

ETAPA 4 ANTEPROYECTO ESTUDIO DE CAPACIDAD VIAL

Actualización Plan Regulador Comunal de Yungay

Versión 1: Septiembre 2022



Organismo responsable:

Ilustre Municipalidad de Yungay



Apoyo Técnico:

Habiterra Ltda.

TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	3
2	METODOLOGÍA DE ESTUDIOS DE CAPACIDAD VIAL	3
3	RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	5
3.1	Uso de Suelo: Situación Actual	5
3.2	Definición Plan Regulador Comunal Yungay	5
3.3	Demanda Actual por Transporte: Diagnóstico	7
3.3.1	Catastro de Transporte Público	7
3.3.2	Mediciones de Tránsito	7
3.4	Oferta Actual: Diagnóstico	12
3.4.1	Zonificación para el Análisis de Transporte	12
3.4.2	Actualización de la Red Vial de Yungay	13
3.4.3	Modelación y Calibración de la Situación Actual	15
4	DEFINICIÓN DE ESCENARIOS: VARIABLES EXPLICATIVAS – PROYECCIÓN DE POBLACIÓN E INGRESO COMUNAL	16
5	PREDICCIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE	17
5.1	Viajes Orígenes- Destino	17
5.2	Oferta Futura: Redes de Modelación Situación Futura	18
6	ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD VIAL	18
6.1	Análisis de Niveles de Servicio	18
6.2	Análisis de Oferta - Propuesta de Medidas de Mitigación	18

1 INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

La metodología que se presenta para el desarrollo del Estudio de Capacidad Vial, en adelante ECV, contempla un enfoque que centra el análisis en el área urbana definida por las Bases de Licitación para el estudio "Actualización Plan Regulador Comunal de Yungay", analizando el impacto en el sistema de transporte urbano, respecto de las modificaciones de este nuevo Plan Regulador Comunal (PRC), de tal forma de cuantificar la capacidad de transporte de la red vial estructurante que se proponga para este nuevo plan, y verificar que ésta sea capaz de satisfacer adecuadamente las demandas de viaje futuras. Este estudio es requisito para la aprobación de este nuevo Plan Regulador de la comuna de Yungay por parte del Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) Región del Ñuble.

El análisis de capacidad vial se realiza en concordancia con las indicaciones estipuladas en el documento **Capacidad Vial de los Planes Reguladores - Metodología de Cálculo, de 1997, del Ministerio de Vivienda y Urbanismo** para el área urbana consolidada y de crecimiento de la comuna de Yungay.

El objetivo del desarrollo del ECV es analizar la capacidad de la red vial estructurante, específicamente verificar el nivel de servicio de transporte en la red vial de incidencia en la modificación del PRC de Yungay, lo cual surge como resultado de la demanda de viaje que generan las condiciones urbanísticas de los usos de suelo contempladas por el PRC sobre el sistema de transporte y analizando el impacto sobre la vialidad en análisis.

En este sentido, se considera estimar los niveles de demanda de transporte para un escenario futuro considerado a 15 años (considerando como año 0 el 2021, correspondería al año 2037), según proyecciones de crecimiento, y por otra parte estimar la oferta de transporte según los proyectos de infraestructura vial para los próximos años.

El alcance del presente informe considera reportar la información de flujos vehiculares y de encuestas de viajes de usuarios de la red vial realizadas, de manera de obtener la información de viajes Origen Destino en la ciudad, en el periodo de mayor demanda, el cual corresponde al punta tarde según la periodización realizada.

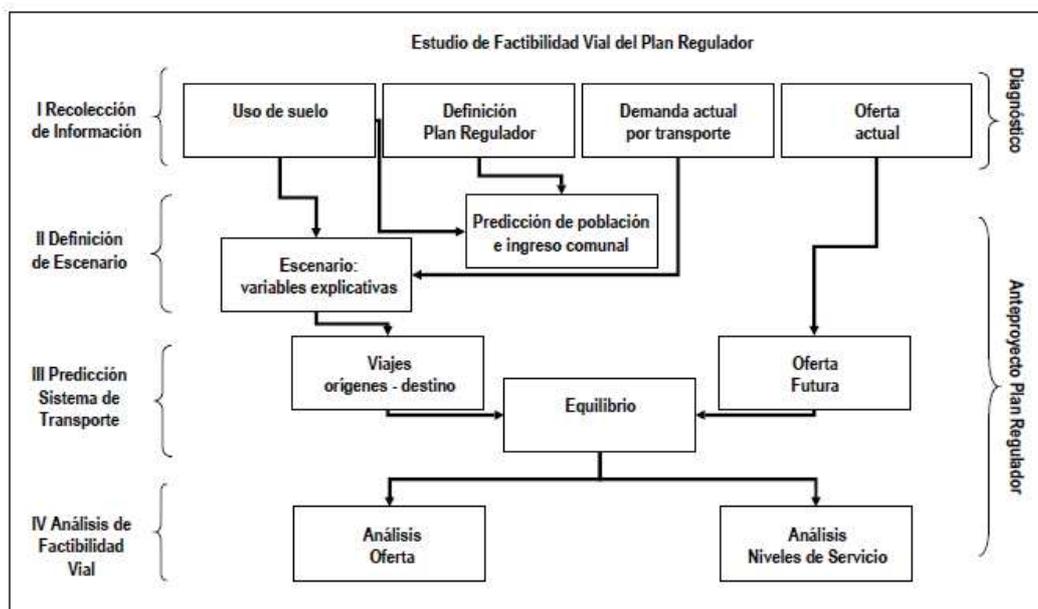
El modelo de transporte a utilizar será el modelo de asignación de viajes denominado SATURN, el cual será calibrado específicamente para este estudio ECV, ajustando los parámetros de dicho modelo para que SATURN pueda replicar los viajes Origen Destino y los flujos vehiculares medidos en terreno.

2 METODOLOGÍA DE ESTUDIOS DE CAPACIDAD VIAL

Para elaborar el presente Estudio de Capacidad Vial se utilizó la metodología contenida en el texto Capacidad Vial de los Planes Reguladores - Metodología de Cálculo, de 1997, del Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

Dicha metodología está centrada básicamente en la determinación de la factibilidad vial de la Modificación del Plan Regulador Comunal propuesto, y se estructura en cuatro etapas, de acuerdo a lo esquematizado en la figura siguiente:

Ilustración 2-1 Esquema de Etapas para el Desarrollo de un Estudio de Capacidad Vial



Fuente: "Metodología contenida en el texto Capacidad Vial de los Planes Reguladores - Metodología de Cálculo"

A continuación, se describen a modo de resumen, las principales características de cada Etapa:

- **Recolección de Información:** Esta etapa incluye recolectar información sobre el uso de suelo actual, la definición del Plan Regulador Comunal sobre localización de actividades y densidades demográficas proyectadas, incluye además, un diagnóstico del sistema de transporte en cuanto a demanda y oferta.
- **Definición del Escenario de Desarrollo Urbano:** Esta etapa incluye la estimación y localización de las actividades atractoras y generadoras de viajes y variables explicativas de los mismos.
- **Predicción del Sistema de Transporte:** Esta etapa incluye el cálculo de la demanda de viajes futura (año 15 futuro, esto es 2037); una estimación de la oferta de transporte para el año de predicción incluyendo transporte público, y vialidad para uso del transporte privado.
- **Análisis de Factibilidad Vial:** con los datos resultantes de la asignación de viajes utilizando la modelación SATURN, se determina el estado de equilibrio, en esta etapa se realiza un análisis de la oferta y demanda, básicamente a través de los niveles y localización de congestión en las redes.

A continuación, se indica la propuesta metodológica de las tareas que forman parte de las 4 etapas anteriormente mencionadas.

3 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Esta etapa incluye recolectar información sobre el uso de suelo actual, la definición del Plan Regulador Comunal sobre localización de actividades y densidades demográficas proyectadas, además de realizar un diagnóstico del sistema de transporte en cuanto a demanda y oferta.

3.1 USO DE SUELO: SITUACIÓN ACTUAL

Como parte de esta tarea, se actualizará la información de usos de suelo a nivel de zonas de transporte.

En este sentido, el presente ECV, dispondrá de la información de Usos de Suelo a nivel de zonas del PRC para cada variable explicativa de los viajes:

- Número de hogares por estrato (bajo, medio, alto).
- Superficie (m²) comercio.
- Superficie (m²) servicios.
- Superficie (m²) industrias.
- Superficie (m²) (o número de atenciones) de salud.
- Número de matrículas (pre-básica, básica, media, técnica – universitaria), o bien (m²) de educación.
- Viviendas por nivel de ingreso (bajo, medio, alto).

Cabe mencionar que la construcción de la Situación Actual se efectuará con el único propósito de construir una base para proyectar las variables explicativas del Escenario de Desarrollo Urbano al horizonte de análisis del ECV, es decir 15 años hacia adelante (considerando como año 0 el 2021, se tiene en 15 años el 2037). Se hace especial hincapié respecto de este punto para que no se confunda con el desarrollo de un diagnóstico de la Situación Actual, lo cual, para efectos del presente estudio no tendría sentido, ya que los ECV tienen como principal y único objetivo, analizar los impactos de una propuesta normativa (o PRC Propuesto) y ello se hace mirando los efectos que produce sobre el Sistema de Transporte en un corte temporal proyectado a 15 años.

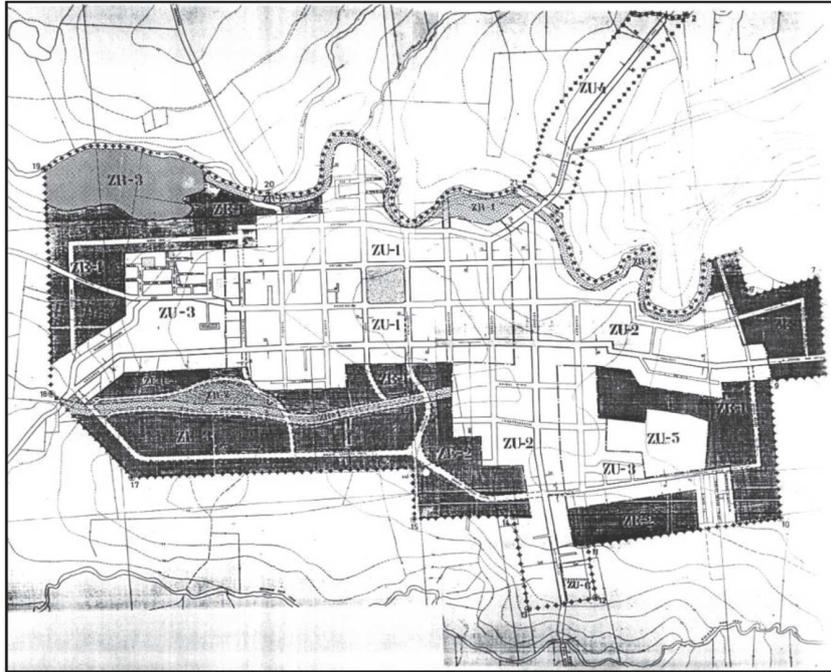
3.2 DEFINICIÓN PLAN REGULADOR COMUNAL YUNGAY

Como parte de esta tarea se contempla la solicitud a diversos organismos públicos, información relativa a estudios y aspectos que sirven de apoyo para el desarrollo del presente Estudio de Capacidad Vial. Por esta razón se tiene acceso a la totalidad de los informes, planos PRC y Ordenanzas de la comuna de Yungay.

Cabe destacar que sólo la localidad de Yungay dispone de un Plan Regulador Comunal vigente desde el año 1993, por lo que los otros 2 centros poblados importantes de la comuna (Campanario y Cholguán) no cuentan con un IPT que regule y ordene su desarrollo territorial, pese a que han registrado un notorio crecimiento desde el año 2002 a la fecha.

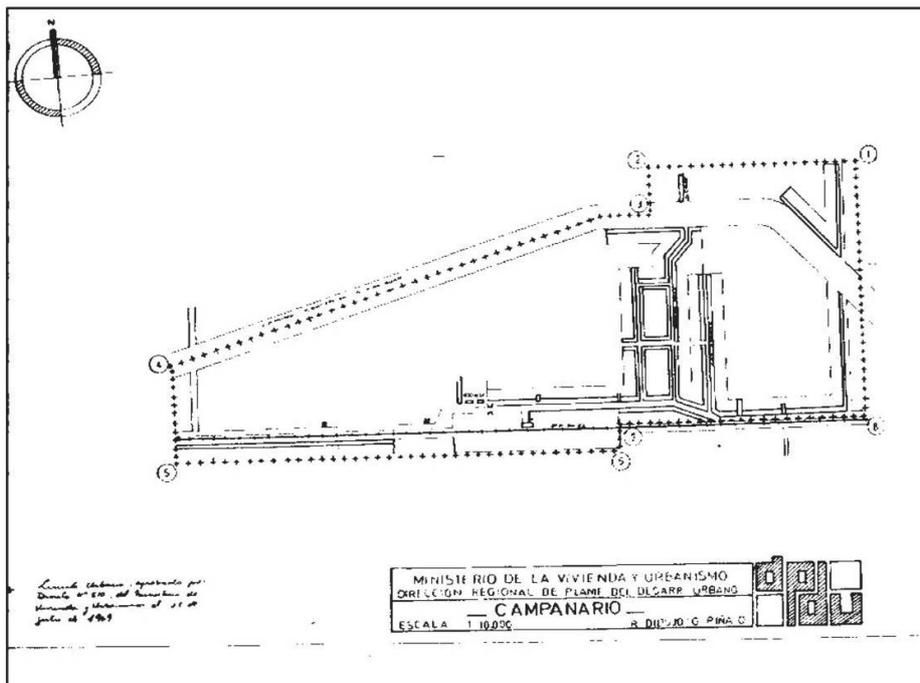
A continuación, se indica la información de la zonificación establecida en los instrumentos normativos de la comuna de Yungay.

Ilustración 3-1 Zonificación PRC Vigente Yungay, año 1993



Fuente: SECPLAN Municipalidad de Yungay

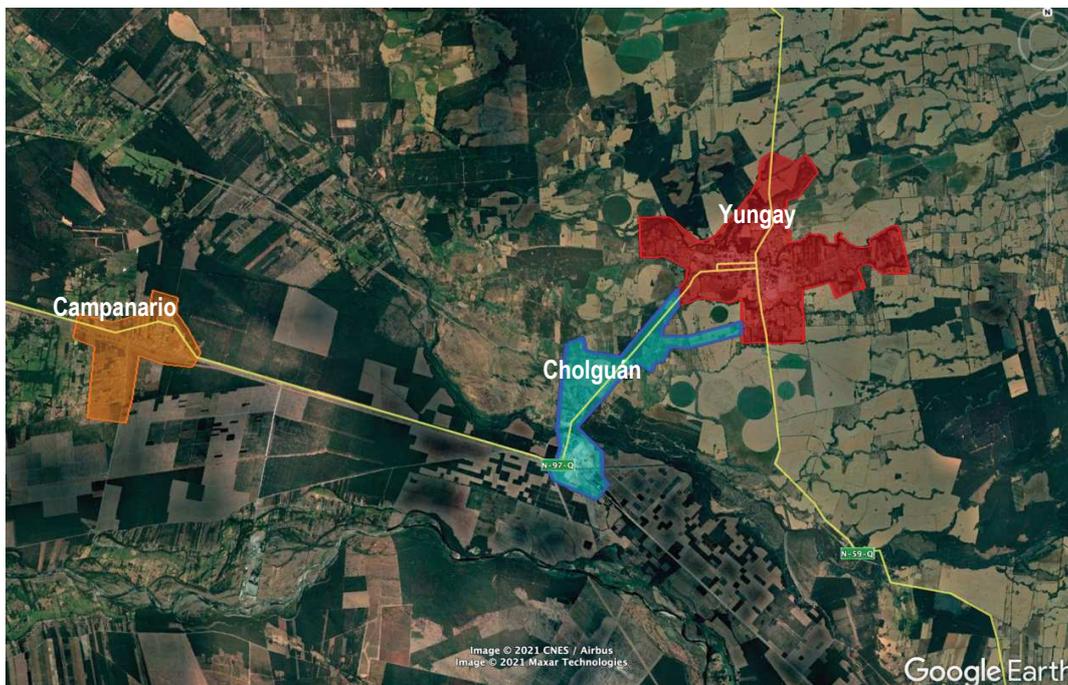
Ilustración 3-2 Límite Urbano de Campanario, año 1969



Fuente: SECPLAN Municipalidad de Yungay

Se indica a continuación los polígonos referenciales de las localidades de Yungay, Cholguán y Campanario, la cual podrá ser ajustada como parte del desarrollo de la actualización del PRC.

Ilustración 3-3 Área de Estudio, Polígonos Referenciales Yungay, Cholguán y Campanario



Fuente: Bases de Licitación. SECPLAN Municipalidad de Yungay

3.3 DEMANDA ACTUAL POR TRANSPORTE: DIAGNÓSTICO

3.3.1 Catastro de Transporte Público

Se recopilará como parte de la tarea de Recopilación de Antecedentes, la información que entregue la SEREMITT, considerando las frecuencias y líneas de transporte público existentes. Principalmente líneas de buses, dado que taxis-colectivos no operan. De esta manera se incorporará el efecto de disminución de capacidad sobre aquellos arcos (vías principales) a analizar en el ECV y que son utilizados por estos modos.

También se recopilará la información de los trazados camiones, principalmente del proceso de catastro en terreno.

Con la información anterior, se podrá determinar los trazados y frecuencias de las rutas fijas que permitan replicar los volúmenes de flujos vehiculares de los modos buses, camiones de 2 ejes y de más de 2 ejes.

3.3.2 Mediciones de Tránsito

a) Mediciones Continuas para Periodización del ECV de Yungay

Para determinar el periodo de mayor demanda vehicular, se consideró realizar mediciones continuas durante 4 hrs en la mañana y en la tarde, en las siguientes intersecciones y horarios.

Ilustración 3-4 Identificación de Puntos de Control para Mediciones Continuas

PUNTO DE CONTROL	INTERSECCIÓN
PC 5	Tacna / Esmeralda
PC 11	General Bulnes / Angamos
PC 12	Ángeles / Ignacio Carrera Pinto

La ubicación de los Puntos de Control Continuos se indica a continuación:

Ilustración 3-5 Área de Estudio, Polígonos Referenciales Yungay, Cholguán y Campanario



Los horarios de medición son los siguientes: 07:00 a 11:00 hrs y 16:00-20:00 hrs.

Una vez realizadas las mediciones continuas en los 2 periodos indicados anteriormente, se realiza la periodización determinando el horario de mayor flujo vehicular, el cual corresponde al Punta Tarde.

Con ello se establece el horario más cargado a utilizar en el ECV y se realizan el resto de mediciones periódicas, tal como se indica a continuación.

Ilustración 3-6 Identificación de Puntos de Control para Mediciones Continuas



Tal como se indica en el gráfico anterior, se determina que la hora más cargada del periodo PT corresponde al horario entre las 17:30 a 18:30 hrs, por lo que se define realizar las mediciones periódicas, considerando 15 minutos antes y 15 minutos después del periodo, es decir entre las 17:15 y 18:45 hrs.

El detalle de la información de las mediciones de flujo continuo y periodización se incluye como parte de los anexos digitales del presente informe.

b) Mediciones de Flujos Vehiculares Periódicos

Mediante la realización de las mediciones de flujos vehiculares periódicos se determina la demanda y actual operación al interior del área de influencia del presente estudio. Asimismo, esta información se utilizará como apoyo para calibrar el modelo de transporte.

Las mediciones de flujos vehiculares periódicos se realizan cada 15 minutos y desagregados por tipo de vehículo. Tal como se propuso originalmente como parte de la metodología, se realizan las mediciones en 13 puntos de control adicionales a las mediciones continuas, considerando principalmente intersecciones relevantes dentro de la red estructurante de la comuna de Yungay.

La información registrada cada quince minutos, considera por separado todos los movimientos identificados para cada Punto de Control, contemplando la siguiente tipología de vehículos con sus respectivos vehículos equivalentes:

Tabla 3-1 Tipología de Vehículos y Factores de Equivalencia

Tipo Vehículo	Factor de Equivalencia (Veq/Veh)
Vehículos Livianos	1.00
Taxis Colectivos	1.35
Taxi Bus	1.65
Buses	2.00
Camiones 2 ejes	2.00
Camiones + 2 ejes	2.50
Bicicletas	0.9

Fuente: Manual de Diseño y Evaluación Social de Proyectos de Vialidad Urbana

En la siguiente figura se muestra la ubicación geográfica de los puntos de control donde se realizaron las mediciones de flujo vehicular periódicos.

Ilustración 3-7 Ubicación PC Mediciones Vehiculares Periódicas comuna de Yungay



Tabla 3-2 Identificación de Ubicación Puntos de Control Mediciones Periódicas

PUNTO CONTROL	DE	INTERSECCIÓN
PC 1		N-97-Q / N-917
PC 2		Diagonal Esmeralda / Esmeralda
PC 3		Pisagua / Arturo Prat
PC 4		N-59-Q / N-953
PC 6		Chorrillos / Chipana
PC 7		Chorrillos / Angamos
PC 8		Av Baquedano / Mariano Egaña
PC 9		Tarapacá / Esmeralda
PC 10		N-97-Q / N-945
PC 13		Germania / Angamos
PC14		Tarapacá / Independencia
PC15		N-935 / N-915

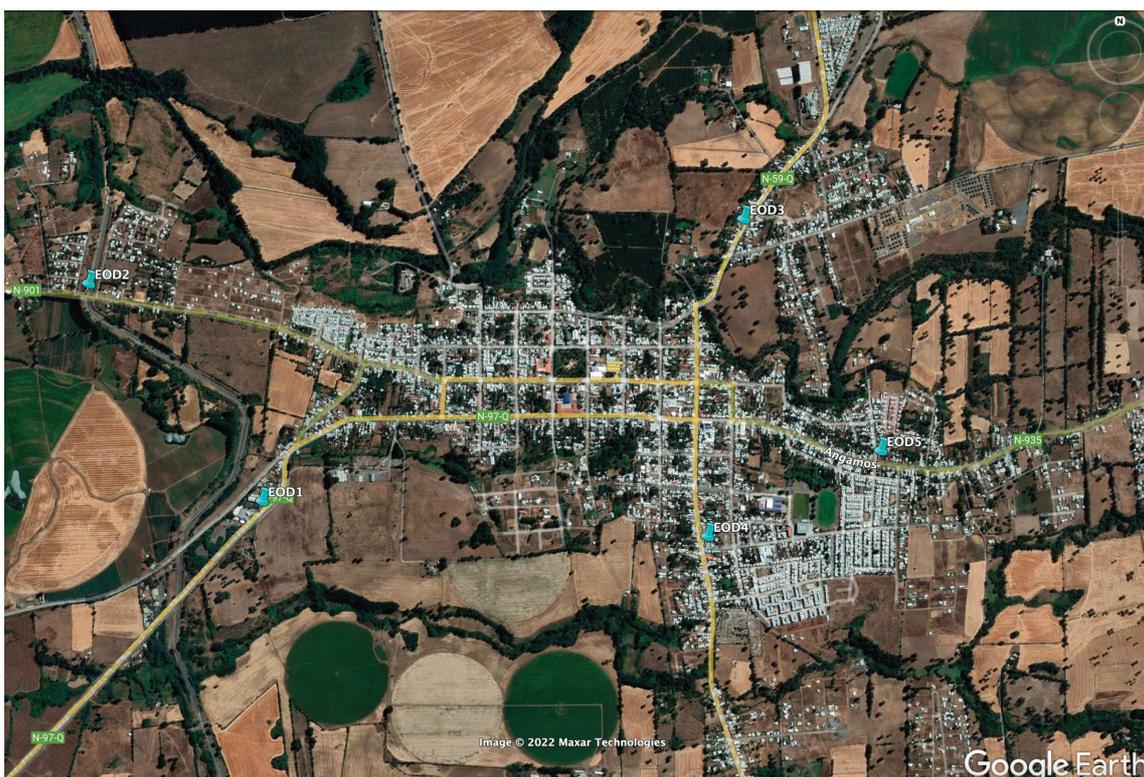
El detalle de la información de las mediciones de flujo periódico se incluye como parte de los anexos digitales del presente informe.

c) Encuestas Origen-Destino (EOD)

Al no existir información de Encuestas Origen Destino, ni mediciones de flujo vehicular reciente en la comuna, se consideró la realización de Encuestas OD para usuarios de la red vial en 5 puntos (arcos de la red vial), en el periodo más cargado.

Los puntos donde se realizaron las mediciones de encuesta OD, son los siguientes:

Ilustración 3-8 Ubicación de Mediciones de Encuesta Origen -Destino



Cabe mencionar que para realizar la expansión de las encuestas, se mide adicionalmente de la información de viajes, el conteo de flujo vehicular total que pasa por cada arco de medición.

Con la información anterior, se determinará la matriz de viajes a priori año 2021 para el periodo más cargado de viajes de Yungay, información que será utilizada para calibrar el modelo de asignación SATURN.

El detalle de la información de las mediciones EOD se incluye como parte de los anexos digitales del presente informe.

d) Mediciones de Velocidad

Para la información de velocidades en los principales ejes de la comuna, se consideró la realización de mediciones de tiempos de viaje y velocidad en el periodo de mayor demanda.

Los ejes medidos se indican en la siguiente figura:

Ilustración 3-9 Ejes para Mediciones de Tiempo de Viajes



El detalle de la información de las mediciones de velocidad y tiempos de viaje se incluye como parte de los anexos digitales del presente informe.

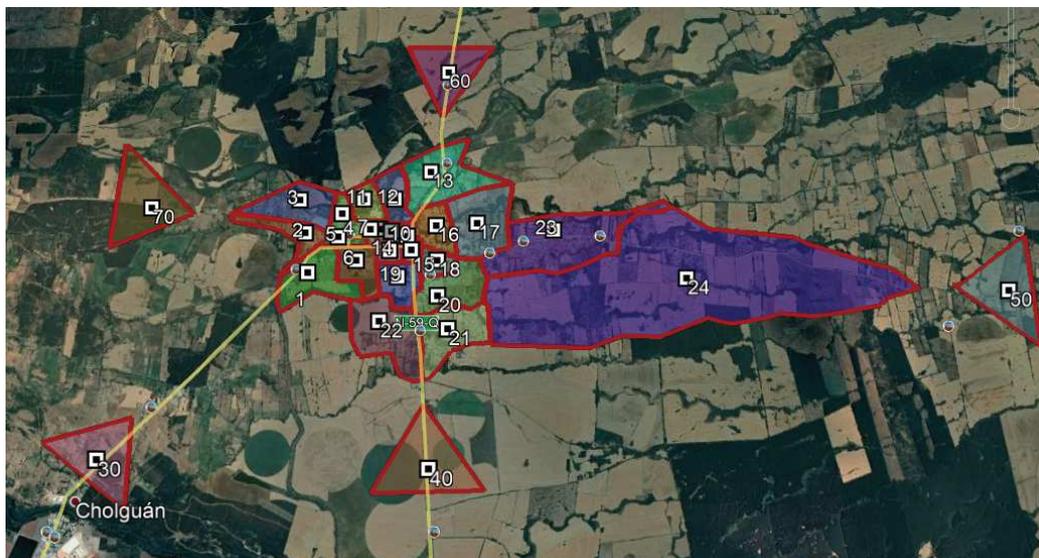
3.4 OFERTA ACTUAL: DIAGNÓSTICO

3.4.1 Zonificación para el Análisis de Transporte

En base a la zonificación del PRC vigente de Yungay, se han agrupado distintas zonas que cumplen con los criterios de zonificación en transporte referidos a homogeneidad y conectividad, ante lo cual se ha propuesto la construcción de una zonificación específica para para el análisis de transporte en este ECV.

En este sentido, se propone utilizar la siguiente zonificación que es compatible con el PRC vigente, contabilizando un total de 29 zonas en este estudio, 24 de las cuales con internas y 5 zonas externas, tal como se indica a continuación.

Ilustración 3-10 Zonificación interna para el Análisis de Transporte, comuna de Yungay



Cabe mencionar que las zonas externas propuestas son la 30, 40, 50, 60 y 70.

Como parte de esta definición, se propone además que, las localidades de Cholguán y Campanario, estén consideradas dentro de la zona externa 30.

3.4.2 Actualización de la Red Vial de Yungay

Como parte de esta tarea se realizará un Catastro Vial en las vías principales de la comuna con el fin de actualizar la información de la red a analizar. Este análisis se realizará teniendo a la vista la base digital de fotografía aérea, junto con visitas a terreno apoyadas por la planimetría existente. También se utilizará Google Earth como una herramienta útil actualizada en los últimos años.

El objetivo es determinar las características de las principales vías de la comuna, para lo cual se realizará un catastro físico operativo de dichas vías, referida al sentido, capacidad de ellas, longitud, etc.

A continuación se indica la red vial de Yungay que formará parte del análisis del presente estudio.

Ilustración 3-11 Definición Red Vial comuna de Yungay



Nota: Se indica en color rojo los nodos (intersecciones) a modelar. Las calles a modelar (arcos) en color azul (OP y SN), rojo (NS y PO) y verde bidireccionales. Todas ellas se incluirán en el modelo SATURN

3.4.3 Modelación y Calibración de la Situación Actual

En esta tarea, se realizará la calibración del modelo de transporte a utilizar en el estudio. Como se dijo anteriormente, se utilizará el modelo de asignación SATURN, en la modalidad de modelación de red buffer (la misma que utiliza el modelo estratégico VIVALDI, usualmente utilizado en la realización de ECV).

La red de modelación SATURN que se utilizará será construida de las visitas a terrenos y de los catastros realizados como parte de este ECV. De esta forma, la codificación de la red SATURN, comprenderá su ejecución de acuerdo a los ítems que se exponen a continuación, algunos de los cuales podrán ser opcionales dependiendo de los requisitos propios de la situación a representar.

Estos son:

- **Especificación de Parámetros Generales de la Red y de la Corrida:** Comprende la definición de un conjunto de parámetros de carácter general para la red construida y tipo de simulación a realizar. Estos parámetros se dividen en cuatro categorías: lógicos, enteros, reales y caracteres.
- **Datos de Conectores de Centroides de Simulación (Tarjeta 2):** Se define para cada centroide representativo de una zona al interior de la red SATURN, el código del centroide y las conexiones a arcos de la red vial interna.
- **Datos de Arcos de la Red Buffer o Externa (Tarjeta 3):** Corresponden a las características físicas y operacionales que definen a los arcos incorporados a nivel de modelación definido como externo o buffer. Igualmente se definen aquí los conectores de zonas hacia nodos de la red externa. Este tipo de modelación a utilizar no permite simular directamente las condiciones del nodo (y por lo tanto de los movimientos).
- **Datos de Restricción de Movimientos y Arcos (Tarjeta 4):** Permite restringir (prohibir) la utilización de los arcos o movimientos indicados para ciertos tipos de vehículos.
- **Datos de Coordenadas Geográficas o Referenciales de Nodos y Centroides de la Red (Tarjeta 5),** con el fin de disponer de las facilidades gráficas del modelo, se puede incorporar a cada nodo o centroide de la red, ciertas coordenadas físicas de localización bidimensional.
- **Descripción de Rutas Fijas (Tarjeta 6):** Corresponde a la incorporación de las rutas de transporte público (buses, taxi-colectivos y camiones). Se describen a través de la secuencia de nodos al interior de la red de modelación que definen las trayectorias fijas utilizadas sobre la vialidad. Además, para cada ruta definida se ingresa la información de la frecuencia de pasada por dicha ruta.
- **Volúmenes de Conteos en Arcos y Movimientos para calibración de situación actual (Tarjeta 7):** Aquí se definirá el set de conteos de flujo vehicular, para comparar con los flujos de asignación de SATURN. También se utiliza para el proceso de estimación de matrices de viaje, con el módulo Satme2 de SATURN.

El detalle de la calibración del modelo SATURN en la situación actual 2021, contempla la realización de las siguientes actividades específicas:

a) Calibración Modelo de Asignación SATURN. Definición Red Vial Situación Actual año 2021

Para efectos de calibración del modelo SATURN, se realizará una estimación de las matrices origen-destino de viajes de transporte privado para el periodo considerado (punta mañana o punta tarde). Este proceso se divide en dos etapas: Calibración de Rutas Fijas y Calibración de Flujos Asignable. El objetivo consiste básicamente

en asegurar una reproducción adecuada, en la modelación, de las cargas vehiculares (tanto a nivel de movimientos como de arcos) y de los tiempos de viaje y niveles de flujo vehicular observados en terreno.

b) Calibración Rutas Fijas

Consiste en la calibración de los vehículos no asignables, es decir, aquellos que se modelan como rutas fijas, (pueden ser buses, taxis-colectivos, buses interurbanos, camiones de 2 y de más de dos ejes). Esto tiene como finalidad el representar adecuadamente la presencia de estos vehículos en la vialidad urbana y se logra al definir frecuencias adecuadas a las rutas de modelación.

Para estos efectos, se utilizará la información proveniente de las mediciones de flujos vehiculares y la información del catastro de transporte público realizado, de tal forma de ajustar la frecuencia de los servicios, y replicar las mediciones de flujos vehiculares.

c) Metodología Calibración Flujos Asignables (vehículos transporte privado)

Consiste en verificar que los parámetros de modelación para los arcos y nodos de la red sean los adecuados. Para ello, en el período punta mañana, se utilizará como matriz a priori de viajes de transporte privado, aquella proveniente de las mediciones de la Encuesta Origen Destino de viajes.

Con dichas matriz, se realiza una simulación de la operación del sistema de transporte. Tras un análisis de los resultados obtenidos entre asignación v/s las mediciones de flujos vehiculares, se efectúan correcciones o modificaciones a los parámetros que definen la operación de los arcos o nodos (velocidades y flujos de saturación) en aquellos sectores donde no se dispone de información de terreno, con el fin de reproducir adecuadamente las condiciones de funcionamiento de la red, esto es: flujos asignados, tiempos de viaje y niveles de congestión similares a los observados en la realidad.

En esta etapa se verifica la correcta topología de los conectores de las zonas hacia y desde la red vial.

El resultado de esta etapa de calibración, debe ser que el modelo SATURN, debe ser capaz de reproducir adecuadamente las mediciones de flujos vehiculares desarrollados, según se menciona a continuación.

d) Resultados Calibración Flujos Asignables (vehículos transporte privado)

La etapa de calibración ajustará la matriz a priori, determinando una matriz estimada al año 2021, que permite reproducir las mediciones de flujos vehiculares en el período de análisis.

Este ajuste es realizado utilizando el módulo SATME2 de SATURN. Se estima que este módulo se aplicará un máximo de 2 veces dentro del período.

El resultado de este proceso es el ajuste de los flujos vehiculares modelados versus los medidos, para el período de modelación.

4 DEFINICIÓN DE ESCENARIOS: VARIABLES EXPLICATIVAS – PROYECCIÓN DE POBLACIÓN E INGRESO COMUNAL

La presente etapa contempla realizar la definición del Escenario de Desarrollo Urbano (EDU) a 15 años (Base y Proyecto), el cual determinará la interacción entre el sistema de transporte y el sistema de actividades. El EDU que se defina, debe necesariamente tomar en consideración antecedentes relevantes como son la política

de desarrollo urbano (orientaciones del Ministerio de la Vivienda y Urbanismo, de las Secretarías Regionales Ministeriales de Vivienda, Estudios Regionales de Desarrollo Urbano, Planes de Desarrollo Comunal, etc.), las tasas de crecimiento de población comunal, y la evolución de los usos de suelo en la comuna.

Por esta razón, para definir el nuevo escenario de desarrollo urbano que será considerado con la finalidad de realizar las proyecciones al horizonte de 15 años, se trabajará sobre la base de los usos de suelo actual.

Para el análisis del ECV de Yungay, en el corte temporal futuro, se definirá una Situación Base y una Situación con Plan Regulador Propuesto.

La Situación Base futura, se construirá a partir de las variables comunales del escenario tendencial del modelo de transporte, proyectadas a 15 años, usando las mismas tasas de crecimiento consideradas en dicho escenario.

Para la Situación con Plan Regulador Propuesto en cambio, se utilizará la metodología de Estudios de Capacidad Vial del MINVU 1997, la cual define que se debe utilizar el criterio de máxima ocupación. En este caso, en las zonas de la comuna de Yungay que sufran modificaciones producto del nuevo Plan Regulador, las variables explicativas crecerán al máximo posible según la normativa que defina este nuevo plan regulador.

5 PREDICCIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE

Esta etapa contempla realizar una predicción del sistema de transporte, en base a la determinación de la demanda y oferta futura.

5.1 VIAJES ORÍGENES- DESTINO

A partir de la información del EDU, se obtendrá finalmente, la información de demanda (viajes), utilizando tasas de crecimiento de la población y de las otras actividades no residenciales de cada zona del PRC. De esta manera se obtiene el aumento del flujo en la vialidad principal que se analizará como parte del presente ECV.

La metodología para determinar la demanda futura será la que indica la Metodología ECV del MINVU, que consiste en el método de expansión **bi-proporcional**. Este método consiste en expandir cada celda de la matriz por un factor asociado a la expansión de las actividades en el origen y en el destino. Por ejemplo, si la actividad en una zona i se expande en un factor k_i y en el destino se expande en un factor k_j , la celda de la matriz de viajes expandidos, V_{ij}^1 es igual a la celda correspondiente en el año observado multiplicada por el factor $k_i * k_j$.

Luego:

$$V_{ij}^1 = V_{ij}^0 * k_i * k_j$$

Esta nueva matriz debe ser normalizada dividiendo cada celda por una constante K que se calcula de la siguiente manera: sumar todas las celdas de la matriz, lo que es una estimación del total de viajes V^1 encontrar la tasa de crecimiento global de viajes dividiendo la suma V^1 por el total de viajes en el año base V^0 . El factor K se encuentra como la razón entre la tasa de crecimiento de viajes y la tasa de crecimiento de la población.

5.2 OFERTA FUTURA: REDES DE MODELACIÓN SITUACIÓN FUTURA

Para generar la oferta vial en el corte temporal futuro, se utilizarán las redes de modelación actuales, incorporando las características de la vialidad estructurante que defina el PRC propuesto en relación al ancho de vías, la tipología (colectora, local, troncal, etc.) y uso. Adicionalmente se incorporará todo elemento que incida sobre la operación de las vías principales a analizar en el presente ECV (localización de estacionamientos, actividades comerciales, etc.).

6 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD VIAL

6.1 ANÁLISIS DE NIVELES DE SERVICIO

En esta tarea se verificará que, en el horizonte de tiempo de 15 años, se cumplan los niveles de servicio adecuados para los usuarios, en la comuna, de acuerdo con los requisitos definidos en la Metodología del MINVU para Estudios de Capacidad Vial, para comunas menores.

Para ello, se identifican aquellos tramos de vías de mayor flujo (vías principales), y se compararán los niveles de saturación en función de la capacidad, tanto de la situación base como de la situación con proyecto. Los indicadores a analizar para las vías principales serán:

Grados de Saturación. Se considera como aceptable para un valor inferior al 90%.

Niveles de Servicio. Se calcula la velocidad media y se verifica si es consistente con el nivel de jerarquía de la vía.

En caso de detectar ejes o vías en las cuales no se cumplan las exigencias definidas en la metodología, se establecerá el tipo de solución apropiada según la magnitud del impacto generado. Este aspecto es tratado en la siguiente tarea.

6.2 ANÁLISIS DE OFERTA - PROPUESTA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Si de los análisis de la Situación con Proyecto Futuro se determina que los niveles de servicio están por debajo de los límites aceptables, será necesario considerar la posibilidad de ajustar aspectos ya sea en la Red Vial (mediante la inclusión de medidas operativas en los modos que presenten problemas) o en el de Usos de Suelo del PRC Propuesto.

Las posibles soluciones que se podrán proponer son por ejemplo:

- Cambios en la jerarquización de la red vial primaria del Plan Regulador.
- Incorporación de mejoras operativas en aquellos modos que presenten problemas
- Incorporación de mayor infraestructura vial.
- Provisión de ancho de faja.
- Modificaciones en las condiciones del nuevo Plan Regulador