

ESTUDIO DE CAPACIDAD VIAL

Modificación al Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea
“MPRC-LB-30 PROYECTO NIDO DE ÁGUILAS”



Febrero 2024



ANA MARÍA PUEBLA
Profesional Responsable del Estudio de Capacidad Vial
Steer Davies & Gleave Chile Ltda.

Índice de Contenidos

1	Objetivo	9
2	Metodología	9
2.1	Definiciones generales	9
3	Definiciones	10
3.1	Definiciones Iniciales	10
4	Caracterización de la situación actual	13
4.1	Zonificación	13
4.2	Red vial	15
4.3	Semáforos	16
4.4	Rutas de buses en la comuna	17
4.5	Mediciones de tráfico	18
4.5.1	Localización de los puntos	18
5	Proceso de calibración	21
5.1	Metodología	21
5.2	Utilización Matrices Estraus	22
5.3	Comparación datos observados-modelados	22
5.4	Ajuste matricial de viajes	23
5.5	Tiempos de viaje	25
5.6	Saturación de la red	27
6	Generación situación con Proyecto	28
6.1	Definiciones iniciales	28
7	Contexto relación hogares-número de viajes	30
7.1	EOD 2012	30
8	Incremento del número de viajes	33
9	Proceso modelación	33
9.1	Tiempos de viaje	34
9.2	Saturación de la red	34
9.3	Escenario Pesimista	35
10	Conclusiones	36

Índice de Ilustraciones

Ilustración 2-1 Metodología utilizada	9
Ilustración 3-1 Terreno donde se emplazará el proyecto de vivienda	11
Ilustración 3-2 Conexión para la situación con proyecto.	12
Ilustración 3-3 Vialidad disponible en el área de estudio.	13
Ilustración 4-1 Definición Zonas modelo Saturn	15
Ilustración 4-2 Vialidad del área de estudio.....	16
Ilustración 4-3 Localización Mediciones de Semáforo	17
Ilustración 4-4 Localización puntos de medición de flujo	18
Ilustración 4-5 Movimientos medidos en cada uno de los puntos de medición	19
Ilustración 5-1 Metodología utilizada durante el proceso de calibración	21
Ilustración 5-2 Esquema de proceso de calibración SATURN	24
Ilustración 5-3 Elección de ejes de comparación de tiempos de viaje.....	26
Ilustración 5-4 Ubicación arcos de la red analizados	27
Ilustración 6-1 Ubicación de las viviendas que serán relocalizadas por el proyecto del Nido de Águilas	29
Ilustración 7-1 Totales encuestas OD 2012.....	30
Ilustración 10-1 Apertura vial propuesta (Calle 1) y su conexión con Av. El Rodeo	37

Índice de Tablas

Tabla 4-1 Diccionario Zonificación Definida	14
Tabla 4-2 Servicios Transantiago asociados al área de estudio	17
Tabla 4-3 Localización de los puntos de medición de flujo vehicular	18
Tabla 5-1 Número de hogares, viajes totales y auto-chofer matriz equilibrio Estraus, por nivel de ingreso, 07:30 – 08:30	22
Tabla 5-2 Rango de ingreso por categoría, en pesos de Junio de 2022.	22
Tabla 5-3 Comparación tiempo de viaje	26
Tabla 5-4 Saturación en los arcos de la comuna	27
Tabla 6-1 Número de hogares por nivel socioeconómico.....	28
Tabla 6-2 Número de matrículas por nivel.....	28
Tabla 6-3 Ubicación de los hogares que serán relocalizados en la zona 790.....	29
Tabla 7-1 Viajes generados por hogares, total diario EOD 2012	30
Tabla 7-2 Viajes generados por hogares, total diario EOD 2012	31
Tabla 7-3 Viajes generados por período, total diario EOD 2012.....	31
Tabla 7-4 Viajes por modo, Modelo Estratégico Lo Barnechea, horario AM 06:30-08:30	32
Tabla 7-5 Número de hogares por nivel socioeconómico en la comuna de Lo Barnechea	32
Tabla 7-6 Número de vehículos por hogar en Lo Barnechea	32
Tabla 9-1 Comparación tiempo de viaje sobre eje El Rodeo	34
Tabla 9-2 Comparación de flujo y saturación en los arcos de la comuna	34
Tabla 9-3 Flujos de saturación requerido para alcanzar al 80% de grados de saturación	35

Índice de Gráficos

Gráfico 4-1 Flujos en vehículos/hora en cada punto de medición	20
Gráfico 4-2 Flujos en vehículos/hora en cada punto de medición	21
Gráfico 5-1 Comparación flujo modelado -flujo observado.....	23
Gráfico 5-2 Comparación global nube de puntos en la red	25

1 OBJETIVO

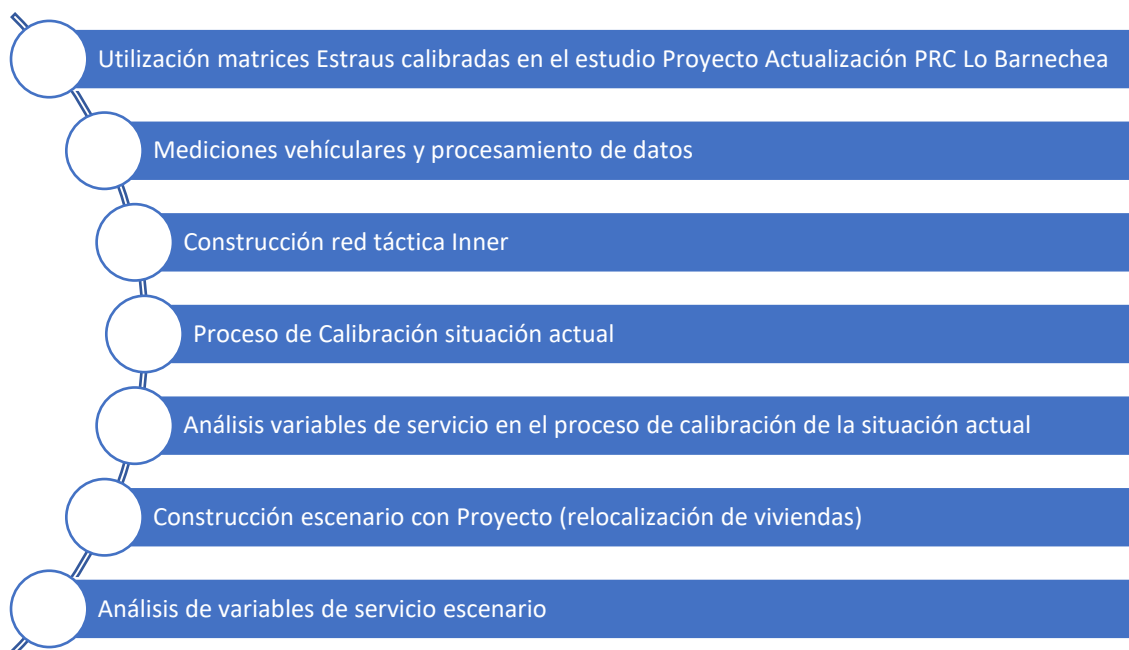
El presente estudio nace a partir de una modificación del actual Plan Regulador Comunal vigente en la Comuna de Lo Barnechea. Esta modificación plantea dar una solución habitacional a cerca de 650 viviendas de la comuna, localizándolas en el sector aledaño a la calle Nido de Águilas, con la finalidad de disminuir el déficit habitacional de la población vulnerable, mejorando sus condiciones de accesibilidad a bienes y servicios disponibles en la comuna. Esta modificación podría producir impactos en la vialidad existente dado que las familias asociadas a las viviendas relocalizadas podrían implicar un cambio en la demanda en la vialidad existente. La determinación de ese posible impacto será el principal objetivo del presente documento.

2 METODOLOGÍA

2.1 Definiciones generales

Para realizar el análisis, se utilizó inicialmente la información correspondiente a las modelaciones Etraus realizadas en la etapa de calibración del estudio “Proyecto actualización Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea”. Para comprender de mejor manera la secuencia de tareas e información, se presenta la figura siguiente que resume los pasos seguidos en la realización del estudio.

Ilustración 2-1 Metodología utilizada



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA (2022)

Si bien en el desarrollo del estudio Actualización Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea, se desarrolló con un modelo Etraus, en esta ocasión se utilizarán las matrices de equilibrio resultantes de la calibración de dicho estudio como inputs en el modelo de redes inner construido para esta etapa. Este cambio de modelo se debe a que se busca analizar un sector puntual de la red y no un

análisis a nivel macro que proporciona el modelo estratégico. El siguiente paso corresponde al proceso de medición y procesamiento de las mediciones de terreno. Con estos datos será posible calibrar los flujos del modelo táctico en el área de estudio determinando así las variables de servicio actuales que posteriormente serán contrastadas con la situación “con proyecto”. El escenario con proyecto será construido a partir de la relocalización de hogares, tal como se presentó en los objetivos del estudio, desde distintas zonas de la comuna hacia el sector del Nido de Águilas.

Por último, este escenario “con Proyecto”, será evaluado mediante el modelo táctico analizando las variables de servicio resultantes de la modificación planteada.

3 DEFINICIONES

3.1 Definiciones Iniciales

Para el desarrollo del presente estudio se deben considerar las siguientes definiciones iniciales:

- Área de estudio: Sector aledaño a la calle Nido de Águilas
- Horario de análisis 07:00-09:00 am.
- Corte temporal 2022

En la siguiente ilustración se muestran los límites del terreno donde se emplazará el proyecto de viviendas de interés público en color rojo.

Ilustración 3-1 Terreno donde se emplazará el proyecto de vivienda

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A IMAGEN DE FONDO EN GOOGLE MAPS ®

En esta área de estudio, se analizará si la conexión propuesta inicialmente, logra dar respuesta a los requerimientos de la demanda debido al cambio de uso de suelo y posterior relocalización de hogares en la comuna.

La conexión inicial que se considera para conectar a estos hogares con la vialidad existente se define al interior del cuadro celeste en la figura siguiente.

Ilustración 3-2 Conexión para la situación con proyecto.

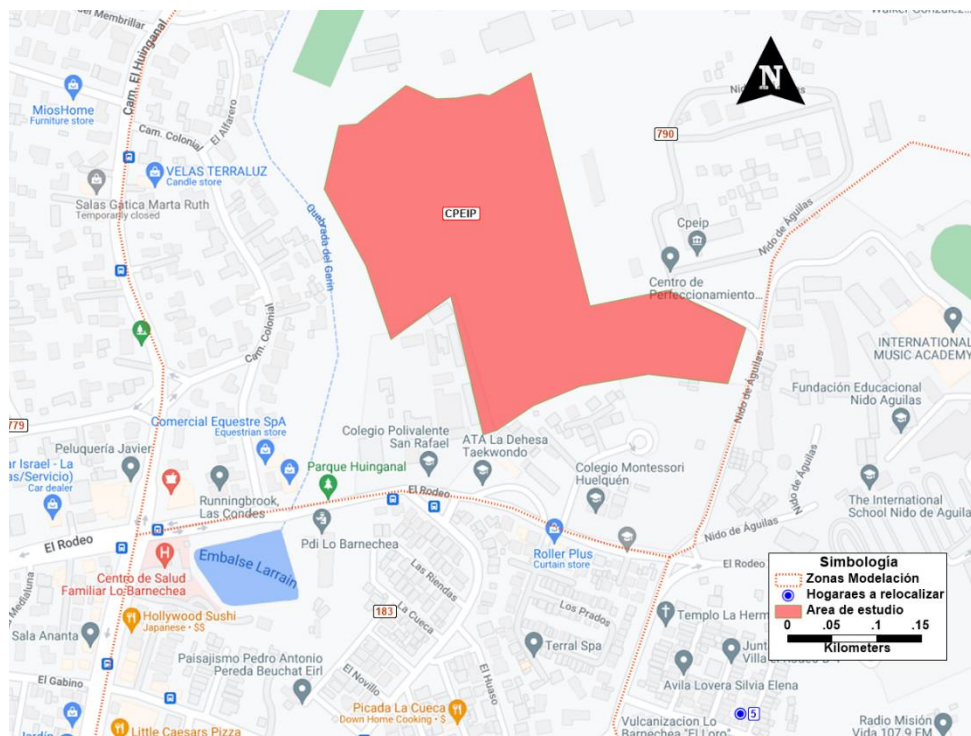
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A IMAGEN DE FONDO EN GOOGLE MAPS ®

Inicialmente el área de estudio considera la existencia de cuatro colegios que forman parte de la situación actual:

- Colegio Internacional Nido de Águilas
- Colegio Montessori Huelquén
- Bertait College
- Colegio Polivalente San Rafael

En cuanto a la vialidad existente se encuentran considerados los siguientes ejes en las cercanías del área de estudio. En la figura siguiente se presenta destacado en color rojo el sector del CPEIP y las calles localizadas alrededor de ésta.

Ilustración 3-3 Vialidad disponible en el área de estudio.



Elaboración propia en base a imagen de fondo en Google maps ®

En la figura se aprecian las vías que forman parte del entorno inmediato en el área de estudio:

- Av. El Rodeo
- Nido de Águilas
- El Rodeo Interior
- Lo Barnechea

En cuanto a la vía Camino Huinganal, ésta se encuentra más alejada, pero igualmente se considera como parte del estudio para los análisis posteriores.

4 CARACTERIZACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

4.1 Zonificación

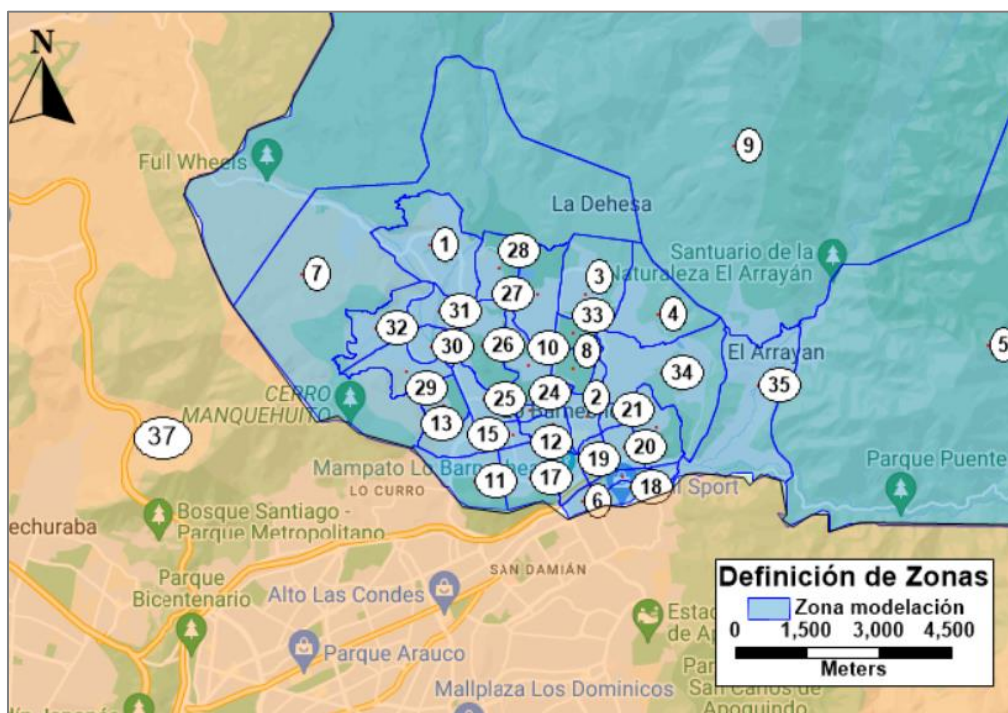
Para el desarrollo de este estudio, se consideró como punto de partida la zonificación disponible en el modelo estratégico desarrollado en el “Proyecto actualización Plan Regulador comunal de Lo Barnechea”. Este modelo consideraba una desagregación de la comuna en 36 zonas, las que se mantienen en la construcción del modelo táctico a utilizar, considerando el resto del Gran Santiago como una gran Macrozona. Por lo tanto, la zonificación del modelo construido en Saturn define un total de 37 zonas, presentándose en la tabla siguiente el diccionario entre la numeración del modelo estratégico y el nuevo identificador en el modelo Saturn.

Tabla 4-1 Diccionario Zonificación Definida

ID_EStraus	ID_Saturn
182	1
183	2
474	3
475	4
476	5
477	6
505	7
506	8
588	9
611	10
612	11
613	12
621	13
770	14
771	15
772	16
773	17
774	18
775	19
776	20
777	21
778	22
779	23
780	24
781	25
782	26
783	27
784	28
785	29
786	30
787	31
788	32
789	33
790	34
791	35
792	36
Resto Santiago	37

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A INFORMACIÓN DTPM

La definición de las zonas de manera espacial puede ser observada en la siguiente figura.

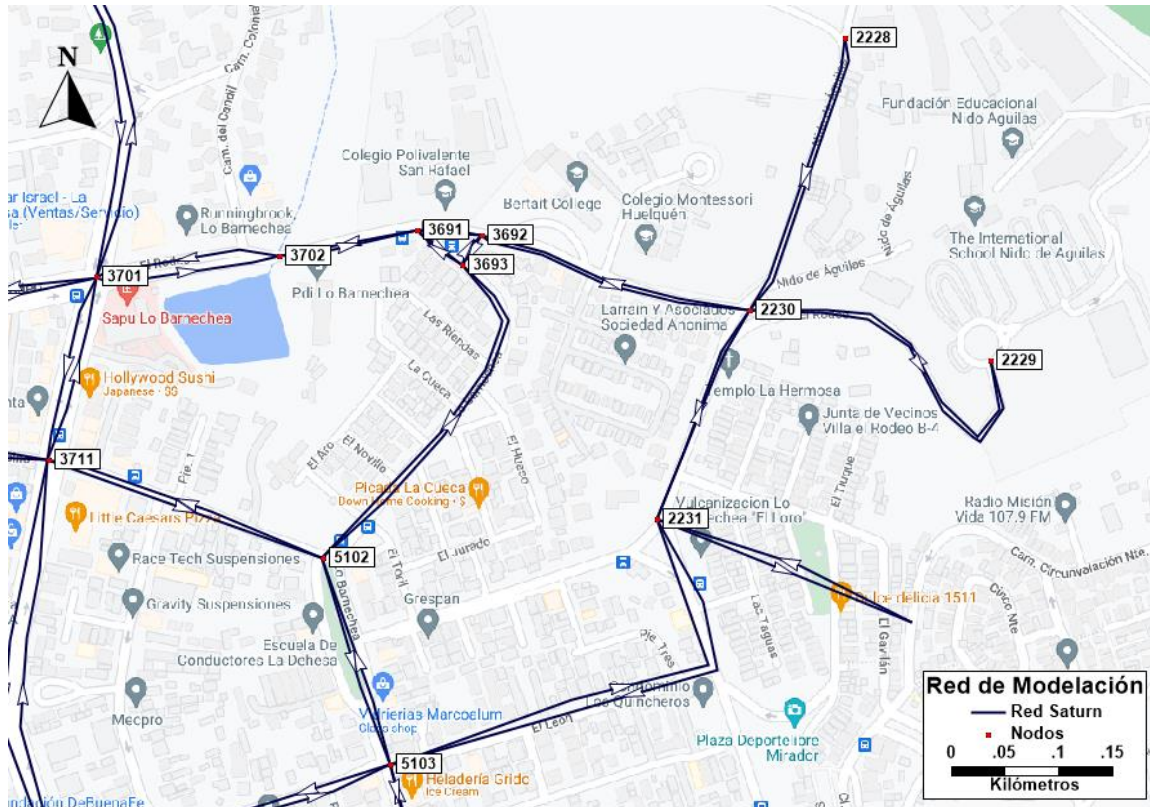
Ilustración 4-1 Definición Zonas modelo Saturn

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A IMAGEN DE FONDO EN GOOGLE MAPS®

4.2 Red vial

Para la construcción de la red Inner, se consideró en detalle el área de estudio, sector El Rodeo entre Camino El Huinganal y Nido de Águila. Además, se agregaron algunos ejes importantes como Av. La Dehesa, Padre Arteaga, Raúl Labbé, Comandante Malbec, Costanera Norte y Santa Teresa de los Andes, etc. Estos ejes fueron elegidos con la finalidad de representar las opciones de movilidad al interior de la comuna y las posibilidades de ingreso/egreso de los vehículos particulares. La siguiente figura muestra la definición de la red del modelo Saturn y la extensión al interior de la comuna.

Ilustración 4-2 Vialidad del área de estudio



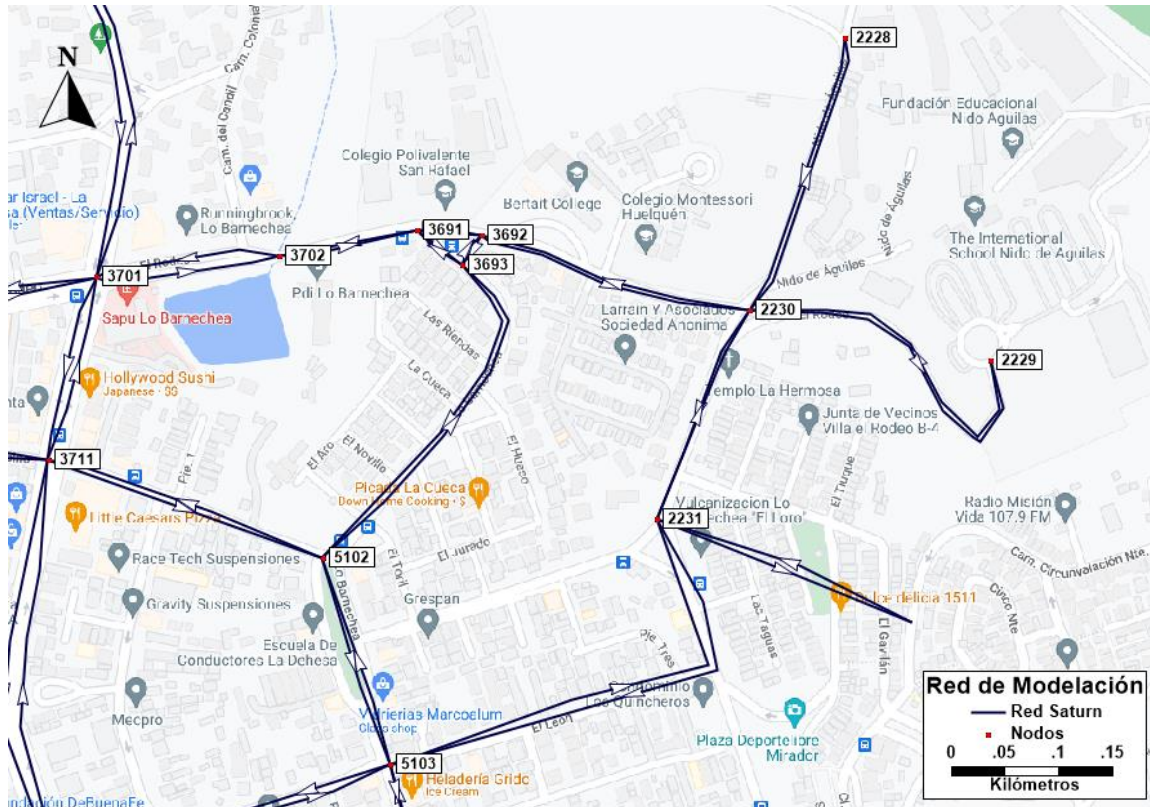
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A IMAGEN DE FONDO EN GOOGLE MAPS®

Para la construcción de un modelo táctico requerido, en cuanto a las capacidades (en vehículos equivalentes/hora) consideradas, estas provienen desde los modelos estratégicos generados por la Secretaría de Transportes (SECTRA) y ajustados en algunos casos por el equipo consultor dada una revisión general en el área de estudio.

4.3 Semáforos

Con respecto a los semáforos, se midieron tiempos en 6 intersecciones que influyen directamente en el área de estudio, en cuyo caso se detallaron los movimientos y tiempos de estas intersecciones en el modelo Saturn que permite este nivel de detalle.

La figura siguiente muestra la localización de la mediciones de tiempos de semáforo.

Ilustración 4-3 Localización Mediciones de Semáforo

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A IMAGEN DE FONDO EN GOOGLE MAPS®

4.4 Rutas de buses en la comuna

En el siguiente apartado, se presenta la revisión realizada a las rutas de buses Red/Transantiago disponibles directamente en el área de estudio y la actualización respectiva en términos de trazado e intervalo de salida.

La siguiente tabla muestra el detalle de las rutas cargadas al modelo, que pasan directamente por El Rodeo y que por ende pueden ser comparables con las mediciones de flujo realizadas en esa vía.

La información utilizada con respecto a la frecuencia de los buses se obtuvo del Plan Operacional del 2do semestre de 2022 presente en la página de DTPM.

Tabla 4-2 Servicios Transantiago asociados al área de estudio

Servicio	Sentido	Frecuencia. (buses/Hora)
426I	PUDAHUEL - LA DEHESA	10
C17R	LOS TRAPENSES - CERRO 18	2
C17I	CERRO 18 - LOS TRAPENSES	2

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

4.5 Mediciones de tráfico

4.5.1 Localización de los puntos

En el siguiente apartado se detallan las mediciones de terreno realizados el 15 y 16 de noviembre de 2022 entre las 07:00 a las 09:00 AM en 4 puntos cercanos al área de estudio con el fin de determinar los flujos asociados en el sector para el posterior análisis y determinación de las variables de servicio del sistema en ese punto en específico.

Ilustración 4-4 Localización puntos de medición de flujo



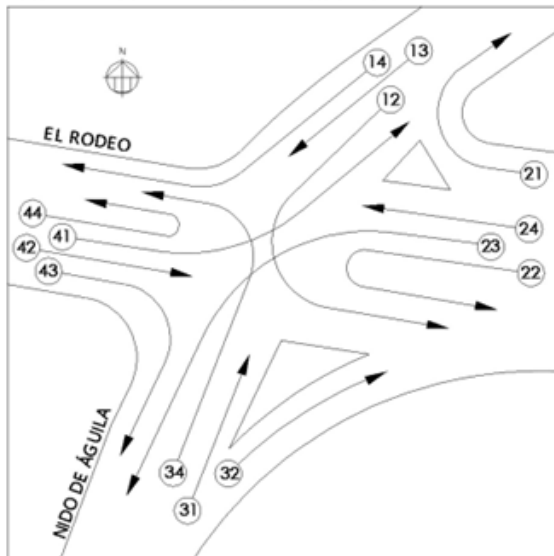
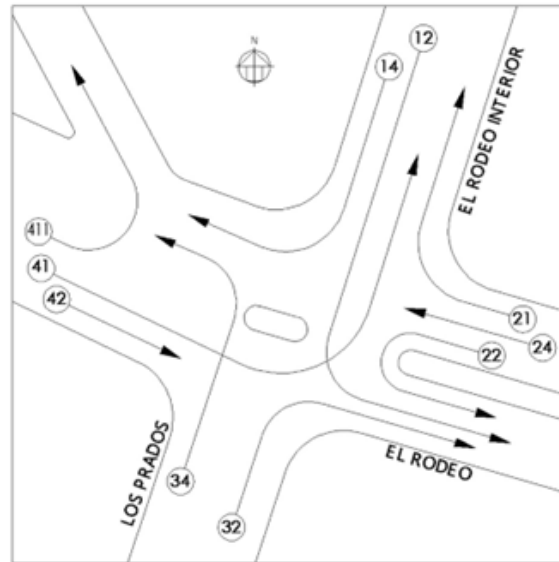
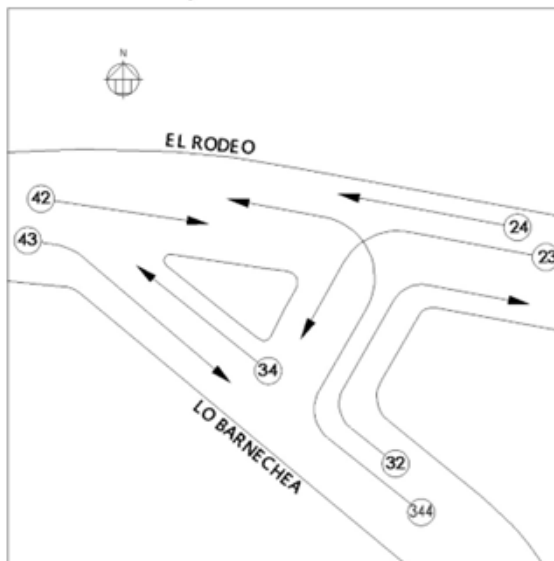
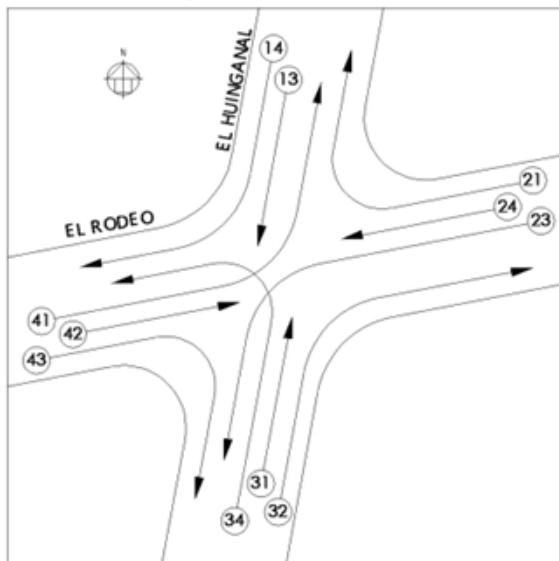
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A DATOS PROPORCIONADOS COMO ANTECEDENTES EN IMAGEN DE FONDO EN GOOGLE MAPS®

En la siguiente tabla se muestra la ubicación de los puntos de control y el tipo de medición realizada.

Tabla 4-3 Localización de los puntos de medición de flujo vehicular

ID	Ubicación	Tipo de Medición
1	El Rodeo / Nido de Águilas	Movimientos
2	El Rodeo / El Rodeo Interior	Movimientos
3	El Rodeo / Lo Barnechea	Movimientos
4	El Rodeo / El Huinganal	Movimientos

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA (2022)

Ilustración 4-5 Movimientos medidos en cada uno de los puntos de medición**PC.01 EL RODEO / NIDO DE ÁGUILA****PC.02 EL RODEO / EL RODEO INTERIOR****PC.03 EL RODEO / LO BARNECHEA****PC.04 EL RODEO / EL HUINGANAL**

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA (2022)

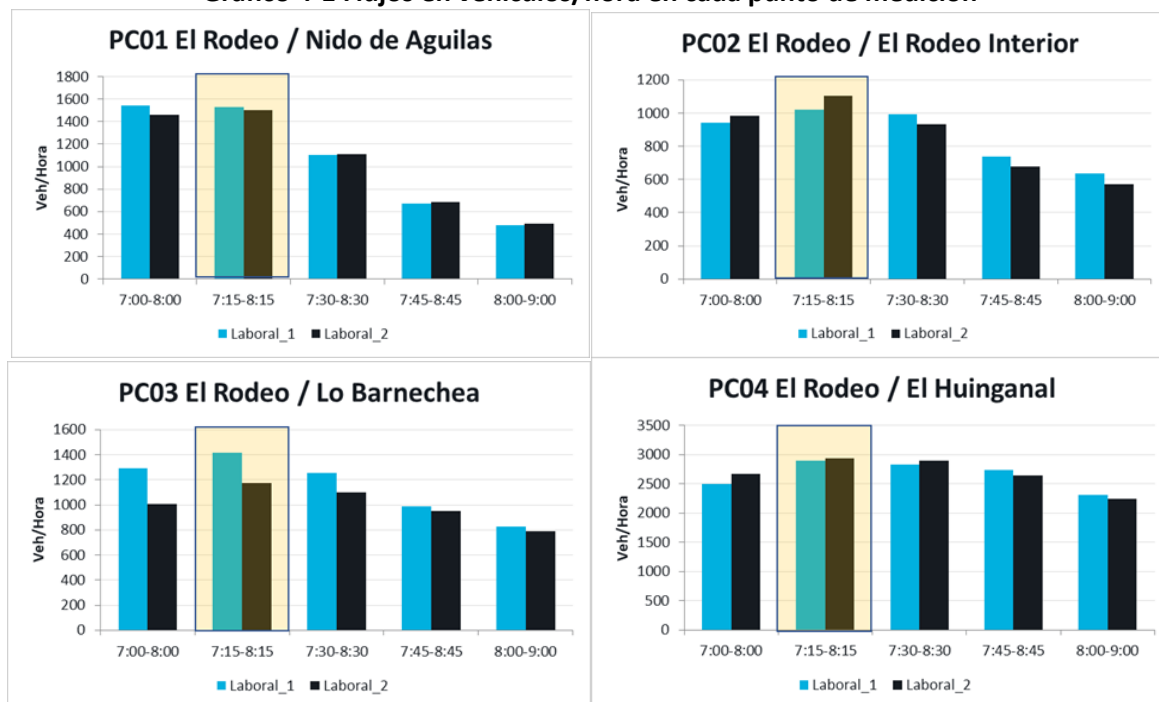
La clasificación de vehículos utilizada fue la siguiente:

- Vehículos livianos
- Taxi colectivo
- Taxi básico
- Furgón escolar
- Bus 2 ejes
- Bus Red alimentador
- Bus Red Troncal
- Bus Red Articulado
- Bus Privado
- Camión de 2 ejes

- Camión de más de 2 ejes
- Motos

Los resultados de flujos totales por cada punto de control acumulados por hora y para ambos días laborales, se despliegan en las siguientes figuras.

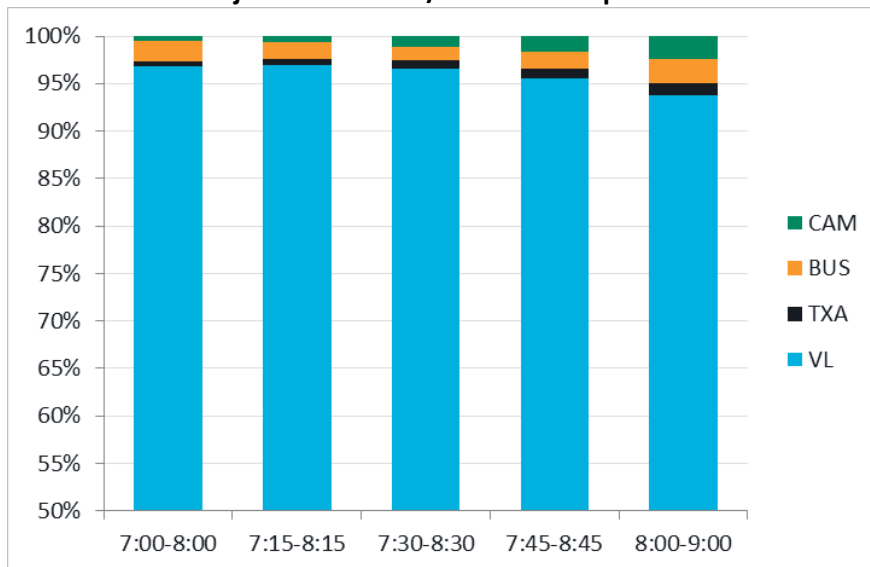
Gráfico 4-1 Flujos en vehículos/hora en cada punto de medición



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA (2022)

Para todos los casos la hora más cargada que representa la punta mañana se da en el horario de 7:15 a 8:15 de la mañana. En cuanto al punto de mayor flujo se encuentra el PC04 de El Rodeo /El Huiganal, único punto que se presenta un cruce semaforizado.

En cuanto a la distribución por tipo de vehículo, en un día laboral normal, los vehículos livianos representan entre el 97% de la cantidad de vehículos que circulan por la zona de estudio y los buses de transporte público solo son un 2% del total.

Gráfico 4-2 Flujos en vehículos/hora en cada punto de medición

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA (2022)

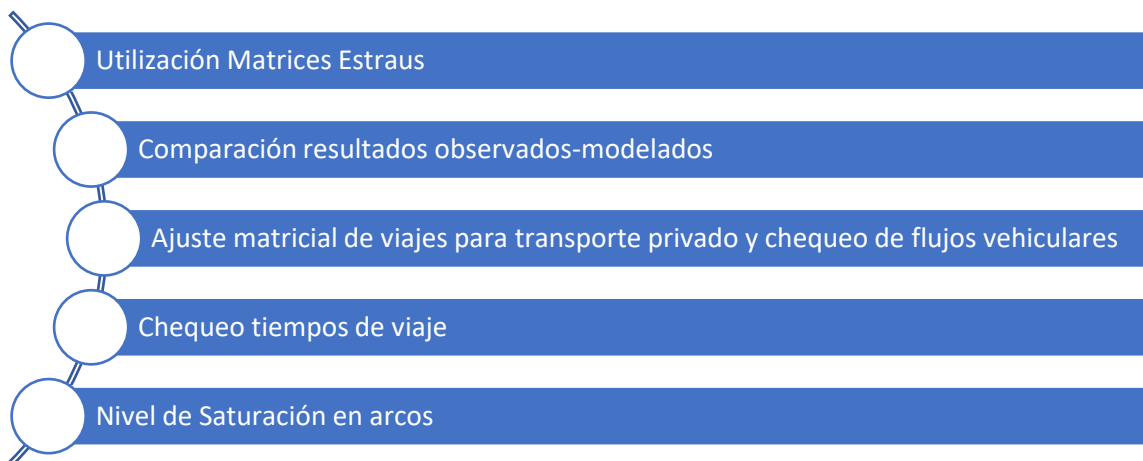
La base de datos con la información de la campaña de medición realizada se agrega como anexo digital en el caso que se desee realizar alguna revisión de la información.

5 PROCESO DE CALIBRACIÓN

Para realizar el proceso de calibración, se definió la siguiente metodología a aplicar.

5.1 Metodología

El proceso de calibración realizado se presenta en el esquema siguiente.

Ilustración 5-1 Metodología utilizada durante el proceso de calibración

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA (2022)

A continuación, se detalla cada uno de los procesos realizados para la calibración del modelo.

5.2 Utilización Matrices Estraus

Al tomar las matrices resultantes del proceso de calibración Estraus efectuado en el estudio de “Actualización del Plan Regulador Comunal”, se tienen los siguientes totales por niveles de ingreso.

Tabla 5-1 Número de hogares, viajes totales y auto-chofer matriz equilibrio Estraus, por nivel de ingreso, 07:30 – 08:30

Matriz por nivel	Hogares	Viajes generados	Viajes en autochofer
Nivel 1	284.806	127.144	8.832
Nivel 2	556.252	421.002	47.435
Nivel 3	763.623	823.469	156.503
Nivel 4	441.898	566.711	198.107
Nivel 5	261.726	437.828	20.729
Total	2.308.305	2.376.154	431.606

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

El nivel de usuario y su respectivo intervalo de ingreso, se presenta en la tabla siguiente.

Tabla 5-2 Rango de ingreso por categoría, en pesos de Junio de 2022.

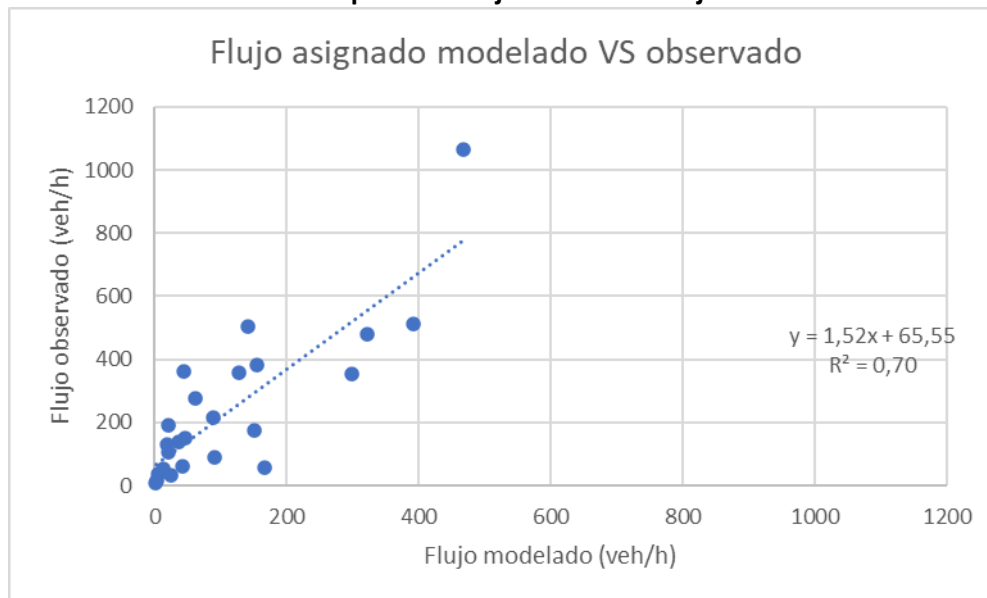
Matriz por nivel	Límite Inferior	Límite Superior	Ingreso Medio
Nivel 1	-	\$ 308.330	\$ 207.835
Nivel 2	\$ 308.330	\$ 616.659	\$ 465.359
Nivel 3	\$ 616.659	\$ 1.233.319	\$ 881.681
Nivel 4	\$ 1.233.319	\$ 2.466.638	\$ 1.655.593
Nivel 5	\$ 2.466.638	-	\$ 4.422.758

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Para estas 5 matrices de viaje, que inicialmente consideran las 792 zonas del sistema, se les aplica el diccionario de zonas del Modelo Estraus al modelo táctico inner. De esta manera se realiza una reorganización en el número de éstas, pasando de 792 zonas a 37, siendo de la 1 a la 36 las zonas internas de Lo Barnechea mientras que la zona 37 corresponde al resto de Santiago. Con esta nueva clasificación de zonas y estas 5 matrices, con un rango de 37X37 zonas, se realizó el proceso de asignación en el modelo táctico.

5.3 Comparación datos observados-modelados

Al realizar la primera asignación con las matrices originales, se obtuvieron los siguientes resultados comparativos entre los valores modelados y los datos medidos en terreno.

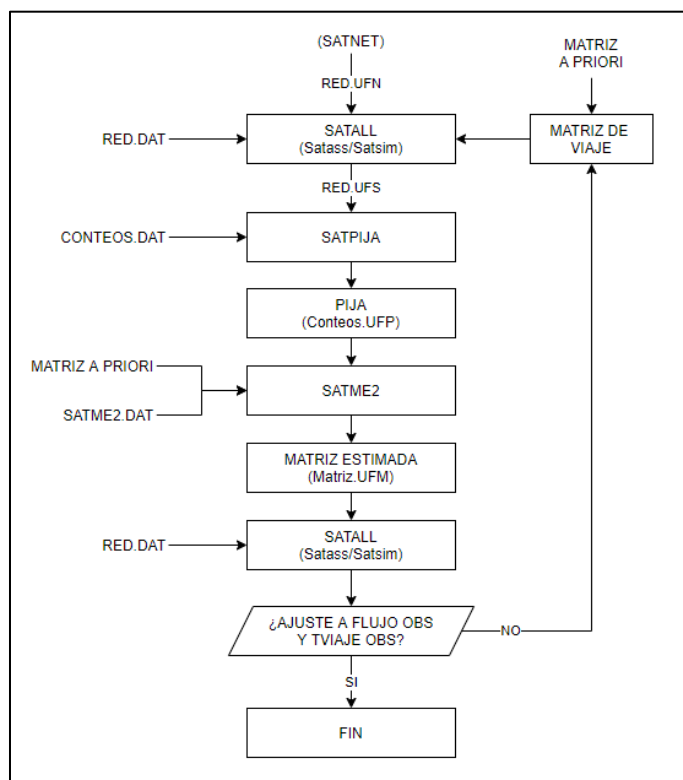
Gráfico 5-1 Comparación flujo modelado -flujo observado

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA (2022)

A partir de la figura se aprecia que el nivel de ajuste entre los flujos modelados y observados alcanza a un R^2 de 0,7, lo que no resulta satisfactorio. Debido a ello se procede a realizar ajustes en las matrices con el objetivo de mejorar la capacidad del modelo de representar los flujos observados.

5.4 Ajuste matricial de viajes

A partir de la etapa anterior de modelación, se considera realizar un ajuste a nivel matricial con la finalidad de mejorar el nivel de representatividad del modelo en el área de estudio. El ajuste de la matriz de viaje se realiza mediante SATURN, con la subrutina SATME2. Este es un proceso iterativo, en el que el software modifica la cantidad de viajes entre cada par o-d, para que así la asignación replique los flujos observados. El proceso de calibración se presenta en la siguiente imagen.

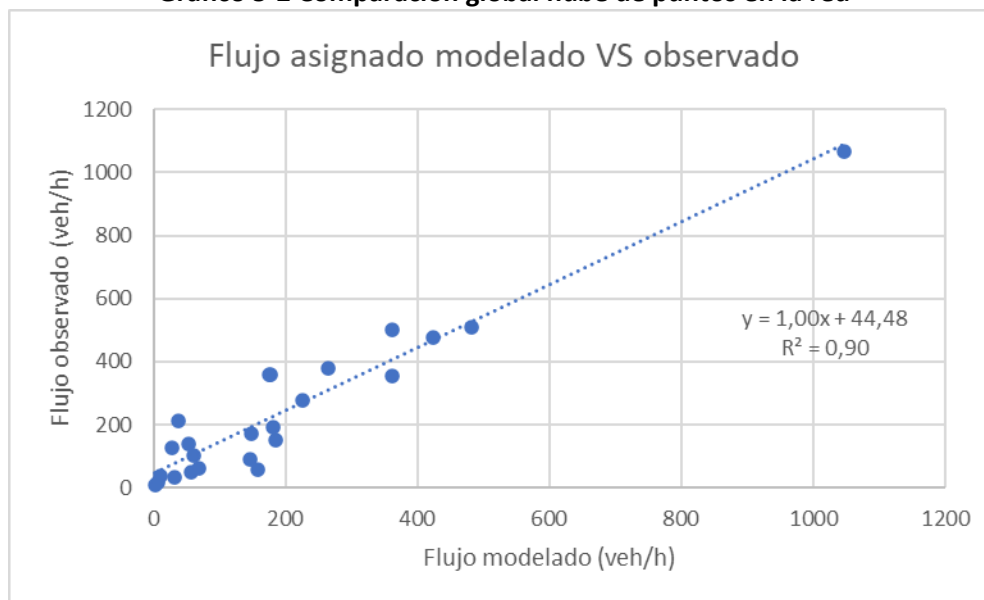
Ilustración 5-2 Esquema de proceso de calibración SATURN

FUENTE: SATURN (2022)

El proceso de calibración SATURN consiste en los siguientes pasos. Primero, se utiliza el comando SATALL para asignar la matriz del período (que contiene 5 sub-matrices asociadas a las cinco categorías de usuario). Así, se obtienen los patrones de flujo de equilibrio y los niveles de servicio de la red. Una vez asignada la matriz, se usa el módulo SATPIJA para determinar, en cada arco de la red, el porcentaje de elección por categoría de usuario y la cantidad de viajes que pasan por él categorizados por par origen-destino. Tercero, SATME2 obtiene los resultados de SATPIJA para cada sub-matriz, y ajusta los volúmenes de viaje por par origen-destino buscando reproducir el set de conteos.

Este proceso se hizo una sola vez y para las categorías de usuarios 4 y 5 que corresponden a las de mayores ingresos, que representan la mayor cantidad de viajes en la red, 32% y 34% respectivamente. Se decidió hacer el ajuste sólo para estos usuarios, ya que las modificaciones que se espera que produzca el proyecto en las matrices serán en los usuarios de menores ingresos, y de esta forma se puede evaluar de forma más aislada el impacto del proyecto, sin agregar cambios adicionales en esta etapa.

A continuación, se presenta los resultados para la nube de puntos global considerada para la comparación.

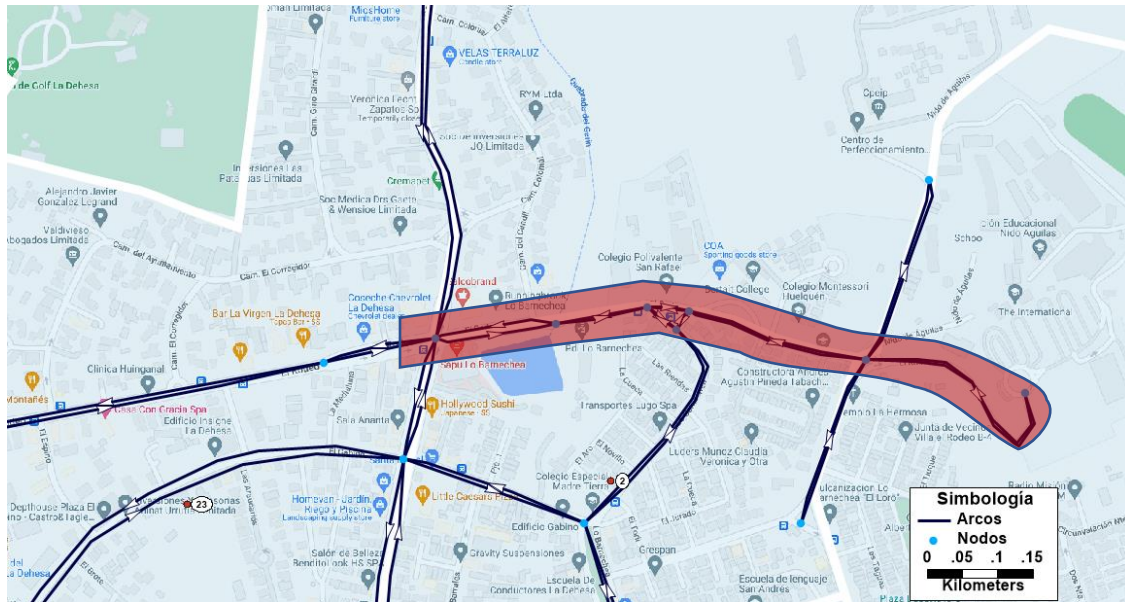
Gráfico 5-2 Comparación global nube de puntos en la red

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA (2022)

Se mejoró significativamente la asignación de flujos en la red con el ajuste de las matrices, llegando un R^2 superior a 0,9.

5.5 Tiempos de viaje

Para revisar el nivel de ajuste entre los tiempos de viaje modelados y datos observados, se utilizará la información disponible la información que la Ilustre Municipalidad de Lo Barnechea, proporcionó para el desarrollo del estudio “Actualización del Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea”. Estos tiempos corresponden a mediciones realizadas mediante la aplicación Waze por lo que consideran información real de terreno considerando todas las interferencias posibles en un día normal de tránsito durante el período Punta Mañana. En este caso en particular, se utilizará la información disponible en el eje El Rodeo entre Camino El Huinganal y Nido de Águilas, tal como se presenta en la figura siguiente.

Ilustración 5-3 Elección de ejes de comparación de tiempos de viaje

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA (2022)

La comparación de los tiempos de viaje, que se obtuvieron en el eje por cada uno de los sentidos, se presenta en la tabla siguiente.

Tabla 5-3 Comparación tiempo de viaje

Número eje	Eje	Tiempos Modelo Calibrado (min)	Tiempos Observados (min)
1	Camino Huinganal-Nido de Águilas	2,83	2,94
2	Nido de Águilas- Camino Huinganal	3,23	3,50

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA (2022)

Las diferencias entre los tiempos modelados y observados son menores a 8%, por lo que se considera que los tiempos de viaje están bien representados en el modelo.

Es importante recordar que los tiempos observados corresponden a datos de terreno reales, capturados mediante la aplicación Waze ® durante el periodo Punta mañana para días laborales, por lo que ya consideran el comportamiento de los automovilistas en el eje, con sus detenciones y movimientos que típicamente realizan. Por esta razón, al comparar con los datos del modelo, éstos replican satisfactoriamente los datos observados, logrando estimar confiablemente los tiempos reales.

5.6 Saturación de la red

Por último, con la información de flujo por arco y las capacidades de éstos, se calculó la saturación de las vías que se encuentran en las proximidades del área de estudio. A modo de resumen se presenta la siguiente tabla que da cuenta de la situación en la comuna.

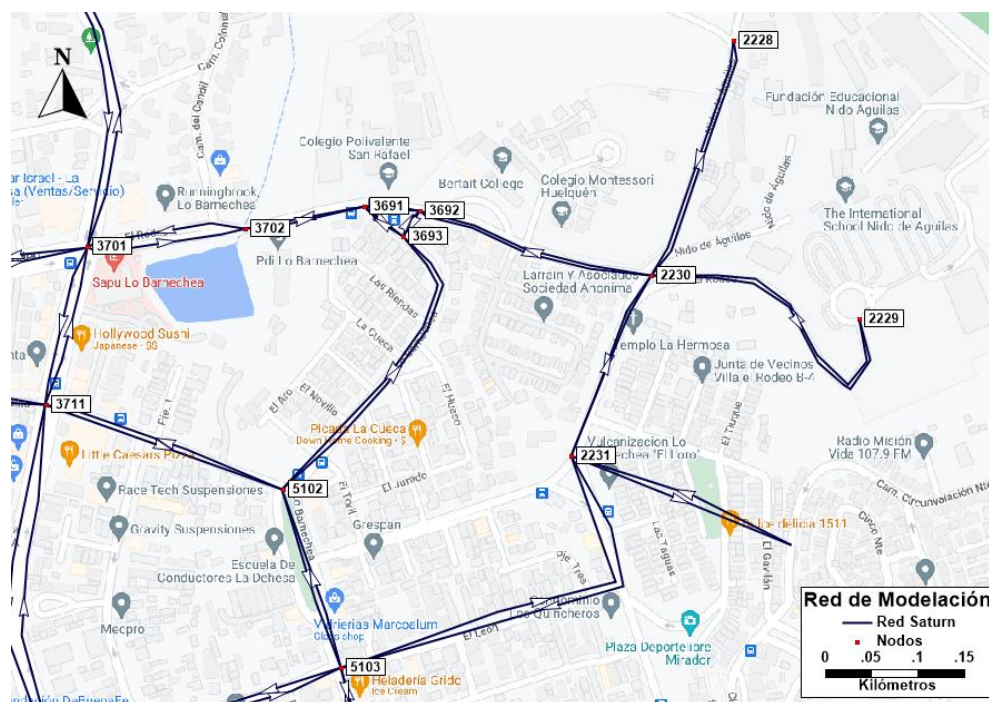
Tabla 5-4 Saturación en los arcos de la comuna

Nodo A	Nodo B	Sentido	Flujo (Veq/hr)	Capacidad (veq/hr)	Grado Saturación
2229	2230	Nido de Águilas-Av. La Dehesa	508	4.394	12%
2230	3692	Nido de Águilas-Av. La Dehesa	424	1.557	27%
3692	3691	Nido de Águilas-Av. La Dehesa	270	1.800	15%
3691	3702	Nido de Águilas-Av. La Dehesa	297	1.800	17%
3702	3701	Nido de Águilas-Av. La Dehesa	297	650	46%
3701	3702	Av. La Dehesa-Nido de Águilas	258	3.600	7%
3702	3691	Av. La Dehesa-Nido de Águilas	258	1.669	15%
3691	3692	Av. La Dehesa-Nido de Águilas	177	1.800	10%
3692	2230	Av. La Dehesa-Nido de Águilas	362	3.557	10%
2230	2229	Av. La Dehesa-Nido de Águilas	526	1.250	42%

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA (2022)

La ubicación de los arcos analizados se presenta en la figura siguiente.

Ilustración 5-4 Ubicación arcos de la red analizados



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA (2022)

6 GENERACIÓN SITUACIÓN CON PROYECTO

6.1 Definiciones iniciales

Para la situación con proyecto, el sector del Nido de Águilas, destacado con color rojo con el número 790 en la figura siguiente, cuenta inicialmente con un total de 1.538 hogares, desagregados en la siguiente estructura socioeconómica.

Tabla 6-1 Número de hogares por nivel socioeconómico

Puntos	Número de hogares	% porcentaje
Nivel 1	0	0,0%
Nivel 2	4	0,3%
Nivel 3	1	0,1%
Nivel 4	4	0,3%
Nivel 5	1.538	99,3%
Total	1.547	100,0%

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Por otra parte, esta zona considera un total de 4.131 matrículas estudiantes que se subdividen en los siguientes niveles.

Tabla 6-2 Número de matrículas por nivel

Puntos	Número de matrículas	% porcentaje
Educación Básica	2.066	50,0%
Educación Media	938	22,7%
Educación Superior	1.127	27,3%
Total	4.131	100,0%

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

A partir de la información dispuesta en la tabla se aprecia que el área de estudio concentra preferentemente matrículas de educación básica, con un 50% del total existente.

Con respecto al escenario del proyecto, se considera la incorporación de 650 viviendas en el área de estudio, se asume que los hogares modificados corresponden a niveles Bajo y Medio Bajo acorde a los niveles 1 y 2. Esto se debe a que el origen del estudio buscar dar solución habitacional a más de 600 hogares que viven como allegados al interior de la comuna, por lo que los niveles de ingreso de estas viviendas no corresponden a los niveles de medio a superior existentes en el modelo. Por lo tanto, este incremento en el número de hogares en la zona 790, se ingresará al modelo de generación y atracción desarrollado por SECTRA para el Gran Santiago para los niveles más bajos, obteniendo los nuevos valores.

En cuanto a los hogares a relocalizar provienen desde 6 puntos al interior de la comuna (destacados en color azul), siendo éstos movilizadas al sector destacado en color rojo. El detalle de la ubicación y el número de viviendas que se movilizan se presentan en la figura y tabla siguiente.

Ilustración 6-1 Ubicación de las viviendas que serán relocalizadas por el proyecto del Nido de Águilas



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA (2022)

Tabla 6-3 Ubicación de los hogares que serán relocalizados en la zona 790

Puntos	Zona de modelación	Número de hogares
1	774	-141
2	777	-300
3	775	-110
4	777	-35
5	777	-26
6	776	-57
Área de estudio	790	+650

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA (2022)

7 CONTEXTO RELACIÓN HOGARES-NÚMERO DE VIAJES

Antes de continuar con los cálculos con respecto al cambio en el número de viajes debido a la relocalización, se decidió incorporar el siguiente análisis que permite identificar la relación entre el número de habitantes-número de viajes y los modos utilizados

7.1 EOD 2012

Ilustración 7-1 Totales encuestas OD 2012



ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A INFORMACIÓN EOD 2012 GRAN SANTIAGO

Al bajar la información a nivel espacial, se observa como cada sector presenta un número de viajes totales y por modo motorizado distinto. Se destaca en negritas el sector Oriente, el que contiene a la comuna de Lo Barnechea. En la tabla se aprecia que en el sector oriente el 72,8% de los viajes se realiza en modo motorizado. Este tipo de modo considera todo aquel que se realiza tanto en transporte privado como transporte público por parte de los habitantes.

Tabla 7-1 Viajes generados por hogares, total diario EOD 2012

Sector	Viajes Totales (miles)	Viajes Motorizados (miles)	Viajes Motorizados % del Total
Norte	2.453	1.397	56,9%
Poniente	3.749	2.197	58,6%
Oriente	3.546	2.580	72,8%
Centro	977.	489	50,0%
Sur	3.572	1.962	54,9%
Sur-Oriente	3.247	2.167	66,7%
Extensión Sur-Poniente	917	558	60,9%
Total	18.461	11.351	61,5%

ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A INFORMACIÓN EOD 2012 GRAN SANTIAGO

Ahora al bajar nuevamente estos números, pero a nivel comunal, se tiene que en Lo Barnechea el 56,1% de los viajes diarios utilizan el transporte privado mientras que el porcentaje restante lo realiza en transporte público o no motorizado.

Tabla 7-2 Viajes generados por hogares, total diario EOD 2012

Comuna	Transporte Público (miles)	%	Transporte Privado (miles)	%	Resto (miles)	%	No Motorizado (miles)	%	Total (miles)
Lo Barnechea	38,7	10,8%	201,5	56,1%	11,2	3,1%	107,5	30,0%	358,9
Total	5.379	29,1%	5.173	28,0%	799	4,3%	7.110	38,5%	18.461

ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A INFORMACIÓN EOD 2012 GRAN SANTIAGO

El ítem resto corresponde a los viajes en otros modos motorizados o mixtos, mientras que los no motorizados corresponden a caminata y bicicleta.

Ahora si se utiliza la información disponible en la encuesta O-D desagregada para cada uno de los períodos del día, se tiene que para el horario Punta Mañana PM1 (06:00-07:30) y Punta Mañana PM2 (07:30-09:30) a nivel de macrozona se obtienen los siguientes resultados.

Tabla 7-3 Viajes generados por período, total diario EOD 2012

Sector	PM1	%	PM2	%	Total
Sin Información	3.218	1,0%	7.751	2,5%	308.407
Norte	180.657	7,8%	370.266	16,1%	2.303.485
Poniente	248.377	7,5%	526.635	15,9%	3.303.100
Oriente	121.381	3,1%	482.288	12,3%	3.929.413
Centro	44.631	2,4%	147.400	7,8%	1.897.751
Sur	223.230	7,1%	483.036	15,3%	3.148.925
Sur-Oriente	226.742	8,2%	466.567	14,1%	2.750.033
Extensión Sur-Poniente	768.747	9,9%	151.424	3,9%	796.487
Externos	0	0,0%	179	0,0%	23.533
Total	1.126.982	6,1%	2.635.546	14,3%	18.461.134

ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A INFORMACIÓN EOD 2012 GRAN SANTIAGO

A partir de los datos presentados en la tabla se aprecia que el período punta (PM1 y PM2) correspondientes a la macrozona Oriente, alcanzan solo un 3,1% y 12,3% del total de viajes generados al día. Este dato permite tener un indicador de que, si bien en la macrozona oriente se genera una gran cantidad de viajes, éstos se distribuyen a lo largo del día en distintas magnitudes, concentrando aproximadamente el 16% durante el horario Punta Mañana.

El análisis anterior permite ver en contexto los valores a nivel del Modelo estratégico, desarrollado para el estudio, donde cerca del 46% de los viajes se realiza en modo transporte privado en la comuna. Si bien este valor podría ser más bajo que el número de viajes en transporte privado durante todo el día, esto se debe a que los modos de transporte público, taxicolectivo y caminata, presentan una mayor participación durante la mañana a diferencia del resto del día en donde su uso disminuye.

Tabla 7-4 Viajes por modo, Modelo Estratégico Lo Barnechea, horario AM 06:30-08:30

Auto acompañante	Caminata	TPUB	Taxicolectivo	Transporte Privado	Total
15.430	1.255	9.328	101	22.184	48.298
32,0%	2,6%	19,3%	0,2%	45,9%	100,0%

ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A INFORMACIÓN MODELO ESTRATÉGICO

En el análisis presentado se separan los resultados entre transporte privado y auto-acompañante dado que se asume que se puede hacer la conversión de 1 viaje en auto corresponde a 1 viaje en transporte privado, mientras que los viajes en auto acompañante corresponden a viajes que se realizan en un auto ya asignado, dado que solo va de acompañante.

Estos viajes se generan a partir de la información catastrada en terreno, que considera una serie de variables como número de hogares, superficies construidas de carácter comercial, educacional, número de matrículas, entre otras. Dada la formulación de los modelos, una de las variables más significativas para los viajes generados durante la Punta Mañana corresponde al número de hogares en Lo Barnechea por estrato socioeconómico, esta información se presenta en la tabla siguiente

Tabla 7-5 Número de hogares por nivel socioeconómico en la comuna de Lo Barnechea

Nivel Bajo	Nivel Medio Bajo	Nivel Medio	Nivel Medio Alto	Nivel Alto	Total
2.956	1.476	1.065	3.760	19.838	29.095
10,2%	5,1%	3,7%	12,9%	68,2%	100,0%

ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A INFORMACIÓN MODELO ESTRATÉGICO

A partir de la información de la tabla se aprecia que los hogares de estrato bajo y medio-bajo solo alcanzan a un total de un 15,3% siendo justamente los hogares modificados correspondientes a este nivel. Los valores presentados, debido al redondeo de decimales puede presentar alguna diferencia al momento de realizar la suma porcentual con respecto al total.

Por otra parte, si se revisa la información disponible en la EOD 2012 con respecto al número de vehículos por hogar, se obtiene que el 29% de los hogares no posee ningún tipo de vehículo. Esta característica corresponde principalmente a los hogares de nivel socioeconómico bajo y medio-bajo, justamente los niveles de los hogares que se están relocalizando en el presente estudio.

Tabla 7-6 Número de vehículos por hogar en Lo Barnechea

Comuna	Sin vehículo	1 vehículo	2 o más vehículos
Lo Barnechea	29	21	50

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A INFORMACIÓN EOD GRAN SANTIAGO 2012

Como último antecedente, si se utiliza la información disponible en la encuesta O-D, y se realiza un cálculo de tasa de motorización por nivel socioeconómico de hogares del sector oriente se estima que la relación de generación de viajes motorizados entre los hogares alto, medio y bajo corresponden a 1, 0,5 y 0,3 respectivamente. Esto nos da un indicador que permite identificar que el número de viajes de los niveles más bajos presentan una menor tasa de motorización que los niveles más altos, situación congruente dado el % de hogares sin tenencia de vehículos.

8 INCREMENTO DEL NÚMERO DE VIAJES

Retomando la metodología planteada al inicio del documento, finalmente se ingresó la nueva información de hogares relocalizados en los modelos construidos por la Secretaría de Transportes (SECTRA) para todos los estudios que se realizan en el Gran Santiago, obteniendo como resultado un incremento de 340 viajes en el área de estudio (zona 790) en el horario de 06:30-08:30 correspondiente al periodo Punta Mañana en el modelo. Este total de viajes se desglosa en los distintos modos de viaje disponible (transporte público, taxi-colectivo, transporte privado y caminata) en el sistema y en los dos horarios (06:30-07:30 y 07:30-08:30) existentes, obteniéndose un incremento de 30 viajes en el modo auto-chofer (transporte privado) para la hora más cargada del sistema (07:30-08:30) AM.

Si bien son más de 500 hogares nuevos que se están incorporando en un área en específico, la información que entrega la última encuesta origen-destino indica que el horario Punta Mañana concentra aproximadamente el 16% de los viajes de todo el día por lo que no todos los viajes que genera la entidad habitacional se desarrollarán en el mismo horario, distribuyéndose durante los distintos periodos del día.

9 PROCESO MODELACIÓN

A partir de la información de relocalización de los hogares se procede a hacer un análisis de la redistribución de los viajes. Para esto, lo primero que se hizo fue volver a calcular y comparar los vectores de viajes origen y destino con los vectores del estudio inicial de la Actualización Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea. El cálculo de vectores origen destino tiene como input la cantidad de hogares por estrato socioeconómico, lo que se modificó según lo presentado en la Tabla 7-5. Por las características del proyecto, se asumió que estos hogares pertenecen a los estratos socioeconómicos más bajos del modelo (categorías 1 y 2).

A partir de los cambios en vectores de viajes se decidió hacer un ajuste directamente en las matrices del modelo táctico, en vez de hacer una nueva corrida completa del modelo Estraus, dado que los cambios son muy localizados y hacer una corrida completa tiene el riesgo que las matrices resultantes tengan modificaciones en otras celdas no por efecto del proyecto, sino por la variabilidad en los niveles de convergencia propios de un modelo metropolitano de 4 etapas.

A partir de los cambios en los vectores, considerando sólo las categorías de usuarios 1 y 2, se construyeron unos factores, que fueron aplicados en las matrices del modelo táctico de estas mismas categorías de usuarios. Los factores se construyeron inicialmente para representar las modificaciones en término de crecimiento o decrecimiento de los viajes, como una ratio entre los viajes de los nuevos vectores sobre los viajes de los vectores originales. Adicionalmente se hizo un ajuste a estos factores para que efectivamente representen la partición modal de auto-chofer, de la comuna de Lo Barnechea, para las categorías 1 y 2, implícita en el modelo, calculada en 8,3%.

Los 650 hogares generan 345 viajes, en la hora de modelación de punta mañana, en el área de estudio, lo que transformado a viajes en auto-chofer son 29 viajes, 79 en caminata, 37 en auto-acompañante, 5 en taxi colectivo y 195 en transporte público. Esta misma cantidad de viajes se disminuye de las zonas de donde salen los hogares que se relocalizan. Por lo tanto, el número de

viajes totales de la matriz no sufre ningún cambio en su magnitud, solo modifica parte de su estructura dado los cambios efectuados por el proyecto.

Con las nuevas matrices se vuelve a hacer la asignación sobre la red Inner, obteniendo los resultados que serán contrastado en el siguiente capítulo del informe.

9.1 Tiempos de viaje

La siguiente tabla muestra la comparación de tiempos de viaje para el eje de Av. El Rodeo entre las calles Camino Nido de Águilas y Camino Huinganal, en ambos sentidos. En este caso, el proyecto no genera cambios que se puedan reflejan en la modificación de los tiempos de viaje en este eje.

Tabla 9-1 Comparación tiempo de viaje sobre eje El Rodeo

Número eje	Eje	Tiempos Modelo Calibrado (min)	Tiempos Modelo Proyecto (min)
1	Camino Huinganal-Nido de Águilas	2,83	2,83
2	Nido de Águilas-Camino Huinganal	3,23	3,23

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA (2022)

9.2 Saturación de la red

Por último, con la información de flujo por arco y las capacidades de éstos, se calculó la saturación de las vías que se encuentran en las proximidades del área de estudio. A modo de resumen se presenta la siguiente tabla, que muestra las diferencias de flujo en los arcos seleccionados.

Tabla 9-2 Comparación de flujo y saturación en los arcos de la comuna

Nodo A	Nodo B	Sentido	Flujo (Veq/hr) Modelo Calibrado	Grado Saturación Calibrado	Flujo (Veq/hr) Modelo Proyecto	Grado Saturación Proyecto	Capacidad (veq/hr)
2229	2230	Nido de Águilas-Av. La Dehesa	508	12%	531	12%	4.394
2230	3692	Nido de Águilas-Av. La Dehesa	424	27%	437	28%	1.557
3692	3691	Nido de Águilas-Av. La Dehesa	270	15%	274	15%	1.800
3691	3702	Nido de Águilas-Av. La Dehesa	297	17%	301	17%	1.800
3702	3701	Nido de Águilas-Av. La Dehesa	297	46%	301	46%	650
3701	3702	Av. La Dehesa-Nido de Águilas	258	7%	258	7%	3.600
3702	3691	Av. La Dehesa-Nido de Águilas	258	15%	258	15%	1.669
3691	3692	Av. La Dehesa-Nido de Águilas	177	10%	177	10%	1.800
3692	2230	Av. La Dehesa-Nido de Águilas	362	10%	368	10%	3.557

Nodo A	Nodo B	Sentido	Flujo (Veq/hr) Modelo Calibrado	Grado Saturación Calibrado	Flujo (Veq/hr) Modelo Proyecto	Grado Saturación Proyecto	Capacidad (veq/hr)
2230	2229	Av. La Dehesa-Nido de Águilas	526	42%	533	43%	1.250

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA (2022)

Al revisar los resultados se observa que los flujos de la situación con proyecto no presentan impactos significativos con respecto a la situación calibrada.

Es importante destacar que el modelo está representando los datos capturados en terreno tanto a nivel de vehículos/hora que transitan en el lugar como los tiempos de viaje que tienen los conductores al transitar por las vías del área de estudio.

A partir de los resultados presentados se puede ver que el proyecto no genera impactos significativos sobre la red vial. La relocalización de los 650 hogares dentro de la comuna genera una redistribución de 29 viajes en auto, en la hora de modelación de la punta mañana.

El resto de los cerca de 320 viajes que genera el proyecto, se realizan en otros modos que no impactan directamente en indicadores como flujo o tiempo de viaje, dado que se realizan preferentemente en el transporte público disponible en el sector.

9.3 Escenario Pesimista

Para este escenario, se consideró los flujos máximos que debería contar cada uno de los arcos considerados en el área de estudio. Para ello es importante tener en cuenta que grados de saturación mayores a un 80% comienzan a presentar incrementos en los tiempos de viaje dado que los flujos de vehículos comienzan a acercarse el máximo de capacidad que presenta la vía.

Por esta razón se presenta la siguiente tabla que permite dimensionar los flujos que debería contar cada uno de las vías para no superar el 80% de saturación y así evitar los problemas que produciría la congestión.

La siguiente tabla muestra las diferencias de flujo en los arcos seleccionados.

Tabla 9-3 Flujos de saturación requerido para alcanzar al 80% de grados de saturación

Nodo A	Nodo B	Sentido	Flujo (Veq/hr) Modelo Proyecto	Grado Saturación Proyecto	Capacidad (veq/hr)	Flujo requerido para 80% de saturación
2229	2230	Nido de Águilas-Av. La Dehesa	531	12%	4.394	3.515
2230	3692	Nido de Águilas-Av. La Dehesa	437	28%	1.557	1.246
3692	3691	Nido de Águilas-Av. La Dehesa	274	15%	1.800	1.440
3691	3702	Nido de Águilas-Av. La Dehesa	301	17%	1.800	1.440

Nodo A	Nodo B	Sentido	Flujo (Veq/hr) Modelo Proyecto	Grado Saturación Proyecto	Capacidad (veq/hr)	Flujo requerido para 80% de saturación
3702	3701	Nido de Águilas-Av. La Dehesa	301	46%	650	520
3701	3702	Av. La Dehesa-Nido de Águilas	258	7%	3.600	2.880
3702	3691	Av. La Dehesa-Nido de Águilas	258	15%	1.669	1.335
3691	3692	Av. La Dehesa-Nido de Águilas	177	10%	1.800	1.440
3692	2230	Av. La Dehesa-Nido de Águilas	368	10%	3.557	2.846
2230	2229	Av. La Dehesa-Nido de Águilas	533	43%	1.250	1.000

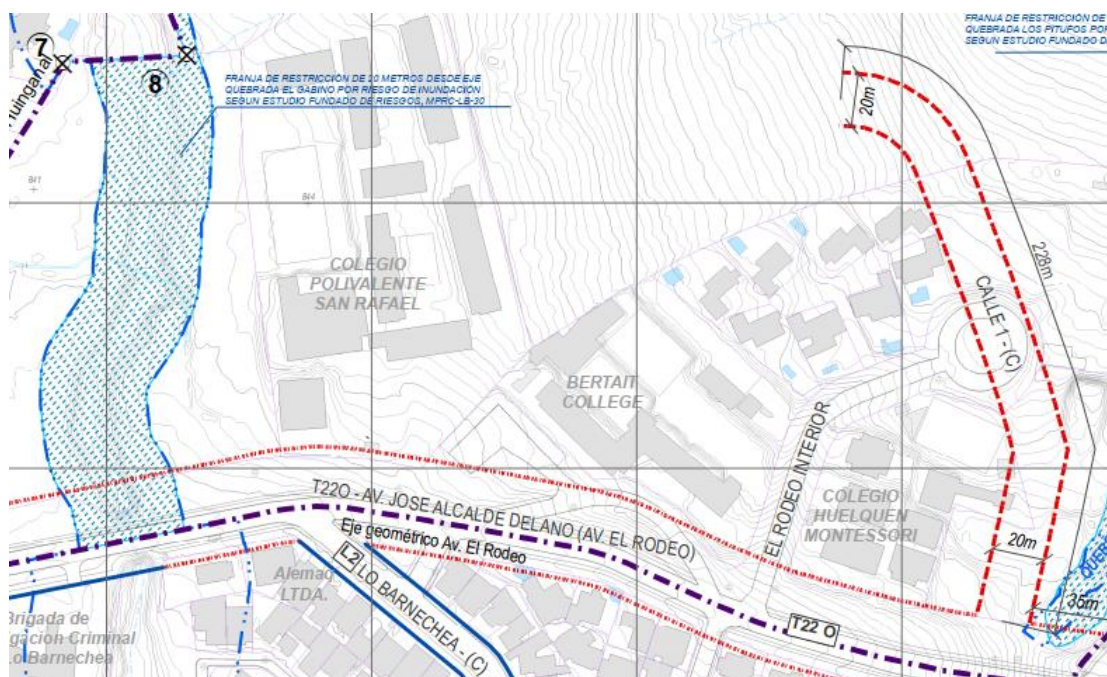
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Por lo tanto, para que las vías comiencen a presentar problemas de congestión significativos debe alcanzar a un 80% de su capacidad y como se aprecia en la tabla anterior, los flujos medidos aún se encuentran lejos de estos valores calculados. Los arcos con mayores grados de saturación se encuentran entre 43% y 46% y todavía pueden atender más de 200 veh/h sin llegar al 80%. Dada la existencia de este significativo gap entre flujo máximo y flujo modelado, el impacto entre de la implementación del proyecto no produce impactos considerables en los ejes del área de estudio.

10 CONCLUSIONES

A partir de los resultados presentados se puede ver que el proyecto no genera impactos significativos sobre la red vial. La relocalización de los 650 hogares al interior del Área Urbana Bajo Cota 1.000 m.s.n.m. genera una **redistribución de 29 viajes en auto, en la hora de modelación de la punta mañana.**

Por lo tanto, dado los valores del flujo que se concentran en las distintas vías y los bajos grados de saturación existentes, las conexiones propuestas por el equipo consultor durante la etapa de Imagen Objetivo no deberían presentar problemas de congestión, o en el peor de los casos el contar con solo una conexión disponible tampoco produciría impactos considerables.

Ilustración 10-1 Apertura vial propuesta (Calle 1) y su conexión con Av. El Rodeo

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

De acuerdo a las observaciones recibidas en la Consulta Pública del Anteproyecto y la Evaluación Ambiental Estratégica de la presente Modificación, se resolvió eliminar el trazado de la calle 1 en el tramo del Colegio Polivalente San Rafael.

En este caso, donde se mantiene sólo una conexión con Av. El Rodeo, con los cruces correctamente gestionados mediante la gestión de señalética (disco pare, ceda el paso, o elementos tales como los de toro o similares), se debería mantener un correcto funcionamiento en función de no presentar problemas de congestión en el lugar dada la capacidad disponible en el lugar. Para revisar los flujos máximos posibles, se sugiere revisar la tabla dispuesta en el escenario pesimista.

Con respecto a los viajes generados por el proyecto, es importante destacar que tal como se presentó mediante el análisis de la EOD 2012 del Gran Santiago, los viajes que genera una población se distribuyen a lo largo del día y no solo a una parte de éste. En este caso se analizó el Punta Mañana con el fin de analizar los posibles impactos de la interacción entre los flujos del proyecto y el ingreso de los estudiantes asociado a los colegios existentes en el área de estudio. Por esta razón se descarta realizar la modelación de algún otro horario.

Por último, es importante destacar que el modelo táctico desarrollado, replica los flujos y tiempos de viaje en los arcos según la información registrada en terreno por lo que representa satisfactoriamente la situación actual de operación, siendo una herramienta válida de análisis para este estudio.

Adicionalmente, se deja constancia del compromiso adoptado en la sesión extraordinaria N°293 de fecha 29 de junio 2023, de estudiar nuevas aperturas para el terreno en el proceso de Actualización del Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea 2030.