



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL

**CRITERIOS PARA UNA GUÍA DE DISEÑO DE PASARELAS
PEATONALES EN AUTOPISTAS Y CARRETERAS EN CHILE**

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL

IGNACIO ANDRÉS NICOLINI ANTIVIL

PROFESOR GUÍA:
ALEJANDRO POLANCO CARRASCO

MIEMBROS DE LA COMISIÓN:
DAVID CAMPUSANO BROWN
WILLIAM WRAGG LARCO

SANTIAGO DE CHILE
2024

Resumen

Esta memoria tiene como finalidad generar una guía que permita estandarizar el diseño de pasarelas peatonales para autopistas y carreteras, esto con el objetivo de optimizar los procesos asociados al diseño y construcción de dichas estructuras. El propósito de la optimización es facilitar la labor de los diseñadores de pasarelas peatonales, permitiéndoles contar con criterios de diseño comunes que requerirán exclusivamente adecuaciones según el sitio en que la pasarela será emplazada y labores de cálculo estructural, lo que ayudará a diseñar estas estructuras de forma más rápida y eficiente.

Inicialmente, se aborda el contexto de este tipo de estructuras a lo largo del tiempo, conociendo como ha sido su evolución y cambios a lo largo de las épocas. Esto permite evidenciar el importante rol que las pasarelas o puentes peatonales han tenido a lo largo de la historia del ser humano, sirviendo como la opción predilecta para sortear obstáculos de manera segura.

Luego, se estudia la normativa actual que se refiere de forma explícita al diseño de pasarelas peatonales, buscando conocer la geometría que las define y los elementos que la componen. Además, se realiza una contextualización de la situación actual del país en lo que se refiere a este tipo de estructura, mencionando ejemplos de pasarelas, y dando luces respecto los costos y plazos asociados a su construcción.

Posteriormente, se realiza un levantamiento de información referente a las pasarelas peatonales que existen actualmente en las principales autopistas y carreteras, logrando identificar un total de 501 ejemplares, y detallando claramente su ubicación, materialidad y aspectos relevantes en lo que respecta a su tipología. Esto con la finalidad de conocer las distintas soluciones de diseño que se han implementado a lo largo del país para construirlas.

A continuación, se procede a determinar qué aspectos de la tipología de las pasarelas identificadas pueden aspirar a catalogarse como estandarizables o parcialmente estandarizables. Esto, sumado a la información obtenida mediante entrevistas a profesionales de empresas de prefabricados y de corporaciones enfocadas al cumplimiento de las leyes de accesibilidad universal, permite definir criterios comunes de diseño para este tipo de estructuras.

Por último, recopilando lo anterior, se genera una guía para estandarizar el diseño de pasarelas peatonales, indicando qué consideraciones tener en lo que respecta a criterios funcionales y geométricos, generando un diseño más eficiente en lo que respecta a accesibilidad y seguridad para los peatones.

Dedicatoria

*Marineros del destierro,
no dejéis de navegar.
Por los que se fueron,
pero están.*

Agradecimientos

El principal y más grande de mis agradecimientos, a mi madre, Ximena Antivil, pilar fundamental de mi vida y quien siempre ha estado ahí para aconsejarme y motivarme.

Agradezco a mi hermana, Claudia Nicolini, por su capacidad de analizar las cosas desde puntos de vistas distintos, permitiéndome así abarcar problemas desde otras perspectivas y entender mejor las cosas.

Doy gracias a mi padre, Claudio Nicolini, quien siempre me inculcó valores como el respeto, la cordialidad, el esfuerzo y el cariño por el trabajo bien hecho.

Gracias a mis amigos, Ignacio Peña, Simón Onofri y Santiago Soto, quienes siempre contaron con un oído amigo dispuesto a escuchar mis problemas, ayudándome a solucionarlos y permitiéndome volver a sonreír cada día.

Un especial agradecimiento a mi profesor guía, Alejandro Polanco, por su tutela y orientación a lo largo de esta instancia, y de los cursos en que pude aprender de él como alumno y como parte de su equipo docente.

Y, finalmente, gracias a ti, Ignacio Nicolini, por no rendirte frente a la adversidad y seguir firme hacia adelante.

Tabla de Contenido

1. Introducción	1
1.1. Motivación	1
1.2. Objetivos	2
1.3. Alcance	2
1.4. Resultados Esperados	3
2. Antecedentes	4
2.1. Historia de las pasarelas peatonales	4
2.1.1. Antigüedad	4
2.1.2. Revolución Industrial	8
2.1.3. Modernidad	8
2.1.4. Pasarelas Especiales	11
2.2. Evolución de las pasarelas peatonales	15
2.2.1. Masificación	15
2.2.2. Pasarelas en Carreteras concesionadas	16
2.2.3. Ejemplos de pasarelas típicas	17
2.2.4. Costos y plazos de pasarelas típicas	19
3. Metodología	23
3.1. Revisión de la normativa actual	23
3.2. Identificación de las pasarelas peatonales existentes en Chile	23
3.3. Estudio de tipologías más comunes de pasarelas peatonales	24

3.4.	Entrevistas con profesionales	24
3.5.	Definición de criterios comunes para el diseño	25
3.6.	Propuesta de guía para estandarizar el diseño de pasarelas	25
3.7.	Tabla resumen - Metodología	25
4.	Elementos de diseño de pasarelas peatonales	27
4.1.	Objetivos de una pasarela peatonal	27
4.2.	Estructuración de una pasarela peatonal	28
4.2.1.	Superestructura	28
4.2.2.	Infraestructura	29
4.2.3.	Accesorios	30
4.3.	Principales elementos que componen una pasarela	30
4.3.1.	Rampa de acceso	32
4.3.2.	Cruce	32
4.3.3.	Malla envolvente	32
4.3.4.	Baranda de seguridad	32
4.3.5.	Mallas antivandálicas	32
4.3.6.	Pasamanos	32
4.3.7.	Valla desincentivadora	32
4.3.8.	Pilares	33
4.3.9.	Postes de Iluminación	33
4.3.10.	Gálibo vertical	33
4.3.11.	Ancho libre	33
4.3.12.	Ancho total	33
4.3.13.	Tramos de rampa	33
4.3.14.	Descansos	34
4.3.15.	Descansos entre tramos de rampa	34
4.4.	Materialidades	34

4.4.1.	Pasarelas de Estructura Metálica (Acero)	34
4.4.2.	Pasarelas de Hormigón	35
4.4.3.	Pasarelas de Madera	35
4.4.4.	Pasarelas Mixtas	36
4.5.	Normativas de diseño estructural	36
4.5.1.	Generalidades	36
4.5.2.	Cargas de Diseño	37
4.5.3.	Diseño Sísmico	38
4.5.4.	Leyes aplicables	39
4.6.	Proceso de licitación, diseño y construcción de pasarelas	40
4.6.1.	Licitación y diseño	40
4.6.2.	Construcción	40
5.	Estudio de Pasarelas Existentes	44
5.1.	Vías recorridas para el estudio	44
5.2.	Registro de pasarelas peatonales existentes	45
5.2.1.	Pasarelas por región	45
5.2.2.	Pasarelas por autopista/carretera	46
5.3.	Estadística de las principales características de las pasarelas peatonales existentes	47
5.3.1.	Materialidad	47
5.3.2.	Simetría	48
5.3.3.	Cantidad de pilares centrales	48
5.3.4.	Presencia de rampas de acceso	49
5.3.5.	Cantidad de descansos por trayecto	49
5.3.6.	Presencia de escalera auxiliar	50
5.3.7.	Presencia de luminaria	51
5.3.8.	Fabricante	51
5.3.9.	Tablas resumen	52

6. Desarrollo de Guía para estandarizar el diseño de pasarelas	53
6.1. Criterios comunes para el diseño	53
6.1.1. Criterio 1: Estructuración	54
6.1.2. Criterio 2: Vida Útil	54
6.1.3. Criterio 3: Materialidad	54
6.1.4. Criterio 4: Método Constructivo	55
6.1.5. Criterio 5: Diseño en Hormigón Armado	55
6.1.6. Criterio 6: Diseño en Acero Estructural	55
6.1.7. Criterio 7: Estructura de las Vigas	55
6.1.8. Criterio 8: Pilares	55
6.1.9. Criterio 9: Fundaciones	56
6.1.10. Criterio 10: Altura libre	56
6.1.11. Criterio 11: Gálibo vertical mínimo	56
6.1.12. Criterio 12: Superficie de circulación	56
6.1.13. Criterio 13: Ancho libre mínimo	56
6.1.14. Criterio 14: Seguridad	57
6.1.15. Criterio 15: Luminaria	57
6.1.16. Criterio 16: Señaléticas	57
6.1.17. Criterio 17: Drenajes	57
6.1.18. Criterio 18: Conexiones	57
6.2. Guía para estandarizar el diseño de pasarelas	58
6.2.1. Normas de Diseño	58
6.2.2. Modelo del diseño	58
6.2.3. Recomendaciones de Diseño	61
6.2.4. Tabla resumen - Consideraciones de diseño	69
7. Conclusiones	71
7.1. Cumplimiento de objetivos	71

7.2. Líneas de estudio futuras	72
Bibliografía	74
Anexo A	75
7.3. Tramos recorridos por autopistas/carreteras	75
Anexo B	86
7.4. Pasarelas peatonales identificadas	86
Anexo C	100
7.5. Entrevistas a profesionales	100
7.5.1. Entrevista a profesional del área de prefabricados.	100
7.5.2. Entrevista a profesional del área de accesibilidad universal.	104
Anexo D	106
7.6. Guía para estandarizar el diseño de pasarelas	106

Índice de Tablas

3.1. Objetivos específicos y herramientas de la metodología asociadas.	26
5.1. Vías recorridas durante el registro de pasarelas peatonales.	44
5.2. Resumen registro de pasarelas existentes.	52
5.3. Resumen estudio de tipologías más comunes en pasarelas peatonales.	52
6.1. Tabla resumen de recomendaciones de diseño, parte 1.	69
6.2. Tabla resumen de recomendaciones de diseño, parte 2.	70
7.1. Registro de pasarelas peatonales identificadas, parte 1.	86
7.2. Registro de pasarelas peatonales identificadas, parte 2.	87
7.3. Registro de pasarelas peatonales identificadas, parte 3.	88
7.4. Registro de pasarelas peatonales identificadas, parte 4.	89
7.5. Registro de pasarelas peatonales identificadas, parte 5.	90
7.6. Registro de pasarelas peatonales identificadas, parte 6.	91
7.7. Registro de pasarelas peatonales identificadas, parte 7.	92
7.8. Registro de pasarelas peatonales identificadas, parte 8.	93
7.9. Registro de pasarelas peatonales identificadas, parte 9.	94
7.10. Registro de pasarelas peatonales identificadas, parte 10.	95
7.11. Registro de pasarelas peatonales identificadas, parte 11.	96
7.12. Registro de pasarelas peatonales identificadas, parte 12.	97
7.13. Registro de pasarelas peatonales identificadas, parte 13.	98
7.14. Registro de pasarelas peatonales identificadas, parte 14.	99

Índice de Figuras

2.1. Marjales de Avalon, Inglaterra.	5
2.2. Restos encontrados del Sweet Track.	5
2.3. Simulación de la estructura del Sweet Track.	6
2.4. Paso peatonal de roca alzada.	7
2.5. Puente Fabricius	7
2.6. Comparación Iron Bridge, pintura versus realidad actual.	8
2.7. Puente Peatonal Los Carros.	9
2.8. Puente Peatonal Condell.	10
2.9. Puente Peatonal Huérfanos.	10
2.10. Pasarela Peatonal Costanera Center, Vista en altura.	11
2.11. Pasarela Peatonal Costanera Center, Vista en elevación.	12
2.12. Pasarela Peatonal Costanera Center, Acceso avenida Vitacura.	12
2.13. Pasarela Peatonal Parque Cuauhtémoc, Diseño original.	13
2.14. Pasarela Peatonal Parque Cuauhtémoc, Diseño actual. Vista isométrica. . . .	13
2.15. Pasarela Peatonal Parque Cuauhtémoc, Diseño actual. Vista en planta. . . .	14
2.16. Rampa de la Pasarela Peatonal Parque Cuauhtémoc, Acceso plaza Cuauhtémoc.	14
2.17. Rampa de la Pasarela Peatonal Parque Cuauhtémoc, Acceso plaza Brasilia. .	15
2.18. Pasarela Peatonal Zapallar; materializada en madera.	17
2.19. Pasarela Peatonal Curacaví; materializada en acero estructural.	17
2.20. Pasarela Peatonal Chamorro, Algarrobo; materializada en hormigón prefabricado.	17

2.21. Pasarela Peatonal Santa Bárbara, Renca; materialización mixta.	18
2.22. Pasarela Peatonal Collao, Concepción.	19
2.23. Pasarela Peatonal Liceo Agrícola, Paine.	20
2.24. Pasarela Peatonal Angostura N°2, San Francisco de Mostazal.	21
2.25. Pasarela Peatonal La Pólvora, Concepción.	21
4.1. Pasarela Agricultor	27
4.2. Estructuración de una pasarela peatonal.	28
4.3. Elementos que componen una pasarela, parte 1.	30
4.4. Elementos que componen una pasarela, parte 2.	31
4.5. Elementos que componen una pasarela, parte 3.	31
4.6. Pasarela peatonal materializada en acero estructural.	34
4.7. Pasarela peatonal materializada en hormigón prefabricado.	35
4.8. Pasarela peatonal materializada en madera.	35
4.9. Pasarela peatonal materializada en hormigón y acero.	36
4.10. Pilar prefabricado de pasarela.	41
4.11. Vigas de pasarela siendo montadas, caso 1.	42
4.12. Vigas de pasarela siendo montadas, caso 2.	43
5.1. Resumen registro de pasarelas peatonales existentes por región.	45
5.2. Resumen registro de pasarelas peatonales existentes por autopista/carretera.	46
5.3. Tipologías de pasarelas peatonales existentes, resumen según materialidad.	47
5.4. Tipologías de pasarelas peatonales existentes, resumen según simetría.	48
5.5. Tipologías de pasarelas peatonales existentes, resumen según cantidad de pilares centrales.	48
5.6. Tipologías de pasarelas peatonales existentes, resumen según presencia de rampas de acceso.	49
5.7. Tipologías de pasarelas peatonales existentes, resumen según cantidad de descansos a lo largo de un trayecto.	50

5.8. Tipologías de pasarelas peatonales existentes, resumen según presencia de escaleras adyacentes.	50
5.9. Tipologías de pasarelas peatonales existentes, resumen según presencia de luminaria.	51
6.1. Vista isométrica del diseño propuesto	59
6.2. Vista en planta del diseño propuesto	59
6.3. Vista frontal del diseño propuesto	59
6.4. Vista 1 en elevación del diseño propuesto	60
6.5. Vista 2 en elevación del diseño propuesto	60
6.6. Diagrama viga tipo cajón.	62
6.7. Pilar central con sección aumentada y barreras de contención.	63
6.8. Pilar con cabezal de apoyo y topes laterales.	64
7.1. Carreteras y autopistas recorridas para el estudio, tramo 1	76
7.2. Carreteras y autopistas recorridas para el estudio, tramo 2	77
7.3. Carreteras y autopistas recorridas para el estudio, tramo 3	78
7.4. Carreteras y autopistas recorridas para el estudio, tramo 4	79
7.5. Carreteras y autopistas recorridas para el estudio, tramo 5	79
7.6. Carreteras y autopistas recorridas para el estudio, tramo 6	80
7.7. Carreteras y autopistas recorridas para el estudio, tramo 7	80
7.8. Carreteras y autopistas recorridas para el estudio, tramo 8	81
7.9. Carreteras y autopistas recorridas para el estudio, tramo 9	82
7.10. Carreteras y autopistas recorridas para el estudio, tramo 10	83
7.11. Carreteras y autopistas recorridas para el estudio, tramo 11	84
7.12. Carreteras y autopistas recorridas para el estudio, tramo 12	85
7.13. Ejemplo de viga cajón	102

Capítulo 1

Introducción

1.1. Motivación

Las pasarelas peatonales son estructuras vitales en la vida diaria de los peatones, pues tal como indica el Manual de Señalización de Tránsito, en su capítulo sexto, "Facilidades Explícitas para Peatones y Ciclistas:" *Se debe contar con facilidades explícitas que deben habilitarse en las vías públicas para permitir que los peatones puedan cruzar las calzadas en adecuadas condiciones de seguridad cuando existen riesgos para realizar dicha maniobra..* En el documento, se menciona que una de las clasificaciones de dichas facilidades explícitas son los Pasos Peatonales a Desnivel, definidos como una: *Estructura elevada sobre el nivel de la calzada, comúnmente denominada "Pasarela", o paso bajo la calzada (túnel), que posibilita cruzar la vía sin que haya interferencia alguna entre vehículos y peatones. Se habilitan generalmente en autopistas y autovías, pudiendo usarse también en otras vías donde los vehículos circulan a altas velocidades y/o el flujo vehicular es muy elevado, o donde se registran atropellos frecuentemente.*

Debido a la necesidad de contar con este tipo de estructuras, surge la idea de generar una guía que aspire a estandarizar la mayor cantidad de aspectos geométricos y funcionales de su diseño, esto bajo la lógica de que al ser las pasarelas peatonales estructuras de servicio, debiesen ser de rápido diseño y construcción, principalmente para evitar el impacto que su levantamiento genera en aspectos de congestión y ruido para las comunidades cercanas.

Un segundo punto interesante a mencionar, y en el que esta guía de diseño busca ser de ayuda, es el hecho de que hoy en día gran parte de las pasarelas peatonales están materializadas en hormigón prefabricado, esto conlleva un trabajo adicional, la homologación de los diseños para hacer factible su construcción con los elementos prefabricados disponibles en el mercado. En ese sentido, contar con una guía que considere previamente los elementos que pueden adquirirse en el mercado actualmente y detalle lo más posible sus características, permitirá evitar este proceso.

1.2. Objetivos

Por lo tanto, los objetivos generales generales y específicos del presente trabajo de título son los siguientes:

- **Objetivo general:** Desarrollar una guía para estandarizar el diseño de pasarelas peatonales en carreteras y autopistas.
- **Objetivos específicos:**
 1. Estudiar las exigencias y requisitos que menciona la normativa vigente referente de diseño de pasarelas peatonales en Chile.
 2. Recopilar información referente a las diversas pasarelas peatonales existentes en las principales carreteras y autopistas del país.
 3. Estudiar las diferentes soluciones de diseño que se han implementado en Chile para construir pasarelas peatonales.
 4. Desarrollar una guía para estandarizar el diseño de pasarelas.

1.3. Alcance

Si bien las pasarelas a analizar son particularmente las emplazadas a lo largo de las principales carreteras y autopistas de Chile, se puede entender su estudio como representativo de todas las existentes, debido a que el uso de estas estructuras en otro tipo de vías es limitado.

Por lo tanto, debido a que la bibliografía a investigar y los datos a recolectar se extienden principalmente por todo el territorio chileno, y a que el objetivo de este trabajo es desarrollar una guía para proponer una estandarización de diseño como tal, su alcance es nacional en lo que a características funcionales y geométricas respecta.

Por último, como no se detallan cálculos estructurales en lo que respecta a fundaciones, columnas, vigas y conexiones, ya que sus características dependen de las condiciones de terreno y de las sollicitaciones a las cuales se verá expuesta la estructura, dicho aspecto está fuera del alcance de este trabajo.

1.4. Resultados Esperados

Finalmente, los resultados que se esperan alcanzar al final de este trabajo son:

1. Conocer a cabalidad lo mencionado en la normativa actual referente al diseño de pasarelas peatonales en Chile.
2. Contar con un registro de las diversas pasarelas peatonales existentes en las principales carreteras y autopistas del país.
3. Conocer las diferentes soluciones de diseño que se han implementado en Chile para construir pasarelas peatonales.
4. Contar con una guía para estandarizar el diseño de pasarelas dentro de los aspectos posibles.

Capítulo 2

Antecedentes

2.1. Historia de las pasarelas peatonales

Se debe tener noción de que el concepto de pasarela peatonal hace referencia a un tipo de puente cuyo uso será destinado al tránsito de personas, por lo tanto, si se quiere conocer la historia de las pasarelas peatonales como tal, se debe comenzar por la historia de los puentes.

2.1.1. Antigüedad

Neolítico

Desde el inicio de los seres humanos como especie, se han ideado formas de sortear obstáculos naturales a lo largo de los senderos que se recorren. En un principio, eran rocas elevadas y alargados troncos de madera los que permitían al ser humano cruzar profundos acantilados y ríos, los cuales si bien no soportaban grandes cargas, eran esenciales para la vida diaria de la gente.

Uno de los primeros puentes peatonales de los que se tiene data arqueológica precisa es el **Sweet Track**, una rudimentaria estructura de 1,6 kilómetros de largo encontrada en los marjales de Avalon (Avalon Marshes), al sudoeste de Inglaterra, en la zona mostrada por la figura 2.1.



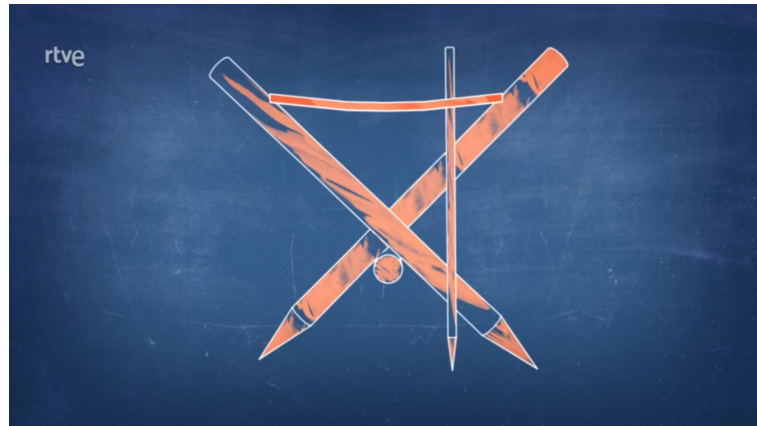
Figura 2.1: Marjales de Avalon, Inglaterra.
(Fuente: Google Maps)

Sus vestigios (mostrados en la figura 2.2) fueron encontrados en el año 1970, por Ray Sweet y su expedición, quienes dieron con los restos de una estructura de madera enterrada bajo capas de turba, un tipo de suelo orgánico saturado de agua, de color pardo oscuro y rico en carbono, que facilitó su conservación. Posteriores estudios de los dendrocronólogos indican que la madera utilizada data del año 3806 A.C.

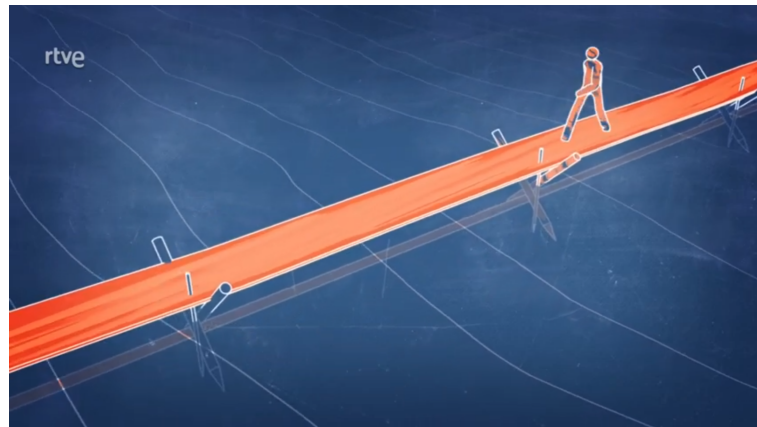


Figura 2.2: Restos encontrados del Sweet Track.
(Fuente: AvalonMarshes)

La estructura base se compone de dos estacas de madera en forma de equis, reforzadas por un travesaño atado a la parte inferior de la intersección, sobre las cuales se colocaban planchas de madera que posteriormente eran atravesadas por una tercera estaca que iba enterrada al fondo del lecho, fijándola, tal como se simula en la figura 2.3(a). La construcción en serie de esta estructura base permitía generar una suerte de pasarela peatonal que permitía cruzar los pantanos sin problemas, como se simula en la figura 2.3(b).



(a) Vista en perfil



(b) Vista isométrica

Figura 2.3: Simulación de la estructura del Sweet Track.
(Fuente: YouTube)

La Roma Antigua

Paso de Roca Alzada

Saltando a la época romana, con la implementación masiva de las calzadas para mejorar los caminos, se tiene el caso de la ciudad de Pompeya, en donde se usaba un tipo de paso peatonal llamado "de roca alzada". Este paso, como muestra la figura 2.4, constaba de un conjunto de rocas dispuestas de forma ordenada por sobre la calzada, las cuales permitían a

las personas cruzar sobre ellas y así esquivar el agua de las lluvias, esto sin generar obstáculos para los carros o carretas tirados por caballos



Figura 2.4: Paso peatonal de roca alzada.
(Fuente: Fundación Gestrafic)

Si bien estas estructuras no eran exactamente puentes como se conocen hoy en día, este sistema permitía a las personas cruzar las vías de forma segura, sin dificultar el paso de caballos y carros, marcando así uno de los primeros puntos de encuentro entre peatones y vehículos.

Puentes de Arco

Con la implementación del arco el diseño arquitectónico, los romanos estaban cada vez mas cerca de su objetivo de generar estructuras imperecederas y permanentes. Uno de los casos más emblemáticos de los puentes con arco es el del Puente Fabricio, mostrado en la figura 2.5.

También conocido como Ponte Fabricius, fue erigido en Roma, en el año 62 D.C., siendo considerado como uno de los primeros puentes de arco romanos. Cuenta con un largo total de 62 metros y está materializado exclusivamente con roca y mortero romano.



Figura 2.5: Puente Fabricius
(Fuente: Flickr)

2.1.2. Revolución Industrial

Con el surgimiento de la Revolución Industrial y el posterior crecimiento de las ciudades, la necesidad de puentes peatonales se hizo más palpable. Las carreteras, ferrocarriles y ríos fragmentaban el espacio urbano, y los peatones necesitaban formas seguras de cruzar.

Puente Iron Bridge

Así surgió el Iron Bridge, de 32 metros de largo, construido en el año 1781, convirtiéndose en el primer puente en arco fabricado utilizando hierro fundido de la historia. Permitiéndole a las personas cruzar el río Severn a pie, lo cual previamente solo era posible mediante el ferry, tal fue su impacto, que fue inmortalizado en varias pinturas de la época, tal como muestra la figura 2.6, en donde se hace una comparación entre su representación artística y su estado actual.



Figura 2.6: Comparación Iron Bridge, pintura versus realidad actual.
(Fuente: Reddit)

2.1.3. Modernidad

Siglo XIX

Posteriormente, desde el siglo XIX en adelante, los avances tecnológicos permitieron a la ingeniería civil crecer a pasos agigantados. Las nuevas pasarelas se diseñaron con materiales

y técnicas innovadoras. El diseño sísmico permitió construir pasarelas capaces de resistir terremotos de gran envergadura, y la ingeniería ambiental buscó minimizar su impacto en el entorno en que eran emplazadas.

Puente Peatonal Los Carros

Pensando en el caso Chileno, se tiene el Puente peatonal Los Carros, mostrado en la figura 2.7, un puente de hierro forjado construido en el año 1889 por la la empresa chilena Lever, Murphy & Co., el cual tiene 44 metros de largo y está actualmente ubicado en en el extremo sur de la comuna de Recoleta, sobre la ribera del Río Mapocho y frente a la calle 21 de Mayo, sirviendo actualmente como conexión entre la Vega y el Mercado Central.



Figura 2.7: Puente Peatonal Los Carros.
(Fuente: Wikipedia)

Siglo XX

Durante el siglo XX, en la capital se construyeron dos pasarelas emblemáticas que siguen en pie, y manteniendo su uso original hasta el día de hoy.

Puente Peatonal Condell

Construido en 1950 en la comuna de Providencia, por orden del entonces alcalde Enrique Oviedo, el puente peatonal Condell (o Racamalac) es una estructura arqueada que cuenta con un largo total aproximado de 77 metros, con una longitud de vano aproximada de 47 metros. Su materialidad es mixta, contando con partes de acero y otra de hormigón armado. Actualmente luce como se muestra en la figura 2.8.



Figura 2.8: Puente Peatonal Condell.
(Fuente: Wikipedia)

Puente Peatonal Huérfanos

Finalizada su construcción en el año 1997, en la comuna de Santiago Centro, con un costo total de 120 millones de pesos de la época, el puente peatonal Huérfanos es un puente atirantado cuyas dimensiones son 109 metros de largo y 29 metros de alto. Su materialidad es mixta, contando con partes de acero y otra de hormigón armado. Es de las pasarelas más emblemáticas dentro de Chile, y es uno de los primeros ejemplos construidos de pasarelas peatonales que cruzan autopistas a nivel nacional. El proceso de diseño y construcción fueron liderados por el ingeniero Fernando Bruna Vargas, y actualmente luce como se muestra en la figura 2.9.



Figura 2.9: Puente Peatonal Huérfanos.
(Fuente: Wikipedia)

En conclusión, los puentes y pasarelas peatonales son más que simples estructuras, han sido testigos de la historia del ser humano, y son símbolos del progreso de su especie, representando su capacidad de adaptación al superar obstáculos y su ímpetu por seguir adelante.

2.1.4. Pasarelas Especiales

En adición a los casos mencionados anteriormente, existen pasarelas construidas en la últimas décadas que han significado verdaderos hitos, ya sea por el impacto que estas generaron en el lugar en que fueron emplazadas y su masivo uso, o por el innovador diseño que se adoptó para su modificación, luego de la entrada en rigor de leyes que exigían cambios sustanciales en lo que a accesibilidad respecta, ejemplos claros de esto son las pasarelas Costanera Center y Cuauhtémoc.

Pasarela Costanera Center

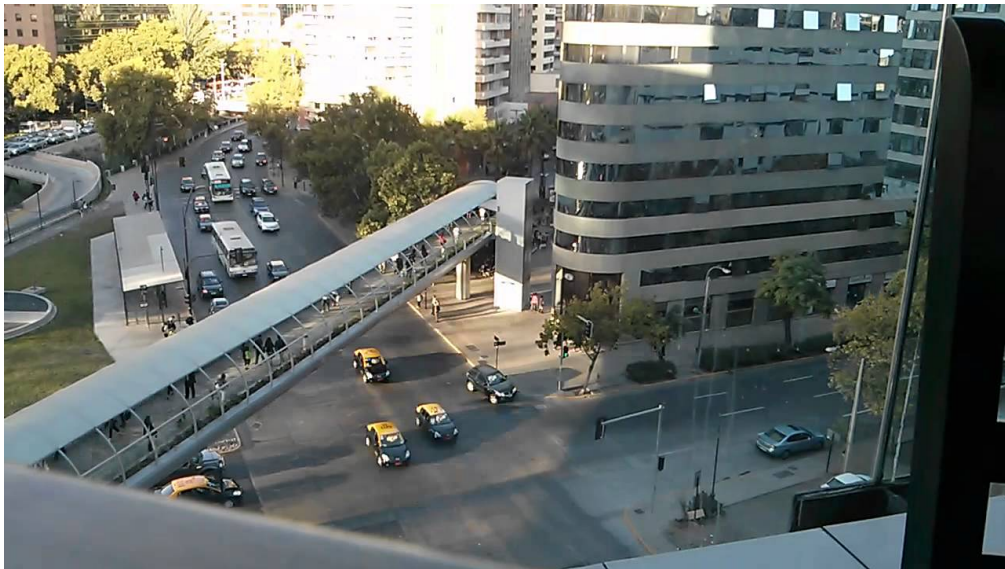


Figura 2.10: Pasarela Peatonal Costanera Center, Vista en altura.
(Fuente: YouTube)

Emplazada entre el acceso al centro comercial Costanera Center y la plaza Nueva Zelandia, en la comuna de Providencia, se encuentra ubicada la Pasarela Peatonal Costanera Center (Figura 2.10), diseñada para sortear el tránsito vehicular de la calle Holanda y la avenida Nueva Providencia por parte de los peatones, y para entregarles un expedito trayecto hacia la estación de metro Tobalaba.

La estructura, mostrada en la Figura 2.11, se encuentra materializada en hormigón armado, tiene 6 metros de ancho, una altura de 4,5 metros y una extensión total de 75 metros.



Figura 2.11: Pasarela Peatonal Costanera Center, Vista en elevación.
(Fuente: Google Maps)

En lo que a accesos respecta, la pasarela cuenta en ambos extremos con escaleras peatonales y ascensores, cumpliendo así con los estándares de accesibilidad universal que se exige en estructuras de esta naturaleza, como puede apreciarse en la Figura 2.12.



Figura 2.12: Pasarela Peatonal Costanera Center, Acceso avenida Vitacura.
(Fuente: FourSquare)

Su construcción comenzó a finales del año 2011 y culminó en abril del año 2012, contabilizando un **plazo estimado de 5 meses** y tuvo un **costo total aproximado de 150.000 USD** de la época, según declaraciones de miembros del directorio de la firma Cencosud.

Pasarela Cuauhtémoc



Figura 2.13: Pasarela Peatonal Parque Cuauhtémoc, Diseño original.
(Fuente: Google Maps)

Construida con el fin de cruzar la avenida Presidente Kennedy, a la altura del número 5302, y así unir la plaza Brasilia, de la comuna de Las Condes, y la plaza Cuauhtémoc, de la comuna de Vitacura, se originó la pasarela del mismo nombre, en la década de los 70, materializada con pilares de hormigón armado y un sistema de viga y tablero de acero estructural, contaba con un diseño como el que puede apreciarse en la Figura 2.13.

Con la posterior entrada en rigor de la ley de accesibilidad universal, en el año 2010, se hizo necesario modificar el diseño original, en particular sus accesos, los cuales ahora debían contar con rampas que permitiesen el tránsito de personas en situación de discapacidad.

En función de lo anterior, y con un notable retraso, fue recién en el año 2022 que se implementó únicamente uno de los cambios antes mencionados, dando origen al diseño mostrado en las Figuras 2.14 y 2.15, vigente hasta el día de hoy.



Figura 2.14: Pasarela Peatonal Parque Cuauhtémoc, Diseño actual. Vista isométrica.
(Fuente: ArchDaily)



Figura 2.15: Pasarela Peatonal Parque Cuauhtémoc, Diseño actual. Vista en planta.
(Fuente: ArchDaily)

Acceso Norte

La modificación solo se ha realizado para el acceso Norte, en la plaza Cuauhtémoc, en donde se implementó una rampa de estructura metálica de 160 metros de largo dispuesta en un tramo circular, la cual permite sortear una altura de 8 metros de desnivel con una pendiente continua del 5%, como se muestra en la Figura 2.16.



Figura 2.16: Rampa de la Pasarela Peatonal Parque Cuauhtémoc, Acceso plaza Cuauhtémoc.
(Fuente: ArchDaily)

En lo que a costos respecta, según la información de la adjudicación de la licitación que

está disponible en la web, el proyecto de construcción e instalación de la rampa metálica tuvo un **costo total aproximado de 198.000.000 CLP (Año 2008, lo que equivale a 9.775 UF de la época)**, y un **plazo de ejecución de 60 días**.

Acceso Sur

Por otro lado, el acceso Sur, en la plaza Brasilia, sigue contando con un acceso únicamente por escalera, como puede notarse en la Figura 2.17, incumpliendo así con la ley de accesibilidad universal.



Figura 2.17: Rampa de la Pasarela Peatonal Parque Cuauhtémoc, Acceso plaza Brasilia.
(Fuente: Ciudad Accesible)

2.2. Evolución de las pasarelas peatonales

2.2.1. Masificación

Como consecuencia de la concentración de la población en la urbe en las últimas décadas, existe cada vez más saturación de los espacios urbanos, lo cual ha llevado a las ciudades a expandirse poco a poco. Dicho crecimiento va de la mano con la construcción de nuevos centros urbanos, y por ende, de nuevos caminos.

Con el surgimiento de nuevos caminos y su masificación, se vuelve necesario un correcto trazado vial, determinando así el tipo de servicio que prestará la vía, su velocidad de diseño, sus dimensiones físicas y su relación con el terreno, todas características con el fin de asegurar un correcto y expedito tránsito de vehículos.

Pero ¿Qué ocurre con los habitantes de la zona? Estos ven sus espacios fragmentados por la construcción de vías de alta velocidad, aislándose frente a la imposibilidad de cruzar las carreteras y autopistas a través de la calzada, dado el gran riesgo que esto implica. Es

ahí donde se genera la necesidad de emplazar nuevas pasarelas peatonales, estructuras que permitirán un seguro tránsito a pie.

2.2.2. Pasarelas en Carreteras concesionadas

Para comprender el proceso legal ligado a la construcción de pasarelas peatonales en carreteras y autopistas, se debe primero conocer como funciona el financiamiento de esta red de vías.

Tal como menciona la Dirección General de Concesiones en su sitio web:

”A principios de la década de los noventa, Chile abrió sus puertas a los mercados internacionales y a oportunidades para la inversión en materia de infraestructura pública a través del Sistema de Concesiones, sustentado en una asociación del Estado con los privados, lo que permitió desarrollar importantes transformaciones en materia de conectividad vial y aeroportuaria.

Históricamente el desarrollo y la conservación de la infraestructura pública en Chile fue ejecutado como inversión fiscal por el Ministerio de Obras Públicas (MOP), a través de sus distintas direcciones y reparticiones. Con esta nueva asociación, por primera vez se hizo partícipe al sector privado en los procesos de inversión, explotación y mantención de infraestructura con estándar específico, a cambio del cobro directo de tarifas a los usuarios o de la activación de subsidios.”

Desde la implementación del sistema de concesiones en 1993, éste presentó un gran auge en la cantidad de solicitudes, estando los privados cada vez más presentes en el mundo de la construcción vial.

Valiéndose de la gran competitividad que el sistema ofrecía, dentro del sistema de concesiones se añadió también la construcción de las pasarelas peatonales, ampliando así el alcance y las responsabilidades de las concesionarias, quienes comenzaron a incluir el diseño y construcción de estas estructuras dentro de sus planificaciones, lo cual se mantiene hasta el día de hoy.

Ejemplo en tramo Santiago-Valparaíso

Si se considera un tramo de estudio clásico en Chile, como lo es el **trayecto entre Valparaíso y Santiago**, un camino de **108 kilómetros** que se recorre a través de la **ruta 68**, es posible identificar un total de **16 pasarelas peatonales**.

De las dieciséis pasarelas identificadas, **solo una es de estructura metálica**, correspondiendo a la pasarela mostrada previamente en la Figura 2.19; mientras que **el resto son todas de hormigón prefabricado**, con diseños similares al mostrado antes en la Figura 2.20, presentando entre sí, importantes diferencias de geometría, al contar con diversos tipos de simetría, cantidad de descansos y dimensiones en general. Esto es un claro ejemplo de la falta de estandarización, ya que existen pasarelas emplazadas a poca distancia que son

radicalmente diferentes entre sí.

2.2.3. Ejemplos de pasarelas típicas

Hoy en día, existe un gran abanico de posibilidades en lo que a diseños de pasarelas peatonales respecta, contando con diversas geometrías y materialidades, siendo esta última característica una de las más diferenciadoras, al existir pasarelas de madera, de acero estructural, de hormigón prefabricado e incluso mixtas, tal como muestran las figuras a continuación, todas ellas pasarelas que siguen de pie actualmente.



Figura 2.18: Pasarela Peatonal Zapallar; materializada en madera.
(Fuente: Google Maps)



Figura 2.19: Pasarela Peatonal Curacaví; materializada en acero estructural.
(Fuente: Google Maps)



Figura 2.20: Pasarela Peatonal Chamorro, Algarrobo; materializada en hormigón prefabricado.

(Fuente: Google Maps)



(a) Tramo 1 de pasarela



(b) Tramo 2 de pasarela



(c) Tramo 3 de pasarela

Figura 2.21: Pasarela Peatonal Santa Bárbara, Renca; materialización mixta.
(Fuente: Google Maps)

2.2.4. Costos y plazos de pasarelas típicas

Según lo indagado en diversos contratos de adjudicación encontrados en los sitios web de licitaciones de mayor renombre en Chile, como lo son Mercado Publico y TodoLicitaciones, fue posible encontrar los siguientes ejemplos:

Pasarela Peatonal Collao



Figura 2.22: Pasarela Peatonal Collao, Concepción.
(Fuente: Google Maps)

- **Descripción:** La pasarela peatonal Collao, construida en los alrededores del Estadio Municipal Alcaldesa Ester Roa Rebolledo, ciudad de Concepción, en la Región del Biobío, fue inaugurada a mediados del año 2015. La estructura está materializada exclusivamente en hormigón armado.
- **Costo estimado:** 510.000.000 [CLP] = 20.400 [UF] de la época
- **Plazo de ejecución:** 120 [días]
- **Referencia:** [6]

Pasarela Peatonal Liceo Agrícola



(a) Vista 1 de pasarela



(b) Vista 2 de pasarela

Figura 2.23: Pasarela Peatonal Liceo Agrícola, Paine.
(Fuente: Google Maps)

- **Descripción:** La pasarela peatonal Liceo Agrícola fue inaugurada a inicios del año 2017, se ubica en los alrededores de la localidad de Paine, en la Región Metropolitana y fue concebida con la finalidad de permitir a los peatones sortear la intersección de dos autopistas, Acceso Sur y Ruta 5 Sur, una zona de intenso tránsito vehicular. Se diferencia de los casos mostrados previamente, ya que en este caso, la estructura presenta tres accesos en vez de dos, complejizando su diseño. En lo que respecta a su materialidad, la estructura integra únicamente elementos de hormigón armado, tanto para los accesos y cruce, como para sus pilares de apoyo.
- **Costo estimado:** 690.000.000 [CLP] = 25.845 [UF] de la época
- **Plazo de ejecución:** 180 [días]
- **Referencia:** [7]

Pasarela Peatonal Angostura N°2



Figura 2.24: Pasarela Peatonal Angostura N°2, San Francisco de Mostazal.
(Fuente: Google Maps)

- **Descripción:** La pasarela peatonal Angostura N°2 fue inaugurada a inicios del año 2017 y se ubica en las cercanías de la comunidad de San Francisco de Mostazal, en la Región del Libertador Bernardo O'Higgins. En este caso, la estructura tiene materialidad mixta, integrando elementos de acero estructural para el cruce y sus apoyos; mientras que para los elementos de acceso se emplean pilares y losas de hormigón armado.
- **Costo estimado:** 605.000.000 [CLP] = 22.650 [UF] de la época
- **Plazo de ejecución:** 150 [días]
- **Referencia:** [8]

Pasarela Peatonal La Pólvara



Figura 2.25: Pasarela Peatonal La Pólvara, Concepción.
(Fuente: Google Maps)

- **Descripción:** La pasarela ubicada en los alrededores de la Población Los Notros, ciudad de Concepción, en la Región del Biobío, fue inaugurada a finales del año 2012. Casi la totalidad de la estructura está materializada en acero estructural, exceptuando sus pilares y fundaciones, lo cuales fueron construidos utilizando hormigón armado.
- **Costo estimado:** 570.000.000 [CLP] = 25.230 [UF] de la época
- **Plazo de ejecución:** 150 [días]
- **Referencia:** [9]

Resumen de costos y plazos típicos

Por lo tanto, en lo que respecta a costos, valiéndose de los ejemplos mostrados previamente, y otros, es posible identificar que, en general, los costos de las pasarelas peatonales oscilan entre los 500.000.000 - 700.000.000 [CLP] del año 2024 (13.200 - 18.500 [UF] de la época), dependiendo de su materialidad y el nivel de mejoramiento de terreno que se requiera según la zona.

Es importante también mencionar, que existen pasarelas de mayor tamaño y con otras materialidades cuyos costos son cercanos a los 900.000.000 [CLP] del año 2024 (23.800 [UF] de la época), en las que además de su gran envergadura, existe una preocupación importante por su diseño arquitectónico.

Por otro lado, en lo que respecta a plazos totales, valiéndose de los ejemplos mostrados y de otros encontrados, es posible estimar que, en general, los plazos totales asociados a la construcción, adecuación y apertura de este tipo de obras varían entre los 6 y 11 meses (180 a 330 días).

Capítulo 3

Metodología

3.1. Revisión de la normativa actual

Para estudiar en detalle el estado del arte actual referente al diseño de pasarelas peatonales en Chile, se examinarán cuatro documentos de libre acceso, los cuales son:

- Manual de Carreteras: Edición 2023.
- Manual de Señalización de Tránsito: Edición 2020.
- Ley N. º 20.422 “Normas sobre Igualdad de Oportunidades e Inclusión Social de Personas con Discapacidad”.
- Ley N. º 20.753 “Sobre normas de seguridad mínimas de las pasarelas peatonales y los pasos desnivelados o puentes”

Estos forman parte de la normativa actual dispuesta por el Ministerio de Obras Públicas del gobierno de Chile, y en ellos se determinan los criterios mínimos a considerar en el diseño de pasarelas peatonales, además de indicar los requerimientos en aspectos de seguridad e inclusión que se han implementado a lo largo de las últimas dos décadas.

3.2. Identificación de las pasarelas peatonales existentes en Chile

Para construir el levantamiento de información referente a las pasarelas ubicadas en las principales carreteras y autopistas en Chile, se deberán ubicar las pasarelas construidas a lo largo de dichas vías.

Esto se realizará de forma virtual, comenzando la inspección desde cero, y haciendo uso del software Google Earth. Para ello, se propone realizar un recorrido del país, en sentido

norte-sur, en donde, mediante inspección visual, se procederá a identificar minuciosamente cada pasarela peatonal construida a lo largo de las vías recorridas, especificando:

- Coordenadas GMT.
- Región en la que está construida.
- Carretera o autopista que cruza.

3.3. Estudio de tipologías más comunes de pasarelas peatonales

Una vez que se cuente con el registro en el que se especificará la ubicación de cada una de las pasarelas peatonales a estudiar, se requerirá volver a hacer uso del software Google Earth, esta vez para visualizar en detalle las características de cada una de las pasarelas encontradas.

En función de las imágenes obtenidas de cada una de las pasarelas, se procederá a realizar un listado aún más detallado de ellas, incluyendo ahora características que pudieron identificarse mediante la inspección virtual visual, las cuales son:

1. Materialidad
2. Simetría
3. Cantidad de pilares centrales
4. Presencia de rampa de acceso
5. Descansos por acceso
6. Presencia de escaleras adyacentes
7. Luminaria
8. Fabricante

3.4. Entrevistas con profesionales

Para complementar la información recopilada previamente, se llevarán a cabo entrevistas con profesionales de dos áreas clave:

- La primera, es la referente a las fábricas de elementos prefabricados de hormigón, donde se busca conocer en detalle cómo funcionan los procesos de producción de este tipo de elementos y las innovaciones que existen actualmente en el mercado.

- La segunda, es una corporación sin fines de lucro dedicada a evaluar el cumplimiento de la ley de accesibilidad universal en Chile. Esta organización trabaja para asegurar que los espacios públicos y privados sean accesibles para todas las personas, independientemente de sus capacidades.

El objetivo de dichas entrevistas, es proporcionar una visión integral de cómo se están abordando estos desafíos en ambos sectores, y encontrar un punto de encuentro que sirva de directriz para determinar qué buenas prácticas considerar para el diseño de pasarelas peatonales realmente inclusivas.

3.5. Definición de criterios comunes para el diseño

En base a los análisis previos y a la opinión de los expertos entrevistados, se determinarán los criterios, que pueden ser comunes, a considerar en la guía para estandarizar el diseño de pasarelas peatonales.

3.6. Propuesta de guía para estandarizar el diseño de pasarelas

Considerando los criterios establecidos con anterioridad, se procederá a la elaboración de una guía de diseño que detallará, particularmente, los aspectos funcionales y geométricos que deberán implementarse en el diseño de pasarelas peatonales. Esto con el objetivo de garantizar que estas estructuras permitan un uso seguro y autónomo a sus usuarios.

3.7. Tabla resumen - Metodología

Por lo tanto, a modo de resumen, se genera la tabla 3.1, en la que se especifican los objetivos específicos de este trabajo, las herramientas de la metodología que se utilizarán para alcanzarlos, y el capítulo de esta memoria en el que se hará énfasis en cada una de ellas.

Tabla 3.1: Objetivos específicos y herramientas de la metodología asociadas.

Objetivo específico	Herramienta de la Metodología	Capítulo
Estudiar las exigencias y requisitos que menciona la normativa vigente referente de diseño de pasarelas peatonales en Chile.	Estudio de la normativa actual de diseño de pasarelas.	Capítulo 4
Recopilar información referente a las diversas pasarelas peatonales existentes en las principales carreteras y autopistas del país.	Identificación de pasarelas existentes.	Capítulo 5
Estudiar las diferentes soluciones de diseño que se han implementado en Chile para construir pasarelas peatonales.	Identificación de tipologías de pasarelas más comunes.	Capítulo 5
Desarrollar una guía para estandarizar el diseño de pasarelas	Entrevistas con profesionales.	Anexo 7.5
	Definición de criterios comunes.	Capítulo 6
	Propuesta de guía de diseño.	Capítulo 6

Capítulo 4

Elementos de diseño de pasarelas peatonales



Figura 4.1: Pasarela Agricultor
(Fuente: Google Earth)

4.1. Objetivos de una pasarela peatonal

Una pasarela peatonal, como la mostrada en la figura 4.1, es un tipo de estructura de servicio necesaria para permitir el tránsito seguro de peatones en zonas donde hay vías de circulación a alta velocidad, pues tal como indica el Manual de Señalización de Tránsito, en su Capítulo 6: Facilidades Explícitas para Peatones y Ciclistas: *Se debe contar con facilidades explícitas que deben habilitarse en las vías públicas para permitir que los peatones puedan cruzar las calzadas en adecuadas condiciones de seguridad cuando existen riesgos para realizar dicha maniobra.*

En el manual se menciona que una de las clasificaciones de dichas facilidades explícitas son los **Pasos Peatonales a Desnivel**, definidos como una: *Estructura elevada sobre el nivel de la calzada, comúnmente denominada "Pasarela", o paso bajo la calzada (túnel), que posibilita cruzar la vía sin que haya interferencia alguna entre vehículos y peatones. Se*

habilitan generalmente en autopistas y autovías, pudiendo usarse también en otras vías donde los vehículos circulan a altas velocidades y/o el flujo vehicular es muy elevado, o donde se registran atropellos frecuentemente..[5]

De lo anterior, se desprende claramente la importancia de las pasarelas peatonales emplazadas en autopistas radica en la seguridad que estas otorgan tanto a los peatones como a los conductores, evitando las posibilidades de colisiones o accidentes provocados por el cruce imprudente de peatones en la vía.

4.2. Estructuración de una pasarela peatonal

La estructura de una pasarela peatonal se compone a grandes rasgos de tres partes, identificables en la figura 4.2. Estas son:

1. **Superestructura:** Abarca todo lo relacionado a la superficie de circulación de la pasarela
2. **Infraestructura:** Engloba a los elementos de apoyo que permiten la estabilidad de la estructura
3. **Accesorios:** Incluye aquellos elementos referentes a seguridad, iluminación y otros.

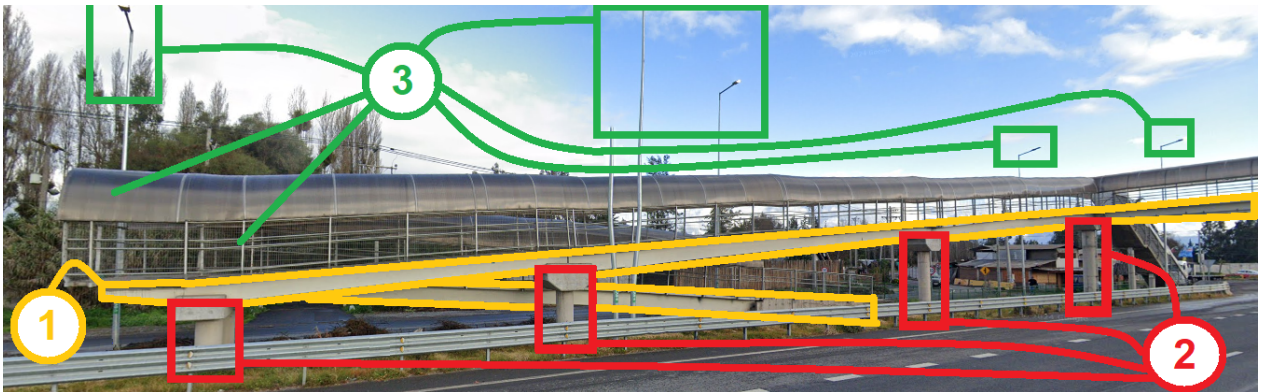


Figura 4.2: Estructuración de una pasarela peatonal.

4.2.1. Superestructura

La Superestructura es aquella parte del puente que permite la continuidad del camino con su calzada y bermas, sobre un río u otra vía. Esta parte soporta el paso de las cargas móviles, las que trasmite a la infraestructura a través de los sistemas de apoyo, y está conformada por uno o más tramos dependiendo de la cantidad de apoyos que la sustenten. En el caso particular de las pasarelas, la superestructura es aquella parte de la estructura que permite el paso de un pasillo peatonal y/o una Ciclovía sobre un río o un camino. La superestructura, a su vez, está formada por las siguientes partes:

I. Tablero:

Está constituido por la superficie de circulación. El tablero puede contemplar además barreras de contención que separen el tránsito peatonal y el de bicicletas.

II. Sistema Estructural del Tablero:

Es el sistema encargado de proporcionar la capacidad de soporte de cargas del tablero. El sistema estructural del tablero puede ser de madera, hormigón armado, pretensado, o acero y se apoya habitualmente sobre vigas longitudinales, dependiendo de la longitud de los tramos.

III. Sistema de Vigas del Tablero:

Está constituido por vigas longitudinales y transversales, las que permiten la transmisión de las cargas que actúan sobre la superestructura a la infraestructura, y a través de ella, al suelo donde se funda el puente o pasarela. En los casos de puentes cuyo sistema estructural del tablero es una losa de hormigón, el sistema de vigas habitualmente se omite, traspasando las cargas de la superestructura a la infraestructura directamente desde la losa.

IV. Sistemas de Apoyo, Anclajes Antisísmicos, Juntas de Expansión:

Entre la superestructura y la infraestructura se encuentran los sistemas de apoyo del puente. Para evitar los desplazamientos verticales de la superestructura de sus apoyos durante un sismo, se contemplan sistemas de anclajes antisísmicos entre la superestructura y la infraestructura. Ante los cambios de longitud por variaciones de temperatura y desplazamientos sísmicos, la superestructura requiere de juntas de expansión que permitan su movilidad; estas juntas habitualmente consideran protecciones en los bordes (cantoneiras) y en los puentes más modernos, sellos elastoméricos que impiden la filtración del agua y suciedad hacia las zonas de apoyo.

4.2.2. Infraestructura

La infraestructura es aquella parte de la pasarela donde se apoya la superestructura y a través de la cual se transmiten las cargas al terreno de fundación. Ésta está compuesta por los siguientes elementos:

I. Pilares

También llamadas pilas, son los apoyos de pasarelas y puentes con superestructuras constituidas por más de un tramo, su labor principal es permitir la materialización en altura de la pasarela peatonal, transmitiendo las cargas recibidas hacia las fundaciones.

II. Fundaciones

Son las encargadas de traspasar al terreno las cargas de los pilares y estribos, sean éstas peso propio, cargas móviles, sísmicas, empujes de tierra, etc. Fundamentalmente existen tres tipos de fundaciones, directa, pilotes y cajones o pilas de fundación.

4.2.3. Accesorios

Los accesorios de una estructura, son aquellos elementos que se enfocan en garantizar un uso funcional y seguro a los usuarios para los que está destinada. En el caso particular de las pasarelas peatonales, dentro de ésta categoría se incluyen los elementos de seguridad e iluminación, y las señaléticas.

4.3. Principales elementos que componen una pasarela

Tal como se indica, a forma de diagrama, en la figuras 4.3, 4.4 y 4.5 mostradas a continuación, los 15 elementos que conforman esencialmente a una pasarela peatonal, son:

- | | | |
|--------------------------|----------------------------|--------------------------------------|
| (1) Rampa de acceso | (6) Pasamanos | (11) Ancho libre |
| (2) Cruce | (7) Valla desincentivadora | (12) Ancho total |
| (3) Malla envolvente | (8) Pilares | (13) Tramos de rampa |
| (4) Baranda de seguridad | (9) Postes de iluminación | (14) Descansos |
| (5) Valla antivandálica | (10) Gálibo vertical | (15) Descansos entre tramos de rampa |

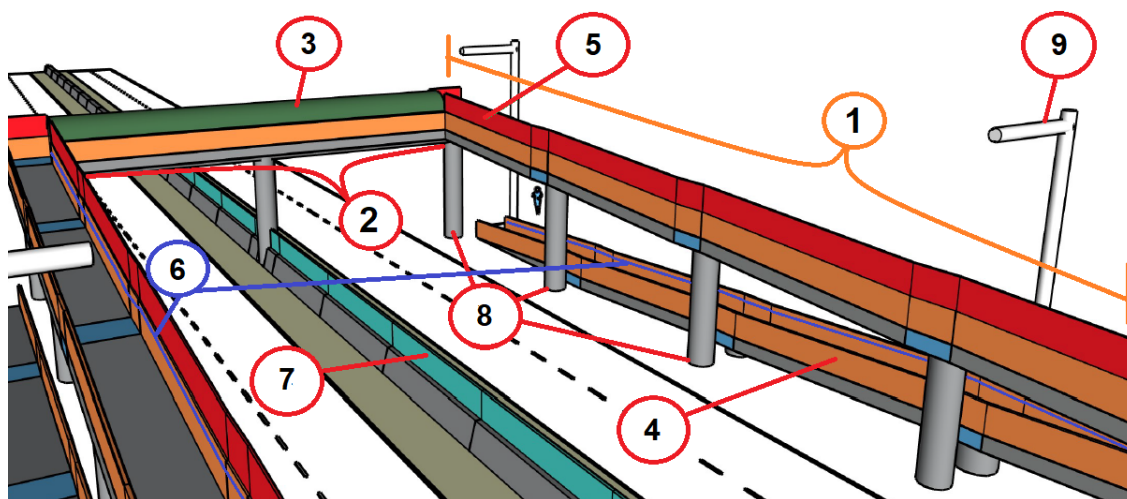


Figura 4.3: Elementos que componen una pasarela, parte 1.

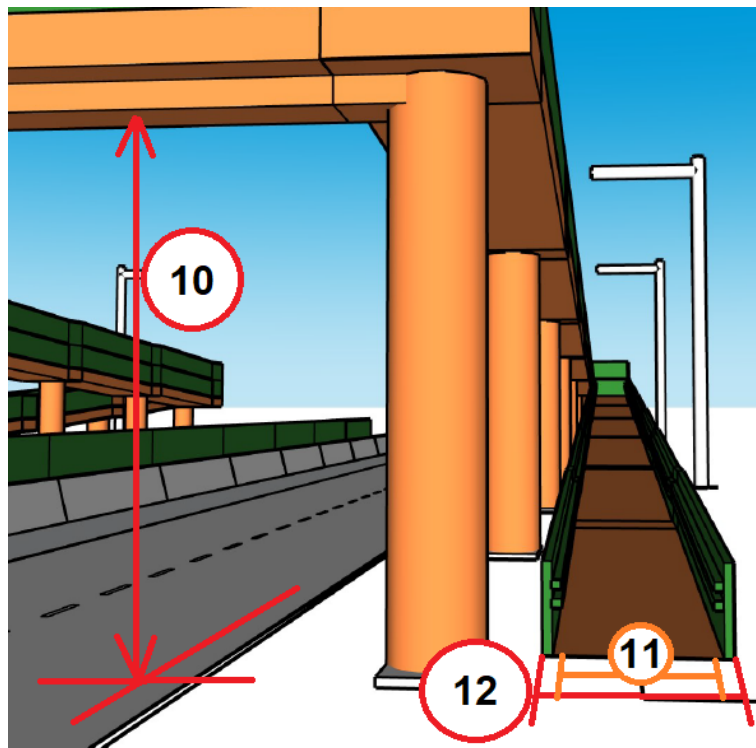


Figura 4.4: Elementos que componen una pasarela, parte 2.

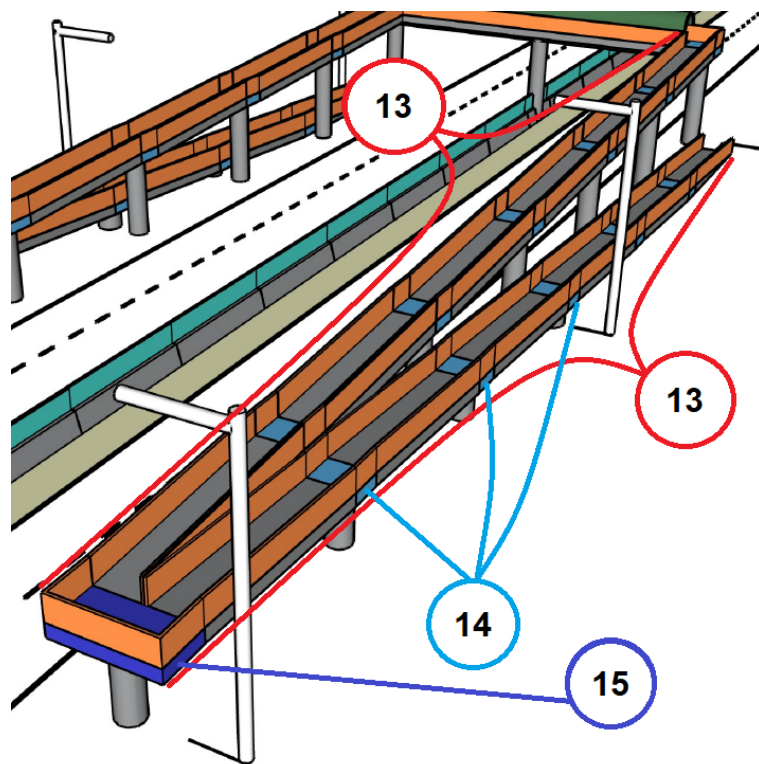


Figura 4.5: Elementos que componen una pasarela, parte 3.

4.3.1. Rampa de acceso

Corresponde a la parte de la pasarela conformada por una superficie inclinada que permite al peatón enlazar su vía de circulación con el cruce de la pasarela de forma segura.

4.3.2. Cruce

Corresponde a la parte de la pasarela que cruza transversalmente la vía u obstáculo por sobre el nivel del suelo, permitiendo conectar al peatón, mediante rampas de acceso, con su vía de circulación.

4.3.3. Malla envolvente

Elemento de cierre transversal que impide el traspaso de peatones y particularmente el lanzamiento de proyectiles fuera de la superficie de circulación de la pasarela.

4.3.4. Baranda de seguridad

Sistema de contención dispuesto a lo largo de todo el perímetro de la pasarela con el objetivo de garantizar la seguridad de los peatones que circulan por ella al evitar caídas o desvíos.

4.3.5. Mallas antivandálicas

Elementos diseñados para resistir actos de vandalismo y garantizar la seguridad de los usuarios y vehículos que circulan por debajo. Se instalan en los laterales de las pasarelas para evitar que se arrojen objetos a la carretera, sirviendo, además, como barreras de seguridad extra, evitando caídas accidentales.

4.3.6. Pasamanos

Elemento de soporte con forma de riel, diseñado para ser agarrado por la mano del peatón durante el trayecto, proporcionándole estabilidad. Es un elemento de sujeción y guía para las manos de las personas, encontrándose a una altura de agarre.

4.3.7. Valla desincentivadora

Sistema de contención utilizado en las pasarelas peatonales sobre carreteras y autopistas. Su objetivo principal es desalentar a las personas de cruzar las carreteras de manera insegura,

incentivándolas a utilizar las pasarelas, se colocan a lo largo de las carreteras y autopistas, especialmente en áreas donde las personas suelen cruzar de manera imprudente. De esta manera, contribuyen a la seguridad de los peatones y a la eficiencia del tráfico.

4.3.8. Pilares

Estructuras verticales de apoyo de la pasarela. Son los elementos fundamentales de la infraestructura, encargados de transmitir las cargas del cruce y rampas hacia el terreno.

4.3.9. Postes de Iluminación

Estructura vertical encargada de soportar la luminaria y otorgar iluminación a la pasarela peatonal. Tiene un rol fundamental durante la noche, garantizando la visibilidad del camino y mejorando la seguridad del espacio.

4.3.10. Gálibo vertical

Corresponde a la altura libre comprendida entre la superficie de rodadura y el punto más bajo de la pasarela peatonal. Según lo estipulado en el Manual de carreteras, no deberá ser menor a 5,5 m en pasarelas peatonales.

4.3.11. Ancho libre

Es el ancho disponible para que circulen los peatones a lo largo de la pasarela, debe ser medido entre los bordes internos de los pasamanos de ambos lados de la superficie de circulación.

4.3.12. Ancho total

Es la distancia comprendida entre ambos extremos del elemento estructural que compone la superestructura. Es mayor al ancho libre ya que considera el espesor de barandas, pasamanos y bordes libres.

4.3.13. Tramos de rampa

Son las secciones longitudinales que componen la rampa de la pasarela, siendo cada tramo una superficie continua que sorte una diferencia de altura con un determinado grado de pendiente. Las rampas pueden tener varios tramos, dependiendo de su extensión y de dónde se quiere ubicar su acceso.

4.3.14. Descansos

Corresponden a unas áreas planas dispuestas de forma continua a lo largo de la rampa de la pasarela. Éstas permiten que los peatones puedan descansar durante el recorrido.

4.3.15. Descansos entre tramos de rampa

Son descansos de mayor superficie, dispuestos entre dos tramos de rampa. Estos permiten enlazar distintos tramos de rampa, además de permitir descansar a los peatones durante su trayecto.

4.4. Materialidades

En la actualidad, a nivel nacional se trabaja principalmente con cuatro tipos de materiales para la construcción de pasarelas peatonales, estos son:

1. Estructura metálica (Acero).
2. Hormigón.
3. Madera.
4. Mixto.

4.4.1. Pasarelas de Estructura Metálica (Acero)



Figura 4.6: Pasarela peatonal materializada en acero estructural.
(Fuente: Google Maps)

Corresponde a pasarelas conformadas principalmente de Acero estructural. Su uso se ha masificado en el último tiempo, debido a su estabilidad y excelente desempeño, siendo también una opción rápida de construir.

4.4.2. Pasarelas de Hormigón



Figura 4.7: Pasarela peatonal materializada en hormigón prefabricado.
(Fuente: Google Maps)

Este tipo de pasarelas están conformadas por vigas prefabricadas y conectadas entre sí, que se montan directamente sobre pilares de hormigón armado (prefabricados o construidos in situ). Son hoy en día las pasarelas peatonales que requieren menores periodos constructivos, lo que ha implicado un masivo aumento en su uso a lo largo del país.

4.4.3. Pasarelas de Madera



Figura 4.8: Pasarela peatonal materializada en madera.
(Fuente: Google Maps)

Son pasarelas materializadas casi exclusivamente en madera, en las que se tiene principal cuidado en lo que respecta a su estética, buscando que no sea disruptiva, mimetizándose de

forma armoniosa con el lugar en el que será emplazada. Debido a la gran cantidad de detalles que implica su diseño y construcción, son las pasarelas menos utilizadas a lo largo de Chile.

4.4.4. Pasarelas Mixtas



Figura 4.9: Pasarela peatonal materializada en hormigón y acero.
(Fuente: Google Maps)

Este tipo de pasarelas se caracterizan por contar con más de un tipo de materialidad predominante. Las pasarelas de materialidad mixta más comunes son aquellas que combinan el uso de hormigón armado y estructuras enrejadas de acero.

En la actualidad es una solución diseñada para resaltar la estética de la estructura, aunque también se prioriza su uso en zonas con industria siderúrgica predominante, como es el caso de ciertas zonas del sur de Chile.

4.5. Normativas de diseño estructural

4.5.1. Generalidades

A rasgos generales, el Manual de Carreteras establece que el diseño y análisis estructural de las pasarelas peatonales se debe realizar según lo indicado en en los siguientes documentos:

- Capítulo 3.1000 del MC-V3, Instrucciones y Criterios de Diseño.
- AASHTO Standard Specifications for Highway Bridges, 17th Edition (2002) o posteriores, en adelante, la Norma AASHTO estándar.

- AASHTO LRFD Bridge Design Specifications, 6th Edition (2012) o posteriores, en adelante, la Norma AASHTO LRFD.

En lo que no se contradiga con las disposiciones establecidas en los documentos anteriores, regirán las establecidas en los siguientes documentos:

- Volumen N^o 2, Procedimientos de Estudios Viales, del Manual de Carreteras
- Normas Chilenas del Instituto Nacional de Normalización (INN).

El uso de normas complementarias para casos no contemplados en los documentos anteriores deberá contar con la aprobación previa de la Dirección de Vialidad.

Serán aplicables también, para el diseño estructural de las pasarelas, las disposiciones establecidas en la LRFD Guide Specifications for Design of Pedestrian Bridges, de la norma AASHTO, edición diciembre 2009 o posteriores, en todo lo que no se contradiga con lo establecido en el Manual de Carreteras.

En las autopistas, las infraestructuras y superestructuras de las pasarelas serán diseñadas preferentemente en hormigón armado o pretensado. En los tramos de rampas que se conformen con vigas y losa, los apoyos deberán emplazarse por sobre el nivel de terreno natural.

4.5.2. Cargas de Diseño

En la Sección 3 de la Norma AASHTO se definen y detallan todas las cargas que se deben contemplar en el diseño de los puentes y obras afines, como éstas se deben combinar y como se deben distribuir en los tableros. Conforme se señala en el artículo 3.2 de la Norma AASHTO, las estructuras se deben diseñar para soportar las siguientes cargas:

- Cargas permanentes: peso propio estructura, peso propio pavimento, pasillos, barandas y barreras, etc.
- Cargas vivas: cargas móviles de vehículos y peatones.
- Efecto dinámico o impacto de las cargas móviles
- Cargas sísmicas
- Otras cargas, cuando existen, tales como: cargas de viento, fuerzas longitudinales, fuerzas centrífugas, esfuerzos térmicos, subpresión, acortamiento elástico, esfuerzos de montaje.

Las combinaciones de carga en el diseño se harán ciñéndose a lo establecido en la Parte B de la Sección 3 de la Norma AASHTO.

La distribución de carga en los tableros se realizará conforme se establece en la Parte C de la Sección 3 de la Norma AASHTO

Cargas de Pasillo, Soleras, Pasarelas Peatonales. En el Artículo 3.14 de la Norma AASHTO se establecen las disposiciones referentes a cargas de pasillo, soleras y pasarelas peatonales. Las disposiciones para cargas de barandas y barreras se detallan en el Artículo 2.7 de la Norma AASHTO.

Las pasarelas peatonales y para ciclovías se diseñarán para una sobrecarga peatonal de 440 kgf/m^2 (90 PSF) definida en la “LRFD Guide Specification for Design of Pedestrian Bridges” de la AASHTO, edición diciembre 2009 o posteriores.

En general, las pasarelas peatonales no serán diseñadas para el tránsito de vehículos menores sean éstos de mantención u otros, salvo que la Dirección de Vialidad haya contemplado, en las bases del estudio, que la pasarela deberá permitir el paso de vehículos menores. En este caso, las bases del estudio deberán especificar las características del vehículo y de las cargas asociadas a éste.

4.5.3. Diseño Sísmico

Los movimientos y las fuerzas sísmicos indicados en la especificación del Manual de Carreteras están basadas en una probabilidad de no excedencia de 90 % durante la vida útil de un puente o pasarela, estimada en 50 años, lo que es equivalente a un periodo de retorno medio de 475 años.

a. Consideraciones para Pasarelas de Hormigón Armado construidas in-situ.

Las pasarelas hiperestáticas (conexión rígida entre la columna y la viga) continuas ejecutadas in-situ, mostraron un excelente desempeño durante el terremoto del Maule de Febrero del 2010, en función de esto, la práctica chilena recomienda que:

- El tramo principal debe estar conectado a las rampas, con el fin de que ambos tramos se proporcionen arriostamiento ante un evento sísmico de importancia. Además, el tramo principal y las rampas deben tener continuidad sobre cada eje de apoyo.
- Las columnas se conecten monolíticamente con las vigas a través de una conexión rígida.
- Todas las pasarelas se deben modelar en 3D y utilizar el método modal espectral con el fin de obtener el periodo fundamental de la estructura y obtener con mayor precisión el reparto sísmico en cada columna de la pasarela
- El diámetro o sección mínima de las columnas en las pasarelas debe ser de 60 cm
- En los estribos de las pasarelas, se deben incluir juntas de dilatación, además, las placas deben ser ancladas y los topes sísmicos deben calcularse de acuerdo a la sección 5.4 del Manual de Carreteras.
- Las barras antisísmicas dispuestas en los estribos y cepas se deben calcular de acuerdo con la Sección 5.5 del Manual de Carreteras.

b. Consideraciones para Pasarelas compuestas de elementos prefabricados

En este caso, el Manual de Carreteras dicta que todos los sistemas prefabricados deberán pasar por un proceso de homologación para su aprobación, presentando modelaciones computacionales, ensayos de carga cíclica de la solución global y sus conexiones, certificados de materiales, proceso constructivo, además de cualquier antecedente adicionales que pueda llegar a exigir la Dirección de Vialidad.

En adición a esto, el Manual de Carreteras indica que:

- En el caso de diseñar pasarelas con vigas prefabricadas simplemente apoyadas, se debe lograr la continuidad entre las vigas sobre las columnas con losetas de continuidad u otra solución que genere el mismo comportamiento estructural. Además, se debe lograr la continuidad entre las rampas y el tramo principal.
- En el caso de utilizar columnas prefabricadas, se debe garantizar que su conexión a la fundación sea tal que se genere el empotramiento de la columna y se evite el giro excesivo de la columna en un evento sísmico de importancia.

c. Consideraciones para Pasarelas de Acero

Este trabajo no se enfocará en las pasarelas diseñadas en acero, por lo que el detalle de las consideraciones de diseño para este tipo de materialidades escapa del alcance de la memoria. Para mayor detalle, consultar el Manual de Carreteras, secciones 5.2 y 5.4.

4.5.4. Leyes aplicables

En adición a lo anterior, se deben considerar la obligatoriedad de las siguientes leyes al momento de diseñar Pasarelas peatonales:

- **Ley 20.422**, Normas sobre Igualdad de Oportunidades e Inclusión Social de Personas con Discapacidad.
- **Ley 20.753**, Normas de Seguridad Mínimas de las Pasarelas Peatonales y los Pasos desnivelados o puentes.

4.6. Proceso de licitación, diseño y construcción de pasarelas

4.6.1. Licitación y diseño

Habiendo determinado el lugar en que se va a emplazar la nueva pasarela peatonal, los pasos del proceso de licitación del diseño y construcción son los siguientes:

- (1) El mandante (MOP en caso de autopistas/carreteras no concesionadas, y empresas interviales en caso de autopistas/carreteras concesionadas) llama a una primera licitación para encontrar una empresa de ingeniería que se encargue de diseñar la pasarela peatonal.
- (2) Elegido el ganador de la licitación del diseño, la empresa de ingeniería diseñará la pasarela peatonal según las exigencias entregadas por el mandante.
- (3) Finalizado el diseño realizado por la empresa de ingeniería, se le entrega al mandante, quien lo recepciona y aprueba.
- (4) Con el diseño de la pasarela peatonal a construir, se abre una segunda licitación, esta vez para escoger a la empresa de construcción que se encargará de edificar la pasarela.
- (5) La constructora ganadora de la licitación de construcción procede con su labor, dando inicio a la obra.
- (6) Es en la etapa de construcción donde hoy en día existe un importante espacio para la mejora, ya que gran parte de las pasarelas diseñadas en los últimos años están materializadas con hormigón prefabricado (dado su menor costo y rapidez constructiva), y las empresas encargadas de producir prefabricados solo fabrican ciertas piezas específicas, cuyas dimensiones dependen de los moldes que tienen en sus fábricas, por lo tanto, se requiere adaptar el diseño inicial.
- (7) Al proceso destinado a modificar los componentes definidos inicialmente, de forma tal que la pasarela pueda construirse con los elementos prefabricados disponibles en el mercado, pero sin comprometer su desempeño estructural ni de servicio, se le conoce como "homologación del diseño", proceso del que se encargan las empresas de prefabricados.

4.6.2. Construcción

El proceso constructivo de una pasarela peatonal de hormigón armado suele tener la siguiente secuencia de etapas:

- (1) **Localización y trazado de obra:** Proceso primordial que consta de dos etapas, la primera busca determinar que el sitio donde será emplazada la obra sea el correcto,

para ello se hace uso de monolitos, coordenadas georeferenciadas y equipos topográficos. En la segunda etapa, corresponde demarcar en terreno aquellos sitios que requerirán movimiento de tierras.

- (2) **Movimiento de tierras:** Etapa en que se realizan excavaciones o rellenos de terreno, esto con el objetivo de preparar el terreno para posteriormente construir las fundaciones o terraplenes para el acceso, según corresponda.
- (3) **Fundaciones:** Una vez trazados y excavados los sitios referentes a las fundaciones, se procede a prepararlas. En el contexto de las pasarelas peatonales, prácticamente en la totalidad de casos se hace uso de zapatas aisladas de hormigón armado, por lo que en esta etapa, se procede a preparar los moldes e instalar las armaduras para posteriormente hormigonar en terreno en conjunto con los pilares.
- (4) **Construcción/Instalación de pilares:** Existen dos opciones:
 - Construir pilares in situ: En este caso, se prepara la armadura de la fundación y del pilar en conjunto y posteriormente se hormigona. Esta alternativa suele emplearse en zonas más aisladas, principalmente debido a que permite abaratar costos de transporte en comparación al uso de elementos prefabricados.
 - Instalar pilares prefabricados: En este caso, si el pilar prefabricado es de acero estructural, la fundación ya debería estar hormigonada y deberían ensamblarse mediante el uso de pernos estructurales en su base. Por otro lado, si el pilar prefabricado es de hormigón armado, tendrá varillas expuestas en su borde inferior, permitiéndole ensamblarse con la armadura de la fundación y posteriormente hormigonar, tal como muestra la figura 4.10. Esta última alternativa suele ser la más utilizada.



Figura 4.10: Pilar prefabricado de pasarela.

- (5) **Montaje de vigas:** Una vez que los pilares son instalados y correctamente conectados a las fundaciones, se procede a montar sobre ellos las vigas. Para esto, se hace uso de una grúa pluma que lo levanta y deposita sobre los puntos de apoyo correspondiente, tal como muestra la figura 4.11.



Figura 4.11: Vigas de pasarela siendo montadas, caso 1.

Es relevante mencionar que las vigas de rampa y de cruce tienen leves diferencias en su proceso de montaje, siendo las vigas de cruce aquellas que requieren mayores consideraciones, como ser las últimas en ser montadas o necesitar de cortes de tránsito para su instalación, por ejemplo.

- (6) **Materialización de conexiones:** Luego de que las vigas son montadas sobre los pilares, se procede a materializar su conexión según corresponda. En vigas y pilares de acero estructural, se procede a apernarlas, mientras que en aquellas de hormigón armado, se procede a hormigonarlas in situ.
- (7) **Instalación de elementos de seguridad:** Existen vigas de rampa y de cruce, las primeras con un proceso de montaje menos tedioso que las segundas, como se mencionó anteriormente, y ya que para la instalación de estas últimas se tiene un menor tiempo disponible, la práctica usual es que vengan desde fábrica con los elementos de seguridad ya instalados, requiriendo únicamente su montaje y materialización de las conexiones. Esto no ocurre comunmente con las vigas de rampa, requiriendo éstas que las barandas, pasamanos y vallas se instalen una vez que la pasarela ya está montada. Esta diferencia puede apreciarse con notoriedad en la figura 4.12.



Figura 4.12: Vigas de pasarela siendo montadas, caso 2.

- (8) **Instalación de luminaria:** Una vez montada la pasarela, se procede a instalar la iluminación a su alrededor o sobre ella, según corresponda al diseño, procurando una apropiada iluminación de la estructura y sus accesos durante la noche.
- (9) **Instalación de señaléticas:** Finalmente, ya habiendo montado la pasarela, los elementos de seguridad y de iluminación, se procede a instalar las señaléticas que correspondan, éstas pueden ser señales de localización, que indiquen el nombre de la pasarela en cuestión, u otras.

Capítulo 5

Estudio de Pasarelas Existentes

Para realizar el levantamiento de información referente a las pasarelas peatonales existentes en las principales autopistas y carreteras del país, se opta principalmente por la tercera alternativa propuesta en la metodología, la cual implica hacer uso del software Google Earth para recorrer las distintas vías e identificar las pasarelas mediante la inspección visual.

Se realiza un recorrido de norte a sur, a través de las principales vías identificadas en Google Earth, y en caso de identificar una pasarela peatonal, se registran sus coordenadas GMT, la región en la que está ubicada y la autopistas/carreteras que cruza.

5.1. Vías recorridas para el estudio

Las carreteras, autopistas y vías recorridas virtualmente para identificar las pasarelas peatonales existentes son las mencionadas a continuación, en la tabla 5.1.

Tabla 5.1: Vías recorridas durante el registro de pasarelas peatonales.

Nº	Vía estudiada	Nº	Vía estudiada	Nº	Vía estudiada
1	Acceso Sur	11	Ruta 1	21	Ruta 146
2	Autopista Central	12	Ruta 5	22	Ruta 148
3	Autopista Nororiente	13	Ruta 16	23	Ruta 150
4	Costanera Norte	14	Ruta 57	24	Ruta 154
5	E-30-F	15	Ruta 60	25	Ruta 160
6	Ex-Ruta 5	16	Ruta 64	26	S-10
7	F-30-E	17	Ruta 68	27	S-30
8	F90	18	Ruta 70	28	S-91
9	L-30-M	19	Ruta 78	29	T-20
10	M-50	20	Ruta 128	30	T-270

Para mayor detalle respecto a las vías recorridas para el estudio, consultar 7.3.

5.2. Registro de pasarelas peatonales existentes

Por medio de la inspección de los recorridos mencionados en la sección anterior, y haciendo uso del software Google Earth, fue posible encontrar un total de 501 pasarelas peatonales.

El registro de dichas pasarelas se puede ordenar de diversas maneras, siendo particularmente relevantes en esta sección, dos criterios: Pasarelas por región y Pasarelas por autopista/carretera; estos criterios son útiles, ya que, por un lado, permiten conocer qué vías y qué zonas del país son las que presentan mayor cantidad de estructuras de este tipo.

Para mayor detalle respecto a las pasarelas peatonales identificadas durante el estudio, consultar 7.4.

5.2.1. Pasarelas por región

Clasificando las pasarelas peatonales identificadas según en qué región están construidas, se ha construido el gráfico mostrado en la figura 5.1.

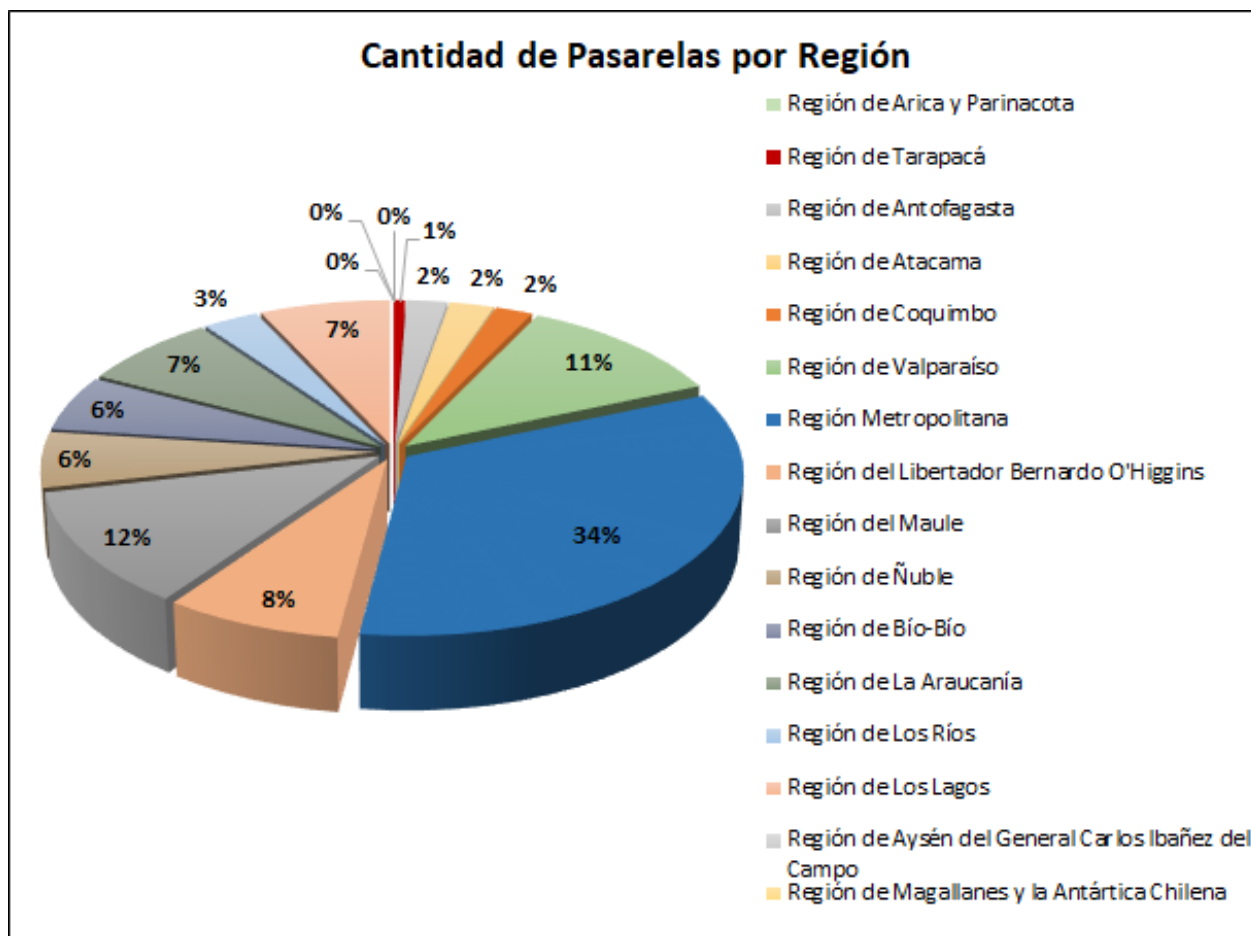


Figura 5.1: Resumen registro de pasarelas peatonales existentes por región.

Gracias a lo mostrado en el gráfico, es posible identificar que un 34% de las pasarelas peatonales existentes en el país están emplazadas en la Región Metropolitana, lo que es más de un tercio del total. Además, se tiene que un 12% de las pasarelas identificadas se ubican en la Región del Maule y un 11% en la Región de Valparaíso.

Lo anterior indica que gran parte de la concentración de este tipo de estructuras está en la zona centro-sur del país, esto tiene total sentido, ya que es en dichas regiones donde es posible identificar mayor presencia de importantes centros urbanos con presencia de autopistas o carreteras en su cercanía.

5.2.2. Pasarelas por autopista/carretera

Clasificando las pasarelas peatonales identificadas según la autopista/carretera que cruzan, se ha construido el gráfico mostrado en la figura 5.2.

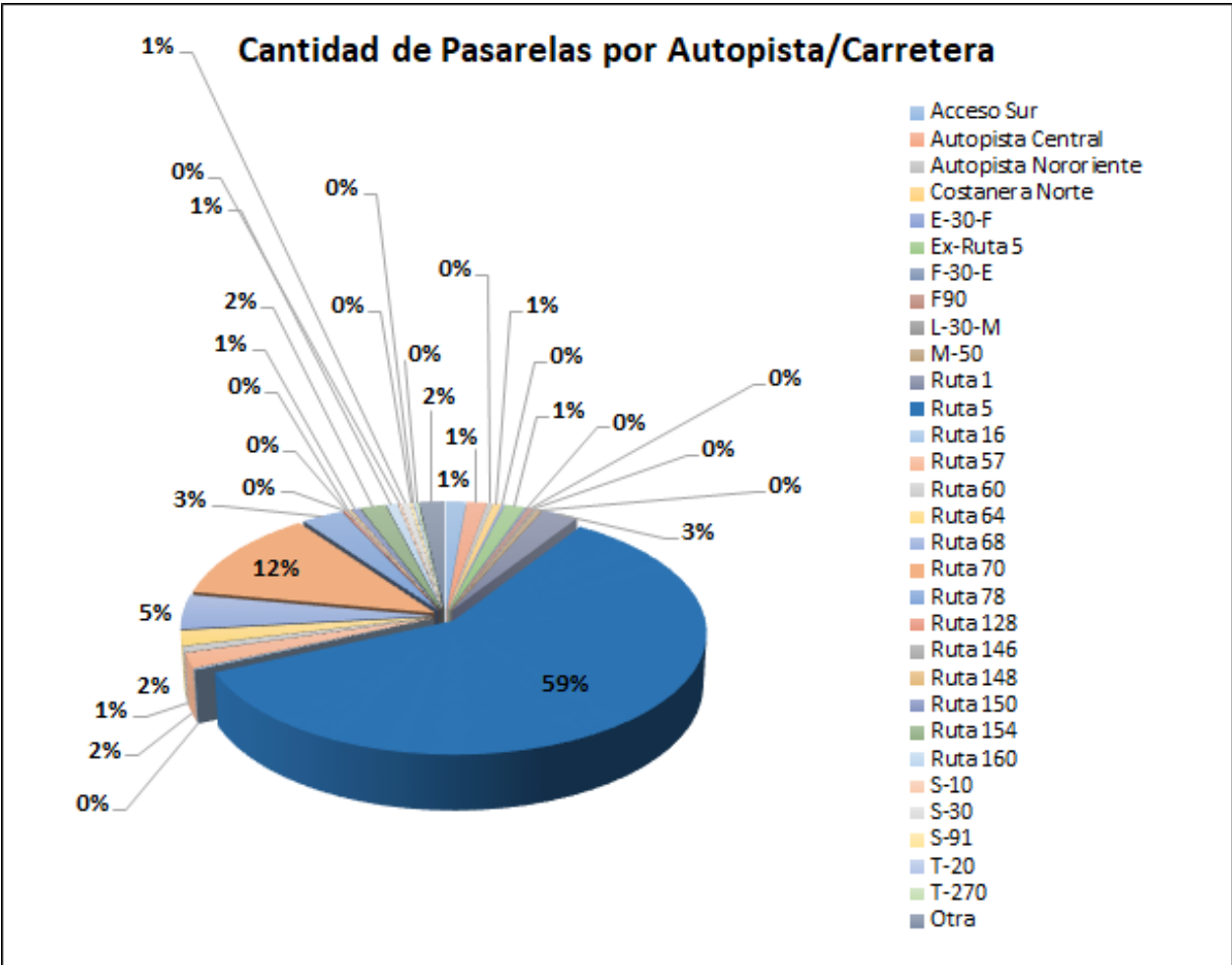


Figura 5.2: Resumen registro de pasarelas peatonales existentes por autopista/carretera.

Según lo mostrado en el gráfico, es posible identificar que un 59% de las pasarelas peatonales existentes en el país están emplazadas a lo largo de la Ruta 5, lo que es más de la mitad

del total. Además, se tiene la segunda vía con mayor presencia de pasarelas peatonales es la Ruta 70, con un 12 % del total.

Estos valores son un fiel reflejo de la realidad, ya que la Ruta 5 es la principal carretera del país, recorriendo casi la totalidad de este en la dirección norte-sur, por lo que tiene sentido que la mayoría de las pasarelas estén dispuestas a lo largo de ésta. En lo que respecta a la Ruta 70, es posible aplicar un argumento similar, ya que al es la principal autopista de la Región Metropolitana, región que previamente se identificó como aquella con la mayor presencia de pasarelas.

Para mayor detalle respecto a la ubicación de las pasarelas peatonales identificadas y la vía que cruzan, consultar 7.4.

5.3. Estadística de las principales características de las pasarelas peatonales existentes

En adición al análisis anterior, posteriormente se inspecciona visualmente cada una de las pasarelas encontradas, registrando su materialidad, las principales características que definen su tipología y su fabricante.

Dicha información se resume en los gráficos mostrados a continuación, en donde se clasifican las pasarelas identificadas según la consideración de diversos criterios.

5.3.1. Materialidad

Clasificando las pasarelas peatonales identificadas según el material con el que están construidas, se ha construido el gráfico mostrado en la figura 5.3.

Según lo mostrado en el gráfico, es posible identificar que un 80 % del total de las pasarelas identificadas están hechas de hormigón prefabricado, contando con una presencia muy superior en comparación a las otras materialidades.

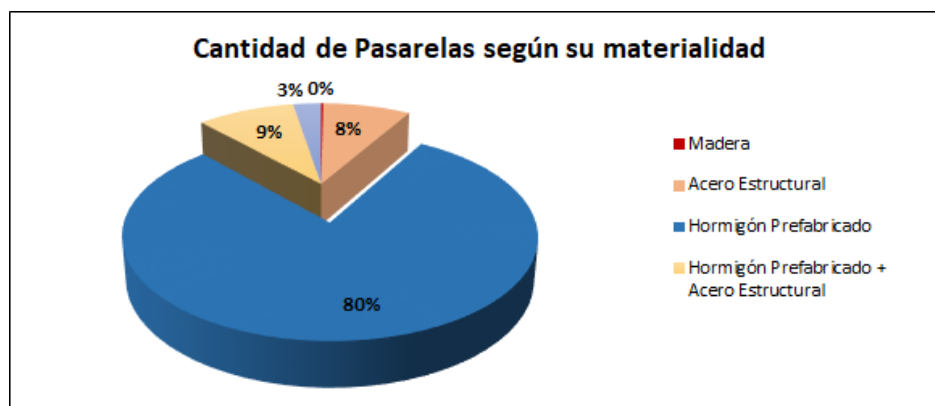


Figura 5.3: Tipologías de pasarelas peatonales existentes, resumen según materialidad.

5.3.2. Simetría

Clasificando las pasarelas peatonales identificadas según su simetría vista en planta, se ha construido el gráfico mostrado en la figura 5.4.

En este caso, es posible identificar que un 55% del total de las pasarelas identificadas son simétricas. Este no es un porcentaje lo suficientemente alto como para sugerir que existe preferencia por este tipo de tipología al momento de diseñar pasarelas.

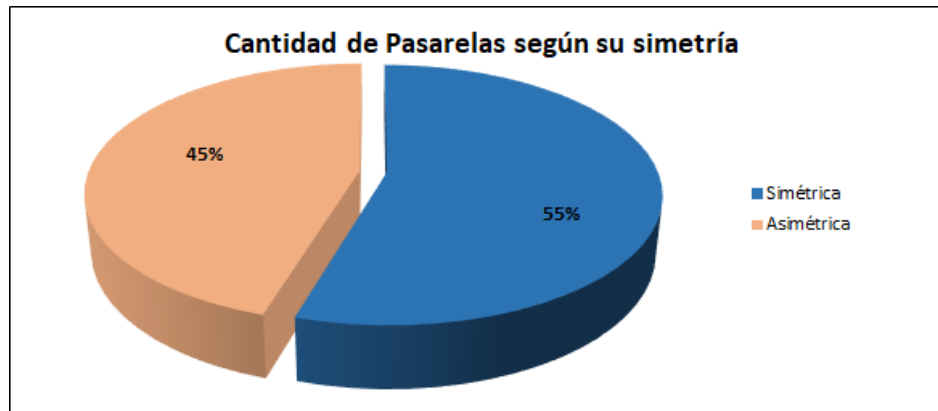


Figura 5.4: Tipologías de pasarelas peatonales existentes, resumen según simetría.

5.3.3. Cantidad de pilares centrales

Clasificando las pasarelas peatonales identificadas según la cantidad de pilares centrales que sostienen el cruce, se ha construido el gráfico mostrado en la figura 5.5.

Aquí se muestra que un 67% del total de las pasarelas identificadas cuentan con un pilar intermedio. Esto indica que gran parte de las pasarelas del país están emplazadas a lo largo de vías que cuentan con una mediana en su calzada.

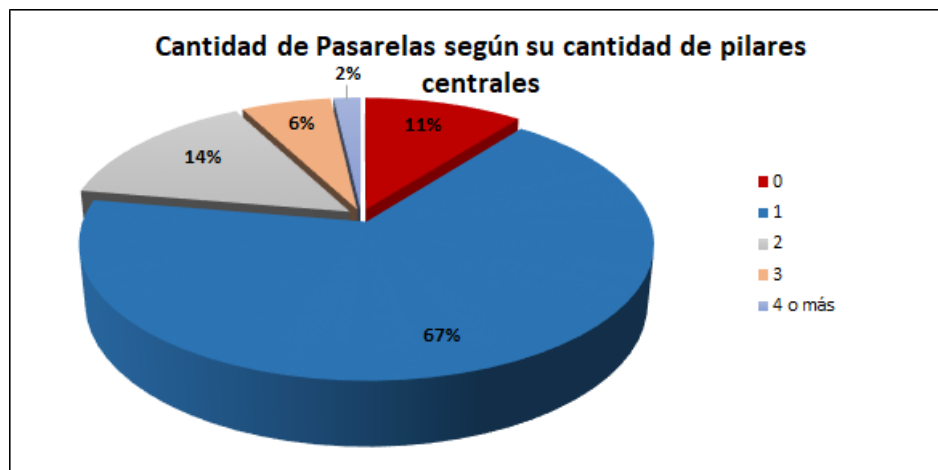


Figura 5.5: Tipologías de pasarelas peatonales existentes, resumen según cantidad de pilares centrales.

5.3.4. Presencia de rampas de acceso

Clasificando las pasarelas peatonales identificadas según el uso de rampas para su acceso, se ha construido el gráfico mostrado en la figura 5.6.

Según lo mostrado en el gráfico, es posible identificar que solo un 93% del total de las pasarelas identificadas tienen un acceso mediante rampas. Esto no es correcto, ya que pese a los más de diez años de vigencia de la ley 20.422, siguen existiendo estructuras de uso público que no garantizan de manera efectiva la accesibilidad universal.

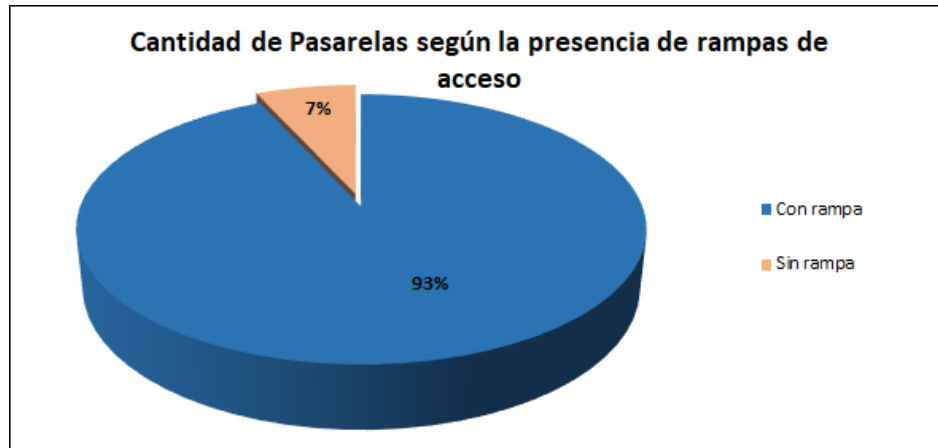


Figura 5.6: Tipologías de pasarelas peatonales existentes, resumen según presencia de rampas de acceso.

5.3.5. Cantidad de descansos por trayecto

Clasificando las pasarelas peatonales identificadas según la cantidad de descansos disponibles en un trayecto de las rampas, se ha construido el gráfico mostrado en la figura 5.7.

Gracias al gráfico, es posible identificar que un 62% del total de las pasarelas identificadas no cuentan con descansos a lo largo de su trayecto. Esto es alarmante, ya que ese tipo de elementos son esenciales para garantizar un uso seguro de este tipo de estructuras a personas en situación de discapacidad.

Tal como se evidenció en el caso anterior, este es otra prueba de que actualmente siguen existiendo estructuras de uso público que no garantizan de manera óptima la accesibilidad universal.

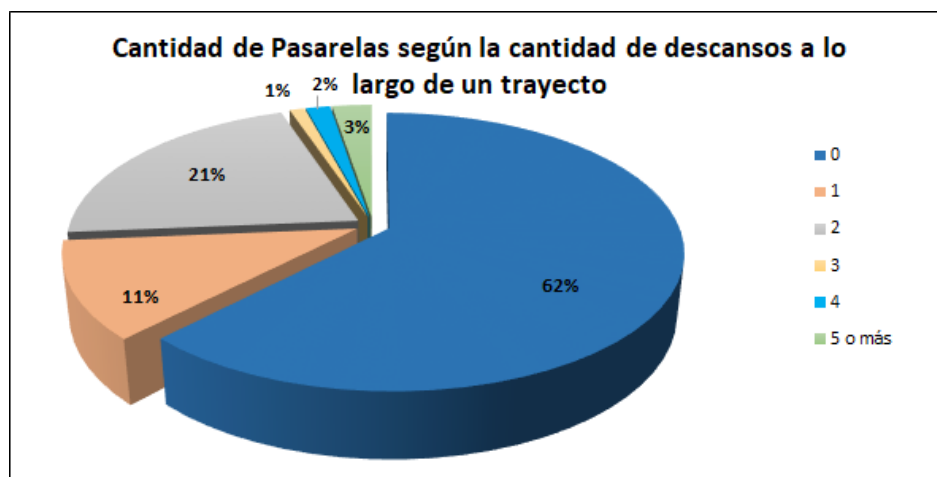


Figura 5.7: Tipologías de pasarelas peatonales existentes, resumen según cantidad de descansos a lo largo de un trayecto.

5.3.6. Presencia de escalera auxiliar

Clasificando las pasarelas peatonales identificadas según el uso de escaleras para su acceso, se ha construido el gráfico mostrado en la figura 5.8.

Aquí, es posible identificar que un 89% del total de las pasarelas identificadas no cuentan con escaleras para acceder a ellas. Esto se explica a que gran parte de ellas actualmente tiene acceso exclusivamente mediante rampas, buscando así cumplir con los principios de accesibilidad universal, y dejando de lado el uso de escaleras auxiliares, al implicar costos adicionales.

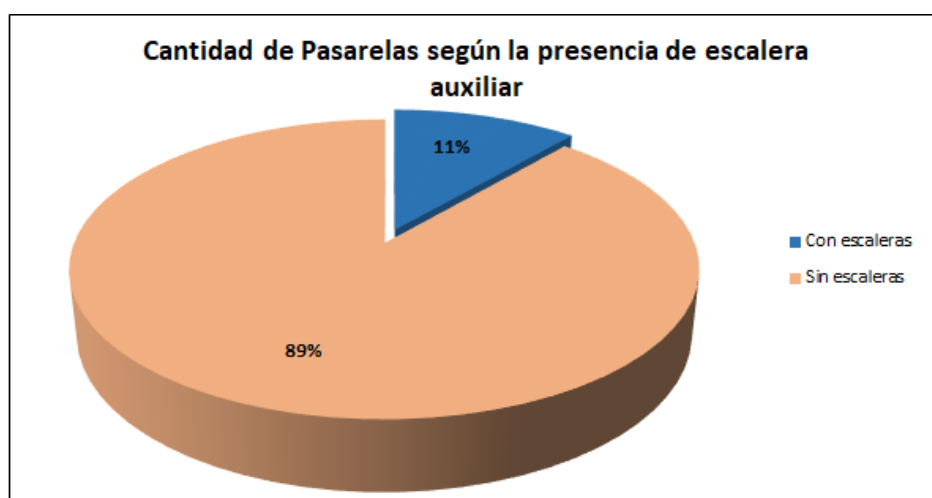


Figura 5.8: Tipologías de pasarelas peatonales existentes, resumen según presencia de escaleras adyacentes.

5.3.7. Presencia de luminaria

Clasificando las pasarelas peatonales identificadas según la presencia de postes de iluminación, se ha construido el gráfico mostrado en la figura 5.9.

En este caso, es posible identificar que un 98 % del total de las pasarelas identificadas cuentan con iluminación apropiada. Esto, implica que aún hay un espacio para mejorar, ya que contar con una apropiada iluminación es esencial para garantizar un uso seguro de este tipo de estructuras a los peatones.

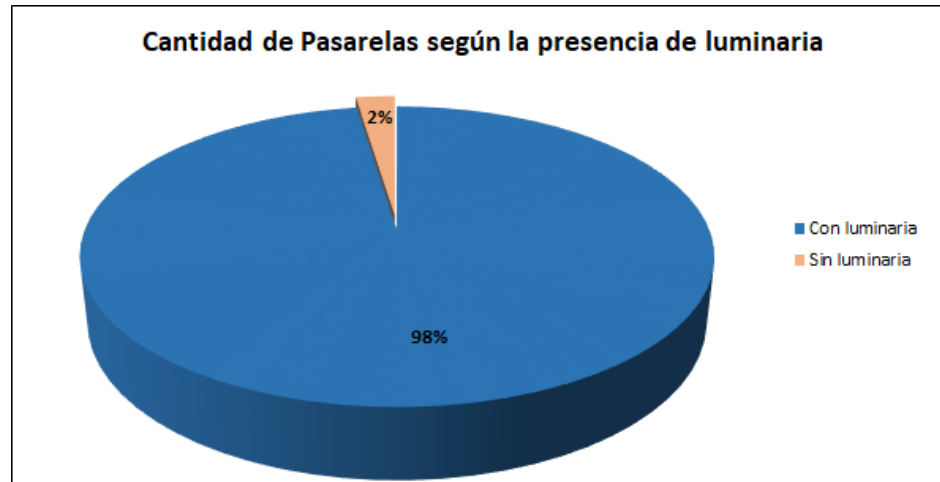


Figura 5.9: Tipologías de pasarelas peatonales existentes, resumen según presencia de luminaria.

5.3.8. Fabricante

En lo que respecta a los fabricantes de pasarelas, debido a la antigüedad de las estructuras, hay un 84 % del total de ejemplares cuyos fabricantes no se han podido identificar. Sin embargo, entre aquellas cuyos fabricantes sí fue posible determinar, existe una clara tendencia, siendo TENSACON, HORMISUR y PRETESA, con un 7 %, 5 % y 2 % respectivamente los fabricantes con mayor cantidad de ejemplares, todas ellas, empresas enfocadas en la prefabricados de elementos de hormigón armado.

Conocer esto es útil, ya que si se aspira a una futura guía de estandarización, es necesario conocer qué fabricantes tienen mayor peso en la industria, ya que así se puede llegar a determinar qué piezas prefabricadas pueden conseguirse en el mercado actual.

5.3.9. Tablas resumen

A continuación, en las tablas 5.2 y 5.3, se resume la información mostrada en los gráficos de registro de pasarelas y estudio de tipologías respectivamente.

Registro de pasarelas peatonales existentes

Tabla 5.2: Resumen registro de pasarelas existentes.

Criterio	Casos más comunes	Porcentaje
Pasarelas según región en la que están emplazadas	Región Metropolitana	34 %
	Región del Maule	12 %
	Región de Valparaíso	11 %
Pasarelas según la autopista o carretera que cruza	Ruta 5	59 %
	Ruta 70 (Vespucio)	12 %

Estudio de tipologías de pasarelas peatonales existentes.

Tabla 5.3: Resumen estudio de tipologías más comunes en pasarelas peatonales.

Criterio	Casos más comunes	Porcentaje
Materialidad	Hormigón	80 %
Simetría	Simétrica	55 %
Cantidad de pilares centrales	1 pilar central	67 %
	2 pilares centrales	14 %
Presencia de rampas de acceso	Con rampa	93 %
Cantidad de descansos en un trayecto	Sin descansos	62 %
	2 descansos	21 %
Presencia de escalera auxiliar	Sin escalera	89 %
Presencia de luminaria	Con luminaria	98 %
Fabricante	TENSACON HORMISUR PRETESA	No aplica

Capítulo 6

Desarrollo de Guía para estandarizar el diseño de pasarelas

Gracias al levantamiento de información de las pasarelas peatonales existentes, y al análisis estadístico referente a su tipología, se evidencia la gran cantidad de diseños que se han implementado a lo largo del tiempo, demostrando lo amplia que es la normativa actual en sus lineamientos.

Esto, como se ha mencionado anteriormente, no se considera óptimo, ya que al ser las pasarelas, estructuras de servicio presentes en gran parte del país, lo apropiado sería que se definiese a detalle todas sus características, de manera de asegurar un diseño rápido, eficiente, funcional y seguro.

Lo anterior, canalizado a través de lo que se denomina como diseño universal, permitiría a estas estructuras, desde la concepción de su diseño, garantizar un uso cómodo y autónomo para todas las personas, independiente de su situación, cumpliendo así con los estándares de accesibilidad universal actuales.

Por lo tanto, esta propuesta de guía para estandarización aspira a ahorrarle tiempo a los diseñadores de este tipo de estructuras, definiendo con mayor detalle aquellos requerimientos de diseño deben cumplirse de manera precisa, y permitiendo que su principal labor se enfoque en aspectos que dependan exclusivamente de los sitios en que serán emplazadas futuras pasarelas, y que escapen de los alcances de este trabajo, como lo son fundaciones, por ejemplo.

6.1. Criterios comunes para el diseño

En función de los requerimientos mínimos estipulados por la normativa vigente, en el estudio de las diversas tipologías de las pasarelas peatonales existentes y la opinión de expertos recopilada, se han definido 18 criterios comunes para el diseño, los cuales son:

- | | |
|---------------------------------|--------------------------------|
| (1) Estructuración | (10) Altura libre |
| (2) Vida útil | (11) Gálibo vertical mínimo |
| (3) Materialidad | (12) Superficie de circulación |
| (4) Método constructivo | (13) Ancho libre mínimo |
| (5) Diseño en hormigón armado | (14) Seguridad |
| (6) Diseño en acero estructural | (15) Luminaria |
| (7) Estructura de las vigas | (16) Señaléticas |
| (8) Pilares | (17) Drenajes |
| (9) Fundaciones | (18) Conexiones |

6.1.1. Criterio 1: Estructuración

Se debe determinar de qué forma estará compuesta la estructura de la pasarela peatonal, en particular, se busca responder a las siguientes preguntas:

1. ¿La construcción se realizará en tramos rectos y/o curvos? Se debe definir tanto para la parte de la rampa como la del cruce.
2. ¿La longitud del cruce tendrá un largo específico? ¿De qué aspectos depende?
3. ¿Los accesos a la pasarelas serán a través de rampas o escaleras?
4. En caso de considerar rampas ¿De cuántos tramos serán? ¿Con qué pendiente serán diseñadas?
5. ¿Se considerará el uso de descansos entre tramos de rampa?

6.1.2. Criterio 2: Vida Útil

Es necesario establecer un periodo de vida útil para este tipo de estructuras. Si bien dicho periodo depende de factores como la materialidad, el diseño y la periodicidad de los mantenimientos realizados a la estructura, se debe considerar un periodo útil realista, que tenga como base la normativa actual.

6.1.3. Criterio 3: Materialidad

Debido a que existen distintas formas de materializar una pasarela peatonal, se debe considerar una opción que permita optimizar costos y plazos constructivos sin comprometer aspectos de seguridad o serviciabilidad para los usuarios a los que está destinada la estructura.

6.1.4. Criterio 4: Método Constructivo

Ya que la construcción de pasarelas suele realizarse en vías que ya están en funcionamiento, el método constructivo a elegir debe considerar dicho aspecto, buscando evitar en la mayor medida posible las intervenciones de tránsito, congestiones y generación de contaminación acústica.

Además, dado que el diseño aspira a ser útil para gran parte del país, se debe considerar un método constructivo que pueda ser utilizado independientemente de las condiciones climáticas extremas que pudiesen haber en terreno, tales como una lluvia torrencial o un calor abrasador.

6.1.5. Criterio 5: Diseño en Hormigón Armado

En caso de utilizar hormigón armado en alguno de elementos estructurales que componen la pasarela peatonal, se debe especificar bajo que norma se rige su diseño.

6.1.6. Criterio 6: Diseño en Acero Estructural

En caso de utilizar acero estructural en alguno de elementos estructurales que componen la pasarela peatonal, se debe especificar bajo que norma se rige su diseño.

6.1.7. Criterio 7: Estructura de las Vigas

En caso de utilizar vigas de hormigón armado para materializar los elementos estructurales de la superestructura, se debe detallar el perfil a utilizar.

6.1.8. Criterio 8: Pilares

Se deben determinar las características de los pilares que servirán para apoyar la superestructura de la pasarela.

Si bien existen aspectos que dependerán exclusivamente de las solicitaciones a las que estará expuesta la estructura, requiriendo un cálculo estructural para cada caso en particular, hay parámetros que pueden definirse como un estándar para ser considerados en todos los diseños, tales son:

1. Ubicación de los pilares respecto a la posición de la pasarela peatonal.
2. Relación entre la cantidad de pilares y descansos de la rampa.
3. Uso de pilares centrales para el cruce.

4. Selección de una sección transversal de los pilares que asegure su estabilidad en ambos ejes de acción.

6.1.9. Criterio 9: Fundaciones

Pese a que se considera que casi la totalidad de los aspectos referentes a las fundaciones dependerá exclusivamente de los antecedentes entregados por el estudio de mecánica de suelos, se debe especificar el tipo de fundaciones que se utilizarán para cimentar la estructura, ya que al ser las pasarelas estructuras superficiales y sostenidas por pilares, existen soluciones de diseño que presentan un mayor grado de efectividad y adaptabilidad para este tipo de casos.

6.1.10. Criterio 10: Altura libre

Es necesario establecer una altura libre que garantice un uso accesible y seguro para este tipo de estructuras. Si bien dicha dimensión depende exclusivamente del criterio del diseñador, se debe considerar una altura libre realista, que tenga como base la normativa actual.

6.1.11. Criterio 11: Gálibo vertical mínimo

Se requiere establecer un gálibo vertical mínimo que garantice el libre tránsito de vehículos en la vía sobre la que se emplazará la pasarela, independientemente de sus características. Por lo tanto, se debe considerar un gálibo vertical mínimo realista, que se base en lo que dicta la normativa actual al respecto.

6.1.12. Criterio 12: Superficie de circulación

Se deben determinar características de la superficie de circulación que aseguren un uso seguro por parte de los usuarios, en particular, se debe hacer énfasis en aspectos como la rugosidad de la superficie, la consideración de pendientes transversales y márgenes de aceptabilidad de desniveles en uniones de pavimentos.

6.1.13. Criterio 13: Ancho libre mínimo

Es necesario establecer un ancho libre que permita el flujo de personas en ambos sentidos de forma segura y cómoda, ya sea si estas transitan a con o sin bultos, a pie, con muletas o en silla de ruedas. Si bien dicha dimensión depende exclusivamente del criterio del diseñador, se debe considerar una altura libre realista, que tenga como base la normativa actual.

6.1.14. Criterio 14: Seguridad

Se deben establecer medidas que permitan cumplir con el objetivo mencionado en la Ley 20.753, Normas de Seguridad Mínimas de las Pasarelas Peatonales y los Pasos desnivelados o puentes.

Al respecto, se debe hacer principal énfasis en los siguientes elementos:

- Barandas de seguridad
- Pasamanos
- Contención para evitar enganchamiento de sillas de ruedas y otros
- Cierre cúpula
- Valla Antivandálica
- Valla Desincentivadora

6.1.15. Criterio 15: Luminaria

Se deben determinar condiciones de ubicación que deben cumplir los postes de iluminación para proporcionar una apropiada iluminación a la pasarela de seguridad, permitiendo su uso seguro a los peatones durante la noche.

6.1.16. Criterio 16: Señaléticas

Se deben definir detalles referentes a las señaléticas de las pasarelas peatonales, esto con el objetivo de que sean fácilmente identificables tanto por peatones como por usuarios de la vía.

6.1.17. Criterio 17: Drenajes

Se debe detallar los aspectos que deben ser cumplidos por los sistemas de drenaje en las pasarelas peatonales para evitar inundaciones en su interior.

6.1.18. Criterio 18: Conexiones

Se requiere abordar los aspectos relacionados a las conexiones que se emplearán en la edificación de pasarelas peatonales. Es esencial que se aclare de qué forma se transmitirán los esfuerzos a través de los elementos estructurales, con el fin de garantizar una construcción segura y eficiente.

6.2. Guía para estandarizar el diseño de pasarelas

A continuación, se propone una guía para diseñar un tipo específico de pasarela. Enfocando el capítulo a definir en detalle todos los procesos referentes a su diseño, las normas aplicables en el cálculo estructural y finalmente vistas desde diferentes perspectivas de un modelo construido en 3D que integra lo mencionado en la guía de diseño.

6.2.1. Normas de Diseño

Para el diseño, considerar los siguientes documentos normativos:

- Manual de Carreteras MOP.
- AASHTO: LRFD Guide Specifications for The Design of Pedestrian Bridges.
- NCh2369 Of. 2018. Diseño Sísmico de Edificios.
- NCh3171 Of. 2010. Diseño Estructural. Disposiciones Generales y Combinaciones de Cargas.
- NCh431 Of. 2010. Diseño Estructural - Sobrecargas de Nieve.
- NCh432 Of. 2010. Diseño Estructural - Cargas de Viento.
- NCh430 Of. 2008. Hormigón armado – Requisitos de diseño y cálculo.
- ANSI/AISC 360-16. Specification for Structural Steel Buildings.
- Manual de Señalización del Tránsito.

6.2.2. Modelo del diseño

El tipo de diseño que la guía aspira a generar es apreciable en las figuras mostradas a continuación, las cuales fueron modeladas mediante el software SketchUp. Para su concepción, se integraron recomendaciones de diseño que se detallarán más adelante

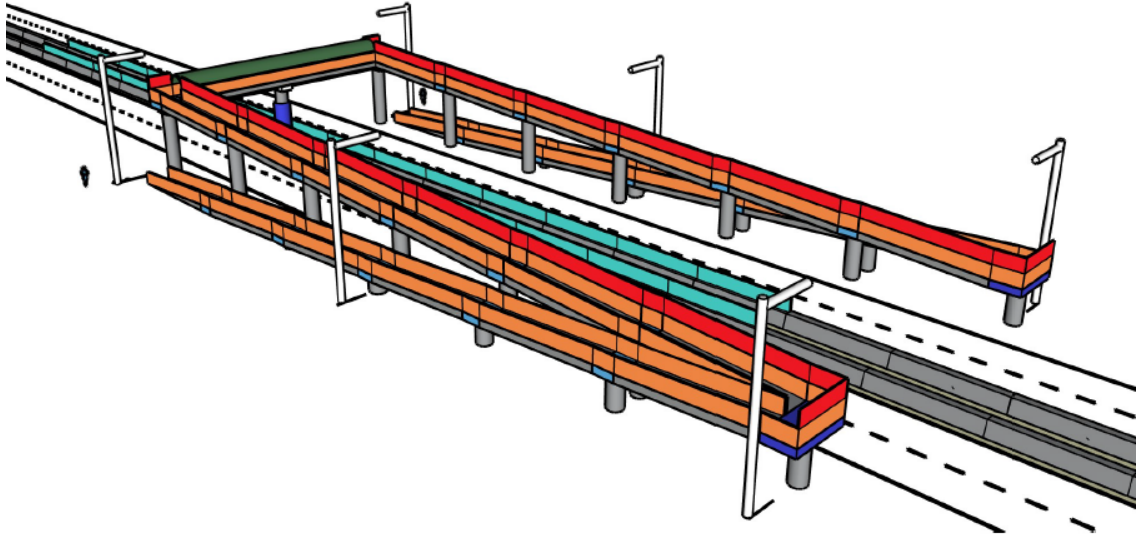


Figura 6.1: Vista isométrica del diseño propuesto

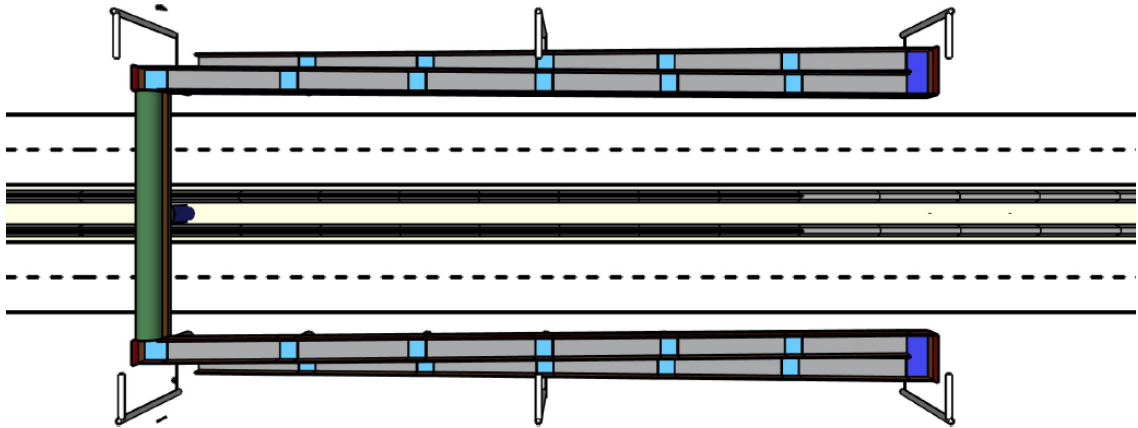


Figura 6.2: Vista en planta del diseño propuesto

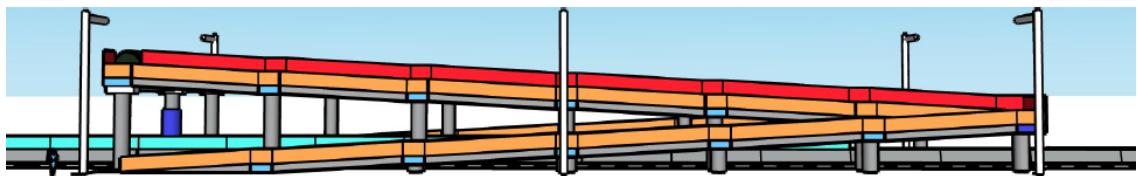


Figura 6.3: Vista frontal del diseño propuesto

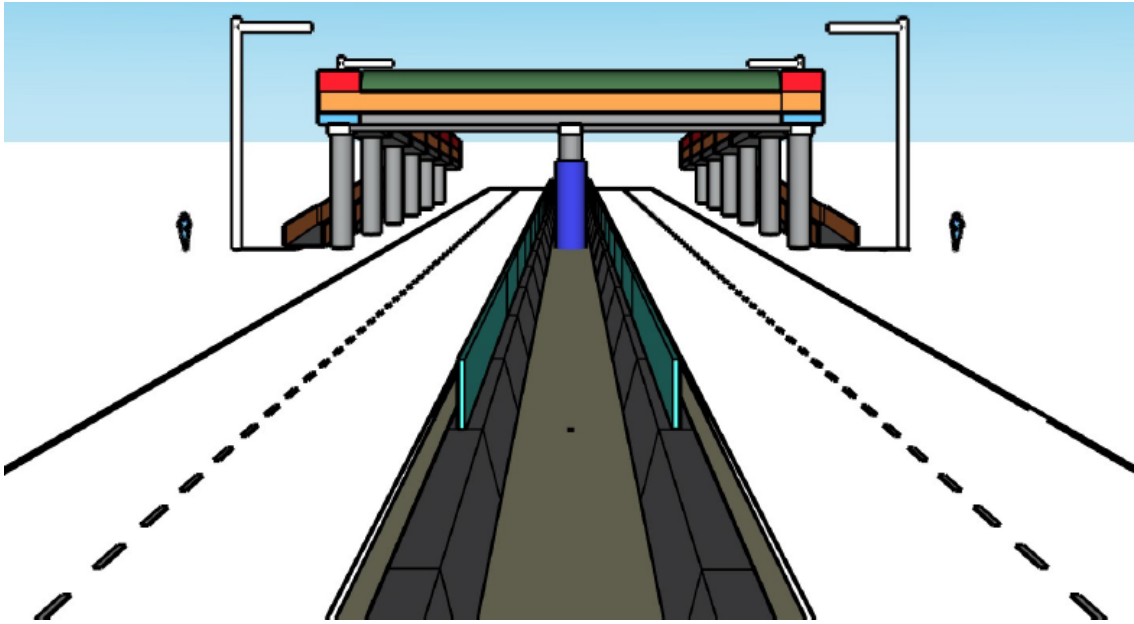


Figura 6.4: Vista 1 en elevación del diseño propuesto

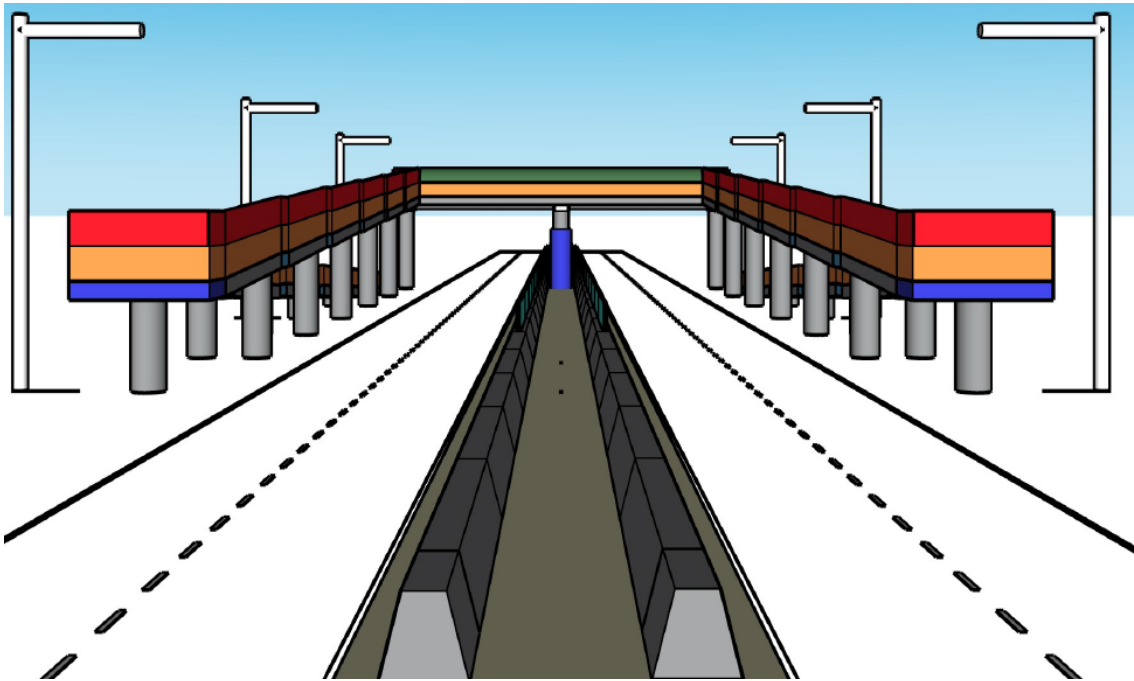


Figura 6.5: Vista 2 en elevación del diseño propuesto

6.2.3. Recomendaciones de Diseño

Estructuración

En lo que respecta a estructuración, se deben tener las siguientes consideraciones:

- (a) La construcción debe realizarse en tramos rectos, tanto en rampa como en cruce.
- (b) La longitud del cruce de la pasarela estará determinada por factores como el ancho de la calzada, la topografía del terreno, las variaciones de nivel y las orientaciones tanto horizontales como verticales de las carreteras.
- (c) La pasarela debe contar con accesos mediante rampas de dos tramos, que deben estar orientadas de forma paralela a la vía, priorizando siempre conectar su acceso con la ruta peatonal próxima o paradero de buses más cercano.
- (d) Las rampas serán diseñadas con una pendiente del 6 %, y deben contar con descansos sin pendiente longitudinal, de 1,5 metros de largo cada 9 metros de proyección horizontal de superficie inclinada.
- (e) Se considerarán descansos entre tramos de 2 metro de largo que faciliten el giro de sillas de ruedas manuales y otros.

Vida Útil

Se regirá según lo mencionado en la normativa *LRFD Guide Specifications for The Design of Pedestrian Bridges* de la AASHTO, donde se indica que las pasarelas peatonales deben diseñarse considerando un periodo de vida útil mínimo de 75 años.

Materialidad

Se propone que la materialidad de la estructura sea principalmente de hormigón armado, esto basándose en lo expuesto por Toro (2014) en su tesis *Análisis del daño observado a pasarelas peatonales durante el terremoto del Maule del 27/02/2010*, en donde indica que aquellas pasarelas de hormigón armado presentaron una mejor resistencia frente a las cargas sísmicas, comparadas con aquellas de otras materialidades.

Otro motivo para optar por el hormigón armado, radica en las ventajas comparativas que implica en aspectos de mantención frente a otras materialidades, como lo son el acero o la madera, al ser un material de gran durabilidad, y con una importante resistencia a la corrosión y al fuego.

Método Constructivo

Prefabricado estructural, los pilares serán construidos con hormigón armado, y las vigas con hormigón pretensado. Esto para permitir un proceso constructivo rápido, pero que asegure un correcto desempeño de la estructura.

En casos particulares, en donde las vigas de cruce tengan luces muy extensas, se propone el uso de vigas postensadas.

Diseño en Hormigón Armado

En lo que respecta al diseño en hormigón armado, se deben tener las siguientes consideraciones:

- (a) El diseño en Hormigón Armado se regirá por lo indicado en la norma NCh430 Of. 2008 Hormigón armado - Requisitos de diseño y cálculo.
- (b) El hormigón por utilizar debe ser como mínimo de grado G25 ($f_c = 250 \text{ kgf/cm}^2$).

Diseño en Acero Estructural

El diseño en acero estructural se regirá por lo indicado en la norma ANSI/AISC 360-16. Specification for Structural Steel Buildings.

Estructura de las Vigas

Las vigas serán de tipo cajón (con alma vacía con perfil rectangular-trapecial), emulando la geometría mostrada a continuación, en la figura 6.6:

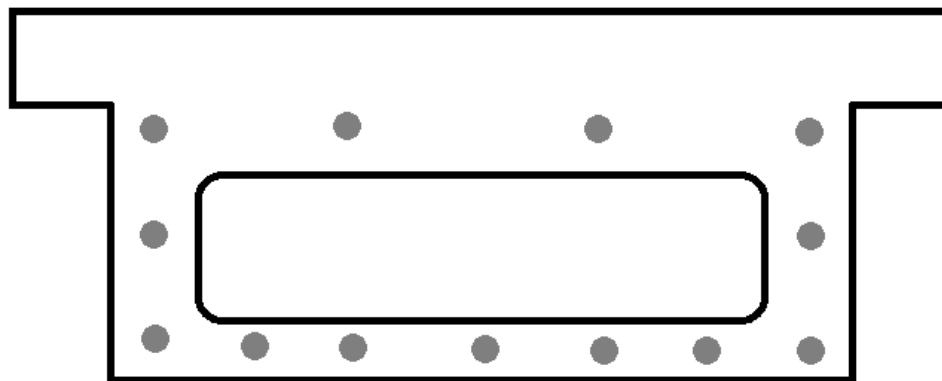


Figura 6.6: Diagrama viga tipo cajón.

Pilares

En lo que respecta al diseño a los pilares, se deben tener las siguientes consideraciones:

- (a) Habrá una proporción directa entre la cantidad de pilares y descansos (1:1), sirviendo éstos como puntos de apoyo para los pilares, la cantidad de pilares dependerá exclusivamente de la cantidad de descansos en las rampas.
- (b) Además, se dispondrá de pilares centrales que servirán de punto de apoyo para las vigas del cruce, en caso de que la calzada cuente con mediana. Aunque, si por características geométricas de la calzada no es posible su construcción, se materializará un cruce sin pilar central, recalculando las dimensiones de las vigas de cruce según corresponda.
- (c) Se proponen pilares de perfil circular, de manera de garantizar su estabilidad en ambos ejes del plano, tanto a carga vertical como lateral (viento/sismo).
- (d) El pilar central del cruce debe presentar una sección con un diámetro mayor que el resto de los pilares, esto para garantizar un margen de seguridad extra, al ser el elemento más solicitado de la infraestructura. Además, éste pilar debe contar con un sistema de barreras de contención que estén dispuestas de forma tal que impidan la colisión de vehículos con él. Un ejemplo de esto, se tiene en la figura 6.7.

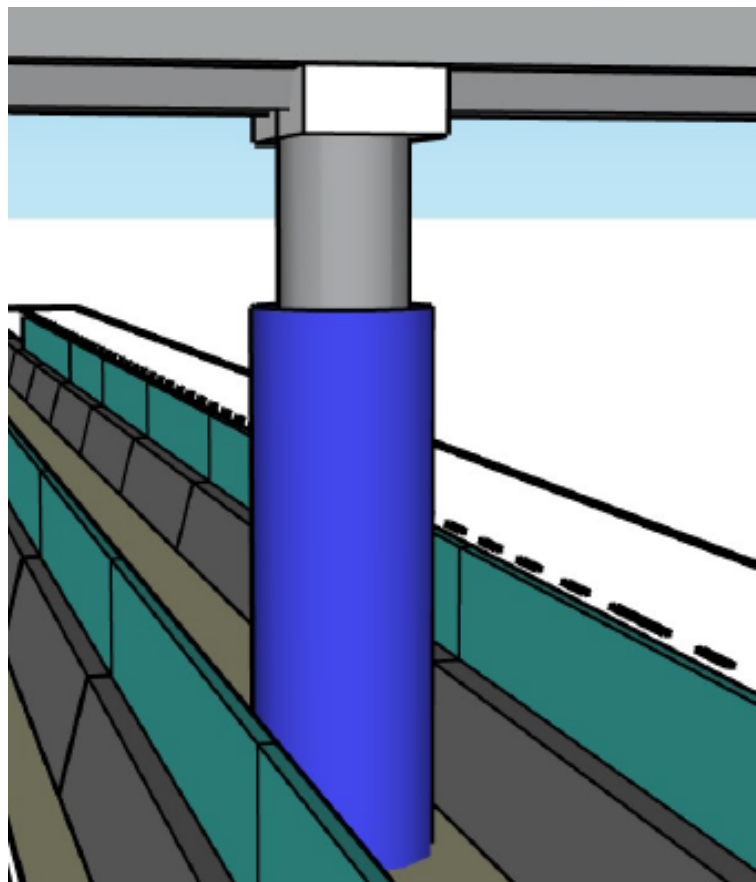


Figura 6.7: Pilar central con sección aumentada y barreras de contención.

- (e) Los pilares contarán con un cabezal de apoyo en su parte superior, y topes laterales de hormigón, tal como se muestra en la imagen 6.8, identificados en color blanco.

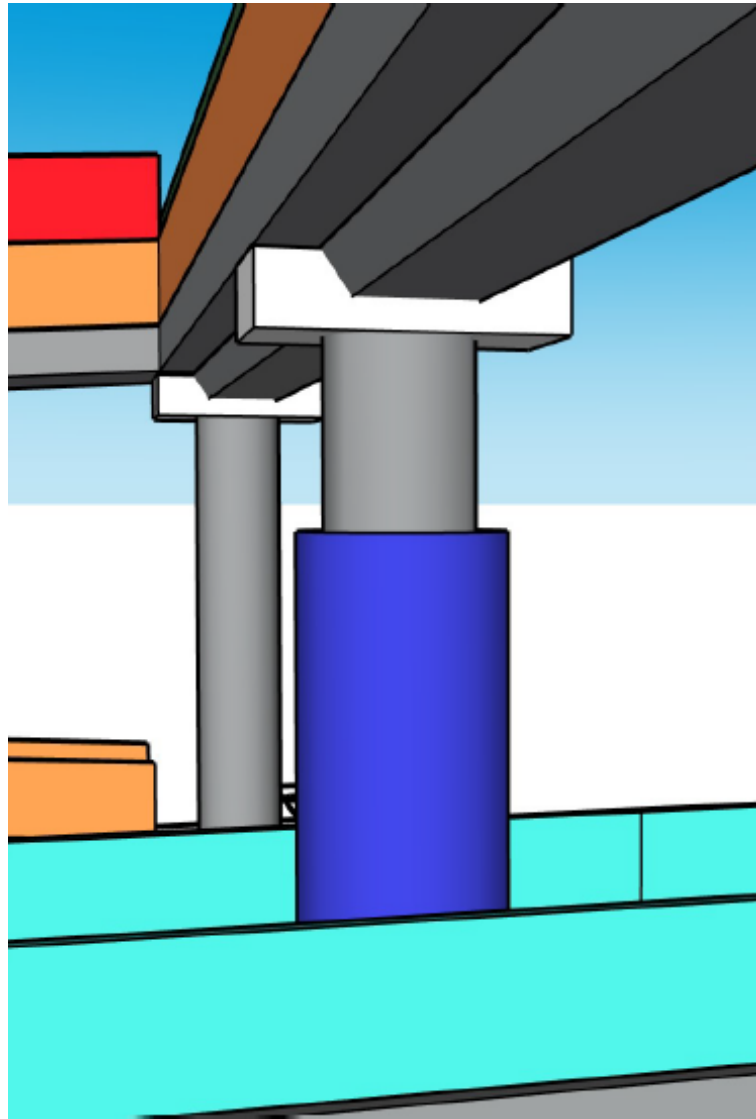


Figura 6.8: Pilar con cabezal de apoyo y topes laterales.

Fundaciones

Se propone el uso de zapatas aisladas, cuyas dimensiones de ancho y alto dependerán exclusivamente de las cargas solicitantes, la zona sísmica y el tipo de suelo, aspectos que deben estar respaldados por un estudio de mecánica de suelos de la zona en que se emplazará la estructura.

Altura libre

Se regirá según lo mencionado en la normativa *LRFD Guide Specifications for The Design of Pedestrian Bridges*, donde se indica que la altura deseable de una pasarela peatonal es de 3 metros, teniendo como altura límite mínima 2,45 metros.

Gálibo vertical mínimo

Se regirá según lo mencionado en el “Manual de Carreteras: Edición 2023”, donde se indica que el gálibo vertical mínimo es de 5,5 metros.

Superficie de circulación

Para la superficie de circulación de la pasarela, se deberán tener las siguientes consideraciones:

- (a) La superficie de circulación debe ser rugosa, no refractante, antideslizante en seco y mojado, libre de desniveles y otros obstáculos de desplazamiento.
- (b) Debe contar con pendiente transversal del 2%.
- (c) La unión entre pavimentos distintos debe tener un desnivel inferior a 0,5 centímetros.

Ancho libre mínimo

Se regirá según lo mencionado en el *Manual de Carreteras: Edición 2023*, donde se indica que el ancho libre mínimo es de 2 metros.

Seguridad

A lo largo del trayecto de la pasarela, se debe permitir visibilidad hacia el exterior, pero garantizar la seguridad y evitar que los peatones arrojen proyectiles a las vías. Para ello, se considerarán los siguientes elementos:

a. Barandas de Seguridad

En lo que respecta a las barandas de seguridad, se deben tener las siguientes consideraciones:

- (a) Se regirá por lo indicado en la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción (2016), Artículo 4.2.7: Barandas.

- (b) Todas las aberturas de pisos, mezaninas, costados abiertos de escaleras, descansos, pasarelas, rampas, balcones, terrazas, y ventanas de edificios que se encuentren a una altura superior a 1 metro por sobre el suelo adyacente, deberán estar provistas de barandas o antepechos de solidez suficiente para evitar la caída fortuita de personas. Dichas barandas o antepechos tendrán una altura no inferior a 0,95 m medida verticalmente desde el nivel de piso interior terminado en el plomo interior del remate superior de la baranda o antepecho, y deberán resistir una sobrecarga horizontal, aplicada en cualquier punto de su estructura, no inferior a 50 kg por metro lineal, salvo en el caso de edificios de uso público y todo aquel que, sin importar su carga de ocupación, preste un servicio a la comunidad, en que dicha resistencia no podrá ser inferior a 100 kg por metro lineal.
- (c) Las barandas transparentes y abiertas tendrán sus elementos estructurales y ornamentales dispuestos de manera tal que no permitan el paso de una esfera de 0,125 metros de diámetro a través de ellos.
- (d) En adición a lo anterior, se requiere que las barandas de seguridad estén dispuestas a lo largo de toda la pasarela, y cuenten con un espesor mínimo de 0,1 metros.

b. Pasamanos

Para los pasamanos de la pasarela, se deberá considerar lo siguiente:

- (a) Se exige la presencia de continuos a dos alturas distintas, 70 y 95 centímetros respectivamente, ambos con bordes curvos para indicar giros a personas no videntes.
- (b) El diámetro de los pasamanos debe ser de 5 cm y no deberán estar instalados a menos de 3,5 cm de un muro o reja.

c. Contención para evitar enganchamiento de sillas de ruedas y otros

Elemento de contención a 15 centímetros de altura de la superficie de circulación, para prevenir el enganchamiento de sillas de ruedas y otros.

d. Cierre cúpula

En lo que respecta al cierre cúpula, se deben tener las siguientes consideraciones:

- (a) Tramo del cruce con cierre cúpula dispuesto a lo largo de toda su extensión.
- (b) Cierre cúpula materializado a través de dos capas de malla galvanizada electrosoldada 92x15 ϕ 3,7mm dispuestas de manera semicircular con 1 metro de radio, y montada sobre la baranda de seguridad mediante anclajes.

e. Valla Antivandálica

Para la valla antivandálica, se deberá considerar:

- (a) Tramo de las rampas con cierres antivandálicos en el lado orientado hacia la(s) calzada(s).
- (b) Valla antivandálica materializada a través de una capa de malla galvanizada electrosoldada 92x15 ϕ 3,7mm dispuesta de manera vertical con 1,5 metros de alto, y montada sobre la baranda de seguridad mediante anclajes.

f. Valla Desincentivadora

Valla peatonal desincentivadora de 2 metros de alto instalada en la mediana, o sobre los elementos de contención que dividen la calzada. Debe contar con una extensión de 120 metros, en ambos sentidos, y medidos respecto al punto medio del cruce.

g. Soldadura

La soldadura por emplear para conectar barandas, pasamanos, cierres y vallas, se regirá por lo indicado en la norma AISC360-16, Capítulo J, Diseño de Conexiones, Sección J2, Soldaduras.

h. Mantenciones

Se debe asegurar la protección frente a la corrosión de los diversos elementos materializados en acero, para ello, se propone que estos sean galvanizados, para posteriormente realizar un trabajo de pintura en ellos, asegurando una protección más duradera contra la corrosión y el desgaste.

Luminaria

En lo que respecta a la luminaria, se debe cumplir con los siguientes requisitos:

- (a) Los postes de iluminación se ubicarán a 2 metros de los accesos, descansos entre tramos e intersecciones entre rampa y cruce.
- (b) La altura de los postes de iluminación debe ser 4,5 metros mayor que la cota de la superficie de circulación en su punto más alto.
- (c) Los postes de iluminación deben estar dispuestos de forma tal que aseguren apropiada iluminación a lo largo de todo el trayecto de la pasarela.

- (d) Los postes de iluminación de la pasarela son independientes de la iluminación de la calzada.

Señaléticas

Para las señaléticas de la pasarela, se deberá considerar:

- (a) Señal de localización que identifique el nombre de la pasarela.
- (b) La señalética debe contar con fondo azul y letras blancas; el tamaño de letras podrá ser de 15 centímetros, aun cuando, dada la velocidad de la vía, se requiera un tamaño superior.

Drenajes

Debe contar con una apropiada canalización de aguas de lluvias y escurrimientos laterales que descarguen en drenajes de aguas lluvias.

Conexiones

Para las conexiones de los elementos estructurales, es esencial que estas sean continuas y dúctiles, de forma que garanticen que los esfuerzos de distribuyan apropiadamente por la estructura.

Además, tomando como referencia lo que expone Toro (2014) en su tesis, en donde indica que el principal motivo de colapso de las pasarelas estudiadas fue que éstas presentaban una estructuración en la que las vigas no estaban restringidas al movimiento en su dirección longitudinal, se considera esencial que se cumpla con las siguientes consideraciones:

- (a) Para garantizar conexiones continuas-dúctiles, se hará uso de un nudo rígido, el cual se materializará haciendo que las vigas prefabricadas cuenten con barras salientes de acero para que, en el encuentro entre vigas, se pueda generar un ensamble que se debe hormigonar en terreno.
- (b) Para prevenir los desplazamientos longitudinales, los pilares contarán con un cabezal de apoyo y topes laterales de hormigón, mientras que las vigas se apoyarán en dichos cabezales mediante apoyos de neopreno.
- (c) Para evitar desplazamientos verticales de la superestructura durante los sismos, se hará uso de un sistema de anclajes antisísmicos entre la viga y el pilar.
- (d) Ante los cambios de longitud por variaciones de temperatura y desplazamientos sísmicos, la conexión entre viga y pilares requerirá juntas de expansión que permitan su movilidad, para ello, se hará uso de sellos elastoméricos que impidan la filtración del agua y suciedad hacia las zonas de apoyo.

6.2.4. Tabla resumen - Consideraciones de diseño

A continuación, en las tablas 6.1 y 6.2, se resumen las principales recomendaciones de diseño propuestas por la guía para cada uno de los criterios considerados.

Tabla 6.1: Tabla resumen de recomendaciones de diseño, parte 1.

Criterio	Recomendación de diseño
Estructuración	Construcción en tramos rectos.
	Acceso mediante rampas de dos tramos.
	Pendiente de rampas de un 6 %.
	Descansos obligatorios cada 9 metros de proyección horizontal de superficie inclinada.
Vida útil	75 años.
Materialidad	Hormigón armado.
Método constructivo	Prefabricado.
Diseño en hormigón armado	Regido por NCh430 Of. 2008 Hormigón armado.
Diseño en acero	Regido por AISC 360-16 Specification for Structural Steel Buildings.
Estructura vigas	Tipo cajón.
Pilares	Proporción directa entre la cantidad de pilares y descansos (1:1).
	Pilares de perfil circular.
Fundaciones	Zapatas aisladas.
Altura libre	3 metros.
Gálibo vertical mínimo	5,5 metros.
Superficie de circulación	Rugosa, no refractante, antideslizante en seco y mojado.
	Libre de desniveles.
	Pendiente transversal del 2 %.
Ancho libre mínimo	2 metros.

Tabla 6.2: Tabla resumen de recomendaciones de diseño, parte 2.

Criterio	Recomendación de diseño
Seguridad (Barandas)	Barandas de seguridad dispuestas a lo largo de toda la pasarela.
	Barandas con una altura y espesor mínimo de 1 y 0,1 metros respectivamente.
Seguridad (Pasamanos)	Pasamanos a 70 y 95 centímetros de altura.
	Pasamanos con diámetro de 5 centímetros.
Seguridad (Contención)	Elemento de contención a 15 centímetros de altura evitar el enganchamiento.
Seguridad (Cierre cúpula)	Tramo del cruce con cierre cúpula dispuesto a lo largo de toda su extensión.
	Materializado a través de malla galvanizada electrosoldada 92x15 Φ 3,7mm.
Seguridad (Valla antivandálica)	Tramo de las rampas con cierres antivand. en el lado orientado hacia la calzada.
	Materializada a través de malla galvanizada electrosoldada 92x15 Φ 3,7mm .
Seguridad (Valla desincentivadora)	Debe medir 2 metros de alto y ser instalada en la mediana.
	Debe contar con una extensión de 120 metros, en ambos sentidos respecto al punto medio.
Soldadura	Se regirá por lo indicado en la norma AISC360-16, Capítulo J, Diseño de Conexiones.
Mantenciones	Se utilizarán elementos galvanizados, a los que posteriormente se les aplicará pintura.
Luminaria	Los postes de iluminación se ubicarán a 2 metros de los accesos, descansos e intersecciones.
	Los postes deben tener una altura de 4,5 metros sobre la cota de circulación del cruce.
	Los postes de iluminación deben asegurar una apropiada iluminación de la pasarela.
	Los postes de iluminación de la pasarela son independientes de la iluminación de la calzada.
Señaléticas	Se requiere señal de localización que identifique el nombre de la pasarela.
Drenajes	Se debe contar con una apropiada canalización de aguas de lluvias y escurrimientos laterales.
Conexiones	Conexiones continuas.
	Uso de sistema de anclaje antisísmico entre vigas y pilares.
	Se considerarán juntas de expansión y se utilizarán sellos elastoméricos para protegerlas.

Capítulo 7

Conclusiones

7.1. Cumplimiento de objetivos

En primer lugar, se debe mencionar que los resultados esperados fueron alcanzados. Estos eran:

1. Conocer a cabalidad lo mencionado en la normativa actual referente al diseño de pasarelas peatonales en Chile.
2. Contar con un registro de las diversas pasarelas peatonales existentes en las principales carreteras y autopistas del país.
3. Conocer las diferentes soluciones de diseño que se han implementado en Chile para construir pasarelas peatonales.
4. Contar con una guía de diseño para estandarizar el diseño de pasarelas dentro de los aspectos posibles.

Esto demuestra que el trabajo cumplió con los objetivos específicos que se proponía, permitiendo conocer en profundidad qué documentos y normativas actuales se refieren de forma explícita al diseño de pasarelas peatonales y con qué nivel de detalle. Esto fue esencial para comprender la forma en que el organismo público percibe este tipo de estructuras y el nivel de importancia que tienen para los usuarios a los que está destinada.

Además, fue posible comprender el importante rol que tienen este tipo de estructuras en el espacio público, sirviendo como nexo entre localidades que actualmente suelen verse aisladas, o seccionadas, por la implementación de autopistas o carreteras en sus alrededores, permitiendo así que las personas puedan transitar de forma segura en el día a día.

Mediante la construcción del registro de pasarelas existentes, fue posible identificar cómo lucen las pasarelas peatonales que existen en la actualidad. Ésto permitió dar luces respecto a qué patrones comunes se han considerado a lo largo del tiempo para de diseñar este tipo

de estructuras, además de conocer su distribución y el nivel de competitividad que existe en el mercado para su fabricación.

La consideración de otros trabajos de investigación referentes al comportamiento de este tipo de estructuras a nivel nacional fue de gran importancia, en este contexto, fue clave lo concluido por Toro (2014) en su tesis *Análisis del daño observado a pasarelas peatonales durante el terremoto del Maule del 27/02/2010*, al indicar que el principal motivo de colapso de las pasarelas durante dicho sismo se debió a que las vigas no estaban restringidas al movimiento en su dirección longitudinal. Esta conclusión fue esencial al momento de definir los aspectos geométricos y estructurales que garantizarán un correcto comportamiento sísmico de la estructura.

Se debe agregar que, gracias a los resultados mencionados previamente, e integrando el criterio de aquellos expertos con los que se concretaron entrevistas, fue posible construir la guía para estandarizar el diseño de pasarelas de forma efectiva, incluyendo aspectos que no se detallan de forma efectiva en la normativa vigente, y proporcionando un enfoque nuevo para el diseño, al considerar como un punto esencial, la garantía de los principios de accesibilidad universal.

En adición a lo anterior, se debe mencionar la importancia que tiene esta propuesta de guía de diseño de pasarelas peatonales, ya que complementa en gran medida los escuetos detalles que entrega el Manual de Carreteras en lo que se refiere a este tipo de estructuras. Este documento permitirá acelerar el trabajo de futuros diseñadores que se enfoquen en este tipo de estructuras, al entregar un punto inicial de diseño aterrizado, y que se enfoca en aspectos esenciales del diseño, como lo son su funcionalidad y seguridad. Esto es esencial, ya que permitiría evitar el proceso de homologación que existe actualmente, significando ahorros importantes en lo que respecta a los plazos asociados al papeleo y construcción de este tipo de estructuras.

Por último, es necesario recalcar la importante misión que tienen los ingenieros encargados de diseñar estructuras destinadas al espacio público, como lo son las pasarelas peatonales, ya que de ellos depende garantizar diseños concebidos desde el diseño universal, que sean accesibles y utilizables en forma autovalente y sin dificultad por todas las personas, independiente de la situación de discapacidad en la que se encuentren los usuarios.

7.2. Líneas de estudio futuras

La principal línea de estudio futura que aspira abrirse con este trabajo, es una estandarización como tal de este tipo de estructuras a nivel nacional. Para ello, se requiere investigar en detalle qué soluciones se han implementado para construir pasarelas peatonales en países líderes en infraestructura. Esto con el objetivo de complementar la guía de diseño propuesta y generar un estandarización que incorpore las buenas prácticas adoptadas en otras latitudes.

En adición a lo anterior, se requiere también de un trabajo en conjunto junto con las principales empresas de prefabricados dentro del país, esto con el objetivo de tener certeza de las formas y dimensiones de los elementos que pueden prefabricarse hoy en día. Este punto

es esencial, ya que permitiría evitar las labores de homologación que actualmente deben realizarse, haciendo que desde un principio el diseño considere los elementos disponibles en el mercado.

Lo anterior, permitiría generar un gran pack de diseños estándar, con aspectos predeterminados que garanticen que el modelo puede construirse en gran parte del país, requiriendo únicamente como punto de partida aspectos referentes al lugar en el que será emplazada la pasarela, tales como la zona sísmica, el ancho de la calzada, la presencia o ausencia de mediana, los desniveles del terreno, etc.

Bibliografía

- [1] Ley N. ^o 20.422 “Normas sobre Igualdad de Oportunidades e Inclusión Social de Personas con Discapacidad”. Santiago, Chile, 2010.
- [2] Ley N. ^o 20.753 “Sobre normas de seguridad mínimas de las pasarelas peatonales y los pasos desnivelados o puentes”. Santiago, Chile, 2014.
- [3] Toro F. (2014) . *Análisis del daño observado a pasarelas peatonales durante el terremoto del Maule del 27/02/2010*. Repositorio de Tesis de la Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.
- [4] Dirección General de Obras Públicas. *Manual de Carreteras*. Ministerio de Obras Públicas del Gobierno de Chile, Santiago, Chile, 2023.
- [5] Comisión Nacional de Seguridad del Tránsito. *Manual de Señalización de Tránsito*. Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones del Gobierno de Chile, Santiago, Chile, 2012.
- [6] Dirección General de Obras Públicas. Presupuesto oficial Pasarela Collao, Concepción. Recuperado el 06 de mayo de 2023, de Concesiones MOP: <https://concesiones.mop.gob.cl/proyectos/Documents/Autopista>
- [7] El Rancahuaso (2017). Inauguran nueva pasarela peatonal Angostura N.2 en Mostazal. Recuperado el 12 de junio de 2023, del sitio web ElRancahuaso: <https://www.elrancahuaso.cl/noticia/sociedad/2017/inauguran-nueva-pasarela-peatonal-angostura-numero-2-en-mostazal>.
- [8] Soy Chile (2012). Esta medianoche será instalada la pasarela peatonal frente a Cerro La Polvora, de Concepción. Recuperado el 10 de julio de 2023, del sitio web SoyChile: <https://www.soychile.cl/Concepcion/Sociedad/2012/08/25/114742/Esta-medianoche-sera-instalada-la-pasarela-peatonal-frente-a-Cerro-La-Polvora-de-Concepcion.aspx>.
- [9] Dirección General de Obras Públicas. Presupuesto oficial Pasarela Liceo Agrícola. Recuperado el 12 de junio de 2023, de Concesiones MOP: <https://concesiones.mop.gob.cl/proyectos/Documents/Santiago>

Anexo A

7.3. Tramos recorridos por autopistas/carreteras

A continuación se adjuntan imágenes del mapa de Chile, en las cuales se pueden identificar (con color rojo) las vías recorridas a través del software Google Earth durante el levantamiento de información para identificar las pasarelas existentes en las principales autopistas y carreteras del país.

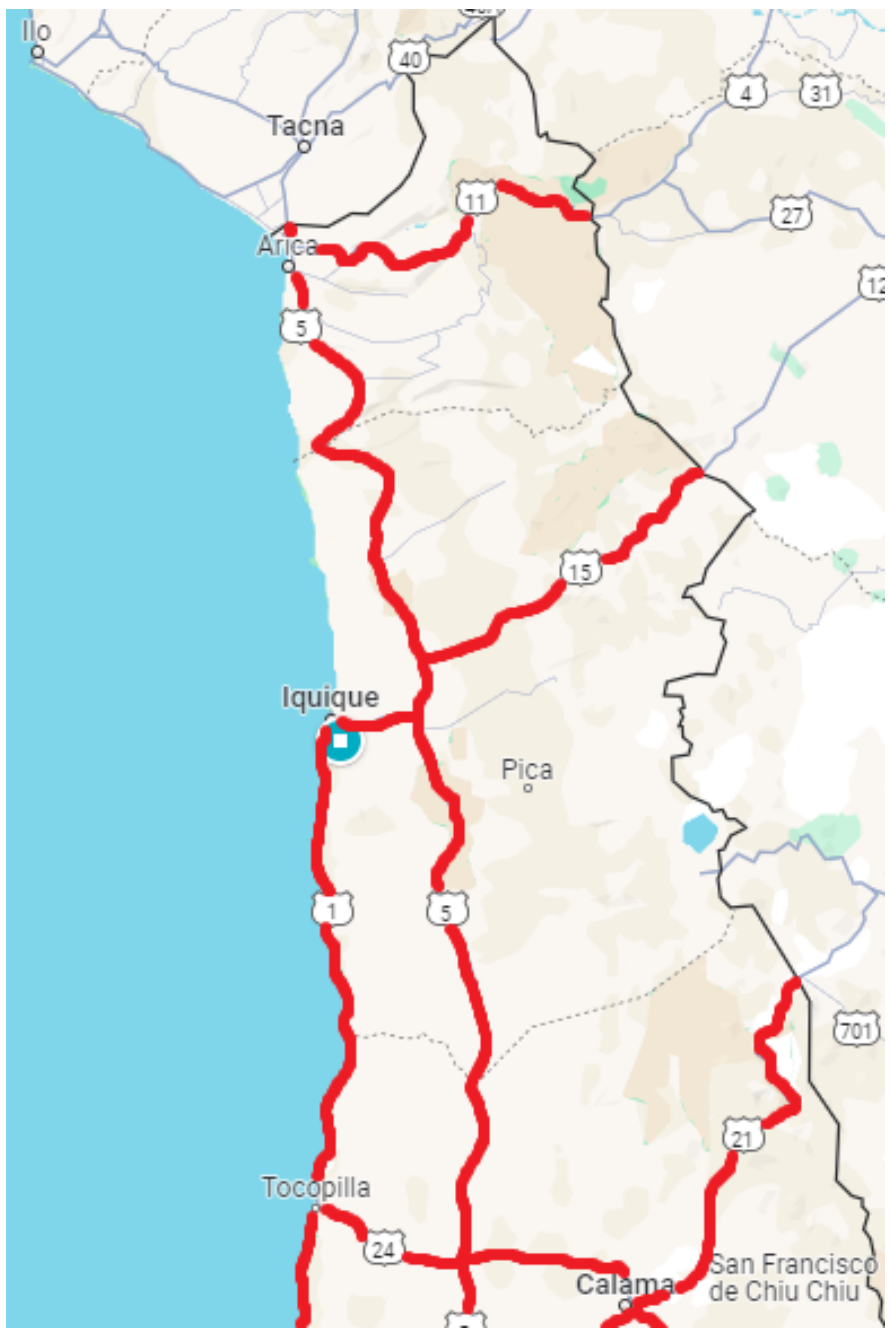


Figura 7.1: Carreteras y autopistas recorridas para el estudio, tramo 1
(Fuente: Google Maps)



Figura 7.2: Carreteras y autopistas recorridas para el estudio, tramo 2
(Fuente: Google Maps)



Figura 7.3: Carreteras y autopistas recorridas para el estudio, tramo 3
(Fuente: Google Maps)



Figura 7.4: Carreteras y autopistas recorridas para el estudio, tramo 4
(Fuente: Google Maps)

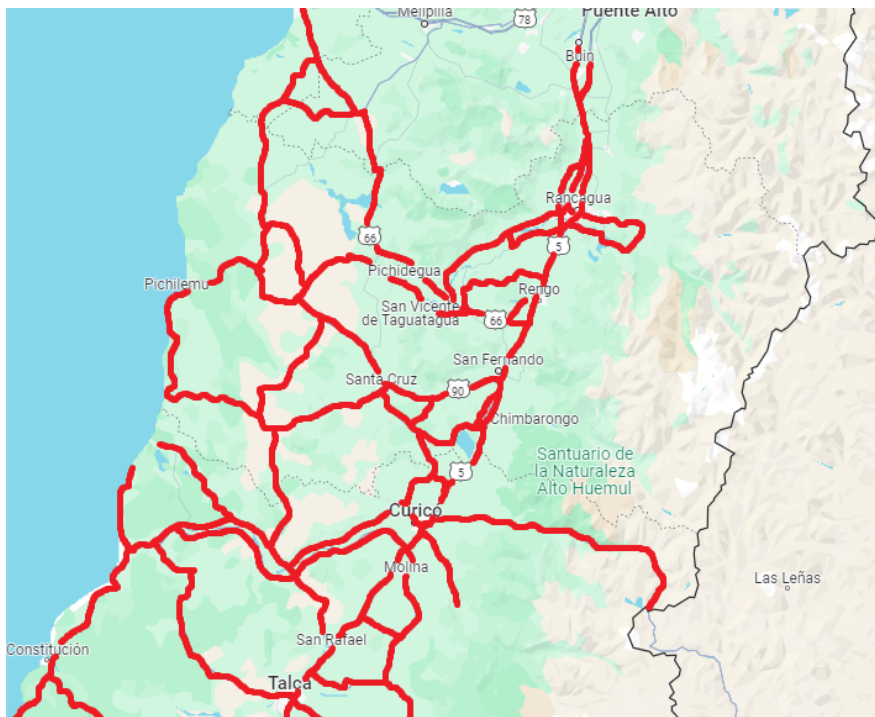


Figura 7.5: Carreteras y autopistas recorridas para el estudio, tramo 5
(Fuente: Google Maps)

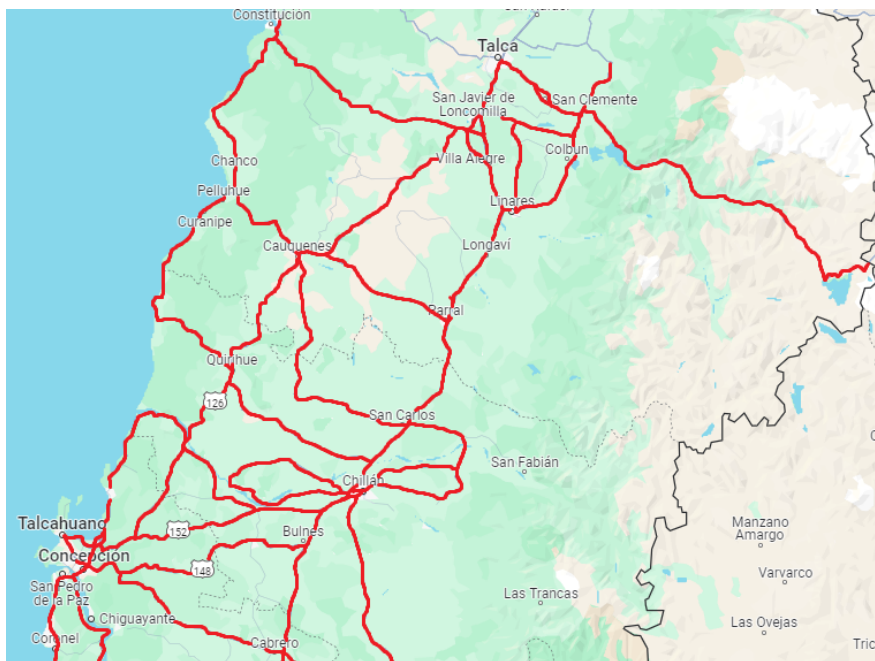


Figura 7.6: Carreteras y autopistas recorridas para el estudio, tramo 6
(Fuente: Google Maps)

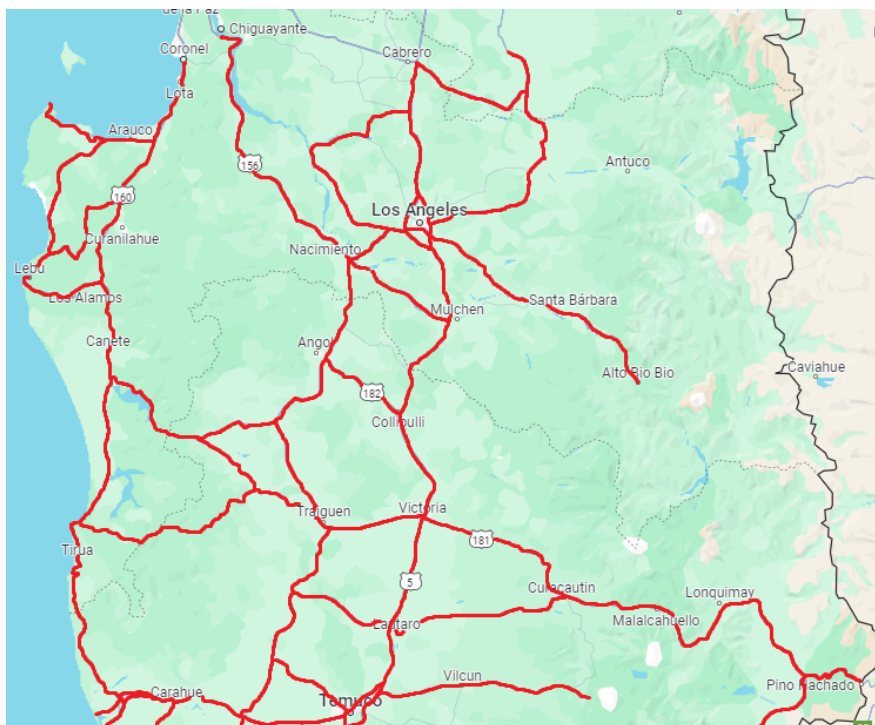


Figura 7.7: Carreteras y autopistas recorridas para el estudio, tramo 7
(Fuente: Google Maps)



Figura 7.8: Carreteras y autopistas recorridas para el estudio, tramo 8
(Fuente: Google Maps)

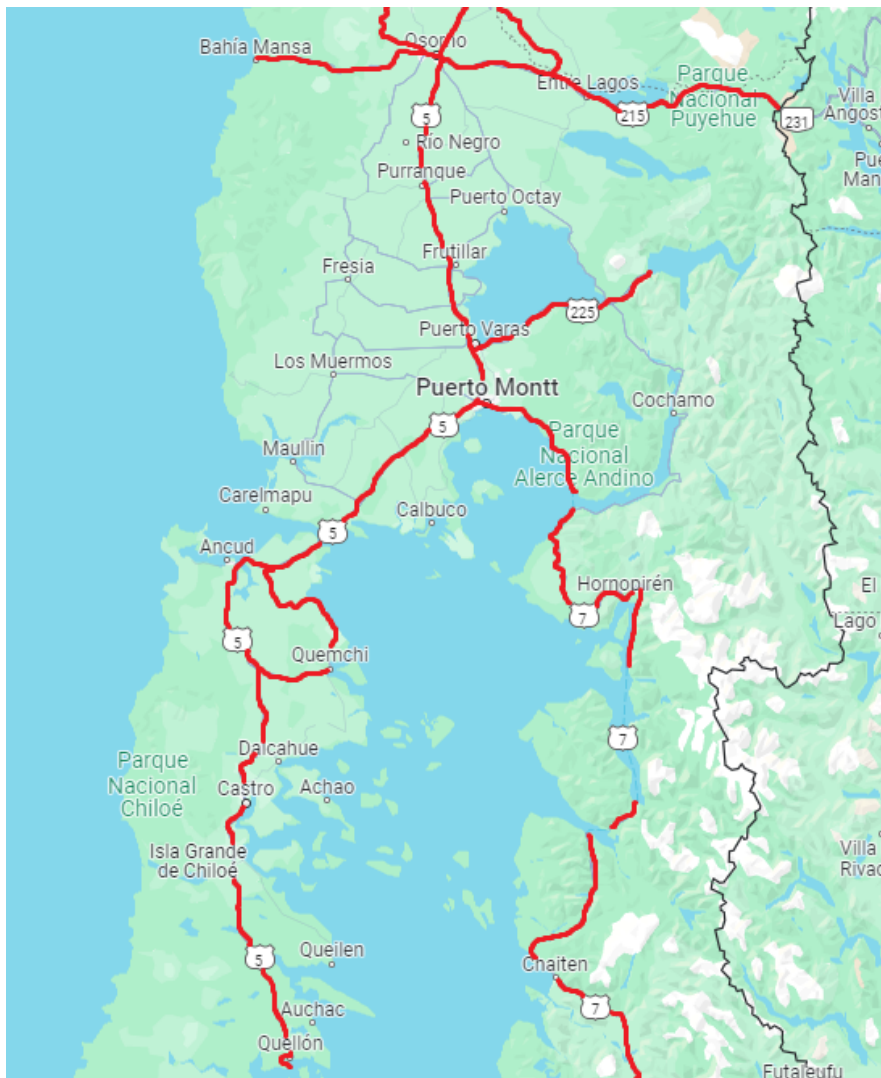


Figura 7.9: Carreteras y autopistas recorridas para el estudio, tramo 9
(Fuente: Google Maps)



Figura 7.10: Carreteras y autopistas recorridas para el estudio, tramo 10 (Fuente: Google Maps)

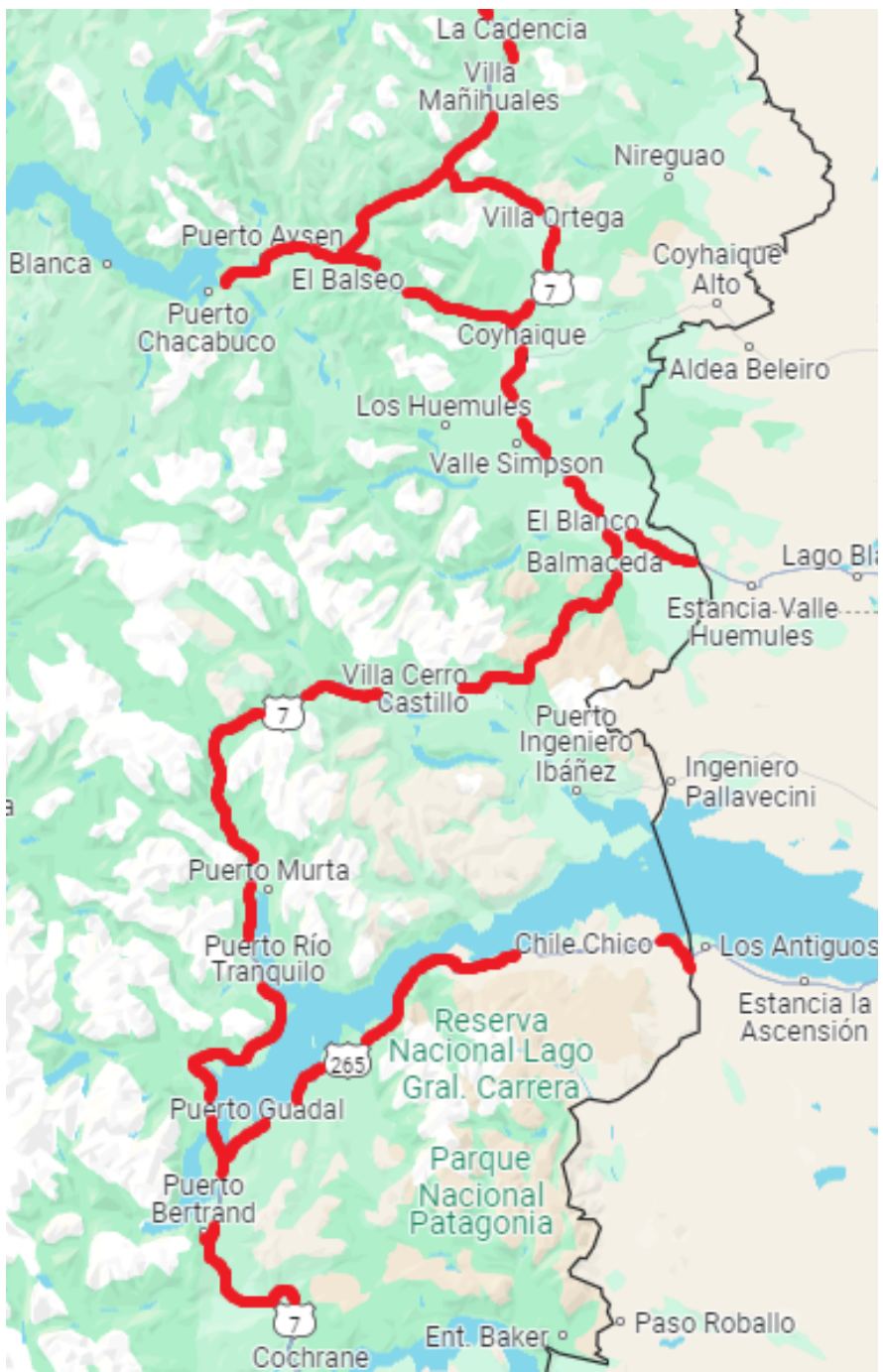


Figura 7.11: Carreteras y autopistas recorridas para el estudio, tramo 11
(Fuente: Google Maps)



Figura 7.12: Carreteras y autopistas recorridas para el estudio, tramo 12
(Fuente: Google Maps)

Anexo B

7.4. Pasarelas peatonales identificadas

Tabla 7.1: Registro de pasarelas peatonales identificadas, parte 1.

Nº	Coordenadas [GMT]	Región	Carretera
1	-33.62548284941194, -71.40399253028397	I	Ruta 1
2	-33.65020944747726, -71.27874408790824	I	Ruta 16
3	-33.67195744843015, -71.21586850438663	I	Ruta 1
4	-29.887212117366328, -71.25425316139076	II	Ruta 1
5	-33.67485000344933, -71.09943936973056	II	Ruta 1
6	-34.2075033236381, -70.89171694609018	II	Ruta 1
7	-34.91499422726473, -71.16124832850628	II	Ruta 1
8	-35.45131590541282, -72.27895800198189	II	Ruta 1
9	-35.95847261604393, -72.33366710352307	II	Ruta 1
10	-36.799477139660425, -73.05592959666605	II	Ruta 1
11	-39.89178592834049, -72.79456705805678	II	Ruta 1
12	-40.22427577281095, -72.93679556889354	II	Ruta 1
13	-40.238072808735495, -72.9439339018489	II	Ruta 1
14	-40.57817465897279, -73.10530724964063	II	Ruta 1
15	-34.28083037043835, -70.81781622966454	III	Ruta 5
16	-34.3348131754326, -70.83466346680774	III	Ruta 5
17	-34.38001635381787, -70.86010379522563	III	Ruta 5
18	-34.664797878624455, -70.99556799867088	III	Ruta 5
19	-34.68652039183394, -71.01194446741516	III	Ruta 5
20	-34.74227378722044, -71.04128135477863	III	Ruta 5
21	-35.13503312825102, -71.35693955078	III	Ruta 5
22	-35.305126300270814, -71.52055501763562	III	Ruta 5
23	-35.34961275154716, -71.57513099324431	III	Ruta 5
24	-36.87714159548982, -73.1380220195276	III	Ruta 5
25	-36.89266050815722, -73.14176678104926	III	Ruta 5

Tabla 7.2: Registro de pasarelas peatonales identificadas, parte 2.

26	-37.96145558768094, -72.43082716527006	III	Ruta 5
27	-34.80851277040856, -71.05475467144576	IV	Ruta 5
28	-34.82891411158333, -71.08438098800326	IV	Ruta 5
29	-34.84114395356163, -71.10314577248062	IV	Ruta 5
30	-34.87524731849104, -71.14232248896083	IV	Ruta 5
31	-34.95310253566052, -71.18672484030809	IV	Ruta 5
32	-35.161084031863155, -71.38179526953485	IV	Ruta 5
33	-35.54235862134504, -71.69402454481177	IV	Ruta 5
34	-35.614255681168416, -71.70326431409234	IV	Ruta 5
35	-35.8017146268752, -71.65465306671915	IV	Ruta 5
36	-37.36022293030612, -72.37026488752043	IV	Ruta 5
37	-32.58555843081383, -71.2480356276796	V	Ruta 68
38	-33.03476891599051, -71.51520547283819	V	Ruta 68
39	-33.036619740706065, -71.5163211719368	V	Ruta 78
40	-33.05025413941457, -71.59068021525911	V	Ruta 68

Tabla 7.3: Registro de pasarelas peatonales identificadas, parte 3.

Nº	Coordenadas [GMT]	Región	Carretera
41	-33.06603198700148, -71.58131123205969	V	-
42	-33.220789496799775, -71.47109220478855	V	-
43	-33.271654982776006, -70.7007981406375	V	-
44	-33.315058009069, -71.40189509782664	V	Ruta 68
45	-33.37260605466396, -70.74359894887648	V	Ruta 5
46	-33.37331396091863, -70.72231260287818	V	Ruta 68
47	-33.373918418868385, -70.71684763759747	V	Ruta 60
48	-33.37475724330916, -70.66105033071344	V	Ruta 5
49	-33.37927184008217, -70.64881666694673	V	Ruta 64
50	-33.38933371513528, -70.63212135491533	V	-
51	-33.39171321354311, -70.62904830948182	V	Ruta 5
52	-33.39815297069797, -70.68482226012098	V	Ruta 60
53	-33.43564586865526, -70.78475540110496	V	Ruta 5
54	-33.43712821250003, -70.825408004428	V	Ruta 64
55	-33.45048032639945, -70.75422908852471	V	Ruta 5
56	-33.48338393867978, -70.75311594472859	V	E-30-F
57	-33.49427515783939, -70.74694391903718	V	-
58	-33.518078810578864, -70.70853084046342	V	Ruta 5
59	-33.52156623408769, -70.70034481324318	V	Ruta 5
60	-33.53013133621773, -70.68515032923494	V	Ruta 5
61	-33.54015571986268, -70.65079512134061	V	Ruta 64
62	-33.644393702261674, -70.71164268551793	V	Ruta 5
63	-34.14694446186056, -70.72871028888122	V	Ruta 5
64	-34.18189082646974, -70.73706690908037	V	F-30-E
65	-34.48686079984198, -70.90945487343635	V	Ruta 64
66	-36.74298124770187, -73.00165625629477	V	F90
67	-36.7675526872759, -73.01229405435285	V	F90
68	-36.802027672784995, -73.0418710547413	V	Ruta 68
69	-36.80429532685615, -73.02484870239981	V	-
70	-36.80682053434823, -73.0350242327756	V	Ruta 78
71	-36.82573678504322, -72.32709532222516	V	Ruta 64
72	-36.87163178258481, -72.3272320682061	V	Ruta 78
73	-37.84481527462556, -72.38650552233067	V	Ruta 60
74	-37.95894407271832, -72.421585666652	V	Ruta 68
75	-38.0679798593312, -72.3784335260952	V	Ruta 60
76	-38.09109404752274, -72.35937187141212	V	Ruta 5
77	-38.14173155676416, -72.31283457164342	V	Ruta 64
78	-38.22474818638708, -72.34748691116678	V	Ruta 5
79	-38.38180630077218, -72.38893036644642	V	Ruta 5
80	-38.39379545896255, -72.39079417081389	V	-

Tabla 7.4: Registro de pasarelas peatonales identificadas, parte 4.

Nº	Coordenadas [GMT]	Región	Carretera
81	-38.52182729641297, -72.45707818261572	V	Ruta 68
82	-38.60898818342496, -72.44890967439154	V	Ruta 78
83	-38.62774094127963, -72.45690942864888	V	Ruta 78
84	-38.65860739608115, -72.48124967597269	V	Ruta 68
85	-38.76461596571865, -72.73473463371553	V	-
86	-38.79627546699371, -72.62128880389997	V	Ruta 64
87	-38.80342736066323, -72.62613090388365	V	Ruta 68
88	-38.81946584213992, -72.62335315146045	V	Ruta 68
89	-38.95578432957329, -72.62258140800206	V	Ruta 64
90	-38.97976060366112, -72.63807734669898	V	Ruta 5
91	-38.9889551817299, -72.64537692997965	V	Ruta 64
92	-40.19477810368518, -72.92177521945453	V	Ruta 64
93	-41.5375505792897, -73.14050577338513	V	Ruta 5
94	-29.98152771332548, -71.35023832758264	RM	Ruta 70 (Vespucio)
95	-31.608004527998542, -71.52395697869059	RM	Ruta 70 (Vespucio)
96	-33.00543541283319, -71.50913170764821	RM	Ruta 70 (Vespucio)
97	-33.009413437309206, -71.50480722134319	RM	Ruta 70 (Vespucio)
98	-33.02025432474537, -71.50196145795373	RM	Ruta 70 (Vespucio)
99	-33.02229590115147, -70.6944832836595	RM	Ruta 5
100	-33.03504796928087, -71.50163575310336	RM	Ruta 70 (Vespucio)
101	-33.03736199605546, -70.69369089036489	RM	Ruta 5
102	-33.04559451089265, -70.69487752425238	RM	Ruta 5
103	-33.14587143488012, -70.80172547989513	RM	Ruta 78
104	-33.146322919453425, -71.56010245257795	RM	Ruta 78
105	-33.191311436116, -71.49720079157042	RM	Ruta 5
106	-33.20904289676862, -71.48029731520485	RM	Ruta 70 (Vespucio)
107	-33.250480203080826, -70.69799468163697	RM	Ruta 78
108	-33.256983877375205, -71.43969712738202	RM	Autopista Central
109	-33.26076884748924, -70.69904465262121	RM	Ruta 5
110	-33.2713115812972, -70.74294113253679	RM	Ruta 70 (Vespucio)
111	-33.29406397260529, -70.70182094685454	RM	Ruta 5
112	-33.30657523940042, -70.69979125373946	RM	Autopista Central
113	-33.36572155977395, -70.70079965042044	RM	Ruta 70 (Vespucio)
114	-33.36636901088943, -70.68493242173234	RM	Autopista Central
115	-33.37225732570484, -70.7310563699566	RM	Autopista Central
116	-33.379505057384144, -70.75176508785763	RM	Ruta 78
117	-33.3836368879159, -70.69257077917572	RM	Ruta 70 (Vespucio)
118	-33.38583646994278, -70.63696774353302	RM	Ruta 68
119	-33.389008060391944, -70.59989747906056	RM	Autopista Central
120	-33.407129815853104, -71.07445989838206	RM	Ruta 5

Tabla 7.5: Registro de pasarelas peatonales identificadas, parte 5.

Nº	Coordenadas [GMT]	Región	Carretera
121	-33.410056256205436, -71.0629221774853	RM	Ruta 5
122	-33.41180961171349, -71.16050349112636	RM	Ruta 5
123	-33.43140522804098, -71.03259070734387	RM	Ruta 70 (Vespucio)
124	-33.4522409905278, -70.771773726167	RM	Ruta 5
125	-33.45523029271858, -70.76822970290176	RM	Autopista Central
126	-33.456197813786794, -70.65682960147217	RM	Ruta 5
127	-33.457470221578184, -70.71806263076175	RM	Ruta 70 (Vespucio)
128	-33.45978567271341, -70.76447285161974	RM	Ruta 70 (Vespucio)
129	-33.48227104683389, -70.65772202982184	RM	Ruta 78
130	-33.50081837427368, -70.7418399014668	RM	Ruta 5
131	-33.50468325382271, -70.66825789045824	RM	Ruta 5
132	-33.50693784898215, -70.66931817485134	RM	Ruta 5
133	-33.52815096340274, -70.60362980723636	RM	Ruta 68
134	-33.52905165249718, -70.68007425603497	RM	Ruta 5
135	-33.53312057109892, -70.6068737737331	RM	Autopista Central
136	-33.53606210536226, -70.68380232077908	RM	Ruta 70 (Vespucio)
137	-33.540413947623705, -70.61235126686665	RM	Ruta 5
138	-33.5407859032787, -70.64661352799531	RM	Ruta 5
139	-33.57093724840386, -70.71228594223271	RM	-
140	-33.57652958624608, -71.50887217342536	RM	Ruta 5
141	-33.57763051600558, -70.71333231362868	RM	Ruta 68
142	-33.58055668745764, -70.6111346102922	RM	Ruta 70 (Vespucio)
143	-33.58787869238515, -70.60946574716516	RM	Ruta 70 (Vespucio)
144	-33.59166805071526, -70.60788059485648	RM	Ruta 70 (Vespucio)
145	-33.593477903808925, -70.6075458133346	RM	Ruta 70 (Vespucio)
146	-33.599713789425515, -71.48522230562064	RM	Ruta 70 (Vespucio)
147	-33.601829512308754, -70.60518787209139	RM	Ruta 70 (Vespucio)
148	-33.61014379923529, -70.60303398850643	RM	Ruta 70 (Vespucio)
149	-33.611923535562696, -71.44530118980681	RM	Ruta 5
150	-33.62320038352622, -70.59821807505533	RM	Ruta 70 (Vespucio)
151	-33.65409807471275, -70.71458623771208	RM	Ruta 5
152	-33.67192985974935, -71.20764057301558	RM	Ruta 70 (Vespucio)
153	-33.713648043548424, -70.72534883574124	RM	Ruta 70 (Vespucio)
154	-33.72655140643714, -70.73054945081647	RM	Ruta 68
155	-33.7436227587087, -70.7383536596917	RM	Ruta 5
156	-33.77297259645926, -70.74357877231165	RM	Costanera Norte
157	-33.79381903670454, -70.74702877220956	RM	Ruta 57
158	-33.800350135006596, -70.74816748583783	RM	Ruta 70 (Vespucio)
159	-33.80464410437452, -70.74876436802379	RM	Ruta 5
160	-33.87989307676156, -70.73717788796635	RM	Costanera Norte

Tabla 7.6: Registro de pasarelas peatonales identificadas, parte 6.

Nº	Coordenadas [GMT]	Región	Carretera
161	-34.260345197190794, -70.80609571696961	RM	Ruta 78
162	-34.3232984449513, -70.83083282392516	RM	Ruta 78
163	-34.34838693921865, -70.84189452927586	RM	Ruta 78
164	-34.36041268883644, -70.8488660918702	RM	Ruta 68
165	-34.38489322398644, -70.86291913223081	RM	Ruta 68
166	-34.39701557386529, -70.8698133453817	RM	Ruta 68
167	-34.43446437256562, -70.8878769061013	RM	Ruta 68
168	-34.46096817633476, -70.89620697752528	RM	Ruta 5
169	-34.46474085935807, -70.8973842741828	RM	Ruta 78
170	-34.52799237305258, -70.93672382995541	RM	Ruta 5
171	-34.5405801901115, -70.94787624417594	RM	Ruta 68
172	-34.612217730764264, -70.98757961225789	RM	Acceso Sur
173	-34.62038281248318, -70.98867834341087	RM	Ruta 5
174	-34.640823816268025, -70.99096662439037	RM	Ruta 57
175	-34.659006933687955, -70.99301018564516	RM	Ruta 70 (Vespucio)
176	-34.72036065405582, -71.03315508525827	RM	Ruta 5
177	-34.761206689115106, -71.04256055684229	RM	Acceso Sur
178	-34.77311227264336, -71.04411454606921	RM	Ruta 5
179	-34.823074925652584, -71.0692230575047	RM	Acceso Sur
180	-34.83540804976623, -71.09626727347862	RM	Acceso Sur
181	-34.860274325459166, -71.12754532039007	RM	Acceso Sur
182	-34.88689093361149, -71.1538412150647	RM	Acceso Sur
183	-34.89436897688551, -71.15742739079518	RM	Ruta 5
184	-34.924341580052506, -71.16679363648156	RM	Ruta 5
185	-34.932808999258334, -71.17307438412243	RM	Ruta 5
186	-34.972118385275145, -71.19900624939801	RM	Ruta 5
187	-35.01772168515919, -71.24720508532963	RM	Ruta 5
188	-35.039306815008025, -71.25919791370673	RM	Ruta 5
189	-35.06916052061236, -71.29873466067885	RM	Ruta 5
190	-35.11726005654435, -71.33717614749747	RM	Ruta 5
191	-35.12659356780787, -71.34466559780475	RM	Costanera Norte
192	-35.14080009011015, -71.36512952626062	RM	Ruta 68
193	-35.14639742714172, -71.37058627431016	RM	Ruta 78
194	-35.33610800351243, -71.55961488125436	RM	Ruta 5
195	-35.363465030352316, -71.58534995522287	RM	Ruta 5
196	-35.384238423986886, -71.60556196846912	RM	Ruta 5
197	-35.46912129715364, -71.65181307075223	RM	Ruta 5
198	-35.48292209090034, -71.6573962055129	RM	Ruta 5
199	-35.569992431547206, -71.69854077836929	RM	Ruta 5
200	-35.62209399482143, -71.70153686538508	RM	Ruta 5

Tabla 7.7: Registro de pasarelas peatonales identificadas, parte 7.

Nº	Coordenadas [GMT]	Región	Carretera
201	-35.71916179802628, -71.68033630094351	RM	Ruta 57
202	-35.76369152647457, -71.66975566847026	RM	Ruta 57
203	-35.78967748603205, -71.6602876779063	RM	Ruta 70 (Vespucio)
204	-35.8423651799534, -71.62985922676114	RM	Ruta 70 (Vespucio)
205	-35.88558879953429, -71.64183429445364	RM	Ruta 70 (Vespucio)
206	-35.95407530661816, -71.67946261791822	RM	Ruta 5
207	-35.963041985018535, -71.68755657426894	RM	Ruta 5
208	-36.00154260767853, -71.72189305357686	RM	Acceso Sur
209	-36.006467234598574, -71.72982522354428	RM	Ruta 5
210	-36.09395394377988, -71.79572802467239	RM	Ruta 5
211	-36.14390543225713, -71.81024964593014	RM	Ruta 70 (Vespucio)
212	-36.28175565374268, -71.81901984606992	RM	Ruta 70 (Vespucio)
213	-36.30788300832941, -71.83091867197325	RM	Ruta 70 (Vespucio)
214	-36.338497612322676, -71.8448145099427	RM	Ruta 70 (Vespucio)
215	-36.345787463230174, -71.85300304903184	RM	Ruta 70 (Vespucio)
216	-36.36748579314463, -71.88743490441311	RM	Ruta 70 (Vespucio)
217	-36.379177312952756, -71.90596920410881	RM	Ruta 5
218	-36.39560176976233, -71.93193969491736	RM	Ruta 57
219	-36.43308725136884, -71.95106924988126	RM	Ruta 70 (Vespucio)
220	-36.45506483515364, -71.98910090497988	RM	Ruta 70 (Vespucio)
221	-36.467824644348255, -72.00360155074138	RM	Ruta 68
222	-36.480000571596214, -72.01711670162275	RM	Ruta 70 (Vespucio)
223	-36.492074831124306, -72.0271802337134	RM	Ruta 70 (Vespucio)
224	-36.518062204892765, -72.05588716732527	RM	Ruta 70 (Vespucio)
225	-36.5400224902907, -72.0859591111148	RM	Ruta 5
226	-36.646745230284495, -72.21871176625109	RM	Ruta 5
227	-36.66584148551721, -72.24266415438703	RM	Ruta 5
228	-36.786755905557364, -72.31826749135195	RM	Ruta 5
229	-36.81674608558527, -72.32889952251877	RM	Autopista Nororiente
230	-36.939080826734916, -72.34846449350874	RM	Ruta 5
231	-37.07798428364105, -72.37964735154685	RM	Ruta 70 (Vespucio)
232	-37.120328817980294, -72.38516353746029	RM	Ruta 70 (Vespucio)
233	-37.199778787691216, -72.38994767079721	RM	Ruta 70 (Vespucio)
234	-37.2428984151065, -72.36559553870286	RM	Ruta 70 (Vespucio)
235	-37.347662425908965, -72.36983184172999	RM	Ruta 70 (Vespucio)
236	-37.38063417472291, -72.36272447817859	RM	Autopista Nororiente
237	-37.5410668318027, -72.31283451599624	RM	Ruta 57
238	-38.413091022253695, -72.78212134948777	RM	Ruta 57
239	-38.760801340293575, -72.7042006060217	RM	Ruta 70 (Vespucio)
240	-39.27531547695549, -72.23880763164196	RM	Ruta 70 (Vespucio)

Tabla 7.8: Registro de pasarelas peatonales identificadas, parte 8.

Nº	Coordenadas [GMT]	Región	Carretera
241	-39.364001140945334, -72.60612786011976	RM	Ruta 70 (Vespucio)
242	-39.43748043479751, -73.21199285988038	RM	Ruta 70 (Vespucio)
243	-39.53304543436819, -72.97446964583888	RM	Ruta 70 (Vespucio)
244	-39.617888587905654, -72.9537931384898	RM	Ruta 70 (Vespucio)
245	-39.92507190451469, -72.79748693249431	RM	Ruta 70 (Vespucio)
246	-39.981505695569325, -72.79619582092285	RM	Ruta 5
247	-40.029249183010904, -72.83898183549907	RM	Ruta 70 (Vespucio)
248	-40.142168878950216, -72.8788044385957	RM	Ruta 70 (Vespucio)
249	-40.437647021181824, -73.01371269102074	RM	Ruta 57
250	-40.553761554259495, -73.09472634929607	RM	Ruta 57
251	-40.58373120438081, -73.09286831329628	RM	Ruta 70 (Vespucio)
252	-40.58555481293773, -73.08942307516688	RM	Ruta 5
253	-40.630214940294586, -73.11102426953862	RM	Ruta 57
254	-40.776781250677075, -73.15975220331782	RM	Ruta 70 (Vespucio)
255	-40.91224001528174, -73.14869727565338	RM	Ruta 70 (Vespucio)
256	-40.94454355640401, -73.13851574341999	RM	Ruta 70 (Vespucio)
257	-41.027993329204975, -73.11283613599356	RM	Ruta 5
258	-41.122711194355354, -73.06275521276218	RM	Ruta 68
259	-41.302574960709165, -73.00962220065927	RM	Ruta 70 (Vespucio)
260	-41.341683289520034, -72.98713806063354	RM	Ruta 70 (Vespucio)
261	-41.52960410375358, -73.1231246997752	RM	Ruta 70 (Vespucio)
262	-29.915765357361863, -71.26125985254187	VI	Ex-Ruta 5
263	-29.976333610107634, -71.34442983886451	VI	Ruta 5
264	-29.989025062975344, -71.35754045166098	VI	Ruta 5
265	-32.15312055843924, -71.5123295319726	VI	Ruta 5
266	-32.558998406361766, -71.45581797051358	VI	Ruta 5
267	-32.66108828019461, -71.21821865011214	VI	Ruta 5
268	-32.67263473805972, -71.21302633718244	VI	Ruta 5
269	-32.709610686125785, -71.20550589844032	VI	Ruta 5
270	-32.757685055448675, -71.1950118921865	VI	Ruta 5
271	-32.78573242940924, -71.17117830633525	VI	Ruta 5
272	-32.7929497221314, -71.16266964395491	VI	Ruta 5
273	-32.82974271111029, -71.1278766185546	VI	Ruta 5
274	-32.84538732969497, -70.97872646887524	VI	Ruta 5
275	-33.03482293969786, -71.49598407273842	VI	Ruta 5
276	-33.03685293019369, -71.50179064495964	VI	Ruta 5
277	-33.11343198078564, -71.56019289722407	VI	Ex-Ruta 5
278	-33.115446813375776, -70.82849866413225	VI	Ruta 5
279	-33.13907592694656, -70.80772335542684	VI	Ruta 5
280	-33.217491834150614, -70.7669342449566	VI	Ruta 5

Tabla 7.9: Registro de pasarelas peatonales identificadas, parte 9.

Nº	Coordenadas [GMT]	Región	Carretera
281	-33.27963458136988, -70.73920271634991	VI	Ex-Ruta 5
282	-33.29634845775482, -70.7317315770648	VI	Ruta 5
283	-33.30167042258955, -70.65863770156783	VI	Ex-Ruta 5
284	-33.305533792337044, -70.72758727589107	VI	Ruta 5
285	-33.3690210819167, -70.67626825353139	VI	Ruta 5
286	-33.41638268879171, -70.67884308180221	VI	Ruta 5
287	-33.448165733849706, -70.77628621738262	VI	Ruta 5
288	-33.47455235379025, -70.75824651868805	VI	Ruta 5
289	-36.051577205086765, -71.76938278831183	VI	Ruta 5
290	-36.754484085628945, -72.2920043840099	VI	Ruta 5
291	-38.76079704247589, -72.71679954748925	VI	Ex-Ruta 5
292	-38.844531019086205, -72.61745890075005	VI	Ruta 5
293	-38.865971695440194, -72.61695188031929	VI	Ex-Ruta 5
294	-39.252155422032374, -72.56176929450912	VI	Ruta 5
295	-39.55361020293904, -72.90538394212618	VI	Ruta 5
296	-39.86588846197679, -72.80185110861504	VI	Ruta 5
297	-40.07024076388636, -72.86069835669825	VI	Ruta 5
298	-40.20830510013424, -72.92865087801479	VI	Ex-Ruta 5
299	-40.580455078415824, -73.10040957509639	VI	Ruta 5
300	-41.06279609306304, -73.0932692506895	VI	Ruta 5
301	-27.36087270156495, -70.34911325280534	VII	Ruta 5
302	-31.57618478278287, -71.53646572569659	VII	Ruta 5
303	-32.98259742485073, -71.50029930996645	VII	Ruta 5
304	-32.99993324070374, -71.50958447313772	VII	Ruta 5
305	-33.02915668267796, -71.58662501681222	VII	Ruta 5
306	-33.032886203409774, -71.59093462418431	VII	Ruta 5
307	-33.033966645423874, -71.59522450146916	VII	Ruta 5
308	-33.03489211187249, -71.48933962836014	VII	Ruta 5
309	-33.0381512741959, -71.50640094498931	VII	Ruta 5
310	-33.03995233407788, -71.47566249657491	VII	Ruta 5
311	-33.35986928027143, -70.69083377026048	VII	Ruta 5
312	-33.365801893713176, -70.69639302002322	VII	Ruta 5
313	-33.36584623027935, -70.69467094898725	VII	Ruta 5
314	-33.3710194149032, -70.70783915830475	VII	Ruta 5
315	-33.3806617892118, -70.64515831101318	VII	Ruta 5
316	-33.384283644549264, -70.75743859242549	VII	M-50
317	-33.40646500187998, -70.68030901340275	VII	Ruta 5
318	-33.4185620886656, -70.67837150830772	VII	Ruta 5
319	-33.421323627858044, -70.67516760723507	VII	L-30-M
320	-33.44964179292057, -70.69220612419784	VII	Ruta 5

Tabla 7.10: Registro de pasarelas peatonales identificadas, parte 10.

Nº	Coordenadas [GMT]	Región	Carretera
321	-33.472869056861256, -70.65507886150999	VII	Ruta 5
322	-33.47509088636495, -70.57770888296764	VII	Ruta 5
323	-33.47948390452757, -70.69768639054757	VII	Ruta 5
324	-33.479843211283246, -70.57850839448155	VII	M-50
325	-33.4801590952816, -70.65668840053918	VII	Ruta 5
326	-33.48437045968065, -70.57964904879746	VII	Ruta 5
327	-33.48484856803346, -70.65894977057131	VII	Ruta 5
328	-33.49224307986673, -70.58225315961286	VII	Ruta 5
329	-33.494098365892725, -70.6633487315009	VII	Ruta 5
330	-33.497309901577495, -70.58542394865613	VII	Ruta 5
331	-33.499355328462755, -70.58671211934335	VII	Ruta 128
332	-33.50423861877374, -70.58898643508859	VII	Ruta 5
333	-33.50521413344523, -70.72987477037003	VII	Ruta 5
334	-33.50630237042099, -70.7268842611829	VII	Ruta 5
335	-33.51474960761173, -70.59220530451503	VII	Ruta 5
336	-33.51505377641065, -70.67319540575542	VII	Ruta 5
337	-33.515950689632255, -70.71408499471508	VII	Ruta 5
338	-33.52523036146463, -70.6016300696945	VII	Ruta 5
339	-33.5273253387109, -70.69113707265626	VII	Ruta 5
340	-33.52968448129399, -70.68046339965635	VII	Ruta 5
341	-33.53125307149946, -70.60562870012362	VII	Ruta 5
342	-33.541144707453824, -70.61622884691337	VII	Ruta 5
343	-33.54133013006263, -70.64317806421846	VII	Ruta 5
344	-33.69843002778604, -70.96792694762902	VII	Ruta 5
345	-33.70546831664391, -70.99950297914326	VII	Ruta 5
346	-33.989044406410116, -70.7008312603187	VII	Ruta 5
347	-34.02671232500287, -70.7046186883141	VII	Ruta 5
348	-34.18837084282773, -70.74696451860821	VII	Ruta 5
349	-35.9505270556329, -72.34735003819553	VII	Ruta 5
350	-36.13303889244319, -71.83895216793842	VII	Ruta 5
351	-36.52727980526, -72.06952206396218	VII	Ruta 5
352	-36.791326221544296, -73.07042264958451	VII	Ruta 5
353	-36.79777638738573, -73.06131622343054	VII	Ruta 5
354	-36.80907761618966, -73.03022286433679	VII	Ruta 5
355	-36.81422898188688, -73.02185316129335	VII	Ruta 5
356	-37.14868605324008, -72.38875357281587	VII	Ruta 5
357	-38.8274024881197, -72.62363991648365	VII	Ruta 5
358	-38.8571082947452, -72.61657165022578	VII	Ruta 5
359	-20.427821482682074, -70.15651839525155	XVI	Ruta 5
360	-20.43287017224228, -70.15677817819927	XVI	Ruta 5

Tabla 7.11: Registro de pasarelas peatonales identificadas, parte 11.

Nº	Coordenadas [GMT]	Región	Carretera
361	-23.08158723588499, -70.33133984249406	XVI	Ruta 5
362	-23.257059606258444, -70.39494782065668	XVI	Ruta 5
363	-23.43931406313876, -70.42996777324372	XVI	Ruta 5
364	-23.448889929359847, -70.42729514533502	XVI	Ruta 5
365	-23.489460339442424, -70.41281567750572	XVI	Ruta 5
366	-23.49816457386825, -70.4091494472742	XVI	Ruta 5
367	-23.504417611997752, -70.40691830393482	XVI	Ruta 5
368	-23.511941365108562, -70.40282509567703	XVI	Ruta 5
369	-23.532835404182865, -70.39332025726927	XVI	Ruta 5
370	-23.53940333262464, -70.39267541350571	XVI	Ruta 5
371	-27.076968055845036, -70.80497527286019	XVI	Ruta 5
372	-32.848020369805454, -70.96213800037933	XVI	Ruta 5
373	-33.4468164500487, -70.69218969338131	XVI	Ruta 5
374	-33.471247949395305, -70.68824972894657	XVI	Ruta 5
375	-33.48253819714217, -70.68655240817792	XVI	Ruta 5
376	-33.52444693312274, -70.67777089053237	XVI	Ruta 5
377	-33.54185159479233, -70.62081992471262	XVI	Ruta 5
378	-33.55962385014545, -70.7103836078521	XVI	Ruta 5
379	-33.58104016940662, -70.71366547905461	XVI	Ruta 5
380	-33.589153010241894, -70.71490229360982	XVI	Ruta 5
381	-33.59801760855931, -70.7159881611278	XVI	Ruta 5
382	-33.60549781813597, -70.84958605529026	XVI	Ruta 5
383	-33.6232278908708, -70.71452646197763	XVI	Ruta 5
384	-33.817382356107366, -70.75089055512878	XVI	Ruta 148
385	-35.57679001361107, -71.70466148477766	XVI	Ruta 5
386	-35.69507154220819, -71.68567023561624	XVI	Ruta 5
387	-20.274920632756523, -70.09586617863783	VIII	Ruta 160
388	-27.37516904733132, -70.33647217508988	VIII	Ruta 5
389	-29.902539560429304, -71.2565014784071	VIII	Ruta 154
390	-32.12372695911494, -71.50515742307618	VIII	Ruta 160
391	-32.69438373187855, -71.20794519541168	VIII	Ruta 5
392	-32.97407700928335, -71.49961427102622	VIII	Ruta 154
393	-33.027414381766214, -71.5756905446117	VIII	Ruta 160
394	-33.283615102375485, -70.73737707716651	VIII	Ruta 150
395	-33.29262211621117, -70.70183435475808	VIII	Ruta 5
396	-33.339248070141174, -70.71248076536372	VIII	Ruta 5
397	-33.341455598978456, -70.71150553686118	VIII	Ruta 154
398	-33.3624586278431, -70.70208233823905	VIII	Ruta 150
399	-33.367889724525625, -70.67927868361058	VIII	Ruta 154
400	-33.37803769295812, -70.65223435668614	VIII	Ruta 5

Tabla 7.12: Registro de pasarelas peatonales identificadas, parte 12.

Nº	Coordenadas [GMT]	Región	Carretera
401	-33.40730811585255, -70.70851030697473	VIII	Ruta 150
402	-33.412154181533694, -70.73042601624535	VIII	Ruta 5
403	-33.412857326412954, -71.15516957382602	VIII	Ruta 5
404	-33.41334127739469, -70.69463248587866	VIII	Ruta 5
405	-33.41761411936355, -70.60502932936234	VIII	Ruta 5
406	-33.4405022050605, -70.65993078272874	VIII	Ruta 5
407	-33.44804037901864, -70.76704882106145	VIII	Ruta 5
408	-33.451290045241464, -70.75005273178733	VIII	Ruta 154
409	-33.539419497974954, -70.65494136498113	VIII	Ruta 160
410	-33.6049744709678, -70.71670310511124	VIII	Ruta 154
411	-33.654281223338636, -70.88850774086927	VIII	Ruta 154
412	-35.99242109418196, -71.71271419883679	VIII	Ruta 154
413	-36.781375637226255, -73.07655867653047	VIII	Ruta 146
414	-36.81014771418461, -73.02851827890781	VIII	Ruta 154
415	-33.380418309420584, -71.6370568656203	IX	Ruta 5
416	-33.38219366789546, -71.62570223272783	IX	Ruta 5
417	-33.56080325190589, -71.56159799742214	IX	Ruta 5
418	-33.93609355715135, -70.71300430560336	IX	Ruta 5
419	-33.964813157304924, -70.70937426100153	IX	Ruta 5
420	-34.09550092578541, -70.71889416830086	IX	Ruta 5
421	-34.13422434677563, -70.72960619317779	IX	Ruta 5
422	-34.16558090991915, -70.72730969740272	IX	Ruta 5
423	-34.200894321379494, -70.7603699299921	IX	Ruta 5
424	-34.70796583465574, -71.02753805430936	IX	Ruta 5
425	-35.21921577734036, -71.42209483900251	IX	S-30
426	-35.22765254313548, -71.4377606030772	IX	Ruta 5
427	-35.26016736034877, -71.4840546780643	IX	Ruta 5
428	-35.42095146020083, -71.63281340762123	IX	Ruta 5
429	-36.260505232176726, -71.81424694428549	IX	Ruta 5
430	-36.53333417156834, -72.07802842731796	IX	S-10
431	-36.54523566061841, -72.09122216226868	IX	S-30
432	-36.63859964193511, -72.20643310678467	IX	S-91
433	-36.74236861140448, -72.47142486560355	IX	Ruta 5
434	-36.80639260820956, -73.03594193806093	IX	Ruta 5
435	-36.89792524094931, -73.14302883279863	IX	Ruta 5
436	-37.7674230071562, -72.2802019087153	IX	Ruta 5
437	-38.31603087406878, -72.37526640768	IX	Ruta 5
438	-38.99846410163313, -72.65202254711402	IX	Ruta 5
439	-39.01028207462688, -72.65484051740417	IX	Ruta 5
440	-39.080104766565086, -72.6737404672009	IX	Ruta 5

Tabla 7.13: Registro de pasarelas peatonales identificadas, parte 13.

Nº	Coordenadas [GMT]	Región	Carretera
441	-39.276662203843095, -72.55874132780019	IX	S-30
442	-39.33284359551439, -72.55999518723968	IX	Ruta 5
443	-39.40279865580955, -72.69647143733253	IX	Ruta 5
444	-39.411380683193954, -72.7103133800646	IX	Ruta 5
445	-40.400951468970035, -73.00206118451969	IX	Ruta 5
446	-40.47073418304194, -73.03290603906066	IX	Ruta 5
447	-40.58337462651664, -73.09782935375641	IX	Ruta 5
448	-40.97243552078013, -73.12973152324966	IX	Ruta 5
449	-41.10458501889126, -73.06978706897442	IX	Ruta 5
450	-41.18981751297956, -73.07060147916849	IX	Ruta 5
451	-41.46154283080528, -72.97698346382319	IX	Ruta 5
452	-23.536377055857052, -70.39298422037321	XIV	Ruta 5
453	-32.489427355292705, -71.25855377558386	XIV	Ruta 5
454	-32.56796238165414, -71.25931140163527	XIV	Ruta 5
455	-32.76559085960627, -71.19350945266748	XIV	Ruta 5
456	-33.01335882345162, -71.50072436837651	XIV	Ruta 5
457	-33.01740013027619, -71.50024799108277	XIV	Ruta 5
458	-33.03195879776104, -71.65553939122842	XIV	Ruta 5
459	-33.265345661373345, -71.4342610446989	XIV	Ruta 5
460	-33.345840182268695, -71.35440992694721	XIV	Ruta 5
461	-33.42525028972192, -71.04016320274762	XIV	Ruta 5
462	-33.44495792723989, -70.7830505256615	XIV	Ruta 5
463	-33.507839684885816, -70.69805996411966	XIV	Ruta 5
464	-34.22715878642688, -70.79316227207876	XIV	T-270
465	-36.98770131891072, -73.14568852321901	XIV	T-20
466	-40.877936339569665, -73.15942719491608	XIV	Ruta 5
467	-27.11900724171774, -70.80133434308043	X	Ruta 5
468	-27.30868847883699, -70.4939922518824	X	Ruta 5
469	-27.310123891912067, -70.74429204254264	X	Ruta 5
470	-27.314037407506813, -70.50890394062732	X	Ruta 5
471	-27.321392145644072, -70.53620796460304	X	Ruta 5
472	-27.33842840477558, -70.59978678623493	X	Ruta 5
473	-27.352932687932533, -70.65388489891404	X	Ruta 5
474	-27.99151960294611, -70.5639969477259	X	Ruta 5
475	-28.59205542168463, -70.77445188087269	X	Ruta 5
476	-32.773752812224096, -71.18579770914012	X	Ruta 5
477	-32.95950610416242, -71.50970528803525	X	Ruta 5
478	-33.0031196131343, -71.51037031486408	X	Ruta 5
479	-33.4043967431019, -70.69577676348669	X	Ruta 5
480	-33.406815369381164, -70.69473792722664	X	Ruta 5

Tabla 7.14: Registro de pasarelas peatonales identificadas, parte 14.

Nº	Coordenadas [GMT]	Región	Carretera
481	-33.53246858668444, -70.67964272454991	X	Ruta 5
482	-33.53375060285609, -70.67578641608034	X	Ruta 5
483	-33.53513095763157, -70.67098541296748	X	Ruta 5
484	-33.53862935973249, -70.6593837556138	X	Ruta 5
485	-33.541922711176774, -70.63830101207198	X	Ruta 5
486	-33.542369475324264, -70.62506395364711	X	Ruta 5
487	-33.54292483402687, -70.62917553487259	X	Ruta 5
488	-33.55911679353467, -70.83022468169735	X	Ruta 5
489	-33.67444940553398, -70.72338366494826	X	Ruta 5
490	-33.859186273596364, -70.74769299574923	X	Ruta 5
491	-33.86672065390264, -70.74148469037895	X	Ruta 5
492	-41.159862485075394, -73.0676730049495	X	Ruta 5
493	-41.48148321303298, -73.01041433262873	X	Ruta 5
494	-41.4918483152534, -73.02938968415862	X	Ruta 5
495	-41.55315903052947, -73.16269282111766	X	Ruta 5
496	-41.563966068326586, -73.17412633831847	X	Ruta 5
497	-41.60653440559324, -73.26396485945266	X	Ruta 5
498	-41.65532132949774, -73.3097910881188	X	Ruta 5
499	-41.67891623434389, -73.3317706339796	X	Ruta 5
500	-41.74167039313725, -73.390803949076	X	Ruta 5
501	-41.756359399364555, -73.40961458083773	X	Ruta 5

Anexo C

7.5. Entrevistas a profesionales

7.5.1. Entrevista a profesional del área de prefabricados.

Empresa: HORMISUR

Profesional a entrevistar: Francisco Abarca, Ingeniero de Estudios y Proyectos, especializado en estructuras prefabricadas pretensadas.

Preguntas:

(1) ¿Cuál es el alcance de los servicios prestados por Hormisur?

R: Los servicios prestados por Hormisur son principalmente tres: Ingeniería de homologación, fabricación de elementos prefabricados, transporte y montaje de vigas.

(2) ¿Quién realiza el montaje de la pasarela?

R: Hormisur cuenta con sus propios montajistas. La empresa vende el servicio completo de viga montada.

(3) ¿Quién genera el diseño de la pasarela? ¿Es un solo profesional o un grupo?

R: Como es una empresa, está el jefe de proyectos y los calculistas, es un proceso iterativo. Inicialmente el ingeniero proyectista genera su diseño y se lo muestra al gerente de ingeniería, quien da la aprobación para enviárselo al mandante.

(4) ¿Cómo se define la geometría de la pasarela?

R: Se diseña adecuándose a los moldes con los que se cuenta, estos han existido históricamente en la empresa a partir de algún proyecto inicial en que los utilizaron. Si hay moldes que ya no se usan, se busca su reemplazo por una pieza con mayor demanda.

(5) ¿Podría indicarme, si es que tiene estadísticas, cuántas pasarelas fabrican al año?

R: Por año, nuestra empresa suelen montar aproximadamente 3 pasarelas. En lo que respecta a puentes ya existe mayor actividad, montando de 6 a 10 por año. Sin embargo, es un mercado muy volátil, todo depende de la situación actual del país.

(6) ¿Podría indicarme, valores de referencia para el costo de producir y montar una de sus pasarelas

R: En promedio, para nuestra empresa, fabricar una viga cuesta alrededor de 20 a 25 UF por metro cúbico. En lo que respecta a montaje, el valor sube, rondando las 33 a 35 UF por metro cúbico. Se debe considerar que estos valores son de referencia, ya que en el caso del montaje de vigas, su precio fuera de la Región Metropolitana aumenta de forma considerable, esto debido principalmente por los costos de transporte asociados.

(7) ¿Podría contarme cuáles son principales elementos prefabricados que conforman sus pasarelas? ¿Cuánto se demora en construirse cada uno de estos?

R: En nuestro caso en particular, solo nos enfocamos a la fabricación de vigas para las pasarelas, dejando fuera la prefabricación de pilares.

En lo que respecta a periodos de fabricación, estos son bastante cortos, una viga puede construirse en una mañana, demorando alrededor de 3 o 4 horas para su confección. Luego se debe esperar su secado, que depende exclusivamente del hormigón utilizado, aunque en nuestro caso se prioriza el uso de hormigones de secado rápido de alta resistencia.

También se debe mencionar que nosotros no contamos con un stock de elementos prefabricados en bodega, ya que cada uno se fabrica a pedido.

(8) Desde su perspectiva como profesional enfocado al diseño de este tipo de estructuras ¿Qué opina de intentar generar una estandarización de pasarelas? ¿Siente que esto le permitiría ahorrar una cantidad relevante de tiempo?

R: La idea de generar un modelo estandarizado sería ideal para las empresas de prefabricados, así se podría construir directamente, sin tener que homologar los diseños en cada proyecto.. Sería algo realmente muy bueno, principalmente por el ahorro de tiempo que traería tanto a los calculistas, como a los entes que deben encargarse de aprobar el nuevo diseño homologado. La idea es estandarizar la mayor cantidad de cosas posibles y así acelerar así el proceso constructivo.

(9) Por último ¿Sería posible que me muestre algún diseño de las vigas utilizadas para materializar las pasarelas?

R: Las vigas que suelen utilizarse son vigas cajón, por ejemplo, la siguiente imagen es de un proyecto viejo, ahí se muestran todos los detalles referente al perfil de la viga.

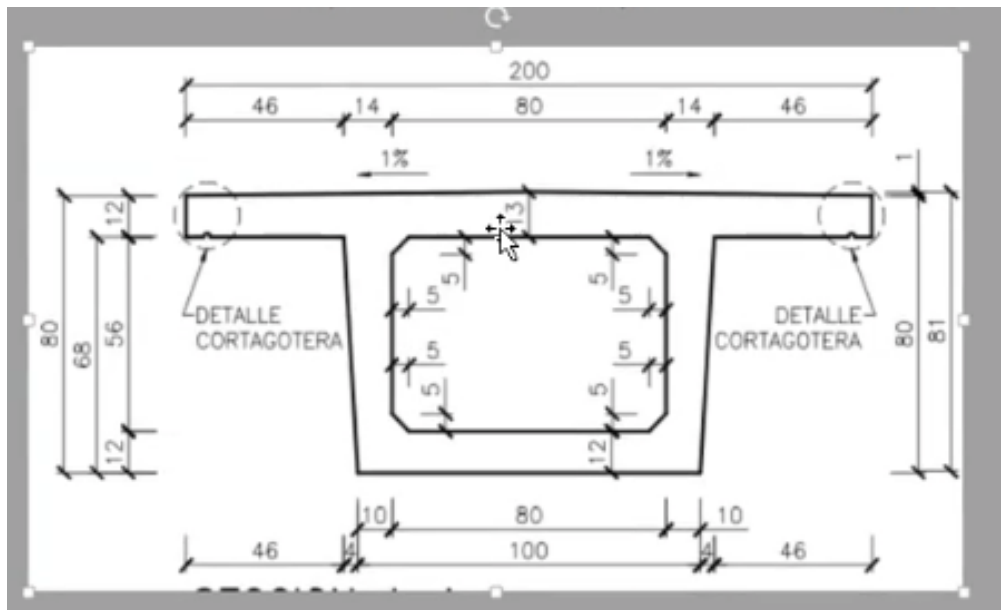


Figura 7.13: Ejemplo de viga cajón
(Fuente: Hormisur)

Comentarios:

- No existe norma actual para pasarelas, su diseño solo está definido por lo descrito en el Manual de carreteras.
- Actualmente, existen pocas empresas dedicadas a la fabricación de elementos pretensados en Chile.
- HORMISUR, como es una empresa de prefabricado, trabaja con un stock limitado de moldes. Por lo tanto, cuentan con geometrías acotadas que pueden construir. Pero el diseño que las empresas quieren construir casi nunca consta de piezas que pueden prefabricarse, por lo tanto, se debe homologar en función de lo que sí se puede construir (por el tema de los moldes), esto respetando el ancho de la viga y su altura. Pero pueden variar otros aspectos, como la forma de viga, espesor de paredes, cantidad de cables, etc.
- Lo ideal sería que las empresas de ingeniería fuesen conscientes de qué tipo de elementos prefabricados se trabajan en el mercado y hagan sus diseños iniciales en base a eso, así se podría ahorrar el paso de la homologación. Es en este punto en que una estandarización sería clave, ya que permitiría a las empresas de ingeniería conocer qué elementos prefabricados podrían trabajarse en el mercado, y permitiría una mayor competitividad en el área de prefabricados, siendo conocidos para todos qué estándares y medidas considerar para sus moldes.
- Los moldes tienen un alto costo, alrededor de 25 a 30 millones de pesos cada uno, se tiene poco stock de ellos y suelen utilizarse alrededor de 30 a 50 veces, luego deben desecharse.

- La tónica actual del mercado muestra que casi la totalidad de pasarelas que se están construyendo son prefabricadas, debido principalmente al ahorro de tiempo que implica esta opción.

7.5.2. Entrevista a profesional del área de accesibilidad universal.

Corporación: Ciudad Accesible

Profesional a entrevistar: Pamela Prett Weber, Directora de Corporación Ciudad Accesible.

Comentarios:

- Al momento de diseñar pasarelas peatonales, es importante hacerse las siguientes preguntas: ¿Dónde instalar pasarelas peatonales? ¿Optar por una pasarela o pasos peatonales? ¿O tal vez un paso con semáforo? El diseño debería orientarse al peatón, no al vehículo, en esa línea, lo óptimo sería elegir un paso peatonal, que le garantice total prioridad al peatón, sin embargo ahí está también la posibilidad de que el conductor no respete el paso, en esos casos sería mejor un paso con semáforo. Es un tema muy complejo, y si bien la pasarela peatonal es una opción que prioriza el tránsito de vehículos por sobre el de los peatones, ha demostrado también ser la opción más segura para estos, aunque esto implique desvíos o alargamiento de sus rutas.
- En Chile, se han vivido principalmente tres etapas en lo que respecta al diseño de pasarelas peatonales:
 1. Pasarelas con escalera.
 2. Pasarelas con rampa, sin descansos.
 3. Pasarelas con rampa y descansos.

Ésto cambió únicamente por el ruido que comenzó a hacer la gente, pensando en aquellas personas en situación de discapacidad que debían seguir con sus rutinas diarias, lo que ha ido cobrando cada vez más importancia a lo largo de la última década.

- Históricamente ha habido cambios importantes en las pendientes propuestas por el Manual de Carreteras para el diseño de pasarelas:
 1. En un principio era de un 12 %, una pendiente que es prácticamente imposible de sortear para el usuario promedio, y totalmente impensable para un tetrapléjico. Más aún considerando que estos primeros diseños no consideraban descansos, haciendo que su uso fuese muy inseguro.
 2. Actualmente se propone un 8 %, una pendiente que es sorteable por personas que cuentan con buen estado físico, pero que llegan arriba con grandes dificultades.
 3. En Estados Unidos, por ejemplo, se utiliza una pendiente del 6 %, esta consideración garantiza la autonomía e independencia para un usuario promedio de silla de ruedas manual.
- La existencia de descansos en las rampas es vital, permite que usuarios independientes de sillas de ruedas, u otros con distintas situaciones, puedan lograr un cruce seguro. Además, permite evitar un fenómeno que se está dando en segundo plano, que es el tránsito ilegal de vehículos motorizados por las pasarelas peatonales.

- ¿A quién se le puede reclamar por una pasarela que no cumple? El ciudadano promedio es muy difícil que logre algo, esta corporación nació con esa finalidad, de ser un medio con mayor peso para poder denunciar malas prácticas y canalizar las denuncias de la gente.
- Se debe tener en cuenta que una pasarela aislada no sirve de nada, debe ser conectada con un paradero o camino, en particular en zonas rurales.

Anexo D

7.6. Guía para estandarizar el diseño de pasarelas

**CRITERIOS PARA UNA GUÍA DE DISEÑO DE PASARELAS
PEATONALES EN AUTOPISTAS Y CARRETERAS EN CHILE**

IGNACIO ANDRÉS NICOLINI ANTIVIL

SANTIAGO DE CHILE
2024

Guía para estandarizar el diseño de pasarelas

Esta propuesta de guía para estandarización aspira a ahorrarle tiempo a los diseñadores de este tipo de estructuras, definiendo con mayor detalle aquellos requerimientos de diseño deben cumplirse de manera precisa, y permitiendo que su principal labor se enfoque en aspectos que dependan exclusivamente de los sitios en que serán emplazadas futuras pasarelas, y que escapen de los alcances de este trabajo, como lo son fundaciones, por ejemplo.

1. Normas de diseño

Para el diseño, considerar los siguientes documentos normativos:

- Manual de Carreteras MOP.
- AASHTO: LRFD Guide Specifications for The Design of Pedestrian Bridges.
- NCh2369 Of. 2018. Diseño Sísmico de Edificios.
- NCh3171 Of. 2010. Diseño Estructural. Disposiciones Generales y Combinaciones de Cargas.
- NCh431 Of. 2010. Diseño Estructural - Sobrecargas de Nieve.
- NCh432 Of. 2010. Diseño Estructural - Cargas de Viento.
- NCh430 Of. 2008. Hormigón armado – Requisitos de diseño y cálculo.
- ANSI/AISC 360-16. Specification for Structural Steel Buildings.
- Manual de Señalización del Tránsito.

2. Modelo del diseño

El tipo de diseño que la guía aspira a generar es apreciable en las figuras mostradas a continuación, las cuales fueron modeladas mediante el software SketchUp. Para su concepción, se integraron recomendaciones de diseño que se detallarán más adelante

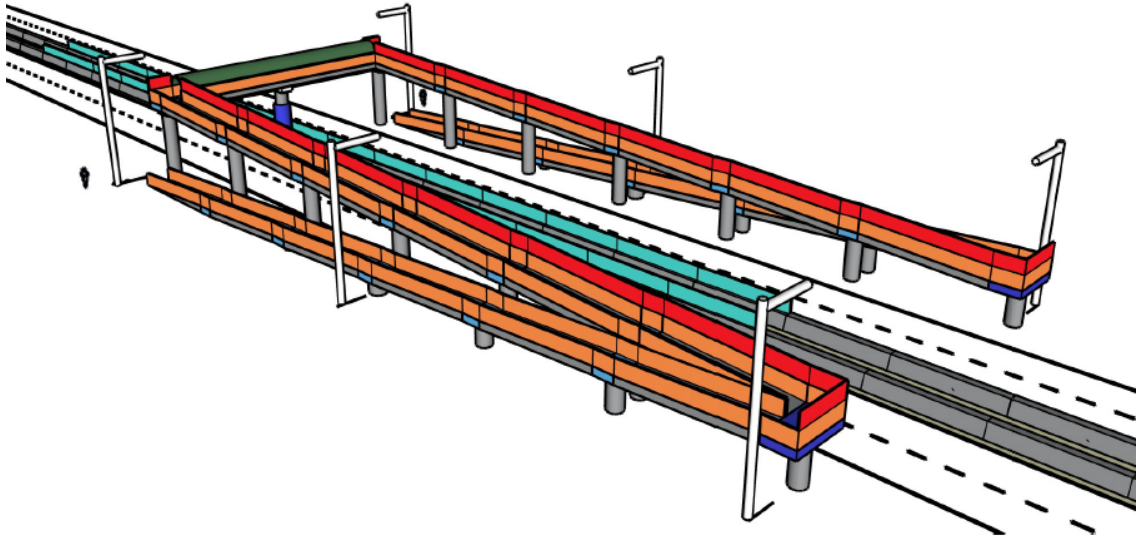


Figura 1: Vista isométrica del diseño propuesto

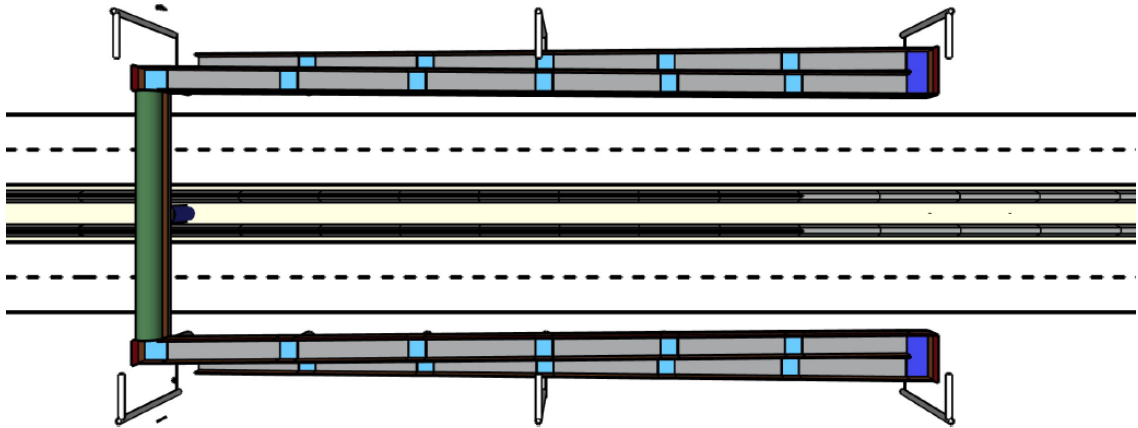


Figura 2: Vista en planta del diseño propuesto

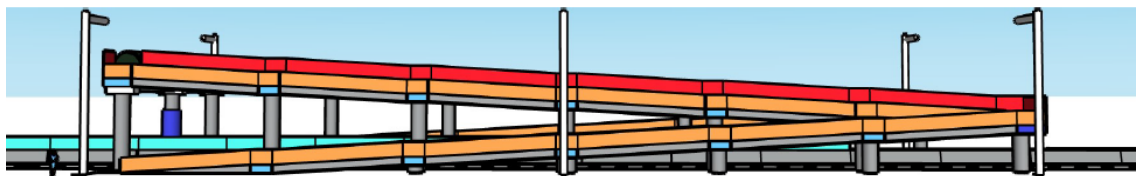


Figura 3: Vista frontal del diseño propuesto

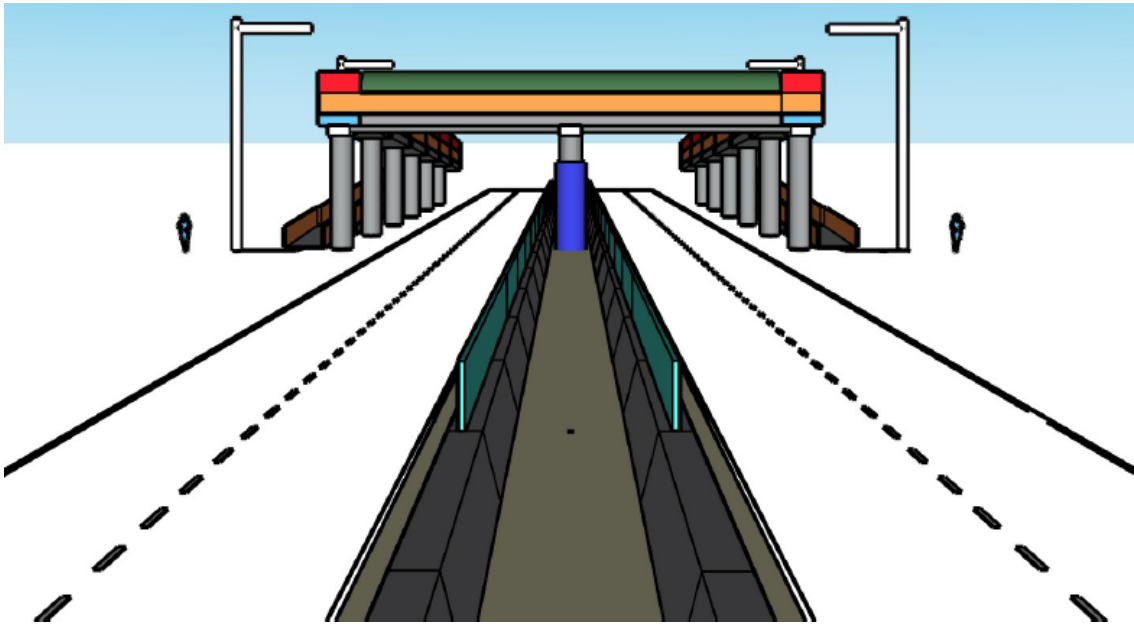


Figura 4: Vista 1 en elevación del diseño propuesto

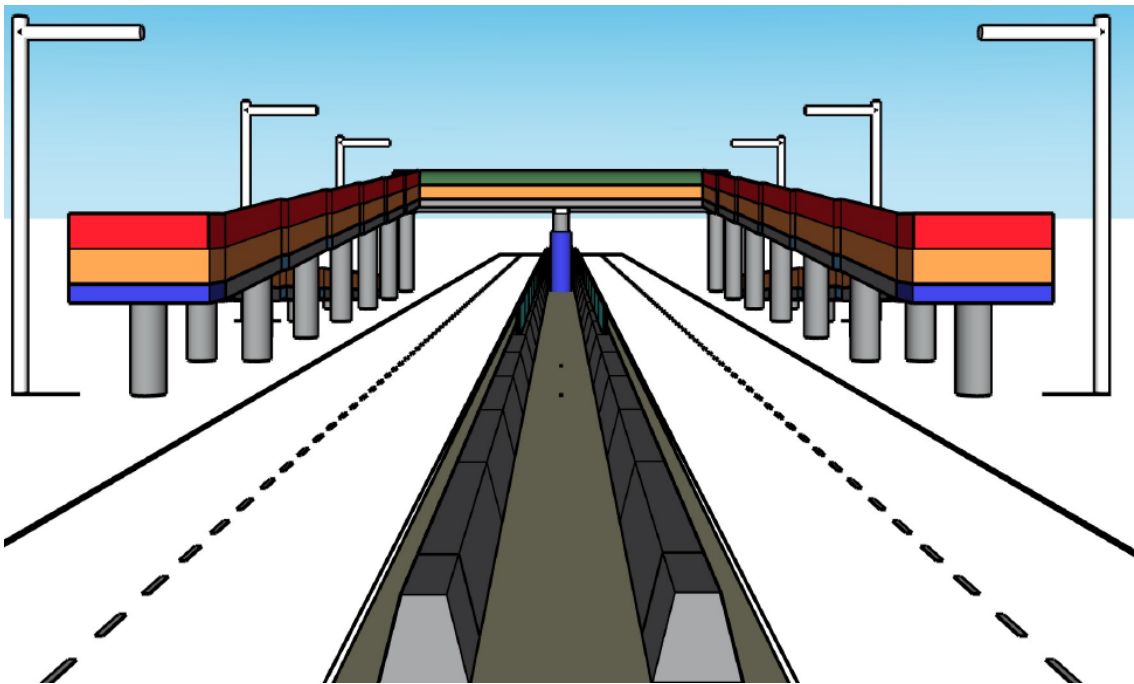


Figura 5: Vista 2 en elevación del diseño propuesto

3. Recomendaciones de diseño

Estructuración

En lo que respecta a estructuración, se deben tener las siguientes consideraciones:

- (i) La construcción debe realizarse en tramos rectos, tanto en rampa como en cruce.
- (ii) La longitud del cruce de la pasarela estará determinada por factores como el ancho de la calzada, la topografía del terreno, las variaciones de nivel y las orientaciones tanto horizontales como verticales de las carreteras.
- (iii) La pasarela debe contar con accesos mediante rampas de dos tramos, que deben estar orientadas de forma paralela a la vía, priorizando siempre conectar su acceso con la ruta peatonal próxima o paradero de buses más cercano.
- (iv) Las rampas serán diseñadas con una pendiente del 6 %, y deben contar con descansos sin pendiente longitudinal, de 1,5 metros de largo cada 9 metros de proyección horizontal de superficie inclinada.
- (v) Se considerarán descansos entre tramos de 2 metro de largo que faciliten el giro de sillas de ruedas manuales y otros.

Vida útil

Se regirá según lo mencionado en la normativa *LRFD Guide Specifications for The Design of Pedestrian Bridges*, donde se indica que las pasarelas peatonales deben diseñarse considerando un periodo de vida útil mínimo de 75 años.

Materialidad

Se propone que la materialidad de la estructura sea principalmente de hormigón armado, esto basándose en lo expuesto por Toro (2014) en su tesis *Análisis del daño observado a pasarelas peatonales durante el terremoto del Maule del 27/02/2010*, en donde indica que aquellas pasarelas de hormigón armado presentaron una mejor resistencia frente a las cargas sísmicas, comparadas con aquellas de otras materialidades.

Otro motivo para optar por el hormigón armado, radica en las ventajas comparativas que implica en aspectos de mantención frente a otras materialidades, como lo son el acero o la madera, al ser un material de gran durabilidad, y con una importante resistencia a la corrosión y al fuego.

Método constructivo

Prefabricado estructural, los pilares serán construidos con hormigón armado, y las vigas con hormigón pretensado. Esto para permitir un proceso constructivo rápido, pero que asegure un correcto desempeño de la estructura.

En casos particulares, en donde las vigas de cruce tengan luces muy extensas, se propone el uso de vigas postensadas.

Diseño en Hormigón Armado

En lo que respecta al diseño en hormigón armado, se deben tener las siguientes consideraciones:

- (i) El diseño en Hormigón Armado se regirá por lo indicado en la norma NCh430 Of. 2008 Hormigón armado - Requisitos de diseño y cálculo.
- (ii) El hormigón por utilizar debe ser como mínimo de grado G25 ($f_c = 250 \text{ kgf/cm}^2$).

Diseño en Acero Estructural

El diseño en acero estructural se regirá por lo indicado en la norma ANSI/AISC 360-16. Specification for Structural Steel Buildings.

Estructura de las Vigas

Las vigas serán de tipo cajón (con alma vacía con perfil rectangular-trapecial), emulando la geometría mostrada de forma exagerada a continuación, en la figura 6:

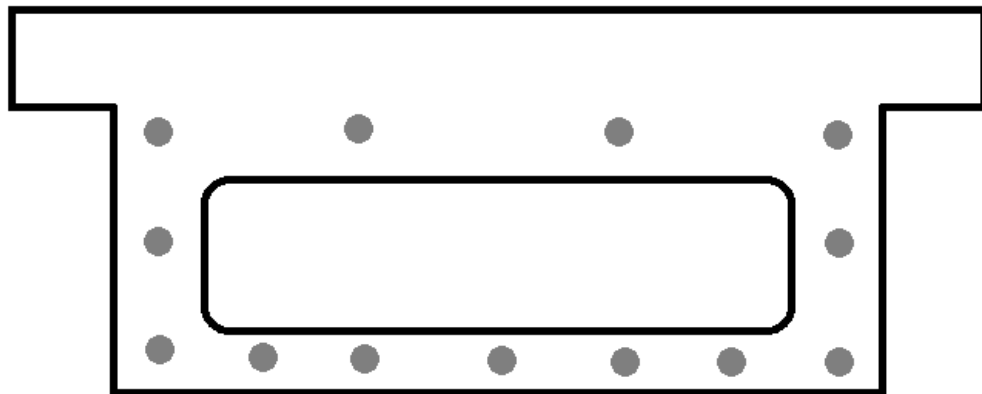


Figura 6: Diagrama viga tipo cajón.

Pilares

En lo que respecta al diseño a los pilares, se deben tener las siguientes consideraciones:

- (a) Habrá una proporción directa entre la cantidad de pilares y descansos (1:1), sirviendo éstos como puntos de apoyo para los pilares, la cantidad de pilares dependerá exclusivamente de la cantidad de descansos en las rampas.
- (b) Además, se dispondrá de pilares centrales que servirán de punto de apoyo para las vigas del cruce, en caso de que la calzada cuente con mediana. Aunque, si por características geométricas de la calzada no es posible su construcción, se materializará un cruce sin pilar central, recalculando las dimensiones de las vigas de cruce según corresponda.
- (c) Se proponen pilares de perfil circular, de manera de garantizar su estabilidad en ambos ejes del plano, tanto a carga vertical como lateral (viento/sismo).
- (d) El pilar central del cruce debe presentar una sección con un diámetro mayor que el resto de los pilares, esto para garantizar un margen de seguridad extra, al ser el elemento más solicitado de la infraestructura. Además, éste pilar debe contar con un sistema de barreras de contención que estén dispuestas de forma tal que impidan la colisión de vehículos con él. Un ejemplo de esto, se tiene en la figura 7.

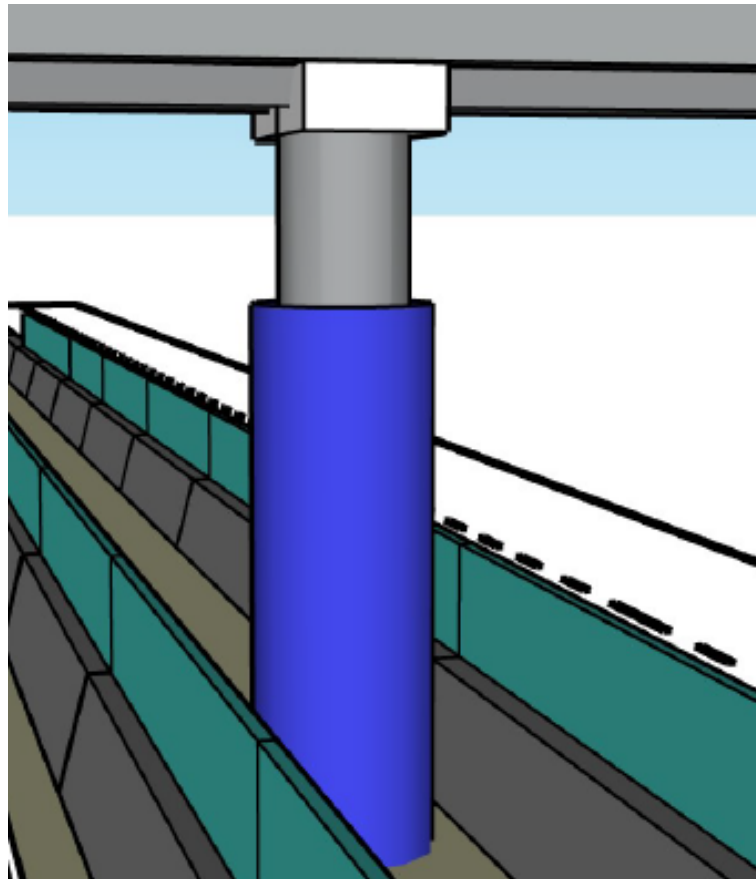


Figura 7: Pilar central con sección aumentada y barreras de contención.

- (e) Los pilares contarán con un cabezal de apoyo en su parte superior, y topes laterales de hormigón, tal como se muestra en la imagen 8, identificados en color blanco.

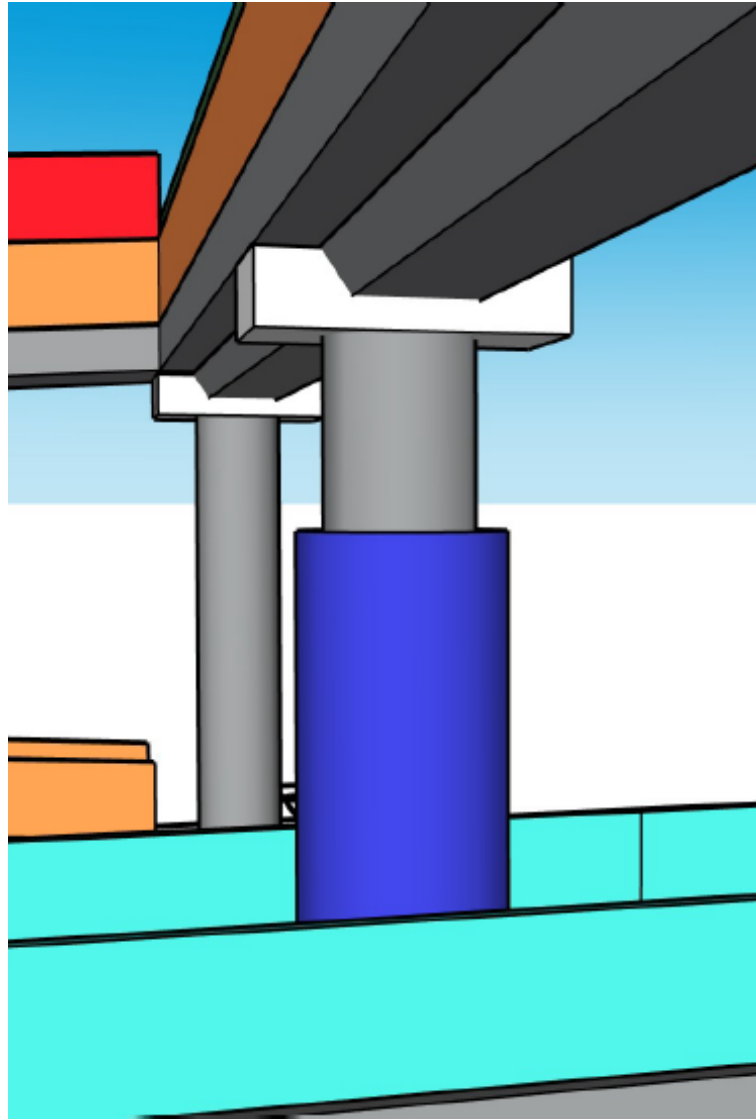


Figura 8: Pilar con cabezal de apoyo y topes laterales.

Fundaciones

Se propone el uso de zapatas aisladas, cuyas dimensiones de ancho y alto dependerán exclusivamente de las cargas solicitantes, la zona sísmica y el tipo de suelo, aspectos que deben estar respaldados por un estudio de mecánica de suelos de la zona en que se emplazará la estructura.

Altura libre

Se regirá según lo mencionado en la normativa “LRFD Guide Specifications for The Design of Pedestrian Bridges”, donde se indica que la altura deseable de una pasarela peatonal es de 3 metros, teniendo como altura límite mínima 2,45 metros.

Gálibo vertical mínimo

Se regirá según lo mencionado en el “Manual de Carreteras: Edición 2023”, donde se indica que el gálibo vertical mínimo es de 5,5 metros.

Superficie de circulación

Para la superficie de circulación de la pasarela, se deberán tener las siguientes consideraciones:

- (i) La superficie de circulación debe ser rugosa, no refractante, antideslizante en seco y mojado, libre de desniveles y otros obstáculos de desplazamiento.
- (ii) Debe contar con pendiente transversal del 2%.
- (iii) La unión entre pavimentos distintos debe tener un desnivel inferior a 0,5 centímetros.

Ancho libre mínimo

Se regirá según lo mencionado en el *Manual de Carreteras: Edición 2023*, donde se indica que el ancho libre mínimo es de 2 metros.

Seguridad

A lo largo del trayecto de la pasarela, se debe permitir visibilidad hacia el exterior, pero garantizar la seguridad y evitar que los peatones arrojen proyectiles a las vías. Para ello, se considerarán los siguientes elementos:

a. Barandas de seguridad

En lo que respecta a las barandas de seguridad, se deben tener las siguientes consideraciones:

- (i) Se regirá por lo indicado en la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción (2016), Artículo 4.2.7: Barandas.

- (ii) Todas las aberturas de pisos, mezaninas, costados abiertos de escaleras, descansos, pasarelas, rampas, balcones, terrazas, y ventanas de edificios que se encuentren a una altura superior a 1 metro por sobre el suelo adyacente, deberán estar provistas de barandas o antepechos de solidez suficiente para evitar la caída fortuita de personas. Dichas barandas o antepechos tendrán una altura no inferior a 0,95 m medida verticalmente desde el nivel de piso interior terminado en el plomo interior del remate superior de la baranda o antepecho, y deberán resistir una sobrecarga horizontal, aplicada en cualquier punto de su estructura, no inferior a 50 kg por metro lineal, salvo en el caso de edificios de uso público y todo aquel que, sin importar su carga de ocupación, preste un servicio a la comunidad, en que dicha resistencia no podrá ser inferior a 100 kg por metro lineal.
- (iii) Las barandas transparentes y abiertas tendrán sus elementos estructurales y ornamentales dispuestos de manera tal que no permitan el paso de una esfera de 0,125 metros de diámetro a través de ellos.
- (iv) En adición a lo anterior, se requiere que las barandas de seguridad estén dispuestas a lo largo de toda la pasarela, y cuenten con un espesor mínimo de 0,1 metros.

b. Pasamanos

Para los pasamanos de la pasarela, se deberá considerar lo siguiente:

- (i) Se exige la presencia de continuos a dos alturas distintas, 70 y 95 centímetros respectivamente, ambos con bordes curvos para indicar giros a personas no videntes.
- (ii) El diámetro de los pasamanos debe ser de 5 cm y no deberán estar instalados a menos de 3,5 cm de un muro o reja.

c. Contención para evitar enganchamiento de sillas de ruedas y otros

Elemento de contención a 15 centímetros de altura de la superficie de circulación, para prevenir el enganchamiento de sillas de ruedas y otros.

d. Cierre cúpula

En lo que respecta al cierre cúpula, se deben tener las siguientes consideraciones:

- (i) Tramo del cruce con cierre cúpula dispuesto a lo largo de toda su extensión.
- (ii) Cierre cúpula materializado a través de dos capas de malla galvanizada electrosoldada 92x15 ϕ 3,7mm dispuestas de manera semicircular con 1 metro de radio, y montada sobre la baranda de seguridad mediante anclajes.

e. Valla Antivandálica

Para la valla antivandálica, se deberá considerar:

- (i) Tramo de las rampas con cierres antivandálicos en el lado orientado hacia la(s) calzada(s).
- (ii) Valla antivandálica materializada a través de una capa de malla galvanizada electrosoldada 92x15 ϕ 3,7mm dispuesta de manera vertical con 1,5 metros de alto, y montada sobre la baranda de seguridad mediante anclajes.

f. Valla Desincentivadora

Valla peatonal desincentivadora de 2 metros de alto instalada en la mediana, o sobre los elementos de contención que dividen la calzada. Debe contar con una extensión de 120 metros, en ambos sentidos, y medidos respecto al punto medio del cruce.

g. Soldadura

La soldadura por emplear para conectar barandas, pasamanos, cierres y vallas, se regirá por lo indicado en la norma AISC360-16, Capítulo J, Diseño de Conexiones, Sección J2, Soldaduras.

h. Mantenciones

Se debe asegurar la protección frente a la corrosión de los diversos elementos materializados en acero, para ello, se propone que estos sean galvanizados, para posteriormente realizar un trabajo de pintura en ellos, asegurando una protección más duradera contra la corrosión y el desgaste.

Luminaria

En lo que respecta a la luminaria, se debe cumplir con los siguientes requisitos:

- (i) Los postes de iluminación se ubicarán a 2 metros de los accesos, descansos entre tramos e intersecciones entre rampa y cruce.
- (ii) La altura de los postes de iluminación debe ser 4,5 metros mayor que la cota de la superficie de circulación en su punto más alto.
- (iii) Los postes de iluminación deben estar dispuestos de forma tal que aseguren apropiada iluminación a lo largo de todo el trayecto de la pasarela.

- (iv) Los postes de iluminación de la pasarela son independientes de la iluminación de la calzada.

Señaléticas

Para las señaléticas de la pasarela, se deberá considerar:

- (i) Señal de localización que identifique el nombre de la pasarela.
- (ii) La señalética debe contar con fondo azul y letras blancas; el tamaño de letras podrá ser de 15 centímetros, aun cuando, dada la velocidad de la vía, se requiera un tamaño superior.

Drenajes

Debe contar con una apropiada canalización de aguas de lluvias y escurrimientos laterales que descarguen en drenajes de aguas lluvias.

Conexiones

Para las conexiones de los elementos estructurales, es esencial que estas sean continuas y dúctiles, de forma que garanticen que los esfuerzos de distribuyan apropiadamente por la estructura.

Además, tomando como referencia lo que expone Toro (2014) en su tesis, en donde indica que el principal motivo de colapso de las pasarelas estudiadas fue que éstas presentaban una estructuración en la que las vigas no estaban restringidas al movimiento en su dirección longitudinal, se considera esencial que se cumpla con las siguientes consideraciones:

- (a) Para garantizar conexiones continuas-dúctiles, se hará uso de un nudo rígido, el cual se materializará haciendo que las vigas prefabricadas cuenten con barras salientes de acero para que, en el encuentro entre vigas, se pueda generar un ensamble que se debe hormigonar en terreno.
- (b) Para prevenir los desplazamientos longitudinales, los pilares contarán con un cabezal de apoyo y topes laterales de hormigón, mientras que las vigas se apoyarán en dichos cabezales mediante apoyos de neopreno.
- (c) Para evitar desplazamientos verticales de la superestructura durante los sismos, se hará uso de un sistema de anclajes antisísmicos entre la viga y el pilar.
- (d) Ante los cambios de longitud por variaciones de temperatura y desplazamientos sísmicos, la conexión entre viga y pilares requerirá juntas de expansión que permitan su movilidad, para ello, se hará uso de sellos elastoméricos que impidan la filtración del agua y suciedad hacia las zonas de apoyo.

0.0.1. Tabla resumen criterios

A continuación, en las tablas 1 y 2, se resumen las principales recomendaciones de diseño propuestas por la guía para cada uno de los criterios considerados.

Tabla 1: Tabla resumen de recomendaciones de diseño, parte 1.

Criterio	Recomendación de diseño
Estructuración	Construcción en tramos rectos.
	Acceso mediante rampas de dos tramos.
	Pendiente de rampas de un 6 %.
	Descansos obligatorios cada 9 metros de proyección horizontal de superficie inclinada.
Vida útil	75 años.
Materialidad	Hormigón armado.
Método constructivo	Prefabricado.
Diseño en hormigón armado	Regido por NCh430 Of. 2008 Hormigón armado.
Diseño en acero	Regido por AISC 360-16 Specification for Structural Steel Buildings.
Estructura vigas	Tipo cajón.
Pilares	Proporción directa entre la cantidad de pilares y descansos (1:1).
	Pilares de perfil circular.
Fundaciones	Zapatas aisladas.
Altura libre	3 metros.
Gálbo vertical mínimo	5,5 metros.
Superficie de circulación	Rugosa, no refractante, antideslizante en seco y mojado.
	Libre de desniveles.
	Pendiente transversal del 2 %.
Ancho libre mínimo	2 metros.

Tabla 2: Tabla resumen de recomendaciones de diseño, parte 2.

Criterio	Recomendación de diseño
Seguridad (Barandas)	Barandas de seguridad dispuestas a lo largo de toda la pasarela.
	Barandas con una altura y espesor mínimo de 1 y 0,1 metros respectivamente.
Seguridad (Pasamanos)	Pasamanos a 70 y 95 centímetros de altura.
	Pasamanos con diámetro de 5 centímetros.
Seguridad (Contención)	Elemento de contención a 15 centímetros de altura evitar el enganchamiento.
Seguridad (Cierre cúpula)	Tramo del cruce con cierre cúpula dispuesto a lo largo de toda su extensión.
	Materializado a través de malla galvanizada electrosoldada 92x15 Φ 3,7mm.
Seguridad (Valla antivandálica)	Tramo de las rampas con cierres antivand. en el lado orientado hacia la calzada.
	Materializada a través de malla galvanizada electrosoldada 92x15 Φ 3,7mm .
Seguridad (Valla desincentivadora)	Debe medir 2 metros de alto y ser instalada en la mediana.
	Debe contar con una extensión de 120 metros, en ambos sentidos respecto al punto medio.
Soldadura	Se regirá por lo indicado en la norma AISC360-16, Capítulo J, Diseño de Conexiones.
Mantenciones	Se utilizarán elementos galvanizados, a los que posteriormente se les aplicará pintura.
Luminaria	Los postes de iluminación se ubicarán a 2 metros de los accesos, descansos e intersecciones.
	Los postes deben tener una altura de 4,5 metros sobre la cota de circulación del cruce.
	Los postes de iluminación deben asegurar una apropiada iluminación de la pasarela.
	Los postes de iluminación de la pasarela son independientes de la iluminación de la calzada.
Señaléticas	Se requiere señal de localización que identifique el nombre de la pasarela.
Drenajes	Se debe contar con una apropiada canalización de aguas de lluvias y escurrimientos laterales.
Conexiones	Conexiones continuas.
	Uso de sistema de anclaje antisísmico entre vigas y pilares.
	Se considerarán juntas de expansión y se utilizarán sellos elastoméricos para protegerlas.