



**Estimación de la viabilidad técnica, legal, social y económica de la construcción de
paraderos sustentables que se extenderán en un segmento de la carretera
Presidente Eduardo Frei Montalva, en la comuna de Rancagua, Región del
Libertador General Bernardo O'Higgins.**

Proyecto de Título para optar al Título de Constructor Civil

Estudiante: Nicolás Felipe Arriaza Meynard

Profesor Guía:

Carlos Cabaña Chávez

Fecha:

Viernes 28 Abril 2023

Santiago, Chile

AGRADECIMIENTOS

Quisiera agradecer en primer lugar a mi hermano Javier el cual me motivo a seguir con el tema y me ayudó a buscar información sin ser él profesional de la construcción, trabajando el rubro agrícola y con horarios extensos se dio el tiempo de ayudarme, también quiero agradecer a mi Madre quien fue mi mayor motivación y la cual me motivo a seguir con el proyecto después de tener que pasar bastantes momentos familiares difíciles.

Agradecer con el mismo ímpetu a mi profesor guía Carlos Cabaña, el cual me apoyó siempre que lo necesité sin complicaciones, fue súper puntual y consciente en las correcciones y agradezco mucho que se me haya dedicado tiempo conmigo, lo pude conocer un poco más que en la universidad durante este proyecto y sin duda me demostró que es un gran profesional y un gran ser humano, estaré toda la vida agradecido de haber trabajado con él en este proyecto.

Agradecer también a mi padre, quien me ayudó a financiar mis estudios anteriores y gran parte de estos, además de ayudarme con departamento para que yo pudiese estudiar en Santiago sin tener que viajar todos los días desde Rancagua.

Agradecer también a mi hermana Catalina la cual me dio apoyo psicológico en este proceso, que me costó bastante llevar a cabo.

A mi amigo de la infancia Ricardo Ing. Civil en Obras que me ayudó a buscar información en la universidad varias veces y se quedaba a esperar a que me hicieran las correcciones.

A mi amigo de la infancia y excompañero ya titulado, Cristian, el cual me ayudo con consejos y técnicas de estudio que el siendo muy similar a mí, aplicó y le funcionaron.

A mi excompañero y amigo Jorge el cual me ha dado siempre su apoyo además de ayudarme también mandándome su proyecto e información.

A mi excompañero Cristóbal el cual me ayudó a buscar información cuando empecé con el tema, también me mando su proyecto para que lo tuviese como referencia.

A Pedro Yáñez Arquitecto trabajador de SECPLAC, el cual lo conocía de antes y me lo topé en las consultas en el municipio; él me aconsejó con el diseño creado y me dijo cuáles eran los elementos estructurales mejores para ese modelo a utilizar.

A Robinson Cea Córdova, jefe de Proyectos de SECPLAC Rancagua el cual me atendió muy cordialmente y me facilito conocimiento e información acerca de los paraderos municipales, así como también la forma en la que se presentan como proyectos.

RESUMEN

Las comunas Rancagua y Machalí se encuentran en un constante crecimiento, ambas poseen entre sí solo dos conexiones, las cuales día a día tienen grandes aglomeraciones vehiculares y peatonales, este proyecto se centra especialmente en la carretera Presidente Eduardo Frei Montalva conocida también como la carretera del cobre, específicamente la conurbación entre ambas comunas en la zona sur oriente.

Este proyecto realiza un estudio de las variables a tomar en cuenta para evaluar la eventual implementación de seis paraderos con iluminación fotovoltaica específicamente en la conexión de ambas comunas en una extensión de 2 kilómetros, los cuales presentarían un gran aporte para la comunidad del sector y así también como para la seguridad de la carretera.

Se verán las aristas legales, técnicas, sociales y económicas para la construcción de dichos paraderos en una zona donde existe ya demanda de estos, aportando así con la seguridad de tener un refugio iluminado para locomoción colectiva con las condiciones óptimas que amerita dicho sector de alto tránsito vehicular.

Se evalúa desde los datos entregados por cantidad de accidentes, flujos vehiculares, para poder determinar si el proyecto es realmente necesario
Para reforzar la teoría también se hizo entrevistas a usuarios del sector y así determinar si resulta un aporte a la comunidad, municipios y o estado.
Así también se evalúa la viabilidad económica de este proyecto en cuanto a cuáles son los valores monetarios de llevarse a cabo el proyecto.

Palabras Clave: Sustentabilidad, Fotovoltaico, Refugio, Viabilidad, Visibilidad.

SUMMARY

Rancagua and Machalí communes are in constant growth, both have only two connections between them, which every day have large vehicular and pedestrian agglomerations, this project focuses especially on the Presidente Eduardo Frei Montalva highway, also known as the highway of the copper, specifically in the southeast area.

This project carries out a study of the variables to be taken into account to evaluate the possible implementation of six bus stops with photovoltaic lighting specifically in the conurbation of both communes in an extension of 2 kilometers, which would be a contribution to the community of the sector and thus also as for road safety.

The legal, technical, social and economic edges for the construction of said whereabouts in an area where there is already a demand for them will be seen, thus contributing with the security of having an illuminated shelter for collective locomotion with the optimal conditions that this high-risk sector deserves. vehicular traffic.

It is evaluated from the data delivered by number of accidents, vehicular flows, in order to determine if the project is really necessary. To reinforce the theory, interviews were also carried out with users of the sector and thus determine if it is a contribution to the community, municipalities and/or state. Thus, the economic viability of this project is also evaluated in terms of what are the monetary values of carrying out the project.

Key Words: Sustainability, Photovoltaic, Shelter, Viability, Visibility.

ÍNDICE

INDICE DE IMÁGENES	
I INTRODUCCIÓN	3
UBICACIÓN E IMPACTO	4
II MARCO TEÓRICO	5
SUSTENTABILIDAD E IMPORTANCIA DEL TRANSPORTE URBANO	5
ANTECEDENTES GENERALES	11
III DESARROLLO	17
SUSTENTABILIDAD APLICADA A PARADEROS Y LA CARRETERA	17
IV PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	19
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	19
OBJETIVO GENERAL	19
OBJETIVO ESPECÍFICO	19
V METODOLOGÍA	23
ASPECTOS LEGALES	23
VI CONCLUSIONES	424
VII REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45
REFERENCIAS DE IMÁGENES	47
VIII ANEXOS	49

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen N° 1: Diagnóstico Paraderos/Infraestructura menor asociada al sistema de transporte público mayor de la ciudad de Rancagua, Análisis y Propuestas, y Medición de demanda de servicio rural de Machalí Fuente Ministerio Obras públicas página web ..2	
Imagen N° 2: Imagen espacial Rancagua - Machalí. Ministerio de Bienes Nacionales,2023.4	4
Imagen N° 3: Croatia Week (Paradero sustentable Croacia, imagen real sacada de sitio web de Energomobil, 2016).7	7
Imagen N° 4: OVACEN (Paradero sustentable Holanda imagen real, 2015).8	8
Imagen N° 5: Sansiri (Paradero Solar Bangkok, 17 de agosto 2019, imagen real).9	9
Imagen N° 6: Plataforma Urbana Arquitectura (Paradero sustentable Florianópolis imagen explicativa y gráfica, 2015).10	10
Imagen N° 7: Comparación del CO2 producido por diferentes materiales (emisiones netas de CO2, incluido el efecto sumidero de carbono) Fuente: Reportes ambientales para materiales constructivos, 1998 – 2001 (CEI-Bois) “La reducción de la huella de carbono y el impacto ambiental de edificios nuevos.11	11
Imagen N° 8: Marcela Torres Valdez (Constitución, agosto 2014) Comunidad agradece la instalación de nuevos paraderos en sector el Putú.12	12
Imagen N° 9: Temuco Televisión (Victoria Araucanía,2020) Foto de uno de los paraderos construidos en sectores rurales de Victoria.13	13
Imagen N° 10: Temuco Televisión (Victoria Araucanía,2020) Foto de uno de los paraderos construidos en sectores rurales de Victoria.13	13
Imagen N° 11: Brújula Invesigación (Santiago, 2016) Estudio Exploratorio Evaluación nuevomodelo Paraderos Transantiago. Paraderos simples en su versión mejorada empleados en la RM.13	13
Imagen N° 12: Sectra O’Higgins (Chile, 2022) Cantidad de proyectos que se encuentran activos en el tramo urbano Rancagua – Machalí.16	16
Imagen N° 13: Explorador Solar (Chile, 2023) Características del sistema fotovoltaico.17	17
Imagen N° 14: Explorador Solar (Chile, 2023) Grafico con distintos niveles de radiación mensual.17	17
Imagen N° 15: Explorador Solar (Chile, 2023) Características de Generación Voltaica del sector escogido.18	18
Imagen N° 16: Explorador Solar (Chile, 2023) Características de Generación Voltaica Mensual Promedio.18	18
Imagen N° 17: Codelco (Rancagua Machalí ,2017) Tramos de la Carretera el Cobre, Área Baja es donde tenemos zona urbana y rural urbana. Imagen obtenida de Requerimiento de Información de Codelco agosto 2017.20	20
Imagen N° 18: Nicolás Arriaza (Rancagua-Machalí, 2022). Las dos vías de conexión entre comunas Rancagua-Machalí.22	22
Imagen N° 19: Nicolás Arriaza (Rancagua-Machalí, 2022). Paraderos Ubicados en carretera el Cobre.22	22
Imagen N° 20: Ministerio de Transporte, abril 2020, Manual de Señalización del Tránsito, Capitulo 2 Señales Verticales.25	25

Imagen N° 21: Ministerio de Transporte, Abril 2020, Manual de Señalización del Tránsito, Capítulo 5 Señalización Transitoria y Medidas de Seguridad para Trabajos en la Vía.	26
Imagen N° 22: Ilustre Municipalidad de Rancagua, Marzo 2023, Especificaciones técnicas de paraderos hormigón, paradero de un cuerpo y de dos cuerpos mas abajo.. ..	28
Imagen N° 23: Ilustre Municipalidad de Rancagua, Marzo 2023, Planos de lamina de especificaciones técnicas refugio peatonal de un cuerpo.	28
Imagen N° 24: Gráfico circular de respuestas de encuesta sobre cantidad de paraderos visible al usuario, 2023 (Nicolás Arriaza) “Encuesta paraderos Rancagua Machalí Carretera el Cobre”.	30
Imagen N° 25: Gráfico circular de respuestas de encuesta sobre si mejorar o no paraderos realizada al usuario, 2023 (Nicolás Arriaza) “Encuesta paraderos Rancagua Machalí Carretera el Cobre”.	30
Imagen N° 26: Gráfico de barras con respuestas encuesta sobre cuales serias las mejoras más necesarias para el usuario, 2023 (Nicolás Arriaza) “Encuesta paraderos Rancagua Machalí Carretera el Cobre”.	31
Imagen N° 27: Nicolás Arriaza. Marzo, 2023, Refugio Sustentable modelo 3D propuesta elaborado en SketchUp pro 2022.....	31
Imagen N° 28: Nicolás Arriaza, Marzo 2023, Vista con los cimientos de Refugio Sustentable modelo 3D propuesta elaborado en SketchUp pro 2022.	32
Imagen N° 29: Nicolás Arriaza, Marzo 2023, Vista con los cimientos de Refugio Sustentable modelo planimetría propuesta elaborado en AutoCAD 2022.	32
Imagen N° 30: Solar Power, 2023, Luminaria Solar modelo Stinger 24 diseñado para uso público.	34
Imagen N° 31: Maderas Tranapunte, 2023, Imagen Referencial de como vienen las vigas laminadas al momento de recibirlas.	34
Imagen N° 32: Generador de precios Chile, 2023, Fijaciones metálicas.....	36
Imagen N° 33: Generador de precios Chile, 2023, Fijación metálica para pilar con 4 placas verticales.	36
Imagen N° 34: Nicolás Arriaza, 2023, Presupuesto Refugios Sustentables, elaboración propia.....	41

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Cantidad de siniestros ocurridos mensual y anualmente en la zona. . **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla N° 1: Los 14 proyectos que están en ejecución dentro de la zona.20

Tabla N° 3 y N°4: Análisis y Desarrollo de Medidas de Gestión Sistema de Transporte Público de Rancagua, Biblioteca SECTRA. **¡Error! Marcador no definido.**

SOLO USO ACADÉMICO

INTRODUCCIÓN

Este proyecto plantea la idea de construir paraderos sustentables en la comuna de Rancagua en la conurbación con Machalí por medio de la Carretera Presidente Eduardo Frei Montalva (Carretera el cobre) en un sector donde son muy precarios los paraderos existentes, además de una inexistente iluminación en un sector donde hay muchas viviendas, empresas, colegios y centros urbanos. Dentro de dicho tramo de un poco más de 3 kilómetros existen solo 4, dos por un lado y dos en otro más allá uno por el frente del otro. Se plantea construir 6 en total y para ello se verán las distintas variables que desea tenerse en cuenta para elaborar el proyecto. Se analizará la factibilidad de construir paraderos sustentables en ese sector y cuál es el aporte que este le entregara a la comunidad del sector y a el Municipio de Rancagua y Machalí.

Como se ve reflejado en la Imagen N°1 según un estudio realizado por el Ministerio de Obras Publicas acerca de todos los paraderos en la ciudad de Rancagua y Machalí, la mayor parte de estos requieren de una reparación o ser retirados debido a que ya no cumplen con los requisitos para su correcto funcionamiento, además de no otorgar la seguridad necesaria.

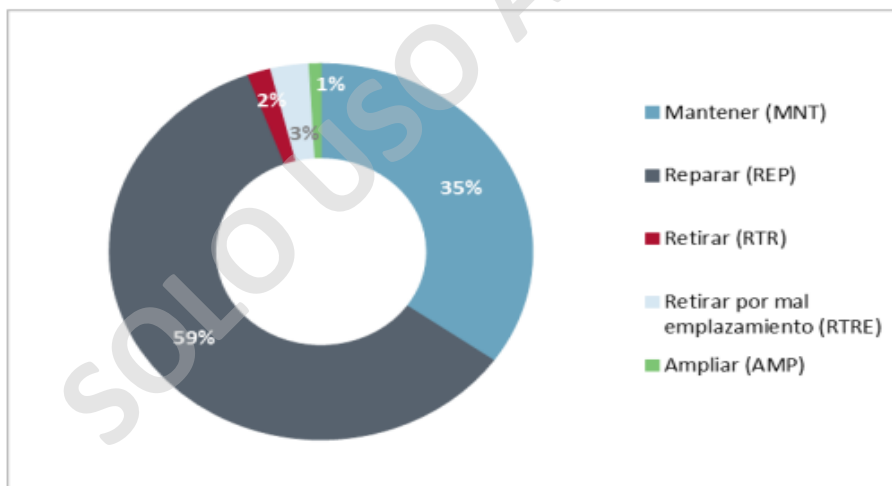


Imagen N°1: Diagnóstico Paraderos/Infraestructura menor asociada al sistema de transporte público mayor de la ciudad de Rancagua, Análisis y Propuestas, y Medición de demanda de servicio rural de Rancagua - Machalí. MOP O'Higgins 2019.

Ubicación e Impacto de no tener paraderos adecuados.

El proyecto se ubica en la Avenida Presidente Eduardo Frei Montalva en un radio de 2 km en la unión entre las Comunas de Rancagua y Machalí, específicamente entre el cruce con Avenida Central y el cruce Colegio Coya.

Zona de alto tránsito vehicular tanto privado e industrial como de transporte público. En esta zona se encuentran lugares con alto flujo de personas, todos por la orilla de la carretera, sin contar las viviendas del sector en el lugar existe por la misma orilla Universidad Aconcagua Sede Principal, Colegio Coya, Centro de Eventos Pudú, Colegio Trinity College, Restorán Don Cote, Gimnasio Energy, Conchas De Futbolito Energy, Canchas de Pádel, Discoteca Room Bar, Nepal Bar, La Pérgola Restorán, Colegio San Francisco, Sociedad PyB arriendo de automóviles y maquinas, Outlet Rent a Car Allcam Garaje, Muebles De Oficina Ventas, parte de Hospital Fusat, Restaurant Colpa comida peruana, Bali Bowls comida asiática, Bmp Venta Instrumentos Topográficos.

En las siguientes imágenes (Imagen N°2) obtenidas de El Ministerio de Bienes Nacionales que cuenta con una plataforma de visualización de mapas a través de la IDE (Infraestructura de Datos Espaciales), se pueden ver de distintas alturas el tramo de conexión urbana entre las comunas de Rancagua y Machalí, por el sector sur oriente de Rancagua en una extensión de 2,2 km de la carretera estarían ubicados los paraderos.

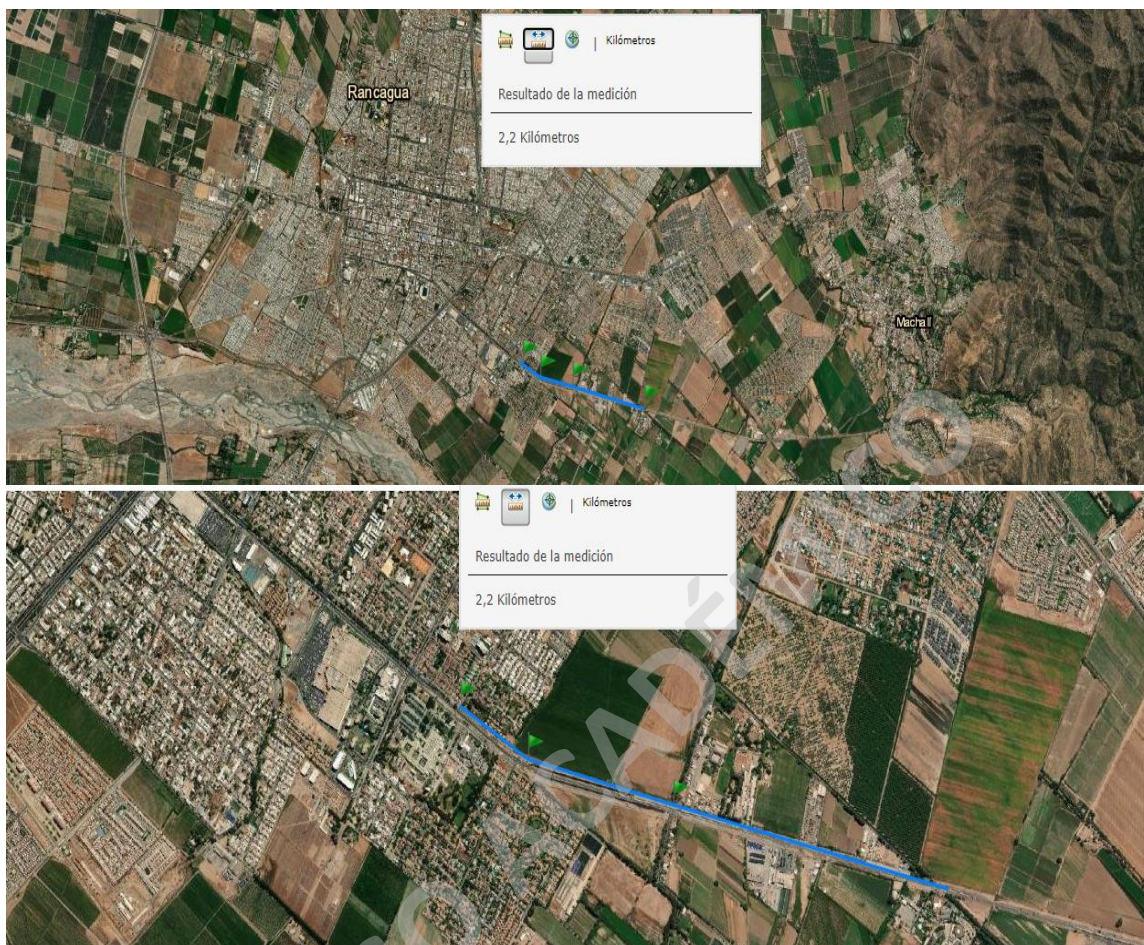


Imagen N°2: Imagen espacial Rancagua - Machalí. Ministerio de Bienes Nacionales,2023.

MARCO TEÓRICO

Sustentabilidad

Según la ONU el desarrollo sostenible requiere un enfoque integral que tome en consideración las preocupaciones ambientales junto con el desarrollo económico. En 1987, la Comisión Brundtland de las Naciones Unidas definió la sostenibilidad como lo que permite satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la habilidad de las futuras generaciones de satisfacer sus necesidades propias. (Naciones Unidas, Impacto Académico, sitio web)

¿Qué significa la sustentabilidad? Las empresas sustentables, los grupos verdes, los políticos se han encargado de definir desde las más simples y otras más complejas. Este concepto se presentó por primera vez en el año 1987 realizado para la Comisión Mundial de Medio Ambiente, donde reconocieron los vínculos de pobreza, degradación ambiental, desigualdad, y estaban buscando solución a los fuertes estragos del medio ambiente. (Andrea Nava, 2019, Unplastik Sustentabilidad y su Importancia)

Dicho informe terminó por definir al desarrollo sostenible como “aquel que satisface las necesidades sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades”. Asimismo, se deduce que la sustentabilidad se encarga de garantizar nuestras necesidades de agua, alimentos y vivienda, así como al participar en actividades que hacen que nuestras vidas sean agradables, incluidas las actividades de ocio y entretenimiento no causemos daños a nuestro medio ambiente ni agotemos recursos que no podamos renovar. (Andrea Nava, 2019, Unplastik Sustentabilidad y su Importancia).

Energías Sustentables

Chile posee radiación solar muy alta, fuertes vientos de norte a sur para desarrollar energía eólica, un gran potencial de energía marina en sus costas, gran capacidad para desarrollar biogás además un recurso geotérmico enorme en la cordillera. Nos posiciona esto como un país con bastante potencial para trabajar con energías renovables.

En la última versión del New Energy Finance Climascoppe elaborado por Bloomberg New Energy Finance y el Banco Interamericano de Desarrollo, Chile alcanzó el primer lugar en inversión de energías renovables y en la lucha contra el cambio climático, esto entre 108 países emergentes y 29 países desarrollados, posicionándose por sobre India y Brasil los que le siguen. (Ministerio de energía 2020, Energías renovables).

La importancia del transporte urbano

“El transporte público es el medio de transporte motorizado con menor cantidad de emisiones por pasajero transportado y kilómetro recorrido. Es además el medio de

transporte motorizado más asequible y, en consecuencia, el más utilizado por personas de menores ingresos, sin embargo, la participación de este modo en el total de viajes bordea el 30% promedio, a nivel nacional, es decir, uno de cada 3 viajes que se realiza en nuestras ciudades se hace en colectivo, bus o tren urbano” (Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, 2021, pág. 19). Según el Plan de Transporte Urbano dentro de la comuna de Machalí se encuentran 3 proyectos activos cercanos al tramo en el que se plantea este proyecto de título: la ampliación de la Carretera Presidente Eduardo Frei Montalva desde Avenida Bombero Villalobos hasta Escrivá de Balaguer con 181.739 UF y una TIR de 8.40%, Ampliación Av. Escrivá de Balaguer 125.845 UF y una TIR 4.00% y también la Prolongación Av. Arturo Prat 211.884 UF y una TIR de 7.30%. Estos proyectos causarán una mayor demanda del servicio de transporte público ya que se está priorizando como medio masivo de transporte para que tenga más uso en los sectores Rancagua- Machalí. (SECTRA O’Higgins, 2022)

Mobiliario Urbano Sustentable

Es aquel que está pensado para ser útil y duradero, concebido para usuarios de todo tipo y que integra atributos de sustentabilidad tales como: estar hecho con materiales reciclados y reciclables, ser fabricado por industrias cercanas que consideren materias primas locales y que estén comprometidas con el medioambiente, incorporar la aplicación de nuevas tecnologías y materiales para mejorar la eficiencia, potenciar el ahorro energético y minimizar la contaminación. Puede incluir soluciones innovadoras de reutilización de materiales en desuso, así como también utilizar otras estructuras para situarse, o contar con nuevos servicios asociados a generación de energía.

(Ministerio Obras Públicas MOP Manual Elementos Urbanismo Sustentables Tomo II, 2016, Capítulo 2)

Si buscamos ejemplos de Paraderos con tecnologías sustentables en el mundo tenemos variados ejemplos, algunos de ellos se mencionarán a continuación.

Existe en Croacia desde junio del año 2016 una empresa llamada Energomobil construyó paraderos sustentables los cuales fueron cotizados y solicitados al ministerio de transporte de emiratos árabes, así como también por países africanos para construirlos allá. En la Imagen N°3 se puede ver uno de los paraderos construidos en Velika Gorica, también tiene un árbol solar al costado.



Imagen 3: Croatia Week (Paradero sustentable Croacia, imagen real sacada de sitio web de Energomobil, 2016)

Energomobil, que emplea un equipo de 25 jóvenes ingenieros y gerentes, también fabrica árboles solares, farolas solares, bancos solares y marquesinas solares.

Según Croatia Week estos paraderos Con sede en Velika Gorica, cerca de la capital, Zagreb, Energomobil ha atraído el interés en su parada de autobús totalmente autónoma que brinda a los viajeros la posibilidad de cargar teléfonos celulares y tabletas, y usar Wi-Fi mientras esperan el autobús. (Croatia Week, 2016, Interés internacional en parada de autobús solar croata)

Se tiene el por igual el ejemplo de la ciudad holandesa Utrecht se puede ver en la Imagen N°4 donde se han construido 316 paraderos los cuales tienen flores en sus techos de manera de cuidar a biodiversidad y proteger la fauna específicamente las abejas.



Imagen 4: OVACEN (Paradero sustentable Holanda imagen real, 2015)

Ya no solo se trata de dar refugio a las abejas, las plantas también ayudan a absorber el agua de lluvia, regulan la temperatura, capturan el polvo o los contaminantes del aire. Por no mencionar otros muchos beneficios, incluyendo: reducir la contaminación acústica, reducir el estrés, aumentar la biodiversidad, embellecer la ciudad, absorber el carbono y mejorar la calidad del aire. (Pablo Seguí, 2022, Refugios para abejas OVACEN).

En la Capital de Tailandia, Bangkok, existen paneles fotovoltaicos incorporados a paraderos los cuales cubren todo el techo de dos aguas, esto hace que generen la cantidad de 7000w y pueden producir bastante luz y carga para teléfonos, así como también prestar electricidad si es necesario. Se puede ver en la Imagen N°5 que el paradero es una obra bien consolidada ya, empezó a funcionar el año 2019 en agosto.



Imagen 5: Sansiri (Paradero Solar Bangkok, 17 de Agosto 2019, imagen real)

Este Sistema reduce la emisiones de CO₂ en 1.454 kg por año, igual a plantar 1,07 h de bosque, y representa una disminución en los costos de electricidad de 11.283BT[Moneda que se usa en Tailandia] anual (The Nation Thailand, 29 Agosto 2019, Sansiri y BCPG lanzan un paradero solar con cargador en Sukumvit 77, traducción propia artículo de periódico online en inglés).

También en Brasil en Florianópolis como se puede ver en la Imagen 6, así como muchos casos en Chile desde comunas de la capital como Vitacura ha construido paraderos con paneles fotovoltaicos, hasta en zonas rurales como sector minero Chancón Sexta Región Chile se han construido paraderos de madera y gaviones, en todos los sectores ya sea incorporando un material sustentable o utilizando tecnología renovable sustentable se están construyendo paraderos o refugios peatonales constantemente.



Imagen 6: Plataforma Urbana Arquitectura (Paradero sustentable Florianópolis imagen explicativa y gráfica, 2015).

Más adelante se mostrarán algunos ejemplos de paraderos en Chile específicamente en zonas con temperaturas similares al proyecto o más extremas que en la zona central. Como es el caso de algunos paraderos sustentables con energía fotovoltaica implementados en el sur del país.

Antecedentes Generales

Las emisiones de CO₂ al momento de construir algo son importantes, ya sea en uso público o privado. Teniendo en cuenta lo anterior, todos los materiales son analizados para dimensionar su Huella de Carbono. Es sumamente necesario incorporar en los proyectos aquellos materiales que no tengan un gran índice de impacto ambiental. En la siguiente tabla (Imagen n°7) se muestra una comparación de algunos materiales más usados dentro la industria en cuanto a la cantidad de CO₂ que se produce al momento de su fabricación.

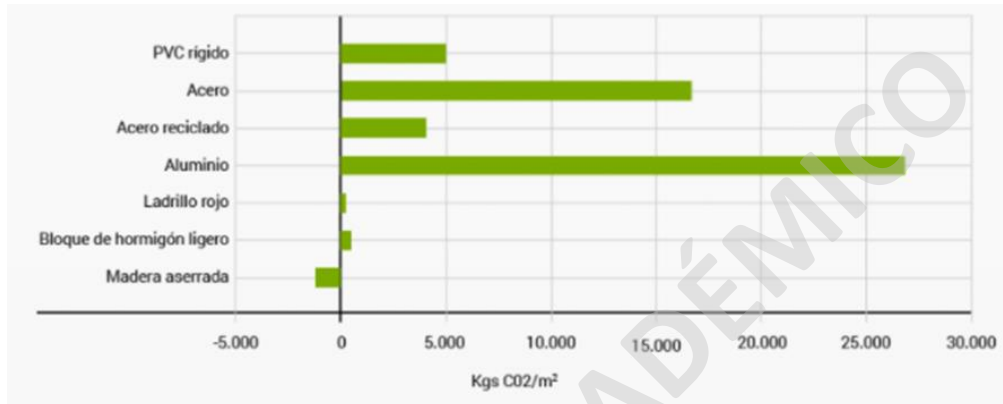


Imagen N°7. Comparación del CO₂ producido por diferentes materiales (emisiones netas de CO₂, incluido el efecto sumidero de carbono. Reportes ambientales para materiales constructivos, 1998 – 2001 (CEI-Bois) “La reducción de la huella de carbono y el impacto ambiental de edificios nuevos”,

La construcción puede aportar positivamente al proceso de cambio climático donde es sumamente necesario mejorar las prácticas en sus actividades, posibilitando el uso de materiales más nobles, de menor impacto ambiental y bajo nivel de huella de carbono.

Importancia ecológica y ambiental de la madera.

El Dr. Amo Frühwald en su libro ventajas ecológicas de la madera como materia prima agrupa una lista de ventajas de utilizar la materia prima sustentable y noble, estas son:

- > los bosques son importantes para mantener la biodiversidad
- > los bosques europeos están gestionados con criterios respetuosos con el medio ambiente.
- > los bosques y los productos de la madera son importantes fijadores del carbono
- > los productos de la madera requieren poca energía para su procesamiento
- > más del 75% de la energía necesaria para su procesamiento se obtiene de residuos de la madera y de madera recuperada

- > la madera y los productos derivados se convierten en importantes fuentes de energía después de haber cumplido las funciones para las que fueron fabricados
- > la alternativa de productos distintos a la madera requiere un mayor uso de energía para su fabricación
- > 1 metro cúbico de madera en rollo utilizado en el sector de la construcción reduce en 1,1 toneladas la emisión de CO2 procedente de energías fósiles o de 0,3 toneladas de carbono.

(Dr. Amo Frühwald, 2002, pag3, Ventajas Ecológicas de la madera como materia prima)

Paraderos sustentables en Chile

En la zona urbana de la región Metropolitana específicamente en las comunas de San Ramón, San Joaquín, Quilicura, Pedro Aguirre Cerda, Cerro Navia, La Cisterna, La Florida, La Pintana, Lo Prado, Maipú, Peñalolén, Pudahuel, Puente Alto, Quinta Normal, Renca y San Bernardo, existen 1.363 paraderos sustentables. Lo mismo ocurre en distintas partes del país. Donde se va cada vez como una opción más viable llevadera, en algunos casos aplicando materias primas locales, en otros incorporando energías renovables o ambas, algunos ejemplos de estos son los siguientes.

Ejemplos de Paraderos de madera en Chile.

Tenemos el ejemplo en la ciudad de Constitución (imagen n°8) donde fueron empleados paraderos más básicos en cuanto a diseño y durabilidad pero que no dejan de ser sustentables al ocupar materiales nobles.



Imagen N°8– Marcela Torres Valdez (Constitución, agosto 2014) Comunidad agradece la instalación de nuevos paraderos en sector el Putú. Paradero construido en Constitución en base a madera, diseñados para soportar lluvias y humedad en distintos momentos del año.

Un ejemplo de un buen paradero construido con materiales sostenibles y locales es el caso de la comuna de Victoria Región de la Araucanía está construido con gaviones de piedras

de ríos cercanos y madera de la zona, una cantidad de material mayor debido a que tienen que resistir lluvias y vientos todo el año.



Imagen N°9 Temuco Televisión (Victoria Araucanía,2020) Foto de uno de los paraderos construidos en sectores rurales.

Un muy buen ejemplo es este modelo de paraderos que se ve en la imagen n°10 en la comuna de victoria, en la página web del municipio, noticieros locales y digitales hicieron algunos reportes sobre la construcción de estos paraderos.

Los nuevos paraderos son el resultado de un diseño arquitectónico “participativo”, que contempló los requerimientos de la comunidad y que ocupó elementos constructivos propios de la zona. Es así como en su estructura rectangular se utilizó madera de pino insigne, material protagonista que comparte espacio con un muro de bolones de piedra. En su interior, una gran banca de tabloncillos se apoya en perfiles metálicos, permitiendo el descanso para los usuarios; este novedoso modelo incorporó además iluminación interior, alimentada por un panel solar. (Temuco Televisión, 2020, comunidades paraderos vecinos sitio web).



Imagen N°10 – Temuco Televisión (Victoria Araucanía,2020) Foto de uno de los paraderos construidos en sectores rurales de Victoria.

Este es un muy buen ejemplo de construcción sustentable pensando en durabilidad.

Nosotros al estar ubicados en zona central requerimos paraderos que no necesiten tanta materialidad, esto disminuye el impacto así como también el costo, me motiva a desarrollar una propuesta bastante minimalista similar a lo presentado por Brújula Investigación el año 2016 en su estudio acerca de los paraderos de Transantiago, el cual es un modelo de paraderos de que se basa en lo básico cumpliendo caramente la función de prestar un techo y un asiento, pero al mismo tiempo sin grandes muros que impidan la visión de usuario al tener que ver la locomoción o vehículo a tomar, así como también una

visión cara de lo que sucede por detrás de la parada, lo que lo hace más consciente del entorno en el cual se desenvuelve. En la Imagen N°11 se puede ver el diseño básico de paraderos mejorado propuesto por Brújula Investigación.



Imagen N°11 Brújula Investigación (Santiago, 2016) Estudio Exploratorio Evaluación nuevomodelo Paraderos Transantiago. Paraderos simples en su versión mejorada empleados en la RM.

La comunidad de la comuna de Rancagua y Machalí, así como sus I.I.M.M., requieren migrar en el corto plazo de los paraderos tradicionales a los sustentables, dado que indicadores pertinentes como el número de accidentes y el tráfico anual de vehículos, así lo sugiere, lo que se visualiza en la tabla número 1.

Tabla N°1 Cantidad de siniestros ocurridos mensual y anualmente en la zona.

	Promedio mensual	Promedio anual
Accidentes	490	5007
Fallecidos	11	128
Lesionados	354	3602

Fuente: Elaboración Propia con datos de CONASET región de O'Higgins.

Cifras obtenidas a partir de tablas con datos sobre los accidentes, fallecidos y lesionados anual y mensualmente, estos datos se encuentran disponibles en página web CONASET 2021 Diagnóstico de Siniestros de Transito en la Región del Libertador Bernardo O'Higgins.

Estos números plantean la necesidad de incrementar el número de paraderos que tengan carácter multifuncional (referencias para ubicarse, aporte de iluminación al lugar, facilitación del transporte de asistentes a diversas actividades, etc.).

DESARROLLO

La sustentabilidad aplicada a los paraderos; ahorro de energía y otros beneficios ambientales

Es sabido que el transporte público disminuye de gases de efecto invernadero, también la descongestión vehicular. Los paraderos o refugios sustentables construidos en madera tienen un menor impacto. Al ser estos de madera, solo se ocupará hormigón en la base. Su estructura está compuesta por un material noble, además de otorgar mayor visibilidad en la noche ya que contará con luces led las cuales estarán alimentadas por el panel fotovoltaico; será un ahorro en energía eléctrica al momento de otorgar seguridad e iluminación al sector donde se encuentre.

Carretera Presidente Eduardo Frei Montalva o Carretera el Cobre

Carretera El Cobre (H-25), es una importante vía que permite la conexión entre Rancagua y los yacimientos cupríferos de El Teniente.

Desde 1904, Sewell fue un poblado minero de propiedad de la Braden Copper Company, que se conectaba con la ciudad de Rancagua por medio de un ferrocarril creado en 1911. En 1967 se realizó la llamada "Operación Valle", que consistió en el traslado de las familias mineras de Sewell, Colón y Caletones a vivir a Rancagua.

En ese momento, se pensó en la construcción de una carretera que conectara los yacimientos de El Teniente y el resto de los establecimientos mineros con Rancagua, reemplazando así el ferrocarril. Esto se concretó en 1969, con la construcción de la Carretera del Cobre, que permitió un traslado más expedito de los mineros a Rancagua. (Wikipedia, 2021, Carretera el Cobre).

Rancagua cuenta con una población aproximada de 61.000 habitantes y una superficie de 2.593 km², constituyéndose en la comuna más grande de la región de O'Higgins la conurbación de esta se ve reflejada en la Imagen N°12. Actualmente existen catorce proyectos en construcción, tanto de nuevos caminos como extensión de calles, lo que conlleva mayor flujo vehicular, esto plantea la necesidad de reducirlo potenciando la preferencia por el transporte público.



Imagen N°12 – Sectra O’Higgins (Chile, 2022) Cantidad de proyectos que se encuentran activos en el tramo urbano Rancagua – Machalí.

Tabla N°2 Los 14 proyectos que están en ejecución dentro de la zona.

1	Conexión Av. Grecia – Juan Martínez de Rozas	139.072UF
2	Prolongación Alameda - Hernán Ciudad	338.185UF
3	Ampliación Carretera del Cobre, tramo Av. Bombero Villalobos – Cruce Nogales	181.739UF
4	Prolongación Av. Provincial (Norte)	72.936UF
5	Prolongación Av. República de Chile al Poniente	430.360UF
6	Conexión Av. Circunvalación Norte – Av. El Sol	195.795UF
7	Ampliación Av. Baquedano	198.905UF
8	Mejoramiento Av. Recreo (Centro)	67.297UF
9	Prolongación Av. Arturo Prat	211.884UF
10	Corredor de Transporte Público Alameda	66.176UF
11	Ampliación Av. Escrivá de Balaguer	125.845UF
12	Conexión Gamero – Enrique Molina	813.379UF
13	Ampliación Av. La Compañía	66.841UF
14	Conexión y Ampliación Av. Diagonal Doñihue – Av. Las Torres – Eusebio Lillo	508.231UF

Fuente: Elaboración propia con datos de Sectra O’Higgins Chile, 2022, Cantidad de proyectos que se encuentran activos en el tramo urbano Rancagua – Machalí.

Además de estos catorce proyectos activos, se encuentra en marcha la construcción del paso internacional Las Leñas, que conectará la comuna de Machalí Chile con San Rafael Argentina. Este paso es de baja altura lo que implica apertura todo el año, lo que conlleva mayor flujo vehicular, lo mismo que la constante urbanización de la comuna de Machalí, mencionada antes, la comuna más grande de la región de O’Higgins.

Explorador Solar.

Para efectos de tener un correcto cálculo de las emisiones de radiación existentes en la zona exacta, debemos recurrir a la plataforma que dispone el Ministerio de Energía Junto con Universidad de Chile, la cual nos otorga datos certeros de cualquier punto específico. En nuestro sitio el cual es la Avenida Presidente Eduardo Frei Montalva, entre cruce con Avenida Central y cruce Colegio Coya. Para cada sector el explorador elabora un informe, los datos entregados fueron sobre características de radiación, nubosidad, viento, sobras, todo esto de un radio que abarca todo nuestro sector, para efectos de cálculos se supondrá una eficiencia máxima esto debido a que al ser carretera amplia es una zona bastante abierta no cuenta con grandes sombras ni grandes árboles por orilla de camino, se colocaron las tablas más relevantes para el interés del proyecto. En la Imagen N°13 se pueden ver las características que tiene que tener el sistema fotovoltaico para dicho sector, en la Imagen N°14 muestra un gráfico con las distintas radiaciones que hay en el sector variando en los meses de un año promedio, en la siguiente tabla muestra la cantidad de energía que nos entregará un sistema fotovoltaico en dicho sector (Imagen N°15).

Tabla 3: Características del sistema fotovoltaico

Configuración	Fijo Inclinado
Montaje	open rack cell glassback
Inclinación	34°
Azimut	0°
Coef. Temperatura	-0.45 %/°C
Ef. Inversor	96.0 %
Pérdidas	14 %

Imagen N°13 – Explorador Solar (Chile, 2023) Características del sistema fotovoltaico.

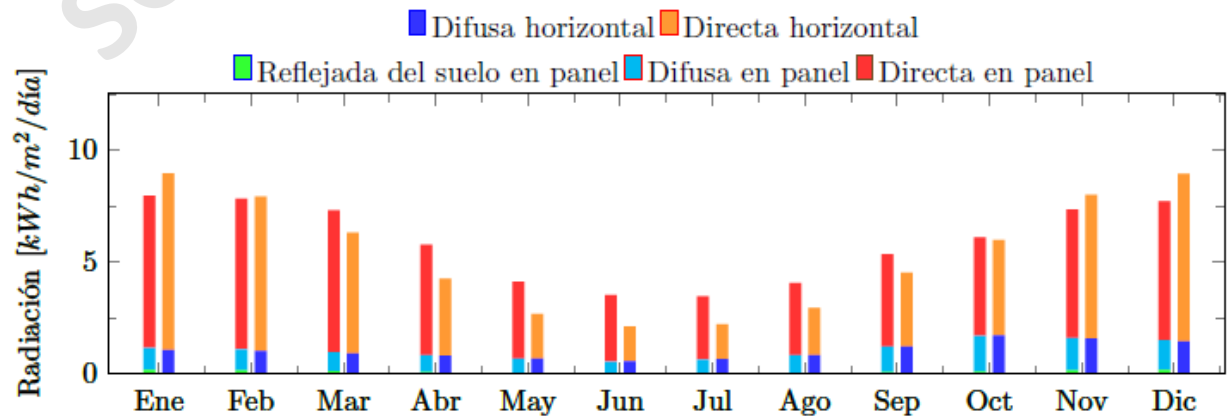


Imagen N°14– Explorador Solar (Chile, 2023) Grafico con distintos niveles de radiación mensual.



Imagen N°15 – Explorador Solar (Chile, 2023) Características de Generación Voltaica del sector escogido.

Generación Voltaica Mensual Promedio.

En la carretera el Cobre en la Conurbación Rancagua-Machalí existe un clima por lo general parejo, a excepto de invierno que tiene algunos días con nubosidad y lluvia, la mayor parte del año esta zona se encuentra despejada, una última Imagen N°16 que rescatamos del informe de explorador solar nos entrega, los datos de la generación voltaica en KWh que nos produce dicho sector mes a mes dentro de un año.

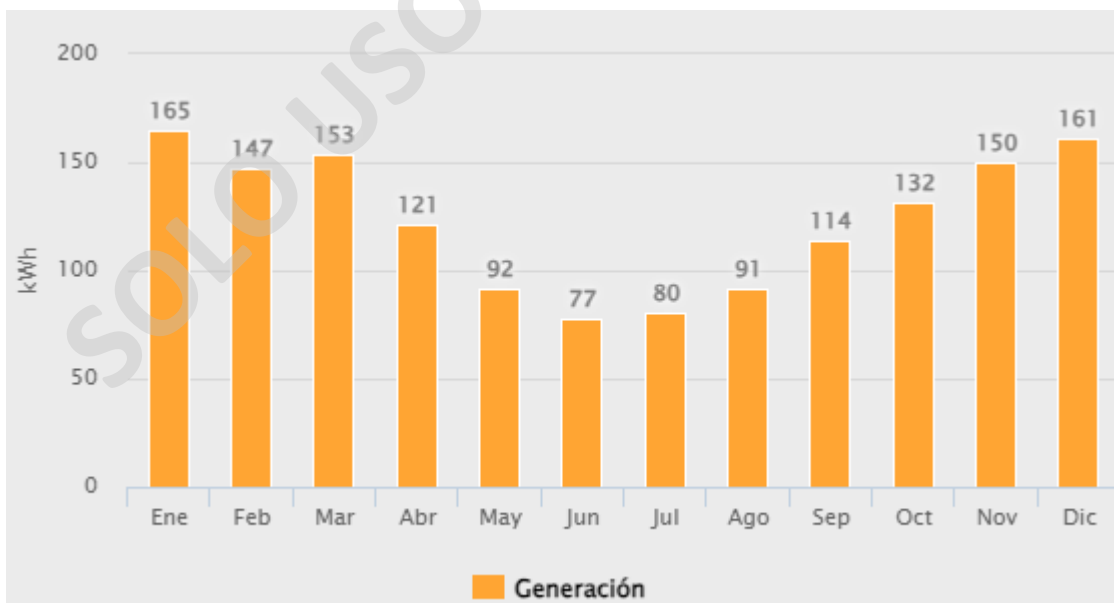


Imagen N°16 – Explorador Solar (Chile, 2023) Generación Voltaica Mensual.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

4.1 Pregunta de investigación

¿Es realmente un aporte a la comunidad o municipio cubrir el eventual déficit de paraderos y reemplazar existentes en la zona urbana sector sur oriente de la conurbación Rancagua- Machalí en la carretera del cobre, con paraderos contruidos en madera y un panel fotovoltaico incorporado en la techumbre a modo de tener luz autónoma?

4.2 Objetivo general

Estimar la Vialidad técnica, social y económica para la construcción de 6 paraderos sustentables según los Estándares y exigencias de la legislación vigente de la Ilustre Municipalidad de Rancagua y del MOP, en el tramo 1, en el sector urbano (2km) de la Carretera Presidente Eduardo Frei Montalva específicamente en la conurbación que conecta las comunas de Rancagua y Machalí.

4.3 Objetivos específicos

- Identificar y caracterizar los elementos legales, normativos, técnicos y económicos necesarios para construir paraderos sustentables.
- Realizar una estimación cualitativa de los beneficios ambientales y sociales de su eventual construcción e implementación.
- Realizar una estimación económica en cuanto a costos de construcción y ahorro de energía.
- Identificar cuáles son los beneficios para los usuarios.

Alcances y limitaciones del trabajo

Realizar una estimación técnica, legal, social y económica para determinar la posibilidad de ofrecer a la I.M. de Rancagua y Machalí la información fundamental para la construcción de paraderos necesarios en el Sector 01 de la carretera el Cobre en la conurbación Rancagua – Machalí. Esto con el estudio de las variables a tener en cuenta en el diseño (Transito, MINVU, OGUC, MOP, Ordenanza local, etc.)

La Región de O'Higgins posee una superficie total de 16.387 km². Administrativamente está integrada por 3 provincias y 33 comunas, y su capital regional es Rancagua.

La región tiene una población de 914.555 habitantes y su principal centro urbano es la conurbación Rancagua-Machalí, compuesta por las ciudades del mismo nombre, además de la localidad de Gultro y los Lirios, las que suman 268.730 personas.

(MINVU,2023, Instrumento de Planificación Territorial Region de O'Higgins)



Imagen N°17–Codelco (Rancagua Machalí ,2017) Tramos de la Carretera el Cobre, Área Baja es donde tenemos zona urbana y rural urbana. Imagen obtenida de Requerimiento de Información de Codelco agosto 2017.

Se tomará en cuenta el primer tramo para este estudio. Tramo 1 e cual aparece en la imagen n°17: Comprende desde la ciudad de Rancagua (primeros 6 km son radio urbano) hasta Maitenes. Solo se enfatizará el radio urbano debido a que de ahí para arriba no existen centros urbanos ni viviendas.

Cabe destacar para no confundir que según CODELCO el tramo urbano de Carretera es el tramo 1 y abarca desde Avenida Ramo Freire hasta cruce Maitenes y Coya, para el MINVU en un estudio realizado la zona urbana de carretera el cobre es el tramo 02, en el cual podemos ver los siguientes datos sobre la cantidad de vehículos que circulan en el sector.

El Ministerio de Obras Públicas realizó un estudio de análisis de brechas de infraestructura urbana en distintas zonas del país dentro de la cual colocó el sector de la Carretera Presidente Eduardo Frei Montalva (Carretera el Cobre) como sector 02 en donde se estudió el flujo vehicular que existe durante un día normal. El siguiente gráfico es un extracto de una tabla que se refiere solo a la zona de la Carretera el Cobre en el tramo urbano. La tabla N°4 sirve para interpretar las siglas de los tipos de vehículos de la tabla N°3.

Tabla N°3 y N°4 -Análisis y Desarrollo de Medidas de Gestión Sistema de Transporte Público de Rancagua, Biblioteca SECTRA.

Punto Control	Periodo	Mov	Tipo de Vehículo													
			V.LIV	TAXI	TXCU	TXCR	TESC	TXBU	BUSI	TXBR	OTRB	C2E	CM2E	BIC	MOT	OTR
02	Punta	24	1,037	5	119	1	29	8	12	0	0	13	4	13	0	0
		42	910	3	141	0	19	10	2	1	0	30	12	18	3	0
	Fuera de Punta	24	557	4	99	1	4	10	7	0	0	21	6	12	4	2
		42	678	6	145	1	5	12	3	2	1	28	5	9	3	2

N°	Tipo de Vehículo
1	Vehículo liviano
2	Taxi básico
3	Taxi colectivo urbano
4	Taxi colectivo rural
5	Transporte escolar
6	Taxibus urbano
7	Bus - Taxibus rural
8	Bus institucional
9	Bus interurbano
10	Camiones de dos ejes
11	Camiones de más de dos ejes
12	Biciclos
13	Motos

Fuente: MOP Sectra O'Higgins Análisis y Desarrollo de Medidas de Gestión Sistema de Transporte Público de Rancagua, Biblioteca SECTRA.

Se puede apreciar en las tablas que el sector de la Carretera el Cobre (02) es uno de los más transitados dentro de las comunas Rancagua y Machalí, el cual lo colocamos en la primera tabla (tabla n°3). Asimismo, es una zona por la cual la mayoría de los vehículos que circulan son distintos tipos de taxis y buses (tabla n°4), se ve sumamente necesario construir en dicho lugar paraderos de calidad y con una luminaria adecuada a la zona, ya que en las madrugadas y en las tardes existen muchos lugares dentro de la vía que tienen muy poca visibilidad.

Se puede ver en la Imagen N°18 que la conexión entre las comunas de Rancagua y Machalí se da solamente por dos vías, la con verde es el acceso por avenida San Juan, y los círculos rojos son los puntos críticos donde estarán ubicados los paraderos también es donde están instalados los paraderos precarios a reemplazar, esa vía es la otra conexión entre las comunas, además como fue señalado anteriormente la carretera fue diseñada para trasladarse desde el yacimiento minero Teniente hasta Rancagua, por lo cual cabe destacar nuevamente que es una vía de altísimo nivel de tránsito.

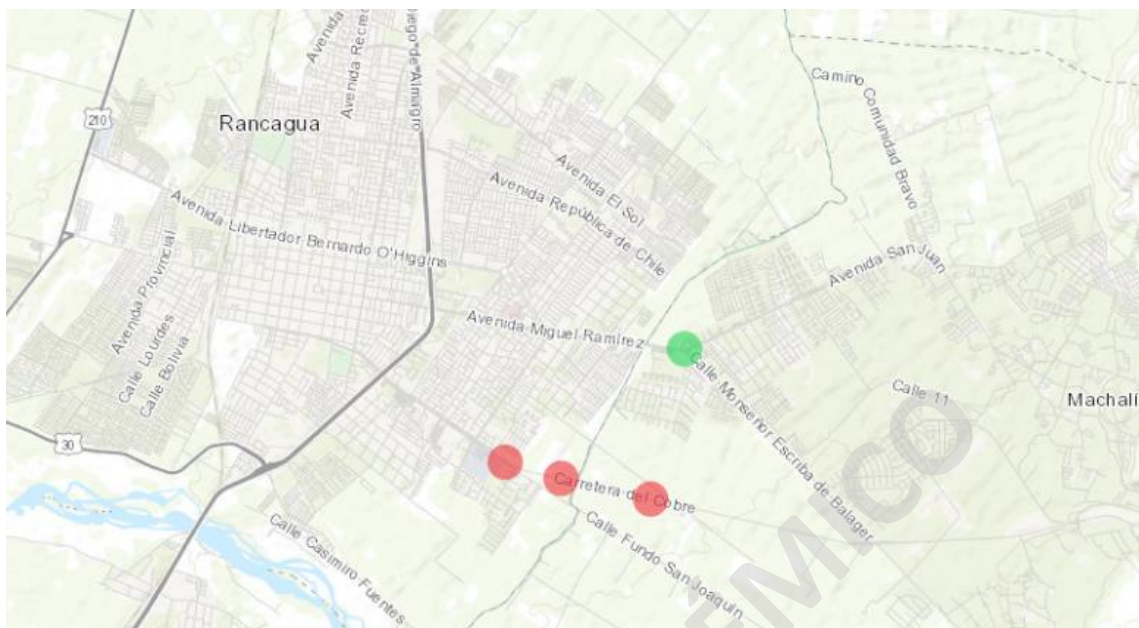


Imagen N°18 – Nicolás Arriaza (Rancagua-Machalí, 2022). Las dos vías de conexión entre comunas Rancagua-Machalí.

La primera foto en la Imagen N°19 paradero Sector Carretera el Cobre frete a Universidad Aconcagua, la segunda y tercera otro paradero que esta un kilómetro más hacia la costa del primero, está frente dos colegios, varias empresas, gimnasio, bares, centro deportivo, casas, etc. Se puede ver el paradero rustico existente en ambos sectores.



Imagen N°19 – Nicolás Arriaza (Rancagua-Machalí, 2022). Paraderos Ubicados en carretera el Cobre.

METODOLOGÍA

Los paraderos propuestos a cambiar consideran un diseño minimalista bastante clásico, pero de buen material, como pudimos observar anteriormente el material mejor evaluado en cuanto a emisiones de CO2 es la madera. Estará compuesto de pilares y vigas de madera. Para esto se deben tener en cuenta

- Revisión bibliográfica referida a:
 - Decreto 212
 - Ordenanza Municipal
 - Ley de tránsito
 - Transporte Público
 - Sustentabilidad
 - Paraderos Sustentables
 - Materiales Sustentables
 - Importancia de la Madera y Energías Alternativas.
 - Manual de Carreteras
- Diseño básico de los paraderos con los parámetros de Decreto 212, Redevu, Ordenanza Municipal, Comisión nacional de seguridad y tránsito.
- Definición y Cuantificación de los materiales necesarios para su construcción.
- Entrevistas con personal de la I.M. de Machalí y a usuarios de paraderos respecto a propuesta de paraderos nuevos.

Decreto 212 Ministerio de Transportes.

El Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones a través del Decreto n212 de la Ley de Tránsito hace referencia a las paradas ya sea terminales o refugios peatonales en el Artículo 46 y dice lo siguiente (MTT,2004) podrá realizarse movimiento de pasajeros en Estaciones de Intercambio Modal, Terminales de Vehículos y previa autorización del Ministerio y siempre que éstos contemplen la debida separación entre áreas de circulación peatonal y vehicular, diseño de cruces peatonales, condiciones de estacionamiento de los buses y la habilitación de paraderos y su correspondiente demarcación. Todo ello de acuerdo a lo estipulado por el Manual Recomendaciones para el Diseño de Elementos de Infraestructura Vial Urbana (REDEVU) y el Manual de Señalización de Tránsito.

Sin perjuicio de lo anterior, el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones podrá, mediante resolución, establecer requisitos específicos para autorizar el movimiento de pasajeros en los terminales antes señalados. En todos los casos, los terminales autorizados para el movimiento de pasajeros deberán disponer, en lugares visibles, de información de

los servicios de locomoción colectiva que hacen uso de ellos, de acuerdo a las especificaciones que determine el Ministerio. (Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones [MTT], 2004).

Manual Recomendaciones para el Diseño de Elementos de Infraestructura Vial Urbana (REDEVU)

REDEVU Manual de Vialidad Urbana denominado también Recomendaciones para el Diseño de Elementos de Infraestructura Vial Urbana, sus actualizaciones son aprobadas, mediante decreto supremo, y con carácter de indicativo, por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo. La primera versión aparece en el año 1984 mediante el Decreto Supremo N°12, luego aparece una actualización en el año 2009 aprobada por decreto supremo. Este manual hace referencia a los paraderos en los puntos 2,3 y 4 que se detallan respectivamente así: (MINVU,2009)

2Vía Troncal

f) Los cruces, paraderos de locomoción colectiva, servicios anexos y otros elementos singulares, deben estar distanciados entre sí a una distancia tal que no ocasionen perjuicios notorio sobre el patrón de circulación de esta tipología de vías.

4Vía de servicio

f) No hay limitación para establecer el distanciamiento entre sus cruces con otras vías. A separación entre paraderos de locomoción colectiva preferentemente será mayor de 300m

3.02.2Espacios Discontinuos

3.02.201(1) En paradas de locomoción colectiva. El ancho mínimo de una vereda afrente a una parada debe ser de 3 metros, considerando los dos metros mínimos para flujo peatona, y 1 metro para acoger una hiera de peatones.

(Ministerio Vivienda y Urbanismo [MINVU],2009).

Manual de Señalización del Tránsito.

El Ministerio de Transporte dispone de un Manual de Señalización del Tránsito en el cual aparecen algunos puntos que hacen referencia a la señalización en las paradas en una vía ya sea rural, urbana o ambas. Específicamente en el punto 2.4.5. en adelante empiezan las señalizaciones de paradas o avisos en rutas, también en los puntos 5.7.

.2.4.5.6 Otras Señales Informativas (IO) En general, estas señales son de fondo azul en autopistas y autovías y verde en vías convencionales, sus símbolos y leyendas son blancos.

Plaza de Peaje (IO – 1

Plaza de Pesaje (IO - 2)

Parada de Buses (IO - 3)

Pista Solo Buses (IO - 4)

Vía Perpendicular con Pista Solo Buses (IO - 5)

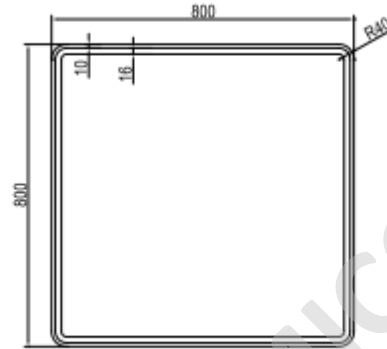
Control Fotográfico (IO - 6)

El tamaño de estas señales corresponde al definido para las señales informativas de servicio en 2.4.5.1.

PARADA MIXTA (IO – 3c)



Velocidad máxima permitida de 80 ó 90 km/h



Cotas en milímetros

Imagen N°20 - Ministerio de Transporte, abril 2020, Manual de Señalización del Tránsito, Capítulo 2 Señales Verticales.

Al momento de estar en obra habrá que hacer el respectivo cierre que tenga la señalética adecuada, todo lo relacionado también podemos encontrarlo en el Manual de Señalización de Tránsito en el Capítulo 5 Señalización Transitoria y Medidas de Seguridad para Trabajos en la Vía en el punto 5.7.4 aparecen esquemas tipo de vías rurales de las señalizaciones provisionales ya sean por alguna obra u evento que modifique a características de la vía, si bien en el documento aparecen también esquemas tipo de zonas urbanas y rurales y/o urbanas, tomaremos en cuenta el esquema 5.7.4 porque es el que más representa el terreno en sí como es donde se va a trabajar, en la Imagen N° 21 se puede ver una idea de cómo debe ordenarse la señalética al momento de tener un trabajo en una vía rural urbana bidireccional.

5.7.4.1 Trabajo en la Berma Calzada Bidireccional

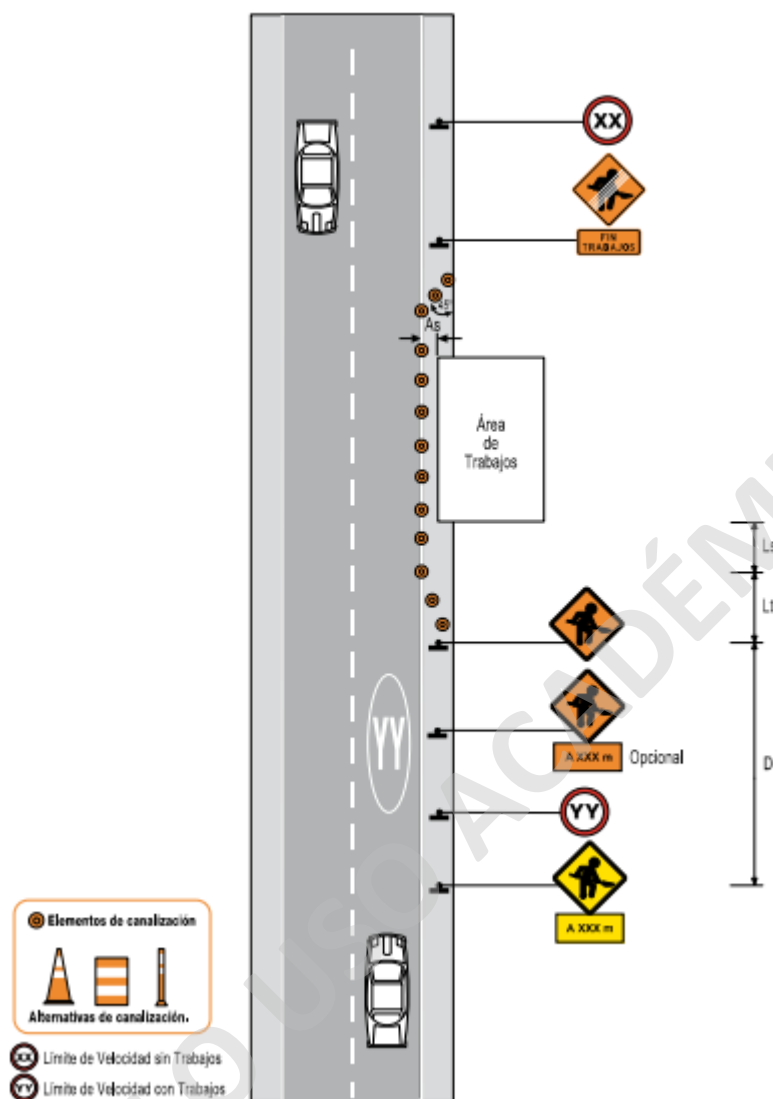


Imagen N°21 Ministerio de Transporte, Abril 2020, Manual de Señalización del Tránsito, Capítulo 5 Señalización Transitoria y Medidas de Seguridad para Trabajos en la Vía.

Manual de Carreteras.

El MOP en el manual de Carreteras hace mención a los paraderos que se ubiquen en dichas vías:

3.302.601(1) **Tipos.** De acuerdo con el tipo de Camino o Carretera, la intensidad de tránsito y la frecuencia de uso del paradero, este podrá proyectarse en la berma o deberá situarse fuera de ella. Normalmente toda vez que la velocidad del proyecto de carretera supere los 70km/h, el paradero deberá construirse fuera de la berma.

3.302.601(2) **Localización.** Los Paraderos deben localizarse en una zona que asegure la visibilidad de parada igual o mayor a 1,5 veces la correspondiente a la velocidad de proyecto de la carretera. Eso deberá cumplirse tanto para el acceso como para la salida del paradero.

En zonas de intersección el paradero no deberá obstaculizar el triángulo de visibilidad requiriendo desde cualquiera de las vías que concurren a la intersección.

Debe evitarse su localización en curvas porque producen un efecto óptico perjudicial para el resto de los usuarios del camino, especialmente cuando quedan en el lado exterior de la curva, y si están en el lado interior de la curva obstruyen la visibilidad.

Los paraderos no deben ubicarse en tramos con pendientes mayores que 4%, salvo casos especiales que requerirán la aprobación de la Dirección de Vialidad.

(MOP, 2022, Manual de Carreteras, Tomo 3, Edición 2015).

5.706.203 Casetas para paraderos de locomoción colectiva

5.706.1 Descripción y alcances

Esta sección se refiere a la provisión y construcción de refugio peatonales en lugares indicados en el Proyecto. El material de construcción variará dependiendo de la ubicación geográfica del proyecto. Los materiales de construcción entre otros serán planchas de acero, planchas de policarbonato, madera, albañilería de ladrillo fiscal, mampostería de piedra y combinación de estos.

(MOP, 2022, Manual de Carreteras, Tomo 5, edición 2015).

Entrevistas Ilustre Municipalidad de Rancagua.

En la Municipalidad de Rancagua en el departamento SECPLAC pude conversar con el Jefe del Departamento de Estudios y Proyectos de la comuna Don Robinson Cea Cordova profesional Constructor Civil el cual me mostró los tres tipos de paraderos que utiliza la comuna y sus respectivas especificaciones técnicas, siendo dos de estas las mismas solo que aumenta la cantidad de cuerpos, el primer modelo es un paradero de hormigón armado, el segundo igual pero con dos cuerpos, el tercer tipo de refugio peatonal es el básico de acero estructura delgada con asiento y techo(más que nada por cumplir).

Para ver los criterios reales de los paraderos hay que presentar un proyecto a la municipalidad, de esta forma la entidad decidirá que debe modificarse y o eliminarse o agregar al proyecto para los afines del municipio correspondiente, ya que esto es evaluado por una comisión de obras y vialidad. La Ilustre Municipalidad de Rancagua y la Ilustre Municipalidad de Machalí cuentan con sus propios diseños de paraderos y someten todos los proyectos a esos tipos de paraderos, por lo cual presentar uno distinto, debe ser evaluado más cuidadosamente sobre todo si el proyecto a presentar va a presentar una mejora para la comunidad, incorporando iluminación y mayor visibilidad a momento de utilizar un refugio peatonal. En las imágenes 22 y 23 se pueden ver los paraderos de hormigón y acero que ocupa el municipio de Rancagua, presentamos estos ya que son los

más completos dentro de las especificaciones y planimetrías y así tenemos más información para el proyecto propio.

 MANUAL E INSTRUCTIVO APLICACIÓN ORDENANZA LOCAL SOBRE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL ESPACIO PÚBLICO, ÁREAS VERDES Y PARQUES EN LA COMUNA DE RANCAGUA				
V 1	16 - 03 - 2023	A1-2.3		
ANEXO	CATEGORÍA	LOCALIZACIÓN (POR CLASIFICACIÓN VIAL PRC MOD. 17)	VÍA EXPRESA	✓
D	REFUGIO		VÍA TRONCAL	✓
01	TIPO		VÍA COLECTORA	✓
	R. PEATONAL ALTO ESTÁNDAR		VÍA DE SERVICIO	✓
			VÍA LOCAL SOLO DENTRO DE CASCO HISTÓRICO.	✓
V 1	16 - 03 - 2023	A2-2.3		
ANEXO	CATEGORÍA	LOCALIZACIÓN (POR CLASIFICACIÓN VIAL PRC MOD. 17)	VÍA EXPRESA	✓
D	REFUGIO		VÍA TRONCAL	✓
02	TIPO		VÍA COLECTORA	✓
	R. PEATONAL ALTO ESTÁNDAR		VÍA DE SERVICIO	✓
			VÍA LOCAL SOLO DENTRO DE CASCO HISTÓRICO.	✓



Imagen N°22 Ilustre Municipalidad de Rancagua, Marzo 2023, Especificaciones técnicas de paraderos hormigón, paradero de un cuerpo y de dos cuerpos mas abajo.

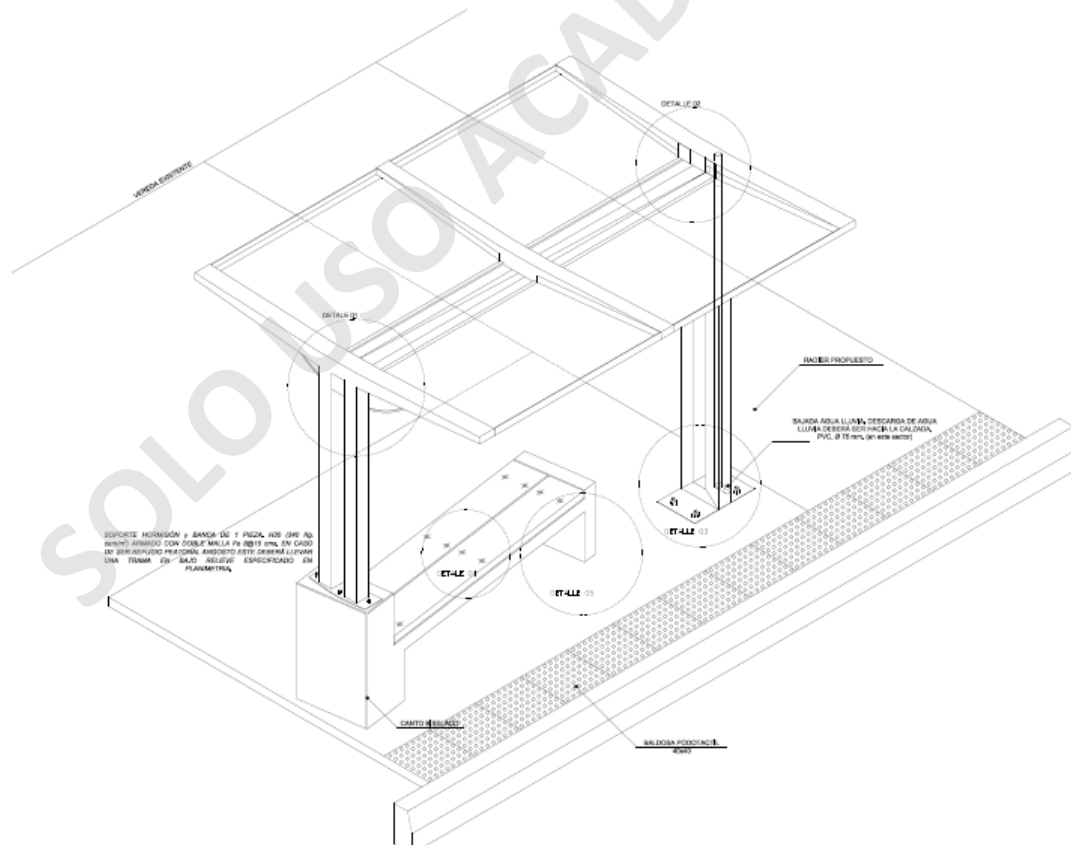


Imagen N°23 Ilustre Municipalidad de Rancagua, Marzo 2023, Planos de lamina de especificaciones técnicas refugio peatonal de un cuerpo.

También tuvimos la oportunidad de conversar con otros trabajadores del departamento de proyectos de Municipio, siendo uno de los más generosos en compartir información y ayuda con respecto a los datos solicitados y recomendaciones respecto a el proyecto propio, Pedro Yañez Valdez Arquitecto el cual se desempeña como secretario de SECPLAC, me hizo recomendaciones sobre el diseño del paradero a proponer.

Se realizaron encuestas a usuarios cercanos al sector, también a habitantes de las comunas de Rancagua y Machali con el fin de esclarecer cuáles son las necesidades más importantes según la población local y flotante que circula por el sector Carretera el Cobre. Realizamos también las especificaciones técnicas del Proyecto en base a las que tiene el municipio para llevarlo en el orden requerido en caso de presentarse el proyecto de la mano de un modelo 3D en SketchUp y en AutoCAD para tener mayor claridad de lo presentado, esto también acompañado de un presupuesto.

Encuestas a usuarios.

Los Beneficios y costos sociales intangibles, si bien no se pueden cuantificar monetariamente, se deben considerar cualitativamente en la evaluación, en consideración a los efectos que la implementación del proyecto que se estudia puede tener sobre el bienestar de la comunidad. Por ejemplo, la conservación de lugares históricos o los efectos sobre la distribución geográfica de la población, geopolíticos o de movilidad social entre otros (Sapag-Sapag, 1989, Preparación y Evaluación de Proyectos, cap. 1, pto 1.5, p10)

Se creó una encuesta con el fin de saber de manera más clara el punto de vista de los peatones y automovilistas, la encuesta fue enviada a personas cercanas que viven en ambas comunas involucradas, así como también se hizo encuestas en terreno en Carretera el Cobre donde está el cruce San Joaquín de los Mayos y donde está el Colegio Coya. De un universo de 123 personas de las comunas que se movilizan por el sector Carretera el Cobre, los datos arrojaron que, casi el 90% de los encuestados pertenece a las comunas de Rancagua (56%) y Machali (29%), el resto son de distintas comunas aledañas como Graneros, Requinoa, Coya, Santiago, y se desplazan por la vía por temas de trabajo. Estos ocupan la Carretera gran parte de la semana en su mayoría 5 días o más o menos dentro de ese rango promedio, estos usuarios a su vez han notado en un 90% que la carretera tiene muy mala iluminación en una zona que es urbano rural ya completamente conectado con a zona urbana, en las Imágenes 24, 25 y 26 se puede ver los gráficos de algunos de los datos más relevantes arrojados por la encuesta, los cuales muestran que en su mayoría los usuarios se dan cuenta que existe insuficiencia de paraderos en el sector, así como también manifiestan en mayoría que estarían a gusto con que se mejoren en las paradas.

Hay suficientes paraderos en la carretera el cobre?

123 respuestas

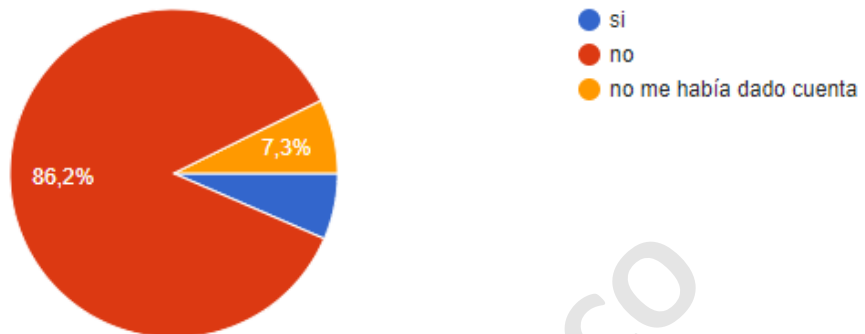


Imagen N°24. Gráfico circular de respuestas encuesta sobre cantidad de paraderos visible al usuario, 2023 (Nicolás Arriaza) "Encuesta paraderos Rancagua Machalí Carretera el Cobre"

Le gustaría como peatón o como conductor de vehículo que hubiese una mejora en las paradas y que tuviese mayor visibilidad ?

123 respuestas

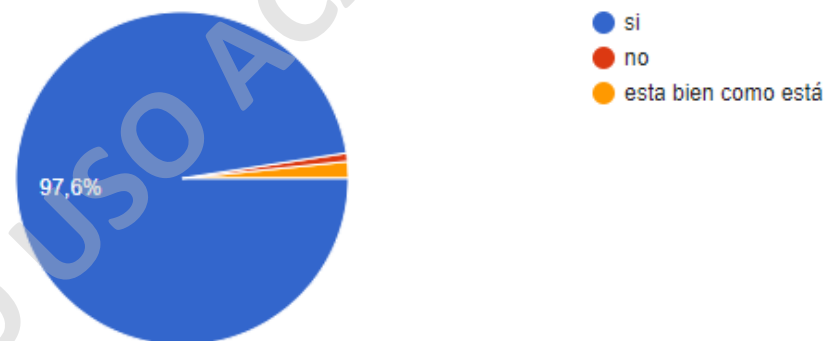


Imagen N°25. Gráfico circular de respuestas de encuesta sobre si mejorar o no paraderos realizada al usuario, 2023 (Nicolás Arriaza) "Encuesta paraderos Rancagua Machalí Carretera el Cobre"

En este último gráfico se puede ver que en las opciones presentadas a los usuarios que respondieron las encuestas, la más aceptada fue la mejora de iluminación como algo necesario para nuestros refugios peatonales (93%)s, seguido por la materialidad sustentable (74%) como una alternativa que, si bien a las personas por si solas no se les ocurre en su mayoría, al presentarlo como una opción viable es muy bien aceptado por los mimos usuarios. Llama la atención también que muchos prestan importancia a la visibilidad de la parada, así como también que esta cuente con información relevante.

Que elementos son necesarios en los Refugios peatonales (paraderos) a su parecer?

123 respuestas

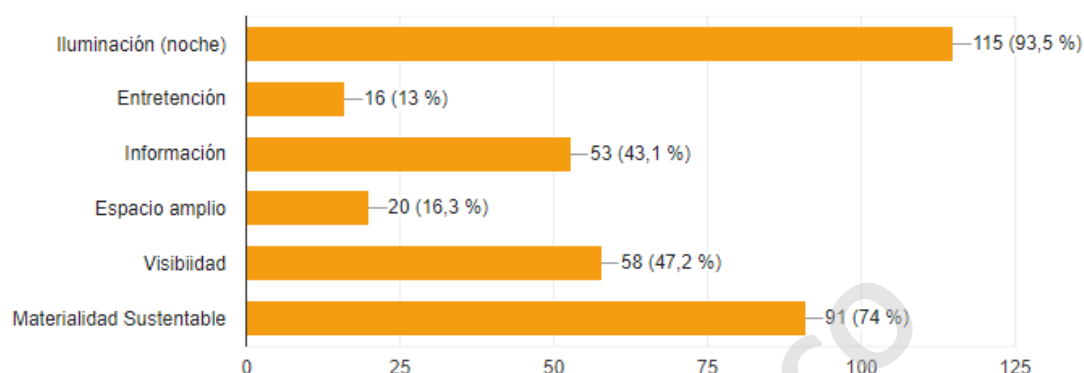


Imagen N°26. Gráfico de barras con respuestas encuesta sobre cuales serias las mejoras más necesarias para el usuario, 2023 (Nicolás Arriaza) “Encuesta paraderos Rancagua Machalí Carretera el Cobre”.

Propuesta Refugio.

Al momento de proponer un diseño se pensó en algo que sin implicar un gran costo ,con el conocimiento adquirido en los años de estudio con el profesor Mario Cordova el cual nos enseñó a utilizar el programa Revit y Project para hacer galpones y casas pequeñas esto sirvió como base, también respondiendo a las necesidades climáticas y locales, lograrse ser un buen refugio peatonal, teniendo en cuenta los requisitos municipales de ambas comunas, se tomó como referencia estructural el paradero más básico ocupado por la mayor parte de los Municipios del País, pero se le cambio la materialidad a madera laminada para pilares y viga inferior, tablón pino cepillado para asiento y vigas de techumbre, el techo es de panel estructural con teja asfáltica con una panel fotovoltaico apoyado en la estructura. Los cimientos son poyos de fundación en los que va anclado con pernos la base metálica de cada pilar. En las Imágenes N°27 y 28 se puede ver un modelo de la parada elaborado en el programa SketchUp donde se observa la materialidad del refugio y los detalles de las vigas y base de anclaje a los cimientos.



Imagen N°27 Nicolás Arriaza. Marzo, 2023, Refugio Sustentable modelo 3D propuesta elaborado en SketchUp pro 2022.

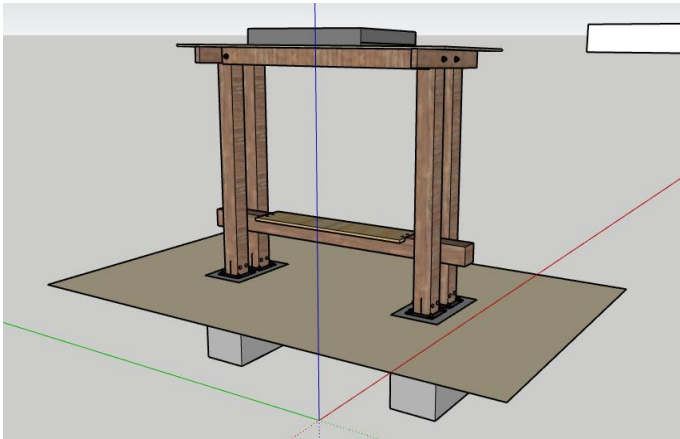


Imagen N°28 Nicolás Arriaza, Marzo 2023, Vista con los cimientos de Refugio Sustentable modelo 3D propuesta elaborado en SketchUp pro 2022

También lo tenemos en AutoCAD con detalles de medidas, una vista en planta, dos elevaciones y un corte. En la imagen N°29 se puede ver

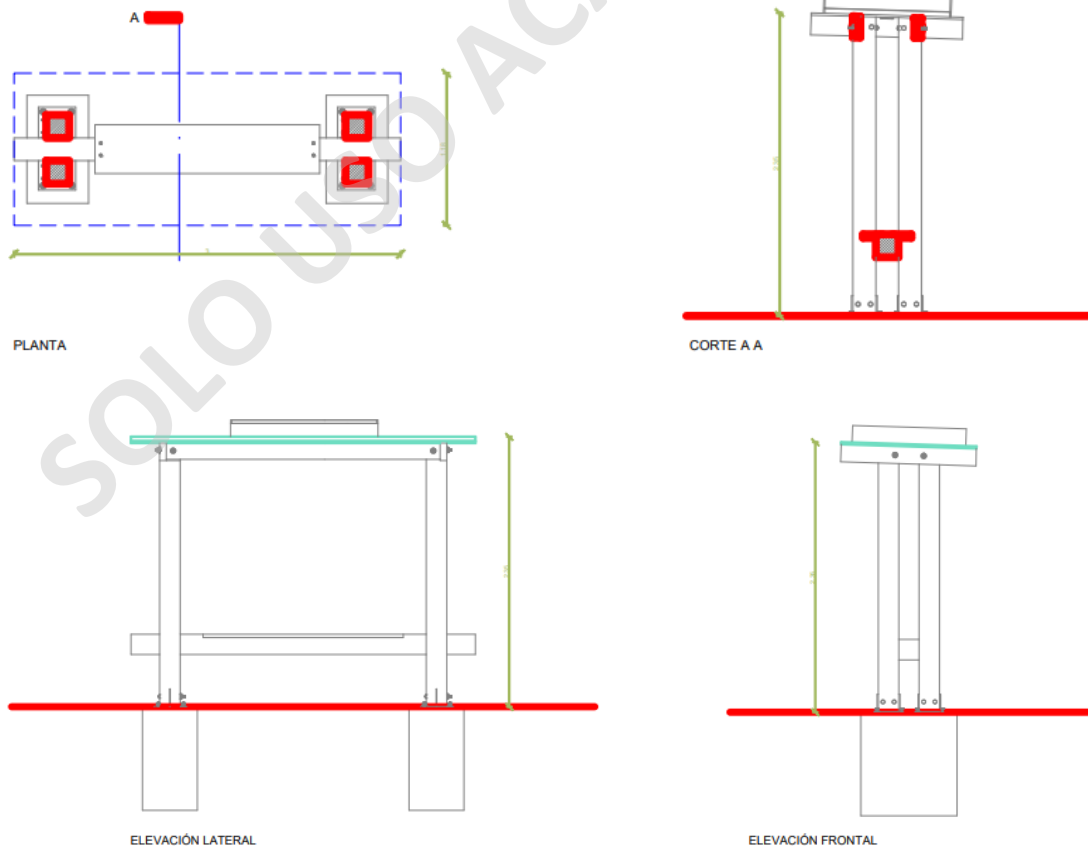


Imagen N°29 - Nicolás Arriaza, Marzo 2023, Vista con los cimientos de Refugio Sustentable modelo planimetría propuesta elaborado en AutoCAD 2022

Tenemos ya en cuenta la normativa relacionada con el tránsito, respectiva del sector a construir los refugios, así como también las referencias de REDEVU y de Decreto N°12. Lo que nos queda por esclarecer son los materiales del proyecto y su presupuesto. En seguida se verá un detalle de las materialidades y componentes más relevantes de nuestros paraderos para así tener mayor certeza de lo que se está proponiendo.

Panel Fotovoltaico.

Para la iluminación de nuestra parada lo cual es muy importante utilizaremos el producto Solar Stinger de Solar Power, dicha empresa chilena pertenece al Grupo UpSolar los cuales se dedican a hacer soluciones fotovoltaicas para uso rural, industrial, utilitario y particular. Luminarias solares para calles, parques, paraderos, canchas, etc. Para nuestros requerimientos están paneles fotovoltaicos con iluminación led para refugios y recintos públicos estos nos darán autonomía luminaria en cada parada. Al elegir este producto tenemos también las ventajas que son compactos y fáciles de transportar, diseño fácil de montar y desmontar con cable de 30 metros de extensión de luminaria, no necesita planos de instalación ni capacitación, tampoco requiere conexión a electricidad convencional, se maneja a control remoto, la empresa cuenta con varios modelos de paneles, el más apto para nuestro proyecto dentro de la variedad que poseen es el modelo ya mencionado anteriormente Solar Stinger, en la Imagen N° 30 se puede ver el panel junto con el foco led.



Imagen N°30 Solar Power, 2023, Luminaria Solar modelo Stinger 24 diseñado para uso público.

Los Paneles se encuentran en distintos tamaños, para nuestro proyecto específicamente utilizaremos el de 92*84*900mm (foco) el cual corresponde al modelo Stinger 24, con un panel mayor a 60w con un led de 24w.

Tiene una autonomía de 36 horas emitiendo luz con 6 horas recibiendo, por lo que el proveedor recomienda mínimo unas 5 horas de luz para que funcione toda la noche seguro. El panel hay que instalarlo en una zona que reciba radiación constantemente, y el foco está diseñado para ser colocado en muro y postes, pero ahí lo colocaremos en las vigas de la techumbre. Como nuestros refugios se encuentran en carretera amplia los paneles serán inclinados hacia el norte que es la posición más favorable para un panel para obtener una radiación de este a oeste. Se recomienda también por parte de proveedor una inclinación del 30°.

Las luminarias cuentan con baterías que se cargan y duran hasta 2 o 3 días, cabe destacar que si hay días de invierno que esta nublado más de 3 días puede afectar su función ya que no tendría suficiente carga. Eso solo podría pasar en invierno, pero al ser una zona abierta, sin edificaciones de altura en los costados, tiene una constante radiación.

Según el proveedor las luminarias otorgan mucha mayor cantidad de lúmenes por watt, esto que quiere decir que una ampollita de 15w ilumina 1,5 o hasta 2 veces más que una ampollita de 15w convencional.

Pilares Laminados.

La estructura está compuesta de 4 pilares laminados de 8"x8" los cuales, con conectados por una fijación metálica a los cimientos, estos pilares además de estar conectados a los cimientos de la estructura, también están amarrados entre sí por un quinto pilar que trabaja como viga y sirve como soporte para el asiento de la misma parada. Estas vigas están disponibles en Chile, las vende la Empresa Maderas Tranapunte, en distintas dimensiones trabajan maderas de lenga, raulí y roble. En la Imagen N° 31 se puede ver los pilares de madera laminada. En nuestro caso trabajaremos en las de madera de 8"x8" para lograr una muy buena resistencia y mayor durabilidad.



Imagen N°31 Maderas Tranapunte, 2023, Imagen Referencial de como vienen las vigas laminadas al momento de recibirlas.

Trabajamos este material porque es el más apto para recibir distintos tipos de cargas, también es versátil para diferentes estructuras y no presenta deformaciones mayores como lo presentaría un pilar de madera aserrada.

Fijación Pilares a Cimiento.

Para las fijaciones cotizamos en el sitio web Generador de Precios Chile el cual cuenta con un catálogo muy bien detallado y técnico de los distintos materiales de construcción, ahí encontramos que lo más apropiado para las dimensiones de nuestros pilares de 8"x8", recomendado por arquitecto fue tomada la decisión de aplicar la Unión para Pilar con apoyo fijo. En la Imagen N° 32 se pueden ver como se conectan más gráficamente las fijaciones metálicas a los pilares o vigas.



Imagen N°32 Generador de precios Chile, 2023, Fijaciones metálicas.

Ya que por recomendaciones no era buena idea enterrar la viga, la solución más común para este tipo de proyectos es la base metálica o fijación. En primera instancia se optó por la opción en T con lama interior, ya que era más versátil para los distintos tipos de tamaño y en caso de ser más grande el pilar se colocan más, pero también se encontró una alternativa más asertiva, la cual es con 4 Placas verticales con curvas, la cual nos presenta una zona máxima a conectar de 201mm y nuestros pilares son de 8", nos da casi justo habría que encajar el pilar con algún desgaste de la zona a poner la placa de 1,1mm. En la imagen N° 33 se puede ver la fijación con 4 placas, también aparecen las dimensiones de los largos y anchos.

☐ En T con lama interior
☐ De tulipa
☐ De tulipa, con placa base oculta
☒ Con cuatro placas verticales curvas
☐ De tulipa para fijar a la pared

Dimensiones de la zona a conectar (mm)
☐ 121x121 ☐ 141x141
☐ 161x161 ☐ 181x181
☒ 201x201

Dimensiones inferiores (mm)
☒ 267x267

Altura (mm) Espesor de la placa (mm)
☐ 130 ☐ 150 ☒ 200 ☒ 4

Tipo de acero Acabado
☒ S235JR ☒ Con protección Z275 frente a la corrosión



Imagen N°33 Generador de precios Chile, 2023, Fijación metálica para pilar con 4 placas verticales.

Especificaciones técnicas

Esta es una idea de cómo serían las especificaciones técnicas de llevarse a cabo e proyecto, esto no pretende definir los pasos exactos a seguir en el proyecto como tal, solo es a modo de ejemplo para ver cómo sería un orden elocuente de las actividades realizado por un profesional de la construcción, arquitectura o ingeniería civil.

Obras de Construcción Refugio

1. Trazados

1.1. Trazados y Niveles:

Los trabajos deberán ejecutarse con absoluta precisión, con los instrumentos adecuados y dirigidos por el profesional a cargo de la obra.

Será requisito indispensable la ratificación d trabajos por la ITO y su consignación en el libro de obras, en cada oportunidad.

Se levantará un cercado de madera paralelo al perímetro de la obra. Se ejecutará en pino 1"x5" con canto superior cepillado, sobre el cual se marcarán las líneas de las obras a ejecutar. El cerco tendrá una atura máxima de 0,50m y deberá estar perfectamente nivelado.

2. Movimiento de Tierras

2.1. Demolición de Pavimento existente:

En los casos que se requiera se ejecutará demolición de veredas, radieres, refugios peatonales existentes u otro material existente con una profundidad necesaria para poder ejecutar las fundaciones correspondientes a los pilares de os refugios peatonales. La tierra que no se utilice debe ser llevada a botadero autorizado.

Se consulta el emparejamiento superficial de la subrasante a objeto de obtener e perfil y las pendientes adecuadas y las excavaciones perimetrales para e borde de hormigón de confinamiento de las fundaciones. La I.T.O deberá dar su V° B° a la profundidad de la excavación y definir la cota de la subrasante.

La subrasante no necesariamente deberá adquirir la pendiente uniforme especificada para las fundaciones, podrá ser horizontal. Dicha pendiente serpa alcanzada en la colocación de a base.

Cualquier daño ocasionado a otras estructuras o elementos a raíz de la ejecución de esta partida, el contratista deberá reponer y reparar su costo.

2.2. Excavaciones a Mano Terreno Semi-duro:

El contratista deberá realizar las excavaciones necesarias para la correcta nivelación del terreno en el cual se emplazará e refugio y que posteriormente recibirá las fundaciones y pavimento.

Una vez realizada las excavaciones y en aso que el contratista se encuentre con elementos no contemplados a la vista del nivel del terreno natural, es decir,

cámaras de cualquier tipo, tuberías de cualquier clase y cualquier otro elemento que se encuentre interrumpiendo los nuevos niveles de excavación, su traslado corrección y rectificación en base a la coordinación con las empresas pertinentes y a la normativa vigente será de cargo y responsabilidad de contratista.

2.3. Extracción de Escombros:

Se consulta la extracción de escombros, generados por el proceso constructivo, incluidas las basuras, desechos, tierras sobrantes, hormigones y áridos, los que deberán ser transportados a botaderos autorizados por el municipio, quedando a obra al finalizar los trabajos completamente limpia y aseada, debiendo el contratista asumir todos los costos de traslado e ingreso.

2.4. Retiro y Traslado de Mobiliario existente:

Todos los elementos ajenos al proyecto existentes en el sector de la obra serán inventariados y llevados a la Dirección de Gestión Ambiental por medio del libro de obras y con el V°B° de la ITO.

3. Fundaciones

Todas serán de hormigón, y deben estar en concordancia con las dimensiones y especificaciones indicados en los planos. En lo referente a dosificaciones, moldajes y procedimientos constructivos, se ejecutarán en concordancia a lo definido en los planos, especificaciones de estructuras y supervisión de la ITO.

3.1. Excavación a Mano Terreno Semi-duro:

Se consultan las excavaciones necesarias para los poyos de fundación que recibirán posteriormente a los pilares dobles de madera respectivamente, según detalle en planos.

3.2. Extracción de escombros:

Se consulta la extracción de la totalidad de escombros, generados por el proceso constructivo, incluidas basuras, desechos, tierras sobrantes, hormigones y áridos, los que deberán ser transportados a botaderos autorizados por el municipio, quedando la obra al finalizar los trabajos completamente limpia y aseada, debiendo el contratista asumir todos los costos de traslado e ingreso.

3.3 Emplantillado Hormigón H5:

Se consulta la construcción en el fondo de la excavación de un emplantillado de hormigón pobre grado H5 y dosificación mínima de hormigón de 170kg cem/m³ y de 5 cm de espesor para recibir la cimentación de los poyos de fundación, que posteriormente recibirán los pilares dobles de madera.

3.4. Cimiento Hormigón H25:

Se consulta a construcción de poyos de fundación de hormigón grado H25 y dosificación mínima de 300kg cem/m³, de acuerdo a dimensiones señaladas en el plano, a objeto de posterior anclaje con los pilares, el cual en conjunto con los

pilares deberá conformar un elemento rígido para el buen cumplimiento de su función.

4. Pavimento.

Sobre la base preparada y debidamente compactada, la cual deberá ser recibida por la ITO, se consulta la ejecución de un radier de 7 cm de espesor con sus correspondientes refuerzos de borde de hormigón, e cual deberá ser ejecutado con hormigón premezclado de planta.

4.1. Nivelación y Compactación:

Será responsabilidad del contratista verificar las medidas antes de ejecutar el trazado correspondiente. Los trabajos deberán ejecutarse con absoluta recisión, con los instrumentos adecuados de nivelación, dirigidos por el profesional a cargo de la obra. Para lo anterior el contratista deberá contratar un Geomensor o Topógrafo.

Se deberá contemplar en el pavimento una pendiente de 2% hacia la cazada. Cualquier tipo de estanqueidad de aguas en las circulaciones será causal de reposición por parte de contratista.

Indispensable ratificación de trabajos por la ITO y su consignación en el libro de obras en cada oportunidad.

4.2. Herbicida.

Luego de haberse removido el terreno yantes de compactar se aplicará herbicida mata malezas, de acuerdo a instrucciones del fabricante este deberá ser el tipo arsenal mezclado con un humectante dela clase Bass-Cltowett. A concentración a utilizar de ambos productos es de 1 lt de c/U de estos por 100 LT de aguay rendimiento aproximado de 4 lt por Hectárea.

4.3. Base Estabilizada Compactación Mecánica.

Se ejecutará utilizando material proveniente de cantera autorizada. Se deberá dar cumplimiento a las exigencias establecidas en el Código de Normas y EE.TT. de Obras de Pavimentación del Minvu y las bases técnicas de obras de pavimentación de SERVIU Región de O'Higgins.

Ensayos

Se exigirá un ensaye de compactación mínimo de 150cm² de base estabilizada colocada, en los puntos definidos por la ITO a su criterio, podrá solicitar al contratista repetir o exigir un número mayor de ensayos.

5. Colocación pilares

Los pilares de Raulí 8"x8" del proveedor Maderas Tranapunte se amarran a los poyos de fundación con una Fijación Metálica de base cuadrada con 4 placas verticales la cual va apernada 200 mm a la fundación y la hace trabajar como un solo elemento rígido, luego se amarran entre sí por un quinto pilar en función de viga y soporte para tablón de asiento.

Se exigirá aplome correcto, rectificado topográficamente con ayuda de un nivel o estación total para lograr una mayor precisión.

6. Techumbre

Para la techumbre se utilizará un panel estructural el cual por medio de vigas se conectará con los pilares que la sostendrán.

Se utilizará LP Techshield e cual cuenta con instalación fácil y detallada en manual proporcionado por el proveedor y disponible en línea.

Estar cubierta con Fieltro más una teja asfáltica, esta elección es más fácil de instalar y rápida de renovar, también ayuda a una más fácil colocación del panel fotovoltaico.

7. Panel Fotovoltaico

La instalación de este panel no requiere mayor complejidad y está disponible por el proveedor Up Solar siendo el producto escogido Solar Stinger 24. De no encontrarse stock disponible, también se puede utilizar el Solar Stinger 12w o 36w, esto cambiaría los costos.

El Panel se colocará sobre el techo mirando hacia el cielo con una inclinación hacia el norte de 30°, el foco de este mismo se instalará en una de las vigas de la estructura de techumbre.

Estimación Económica.

Presupuesto de Proyecto

Se realizó un presupuesto hecho con los valores de los materiales y componentes esenciales reales, la mano de obra y algunos valores como el precio de m3 hormigón premezclado en camión por ejemplo son estimados con precios actualizados al mercado.

[illegible]

Imagen N°34 - Nicolás Arriaza, 2023, Presupuesto Refugios Sustentables, elaboración propia.

Para saber los valores de los materiales y componentes en algunos casos hubo que cotizar a los proveedores directamente para así lograr una mayor cercanía a la realidad en los costos.

Los valores arrojaron que proyecto tiene un costo estimado de \$4.851.702 por cada parada construida incluida los gastos generales que son el 20%, teniendo en cuenta que son 6 a construir en la propuesta el costo total estimado más IVA sería de \$34.641.146 CLP.

CONCLUSIONES

- Las Energías fotovoltaicas en paraderos se utilizan masivamente ya desde los años 2014, 2015 en todo el mundo, en los países más avanzados económica y tecnológicamente a los en que se encuentran vías de desarrollo, ambos implementan cada vez más estas energías renovables a sus hogares, proyectos sociales y o de uso público.
- Chile cuenta con un alto potencial fotovoltaico y la zona central en general se comporta con un clima medio bastante adecuado donde tenemos radiación todo el año para proyectos fotovoltaicos.
- El sector en que se localizó este proyecto carece de iluminación en la noche, así como constituir un lugar seguro para los peatones al ser una zona de alto tráfico vehicular.
- Se estimaron los gastos y las necesidades, se concluye que si bien el proyecto no presenta un aporte monetario a las instituciones que lo financien, presenta para la comunidad un aporte útil que otorga un mayor grado de seguridad al momento de transportarse y movilizarse por la vía estudiada.
- El proyecto constituye un apoyo importante a la comunidad que vive en la zona o tiene que salir a trabajar y utiliza la carretera como punto de encuentro para tomar locomoción pública o privada.
- El siguiente trabajo recopila la mayor cantidad de datos necesarios para evaluarlo de ser factible o no.
- El proyecto presenta las limitaciones que puedan poner tanto el municipio de Rancagua como el de Machalí, debido a que los comités que aprueban estos proyectos son compuestos por personas de diferentes visiones, lo que representaría un obstáculo al momento de presentarlo como tal al municipio.
- La innovación que implican estos paraderos, exige que la comunidad local (gente del sector) requiera ser bien informada por medios de comunicación pertinentes, con foco en la sustentabilidad y el cuidado de los mobiliarios urbanos para que respeten y cuiden el proyecto.
- Este proyecto representa un aporte a la comunidad del sector, ofreciendo seguridad en la vía por la iluminación, además de hacer un aporte al medio ambiente ocupando como materia principal un elemento noble.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ministerio de energía. (2020). Energías renovables. Chile como el primer país para invertir en energía sustentable. Recuperado: Septiembre año 2022, desde: <https://energia.gob.cl/noticias/nacional/ranking-climatescope-de-bloomberg-posiciona-chile-como-el-mejor-pais-para-invertir-en-energias-renovables>

Croatia Week periódico online. (2016). Interés internacional en parada de autobús solar croata. Recuperado: Diciembre año 2022, desde: <https://www.croatiaweek.com/international-interest-in-croatian-solar-bus-stop/>

The Nation Thailand. (2019). Sansiri y BCPG lanzan un paradero solar con cargador en Sukumvit 77. Recuperado: Enero año 2023, desde: <https://www.nationthailand.com/property/30375569>

Sectra O'Higgins. (2022). Cantidad de proyectos activos dentro del tramo urbano Rancagua-Machalí. Recuperado: 5 Octubre año 2021, desde: http://www.sectra.gob.cl/planes_transporte_urbano/ohiggins/proyectos_rancagua.htm

Biblioteca Sectra IGG Consultores. (2014). Análisis y desarrollo de medidas de gestión sistema de transporte público de Rancagua. Recuperado: Septiembre año 2021, desde: <http://www.sectra.gob.cl/biblioteca/detalle1.asp?mfn=3172>

Ministerio de Energía. (2020). Energías Renovables y Contexto. Recuperado: Octubre año 2021, desde: <https://energia.gob.cl/educacion/que-son-las-energias-renovables>

Brújula Investigación. (2016). Estudio Exploratorio Evaluación nuevo modelo Paraderos Transantiago. Recuperado: Marzo año 2022, desde: <https://biblioteca.digital.gob.cl/bitstream/handle/123456789/1049/Informe%20Evaluacion%20Nuevos%20Refugios.%20Final.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Amanda Marton. (2015). Florianópolis instala su primer paradero de bus publico sustentable. Recuperado: Septiembre año 2021, desde: <https://www.plataformaurbana.cl/archive/2015/12/26/florianopolis-instala-su-primer-paradero-de-bus-publico-ecosustentable/>

MINVU. (2016). Manual Elementos Urbanismo Sustentables Tomo II, Capitulo 2, Página 97. Recuperado: Diciembre año 2021, desde: <https://biblioteca.digital.gob.cl/handle/123456789/3479>

Plataforma Urbana Arquitectura. (2015). Paraderos Sustentables proyectos activos en Florianópolis Brasil. Recuperado: Octubre año 2020, desde: <https://www.plataformaurbana.cl/archive/2015/12/26/florianopolis-instala-su-primer-paradero-de-bus-publico-ecosustentable/>

CONASET. (actualizada 2022). Diagnóstico de Siniestros en la Región del Libertador Bernardo O'Higgins. Recuperado: Diciembre año 2022, desde: <https://www.conaset.cl/wp-content/uploads/2022/06/Libertador-Bernardo-OHiggins-2021.pdf>

Encuesta a usuarios de Carretera el Cobre tramo 1 conexión Rancagua Machalí <https://forms.gle/uBTP67mSePvv43Sq6>

UP Solar. (2023). Panel Fotovoltaico solución especial para paraderos modelo Solar Stinger 24. Recuperado: Abril año 2023, desde: <https://www.solar-power.cl/product/luminaria-solar-stinger>

Generador de Precios Chile. (2023). Base Fijación Metálica para Pilares con cuatro placas curvas. Recuperado, Marzo año 2023, desde: [http://www.chile.generadordeprecios.info/obra_nueva/Estructuras/Madera/EMM Elementos auxiliares para estr/Pie de pilar con apoyo fijo.html](http://www.chile.generadordeprecios.info/obra_nueva/Estructuras/Madera/EMM_Elementos_auxiliares_para_estr/Pie_de_pilar_con_apoyo_fijo.html)

Dr. Amo Frühwald. (2002). Ventajas Ecológicas de la Madera como Materia Prima. Recuperado: Agosto año 2021, desde: https://infomadera.net/uploads/articulos/archivo_4438_15885.pdf

MINVU. (2023). Instrumento de Planificación Territorial Region de O'Higgins. Recuperado: Marzo año 2023, desde: <https://ide.minvu.cl/apps/MINVU::sm-ipt-regi%C3%B3n-de-ohiggins/explore>

Wikipedia. (2021). Carretera Presidente Eduardo Frei Montalva. Recuperado: Marzo año 2023, desde: https://es.wikipedia.org/wiki/Carretera_del_Cobre

Maderas Tranapunte. (2023). Elementos Estructurales Laminados. Recuperado: Abril año 2023, desde: <https://www.maderastranapunte.cl/product/vigas-laminadas-en-madera>

CONASET. (2021). Datos sobre los accidentes, fallecidos y lesionados anual y mensualmente. Diagnóstico de Siniestros de Transito en la Región del Libertador Bernardo O'Higgins. Recuperado: Julio año 2022, desde: <https://www.conaset.cl/wp-content/uploads/2022/06/Libertador-Bernardo-OHiggins-2021.pdf>

Imágenes.

MOP (2021). Diagnóstico Paraderos/Infraestructura menor asociada al sistema de transporte público mayor de la ciudad de Rancagua, Análisis y Propuestas, y Medición de demanda de servicio rural de Machalí (Imagen N°1). Recuperado de http://dtpr.gob.cl/PDF/MenuSuperior/Estudios//VI/Informe_Final_Infraestructura_Rgua.pdf

Ministerio de Bienes Nacionales (2023). Imagen espacial Rancagua – Machalí (Imagen N°2). Recuperado de <http://www.geoportal.cl/visorgeoportal/>

Croatia Week (2016). Paradero sustentable Croacia fotografía (Imagen N°3). Recuperado de <https://www.croatiaweek.com/international-interest-in-croatian-solar-bus-stop/>

OVACEN (2015). Paradero sustentable Holanda fotografía (Imagen N°4). Recuperado de <https://ovacen.com/refugios-para-abejas>

Sansiri (2019). Paradero Solar Bangkok, fotografía (Imagen N°5). Recuperado de <https://www.facebook.com/sansirifamily/posts/10156533695480334/>

Plataforma Urbana Arquitectura (2015). Paradero sustentable Florianópolis imagen explicativa y gráfica (Imagen N°6). Recuperado de <https://www.plataformaurbana.cl/archive/2015/12/26/florianopolis-instala-su-primer-paradero-de-bus-publico-ecosustentable/>

Madera21 (2014). Comparación del CO2 producido por diferentes materiales (emisiones netas de CO2, incluido el efecto sumidero de carbono) Fuente: Reportes ambientales para materiales constructivos, 1998 – 2001 (CEI-Bois) “La reducción de la huella de carbono y el impacto ambiental de edificios nuevos (Imagen N°7). Recuperado de <https://www.madera21.cl/2757-2/>

Marcela Torres Valdez (2014). Comunidad agradece la instalación de nuevos paraderos en sector el Putú. Fotografía (Imagen N°8). Recuperado de <http://www.constitucion.cl/comunidad-agradece-su-instalacion-nuevos-paraderos-en-el-sector-de-putu/>

Temuco Televisión (2020). Foto de uno de los paraderos construidos en sectores rurales de Victoria. Fotografía (Imagen N°9). Recuperado de <https://temucotelevision.cl/web/2020/07/02/nuevos-paraderos-para-vecinos-de-comunidades-rurales-de-victoria-%EF%BB%BF/>

Temuco Televisión (2020). Foto de uno de los paraderos construidos en sectores rurales de Victoria. Fotografía (Imagen N°10). Recuperado de <https://temucotelevision.cl/web/2020/07/02/nuevos-paraderos-para-vecinos-de-comunidades-rurales-de-victoria-%EF%BB%BF/>

Brújula Investigación (2016). Estudio Exploratorio Evaluación nuevomodelo Paraderos Transantiago (Imagen N°11). Recuperado de <https://biblioteca.digital.gob.cl/bitstream/handle/123456789/1049/Informe%20Evaluacion%20Nuevos%20Refugios.%20Final.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Sectra O'Higgins (2022). Cantidad de proyectos que se encuentran activos en el tramo urbano Rancagua – Machalí (Imagen N°12). Recuperado de http://www.sectra.gob.cl/planes_transporte_urbano/ohiggins/proyectos_rancagua.htm

Explorador Solar Chile (2023) Características del sistema fotovoltaico. Dependiendo de la zona seleccionada serán los datos entregados (Imagen N°13). Datos recuperados de <https://solar.minenergia.cl/>

Explorador Solar Chile (2023) Grafico con distintos niveles de radiación mensual. Dependiendo de la zona seleccionada serán los datos entregados (Imagen N°14). Datos recuperados de <https://solar.minenergia.cl/>

Explorador Solar Chile (2023) Características de Generación Voltaica del sector escogido. Dependiendo de la zona seleccionada serán los datos entregados (Imagen N°15). Datos recuperados de <https://solar.minenergia.cl/>

Explorador Solar Chile (2023) Características de Generación Voltaica Mensual Promedio. Dependiendo de la zona seleccionada serán los datos entregados (Imagen N°16). Datos recuperados de <https://solar.minenergia.cl/>

Codelco (2017) Tramos de la Carretera el Cobre, Requerimiento de Información de Codelco (Imagen N°17). Recuperado de https://www.codelco.com/prontus_codelco/site/artic/20170808/asocfile/20170808171202/rfi__17_920.pdf

Nicolás Arriaza (2022). Las dos vías de conexión entre comunas Rancagua-Machalí. Elaboración Propia con el IPT de la Región de O'Higgins (Imagen N°18). Recuperado de <https://>

Nicolás Arriaza (2022). Paraderos Ubicados en carretera el Cobre. Imagen propia tomadas en Noviembre 2022 (ImagenN°19)

Ministerio de Transporte (2020). Manual de Señalización del Tránsito, Capítulo 2 Señales Verticales (Imagen N°20). Recuperado de <https://www.mtt.gob.cl/wp-content/uploads/2020/04/Manual-de-Sen%CC%83alizacion-de-Transito.pdf>

Ministerio de Transporte (2020). Manual de Señalización del Tránsito, Capítulo 5 Señalización Transitoria y Medidas de Seguridad para Trabajos en la Vía (Imagen N°21).

Recuperado de <https://www.mtt.gob.cl/wp-content/uploads/2020/04/Manual-de-Sen%CC%83alizaci3n-de-Transito.pdf>

Ilustre Municipalidad de Rancagua (2023). Especificaciones técnicas de paraderos hormigón, paradero de un cuerpo y de dos cuerpos mas abajo (Imagen N°22). Recuperado de el Jefe de Proyectos de la I.M. de Rancagua, enviado personalmente a correo, información no aparece en internet.

Ilustre Municipalidad de Rancagua (2023). Planos de lamina de especificaciones técnicas refugio peatonal de un cuerpo (Imagen N°23). Recuperado de el Jefe de Proyectos de la I.M. de Rancagua, enviado personalmente a correo, información no aparece en internet.
Nicolas Arriaza (2023). Gráfico circular de respuestas encuesta sobre cantidad de paraderos visible al usuario “Encuesta paraderos Rancagua Machalí Carretera el Cobre” (Imagen N°24). Encuesta de elaboración propia vía encuestas de google.

Nicolas Arriaza (2023). Gráfico circular de respuestas de encuesta sobre si mejorar o no paraderos realizada al usuario “Encuesta paraderos Rancagua Machalí Carretera el Cobre” (Imagen N°25). Encuesta de elaboración propia.

Nicolas Arriaza (2023). Gráfico de barras con respuestas encuesta sobre cuales serias las mejoras más necesarias para el usuario “Encuesta paraderos Rancagua Machalí Carretera el Cobre” (Imagen N°26). Encuesta de elaboración propia.

Nicolás Arriaza (2023). Refugio Sustentable modelo 3D (Imagen N°27). Propuesta elaborada en SketchUp pro 2022.

Nicolás Arriaza (2023). Vista con los cimientos de Refugio Sustentable modelo 3D (Imagen N°28). Propuesta elaborada en SketchUp pro 2022.

Nicolás Arriaza (2023). Vista con los cimientos de Refugio Sustentable modelo planimetría (Imagen N°29). Propuesta elaborada en AutoCAD 2022.

Solar Power (2023). Luminaria Solar modelo Stinger 24 diseñado para uso público (Imagen N°30). Recuperado de <https://www.solar-power.cl/product/luminaria-solar-stinger>

Maderas Tranapunte (2023) Imagen Referencial de como vienen las vigas laminadas al momento de recibirlas (Imagen N°31). Recuperado de <https://www.maderastranapunte.cl/product/vigas-laminadas-en-madera>

Generador de precios Chile (2023). Fijaciones metálicas (Imagen N°32). Recuperado de http://www.chile.generadordeprecios.info/obra_nueva/Estructuras/Madera/EMM_Elementos_auxiliares_para_estr/Pie_de_pilar_con_apoyo_fijo.html

Generador de precios Chile (2023). Fijación metálica para pilar con 4 placas verticales (Imagen N°33). Recuperado de http://www.chile.generadordeprecios.info/obra_nueva/Estructuras/Madera/EMM_Elementos_auxiliares_para_estr/Pie_de_pilar_con_apoyo_fijo.html

Nicolás Arriaza (2023). Presupuesto Refugios Sustentables (Imagen N°34). Elaboración propia.

SOLO USO ACADÉMICO

ANEXOS

Anexo 1 - Entrevista a Don Robinson Cea Córdoba, Jefe de Proyectos en Departamento SECPLAC de la Ilustre Municipalidad de Rancagua.

N: ¿Qué le parece la consulta sobre una implementación de paraderos de madera con luz fotovoltaica en la Carretera el Cobre?

R: Me parece novedoso, pero a mi experiencia el proyecto sería difícil de aprobar

N: ¿Esto a que se debe?

R: El proyecto debe ser presentado y debe regirse a las normas Municipales de cada Municipio en particular y dicho municipio evaluara si el proyecto se aprueba o no.

N: ¿Qué debería tener un proyecto de estas características para ser posiblemente aprobado?

R: Lo más seguro sería que se apegase fielmente a los modelos propios que tenemos como municipio y que implementamos en toda la comuna.

N: ¿Qué modelos son y cuantos?

R: Actualmente el municipio cuenta con dos diseños propios uno es simple con un cuerpo, esto quiere decir una banca y un techo de dos aguas, y el otro sería el mismo diseño, pero con dos cuerpos cabe decir que existe uno de tres cuerpos, pero es una extensión del de dos cuerpos.

N: ¿Qué pasa con las zonas que tienen paraderos antiguos de acero? ya sin techo algunos

R: Lo más idóneo sería reemplazarlos por los diseños propios, pese a que no se trabaja igual en todas las comunas en Chile, este municipio intenta hacer todos los paraderos iguales.

N: Si bien la materialidad de los diseños de paraderos que tiene el Municipio es muy duradera y resistente a ser de hormigón armado con estructura de acero, ¿Cómo incide eso en los costos de materiales y construcción de estos?

R: La verdad influye bastante en los gastos municipales ya que estos paraderos para ser sinceros son carísimos

N: ¿Cree usted que un proyecto de paraderos distintos pueda ser aprobado, sin ceñirse a los diseños establecidos por la I.M. de Rancagua?

R: Realmente si el proyecto presenta un aporte está abierta siempre la opción de evaluarlo y de ser si o si un buen proyecto para la comuna a mi parecer podría ser aprobado.

Anexo 2 - Entrevista a Pedro Yáñez Valdez, Arquitecto dentro en Departamento SECPLAC de la Ilustre Municipalidad de Rancagua.

N: ¿Que piensa sobre de la materialidad de los paraderos construidos por el Municipio?

P: Sinceramente no me había cuestionado su materialidad como algo a mejorar, esto debido a que en el departamento estamos viendo constantemente situaciones distintas y no se había analizado como tal los refugios peatonales.

N: ¿Qué le parece un diseño propuesto en madera con un panel fotovoltaico?

P: Me parece muy buena idea, lo ideal sería algo que tuviese menor impacto en los costos, y una estructura resistente al peso propio con el panel.

N: ¿Alguna recomendación respecto al diseño que debería tener un paradero en la carretera el cobre en el sector bajo?

P: Si va a ser de madera le recomiendo usar pilares gruesos con vigas en la techumbre para recibir de mejor forma la carga del panel fotovoltaico, en cuanto a los cimientos lo más común es usar fijaciones metálicas, en la comuna de Los Lirios implementaron paraderos de madera con uniones metálicas en la base, le recomiendo visitar la comuna aledaña y ver en vivo los paraderos.

Anexo 3 - Entrevista a Usuarios paraderos y carretera.

La encuesta fue realizada en el Hospital Fusat, Gimnasio Energy, Colegio Trinity a personas que concurrían en sector en ese momento, así como también compartí el link con personas que conozco que ven en ambas comunas y se movilizan por el sector, la encuesta fue realizada en Google y el link de esta es: Encuesta a usuarios de Carretera el Cobre tramo 1 conexión Rancagua Machalí <https://forms.gle/uBTP67mSePvv43Sq6>

Anexo 4 – Manual de Carreteras Tomos 3 y 5.

Manual de Carreteras Tomo 5. Recuperado de: https://portal.ondac.com/601/articles-59864_doc_pdf.pdf

Manual de Carreteras Tomo 3. Recuperado de: https://portal.ondac.com/601/articles-59868_doc_pdf.pdf

Noticia sobre accidente ocurrido en Carretera el cobre frente a Colegio Coya
<https://www.elrancaguino.cl/2019/06/29/iluminacion-en-carretera-del-cobre/>