo estrategias que den pie al planteamiento de un proyecto de arquitectura.
- Se analizan los resultados acústicos, tanto del levantamiento como del cálculo de atenuación, obteniendo estrategias que condicionen el proyecto propuesto.

4. Autopista central como división espacial

Imagen 3:
Levantamiento realizado por Danilo Lagos, en el cual se muestra la relación entre la Autopista Central y el Parque O´Higgins a partir de su análisis histórico y espacial

Fuente: Lagos, Desde la Avenida Norte Sur a la Autopista Central: Un estudio crítico del eje norte sur de la ciudad de Santiago.

La Avenida Norte-Sur (actual Autopista Central) nace del informe realizado por Sidney H. Bingham para el gobierno de Carlos Ibáñez del Campo en 1955. En él se analiza la movilidad en el Santiago de la época y plantea distintas soluciones para resolver sus problemas, siendo los más llamativos la propuesta de un metro para Santiago y la construcción de una autopista para conectar la ciudad en sentido norte-sur. Esta última fue proyectada entre 1958 y 1965 y construida desde 1973.[1]

La Avenida Norte-Sur por tanto generó un mejoramiento y un avance tecnológico en la ciudad, rompiendo la estructura de dameros y generando una vía principal que permite tanto la conexión interna de la ciudad, contando con una extensión de seis kilómetros y un perfil de ochenta metros, como la conexión con el exterior de ésta, siendo parte de la Ruta Panamericana.[2] Danilo Lagos en su tesis doctoral plantea que esta avenida contó con una ambigüedad al momento de su construcción, ya que se generó un desencuentro entre ésta y el resto de la trama urbana, siendo realizada como una autopista urbana pero considerada como avenida. A partir de 1990 la Avenida Norte-Sur se consolida definitivamente como autopista y pasa a ser el brazo derecho de la Autopista Central, pasando finalmente a ser una red concesionada y sufriendo distintas modificaciones, entre esas la elevación de la caletera frente al Parque O'Higgins en el año 2003.

Lagos realiza un levantamiento de la Autopista Central y estudia su relación con su contexto, históricamente y a partir de sus elementos. Estudia distintos cuadrantes dentro de ésta, tomando uno en el norte del Parque O'Higgins (cruce con Av. Matta) y otro en el sur de éste (cruce con Av. Rondizzoni) (Imagen 3). En el primer cruce se puede apreciar cómo la vía se situó en parte del Parque Cousiño y fue elevada para no interrumpir el flujo de Av. Matta. Se puede ver a la vez la intención de crear áreas verdes aledañas a la autopista para reducir su impacto. En el segundo cruce se puede observar la intervención realizada en el extremo sur del parque, en la cual se genera una plaza exterior y se crea una calle vehicular que se adentra más hacia el parque.

1. Pavez, Diseño Urbano Inclusivo Para Santiago Centro: Concurso Internacional 1972.

2. Lagos, "Desde La Autopista Norte Sur A La Autopista Central: Un Estudio Crítico Del Eje Norte Sur De La Ciudad De Santiago."

4.1 Impactos de la autopista en su contexto:

Al tratarse de una vía de alto flujo, la Autopista Central genera impactos importantes en su contexto cercano, sobre esto Alcalá menciona: "La manera que tienen las autopistas de implantarse en el tejido existente se caracteriza por ser una irrupción abrupta y violenta, sin mayor consideración que la eficiencia de éstas para conectar los puntos necesarios que aseguren el funcionamiento del sistema de redes viales, sus rápidos flujos, su conectividad eficiente y su paso de un lugar a otro de manera eficaz"[3]. Maldonado a la vez afirma, en base a los autores Greene y Mora, que "por ser éstas pagadas en su uso, no sólo cercena la ciudad de Santiago, sino que se genera un sistema de circulación de una punta a otra de la ciudad sin vinculación con los barrios que atraviesa, acentuando la segregación social, ya existente en los distintos sectores de Santiago."[4]

En Santiago existen siete autopistas que cruzan la ciudad, todas ellas representan barreras y generan externalidades negativas a su entorno (Imagen 4). Dentro de éstas, la Autopista Central destaca por su importancia a nivel nacional, siendo parte de la ruta más grande a nivel país. Como se puede ver en la imagen, esta autopista cruza por el centro de la ciudad y segrega ésta en sentido oriente poniente.[5]

La existencia de una autopista en este sector genera distintos efectos. Maldonado en su investigación propone la siguiente clasificación:

- Efectos económicos, aportando al crecimiento económico, al aumento de empleos debido a la accesibilidad, la reducción de tiempos y mayor eficiencia en transporte, etc.
- Efectos sociales, produciendo segregación de distintos sectores de la ciudad al conectar distintos extremos de esta sin vinculación con los barrios que atraviesa.
- Efectos ambientales, influyendo en la habitabilidad a través de niveles elevados de ruido, contaminación del aire, efectos visuales y efectos sobre la flora y fauna, tanto en su etapa de construcción como de operación.

3. Alcalá, Hacia la asimilación de las vías segregadas en el ámbito urbano: El caso de las rotondas Dalt y del Litoral en Barcelona.

4. Maldonado, "Red De Infraestructura Vial Concesionada Y Su Relación Con Comunas Vulnerables De La Ciudad De Santiago : Estudio De Caso : Autopistas Urbanas : Una Aproximación Al Estudio De Los Impactos En La Morfología Urbana De La Comuna De Cerro Navia"

5. Franco, "Propuesta De Cristián Boza Para La Refundación De La Autopista Norte-Sur En Santiago De Chile."

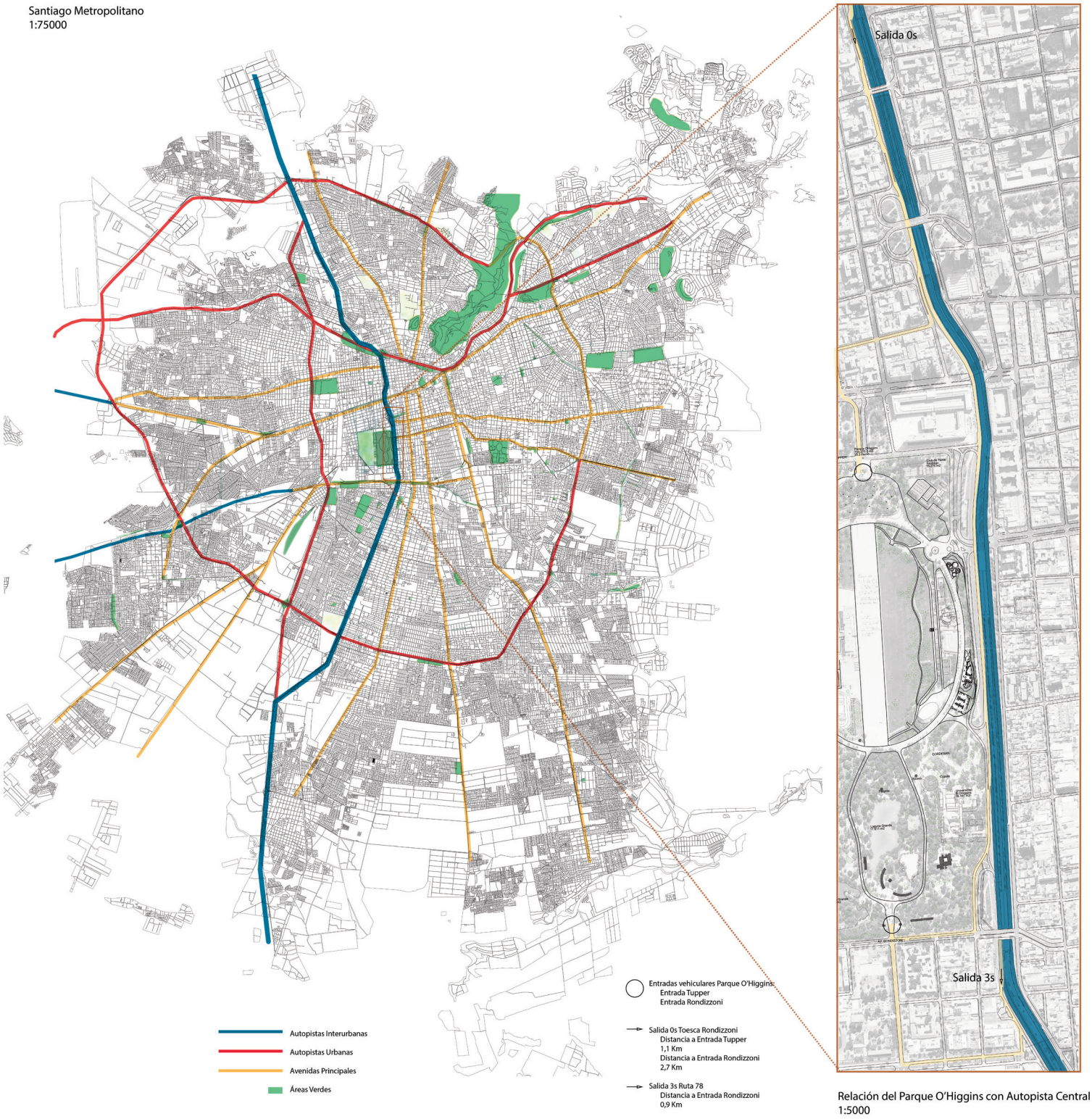


Imagen 4:
Vías principales de Santiago y su relación con el Parque O'Higgins. Éste se ubica en un punto central de la ciudad, teniendo una buena conexión con distintos puntos de Santiago Metropolitano, debido principalmente por su relación cercana con la Autopista Central y el Metro de Santiago. A pesar de esto, la llegada al parque y la accesibilidad desde su entorno cercano es deficiente.

Fuente: Elaboración propia.

- Efectos en la movilidad, reduciendo los tiempos de viaje y el consumo de energía.
- Efectos morfológicos, condicionando el uso del espacio y la estructura urbana.

Dentro de esta clasificación se pueden identificar dos efectos positivos: los efectos económicos y los efectos en la movilidad. La intención de crear una autopista apunta directamente a éstos, pero a la vez genera otros efectos que pueden ser calificados de externalidades negativas. Las externalidades negativas serían por lo tanto, sociales, ambientales y morfológicas, siendo problemas causados por la autopista y de los que, en el caso específico de la Autopista Central en el tramo frente al Parque O'Higgins, no se hace cargo.

Cabe destacar también que tres de los cinco efectos mencionados por Maldonado coinciden con los aspectos que componen el desarrollo sostenible, como lo define el Brundtland Report en el año 1987, como desarrollo económico, social y ambiental.[6] De estos, la Autopista Central aporta solo al desarrollo económico siendo éste su interés principal pero pasando a llevar el desarrollo social y ambiental, generando externalidades negativas en estos ámbitos.

El ámbito social se ve influenciado por la segregación producida por la autopista, lo cual se ve reflejado en el caso de estudio al separar el Parque O'Higgins de los barrios ubicados al otro lado de ésta, lo que produce una reducción en la accesibilidad al parque y una desvinculación entre éste y los habitantes de las edificaciones aledañas. El desarrollo ambiental en el sector se ve afectado por la polución del aire producida por el alto tráfico, la reducción de áreas verdes que anteriormente pertenecían al Parque Cousiño, el aporte a la isla de calor de la ciudad, la contaminación acústica que afecta tanto a los habitantes del sector como a los usuarios del parque, etcétera.

Es por esto que el problema planteado se define como uno de sustentabilidad, desarrollando en los siguientes capítulos los problemas que genera la Autopista Central y la forma de mitigación y adaptación frente a éstos.

6. Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, Nuestro Futuro Común.

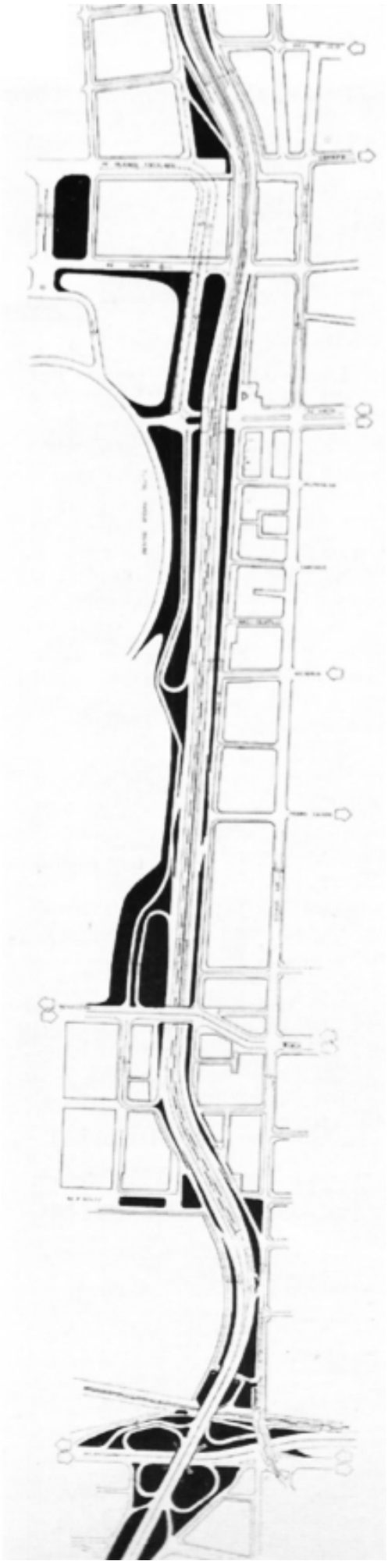


Imagen 5:
Avenida Norte-Sur y su propuesta inicial de espacios públicos colindantes para la mitigación de sus impactos y la valorización de su contexto.

Fuente: Pavez, Diseño Urbano Inclusivo Para Santiago Centro: Concurso Internacional 1972.

Actualmente, sigue sin existir una interrelación entre la Autopista Central y el Parque O'Higgins, manteniéndose este borde como un sector dejado de lado y con una deficiente conexión entre las salidas de la autopista y los accesos del parque, lo que afecta tanto al peatón como al automovilista.

El parque O'Higgins fue proyectado en 1971 por el equipo dirigido por Carlos Martner y se construyó en 1973. El diseño de este parque comprendió toda la extensión del antiguo Parque Cousiño y se delimitó por un cierre perimetral, dejando hacia el oriente un sector abierto como se propuso en el diseño de la Avenida Norte-Sur.

El proyecto de la Avenida Norte-Sur contemplaba el diseño de sus espacios públicos colindantes (imagen 5), considerando la apertura de parte de este parque. Pavez afirma que el proyecto de la Avenida Norte-Sur tenía como objetivo complementario valorizar y hacer más atractivas las áreas que atraviesa, impulsando la remodelación urbana de su contorno. En el año 2003 se construyó la caletera elevada que pasa junto a la Autopista Central frente al parque, lo que eliminó el espacio público dejado con éste fin y se extendió el borde del Parque O'Higgins hasta la calzada.

Esto repercutió en el diseño actual del borde oriente del parque y de la vereda de la calle Viel, siendo un espacio residual y desprovisto de las condiciones necesarias para su uso. Este resultado contradice el objetivo complementario de la Avenida Norte-Sur, generando un espacio funcional para el automovilista pero pasando a llevar la calidad espacial de escala humana.

4.2 Levantamiento espacial:

Las calles que rodean el Parque O'Higgins tienen distintos flujos y perfiles (Imagen 6):

Tupper, hacia el norte, limita con el edificio de arsenales del ejercito y la Universidad de Chile, dos edificios patrimoniales y de alto flujo de personas. El borde del parque hacia ésta se encuentra cerrado en gran parte, al ubicarse ahí Fantasilandia y el Club de Tenis de Santiago. Este borde a la vez cuenta con sector de estaciona-

Imagen 6:
Levantamiento de la situación de bordes del parque y su relación con la barrios aledaños. Se puede apreciar las diferentes interacciones con sus calles colindantes a partir de sus cerramientos.

Fuente: Elaboración propia.

mientos, los cuales se utilizan en gran medida, principalmente por la presencia de la universidad. También existe una plaza con alto uso entre ambos edificios y frente al acceso del parque, conectando éste con el barrio República hacia el norte.

Hacia el sur, la calle Rondizzoni cuenta con equipamiento comercial y de talleres de pequeña escala, teniendo una vereda de un buen ancho con vegetación y un transito considerable de personas. Se encuentra también a poca distancia el barrio judicial con el Centro de Justicia y la cárcel Santiago 1. La reja del parque por esta calle es bastante permeable, pero no existe vereda por el lado del parque a pesar de ser una calle con bastante espacio y movimiento.

Hacia el poniente, la calle Beaucheff cuenta con viviendas de baja densidad y pequeños locales comerciales en la franja de ancho de una manzana entre el Parque O'Higgins y el Club Hípico. Las edificaciones en su gran medida cuentan con protección patrimonial y se puede apreciar como un barrio residencial. Pasado éste, se encuentra el Club Hípico. El parque hacia esta calle cuenta con dos equipamientos de gran escala, Fantasilandia y el Movistar Arena en aproximadamente un tercio de su extensión y el resto de este borde es de una alta permeabilidad visual. Esta calle cuenta con grandes veredas hacia ambos costados y grandes árboles por el costado del parque. A pesar de esto, esta vereda también se encuentra en mal estado.

Por último, hacia el oriente se encuentra la calle Viel y la Autopista Central. Éste es el borde más desfavorecido del parque por distintas razones:

- Colinda con la autopista más importante a nivel nacional, la cual provoca distintas externalidades negativas ya mencionadas.
- Su vereda es la que se encuentra en peor estado, llegando en algunos puntos a medir menos de 40 cm de ancho.
- El alto flujo de la autopista y la falta de vereda dificultan el transito de peatones y ciclistas en este borde.
- En prácticamente todo el borde no existe relación con el barrio que se encuentra al otro lado de la autopista.

En la planta del sector de estudio (Imagen 7) se puede apreciar la falta de espacio entre el cierre perimetral del Parque O'Higgins y la Autopista Central, pudiendo verse cómo este cierre llega hasta la calzada. También se puede apreciar cómo se le ha destinado espacio a la Autopista en desmedro del espacio dejado para los peatones, afectando también a los habitantes del sector a favor de quienes cruzan la ciudad por esta vía.

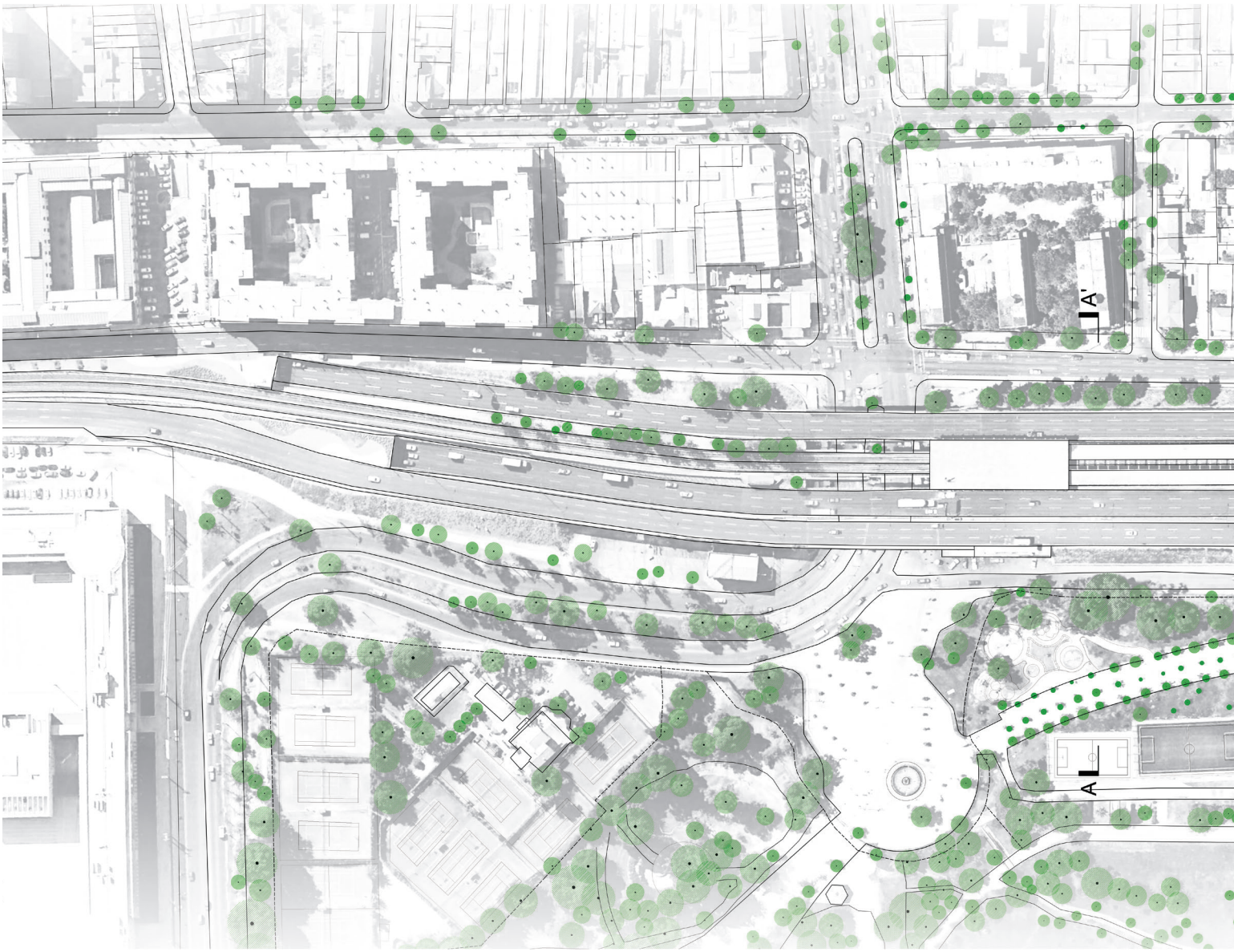
Se puede ver en los cortes (Imagen 8) cómo la autopista varía su altura en este tramo, teniendo por lo tanto distintas relaciones con su contexto. En los cortes A-A' y B-B' la autopista pasa elevada, generando un muro entre el Parque O'Higgins y el barrio colindante. En C-C' y D-D' la autopista pasa a nivel de suelo, generando una visibilidad mayor entre sus costados pero aumentando el ruido en estos mismos. En E-E' y F-F' se ve la autopista bajo nivel y por lo tanto permitiendo una mayor permeabilidad visual, pero existiendo aún la separación espacial entre ambos costados de más de 70 metros.

La escasez de espacios dignos en este borde ha generado que quede como un espacio residual, siendo negado desde el interior del parque y generando lugares prácticamente sin uso. De la misma forma, hacia el oriente de la autopista la calle Viel ha quedado como una vía de borde y con un tránsito peatonal bajo debido a las externalidades negativas que produce la autopista.

4.3 Borde oriente del Parque O'Higgins como espacio residual:

Este sector se configura por lo tanto como un espacio residual y sin identidad, lo que concuerda con las ideas de Marc Auge, antropólogo francés, quien acuña el concepto de "no lugar". "Si un lugar puede definirse como lugar de identidad, relacional e histórico, un espacio que no puede definirse ni como espacio de identidad ni como relacional ni como histórico, definirá un no lugar."[7] Como ejemplo de estos espacios, Auge menciona constantemente las autopistas y el entorno que generan.

7. Augé, Los "No Lugares" Espacios Del Anonimato: Una Antropología De La Sobremodernidad.


A'
A

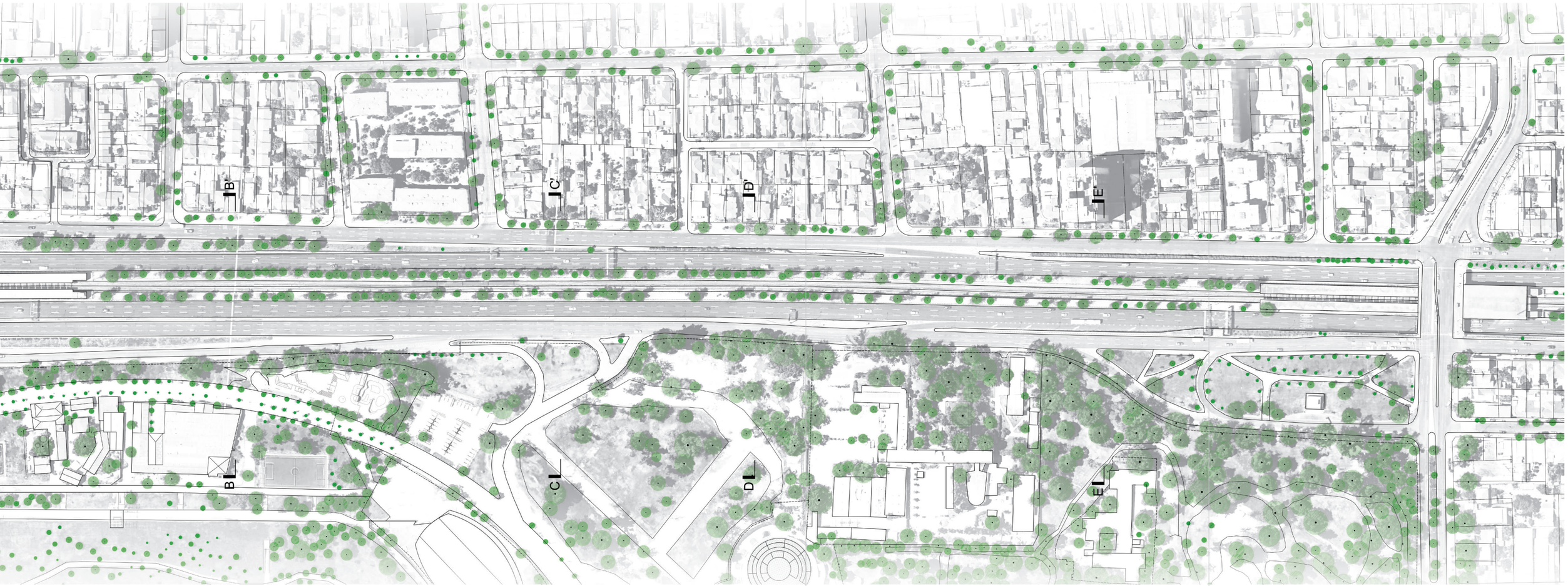
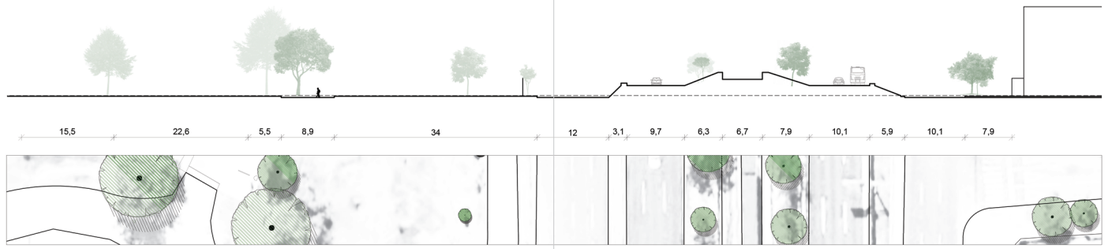


Imagen 7:
Levantamiento en planta de la situación actual del borde oriente del Parque O'Higgins.

Fuente: Elaboración propia.

Corte A-A'

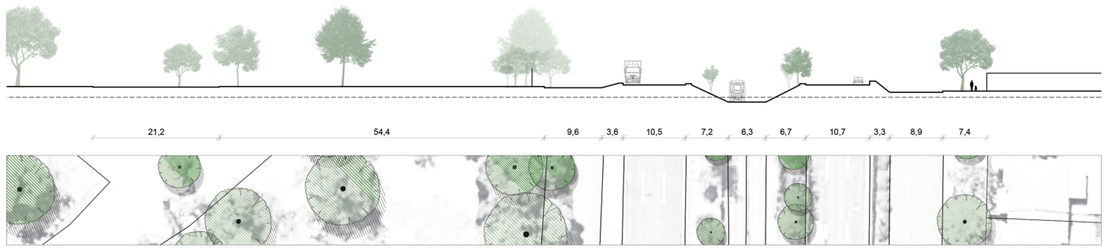
Corte B-B'



Corte C-C'

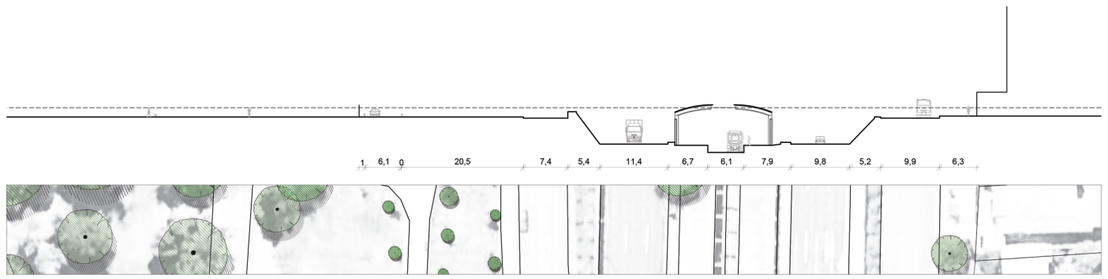
Imagen 8:
Levantamiento en cortes de la situación actual del borde oriente del Parque O'Higgins.

Fuente: Elaboración propia.



Corte D-D'

Corte E-E'



Corte F-F'

El Parque O'Higgins puede definirse como lugar de identidad, teniendo una historia clara y con mucho contenido, siendo un espacio de interrelación de variados usuarios y poseyendo una imagen en la memoria colectiva de éstos. Sin embargo, el borde oriente del parque no cuenta con ninguna de estas características, siendo un espacio sin uso, habiendo perdido su lugar de relación para los habitantes de Viel y fallando en la creación de una imagen para los usuarios de la autopista.

El imaginario del parque se comprende dentro de su gran explanada, su zona de picnic, sus lagunas y en cierta medida lo que queda del pueblito, pero los sectores más cercanos al exterior por el oriente han quedado como espacios residuales y sin utilización, lo que se debe también a la falta de flujos y programas en este sector y a las externalidades que genera la Autopista Central, sin existir tampoco una relación directa con ésta.

A partir de este análisis se ve como oportunidad de proyecto la recuperación del borde oriente del Parque O'Higgins a partir del desplazamiento del cierre perimetral del parque y la creación de un espacio público exterior que pueda darle espacio a los peatones y amortiguar las externalidades negativas de la Autopista Central.

5. Uso del borde oriente del *Parque O'Higgins* y Accesibilidad a éste

Imagen 9:
Fotografías aéreas mostrando la relación perdida entre el Barrio Viel y el Parque O'Higgins.

Fuente: Recuperado de www.enterreno.com.

A partir de la remodelación del parque, la que conllevó su cierre perimetral, y de la construcción de la Avenida Norte-Sur, se provocó un cambio morfológico en el barrio Viel, el cual se encuentra frente al parque al otro lado de la Autopista Central, pasando de tener frente a sí, de un parque extendido, a una autopista a modo de barrera.

El barrio Viel y el Parque O'Higgins han perdido su relación directa, al no existir ningún tipo de conexión más que en sus extremos, ya sea de tipo espacial o visual, debido a la existencia de la Autopista Central entre estos. Aún así, existe una relación indirecta entre estas piezas urbanas, al tener una historia en común y al ser la única área verde cercana a este barrio.

Entre 1875 y 1930 se consolida el barrio Viel a partir de la construcción de conjuntos de vivienda colectiva por parte de distintas cajas de previsión[1]. Este sector se ubicaba frente al parque Cousiño, con el cual las viviendas tenían una relación directa (imagen 9). En la declaratoria de Zona Típica del barrio Viel se comienza describiendo el parque Cousiño para luego hablar sobre este barrio que se construye en uno de sus costados. De la misma forma menciona que "en 1960 se construye la Panamericana Sur, una de las mayores transformaciones de la ciudad y el barrio rompe su relación con el Parque Cousiño."[2] La historia en común y la cercanía con el parque (a pesar de su poca relación) ha llegado a definir el barrio Viel como barrio Parque O'Higgins por la municipalidad hasta antes de la declaratoria de Zona Típica en 2009.[3]

Actualmente el barrio Viel se compone por las manzanas ubicadas entre la Avenida Viel hasta la calle San Diego y desde Avenida Manuel Antonio Matta hacia el norte hasta la calle Ñuble hacia el sur. Las avenidas ubicadas en sus costados norte y sur contienen un alto flojo vehicular y peatonal, estando co-

1. Jeri, Suárez y Vidal, Conjunto Habitacional Matta Viel: Puesta En Valor Del Patrimonio Arquitectónico Y Vida En Comunidad.

2. Gobierno de Chile Ministerio de Educación, Decreto Con Toma De Razón Nº0207.

3. CORDESAN, Santiago Una Comuna De Barrios.

nectadas con dos estaciones del metro de Santiago y cruzando la autopista hacia el poniente. Sin embargo, dentro del barrio existen otras vías que contienen un flujo importante, destacando en sentido norte-sur las calles Viel, San Ignacio y Nataniel Cox. En sentido oriente-poniente la calle Victoria tiene un flujo importante debido a la existencia de locales comerciales y talleres, el cual se acaba hacia el extremo poniente de esta. La calle Viel ha pasado de tener un uso exclusivamente residencial a la existencia de oficinas, mientras que en el interior del barrio predomina el uso residencial a excepción de las calles señaladas (Imagen 10).

5.1 Importancia del contacto con áreas verdes:

El hecho de tener una conexión con áreas verdes a una distancia apropiada del hogar es necesario para el desarrollo íntegro de las personas. Dziekonsky plantea la importancia de éstas, afirmando que tienen un rol importante en la socialización y relaciones interpersonales, así como en la calidad ambiental de su entorno. Al respecto, afirma que "el espacio público, representado en la plaza, es indispensable como lugar para establecer relaciones entre las personas y favorecer la asociatividad, dotándolas –en ese proceso- de elementos identitarios compartidos, y construyendo su ciudadanía al reforzar su rol activo en dicha participación."[4]

Así mismo, Reyes y Figueroa evalúan la accesibilidad de áreas verdes en Santiago, afirmando que es escasa en la mayoría de la ciudad y que "se caracterizan por una desigual distribución, tanto en términos de superficie como de tamaño y accesibilidad".[5] Para llegar a esta conclusión, analizan distintos estándares de accesibilidad a áreas verdes, proponiendo finalmente que la distancia adecuada para Santiago no debe superar los 300 metros (medidos radialmente) a un área verde mayor o igual a 5000 m2.

Teniendo el Parque O'Higgins una superficie de 733.275 m2, para esta investigación se considera pertinente una distancia máxima de 780 m medidos en su recorrido, tomando el estándar propuesto por Coles y Bussey, los que afirman que a un área verde debe poder accederse en un tiempo menor a 10 ó 15 minutos de

4. Dziekonsky, "Espacios Públicos Y Calidad De Vida: Consideraciones Interdisciplinarias".

5. Reyes y Figueroa, "Distribución, Superficie Y Accesibilidad De Las Áreas Verdes En Santiago De Chile".

Imagen 10:
Plano de usos de las calles Viel y Victoria mostrando la predominancia de usos residencial y de oficinas por Viel, y de uso comercial y de talleres por Victoria.
Fuente: Elaboración propia.

Imagen 11:
Esquema en el que se muestra la accesibilidad al parque a partir de recorridos realizados hasta sus accesos en una distancia menor a 780 m.
Fuente: Elaboración propia.

caminata. En base a esto, si se analiza la distancia de recorrido desde los accesos del parque hacia el barrio Viel, se puede comprobar que cerca de la mitad de éste no cumple este estándar (imagen 11). Aún estando a una distancia relativamente cercana del parque, el hecho de que los cruces de la autopista se encuentren a 1060 metros de separación perjudica a los habitantes del barrio Viel.

5.2 Levantamiento de flujos:

Para poder mejorar la accesibilidad a este espacio público, se hace necesario analizar el cómo se utiliza el espacio, buscando a partir de esto entender su uso y las posibilidades de integración con su contexto.

El borde oriente del Parque O'Higgins tiene una baja utilización y se han generado espacios residuales, tanto en su exterior (el espacio utilizado por la Avenida Viel y la vereda de ésta) como en su interior (existiendo áreas del parque sin actividad ni espacios aprovechables para el uso cotidiano).

Se realizó un levantamiento de flujos (Anexo 1) para analizar la utilización del borde oriente del Parque O'Higgins. Se pudo comprobar que efectivamente el tránsito de personas por este espacio es bajo y por lo tanto se encuentra desaprovechado. A partir de lo mencionado en el capítulo anterior, se puede afirmar que este sector tiene una baja utilización debido a la precariedad de su espacio.

En la Imagen 12 se muestran los recorridos de peatones por distintos sectores del Parque O'Higgins y la Avenida Viel durante 10 minutos. Se tomaron tres muestras en cada sector en distintas horas de una tarde y se promedió el flujo de personas por cada recorrido observado. Hacia el parque se puede apreciar cómo en los accesos (cuadrante 1 y 3) el flujo es notoriamente mayor, mientras que en el centro (cuadrante 2) se genera un espacio con un flujo menor a tres personas durante los 10 minutos de medición en el exterior del parque, mientras que en el interior del éste se puede apreciar un flujo relativamente mayor en extremo superior izquierdo.

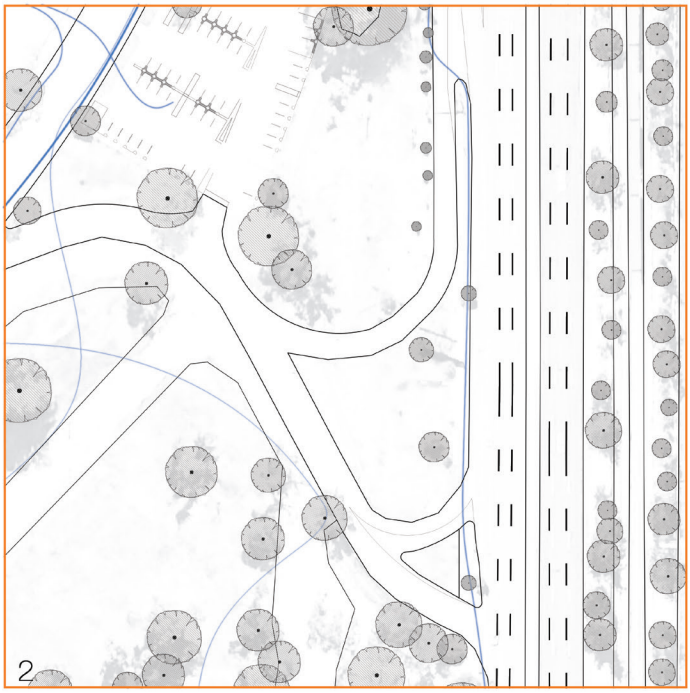
Hacia el barrio Viel se ve también un mayor flujo en la cercanía de las estaciones de metro (cuadrante 4 y 6) principalmente en los ejes oriente poniente, mientras que el flujo en la Avenida Viel es menor. En el cuadrante 5 se muestra el cruce entre la calle Victoria y la calle San Ignacio, ubicada al oriente de Avenida Viel. En éste se puede apreciar un flujo por Victoria relativamente mayor hacia el oriente, llegando hasta Viel una menor cantidad de peatones.

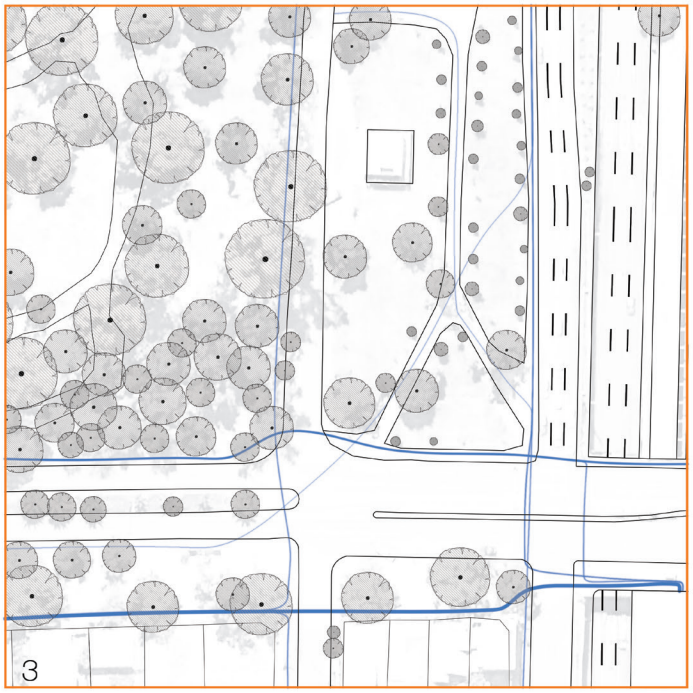
A partir de los flujos observados en los cuadrantes de estudio se extrapolan los flujos en todo el sector de estudio, obteniendo así una idea de la forma en que se utiliza este espacio. Se puede apreciar en el mapeo de flujos completo (Imagen 13) cómo los peatones evitan pasar por el exterior del parque, habiendo una mayor actividad solamente entre la estación de metro Rondizzoni y la Universidad Bernardo O'Higgins. También se puede observar la falta de flujos en los sectores interiores cercanos a la autopista, especialmente en el sector ubicado entre la Universidad y la piscina temperada.

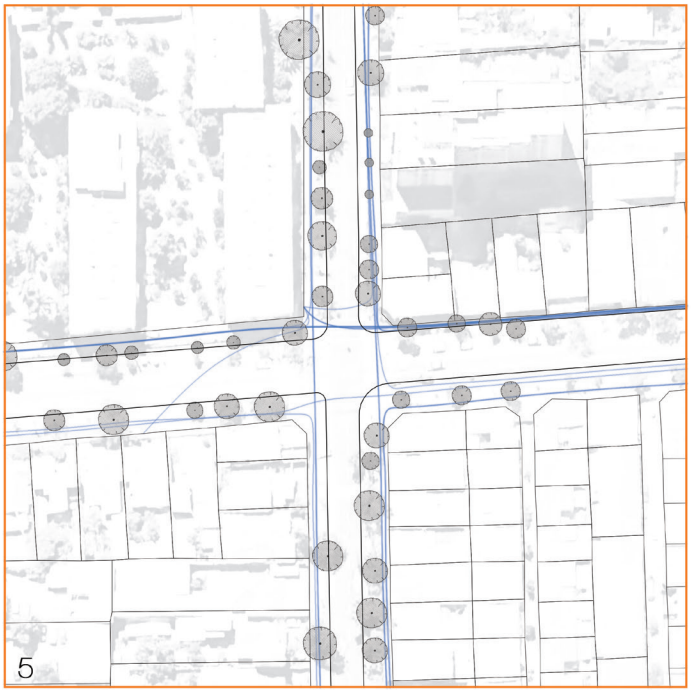
El sector central del borde oriente del Parque O'Higgins es el que cuenta con menor tránsito de personas, lo que puede deberse a la mala calidad del espacio y a la falta de un acceso y programas en este sector, así como a los altos niveles sonoros y otras externalidades que produce la autopista. Esta falta de utilización aporta a lo mencionado en el capítulo anterior, el cómo este espacio se ha transformado en un no lugar y un espacio residual.

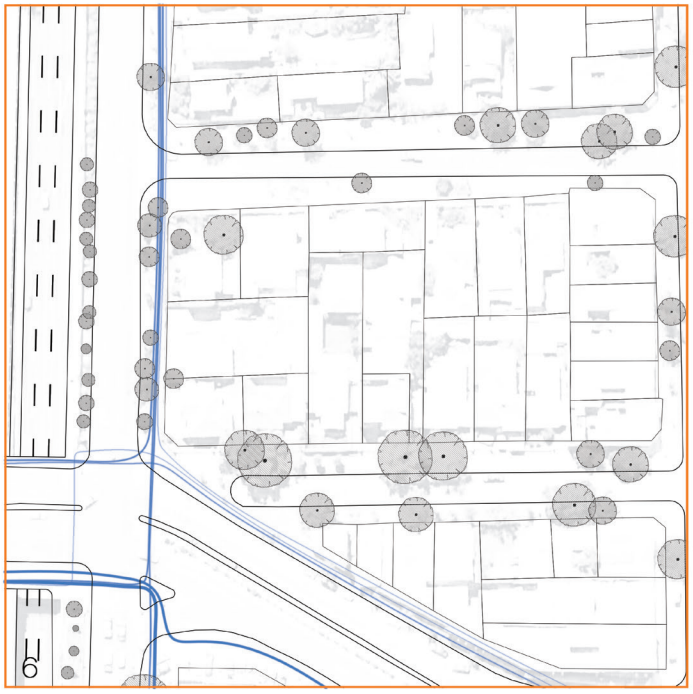
Como complemento de este levantamiento, se analiza en detalle la espacialidad de la calle Viel y su vereda junto al límite del parque, a partir de cortes emplazados en el mismo punto que los analizados en el capítulo anterior (Imagen 14). En estos se puede apreciar con mayor claridad la falta de espacio dedicado al peatón, especialmente visible en los cortes A-A' y C-C'. Se aprecia también cómo en el corte F-F' existe un mayor espesor debido al desplazamiento del cierre del Parque O'Higgins, lo que genera un espacio habitable y permite un mayor flujo de personas.

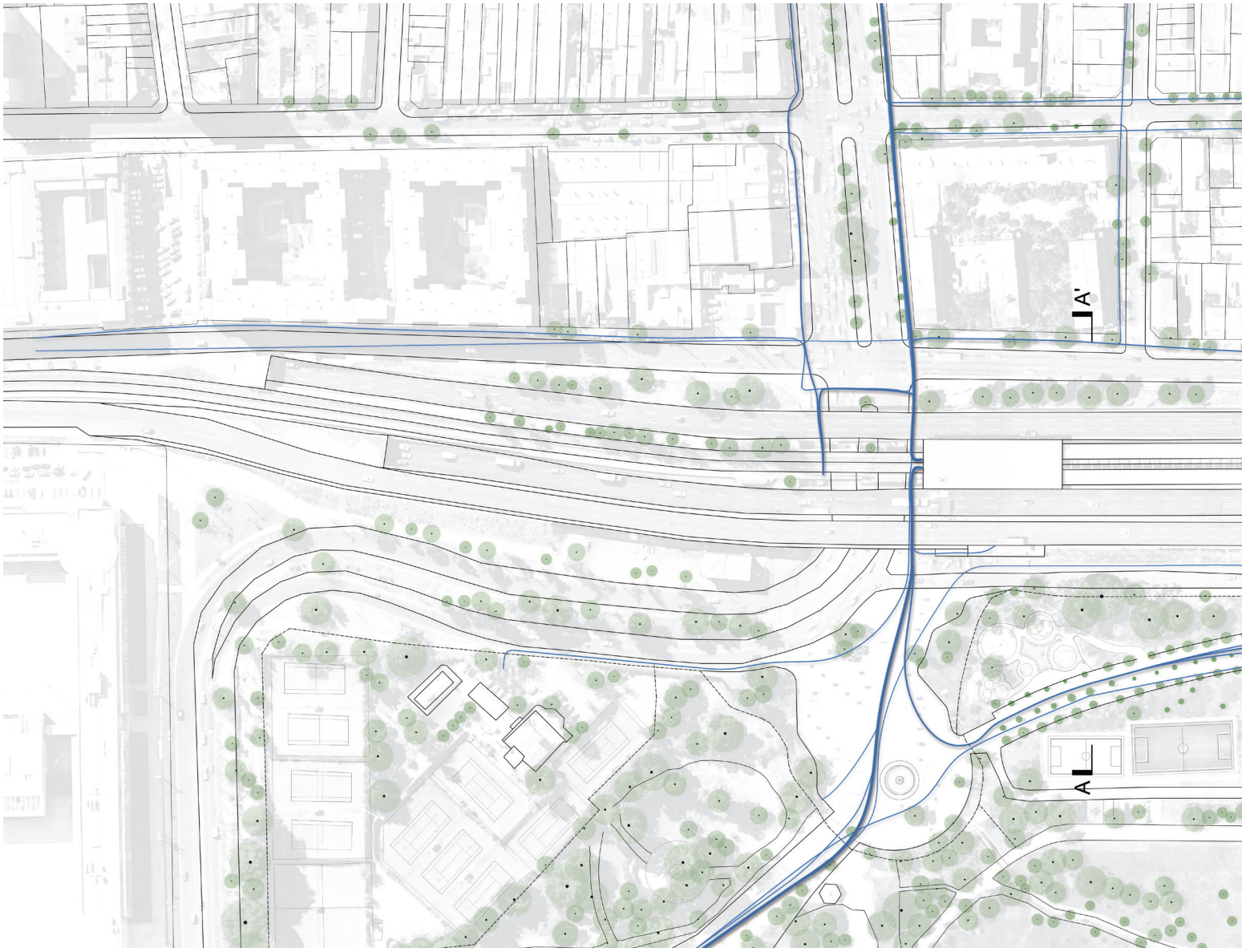
Imagen 12:
Levantamiento del flujo peatonal en el borde oriente del parque y la Avenida Viel a partir de seis cuadrantes. Se aprecia la importante diferencia que se genera en la salida de las estaciones de metro y el sector central del borde del Parque O'Higgins.
Fuente: Elaboración propia.


2


3


5


6


A'
A

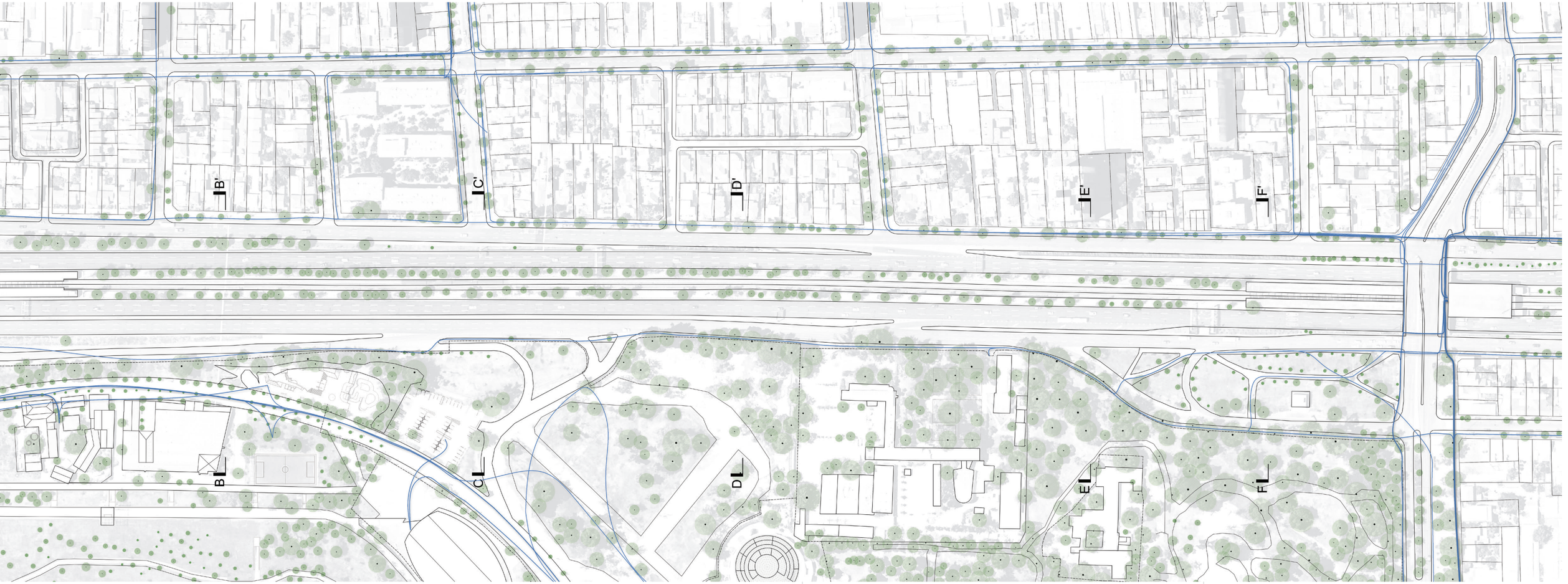
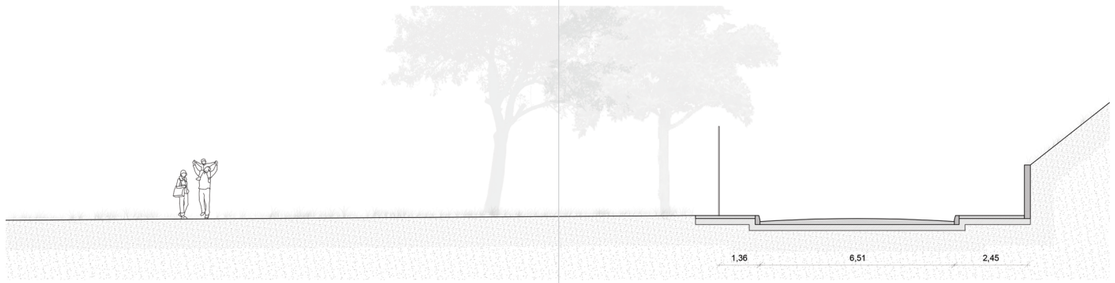
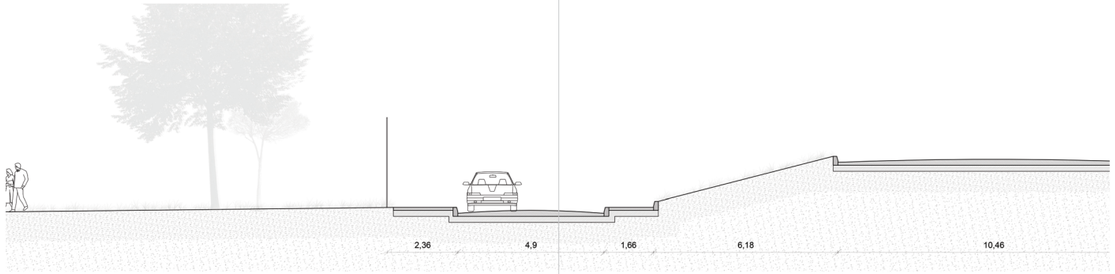


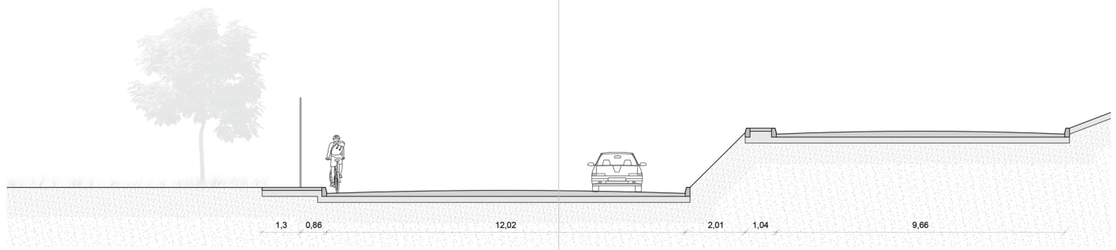
Imagen 13:
Levantamiento en planta de los flujos peatonales en el borde oriente del Parque O'Higgins.
Fuente: Elaboración propia



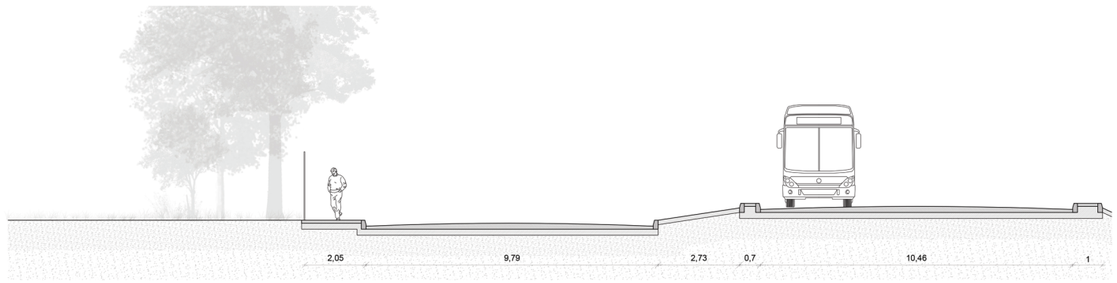
Corte A-A'



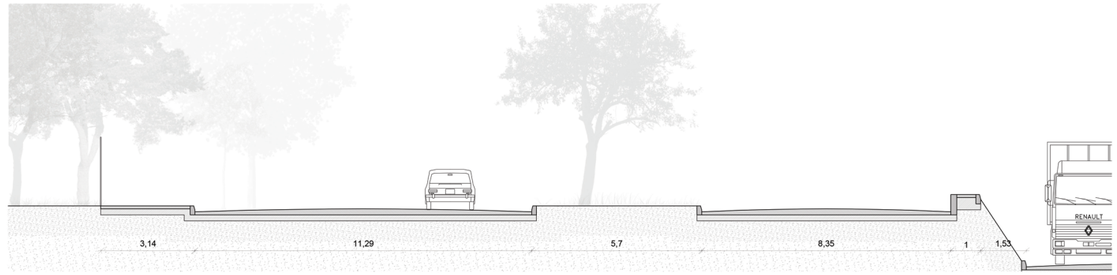
Corte B-B'



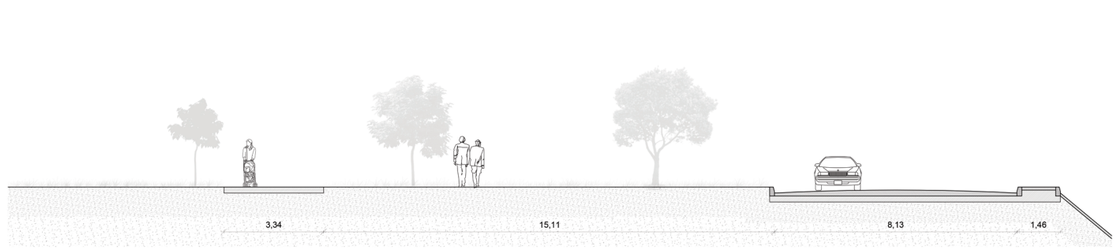
Corte C-C'



Corte D-D'



Corte E-E'



Corte F-F'

0 2 5 10 m

Imagen 14:
Levantamiento en cortes de detalles de la situación actual del borde oriente del Parque O'Higgins.
Fuente: Elaboración propia

5.3 Escala humana y cruce:

El borde oriente del Parque O'Higgins ha quedado desprovisto de un tratamiento que responda a la escala del peatón. Tal como lo plantea Jan Gehl, existe la necesidad de crear espacios de dimensión humana, dándole prioridad al peatón frente al automovilista, "espacios flexibles y atractivos para las personas, donde el confort, la protección y el disfrute estén siempre presentes, bien conectados con la energía y vitalidad de la ciudad, donde el cuidado por la escala humana se evidencia en cada detalle."[6]

La necesidad de generar espacios con dimensión humana es por lo tanto necesarios para el desarrollo de la ciudad, Borja y Muxi plantean que "optimizar la movilidad de todos los ciudadanos y la accesibilidad de cada una de les áreas de las ciudades metropolitanas es una de les condiciones para que la ciudad democrática sea real."[7] El Parque O'Higgins cuenta con una baja accesibilidad desde el oriente de la Autopista Central, siendo incluso el sector más extenso dentro de la comuna de Santiago sin una conexión entre ambos costados (Imagen 15).

Se plantea por lo tanto la necesidad de conectar el parque hacia el oriente, aumentando así la accesibilidad a éste y mejorando la calidad espacial del sector de estudio. Se propone para esta conexión por lo tanto un cruce peatonal sobre la Autopista Central en el sector frente a Calle Victoria, conectando esta vía con el parque y atrayendo su flujo peatonal. De la misma forma se propone un nuevo acceso al parque en la llegada de este nuevo cruce, mejorando así su accesibilidad y dotando al espacio de un trabajo de dimensión humana, activando el sector y aumentando sus flujos.

6. Ministerio de vivienda y urbanismo y GEHL, La Dimensión Humana En El Espacio Público.

7. Borja y Muxi, El Espacio Público: Ciudad Y Ciudadanía.

Imagen 15:
Cruces existentes de la Autopista Central. Se diferencian en negro los cruces vehiculares y en naranjo los peatonales. Se aprecia la falta de un cruce que conecte ambos costados de la autopista en el sector del Parque O'Higgins.

Fuente: Lagos, Desde la Avenida Norte Sur a la Autopista Central: Un estudio crítico del eje norte sur de la ciudad de Santiago.

Vicente José Merino Vial

6. Contaminación acústica producida por la Autopista Central

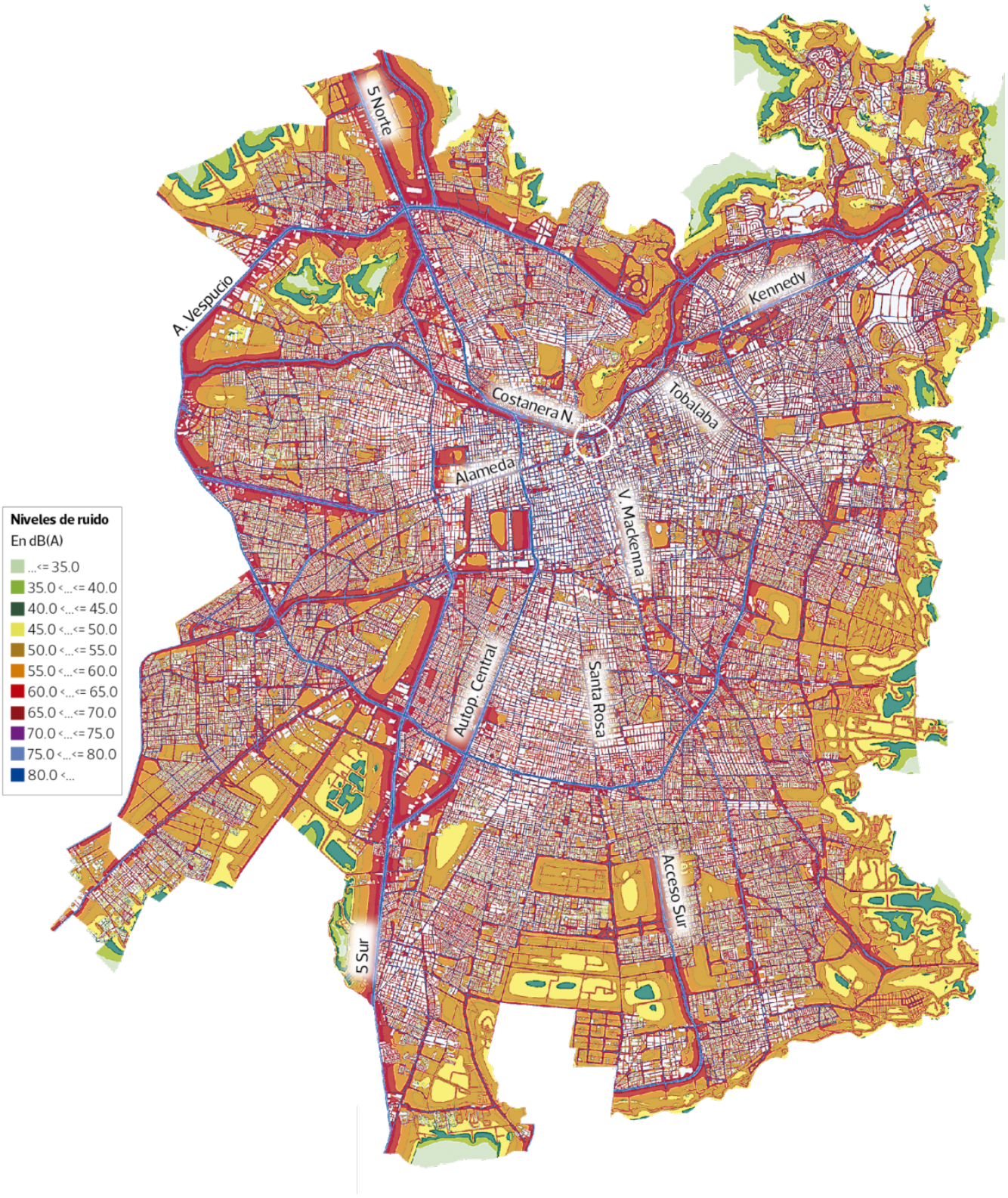


Imagen 16:
Levantamiento acústico de la ciudad de Santiago donde se muestran las grandes autopistas urbanas como fuente de contaminación acústica. Se aprecia el Parque O'Higgins con un nivel de ruido mayor a otras áreas verdes de la ciudad.
Fuente: Instituto de Acústica de Universidad Austral de Chile.

La falta de utilización del borde oriente del Parque O'Higgins se ha generado por las distintas externalidades que genera la Autopista Central en el sector. Junto a la falta de espacio y la subutilización de éste, la autopista genera un fuerte contaminante acústico en el sector, el cual muchas veces no es tomado en cuenta en el estudio y desarrollo arquitectónico.

Juhani Pallasmaa en su libro "Los ojos de la piel" plantea cómo la arquitectura se ha centrado en el sentido visual y ha perdido su interés por los otros sentidos, abogando que el ser humano percibe el entorno con todos ellos y por lo tanto el estudio y la creación del espacio debe enfocarse en éstos.[1] En el borde oriente del Parque O'Higgins se puede percibir un notorio contaminante acústico y por lo tanto al trabajar en este sector se hace necesaria la consideración del sentido auditivo como entrada para su estudio y mejoramiento.

La contaminación acústica es considerada por la OMS como la segunda causa de enfermedades por motivos medioambientales en espacios urbanos después de la polución del aire[2]. Dentro de los efectos ambientales producidos por autopistas, Maldonado incluye la existencia de altos niveles de ruido, siendo a la vez una de las externalidades negativas más notorias en el sector de estudio, por lo que se plantea éste como el problema ambiental principal a resolver.

En el estudio y mapeo de ruido realizado por la Universidad Austral y el Ministerio del Medio Ambiente (imagen 16) se muestra la Autopista Central como una de las vías con mayor contaminación acústica de Santiago. En el sector de estudio, los niveles de ruido llegan a superar los 80 dB, teniendo un impacto acústico sobre el Parque O'Higgins y el barrio Viel superior a los 70 dB.

1. Pallasmaa, Los Ojos De La Piel, La Arquitectura Y Los Sentidos.
2. "La OMS Alerta De Las Enfermedades Ligadas Al Ruido En Las Ciudades."

6.1 Fenómeno del sonido:

Para poder entender la contaminación acústica es necesario entender qué es y cómo se comporta el sonido. El sonido es una vibración de un medio elástico capaz de producir una sensación sonora, por lo que tiene una dimensión objetiva, la cual puede ser medida y cuantificada a partir de sus magnitudes físicas, y una dimensión subjetiva, entendida como la sensación que produce la vibración en el receptor.

El ruido es entendido como un sonido que resulta molesto o desagradable, generando malestar en quien lo escucha. Objetivamente, el ruido es la combinación de sonidos de distintas frecuencias e irregulares.

La acústica es el estudio del sonido, tanto en su aspecto cualitativo como cuantitativo. Esta es empleada en la arquitectura principalmente para poder mejorar la percepción del sonido en interiores, pero también se emplea en exteriores para el control del ruido urbano, buscando generar espacios sin contaminación acústica donde, sin un tratamiento, existe.

El sonido a través del aire se comporta de distintas maneras, dependiendo de sus factores físicos:

- La amplitud representa la distancia que se desplazan las partículas por causa de la vibración producida.
- La frecuencia representa el número de veces que una partícula pasa por un mismo punto.
- El periodo representa el tiempo que demora una partícula en realizar su recorrido (inverso de la frecuencia).
- La longitud de onda representa la distancia que existe entre dos moléculas que vibran en simultáneo.
- Estos son los principales factores que determinan el comportamiento del sonido, generando que éste tenga variaciones de tono, timbre, volumen, etc.

Es importante mencionar que la unidad de medida para la amplitud de una onda acústica (principal factor a la hora de medir el ruido) es el decibel, unidad que permite cuantificar la intensidad o presión sonora que tiene un sonido. [3]

Para poder operar con elementos construidos en la reducción de la contaminación acústica hay que entender los efectos que éstos producen en las ondas sonoras:

- La reflexión del sonido, al chocar contra un obstáculo esta onda es redirigida con un ángulo igual al incidente.
- La absorción, la cual depende del material del objeto con el que se enfrenta la onda.
- La transmisión, parte de la onda que consigue pasar a través del obstáculo.
- La difracción, parte de la onda que pasa por los bordes del obstáculo, dependiendo del tamaño de éste y de la longitud de onda.

6.2 Acústica de la Autopista Central:

La propagación del sonido en exteriores se ve influenciada por distintos aspectos climáticos y del entorno urbano, Llinares, Llopis y Sancho consideran los siguientes factores:

- La divergencia de las ondas sonoras, entendiendo que a mayor distancia es menor su influencia, dependiendo de la fuente. En una fuente

3. de Coz Juéz. Sonometría Y Contaminación Acústica.

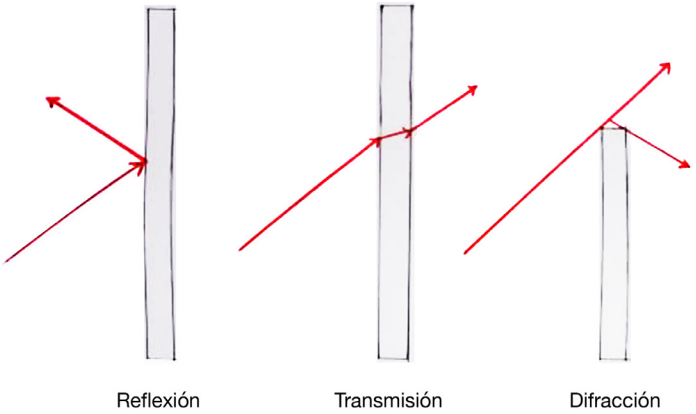


Imagen 17:
Esquema mostrando el comportamiento del sonido frente a una pantalla.
Fuente: Elaboración propia

lineal, como la autopista estudiada el nivel decrece 3 dB al doblarse la distancia.

- La absorción atmosférica, la cual depende de la frecuencia del sonido, la humedad relativa del aire y la temperatura del ambiente.
- La acción del viento y la temperatura, influyendo en la velocidad y dirección de las ondas sonoras.
- La atenuación causada por obstáculos naturales, considerando el terreno, el cual refleja las ondas sonoras en menor o mayor medida dependiendo de su forma y materialidad, y los elementos vegetales, formando pantallas vegetales con una influencia menor dependiendo de su tipología.
- La atenuación causada por obstáculos artificiales, estudiando pantallas acústicas y la influencia de las edificaciones, así como su materialidad (Imagen 17).

Con respecto a la contaminación acústica en espacios urbanos, los mismos autores afirman que "la protección de los mismos (espacios urbanos) frente al ruido ambiental es, pues, más compleja; complejidad que se ve agravada por la multiplicidad, movilidad y diversidad de las fuentes de ruido." [4]

En el sector de estudio se puede apreciar la influencia acústica de la Autopista Central, la cual se mezcla con los sonidos propios del parque y de las actividades que se desarrollan dentro de éste. Sin embargo, la existencia de este contaminante condiciona su uso, generando espacios en el interior del parque con altos niveles de ruido y una actividad baja, como es el sector ubicado entre la Universidad Bernardo O'Higgins y la piscina temperada.

6.3 Implicancias de la contaminación acústica:

La contaminación acústica produce distintos efectos en la salud de las personas, afectando el sentido del equilibrio, la irrigación sanguínea de la piel y la presión arterial entre otras[5]. Una fuente de ruido superior a 80 dB logra ser peligroso para

4. Llinares, Llopis y Sancho, Acústica Arquitectónica Y Urbanística.

5. García, La Contaminación Acústica.

el oído. Diferentes autores mencionan al automóvil como una de las principales fuentes de ruido en la ciudad, tomando en cuenta su ubicación en prácticamente toda el área urbana. Maldonado a su vez menciona que las autopistas producen un alto nivel de contaminación acústica, siendo continuo, lo que genera un impacto aún mayor.

Grau respecto a este efecto afirma lo siguiente: “El ruido debe ser considerado como uno de los peores contaminantes que el hombre recibe en estos tiempos en que la tecnosfera remplaza poco a poco a la biósfera natural. Reconozcamos desde ahora que el ruido es un contaminante único. No es persistente cuando cesa su producción, no es acumulativo y no puede ser transportado a grandes distancias; sin embargo, igual que los otros contaminantes produce malestar y daño a los seres humanos, tal como ocurre con muchos subproductos de la tecnología.” [6]

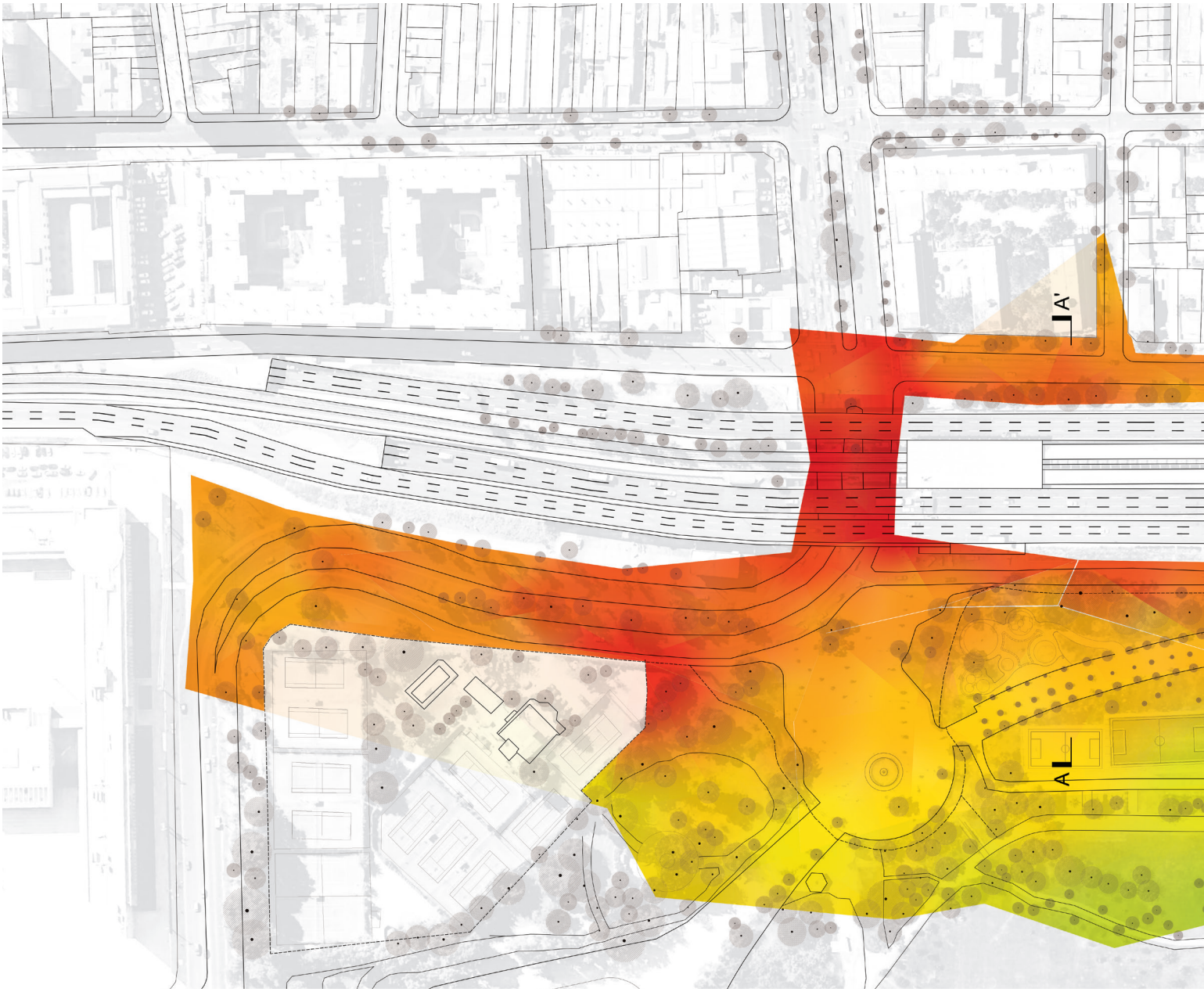
6.4 Levantamiento acústico:

A partir del estudio teórico del comportamiento acústico en el espacio de estudio se hace necesario una medición en terreno de los niveles de ruido existentes. Este levantamiento se realizó con un sonómetro Voltcraft multifuncional 4 en 1. Éste mide sonido ambiental en escala de dB (A) entre 35 y 100 dB.

Para realizar el levantamiento se midió durante un minuto en cada punto señalado en el plano. Se realizaron tres tomas de diez segundos en éstos y se obtuvo el mayor nivel de presión sonora por cada una. A partir de esto se obtuvo el promedio de cada punto y éste fue graficado con un color en base a la escala señalada (Anexo 2). Posteriormente se graficaron en planta y en corte los niveles de ruido a partir del registro de cada punto.

Se puede observar en la planta (Imagen 18) que los niveles de sonido en la autopista superan los 80 dB llegando incluso a niveles cercanos a 90 dB. Los puntos más críticos son los ubicados en el centro del parque, en el espacio mencionado

6. Grau, Contaminación Del Aire Y Ruido: Análisis Y Soluciones De La Contaminación Atmosférica, Acústica Y Radiactiva.


A'
A

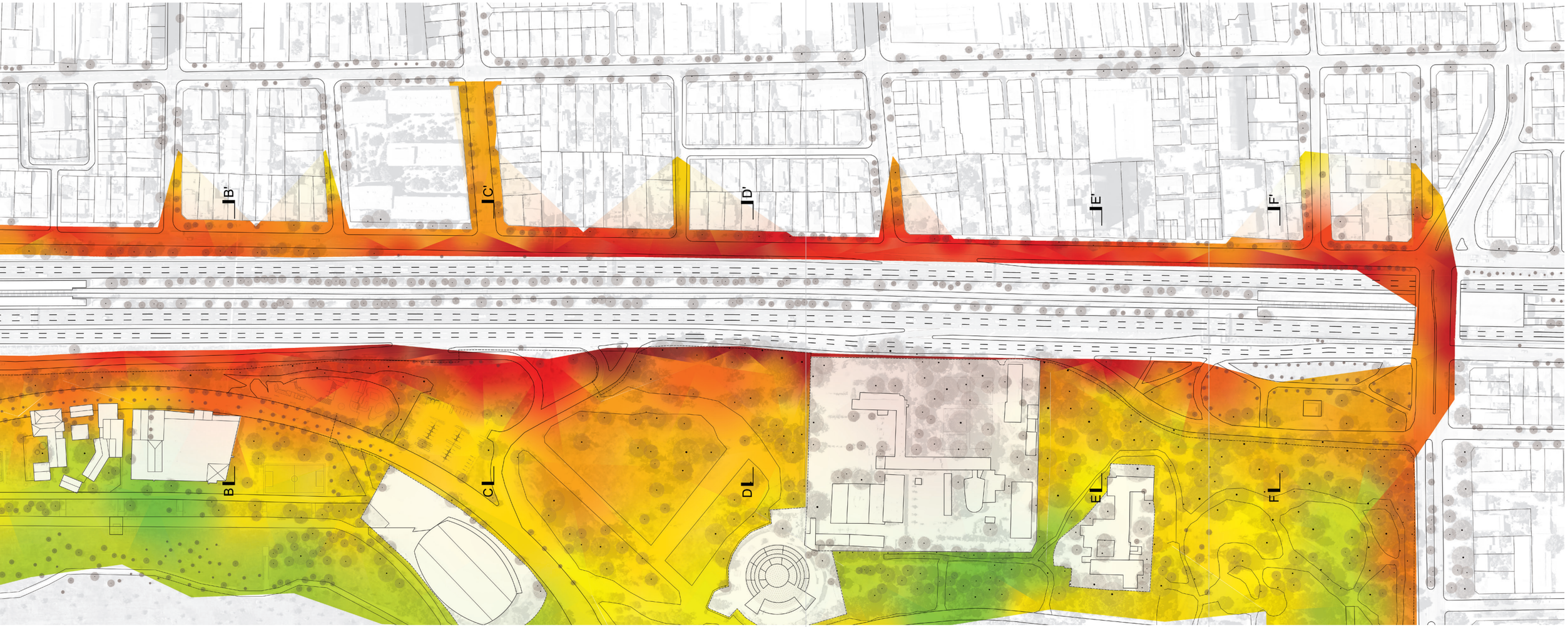
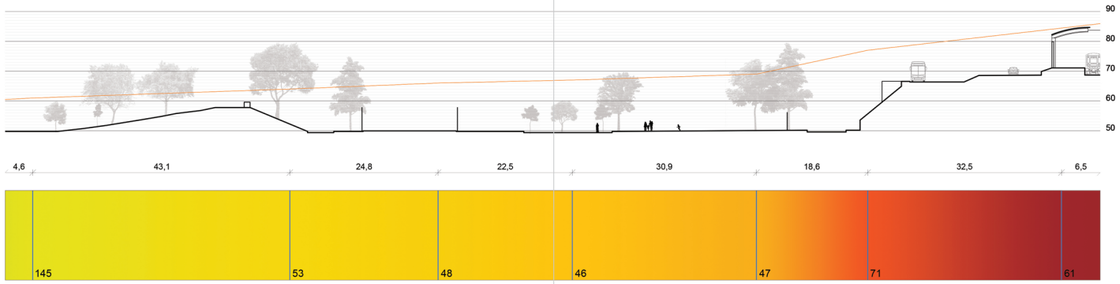
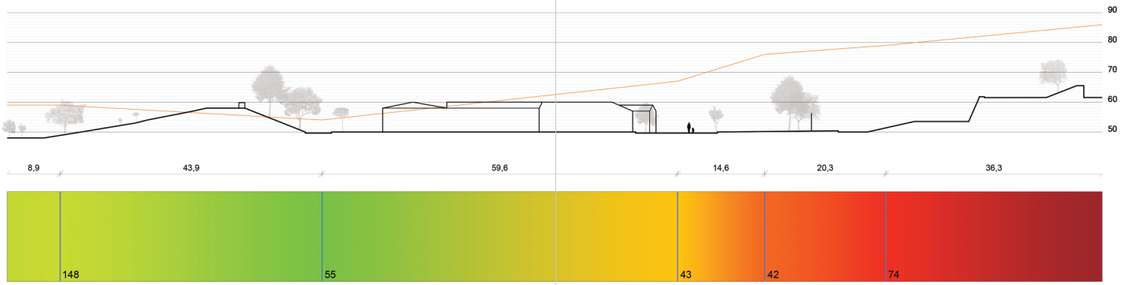


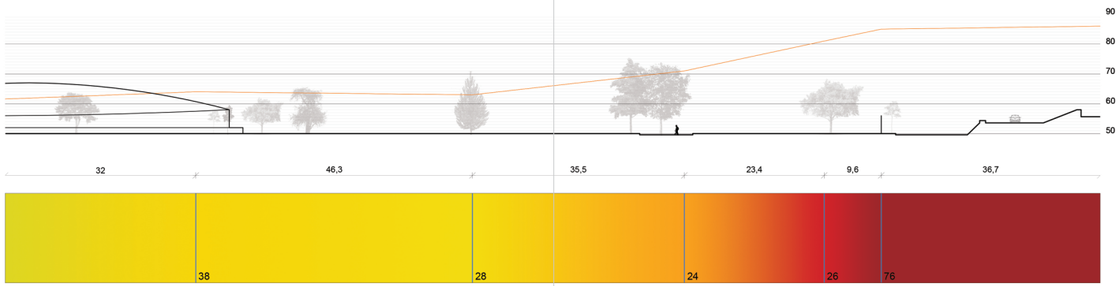
Imagen 18:
Levantamiento en planta del sonido registrado en el borde oriente del Parque O'Higgins.
Fuente: Elaboración propia



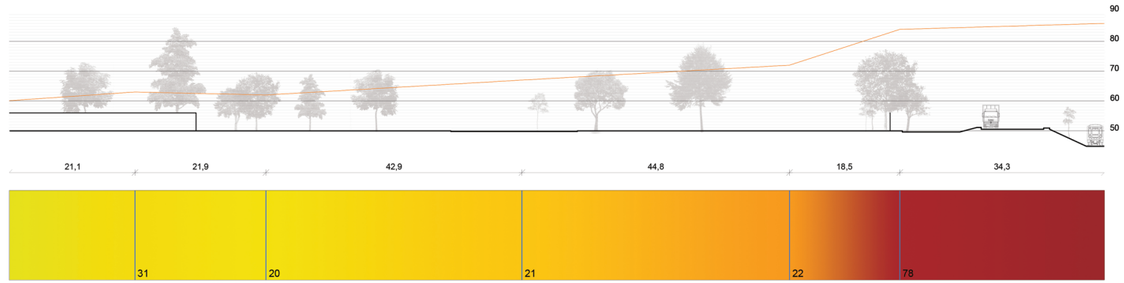
Corte A-A'



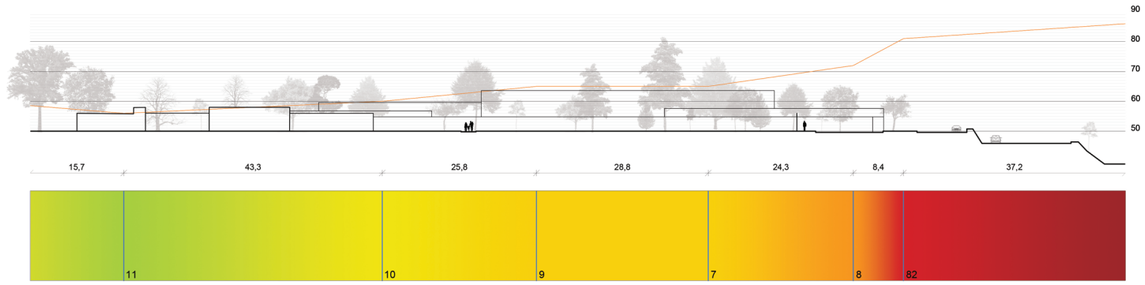
Corte B-B'



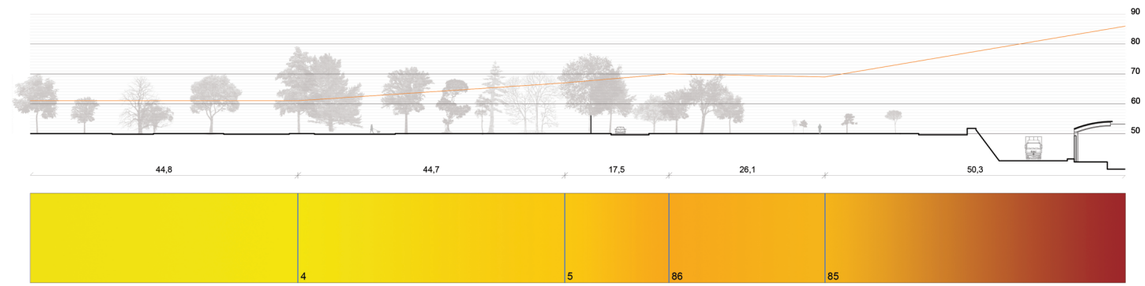
Corte C-C'



Corte D-D'



Corte E-E'



Corte F-F'

Imagen 19:
Levantamiento en cortes del sonido registrado en el borde oriente del Parque O'Higgins.
Fuente: Elaboración propia

anteriormente como uno afectado por la contaminación acústica de la Autopista Central, ubicado entre la Universidad Bernardo O'Higgins y la piscina temperada. En este sector se pueden apreciar los altos niveles de ruido incluso en puntos alejados de la autopista. De la misma forma se puede apreciar cómo en los espacios más alejados del borde y protegidos por elementos construidos el nivel de ruido es menor.

En corte (Imagen 19) se muestra cómo los sectores con mayores niveles de ruido son los representados en los cortes C-C' y D-D', siendo estos donde la Autopista Central se encuentra al mismo nivel que el Parque O'Higgins y donde existe un menor flujo según el levantamiento anterior. De la misma forma, en los cortes B-B' y E-E' se muestra cómo la existencia de edificaciones generan un apantallamiento frente al ruido, por lo que los sectores protegidos tienen un nivel sonoro notoriamente menor.

A partir de este análisis se plantea la creación de elementos que apoyen a la mitigación acústica, generando en el espacio creado, al desplazar el cerramiento del parque, distintos elementos construidos que aporten al apantallamiento frente al ruido y a la difusión de éste.

7. Estrategias de mitigación acústica

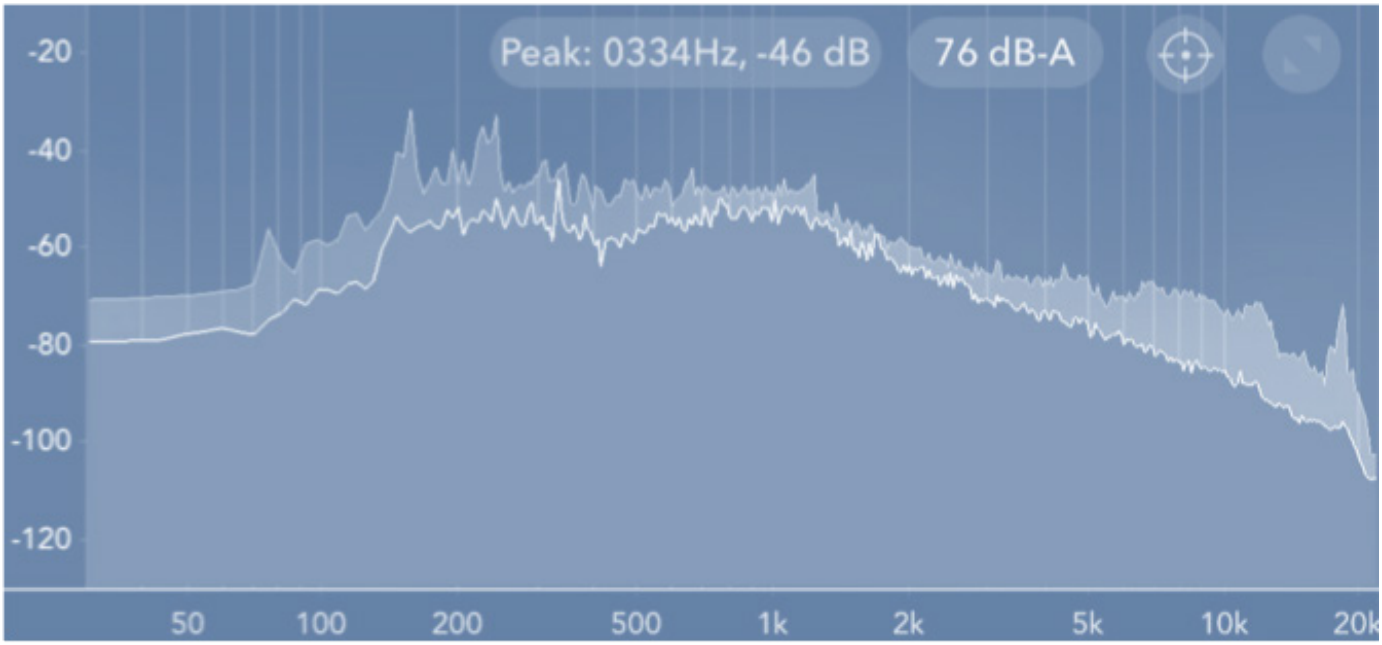


Imagen 20:
Gráfico de frecuencia en el que se puede apreciar que las frecuencias predominantes varían entre los 100 y 1000 Hz. Se trata de ondas de frecuencia media.
Fuente: Medición tomada con Spectrum HD Elena Polyanskaya

El trabajo de acústica en la arquitectura se ha desarrollado ampliamente en temas de acondicionamiento de interiores, utilizando distintas estrategias de aislación, absorción y difusión para cada uso en particular. Frente a la contaminación acústica producida por fuentes externas (autopistas, industrias) se puede encontrar distintos casos de edificios con protecciones acústicas, pero son contados los casos de espacios exteriores que reciben un tratamiento acústico.

Las distintas estrategias de acústica en la arquitectura responden a factores variados, destacando principalmente:

- El objetivo del tratamiento acústico, diferenciando si se busca acondicionar un interior o aislar de un ruido o sonido exterior.
- La frecuencia del sonido, diferenciando los tipos y tamaños de elementos en base a la longitud de onda de cada sonido.
- El tipo de fuente sonora, (especialmente en la protección de ruido) diferenciando entre sonido aéreo, de impacto o vibraciones.

El oído humano es capaz de percibir ciertas frecuencias de sonido, las cuales se encuentran entre 20 y 20000 Hz. La frecuencia de cada sonido depende de su longitud de onda y se puede separar en sonidos graves (20 a 250 Hz), medios (250 a 5000 Hz) y agudos (5000 a 20000 Hz).

La longitud de onda de un sonido representa el tamaño de la onda, lo que implica su capacidad de superar obstáculos o de atravesar aberturas. Es por esto que para el manejo de distintos sonidos existen distintas estrategias de mitigación. Sin embargo, los sonidos a los que estamos expuestos son sonidos complejos, lo que significa que contienen distintas frecuencias de onda. Éstas pueden ser analizadas a través de un espectro de frecuencia, el cual permite la identificación de los niveles de cada frecuencia de un sonido percibido. Se puede apreciar en el espectro de frecuencia tomado sobre una de las pasarelas de la Autopista Central (Imagen 20) que las frecuencias predominantes fluctúan entre los 100 y los 1000 Hz, por lo que se tratan de ondas de frecuencia media.

7.1 Estudio de soluciones acústicas

Es necesario diferenciar las estrategias de manejo de la acústica, entendiendo que cada una se utiliza para distintas situaciones y se trabaja de manera distinta:

- Aislación: ésta se utiliza para aislar un espacio de un ruido o sonido indeseado proveniente de otro espacio o recinto, utilizando materiales de masa que impiden el paso de las ondas sonoras a través de éste.
- Absorción: Se utiliza para acondicionar espacios y manejar las ondas que provienen de una fuente ubicada en el mismo espacio que el receptor. Su uso principal es para el acondicionamiento de espacios interiores, pero se utilizan también para disminuir la cantidad de ruido presente en el espacio. Para esto se utilizan materiales porosos con la capacidad de absorber las ondas sonoras.
- Difusión: esta estrategia busca dispersar las ondas para disminuir su potencia y la reverberación de las ondas sonoras

Para el caso de estudio y el proyecto propuesto, al tratarse de espacios exteriores e intermedios, se debe manejar la acústica en todas estas formas, aislando los distintos espacios creados a partir de elementos de masa que impidan la propagación de las ondas acústicas, absorbiendo las ondas que se propagan en estos espacios a partir de elementos porosos y difundiendo el sonido para disminuir su intensidad. Se plantea sin embargo como tema central de estudio la aislación acústica, siendo la forma más efectiva de reducir el ruido directo que produce la Autopista Central.

La aislación acústica se trabaja a partir de el uso de elementos que impidan el paso de las ondas sonoras, siendo más eficientes elementos con una mayor masa. En espacios exteriores, la aislación se produce con pantallas, las cuales pueden ser elementos naturales o artificiales que impidan el paso directo de la onda sonora.

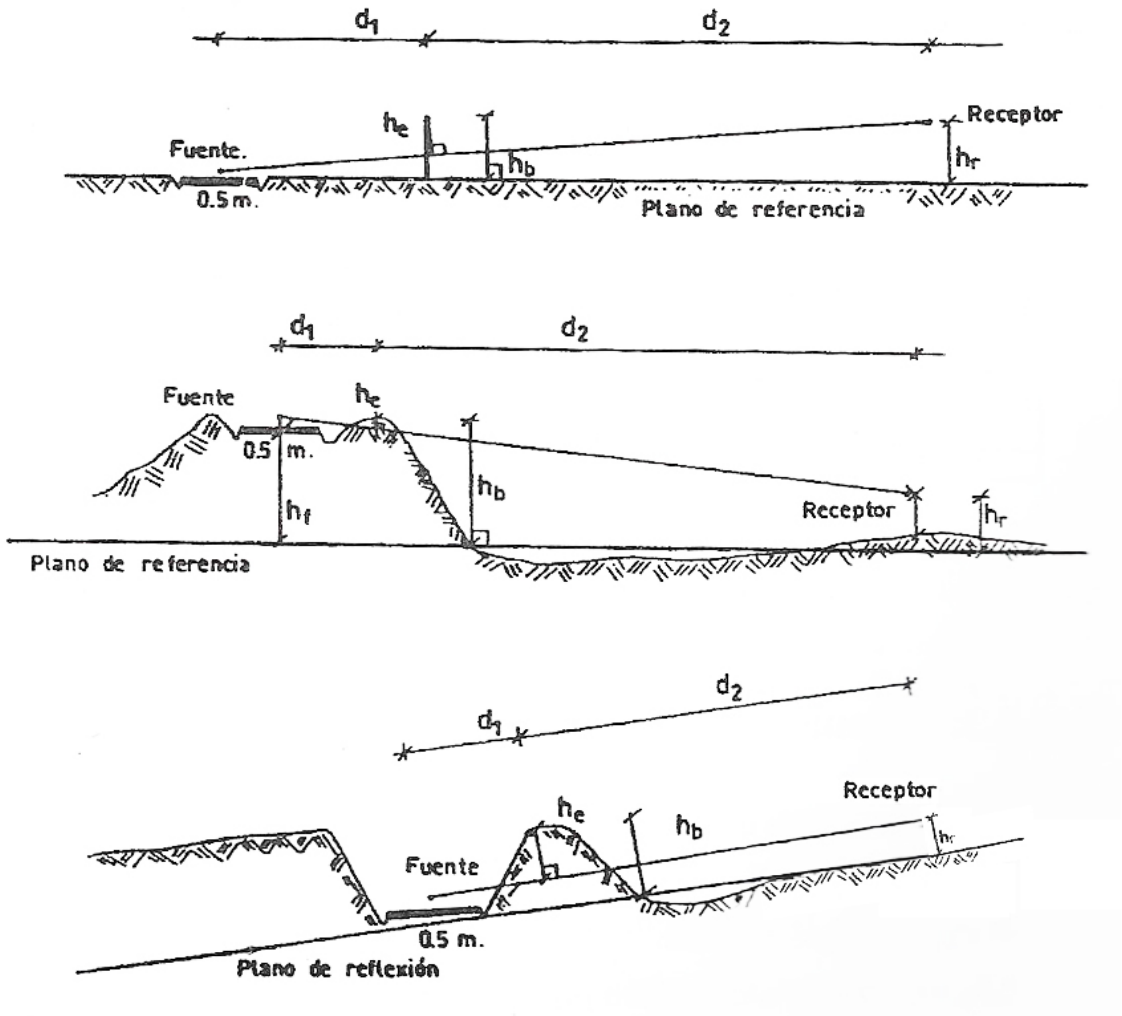


Imagen 21:
Esquemas en corte de la utilización de pantallas y las dimensiones necesarias para el cálculo de su efectividad.
Fuente: Llinares, Llopis y Sancho, Acústica Arquitectónica Y Urbanística

Las pantallas acústicas funcionan reduciendo el sonido directo, siendo efectivas frente a sonidos de altas y medias frecuencias pero menos eficientes frente a sonidos de bajas frecuencias debido a la difracción de estas ondas. Existen distintos tipos de pantallas, destacando las pantallas prefabricadas, las edificaciones y las pantallas generadas por el terreno[1]. Se puede calcular la efectividad de una pantalla a partir de su distancia con el emisor y el receptor, su altura, su ancho y considerando variables como su materialidad, y forma[2] (Imagen 21).

7.2 Cálculo de atenuación por pantallas

Para poder reducir la contaminación acústica en el Parque O'Higgins, se plantean una serie de pantallas en el borde del parque. La intención de éstas es reducir la contaminación acústica existente en el parque, sin comprometer la visibilidad que existe desde la Autopista Central hacia el Parque O'Higgins, ya que se busca recuperar su relación y no separarlos.

Como primera medida para el dimensionamiento de las pantallas, se analizan las muestras de sonido tomadas y se grafican según su nivel de presión sonora. Luego, se proponen pantallas con distintas alturas en base a estos puntos, generando una mayor protección en aquellos lugares con mayores niveles de ruido (Imagen 22).

A partir de esto se grafican las pantallas en corte y se calculan a en base a las formulas propuestas por Llinares, Llopis y Sancho (Anexo 3). Este cálculo permite obtener la atenuación sonora que genera una pantalla para un receptor, a partir de las posiciones y alturas del receptor, la pantalla y la fuente.

Cabe mencionar que al existir múltiples fuentes, pantallas y receptores, el cálculo se complejiza y el resultado se obtiene a partir de la superposición de cada uno de los cálculos particulares. A partir de las secciones estudiadas se evalúa la

1. Alegre y Domínguez, "MATERIALES PARA PANTALLAS ANTI-RUIDO Soluciones Tipo Más Usuales."
2. Llinares, Llopis y Sancho, Acústica Arquitectónica Y Urbanística.

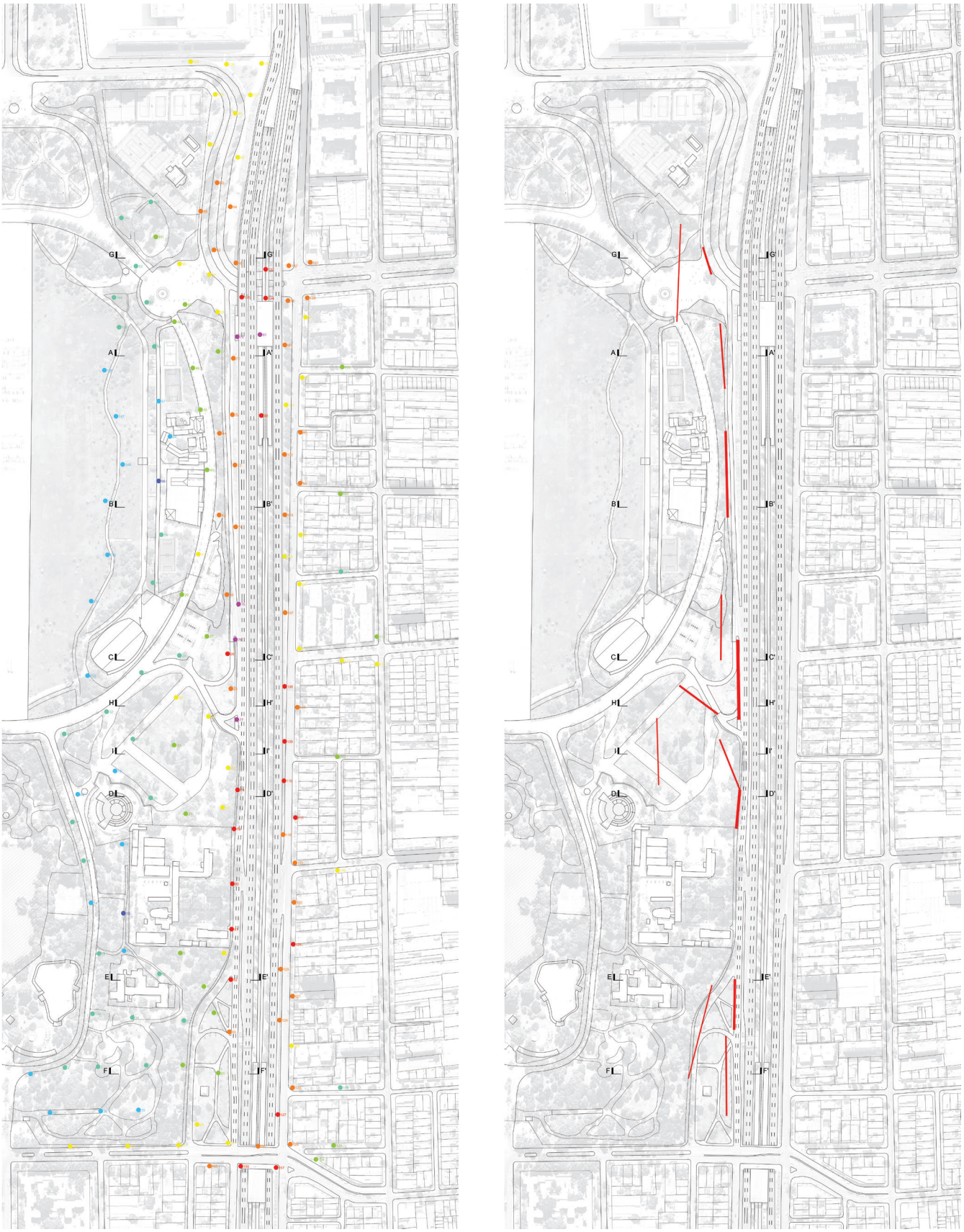
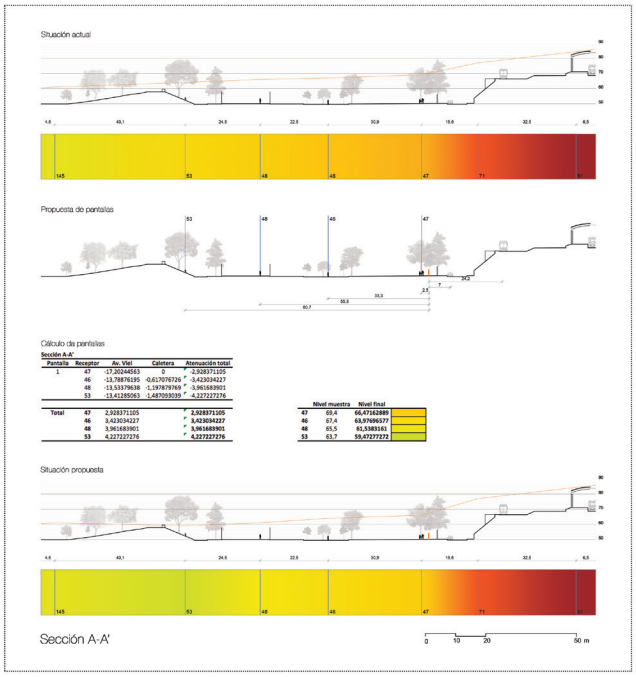
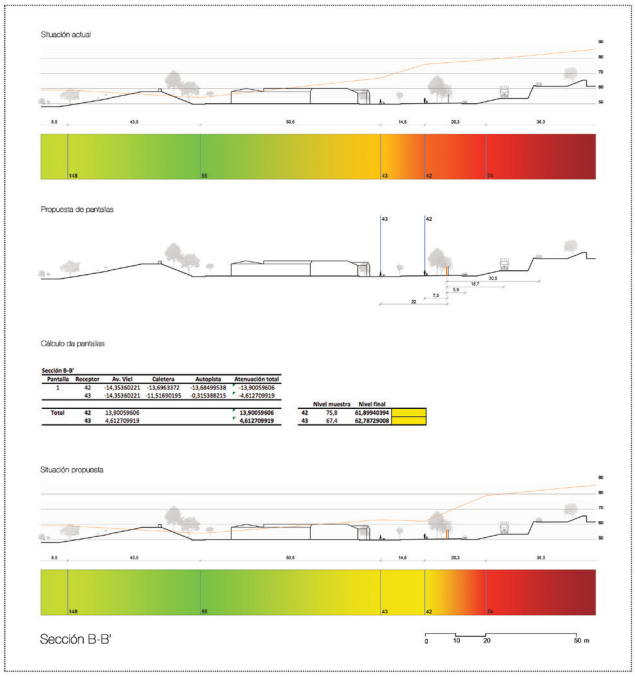


Imagen 22:
Planta del borde oriente del Parque O'Higgins mostrando los puntos de registro acústico y las pantallas propuestas en base a los niveles obtenidos en cada uno de estos.
Fuente: Elaboración propia





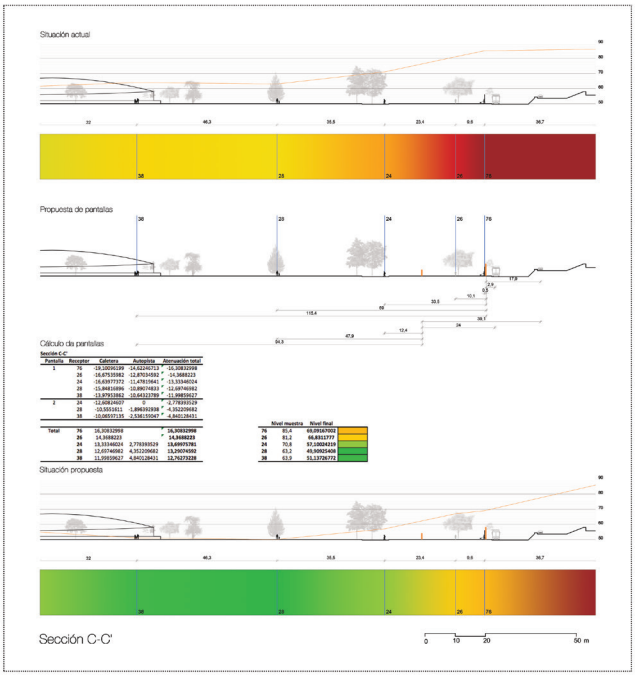
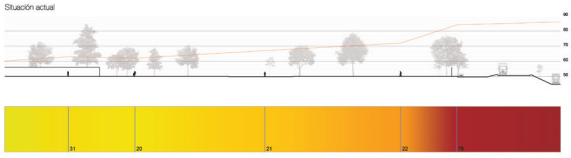
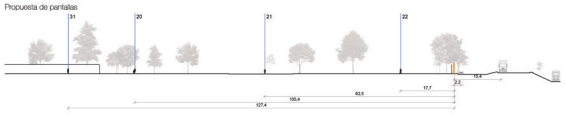


Imagen 23:
Fichas realizadas para cada una de las secciones estudiadas en las que se muestra el nivel sonoro existente, el dimensionamiento de las distintas pantallas, el cálculo de éstas y por último, el resultado del nivel sonoro.
Fuente: Elaboración propia

Situación actual



Propuesta de pantallas



Cálculo de pantallas

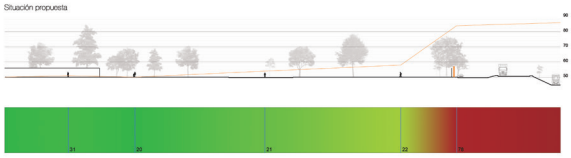
Sección D-D'

Pantalla	Receptor	Av. Viel	Autopista	Atenuación total
1	22	-17,66600033	-11,90203168	-13,89067772
	21	-16,22293263	-11,30430776	-13,101607
	20	-14,28969287	-11,05473373	-12,37772372
	31	-13,62033886	-10,9894294	-12,10863509

	Pantalla1		Pantalla2	
Total	22	13,89067772		**13,89067772**
	21	13,101607		**13,101607**
	20	12,37772372		**12,37772372**
	31	12,10863509		**12,10863509**

	Nivel muestra	Nivel final
22	71,6	**57,70932228**
21	66,9	**53,798393**
20	62,1	**49,73237428**
31	63,2	**51,09136491**

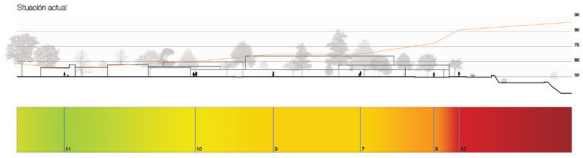
Situación propuesta



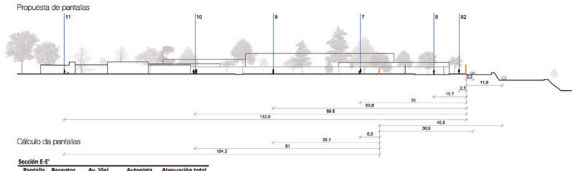
Sección D-D'

0 10 20 50 m

Situación actual



Propuesta de pantallas



Cálculo de pantallas

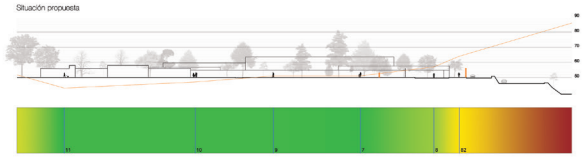
Sección E-E'

Pantalla	Receptor	Av. Viel	Autopista	Atenuación total
1	82	-17,66600033	-17,50385509	-17,58416849
	8	-17,66600033	-12,72735396	-14,52952374
	7	-17,62749392	-12,3376313	-14,22251596
	9	-16,14485204	-11,94792065	-13,55793312
	10	-14,87760158	-11,80224465	-13,07321081
	11	-13,47376607	-11,68096624	-12,48550191
2	7	0	0	0
	9	-1,116592831	-10,11118524	-3,611393055
	10	-1,763191663	-9,453187715	-4,090831281
	13	-2,167181723	-9,026429115	-4,363653172

	Pantalla1		Pantalla2	
Total	82	17,58416849		**17,58416849**
	8	14,52952374		**14,52952374**
	7	14,22251596	0	**14,33874612**
	9	13,55793312	3,611393055	**13,87674725**
	10	13,07321081	4,090831281	**13,59015403**
	13	12,48550191	4,363653172	**13,10795299**

	Nivel muestra	Nivel final
82	81,1	**63,51583151**
8	71,9	**57,37047626**
7	65,1	**50,71625388**
9	65,1	**51,12355275**
10	60,3	**46,70984597**
11	56,4	**43,29204701**

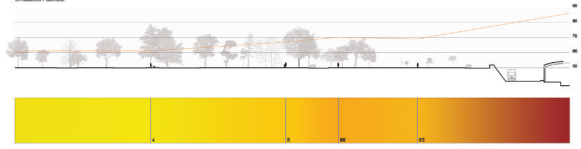
Situación propuesta



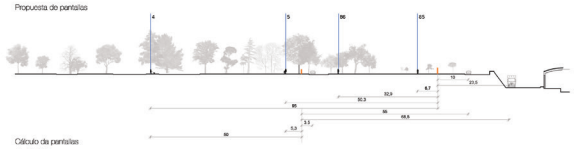
Sección E-E'

0 10 20 50 m

Situación actual



Propuesta de pantallas



Cálculo de pantallas

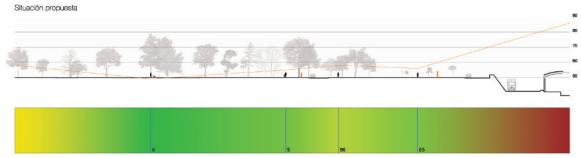
Sección F-F'

Pantalla	Receptor	Fábrica	Av. Viel	Autopista	Atenuación total
1	85		-13,97911981	-13,97911981	-13,97911981
	86		-12,8207362	-10,99653116	-11,81323741
	5		-12,5421271	-10,55024867	-11,43297886
	4		-12,27727923	-10,1067438	-11,0577998
2	5	0	0	0	0
	4	0	-2,405210868	-9,047566531	-2,468587797

	Pantalla1		Pantalla2	
Total	85	13,97911981		**13,97911981**
	86	11,81323741		**11,81323741**
	5	11,43297886	0	**11,73450361**
	4	11,0577998	2,468587797	**11,62067902**

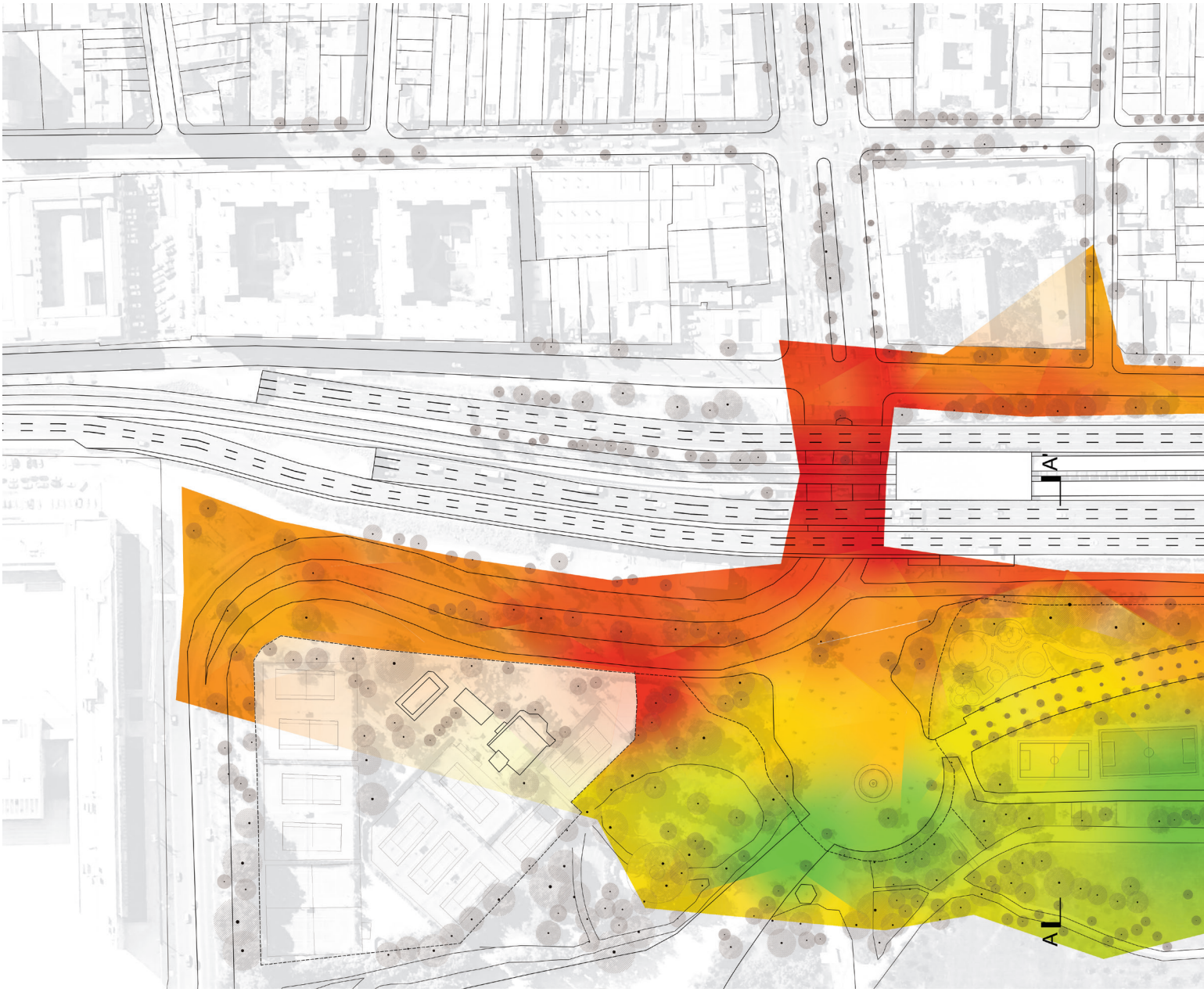
	Nivel muestra	Nivel final
85	69,8	**55,82088019**
86	70,3	**58,48676259**
5	66,6	**54,86549639**
4	60,8	**49,17932098**

Situación propuesta



Sección F-F'

0 10 20 50 m


A
A'

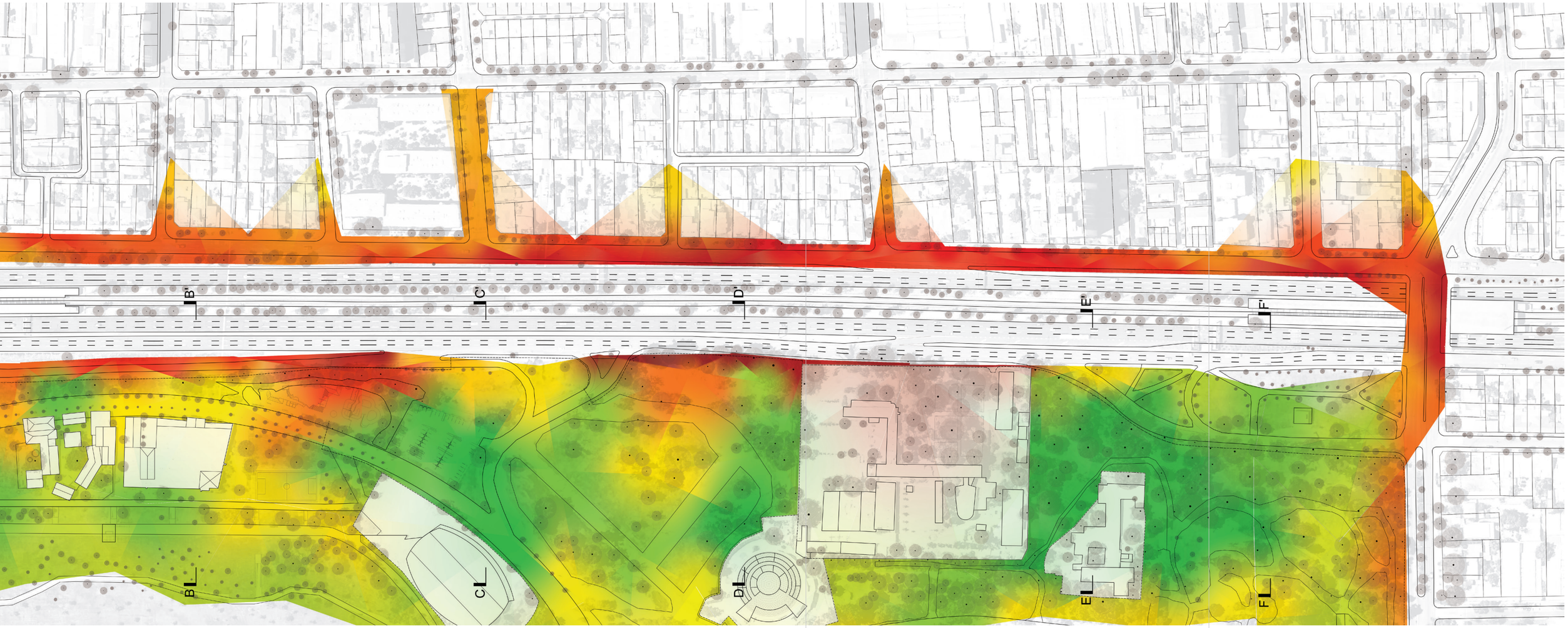
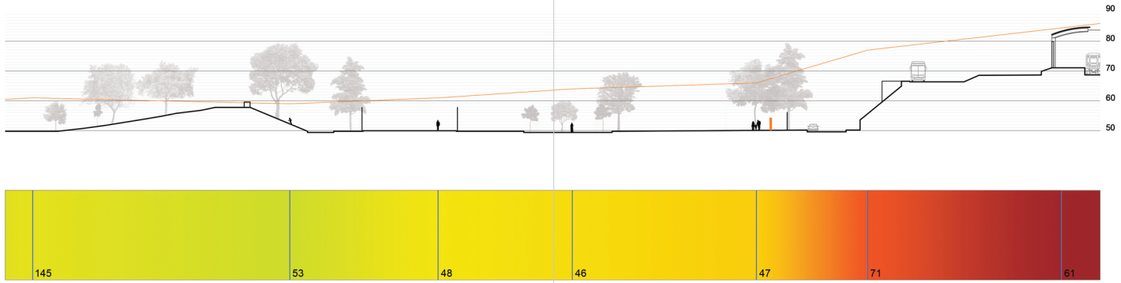
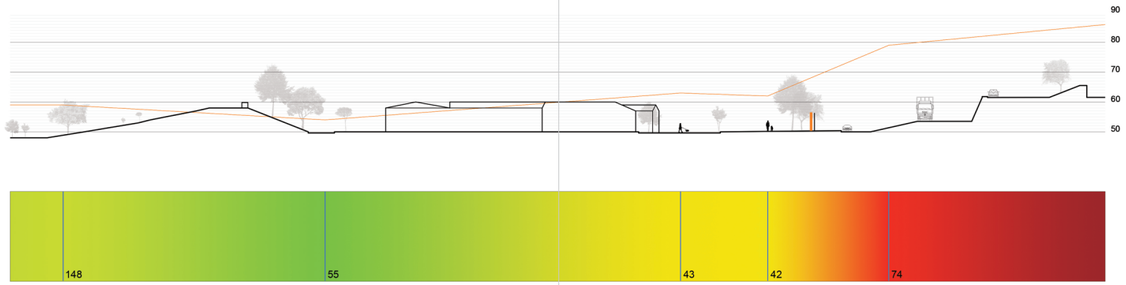


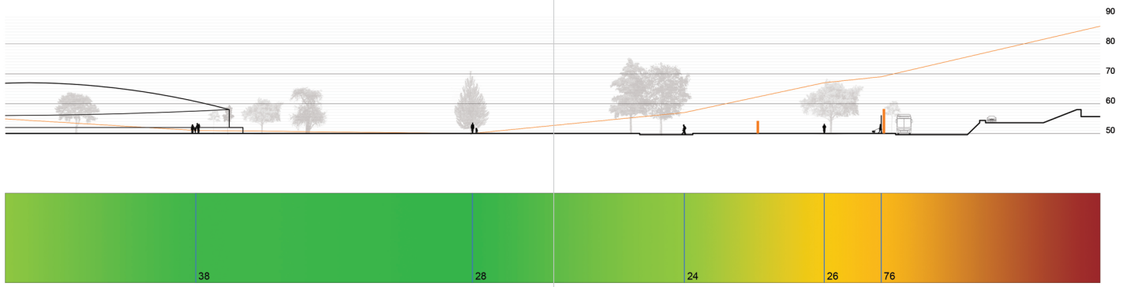
Imagen 24:
Levantamiento en planta del mejoramiento acústico a partir de la implementación de pantallas en el borde oriente del Parque O'Higgins.
Fuente: Elaboración propia



Corte A-A'

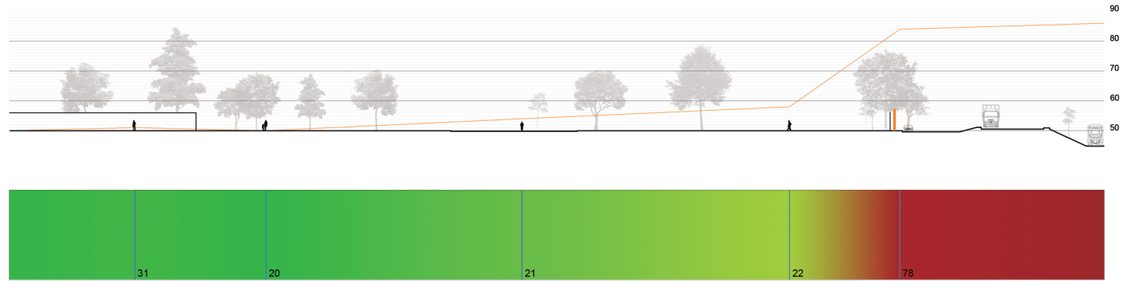


Corte B-B'

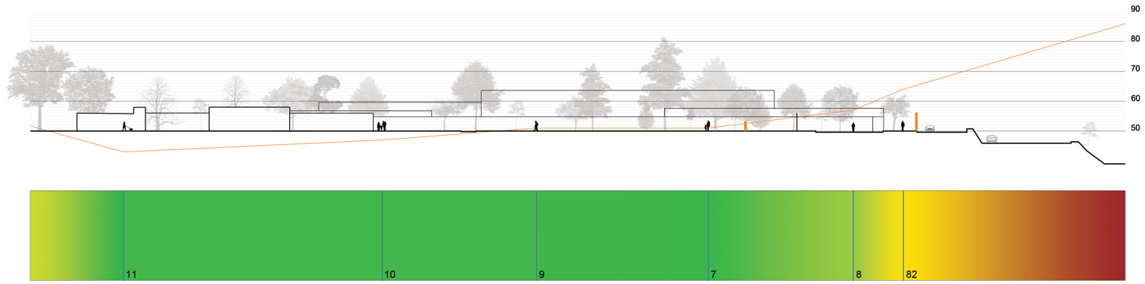


Corte C-C'

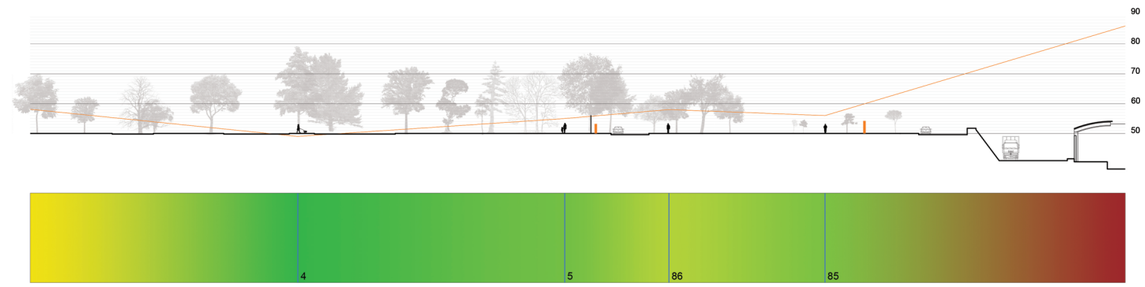
Imagen 25:
Levantamiento en cortes del mejoramiento acústico a partir de la implementación de pantallas en el borde oriente del Parque O'Higgins.
Fuente: Elaboración propia



Corte D-D'



Corte E-E'



Corte F-F'

efectividad de estas pantallas y se comparan con los niveles sonoros existentes (Imagen 23).

Para poder evaluar el efecto de las pantallas en la totalidad del parque, se grafican los nuevos niveles de presión sonora en el plano trabajado anteriormente, graficando las pantallas y variando los colores en base a la escala trabajada (Imagen 24). De la misma forma, se grafican los cortes con los nuevos niveles de ruido (Imagen 25).

Se puede apreciar cómo los niveles de ruido disminuyen notoriamente, llegando incluso a reducir más de 17 dB. Las pantallas propuestas logran disminuir el nivel sonoro en el parque casi por completo, cambiando la percepción de este espacio para los usuarios y permitiendo que se puedan reutilizar espacios dejados de lado.

Cabe mencionar que en sectores como los analizados en los cortes C-C', D-D' y E-E' la atenuación permitía llegar a valores inferiores a 50 dB, lo cual resulta poco fidedigno. Sin embargo, el análisis no pretende representar el nivel de ruido real que puede ser percibido en estos puntos, sino que grafica cómo la protección es efectiva y el ambiente sonoro en estos espacios no se vería influenciado por la Autopista Central.

7.3 Otras formas de atenuación acústica

Añadido a las pantallas acústicas, hay otras estrategias que pueden ser empleadas para disminuir la contaminación acústica. Como ya se mencionó, además de la aislación el sonido puede ser manejado a través de la absorción y la difusión de las ondas sonoras. La primera de éstas se trabaja a partir de los materiales empleados en las superficies donde llega el sonido, reduciendo así el ruido reflejado. En espacios exteriores, esto se maneja a través de terrenos blandos y con vegetación, los cuales absorben las ondas sonoras. Se plantean por lo tanto las pantallas propuestas como elevaciones del terreno, los cuales a la vez impiden el paso del

sonido directo y atenúan el sonido reflejado, permitiendo la creación de distintos espacios entre estos, mejorando así el uso del borde oriente del Parque O'Higgins.

De la misma forma, el cruce propuesto para mejorar la accesibilidad al Parque O'Higgins se trabaja acústicamente, buscando aislarlo del ruido y así generar un cruce que responda íntegramente a los problemas planteados en esta investigación. Para esto, el cruce elevado adquiere su forma a partir de la protección de las ondas sonoras, las cuales aumentan con el movimiento de los vehículos y la dirección del viento (Imagen 26). Así se plantea la reducción del sonido directo y se propone absorción acústica en su exterior para disminuir el nivel sonoro y así proteger el espacio interior.

Se trabaja por lo tanto con paneles acústicos, los cuales sirven como elementos de absorción para la reducción del sonido reflejado en las superficies. Estos son utilizados principalmente para el acondicionamiento acústico de interiores, debido a que al reducir el sonido reflejado se reduce el tiempo de reverberación dentro de este espacio y reduciendo frecuencias indeseadas, aportando a la reducción del nivel sonoro. Estos paneles tienen distintas características respondiendo así a la absorción de distintas ondas de frecuencia[3] (Imagen 27).

A partir de esto se plantea un tratamiento acústico en el proyecto propuesto, trabajando el cruce propuesto con materiales que aporten a la aislación acústica y paneles que aporten a la absorción, generando así un cruce sobre la Autopista Central protegido del ruido aéreo que ésta produce. De la misma forma, se propone un trabajo con taludes a modo pantallas en el borde oriente del Parque O'Higgins, buscando que éstos puedan disminuir el ruido directo de la autopista y a la vez como difusores, generando distintos espacios entre ellos y mejorando la calidad espacial de este sector.

3. D' Alençon y Kramm, Acondicionamientos: Arquitectura Y Técnica.

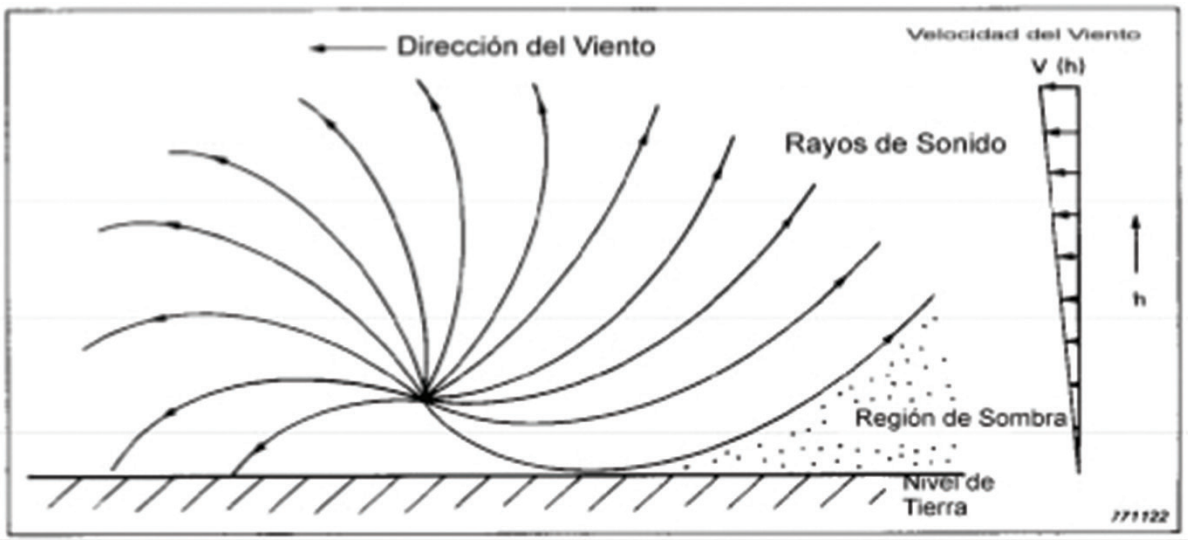


Imagen 26:
Esquemas del movimiento de las ondas sonoras a partir de la influencia del viento.
Fuente: Llinares, Llopis y Sancho, Acústica Arquitectónica Y Urbanística

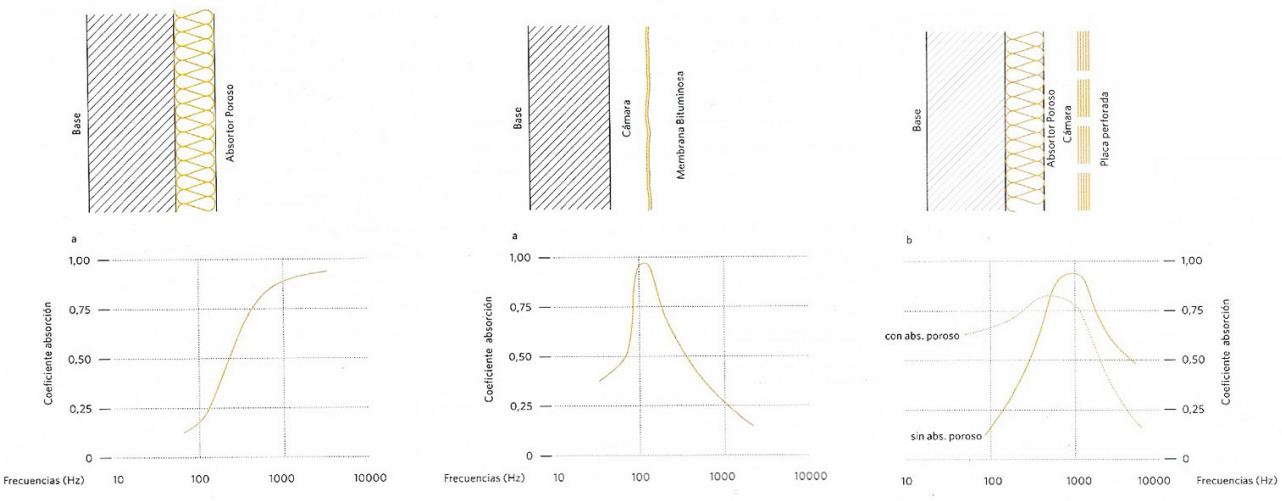


Imagen 27:
Esquemas de paneles acústicos en los que se muestra la absorción acústica de distintos elementos y el comportamiento de estos frente a distintas ondas de frecuencia.
Fuente: D' Alençon y Kramm, Acondicionamientos: Arquitectura Y Técnica.

8. Estrategias de proyecto

En base a la investigación realizada y como complemento de esta investigación, se realizó un proyecto académico poniendo en práctica la información rescatada y buscando comprobar la llevada a cabo de los estudios espaciales y acústicos realizados.

Como se mencionó, tanto el estudio como el proyecto realizados se desarrollaron en el contexto de Parque O'Higgins, proyectando en este último un espacio público abierto en el exterior del borde oriente del parque, junto a un cruce sobre la Autopista Central y un nuevo acceso asociado a éste.

El desarrollo de estos elementos se basó en los estudios realizados en esta investigación, buscando que el espacio proyectado cumpla con los criterios de espacio, accesibilidad y calidad acústica que se plantearon en el desarrollo de la investigación, generando así un proyecto de mejoramiento del espacio existente y aportando a su desarrollo y a la calidad del nuevo espacio público. Para esto se plantearon estrategias dentro de los dos ámbitos de investigación propuestos en ésta tesis

8.1 Estrategias socio-espaciales

Como se planteó en los objetivos, este ámbito es considerado el detonante del proyecto, siendo el mejoramiento del espacio y la accesibilidad a este parque urbano el problema inicial que buscan solucionar tanto la investigación como el proyecto. En base a esto, se plantean las estrategias principales para el mejoramiento del espacio.

Se estudiaron distintos referentes que aporten al estudio y diseño del proyecto propuesto, destacando tres proyectos que aportan a la integración del espacio propuesto y su cotexto.

En primer lugar se analizó el Parque Bicentenario, proyectado por la oficina Teo-

doro Fernández arquitectos y emplazado en Vitacura, Santiago. Este proyecto busca la integración entre un borde urbano, hacia la avenida Bicentenario y un borde geográfico, hacia el río Mapocho y el Parque Metropolitano (Imagen 28). "El proyecto para el Parque Bicentenario se ha desarrollado como mediador entre la geometría urbana y su geografía, entre la ciudad y el paisaje, la arquitectura de Vitacura y la naturaleza del valle de Santiago"[1]. En el borde urbano se configura un paseo exterior que permite la integración del parque a la trama urbana, "un paseo peatonal que siguiendo el trazado de la nueva Avenida Bicentenario, formaliza el borde oriente del parque y la comuna. Con trazados rectos, continuos y geométricos en diversos muros de contención, conforma el balcón del barrio y la ciudad hacia el parque" (Imagen 29). Este espacio permite generar un borde habitable y construye un espacio, generando un interior sin la necesidad de un cierre como el que existe en el Parque O'Higgins.

Se analizó también el Parque André Citröen, ubicado en Paris y desarrollado por un grupo de arquitectos y paisajistas liderados por Alain Provost. Este parque se inserta en el terreno dejado por una antigua fábrica de la empresa Citröen y busca integrar la trama urbana al terreno rural que existía al otro costado del parque (Imagen 30). Hacia el noroeste, el parque cuenta con distintos jardines que configuran el borde, generando espacios de pequeña escala hacia la ciudad (Imagen 31). "Los bordes duros se complementan con las características suaves de los jardines individuales. Se puede decir que Parc Andre Citroen es una convergencia de varias escalas y tipos que por sí solos no pueden existir de manera compatible dentro de la ciudad"[2].

En tercer lugar, se buscó un proyecto que pueda dar indicios sobre cómo trabajar el cruce peatonal sobre la Autopista Central, destacando en proyecto Luchtsingel, ubicado en Rotterdam, Holanda y diseñada por ZUS architects (Imagen 32). Este proyecto busca asociar distintos espacios de la ciudad separados por distintas vías vehiculares de alto tránsito, recuperando estos espacios y aportando a su

1. "Un paseo tajamar. Concurso parque las Américas, Vitacura"
2. Provost, AD Classics: Parc Andre Citroen / Alain Provost. [online] ArchDaily

Imagen 28

Imagen 29

Imagen 30

Imagen 31

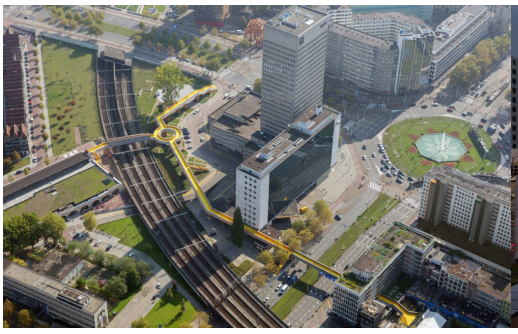


Imagen 32

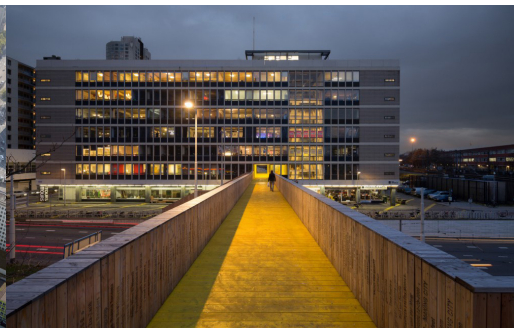


Imagen 33

desarrollo (Imagen 33). "Estos nuevos y variados espacios públicos le devuelven a Rotterdam su vida y sustentabilidad", "simplemente aumentando la accesibilidad para los peatones, el puente de 400 metros de largo asegurará la sinergia entre áreas antes desconectadas" [3].

A la luz de estas obras y junto al estudio realizado, para el desarrollo del proyecto se utilizaron las siguientes estrategias:

- Se desplaza el cierre perimetral del Parque O'Higgins hacia el interior, dándole espacio al exterior para poder generar un borde habitable y aumentar su uso.
- Se crea un nuevo acceso en el punto central del borde oriente del Parque O'Higgins.
- Se dota de programa el nuevo espacio público, tanto hacia el interior como al exterior del cierre del parque, activando así el nuevo espacio público y aumentando sus flujos.
- Se crea un cruce peatonal sobre la Autopista Central para conectar el barrio Viel con el nuevo acceso creado, aumentando así la accesibilidad al Parque O'Higgins.
- Se crea una plaza junto a este nuevo cruce inserta en el barrio Viel, extendiendo así la influencia del Parque O'Higgins hacia este sector.

A partir de estas estrategias se busca mejorar la calidad espacial del nuevo borde oriente del Parque O'Higgins, recuperando y activando este espacio y eliminando su condición de no lugar. De la misma forma, se busca mejorar la accesibilidad al Parque O'Higgins y aumentar su influencia hacia el oriente, pudiendo flanquear la barrera que genera actualmente la Autopista Central.

8.2 Estrategias Acústicas

El mejoramiento de la calidad acústica del espacio estudiado se planteó como el condicionante de este proyecto, entendiendo que el nuevo espacio proyectado

3. "LUCHTSINGEL ROTTERDAM."

debe responder a las distintas externalidades negativas que genera la Autopista Central. De esta forma, se plantean estrategias para el mejoramiento de la calidad acústica en el espacio.

En este aspecto se analizaron referentes que respondan al ruido de su entorno, dos destacando parques y una pasarela que aportan al desarrollo proyectual.

Al igual que en el punto anterior, el Parque Bicentenario es considerado como un referente a destacar, debido a la relación que genera en su borde geográfico, generando un talud para reducir el ruido de las vías de alto tráfico hacia el poniente (Imagen 34). “El borde poniente del parque, junto al trazado de la nueva Costanera Sur, se propone como un gran talud de pendientes suaves que siguiendo la sinuosidad del río protege el interior del parque de la intrusión de estas vías y lo une paisajística y visualmente con la ladera del cerro San Cristóbal”[4] (Imagen 35). Ambos bordes del parque generan estrategias en relación a su contexto, tomando elementos de ambos para el proyecto planteado en el Parque O’Higgins.

De la misma forma, el Parque Buitenshot ubicado en Hoofddorp, Holanda y diseñado por H+N+S Landscape Architects, genera una serie de taludes que reduce el ruido generado por el aeropuerto ubicado a su costado (Imagen 36). “Las mediciones y los cálculos han demostrado que el ruido del suelo está distorsionado y disperso, por así decirlo, por planos oblicuos. Con alguna licencia poética se podría decir que el ruido invisible del suelo en las crestas del suelo se hace visible.”. El diseño se realiza a partir de una serie de terraplenes de tres metros de altura, generando una geometría en el trazado que configura el parque (Imagen 37). “Los terraplenes, sin zanjas, se mezclan perfectamente con la superficie de la tierra. Varios caminos atraviesan el área del parque”[5].

Por último, se tomó en cuenta el Puente VLM, ubicado en Quarteira, Portugal y disañado por AND-RÉ. Este proyecto genera una apertura hacia las vistas privile-

4. “Un paseo tajamar. Concurso parque las Américas, Vitacura”

5. “H+N+S Landscape Architects - Land Art Park Buitenschot.”

giadas y se cierra hacia el ruido producido por la calle que se encuentra a su costado (Imagen 38). "El proyecto tiene como objetivo romper la relación del usuario con la calle secundaria, en términos de ruido visual/sonoro, al dirigir la atención a la vista del lago, donde se pone el sol en el campo de golf, mejorando la naturaleza específica del lugar del proyecto global"[6]. Para esto se construye una pared que separa ambos puentes, generando así un espacio cobijado del ruido sin perder la apertura hacia el paisaje (Imagen 39).

En base a este estudio y a las conclusiones obtenidas del capítulo anterior, se toman las siguientes estrategias para mitigar la contaminación acústica:

- Se crean taludes vegetales que funcionan como pantallas acústicas, posicionándolos en relación a los distintos niveles sonoros en el espacio público.
- Se aumenta la vegetación, utilizándola para crear superficies blandas y barreras vegetales con una menor reflexión sonora.
- Se aprovechan los taludes y el espacio generado entre éstos para crear y ubicar distintos programas, acorde al lugar en que éstos se emplazan.
- Se protege la pasarela del ruido causado por la Autopista Central, manteniendo la cualidad de un espacio público exterior. Para esto, las barreras se colocan en los costados con mayor ruido provocado por la dirección del tránsito y se abre la pasarela hacia los costados con menor nivel sonoro.
- Para la construcción de este cruce, se utilizan materiales que aporten a la absorción acústica. De la misma forma, se diseña la sección de la pasarela en función de la dirección del sonido, buscando que el interior de ésta se mantenga con un bajo nivel sonoro.

Al emplear estas estrategias se reduciría el nivel sonoro en los espacios proyectados, mejorando así la calidad acústica de este nuevo espacio público y aportando a su calidad, minimizando una de las externalidades negativas de la autopista más notorias en el sector, reduciendo así su impacto y mejorando la relación entre ambas piezas urbanas.

6. "VLM BRIDGE | AND-RÉ."

Imagen 34

Imagen 35

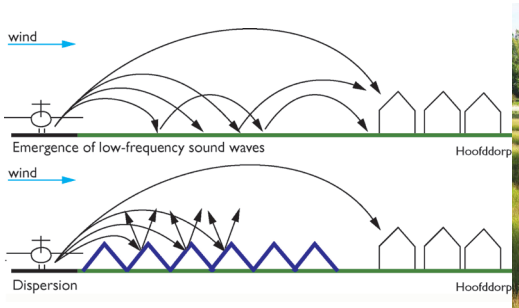


Imagen 36

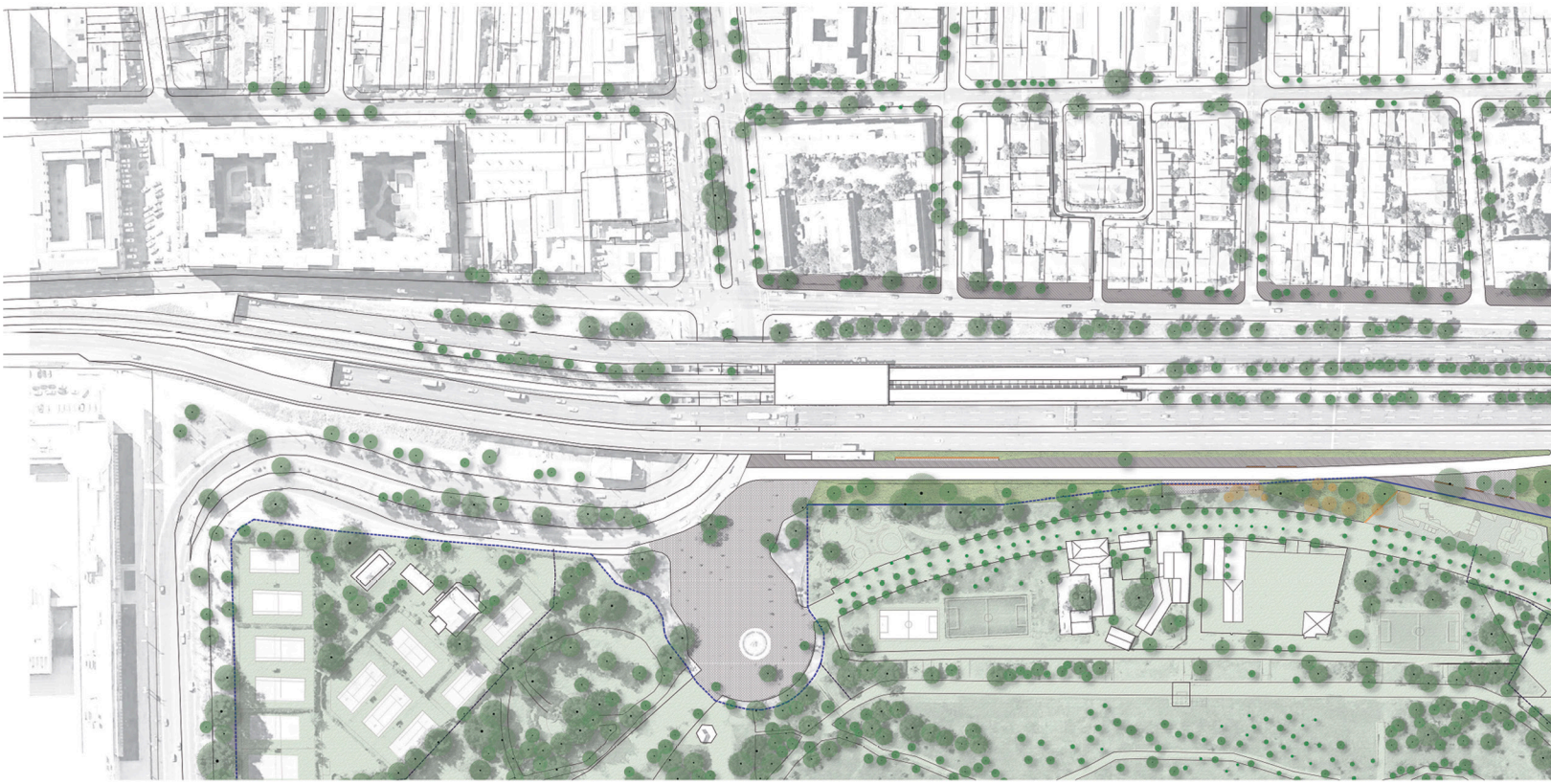
Imagen 37

Imagen 38

Imagen 39

Impactos en un parque urbano y su contexto causados por infraestructura vial

Disociación espacial e impacto acústico de la Autopista Central en el Parque O'Higgins



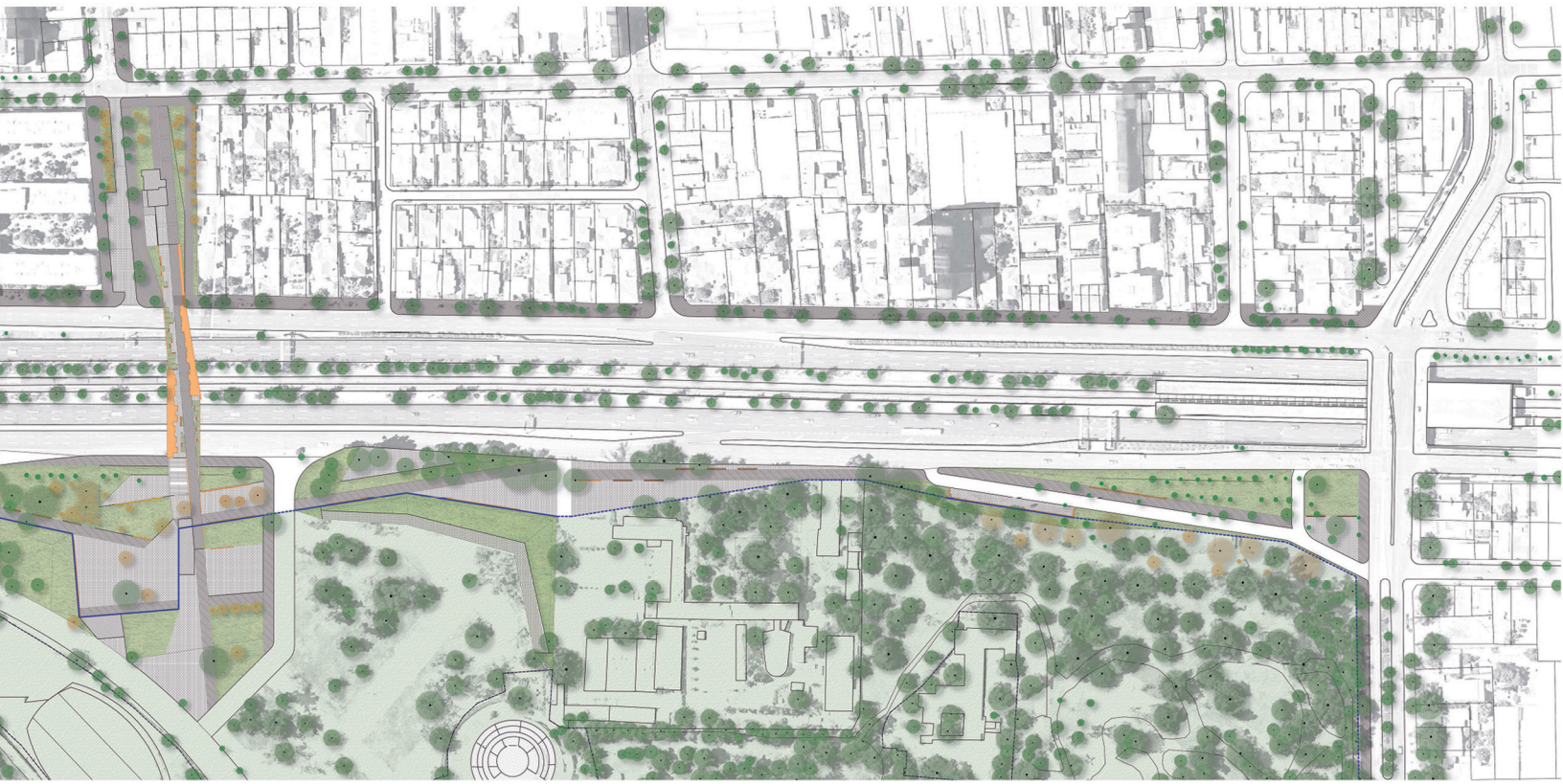
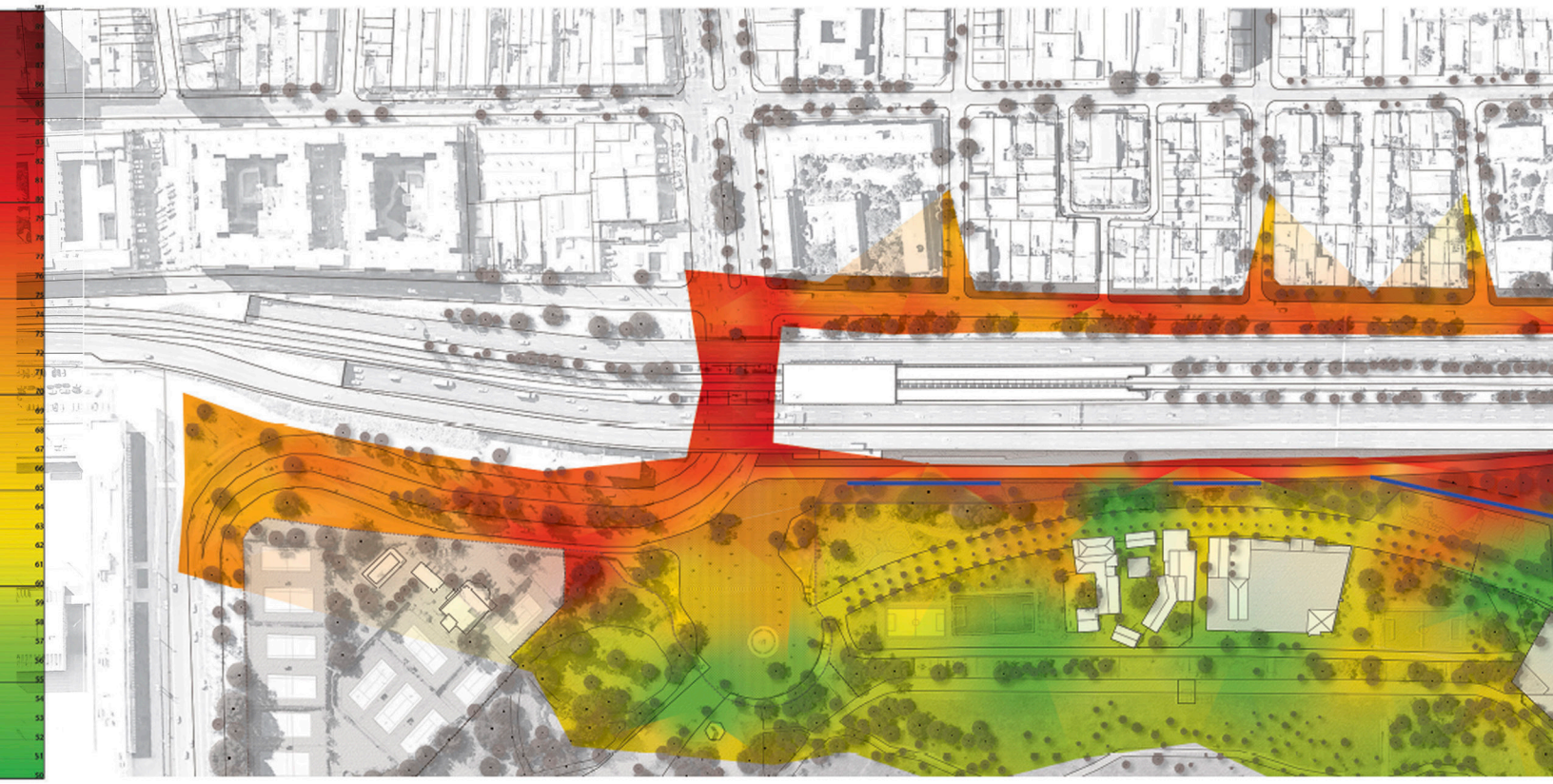


Imagen 40:
Planta general de la propuesta.
Se trabaja en espacio público exterior y se instalan programas para activar el espacio.

Impactos en un parque urbano y su contexto causados por infraestructura vial

Disociación espacial e impacto acústico de la Autopista Central en el Parque O'Higgins



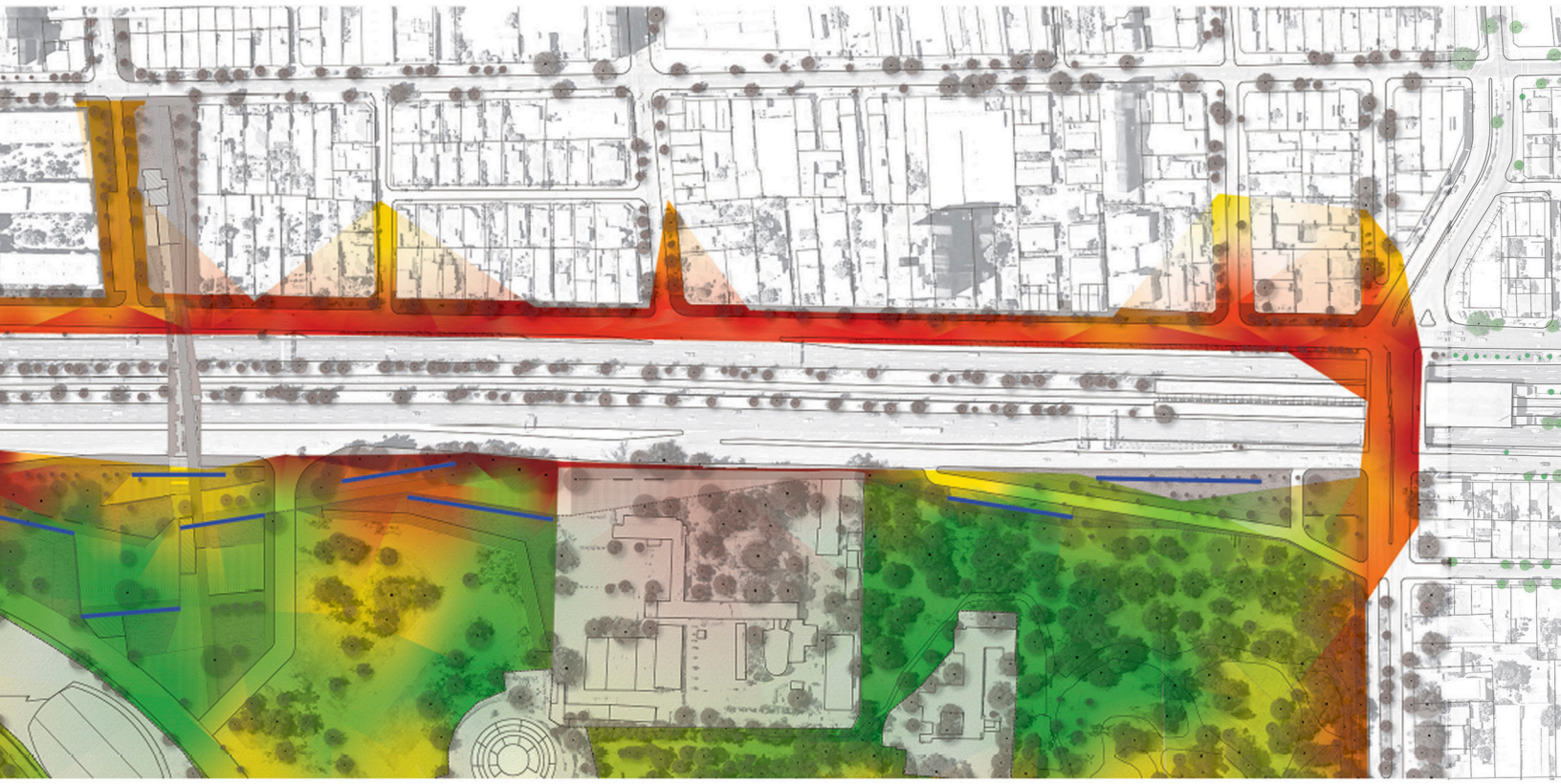


Imagen 41:
Mapeo de ruido en el proyecto propuesto, disminuido por la presencia de los taludes proyectados.

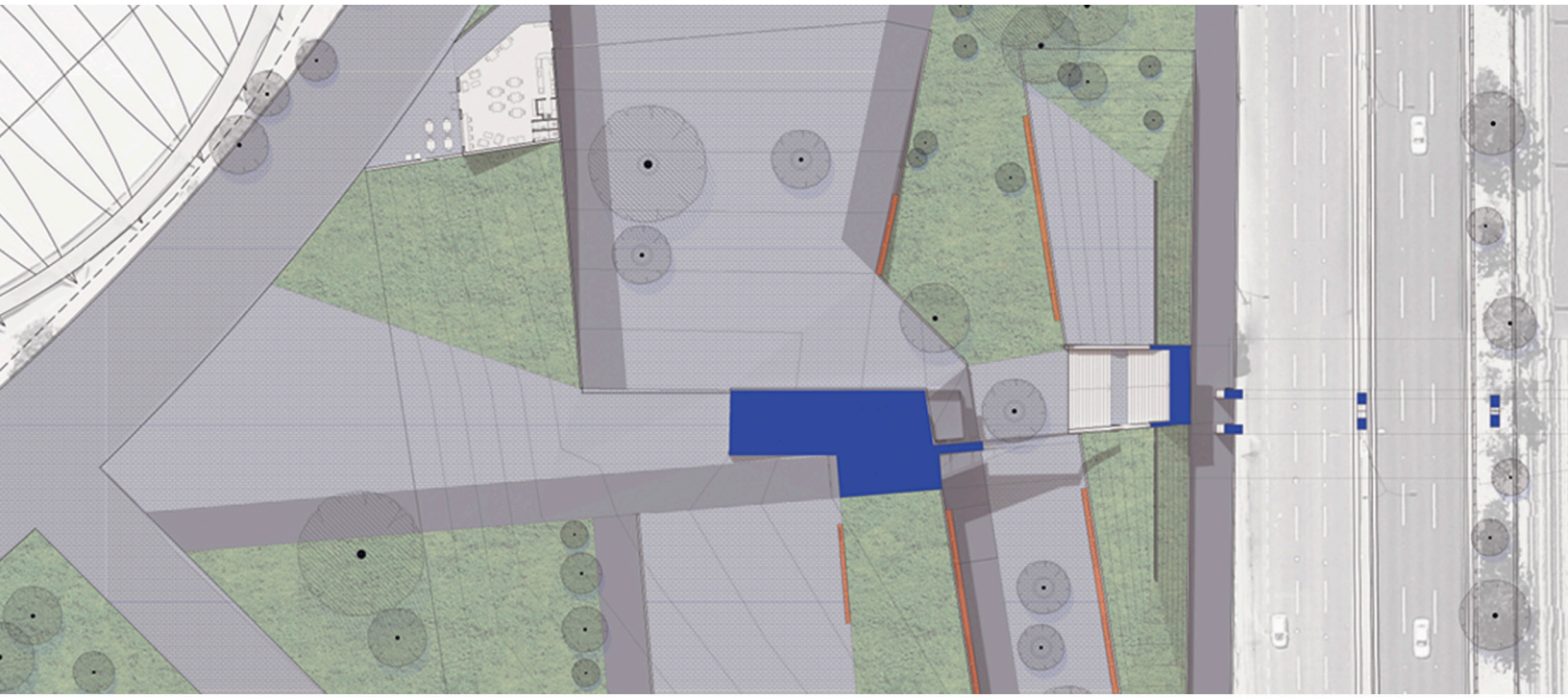
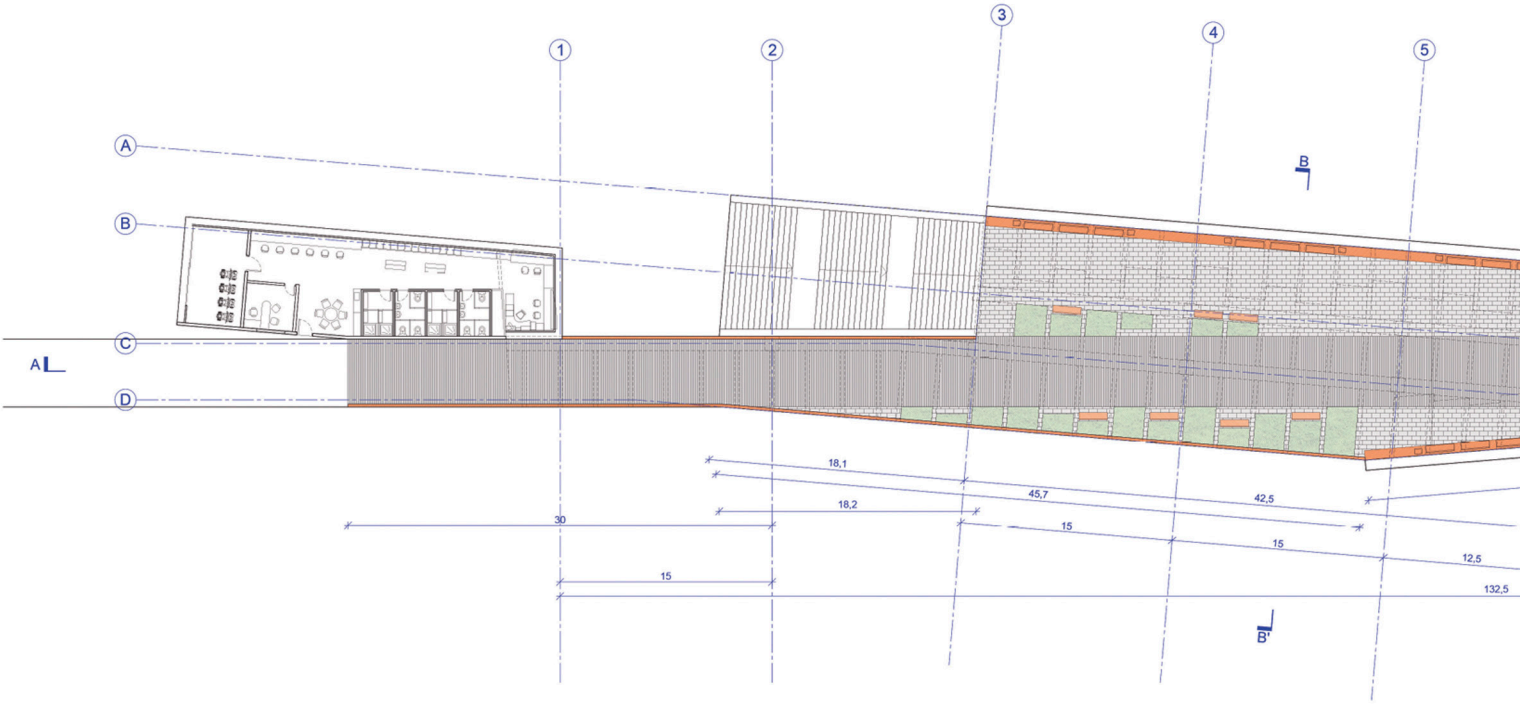
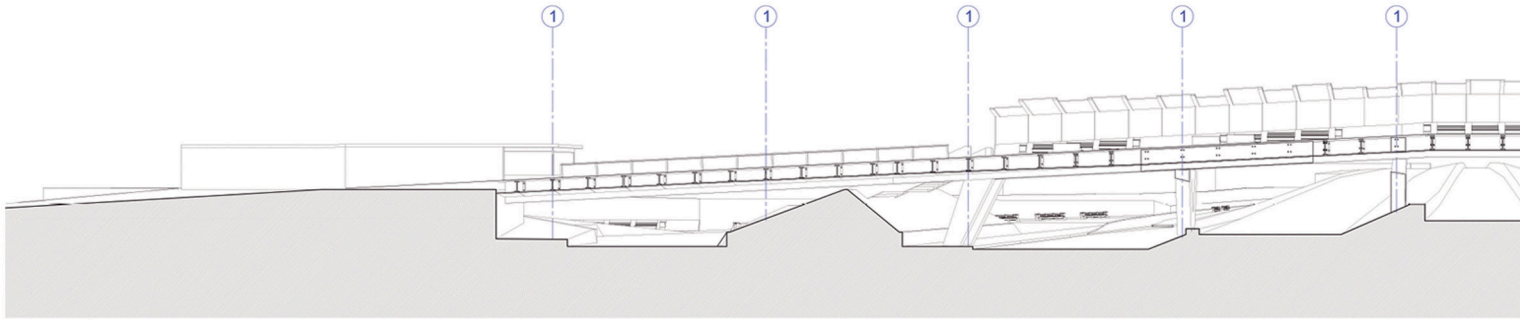


Imagen 42:
Planta de las plazas propuestas en el acceso y en el barrio Viel, conectadas por el cruce peatonal propuesto.


1
2
3
4
5
A
B
C
D
A
B
B'
18,1
45,7
42,5
18,2
30
15
15
12,5
15
132,5


1
1
1
1
1

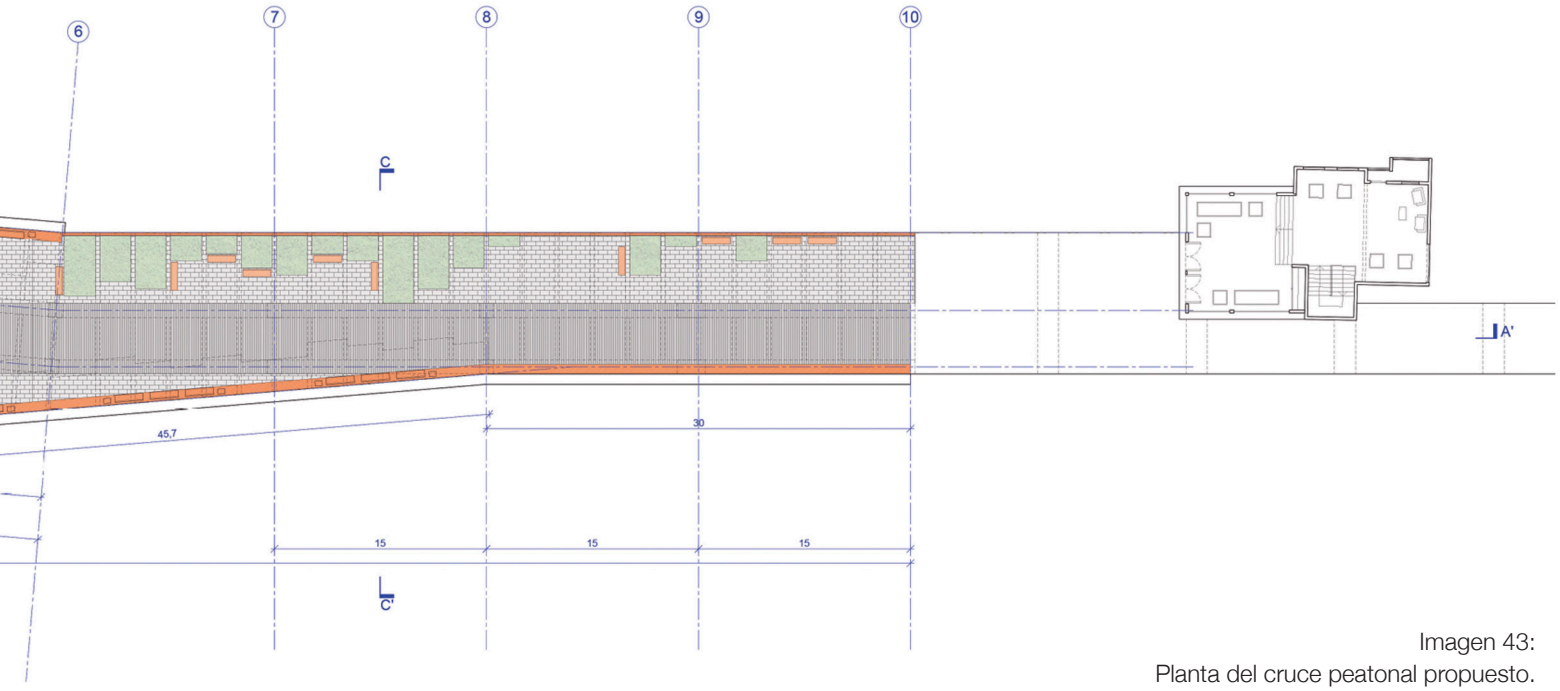


Imagen 43:
Planta del cruce peatonal propuesto.
Se trabaja como un espacio exterior y se instalan programas en sus extremos.

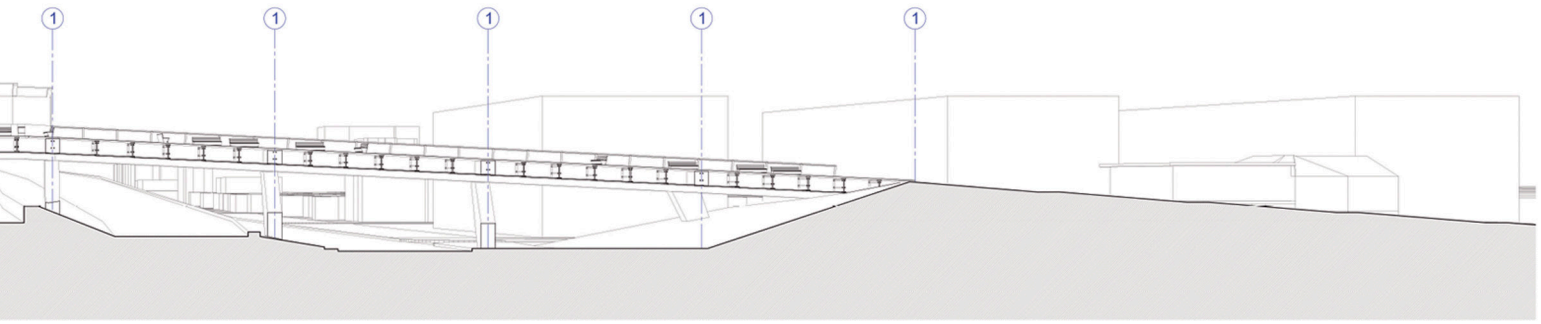


Imagen 44:
Corte longitudinal del cruce peatonal sobre la Autopista Central.

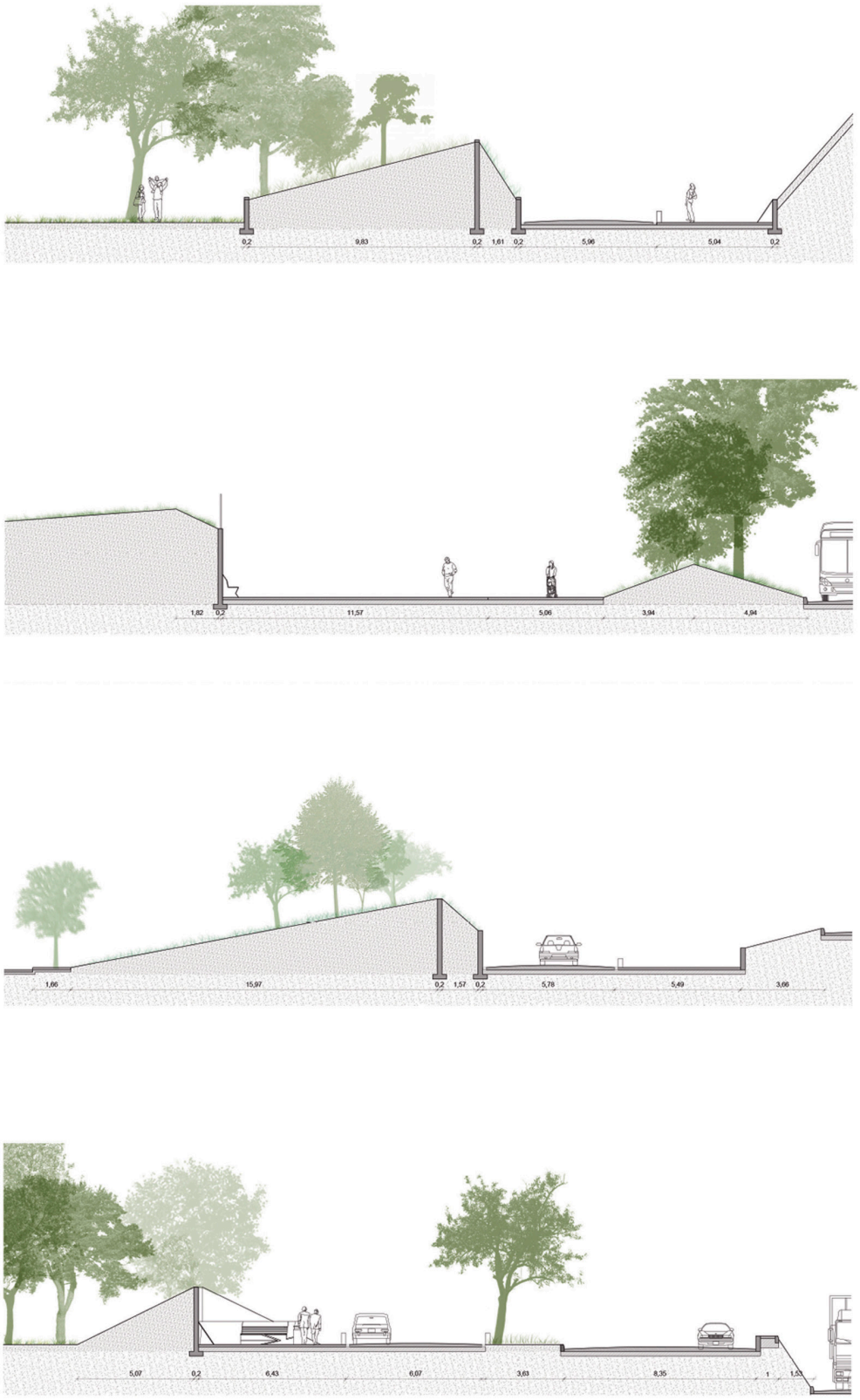


Imagen 45:
Cortes del espacio público propuesto. mostrando los distintos taludes y el espacio generado sobre y entre estos.

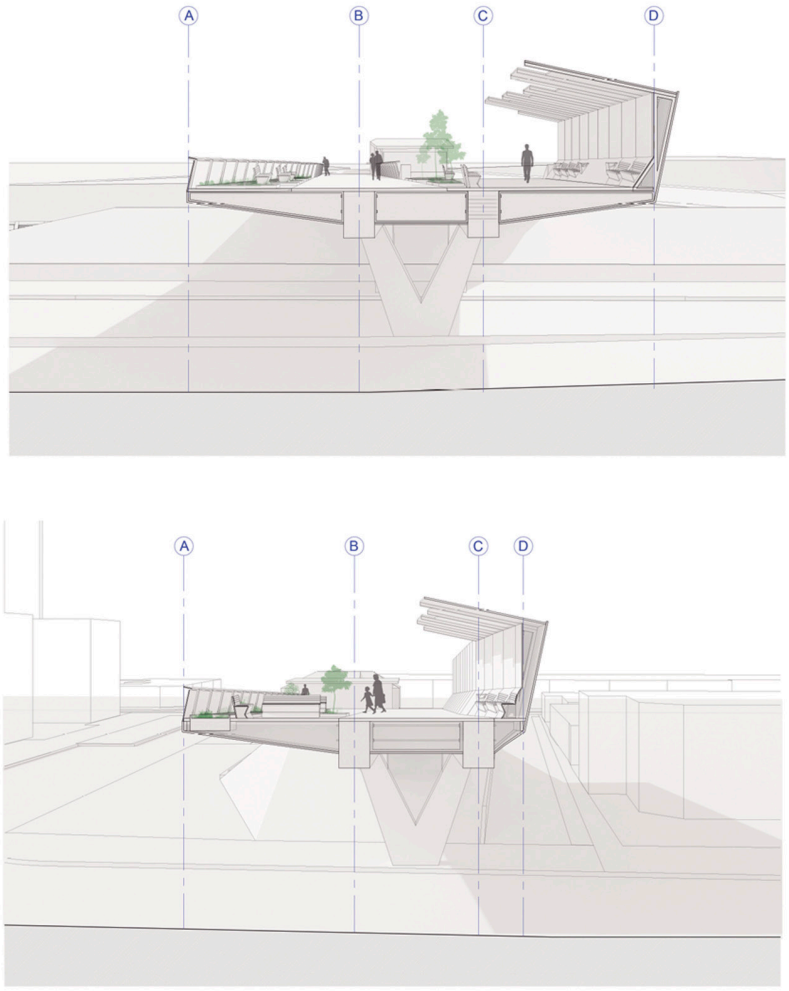


Imagen 46:
Cortes transversales del cruce peatonal propuesto.

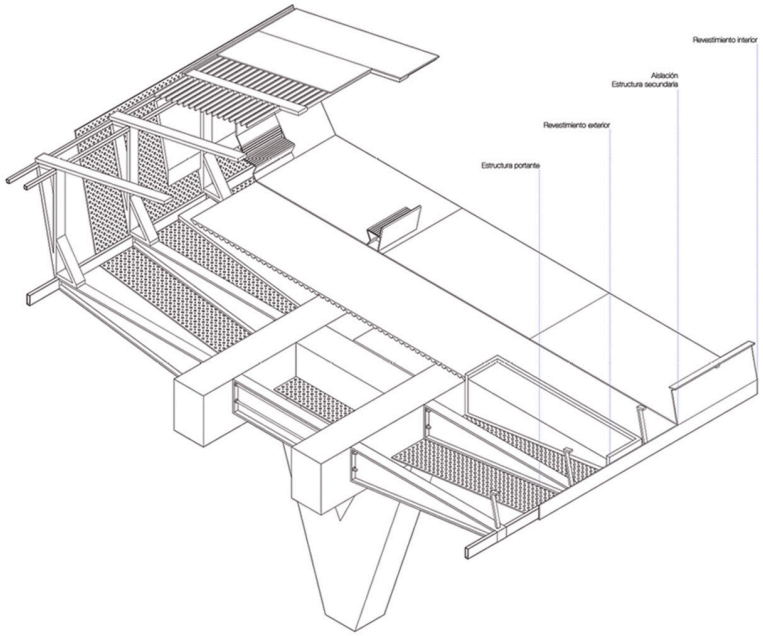
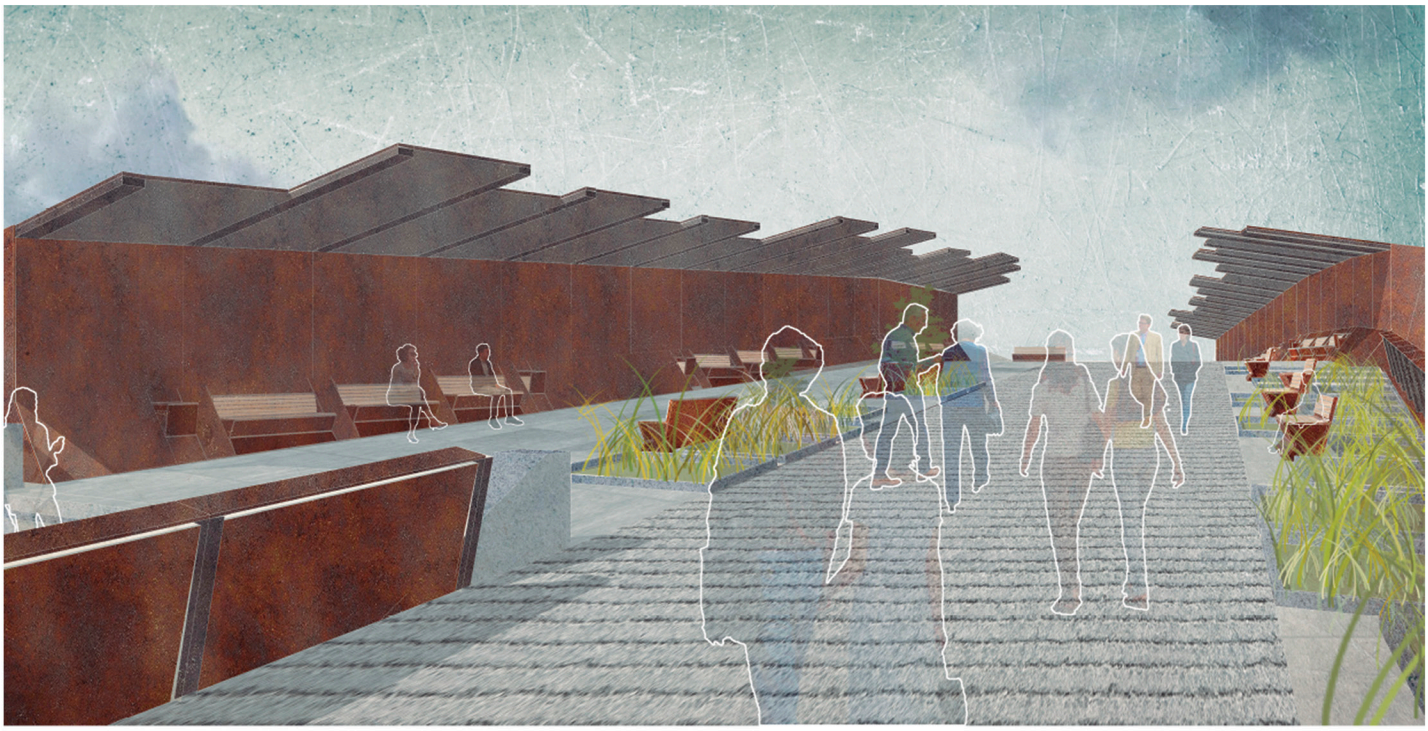
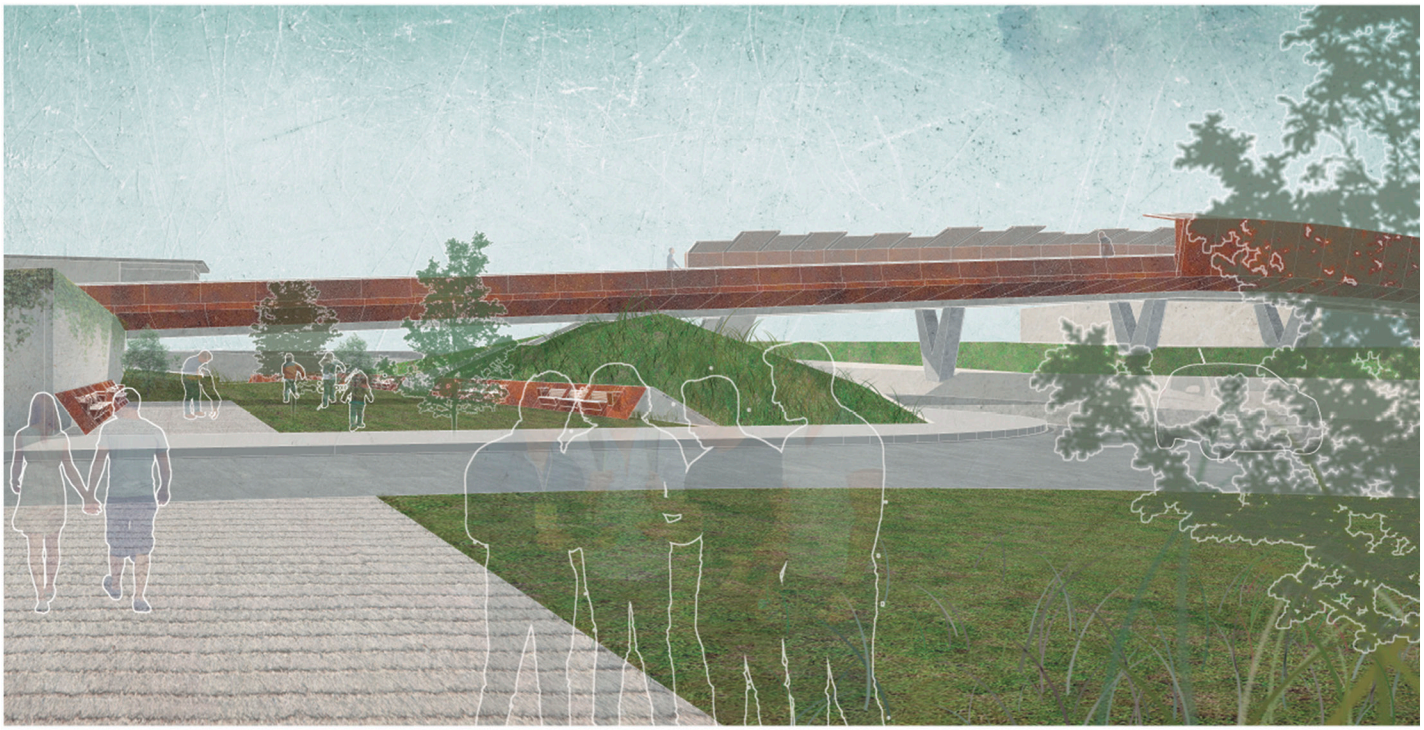


Imagen 47:
Escantillón del cruce peatonal propuesto, mostrando su estructura y los materiales propuestos para la mitigación acústica.

Impactos en un parque urbano y su contexto causados por infraestructura vial

Disociación espacial e impacto acústico de la Autopista Central en el Parque O'Higgins





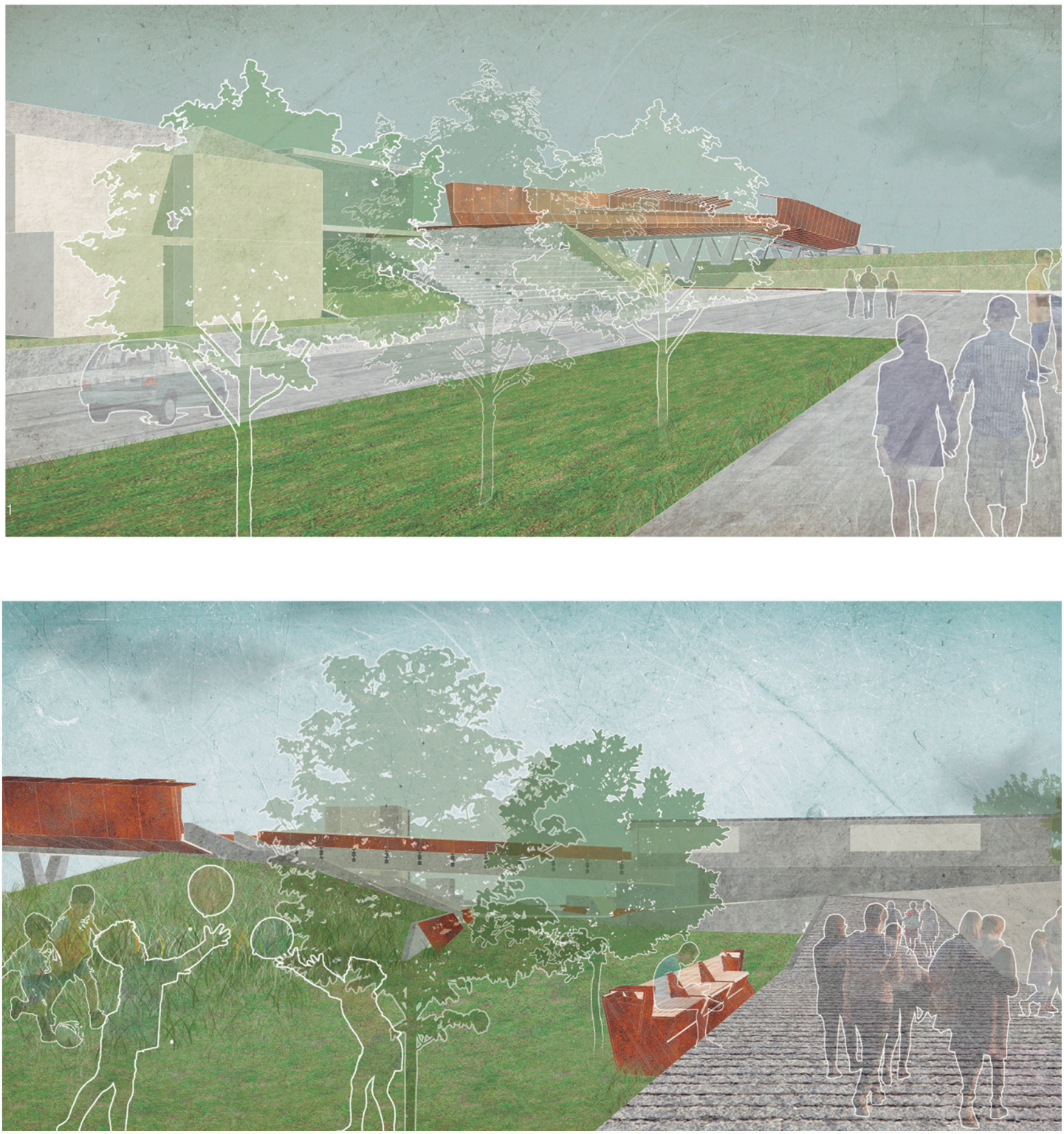


Imagen 48:
Vistas del proyecto.

9. Conclusiones

A partir del análisis realizado, tanto espacial como acústico, se busca responder a los cuestionamientos planteados en la formulación de esta tesis. Es necesario por tanto revisar la hipótesis y los objetivos propuestos para poder analizar si se cumplen y son coherentes con los resultados obtenidos.

En primer lugar, se afirma que la Autopista Central tiene una influencia negativa dentro del sector de estudio. Esto se comprueba a través del análisis de este sector, en el que se puede apreciar la mala calidad espacial del límite exterior del parque en este sector, el bajo flujo de personas y utilización del espacio, la contaminación acústica existente, etc. De la misma forma, la investigación permite afirmar que si se logra reducir la contaminación acústica y se mejora la calidad de este espacio, dotándolo de espacios utilizables y generando una mejor accesibilidad al sector, se puede recuperar el espacio y aprovecharlo de mejor manera.

La Autopista Central permite conectar el Parque O'Higgins con lugares lejanos de la ciudad y la presencia de las dos estaciones de metro en el sector aportan en la accesibilidad del parque a escala ciudad. Sin embargo, esta misma tiene un impacto en el sector estudiado, generando espacios residuales y reduciendo la influencia a escala local del Parque O'Higgins. La relación por tanto entre estas piezas urbanas es deficiente, enfocadas cada una en su propia vocación y sin considerar el potencial que puede tener una mejor relación.

El análisis espacial del sector de estudio permite afirmar que la falta de espacio entre el cierre del parque y la autopista ha generado que este sector pierda su cualidad de espacio público y sea subutilizado, quedando como un espacio residual a partir de su morfología y de las externalidades negativas que produce la autopista. De forma complementaria, al analizar los flujos de peatones y la escala humana de este sector se puede afirmar que para poder recuperar este espacio es necesario activarlo, darle el ancho necesario para que se pueda transitar en él y conectarlo con el otro lado de la autopista.

Al identificar la contaminación acústica como problema principal del sector de estudio y analizar su influencia, es posible afirmar que el exceso de ruido en algunos puntos del borde oriente del Parque O'Higgins ha aportado a su subutilización. Cabe mencionar que el parque cuenta con un paisaje acústico propio y que éste no está exento de sonidos elevados y variados. Sin embargo, el sonido generado por el tránsito en la Autopista Central aporta de forma negativa a este paisaje sonoro, reduciendo su calidad y generando espacios contaminados acústicamente.

El cálculo de pantallas logra disminuir la presencia del ruido producido por la Autopista Central, llegando a eliminar la influencia de ésta en sectores que actualmente se ven altamente influenciados. Este estudio permite por lo tanto proponer un sistema de protección para el Parque O'Higgins, mediante el cual se puede mejorar el espacio y reducir la influencia negativa de la autopista en el sector.

Finalmente, en base al estudio realizado y al resultado generado en el proyecto propuesto, se acepta la hipótesis planteada, afirmando que la creación de un nuevo espacio en este sector, acompañado de la reconexión del parque con el sector ubicado al otro lado de la autopista, y de la utilización de elementos que puedan mitigar la contaminación acústica, permite recuperar este espacio y mejorar la relación entre el Parque O'Higgins y la Autopista Central, dotando a su vez a la ciudad y la comunidad con un nuevo espacio urbano sustentable.

10. Bibliografía

Martínez, Sergio. “El Actual Parque O’Higgins, Antiguo Parque Cousiño”. Revista Chilena De Historia Y Geografía, 160 (1992-1993) : 281-285.

Swinburn, Daniel. “El Parque Cousiño: Historia De Un Paisaje Urbano”. ARQ 34, (1996): 18-19.

Bulnes Raúl, “Parque O’Higgins Cormu”. Revista AUCA, (1973): 24 - 25.

Jeri, Amara, Leonardo Suárez, y Carlos Vidal. Conjunto Habitacional Matta Viel: Puesta En Valor Del Patrimonio Arquitectónico Y Vida En Comunidad. 1ra ed. impreso, Santiago: Consejo Nacional de la Cultura y las Artes, 2016.

Organización Mundial de la Salud y Organización Panamericana de la Salud. Planificación Urbana, Salud Y Sostenibilidad: El Caso De Las Áreas Verdes En Santiago De Chile. 1ra ed. Santiago de Chile: OPS/OMS, 2016.

“La OMS Alerta De Las Enfermedades Ligadas Al Ruido En Las Ciudades”. El País, 2011.https://elpais.com/sociedad/2011/03/31/actualidad/1301522407_850215.html.

Pavez, María Isabel. “Diseño Urbano Inclusivo Para Santiago Centro: Concurso Internacional 1972”. Facultad De Arquitectura Y Urbanismo UCH, 2015, 132-140

Lagos, Danilo. “Desde La Autopista Norte Sur A La Autopista Central: Un Estudio Crítico Del Eje Norte Sur De La Ciudad De Santiago”. Doctorado en Arquitectura y Estudios Urbanos, Pontificia Universidad Católica de Chile, 2010.

Maldonado, Horacio. “Red De Infraestructura Vial Concesionada Y Su Relación Con Comunas Vulnerables De La Ciudad De Santiago : Estudio De Caso : Autopistas Urbanas : Una Aproximación Al Estudio De Los Impactos En La Morfología Urbana De La Comuna De Cerro Navia”. Magister en Desarrollo Urbano, Reprint, Pontificia Universidad Católica de Chile, 2008.

Franco, José Tomás. “Propuesta De Cristián Boza Para La Refundación De La Autopista Norte-Sur En Santiago De Chile”. Plataforma Arquitectura, 2014. https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/756708/propuesta-de-cristian-boza-para-la-re-

fundacion-de-la-autopista-norte-sur-en-santiago-de-chile.

Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. Nuestro Futuro Común. Organización de las Naciones Unidas, 1987.

Gobierno de Chile Ministerio de Educación, Decreto Con Toma De Razón Nº0207.

CORDESAN, Santiago Una Comuna De Barrios. Reprint, Santiago: Corporación para el Desarrollo de Santiago, 1997.

Dziekonsky, Matías, María José Rodríguez, Carlos Muñoz, Karla Henríquez, Amaya Pavez, and Alejandra Muñoz. "Espacios Públicos Y Calidad De Vida: Consideraciones Interdisciplinarias". Revista Austral De Ciencias Sociales 28, no. 1 (2015): 29-46.

Reyes Päcke, Sonia, and Isabel Margarita Figueroa Aldunce. "Distribución, Superficie Y Accesibilidad De Las Áreas Verdes En Santiago De Chile". EURE 36, no. 109 (2010): 89-110.

Ministerio de Vivienda y Urbanismo y GEHL. La Dimensión Humana En El Espacio Público. Santiago: MINVU, 2017.

Augé, Marc. Los "No Lugares" Espacios Del Anonimato: Una Antropología De La Sobremodernidad. 20a ed. Barcelona: Gedisa, 1992.

Borja, Jordi, and Zaida Muxi. El Espacio Público: Ciudad Y Ciudadanía. 2da ed. Barcelona: Electa, 2003.

Pallasmaa, Juhani. Los Ojos De La Piel, La Arquitectura Y Los Sentidos. 3ra ed. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 1996.

de Coz Juéz, Francisco Javier. Sonometría Y Contaminación Acústica. Logroño: Universidad de La Rioja, Servicio de Publicaciones, 2001.

García Rodríguez, Armando. La Contaminación Acústica. Reprint, Valencia: Pu-

blicaciones de la Universidad de Valencia (PUV), 1988.

Grau, Juan. Contaminación Del Aire Y Ruido: Análisis Y Soluciones De La Contaminación Atmosférica, Acústica Y Radiactiva. Reprint, Santiago: Ediciones OIKOS Ltda., 1988.

Alegre, Dámaso, and Julián Domínguez. “MATERIALES PARA PANTALLAS ANTI-RUIDO Soluciones Tipo Más Usuales”. Sección Técnica Db. Accessed 10 December 2018.

Llinares Galiana, Jaime, Ana Llopis Reyna, and Francisco Javier Sancho Vendrell. Acústica Arquitectónica Y Urbanística. Reprint, Valencia: Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia, 2000.

D’ Alençon, Renato, y Felipe Kramm. Acondicionamientos: Arquitectura Y Técnica. Santiago, Chile: Eds. ARQ, 2008.

“Un paseo tajamar. Concurso parque las Américas, Vitacura”. Ciudad/Arquitectura, 2001.

Provost, A. (1992). AD Classics: Parc Andre Citroen / Alain Provost. [online] ArchDaily. Available at: https://www.archdaily.com/112685/ad-classics-parc-andre-citroen-alain-provost [Accessed 9 Oct. 2019].

“LUCHTSINGEL ROTTERDAM”. ZUS [Zones Urbaines Sensibles], 2019. https://zus.cc/projects/luchtsingel-rotterdam.

“H+N+S Landscape Architects - Land Art Park Buitenschot”. H+N+S Landscape Architects, 2019. http://www.hnsland.nl/en/projects/land-art-park-buitenschot.

“VLM BRIDGE | AND-RÉ”. AND-RÉ, 2019. http://and-re.pt/portfolio/vlm-bridge-2-2/.

11. Anexos documentales

11.1 Anexo 1: Medición de flujos:

Para poder analizar la utilización del espacio en el sector de estudio se realizó un levantamiento de información respecto a los flujos peatonales en el borde oriente del Parque O'Higgins.

Se tomaron seis cuadrantes de 150x150m en los que se analizó el movimiento de los peatones, registrando los recorridos y cantidad de personas por cada uno de éstos.

Se tomaron tres muestras de diez minutos por cada cuadrante durante una tarde, la primera tomada entre las 13:00 y las 15:00 hrs, la segunda entre las 15:00 y las 17:00 hrs y la última entre las 17:00 y las 19:00 hrs.

Para graficar los flujos se promedió la cantidad de personas por cada recorrido (Tabla 1) y se dibujó con líneas de distintos grosores según el promedio obtenido por cada recorrido (Imagen 1).

Luego se dibujaron los recorridos probables en los sectores que no fueron observados, extrapolando éstos a partir de los cuadrantes estudiados. (Imagen 2)

CUADRANTE 1	Recorrido	Registro 1 13:00-15:00	Registro 2 15:00-17:00	Registro 3 17:00-19:00	Promedio
	1	73	85	97	85
	2	4	3	4	4
	3	30	22	26	26
	4	8	4	3	5
	5	4	3	5	4
	6	0	2	3	2
	7	0	0	3	1
				Total	126

CUADRANTE 2	Recorrido	Registro 1 13:00-15:00	Registro 2 15:00-17:00	Registro 3 17:00-19:00	Promedio
	1	3	2	4	3
	2	10	23	15	16
	3	2	0	0	1
	4	8	6	1	5
	5	3	2	7	4
	6	0	3	2	2
				Total	30

CUADRANTE 3	Recorrido	Registro 1 13:00-15:00	Registro 2 15:00-17:00	Registro 3 17:00-19:00	Promedio
	1	1	1	0	1
	2	21	15	16	17
	3	3	9	5	6
	4	7	1	4	4
	5	48	72	63	61
	6	3	7	2	4
	7	0	6	3	3
	8	0	0	2	1
				Total	96

CUADRANTE 4	Recorrido	Registro 1 13:00-15:00	Registro 2 15:00-17:00	Registro 3 17:00-19:00	Promedio
	1	4	4	2	3
	2	86	77	93	85
	3	17	5	10	11
	4	25	48	30	34
	5	2	0	4	2
	6	3	3	7	4
	7	3	5	4	4
	8	3	1	2	2
	9	1	3	1	2
				Total	148

CUADRANTE 5	Recorrido	Registro 1 13:00-15:00	Registro 2 15:00-17:00	Registro 3 17:00-19:00	Promedio
	1	3	5	6	5
	2	2	4	4	3
	3	6	5	7	6
	4	5	9	6	7
	5	2	3	1	2
	6	3	0	2	2
	7	2	3	2	2
	8	6	2	4	4
	9	3	0	2	2
	10	0	2	1	1
	11	0	6	2	3
	12	0	1	5	2
				Total	38

CUADRANTE 6	Recorrido	Registro 1 13:00-15:00	Registro 2 15:00-17:00	Registro 3 17:00-19:00	Promedio
	1	36	18	29	28
	2	7	12	11	10
	3	1	3	0	1
	4	8	17	6	10
	5	10	3	16	10
	6	34	57	49	47
	7	3	2	3	3
	8	0	3	0	1
				Total	109

Tabla 1

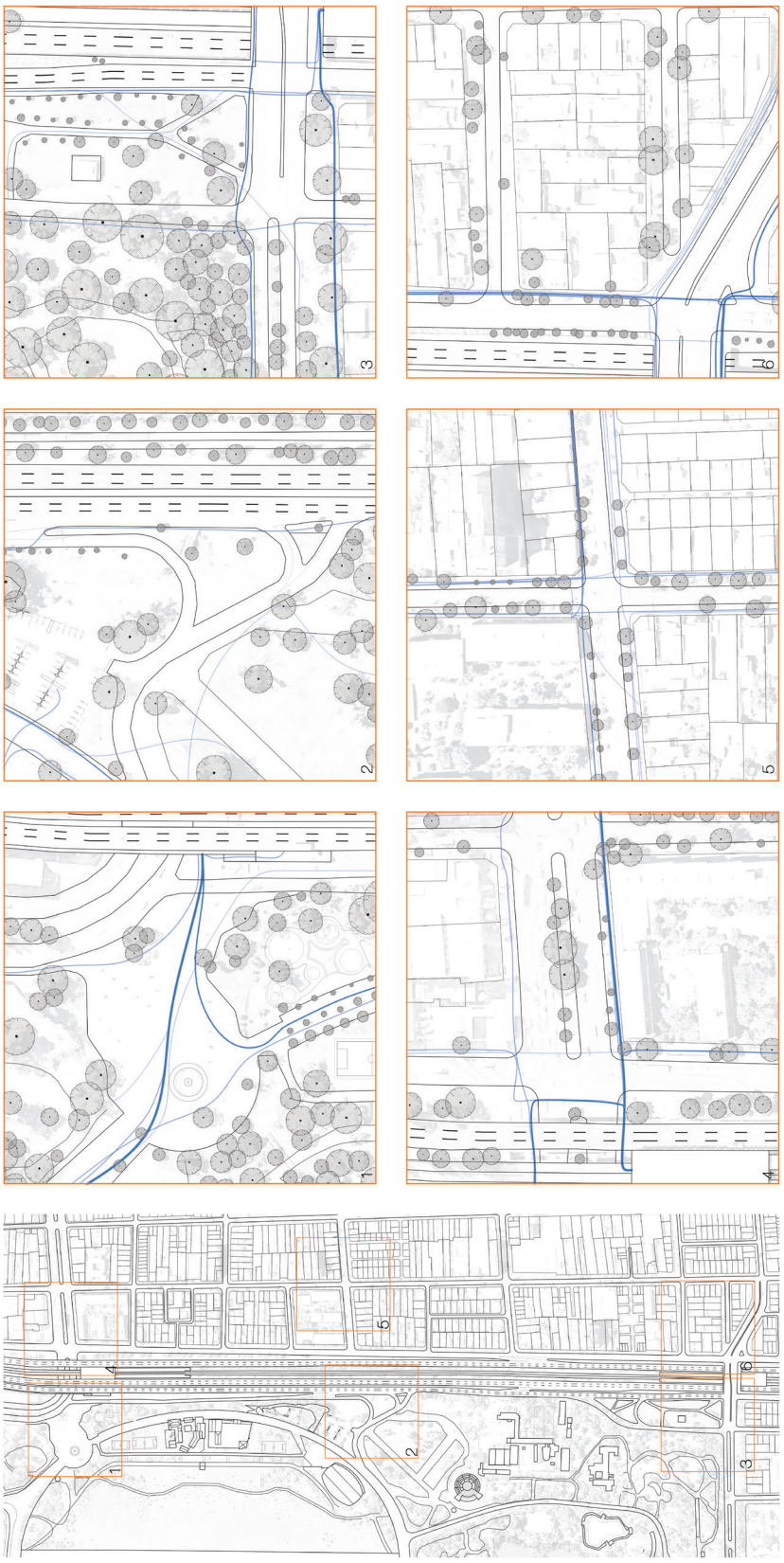


Imagen 1

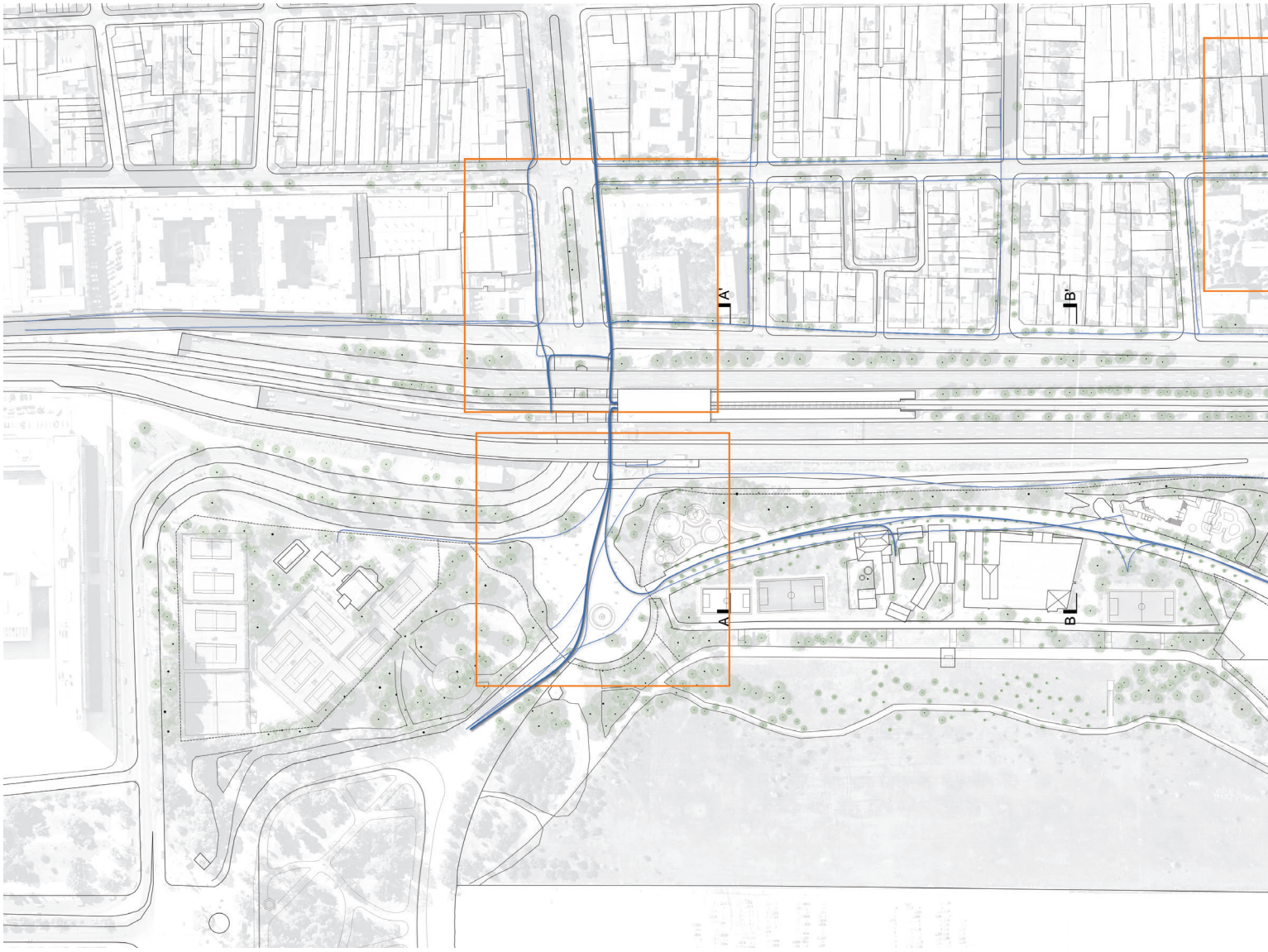
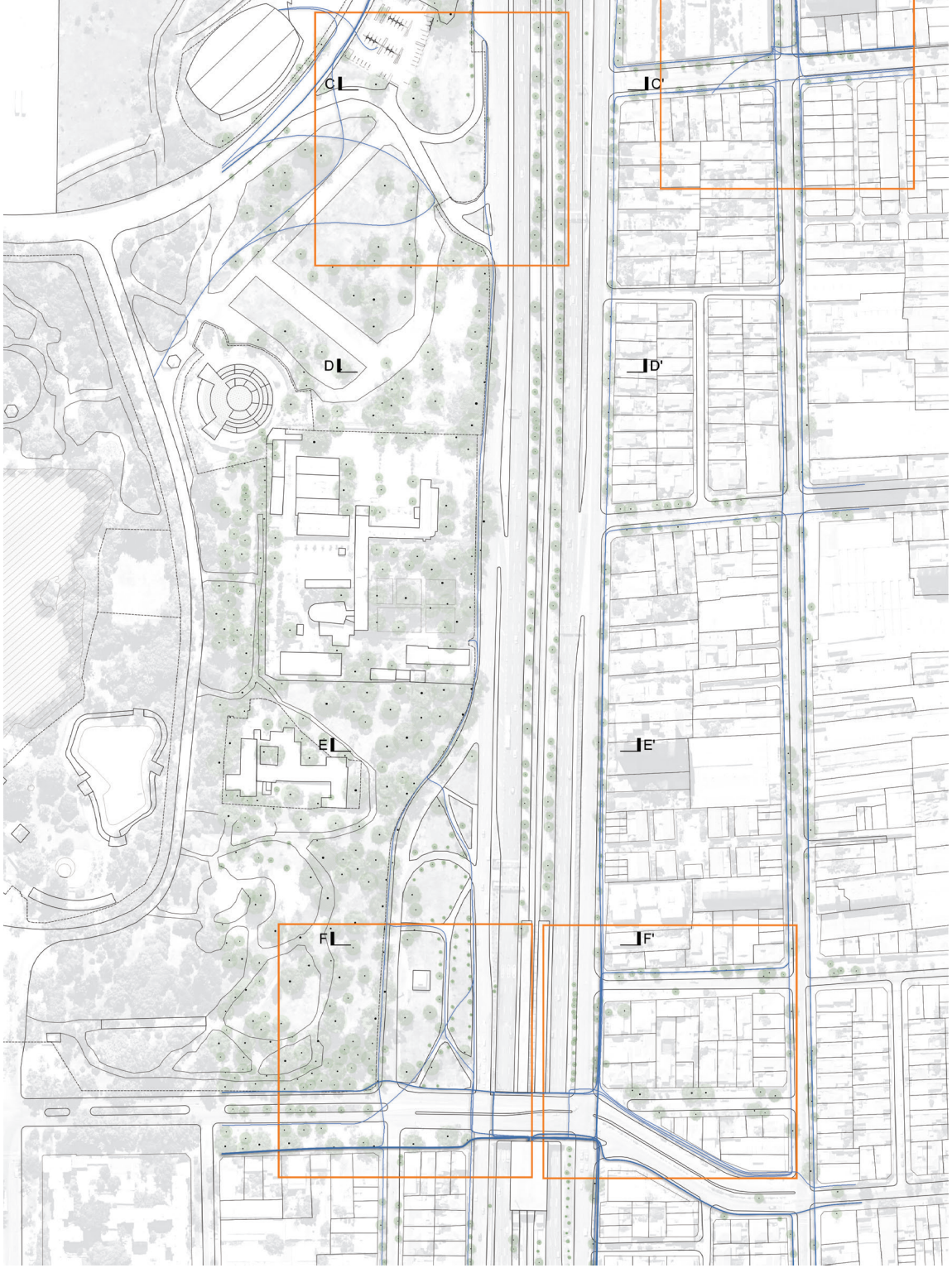


Imagen 2


C
C'
D
D'
E
E'
F
F'

11.2 Anexo 2: Medición de ruido

Para el análisis de la contaminación acústica en el sector de estudio se utilizó un instrumento de medición Voltcraft multifuncional 4 en 1, el cual permite registrar la presión sonora percibida en base a una escala de dB(A) en un rango entre 35 y 100 dB.

Se midió la presión sonora en distintos puntos del Parque O'Higgins, marcando cada uno de éstos en un plano y numerándolos (Imagen 1). En cada uno de estos puntos se tomaron tres muestras de 10 segundos, siendo todas estas registradas en días de semana, entre las 15:00 y las 17:00 hrs aproximadamente.

El instrumento de medición permite registrar el nivel máximo de presión sonora por cada muestra, los cuales se promediaron y se obtuvo así el nivel máximo medio en cada punto (Tabla 1).

Se realizó una escala de valores entre los 50 dB(A) y los 90 dB(A), la cual se graficó con una gradiente de colores, pasando desde el verde (más bajo) al rojo obscuro (más alto) (Imagen 2). A partir de esta escala se asoció cada punto con un color.

Para poder graficar el nivel de presión sonora en el plano, se unieron los puntos en una malla triangular (Imagen 3), generando así áreas que fueron coloreadas desde sus vértices con el color asignado a cada punto (Imagen 4).

De la misma forma, se graficó en corte el nivel de presión sonora, superponiendo un gráfico de puntos sobre éstos y dibujando una barra horizontal con los colores asociados a cada punto (Imagen 5).

Imagen 1

Miércoles 10 de Octubre	15:15 - 17:21			A Lo (35-100 db)	
Punto	Hora	M1	M2	M3	Promedio
1	15:15	58,7	59,5	59,1	59,1
2	15:17	66,3	64,3	61,1	63,9
3	15:22	60,8	61,9	60,0	60,9
4	15:24	61,8	61,0	59,6	60,8
5	15:28	62,1	68,7	69,1	66,6
6	15:33	61,2	63,3	62,9	62,5
7	15:36	62,1	65,3	67,8	65,1
8	15:41	69,6	73,0	73,1	71,9
9	15:43	64,3	63,0	68,0	65,1
10	15:45	61,7	59,8	59,5	60,3
11	15:48	56,4	55,8	56,9	56,4
12	15:50	56,5	66,5	60,0	61,0
13	15:54	52,5	53,7	55,6	53,9
14	15:57	53,9	56,4	54,6	55,0
15	16:00	60,0	61,7	68,1	63,3
16	16:04	57,9	58,0	58,1	58,0
17	16:08	63,0	62,6	61,7	62,4
18	16:11	57,7	59,3	61,7	59,6
19	16:15	58,9	60,6	59,5	59,7
20	16:18	60,2	63,6	62,6	62,1
21	16:20	64,3	66,6	69,7	66,9
22	16:22	69,5	71,5	73,9	71,6
23	16:26	73,4	75,6	75,2	74,7
24	16:29	67,6	71,7	73,0	70,8
25	16:33	76,3	80,4	81,8	79,5
26	16:36	81,4	78,0	84,1	81,2
27	16:39	65,2	64,9	68,5	66,2
28	16:42	62,7	63,6	63,4	63,2
29	16:45	62,1	73,0	75,9	70,3
30	16:49	68,5	65,8	67,1	67,1
31	16:52	61,4	63,6	64,5	63,2
32	16:55	60,3	60,4	60,5	60,4
33	16:59	56,7	59,8	63,7	60,1
34	17:10	58,7	60,0	68,7	62,5
35	17:15	57,0	58,7	59,6	58,4
36	17:19	56,4	56,7	59,7	57,6
37	17:21	59,7	56,9	59,8	58,8
Jueves 11 de Octubre	15:50 - 17:01			A Lo (35-100 db)	
38	15:50	61,2	63,1	67,5	63,9
39	15:53	66,2	67,6	66,2	66,7
40	15:57	76,7	75,9	81,7	78,1
41	16:01	73,4	71,9	74,6	73,3
42	16:04	76,0	75,7	75,7	75,8
43	16:07	65,8	70,9	65,5	67,4
44	16:09	77,2	81,3	66,5	75,0
45	16:12	65,7	68,0	73,0	68,9
46	16:15	68,0	66,2	68,0	67,4
47	16:17	69,5	67,2	71,5	69,4
48	16:21	63,6	67,8	65,0	65,5
49	16:24	63,8	71,2	67,5	67,5
50	16:28	71,2	70,0	69,5	70,2
51	16:31	61,5	67,1	61,7	63,4
52	16:34	62,3	63,4	60,5	62,1
53	16:39	61,3	65,1	64,7	63,7
54	16:44	65,1	62,7	60,6	62,8
55	16:46	56,9	54,2	52,1	54,4
56	16:50	58,0	57,0	57,1	57,4
57	16:52	62,6	56,7	58,9	59,4
58	16:58	68,0	71,0	76,8	71,9
59	17:01	70,3	75,8	69,5	71,9
Miércoles 24 de Octubre	15:19 - 17:09			A Lo (35-100 db)	
60	15:19	83,4	84,0	85,3	84,2
61	15:22	90,3	80,6	84,3	85,1
62	15:30	73,6	76,6	75,1	75,1
63	15:34	76,7	74,1	77,9	76,2
64	15:39	85,6	67,9	75,7	76,4
65	15:42	70,8	74,8	73,3	73,0
66	15:45	75,3	72,3	75,5	74,4
67	15:49	72,6	69,3	71,8	71,2
68	15:52	74,8	83,8	77,0	78,5
69	15:56	76,6	81,5	73,8	77,3
70	16:02	83,9	92,0	87,2	87,7
71	16:08	86,5	79,5	64,3	76,8
72	16:11	69,7	79,7	77,3	75,6
73	16:15	78,9	79,2	78,9	79,0
74	16:18	81,4	76,8	78,2	78,8
75	16:21	81,3	86,0	88,8	85,4
76	16:24	79,0	89,9	87,2	85,4
77	16:28	86,1	85,6	85,5	85,7
78	16:31	88,7	84,0	80,6	84,4
79	16:34	79,8	81,5	86,4	82,6
80	16:38	85,3	80,7	85,5	83,8
81	16:41	83,6	82,2	85,4	83,7
82	16:44	82,9	79,1	81,3	81,1
83	16:46	72,9	69,6	66,0	69,5
84	16:50	76,7	77,1	74,5	76,1
85	16:54	66,9	71,3	68,6	68,9
86	17:00	73,3	69,9	67,8	70,3
87	16:58	69,4	70,2	75,1	71,6
88	17:02	70,8	78,9	75,1	74,9
89	17:05	74,9	76,7	69,9	73,8
90	17:09	68,8	75,2	72,8	72,3

Jueves 20 de Diciembre	15:42 - 17:10			A Lo (35-100 db)	
Punto	Hora	M1	M2	M3	Promedio
91	15:42	71,1	73,2	70,5	71,6
92	15:45	74,6	74,8	72,8	74,1
93	15:48	77,2	70,3	75,5	74,3
94	15:51	75,2	73,9	78,9	76,0
95	15:54	73,8	77,2	83,4	78,1
96	15:56	78,6	73,8	66,8	73,1
97	15:59	71,9	71,7	75,1	72,9
98	16:03	82,5	76,5	77,3	78,8
99	16:06	77,1	75,0	75,8	76,0
100	16:08	72,8	61,6	74,5	69,6
101	16:12	70,3	69,8	72,1	70,7
102	16:16	74,3	79,9	76,1	76,8
103	16:19	75,2	78,2	76,8	76,7
104	16:23	69,9	65,7	66,9	67,5
105	16:27	57,7	69,7	62,8	63,4
106	16:33	74,0	72,8	73,0	73,3
107	16:37	74,2	80,5	78,2	77,6
108	16:41	83,0	81,2	79,6	81,3
109	16:44	79,9	82,3	79,5	80,6
110	16:48	81,8	82,3	83,6	82,6
111	16:56	84,2	79,2	78,2	80,5
112	16:54	75,4	82,2	79,0	78,9
113	17:00	70,2	64,0	61,6	65,3
114	17:05	68,5	73,0	65,0	68,8
115	17:08	68,3	70,0	71,9	70,1
116	17:10	74,8	71,9	66,3	71,0
Jueves 20 de Diciembre	15:42 - 17:10			A Lo (35-100 db)	
117	15:10	85,6	71,0	76,9	77,8
118	15:15	79,0	76,0	80,6	78,5
119	15:18	67,2	68,7	77,5	71,1
120	15:21	80,7	77,6	80,6	79,6
121	15:26	80,1	78,0	74,2	77,4
122	15:28	68,4	70,2	77,4	72,0
123	15:31	80,6	76,2	76,0	77,6
124	15:33	76,6	79,0	75,6	77,1
125	15:36	68,7	61,2	75,9	68,6
126	15:41	79,7	78,0	84,2	80,6
127	15:55	89,0	78,5	76,3	81,3
128	15:56	79,2	76,7	79,5	78,5
129	15:57	77,8	80,2	80,6	79,5
Viernes 4 de Enero	15:00 - 17:12			A Lo (35-100 db)	
130	15:00	86,5	72,9	78,1	79,2
131	15:03	80,8	74,1	78,8	77,9
132	15:06	76,5	78,7	75,1	76,8
133	15:08	80,8	83,0	77,8	80,5
134	15:12	81,2	80,3	82,8	81,4
135	15:14	80,2	78,5	83,1	80,6
136	15:35	71,1	69,2	71,2	70,5
137	15:38	71,9	69,4	74,6	72,0
138	15:41	68,4	74,9	72,1	71,8
139	15:44	70,3	74,2	67,8	70,8
140	15:46	75,6	66,3	76,5	72,8
141	15:54	67,9	62,7	69,1	66,6
142	15:56	62,5	65,0	62,2	63,2
143	15:58	64,5	63,4	65,1	64,3
144	16:03	63,3	65,2	63,9	64,1
145	16:07	61,1	59,8	61,2	60,7
146	16:10	58,5	59,2	59,6	59,1
147	16:14	57,6	58,3	59,7	58,5
148	16:18	62,7	56,6	58,2	59,2
149	16:21	61,2	56,8	58,2	58,7
150	16:24	59,0	57,9	57,8	58,2
151	16:28	59,0	60,0	58,1	59,0
152	16:32	59,7	57,3	59,6	58,9
153	16:38	62,8	63,9	65,7	64,1
154	16:44	65,1	63,8	65,4	64,8
155	16:54	72,2	81,7	73,0	75,6
156	16:57	83,4	81,6	82,0	82,3
157	17:00	83,3	84,6	81,1	83,0
158	17:03	67,9	68,6	68,1	68,2
159	17:08	64,2	61,8	63,7	63,2
160	17:12	72,4	79,5	76,8	76,2

Tabla 1

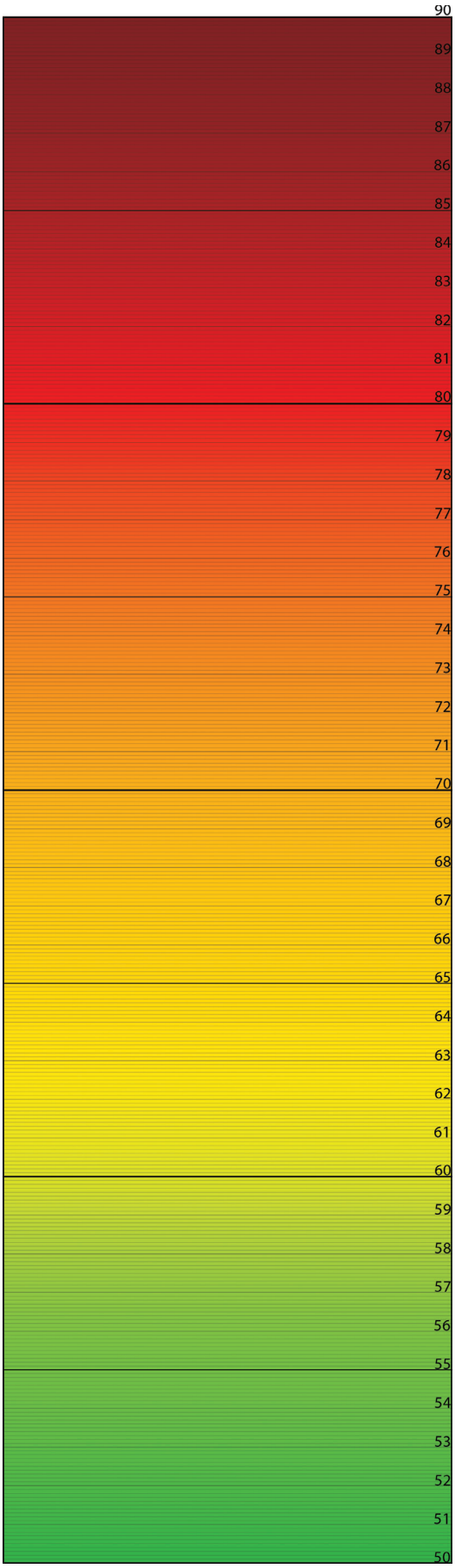

90
89
88
87
86
85
84
83
82
81
80
79
78
77
76
75
74
73
72
71
70
69
68
67
66
65
64
63
62
61
60
59
58
57
56
55
54
53
52
51
50

Imagen 2

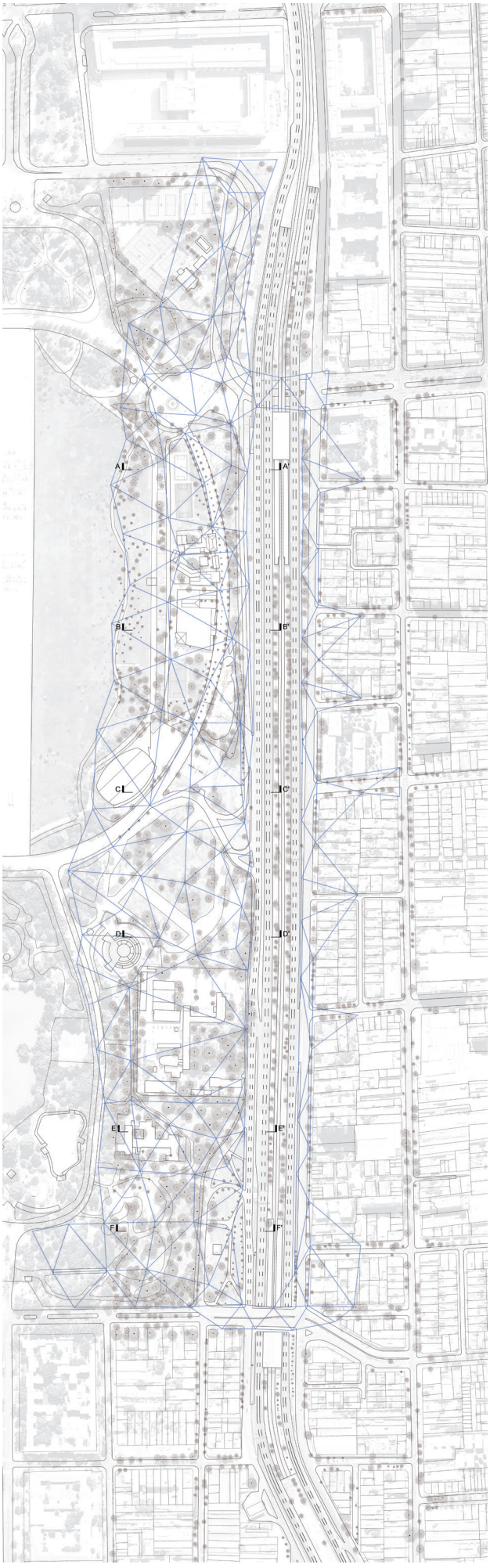


Imagen 3

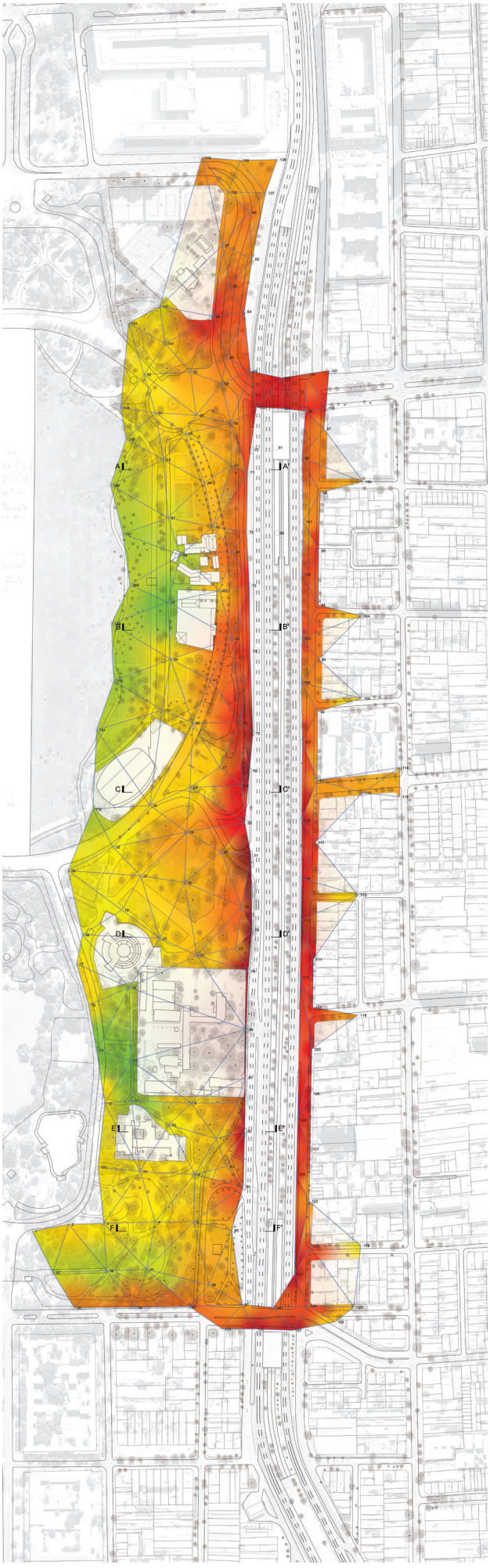
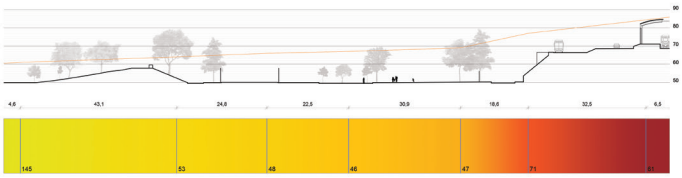
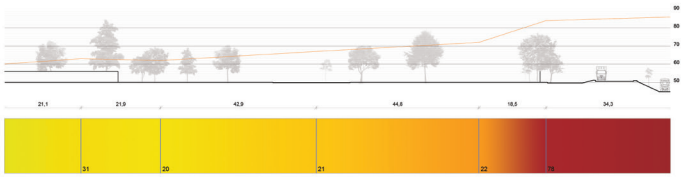


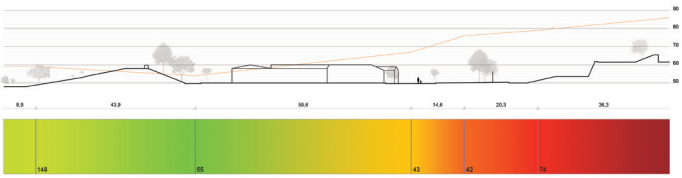
Imagen 4



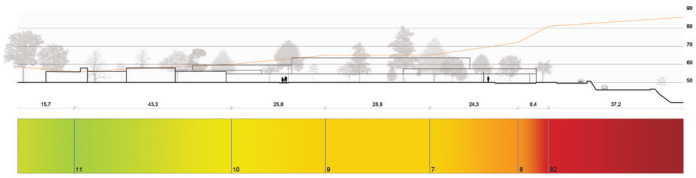
Corte A-A'



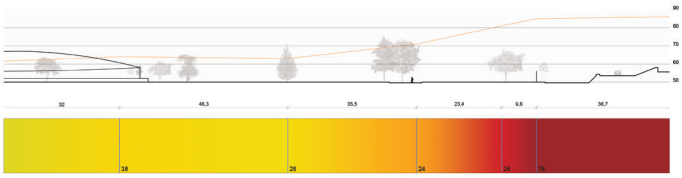
Corte D-D'



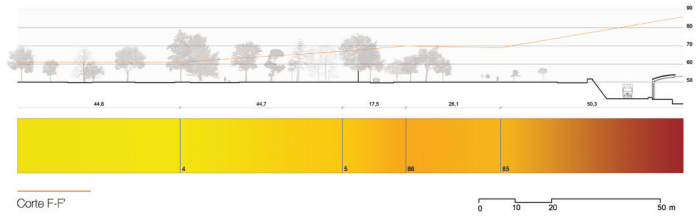
Corte B-B'



Corte E-E'



Corte C-C'



Corte F-F'

Imagen 5

11.3 Anexo 3: Cálculo de pantallas

Para poder reducir la contaminación acústica en el sector de estudio se plantean una serie de taludes a modo de pantallas, los cuales impedirían el paso del sonido directo, atenuando así el nivel de presión sonora.

A partir de las mediciones registradas en el Parque O'Higgins, se grafican los puntos con distintos colores según su nivel de presión sonora, diferenciando estos en rangos de 5 dB (Imagen 1). Se dibujan las pantallas buscando proteger los sectores con mayor niveles de presión sonora, proponiendo distintas alturas entre 1,5 m y 4 m para las distintas circunstancias (Imagen 2).

Para el cálculo de atenuación por pantallas se utilizan las formulas planteadas por Llinares, Llopis y Sancho en su libro Acústica arquitectónica y urbanística. Estas fórmulas permiten calcular la atenuación causada por una pantalla para un receptor a partir de una fuente, a partir de las distancias entre éstas y las alturas de cada una (Imagen 3).

A partir de este estudio se realiza una tabla que permite ingresar los datos y calcular así la atenuación por cada pantalla (Tabla 1). El cálculo se realiza para cada uno de los receptores, obteniendo la atenuación generada en éstos. Se calculan estos puntos a partir de los cortes estudiados, colocando en cada uno las pantallas correspondientes y tomando como fuente las distintas vías y como receptores los distintos puntos de medición (Tabla 2).

Para poder calcular la atenuación de una pantalla para distintas fuentes, se calcula la atenuación de cada pantalla en base a cada fuente por separado y se obtiene la media logarítmica entre éstas, obteniendo así la atenuación generada para cada punto. En los sectores donde se plantean más de una pantalla en una misma sección se calcula la atenuación generada por cada una de éstas y se suman en forma logarítmica. A partir de la atenuación obtenida se le asigna un nuevo color a cada punto en base a la escala utilizada.

Para realizar el estudio se realizan fichas por cada una de las secciones estudiadas, comparando los niveles de presión sonora existentes con los resultantes (Imagen 4). A partir de este estudio se marcan en planta los nuevos niveles de presión sonora y se extrapolan los puntos que no fueron calculados en cada sección (Imagen 5).

Imagen 1

Imagen 2

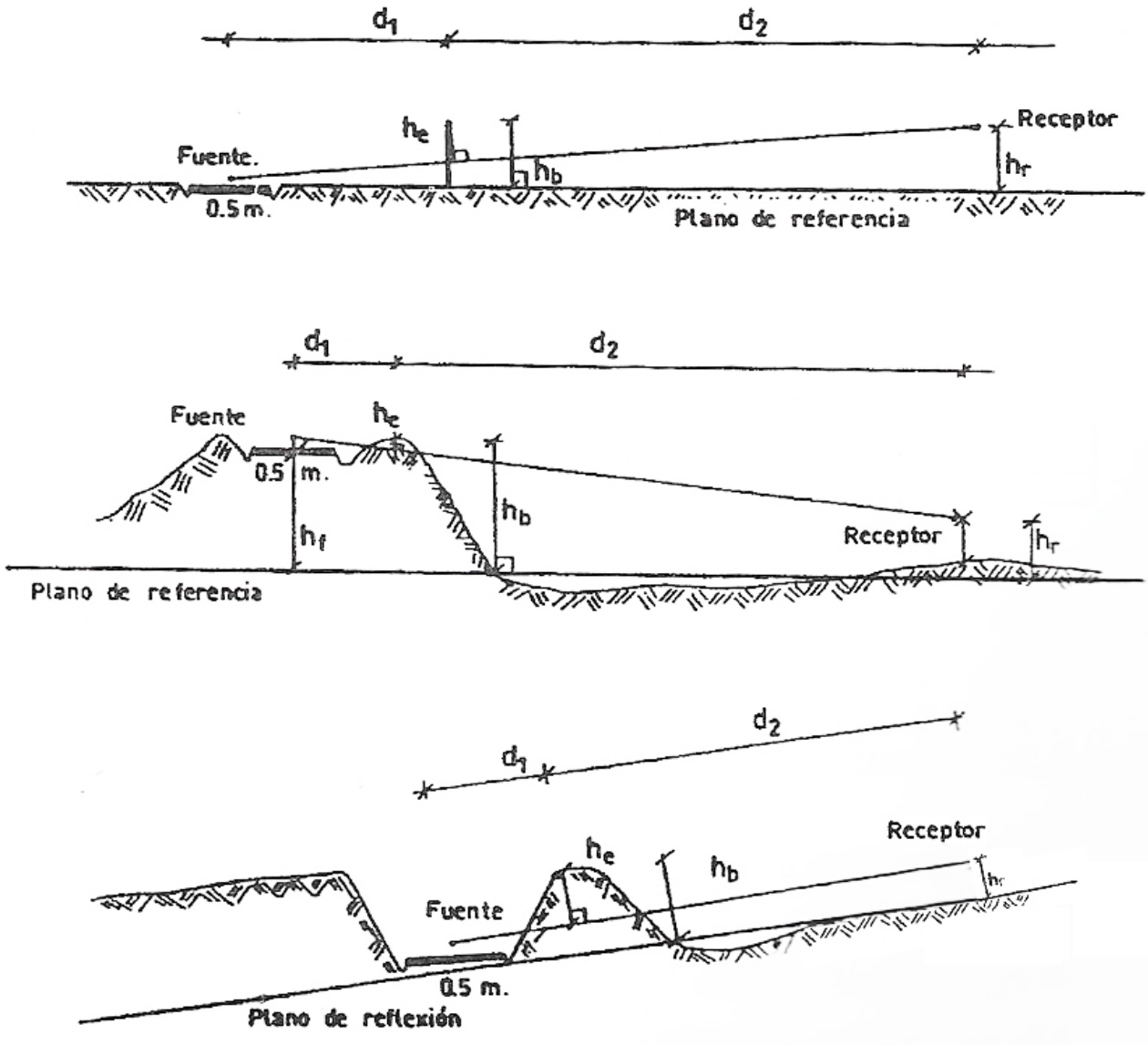

d1
d2
he
Receptor
Fuente.
hb
hr
0.5 m.
Plano de referencia
d1
d2
Fuente
he
0.5 m.
hb
hf
Receptor
hr
Plano de referencia
d2
d1
Receptor
he
hb
Fuente
hr
0.5 m.
Plano de reflexión

Imagen 3

DATOS DEL DIBUJO		
altura pantalla	Hb	1,5
altura receptor	Hr	2
distancia fuente-pantalla	D1	3,5
distancia pantalla-receptor	D2	50
Altura fuente	Hf	1

***alturas se toman desde plano de referencia**

ALTURA EFICAZ		
altura pantalla	Hb	1,5
altura receptor	Hr	2
distancia fuente-pantalla	D1	3,5
distancia pantalla-receptor	D2	50
Altura fuente	Hf	1
Altura eficaz	**He**	**-0,03271028**

$$He = \frac{(Hb-Hr)D1 + (Hb-Hf-0,5)D2}{\sqrt{[\,(D1+D2)2 + (Hb-Hf-0,5)2\,]}}$$

$$He = \frac{-1,75 + 0}{\sqrt{[\,2862,25 + 0\,]}}$$

$$He = \frac{-1,75}{53,5}$$

$$He = -0,03271$$

RELACIÓN DE DISTANCIA		
distancia mayor (D1 o D2)	DM	50
distancia menor (D1 o D2)	Dm	3,5
14,28571429	γ	14,28571429
Relación de distancia	**ξ**	**0,608205792**

Si DM<30 se toma DM=30m

Si γ>20 se toma γ=20

E= 1,1* raiz[(1+γ)/DM]

E= 1,1* 0,552914

E= 0,6

ATENUACIÓN POR PANTALLA		
Altura eficaz	He	-0,0327103
Relación de distancia	ξ	0,60820579
Atenuación por pantalla	**ΔLp**	**4,89951197**

***ΔLp ≥ -25 dB(A)**

Si He≤0 y ξ≥-0,25:	
ΔLp=	4,9
Si He≤0 y ξ<-0,25:	
ΔLp=	0
Si: He>0:	
ΔLp=	-15,9

Tabla 1

Sección A-A'

Pantalla	Receptor	Av. Viel	Caletera	Atenuación total
1	47	-17,20244563	0	-2,928371105
	46	-13,78876195	-0,617076726	-3,423034227
	48	-13,53379638	-1,197879769	-3,961683901
	53	-13,41285063	-1,487093039	-4,227227276
		Pantalla1		
Total	**47**	2,928371105		**2,928371105**
	46	3,423034227		**3,423034227**
	48	3,961683901		**3,961683901**
	53	4,227227276		**4,227227276**

	Nivel muestra	Nivel final	
47	69,4	**66,47162889**	
46	67,4	**63,97696577**	
48	65,5	**61,5383161**	
53	63,7	**59,47277272**	

Sección B-B'

Pantalla	Receptor	Av. Viel	Caletera	Autopista	Atenuación total
1	42	-14,35360221	-13,6963372	-13,68499538	-13,90059606
	43	-14,35360221	-11,51690195	-0,315388215	-4,612709919
		Pantalla1			
Total	**42**	13,90059606			**13,90059606**
	43	4,612709919			**4,612709919**

	Nivel muestra	Nivel final	
42	75,8	**61,89940394**	
43	67,4	**62,78729008**	

Sección C-C'

Pantalla	Receptor	Av. Viel	Autopista	Atenuación total
1	76	-19,10096199	-14,62246713	-16,30832998
	26	-16,67535982	-12,87034592	-14,3688223
	24	-16,63977372	-11,47819641	-13,33346024
	28	-15,84816896	-10,89074833	-12,69746982
	38	-13,97953862	-10,64323789	-11,99859627
2	24	-12,60824607	0	-2,778393529
	28	-10,5551611	-1,896392938	-4,352209682
	38	-10,06597135	-2,536159047	-4,840128431
		Pantalla1	**Pantalla2**	
Total	**76**	16,30832998		**16,30832998**
	26	14,3688223		**14,3688223**
	24	13,33346024	2,778393529	**13,69975781**
	28	12,69746982	4,352209682	**13,29074592**
	38	11,99859627	4,840128431	**12,76273228**

	Nivel muestra	Nivel final	
76	85,4	**69,09167002**	
26	81,2	**66,8311777**	
24	70,8	**57,10024219**	
28	63,2	**49,90925408**	
38	63,9	**51,13726772**	

Sección D-D'

Pantalla	Receptor	Av. Viel	Autopista	Atenuación total
1	22	-17,66600033	-11,90203168	-13,89067772
	21	-16,22293263	-11,30430776	-13,101607
	20	-14,28969287	-11,05473373	-12,37772372
	31	-13,62033686	-10,9894294	-12,10863509
		Pantalla1		
Total	**22**	13,89067772		**13,89067772**
	21	13,101607		**13,101607**
	20	12,37772372		**12,37772372**
	31	12,10863509		**12,10863509**

	Nivel muestra	Nivel final	
22	71,6	**57,70932228**	
21	66,9	**53,798393**	
20	62,1	**49,72227628**	
31	63,2	**51,09136491**	

Sección E-E'

Pantalla	Receptor	Av. Viel	Autopista	Atenuación total
1	82	-17,66600033	-17,50385009	-17,58416849
	8	-17,66600033	-12,72735396	-14,52952374
	7	-17,62749392	-12,3376313	-14,22251596
	9	-16,14465204	-11,94792065	-13,55793312
	10	-14,87760158	-11,8022465	-13,07321081
	11	-13,47376607	-11,68096024	-12,48550191
2	7	0	0	0
	9	-1,116592831	-10,1118524	-3,611393055
	10	-1,763191663	-9,453187715	-4,090831281
	11	-2,167181723	-9,026429115	-4,363653172
		Pantalla1	**Pantalla2**	
Total	**82**	17,58416849		**17,58416849**
	8	14,52952374		**14,52952374**
	7	14,22251596	0	**14,38374612**
	9	13,55793312	3,611393055	**13,97674725**
	10	13,07321081	4,090831281	**13,59015403**
	11	12,48550191	4,363653172	**13,10795299**

	Nivel muestra	Nivel final	
82	81,1	**63,51583151**	
8	71,9	**57,37047626**	
7	65,1	**50,71625388**	
9	65,1	**51,12325275**	
10	60,3	**46,70984597**	
11	56,4	**43,29204701**	

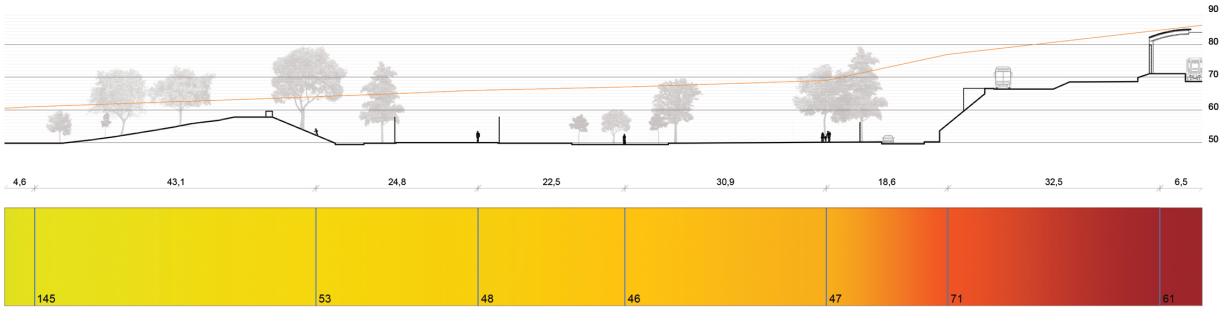
Sección F-F'

Pantalla	Receptor	Fábrica	Av. Viel	Autopista	Atenuación total
1	85		-13,97911981	-13,97911981	-13,97911981
	86		-12,8207362	-10,99601316	-11,81323741
	5		-12,5421271	-10,55024867	-11,43297886
	4		-12,27727923	-10,1067438	-11,0577998
2	5	0	0	0	0
	4	0	-2,405216868	-9,047566531	-2,468587797
		Pantalla1	**Pantalla2**		
Total	**85**	13,97911981			**13,97911981**
	86	11,81323741			**11,81323741**
	5	11,43297886	0		**11,73450361**
	4	11,0577998	2,468587797		**11,62067902**

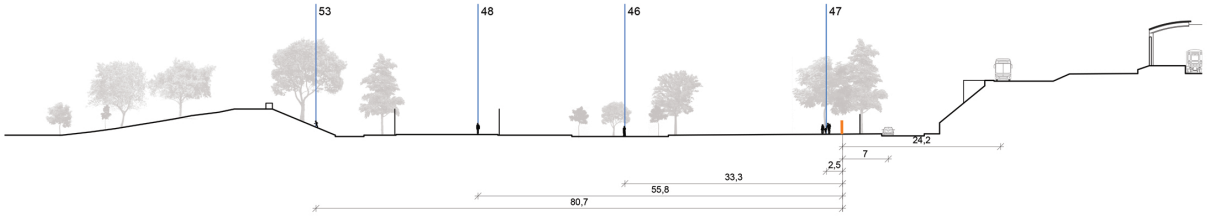
	Nivel muestra	Nivel final	
85	69,8	**55,82088019**	
86	70,3	**58,48676259**	
5	66,6	**54,86549639**	
4	60,8	**49,17932098**	

Tabla 2

Situación actual



Propuesta de pantallas



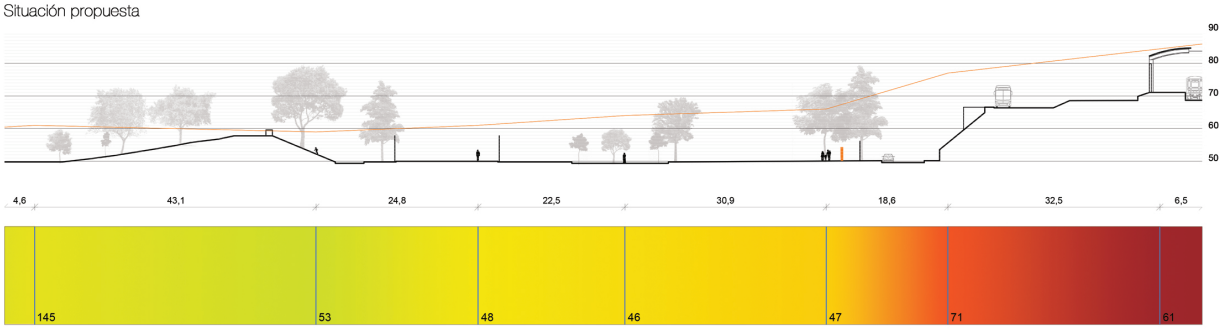
Cálculo da pantallas

Sección A-A'

Pantalla	Receptor	Av. Viel	Caletera	Atenuación total
1	47	-17,20244563	0	-2,928371105
	46	-13,78876195	-0,617076726	-3,423034227
	48	-13,53379638	-1,197879769	-3,961683901
	53	-13,41285063	-1,487093039	-4,227227276
Total	**47**	2,928371105		**2,928371105**
	46	3,423034227		**3,423034227**
	48	3,961683901		**3,961683901**
	53	4,227227276		**4,227227276**

	Nivel muestra	Nivel final
47	69,4	**66,47162889**
46	67,4	**63,97696577**
48	65,5	**61,5383161**
53	63,7	**59,47277272**

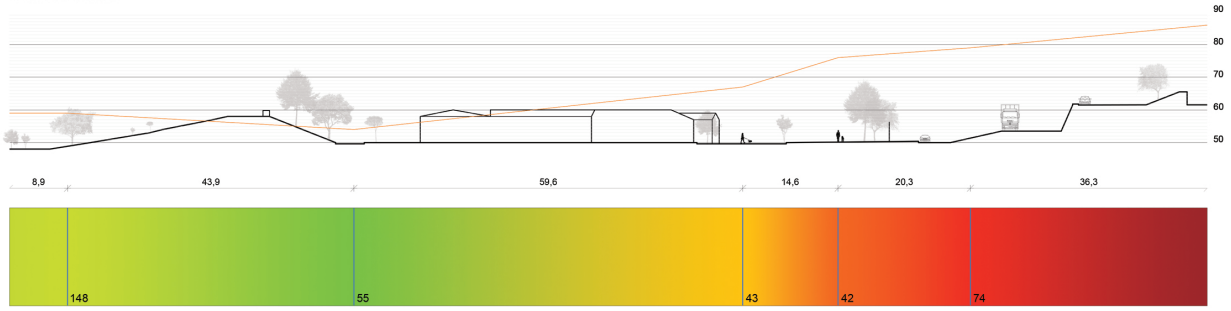
Situación propuesta



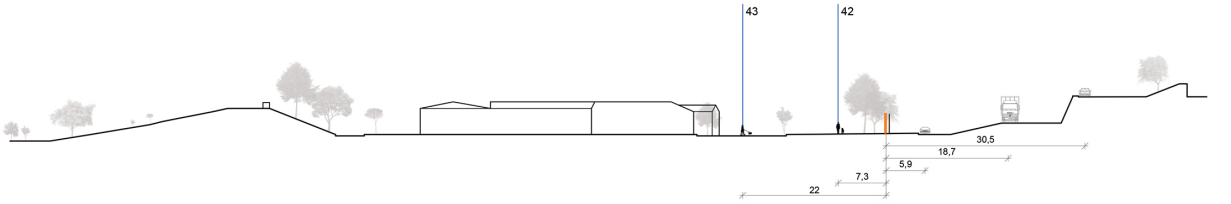
Sección A-A'

Imagen 4.1

Situación actual



Propuesta de pantallas



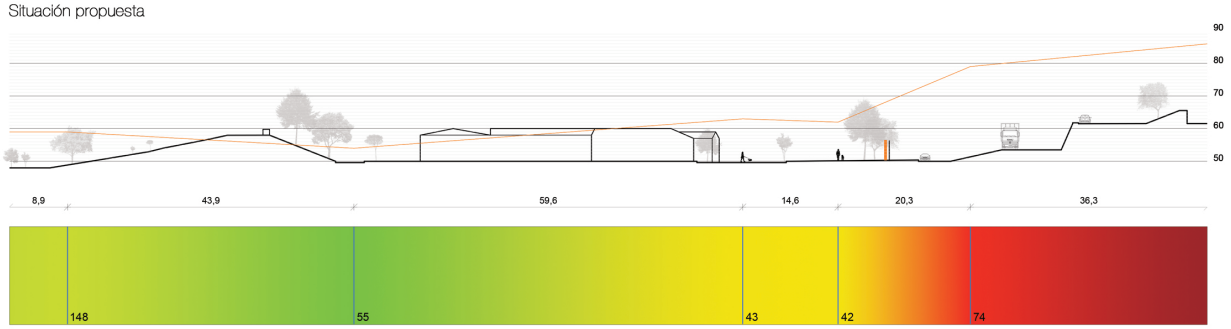
Cálculo da pantallas

Sección B-B'

Pantalla	Receptor	Av. Viel	Caletera	Autopista	Atenuación total
1	42	-14,35360221	-13,6963372	-13,68499538	-13,90059606
	43	-14,35360221	-11,51690195	-0,315388215	-4,612709919
Total	**42**	13,90059606			**13,90059606**
	43	4,612709919			**4,612709919**

	Nivel muestra	Nivel final
42	75,8	**61,89940394**
43	67,4	**62,78729008**

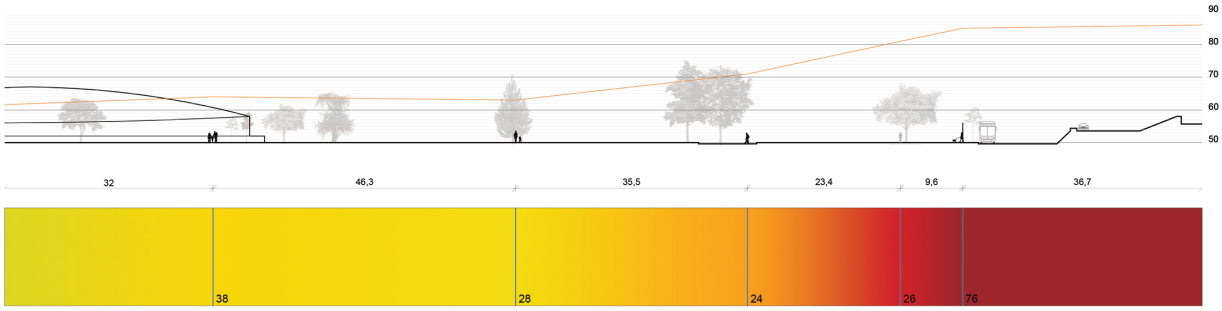
Situación propuesta



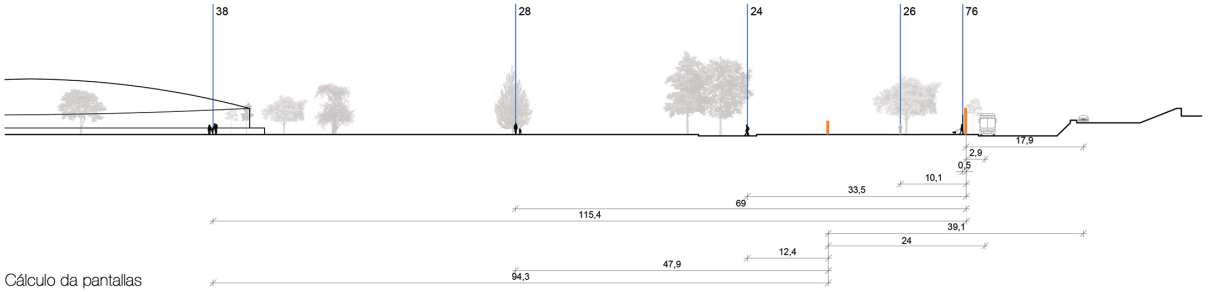
Sección B-B'

Imagen 4.2

Situación actual



Propuesta de pantallas



Cálculo da pantallas

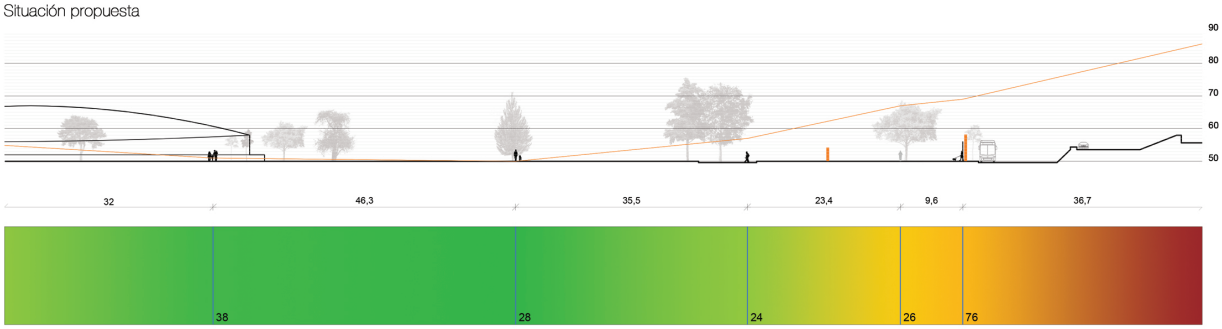
Sección C-C'

Pantalla	Receptor	Caletera	Autopista	Atenuación total
1	76	-19,10096199	-14,62246713	-16,30832998
	26	-16,67535982	-12,87034592	-14,3688223
	24	-16,63977372	-11,47819641	-13,33346024
	28	-15,84816896	-10,89074833	-12,69746982
	38	-13,97953862	-10,64323789	-11,99859627
2	24	-12,60824607	0	-2,778393529
	28	-10,5551611	-1,896392938	-4,352209682
	38	-10,06597135	-2,536159047	-4,840128431

Total	**76**	16,30832998		**16,30832998**
	26	14,3688223		**14,3688223**
	24	13,33346024	2,778393529	**13,69975781**
	28	12,69746982	4,352209682	**13,29074592**
	38	11,99859627	4,840128431	**12,76273228**

	Nivel muestra	Nivel final
76	85,4	**69,09167002**
26	81,2	**66,8311777**
24	70,8	**57,10024219**
28	63,2	**49,90925408**
38	63,9	**51,13726772**

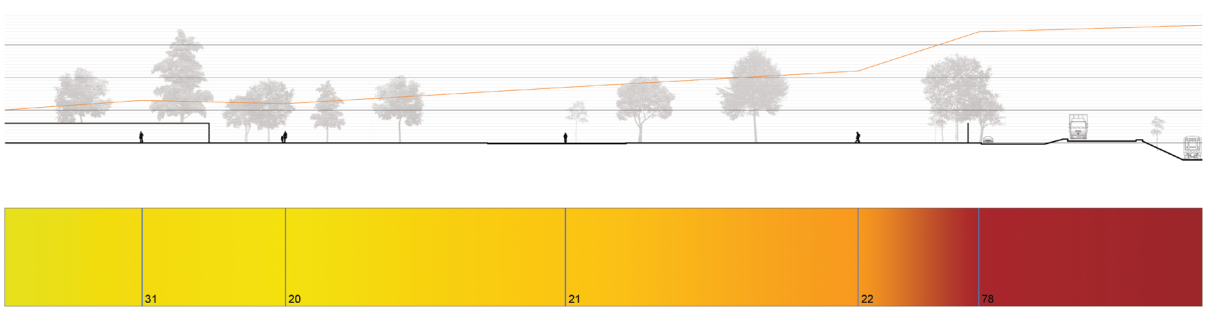
Situación propuesta



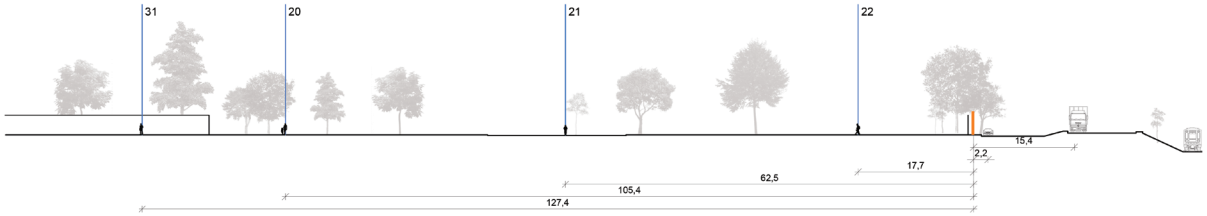
Sección C-C'

Imagen 4.3

Situación actual



Propuesta de pantallas



Cálculo da pantallas

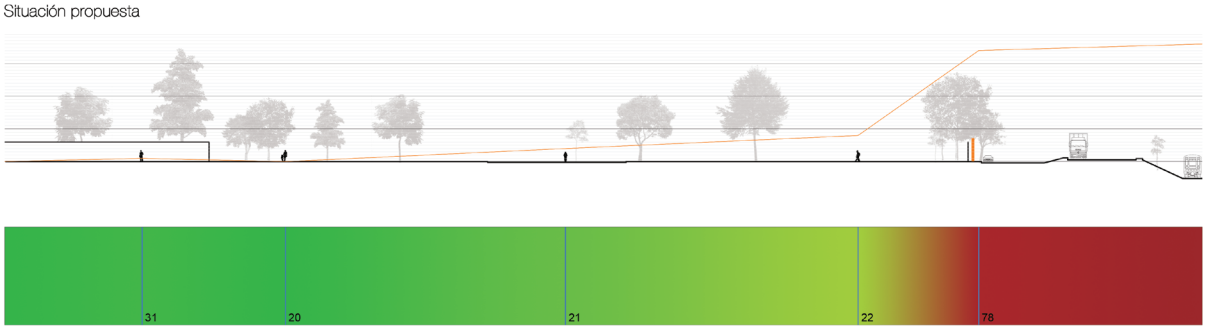
Sección D-D'

Pantalla	Receptor	Av. Viel	Autopista	Atenuación total
1	22	-17,66600033	-11,90203168	-13,89067772
	21	-16,22293263	-11,30430776	-13,101607
	20	-14,28969287	-11,05473373	-12,37772372
	31	-13,62033686	-10,9894294	-12,10863509

	Pantalla1	
Total	22	13,89067772
	21	13,101607
	20	12,37772372
	31	12,10863509

	Nivel muestra	Nivel final
22	71,6	57,70932228
21	66,9	53,798393
20	62,1	49,72227628
31	63,2	51,09136491

Situación propuesta



Sección D-D'

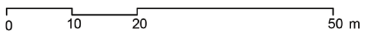
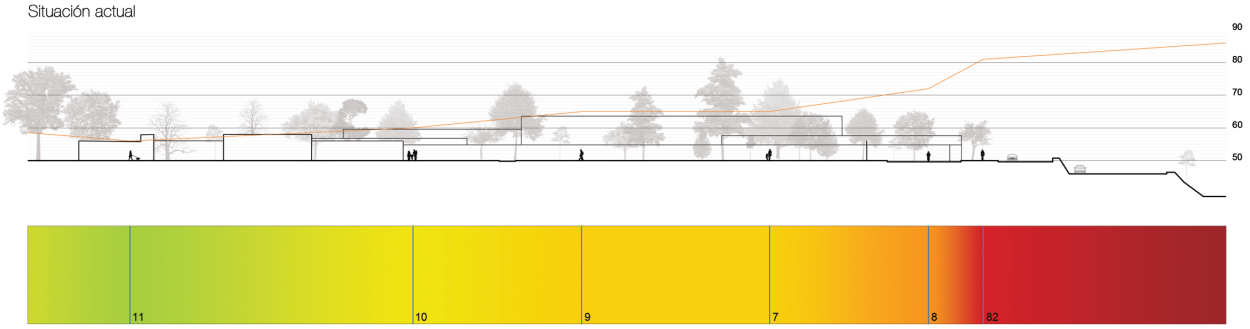
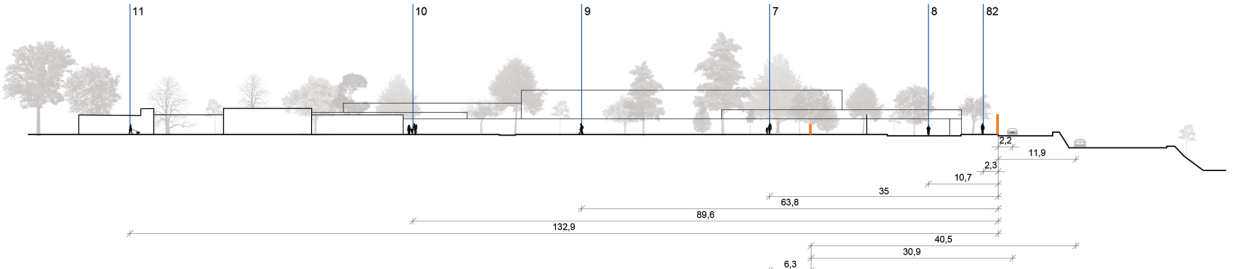


Imagen 4.4

Situación actual



Propuesta de pantallas



Cálculo da pantallas

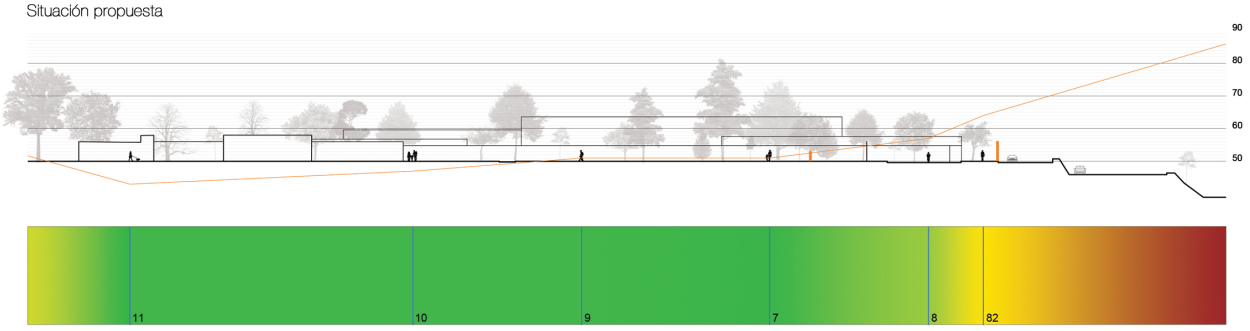
Sección E-E'

Pantalla	Receptor	Av. Viel	Autopista	Atenuación total
1	82	-17,66600033	-17,50385009	-17,58416849
	8	-17,66600033	-12,72735396	-14,52952374
	7	-17,62749392	-12,3376313	-14,22251596
	9	-16,14465204	-11,94792065	-13,55793312
	10	-14,87760158	-11,8022465	-13,07321081
	11	-13,47376607	-11,68096024	-12,48550191
2	7	0	0	0
	9	-1,116592831	-10,1118524	-3,611393055
	10	-1,763191663	-9,453187715	-4,090831281
	11	-2,167181723	-9,026429115	-4,363653172

		Pantalla1	Pantalla2	
Total	82	17,58416849		17,58416849
	8	14,52952374		14,52952374
	7	14,22251596	0	14,38374612
	9	13,55793312	3,611393055	13,97674725
	10	13,07321081	4,090831281	13,59015403
	11	12,48550191	4,363653172	13,10795299

	Nivel muestra	Nivel final
82	81,1	63,51583151
8	71,9	57,37047626
7	65,1	50,71625388
9	65,1	51,12325275
10	60,3	46,70984597
11	56,4	43,29204701

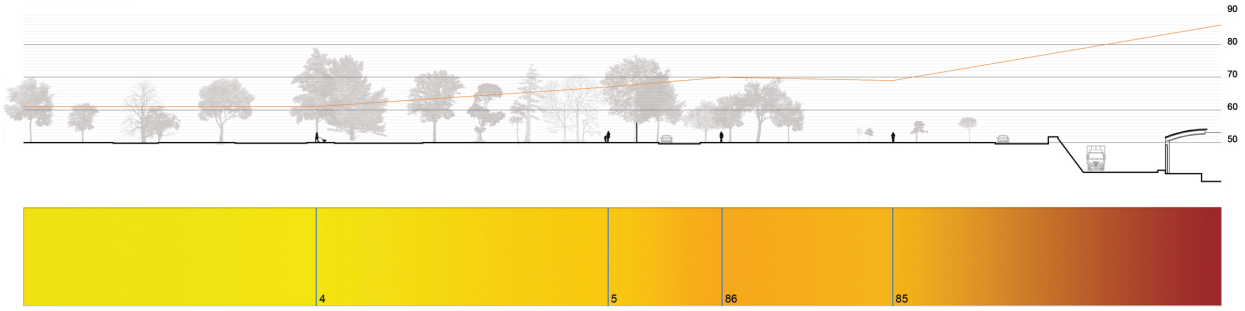
Situación propuesta



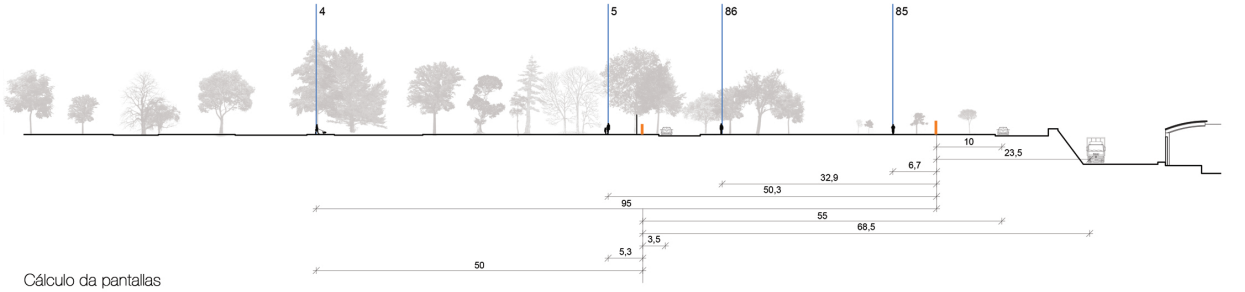
Sección E-E'

Imagen 4.5

Situación actual



Propuesta de pantallas



Cálculo da pantallas

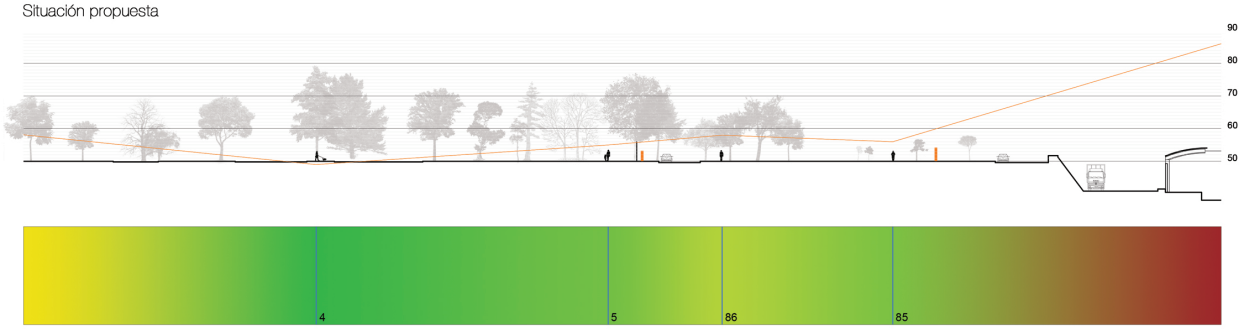
Sección F-F'

Pantalla	Receptor	Fábrica	Av. Viel	Autopista	Atenuación total
1	85		-13,97911981	-13,97911981	-13,97911981
	86		-12,8207362	-10,99601316	-11,81323741
	5		-12,5421271	-10,55024867	-11,43297886
	4		-12,27727923	-10,1067438	-11,0577998
2	5	0	0	0	0
	4	0	-2,405216868	-9,047566531	-2,468587797

		Pantalla1	Pantalla2	
Total	**85**	13,97911981		**13,97911981**
	86	11,81323741		**11,81323741**
	5	11,43297886	0	**11,73450361**
	4	11,0577998	2,468587797	**11,62067902**

	Nivel muestra	Nivel final
85	69,8	**55,82088019**
86	70,3	**58,48676259**
5	66,6	**54,86549639**
4	60,8	**49,17932098**

Situación propuesta



Sección F-F'

Imagen 4.6

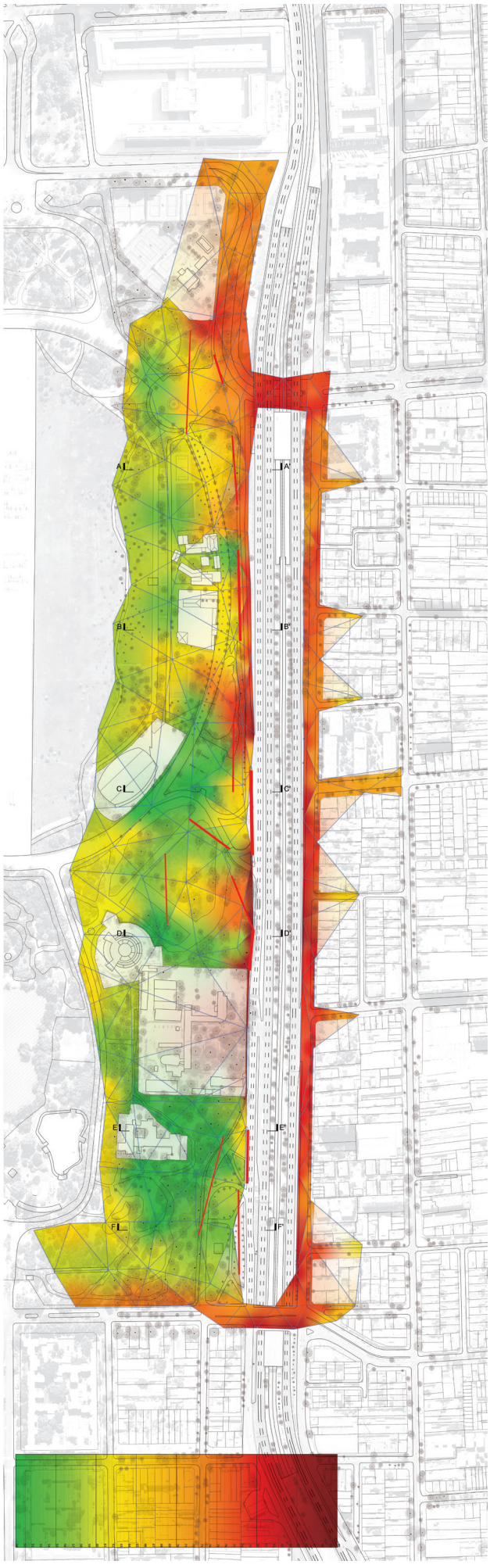


Imagen 5