



Facultad de Ciencias
ESCUELA DE CONSTRUCCIÓN CIVIL

EVALUACIÓN TEÓRICA DE LA IMPLEMENTACIÓN DE BLOQUES PREFABRICADOS
DE CICLOVÍAS EN BASE A MATERIAL PLÁSTICO RECICLADO.

Proyecto de Título para optar al Título de Constructor Civil

Estudiante:
Matías Di Cola Torres

Profesor Guía:
Nicolás Moreno Sepúlveda

Noviembre 2018

Santiago, Chile.

DEDICATORIA

Quiero agradecer el apoyo constante de mi familia, quienes confiaron en todo momento a la hora de tomar la decisión de querer estudiar nuevamente. Fue un gran reto el regresar a estudiar, donde se dejó de lado la familia, la pareja, los amigos y el deporte que tanto disfruto realizar.

Quiero agradecer a mi profeso guía, quien fue una ayuda constante a la hora de plantear la tesis y el ordenar mis ideas, que en su momento se pudo tender a complicar.

Para culminar, quiero agradecer al grupo humano que fue parte de estos dos años y medio en clases, me refiero a mis compañeros de grupo, quienes pude conocer y formar lazos de amistad con muchos de ellos, lo que me aportaron conocimientos y trabajo en equipo.

SOLO USO ACADÉMICO

RESUMEN

EVALUACIÓN TEÓRICA DE LA IMPLEMENTACIÓN DE BLOQUES PREFABRICADOS DE CICLOVÍAS EN BASE A MATERIAL PLÁSTICO RECICLADO.

El presente proyecto de Título, plantea de forma hipotética el sistema holandés (Plastic Road) como forma de uso en Chile. Si bien es un sistema que está en proceso de desarrollo y estudio de factibilidad, si nos entrega una idea a grandes rasgos, de cómo podríamos diseñar y reutilizar el polímero como fuente de creación.

Visto desde este punto de vista y teniendo los objetivos formados, es que se plantea conocer el problema entregando un diseño modular de ciclovia en base a polímeros 100% reciclados.

En primera instancia y dentro de este marco teórico, damos a conocer el origen del sistema Plastic Road, otorgando una idea de cómo preexiste y cómo se desea implementar en el país de origen. Luego, se describe la materia prima base a utilizar (Polímeros), de esa forma podremos conocer a que nos enfrentamos y cómo podemos abordar de la mejor manera el diseño y sus estructuras.

Así mismo, se demuestran los criterios mínimos a tener presente a la hora de diseñar nuestras plataformas, donde nos regimos según los estándares exigidos por el Manual Técnica de Cicloviás Inclusivas y según Criterios y Recomendaciones de Diseños Actuales en Chile.

Complementando lo anterior, se entrega una descripción de la nueva ley REP y su sistema de implementación junto con el nuevo método de economía circular que se implementara en unos años más en Chile.

Es por eso, y según lo estudiado en la presente investigación, es que se define el Polímero a utilizar, en donde se toman ciertos criterios técnicos mínimos a tomar en consideración, es de esa forma que da paso a el diseño teórico de las estructuras que componen nuestro bloque modular en base a plástico reciclado. Una vez diseñados los elementos, se debe presentar el sistema de confección de las estructuras, ya que condicionan los tiempos de producción.

Para finalizar, y según la experiencia vista in situ, es que se desea implementar dicho sistema, en un punto estratégico, este sector, es la comuna de San Bernardo en donde el alto crecimiento de la población, ha ocasionado que las avenidas y accesos viales, terminen colapsados por el tráfico vehicular. Es por eso, que implementar una ciclovia sustentable, será de gran relevancia y de un gran impacto para la comunidad de San Bernardo.

SUMMARY

EVALUACIÓN TEÓRICA DE LA IMPLEMENTACIÓN DE BLOQUES PREFABRICADOS DE CICLOVÍAS EN BASE A MATERIAL PLÁSTICO RECICLADO.

The present Title project, poses hypothetically how would implement this Dutch system (Plastic Road) in Chile. Although it is a system that is in the process of development and feasibility study, if it gives us an idea in broad strokes, of how we could design and reuse the polymer as a source of creation.

Seen from this point of view and having the objectives formed, it is proposed to know the problem and be able to face delivering a modular design of ciclovia based on 100% recycled polymers.

In the first instance and within this theoretical framework, we present the origin of the Plastic Road system, giving an idea of how it pre-exists and how it is to be implemented in the country of origin. Then, the basic raw material to be used is described (Polymers), that way we can know what we are facing and how we can approach the design and its structures in the best way.

Likewise, we demonstrate the minimum criteria to keep in mind when designing our platforms, where we are governed according to the standards required by the Technical Manual of Inclusive Ciclovias and according to Current Designs Criteria and Recommendations in Chile.

Complementing the above, a description of the new REP law and its implementation system is given together with the new circular economy method that will be implemented in a few more years in Chile.

That is why, and as studied in the present investigation, is that the Polymer to be used is defined, where certain minimum technical criteria are taken into consideration, it is in this way that it gives way to the theoretical design of the structures that make up our modular block based on recycled plastic. Once the elements have been designed, the system for making the structures must be presented, since they condition the production times.

Finally, and according to the experience seen in situ, it is desired to implement said system, in a strategic point, this sector, is the commune of San Bernardo where the high population growth, has caused the avenues and access roads, end up collapsed by vehicular traffic. That is why, to implement a sustainable cycleway, will be of great relevance and a great impact for the community of San Bernardo.

ÍNDICE

CAPITULO I – INTRODUCCIÓN.....	1
1.0- Introducción.....	1
1.1- Planteamiento del Problema.....	2
1.2- Planteamiento de los Objetivos.....	2
1.2.1- Objetivos Generales.....	2
1.2.2- Objetivos Específicos.....	2
1.3- Metodología de Estudio.....	3
1.4- Resultados Esperados.....	3
CAPITULO II –SISTEMA DE CILOVÍAS “PLASTIC ROAD”.....	4
2.0- Creación del Método Plastic Road.....	4
2.1- Origen del Problema.....	5
2.2- Innovación del Sistema.....	6
2.3- Concepto Sustentable.....	7
2.4- Grandes Ventajas.....	9
CAPITULO III- POLIMEROS COMO MATERIAL BASE EN ELABORACION DEL SISTEMA PLASTIC ROAD.....	11
3.1- Antecedentes Generales.....	11
3.2- Reseña Histórica.....	11
3.3- Definición de Polímeros.....	12
3.4- Clasificación de los Polímeros.....	12
3.4.1- Según sus Orígenes – Naturales y Sintéticos.....	12
3.4.2- Según su Estructura de la Cadena.....	13
3.4.3- Procesos de Obtención.....	14
3.4.4- Respuesta Térmo-Mecanica.....	15
3.5- Procesamiento de los Polímeros.....	17
3.5.1- Extrusión.....	17
3.5.2- Inyección.....	18
3.5.3- Soplado.....	19
3.5.4- Roto Moldeo.....	20
3.5.5- Moldeo por Compresión.....	21
3.5.6- Termo Formado.....	22
3.6- Clasificación del Plástico.....	22

CAPITULO IV – ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS POLIMEROS.	25
4.0- PEAD O HDPE (Polietileno de alta densidad).....	25
4.1- PP (Polipropileno)	26
4.2- PET (Tereftalato de Polietileno).....	27
4.3- PVC (Policloruro de Vinilo).....	28
4.4- PS (Polietileno).....	29
4.5- PEBD O LDPE (Polietileno – Baja densidad).....	30
CAPITULO V – RECOMENDACIONES Y CRITERIOS DE DISEÑO DEL SISTEMA ACTUAL. .	31
5.1. Criterios de Diseño.	31
5.2- Tipos de Sistemas de Circulación.....	31
5.3- Alto Estándar.	32
5.4- Criterios de Diseño.	32
5.4.1- Emplazamiento.	32
5.4.2- Anchos.....	33
5.5- Diseño Geometría.	34
5.6- Tipos de Ciclovías.	34
5.7- Estructura.....	35
5.8- Segregaciones.	35
5.9-Intersecciones.	37
5.10- Singularidades	39
5.11- Señalética.....	42
5.12- Sistema de Monitoreo o Contadores de flujo.	44
5.13- Iluminación.....	45
5.14- Bici Estacionamientos	45
5.15- Vías independientes o vías verdes.	47
CAPITULO VI – CONSTRUCCIÓN DE CICLO VÍAS – ESTANDAR TECNICO.....	50
6.1- Aspectos Generales.	50
6.1.1- Documentos Técnicos Requeridos.	50
6.2- Requisitos Generales	50
6.3- Capas Granulares.....	51
6.3.1- Preparación de la Sub Rasante.....	51
6.3.2- Base Granular.	53
6.4- Capas de Rodado.	56
6.4.1- Pavimentos Asfálticos	56
6.5- Soleras.	66

6.5.1-General	66
6-5-2-Materiales	66
6.5.3-	66
Aplicación.....	66
6.5.4-Control de Calidad.....	67
6.6- Equipamiento.....	67
6.6.1-General	67
6.6.2- Demarcaciones.	67
6-6-3-Materiales	68
6.6.4-Aplicación.	68
6.6.5-Control de Calidad.....	68
6.7- Separadores – Tachas.	69
6-7-1-Materiales	69
6.7.2-Aplicación.	69
6.8- Separador –Tachón.....	69
6-8-1-Materiales	69
6.8.2-Aplicación.	70
6.9- Separador –Hito Vertical.....	70
6-9-1-Materiales	70
6.9.2-Aplicación.	70
CAPITULO VII – ECONOMÍA CIRCULAR.....	71
7.1- Concepto de Economía Circular.....	71
7.2- Principios de la economía circular.....	72
7.3- Beneficios de aplicar esta economía.....	72
CAPITULO VIII – LEY MARCO PARA LA GESTION DE RESIDUOS LA RESPONSABILIDAD EXTENDIDA DEL PRODUCTOR Y FOMENTO AL RECICLAJE – LEY 20920.....	73
8.1- Ley de Reciclaje.....	73
8.2- Principios.....	73
8.3- Productos Prioritarios.....	73
8.4- Regulación del Proyecto.....	74
8.5- Como opera la Responsabilidad extendida del productor (REP).....	74
8.6- Actores que establece la REP.....	75
8.6.1- Productor (PPP).....	75
8.6.2- Consumido de PP y sus obligaciones.....	75
8.6.3- Gestor de Residuos y sus obligaciones.....	75

8.6.4- Recolectores de Base.....	75
8.6.5- Rol de la municipalidad.....	76
8.7- Fiscalización y Sanciones.....	76
CAPITULO XI – PROPUESTA.....	77
9.1- Emplazamiento de ciclovía.....	77
.....	78
9.1.1- Impacto vial y social.....	78
9.2- Selección del tipo de plástico a utilizar.....	79
9.3- Selección del tipo de fabricación.....	80
9.4- Comparación entre Sistema Asfáltico y Plastic Road.....	82
9.4.1-Pavimentos Flexibles v/s Sistema Plastic Road.....	82
9.5-Diseño Teórico del Sistema.....	85
9.5.1-.....	86
Bloque Tipo A.....	86
9.5.2- Sistema de Unión entre Bloques.....	87
9.5.3- Sistema de Unión HEMBREA/MACHO.....	88
9.5.4-.....	89
Sistema de Captación de Aguas Lluvias.....	89
9.5.5-.....	90
Detalle de Bases de Apoyo de Bloque Pre Fabricado.....	90
9.6- Presupuesto Estimativo.....	91
9.6.1- Valor Unitario de Bloque Pre Fabricado.....	91
9.6.2- Comparativa de Costos entre Sistema Asfáltico y Sistema en Bloques Pre Fabricado.....	93
9-7- Estudio en laboratorio.....	94
9-8- Conclusión del Sistema.....	103
CAPITULO X – BIBLIOGRAFÍA.....	105

CAPITULO I – INTRODUCCIÓN.

1.0- Introducción.

La utilización del plástico a nivel mundial ha ido en aumento exponencial desde su creación, lo que ha llevado a producir y depender prácticamente de esta materia prima base. La utilización indiscriminada, ha generado una contaminación global con dicho producto, en donde la búsqueda de nuevas alternativas de diseño y de reutilización de este versátil material, son de suma relevancia para combatir el problema.

La contaminación del plástico, es uno de los problemas ambientales más importantes que enfrentamos hoy en día. Este material no es degradable y permanece cientos, incluso miles de años en nuestro eco sistema. Impacta directamente en el medio ambiente y nuestra salud y bienestar, por tanto, se transforma también en un problema social, económico y de salud pública de gran envergadura que genera, por sobre todas las cosas, la necesidad urgente de cambiar esta realidad.

Los datos más preocupantes que se pueden señalar, es que el impacto que estamos generando por la contaminación del plástico, es que estamos dañando directamente a nuestro eco sistema, los últimos datos arrojados, señalan que para el 2050, habrá más plástico que peses, lo que produce que el animal confunda el polímero como su alimento, lo que en definitiva los termina matando por desnutrición, riesgo de quedar atrapados entre los elementos o cambios en el mismo eco sistema que los rodea.

Según datos señalados por la Universidad Católica de Chile en su plataforma de Sustentabilidad, es que 13 millones de toneladas de residuos son los que llegan cada año a nuestros océanos, generando un daño devastador a nuestro sistema marítimo. Según estudio realizado en año 2015 con 700 especies marinas, indico que el 92% contiene residuos en su organismo y 17% de ellas, está en la lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza).

Otro dato señalado por la ONU, estima que en cerca de 2,6 kilómetros cuadrados de océano podemos encontrar 46.000 piezas de plástico de diferentes tamaños. De todo ese polímero generado cerca del 30% flota en los mares, mientras que el restante llega a la superficie marítima, dañando gravemente a la flora marina.

1.1- Planteamiento del Problema.

De acuerdo a la nueva ley de reciclaje “Ley Marco para la Gestión de Residuos, Responsabilidad Extendida del Productor y Fomento al Reciclaje” (REP) y modificaciones en nuestra economía hacia un diseño sustentable (Reducir, Reutilizar, Reparar y Reciclar), en donde se entreguen productos que cumplan más bien una función circular, es que se desea plantear de forma hipotética un sistema de diseño de ciclovías amigables con el entorno y sobre todo, que pueda ser fabricado con polímeros 100% reciclados.

Es por eso y de acuerdo a las cifras arrojadas, es que estamos enfrentando un problema crítico y que es de suma importancia poder abordar con suma seriedad y compromiso de todos. El sistema Plastic Road, es un sistema constructivo que cumple con las 4 R. buscamos entregar un diseño eco amigable y que cumpla con un retorno de economía circular.

1.2- Planteamiento de los Objetivos.

1.2.1- Objetivos Generales.

Evaluar el impacto que trae el plástico como contaminante en nuestro país y como lo podemos reutilizar, diseñando y elaborando ciclovías, eco amigables y sustentables, dentro de sectores rurales, de esa forma, se estarán abordando dos problemáticas que enfrenta nuestro país. Primero, el alto impacto que generan los residuos plásticos para nuestro medio ambiente, y como están afectando nuestro ecosistema a mediano y corto plazo.

Y en segundo lugar, el reutilizar dicha materia prima, en la construcción de elementos modulares, tanto en ciclovías, en base materia prima reciclada, por medio de un sistema de fácil montaje y reparación y de generación continua (fabricación y montaje) para lograr una mejor calidad de transporte de los usuarios y nuestro entorno.

1.2.2- Objetivos Específicos.

- Identificar el método Plastic Road como base de estudio para un sistema innovador de ciclovías en Chile.
- Identificar alternativas de Polímeros a utilizar, según sus capacidades técnicas.
- Observar los campos de aplicación, en donde podría ser construida nuestra ciclovía prototipo en Santiago, sectores urbanos o sectores rurales, según la tipología del terreno y su entorno.
- Crear alternativa teórica del sistema, entregando un diseño hipotético y sus diferentes características comparativas con el sistema actual de carpeta asfáltica.
- Evaluación económica de la implementación del sistema de ciclovías en base de materias primas recicladas plásticas y generar una comparación con el sistema actual en cuanto a metros cuadrados.

1.3- Metodología de Estudio

Los pasos a continuación descritos, son con el fin de poder ordenar forma racional, la metodología de estudio del proyecto de título.

- Recopilación bibliográfica sobre el método teórico de ciclo vías plásticas llamado “Plastic Road”.
- Identificar las características técnicas del polímero y poder escoger el más adecuado para nuestras plataformas modulares.
- Identificar y señalar los criterios de diseño tanto estructural como de urbanización de una ciclovia estándar.
- Señalar de forma breve, en que consiste la economía circular y la Ley REP.
- Para finalizar, se entregará una propuesta de diseño de este sistema, en donde nos basaremos en el método Plastic Road y nos guiaremos según los estándares exigidos.

1.4- Resultados Esperados.

Los mínimos resultados esperados a obtener en dicho proyecto son:

- Entregar una base teórica para posibles estudios más detallados, en la factibilidad de este método constructivo más eficiente y sustentable.
- Recopilar datos y antecedentes, con el fin de analizar el sistema a emplear.
- Identificar materias primas bases para la generación del.
- Elaborar un prototipo de diseño del método a estudio.
- Obtener un análisis comparativo, tanto técnico como económico del sistema a implementar, versus el sistema del hormigón asfáltico actual.

CAPITULO II –SISTEMA DE CILOVÍAS “PLASTIC ROAD”.

2.0- Creación del Método Plastic Road

El concepto de “Plastic Road” o en español “Camino de Plástico“, es un proyecto presentado en primera instancia el año 2015 y fue desarrollado por la empresa constructora holandesa Volker Wessels, subsidiaria por KWS y en cooperación de la empresa Total S.A.

Este sistema constructivo fue diseñado por el ingeniero de caminos Anne Koudstaal y el experto en asfalto y ciencia sostenible, Simón Jorritsma.

Se trata de un proyecto urbano, que abriría camino a una nueva forma de construir, ya que buscan construcciones con mayor seguridad, sistemas de montaje, más rápidos y eficientes, mantenciones mínimas, un diseño sustentable y con materias primas recicladas. Es por eso, que lo hace una idea innovadora, ya que pretende atacar de forma directa la descontaminación de residuos plásticos y un incentivo al transporte urbano en dos ruedas.

Según lo indicado en la página web de la empresa constructora Volker Wessels, es que se indicó que la aplicación de este nuevo método de ciclo vías plásticas, será llevado a cabo en la provincia de Overijssel municipio de Zwolle. De esa forma se espera poder obtener datos relevantes sobre este prototipo, lo que ha conllevado a diversos estudios, en cuanto a su resistencia a las cargas, tipos de plásticos a implementar y a su estructura funcional como ciclo vía.

El desarrollo en primera instancia de este sistema, será llevarlo a cabo en ciclo vías, debido a que se encuentra en periodo de estudio de factibilidad. Según lo señalado anteriormente, es que se desarrollara en Overijssel, donde como forma de prueba se construirán 30 m de este sistema, donde serviría como prueba para construcciones futuras.



Figura N°1- Anne Koudstaal y Simón Jorritsma inventores del sistema Plastic Road.

2.1- Origen del Problema.

De acuerdo a lo mencionado en la ilustración grafica de la página de Plastic Road, es que se explica completamente el proceso desde el origen del problema, hasta el proceso de montaje de los bloques (Forma teórica).

En primer lugar, las altas tasas de contaminación generadas por el consumo excesivo del plástico en diferentes productos consumidos por las personas, es que cada vez nos hemos dado cuenta, que nuestro entorno se ha sido afectado indiscriminadamente, por la generación de plásticos que están contaminando nuestros mares, lo que evidentemente nos traerá problemas al ecosistema especialmente marítimo.

Por otro lado, la explotación indiscriminada del transporte por automóviles, lo que ha generado a un colapso vial. Desde ese punto de vista, se hace necesario la implementación de medios de transportes nuevos y con un diseño y estándar más elevado. De esa forma, podremos atacar al gran conflicto por décadas, de las grandes congestiones viales.

Por último, la construcción de carreteras, avenidas y ciclo vías, utilizando materias primas sin permitir que sean permeables, las hacen estar expuestas a inundaciones y colapsos viales, lo que atraen diferentes complicaciones, para los residentes de las grandes metrópolis. Es por esto que diseñar y encontrar un modelo de transporte, que ataquen de forma sólida estas dificultades, es de suma relevancia.

Es por eso y visto desde esa premisa, es que nace la idea de poder enfrentar dichas problemáticas, tanto ambientales como de infraestructura vial, con el fin de poder entregar una solución que genere realmente un cambio en nuestro planeta.



Figura N°2 - Origen del problema – Ilustración obtenida de video Plastic Road.

2.2- Innovación del Sistema.

Según lo señalado por Plastic Road, la plataforma implementada, está elaborada de plástico completamente reciclado y una de sus grandes ventajas es su estructura prefabricada y su geometría hueca. De esta forma permitiría poder infiltrar las aguas lluvias en periodos de invierno, por otra parte, la reutilización del plástico, permitiría una reutilización circular del elemento.

- 1- Su innovación en reutilizar el plástico y triturar el elemento con el fin de generar los bloques de las ciclovías.



Figura N°3 - Método de recolección de Plastic Road.

- 2- Su fabricación con maquinaria que genere proceso de línea continua, lo que producirá un desarrollo más eficiente y rápido de fabricación.



Figura N°4 - Método de elaboración de Plastic Road.

- 3- Bloques prefabricados en base a una estructura tipo “lego”, lo que permitiría un montaje más eficiente y una utilización de los espacios más óptimo, ya que permitiría infiltrar las aguas lluvias y canalizar ductos de agua o eléctricos.

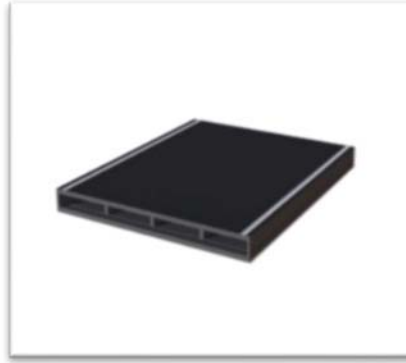


Figura N°5 – Prototipo Plastic Road.

2.3- Concepto Sustentable.

Según lo indicado en la plataforma de Plastic Road, los conceptos indicados y fundados para implementar esta innovadora idea, son las siguientes:

Prefabricado y Modular.

El sistema representa un método de construcción modular y prefabricada (Plástico Reutilizado), donde el elemento principal sea hueco en su interior. Al ser un producto liviano y prefabricado, entrega una ventaja sobre los demás sistemas asfálticos o de hormigón, donde el mantenimiento y su rapidez en su instalación, lo destacan sobre los sistemas antes mencionados.



Figura N°6 – Concepto Prefabricado y Modular Plastic Road.

Diseño

Al ser un diseño hueco, le da ciertas ventajas sobre los demás métodos, ya mencionados anteriormente, lo que ayudara a poder canalizar y filtrar las aguas lluvias en su interior y llevarlas a pozos subterráneos, también el poseer esa estructura, se podría utilizar con el fin de canalizar ductos de agua potable y por qué no, conducción de sistema eléctrico.



Figura N°7 – Concepto del Diseño Plastic Road.

Sustentable

Al ser un producto, en donde se busca el plástico, es donde se genera en el impacto debido a su reutilización circular, donde se genera también una disminución considerable en la huella de carbono, en comparación a los demás sistemas, ya que, al aumentar su vida útil, su bajo mantenimiento y su reutilización circular, es donde se genera el gran cambio. El sistema busca reutilizar el 100% del plástico.

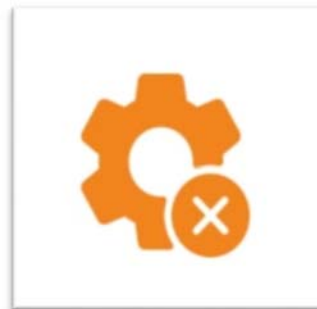


Figura N°8 – Concepto Sustentable de Plastic Road.

2.4- Grandes Ventajas.

El sistema “Plastic Road”, busca poder obtener un producto con elaboración circular, que quiere decir eso, que, por medio de la reutilización del plástico, seamos capaces de poder generar el mismo producto cuantas veces podamos, de ese modo se evitará generar residuos y poder disminuir considerablemente los contaminantes y los tiempos de construcción.

A continuación, se mencionarán de forma concreta las grandes ventajas de este sistema, las que lo hacen sumamente atractivos a hora de investigar más sobre el tema.

- 1- En primer lugar, se realiza un sistema prefabricado de bloques de ciclo vías. Las que llevarán todos los sistemas de anclajes, uniones y ensamblado, listos para ser instalados en terreno.



Figura N°9 – Bloque Plastic Road.

- 2- En segundo lugar, se trasladarán los bloques en grúas con brazos hidráulicos, donde se comenzarán a instalar en obra. De esa forma entrega un ahorro en los tiempos de montaje y traslado.



Figura N°10 – Sistema de montaje Plastic Road.

- 3- El tercer punto es importante a destacar, dentro de las ventajas innovadoras del sistema, es que permite filtrar las aguas lluvias, que puedan depositarse en la superficie, es por eso que se podría infiltrarlas a napas subterráneas o, almacenarla en estanques que puedan reciclar dichas aguas, con el fin de utilizarlas en el riego de parques.



Figura N°11 – Concepto de filtración de agua de Plastic Road.

- 4- El cuarto punto a destacar, es su estructura prefabricada y con un núcleo hueco en su interior con nervaduras de refuerzo, lo que permite soportar las cargas de los ciclistas, y por otro lado, la alternativa de canalizado de diversos servicios.



Figura N°12 – Concepto de estructura de Plastic Road.

CAPITULO III- POLIMEROS COMO MATERIAL BASE EN ELABORACIÓN DEL SISTEMA PLASTIC ROAD.

3.1- Antecedentes Generales.

Dentro de este punto, se abordará el origen de los polímeros, su definición y clasificación según sus distintas cualidades. Además, se indicarán los sistemas de elaboración según las propiedades requeridas.

3.2- Reseña Histórica.

- 1- El primer plástico sintético, fue fabricado en la década de 1860, el que buscaba remplazar el marfil y el ámbar.
- 2- Los primeros plásticos eran polímeros semi sintéticos, basados en celulosa modificada y un polímero natural derivado del algodón.
- 3- John Wesley Hyatt (1837 – 1920) fabricó un sustituto del marfil que se llamó celuloide, ya que era un derivado del nitrato de celulosa, este producto fue utilizado para fabricar bolas de billar y reemplazaba el marfil.
- 4- Alexander Parkes en 1862 dio a conocer un plástico completamente artificial llamado Parkesina, utilizado para útiles domésticos.
- 5- En 1887 salieron al mercado las cintas cinematográficas, las que estaban formadas por nitrato de celulosa (Material muy inflamable).
- 6- En 1907 Leo Baekeland creó el primer plástico sintético llamado la baquelita.
- 7- En 1870 se descubrió y en 1930 recién se comercializó.
- 8- El primer termoplástico fue el cloruro de polivinilo (PVC), un material impermeable y resistente ya que cuando es grueso es rígido y cuando es fino es flexible.
- 9- El polietileno se descubrió en 1933 y fue un material muy utilizado, en periodos de guerra.
- 10- En la década de 1950 los plásticos habían alcanzado ya un gran desarrollo. Se empleaban en la industria y en la fabricación de todo tipo de objetos domésticos, sobre todo los destinados a elementos de cocina.

3.3- Definición de Polímeros.

Según la Real academia española (RAE) los **polímeros** son un compuesto químico, de tipo natural o sintético, formado por polimerización y que consiste esencialmente en unidades estructurales repetidas.

“Y según lo indicado en libro sobre polímeros, los plásticos, son moléculas de gran tamaño, constituidas por “eslabones” orgánicos denominados monómeros, unidos mediante enlaces covalentes. Los eslabones están formados, fundamentalmente, por átomos de carbono y pueden poseer grupos laterales o radicales con uno o más átomos. Estas moléculas orgánicas, son las que constituyen los materiales plásticos que conocemos y también los tejidos de los seres vivos (piel, músculos, tela de araña, seda, etc.)”.

Los polímeros sintéticos se producen mediante un proceso denominado polimerización, en este proceso se produce la reacción de miles de monómeros, que pasan a formar parte de una larga cadena macromolecular. Existen dos tipos de polimerización: de adición y de condensación.”
(Hermida, 2011)

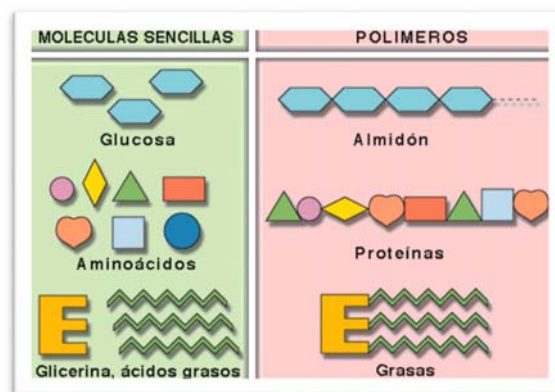


Figura N°13 – Estructura de los polímeros.

3.4- Clasificación de los Polímeros .

Los polímeros pueden clasificarse de diferentes maneras, y a su vez, esas clasificaciones, pueden subdividirse en otras.

3.4.1- Según sus Orígenes – Naturales y Sintéticos.

Los polímeros naturales:

Son aquellos que provienen de los seres vivos, los que podemos encontrar en diversas variedades de ellos, tales como proteínas, polisacáridos y ácidos nucleicos. El polímero natural tiene una función importante en nuestro organismo, por lo que se les llaman biopolímeros, ejemplos de ellos, podemos encontrar a la seda, el caucho, el algodón, la madera y la quitina entre otros.

Los polímeros sintéticos:

Se obtienen por síntesis por medio de una industria o un laboratorio y su base está conformado por monómeros naturales. Ejemplos de polímeros sintéticos son los vidrios, la porcelana, el nailon, el rayón y los adhesivos.

Las fabricaciones de polímeros sintéticos pueden ser modificados con ciertas sustancias para lograr mejorar sus propiedades, ya sean flexibilidad, resistencia, dureza y elongación.

Polímeros Semi sintéticos:

Se obtienen por transformación de polímeros naturales. Ejemplo: caucho vulcanizado, etc.

3.4.2- Según su Estructura de la Cadena.

Lineal: Se repite siempre el mismo tipo de unión.

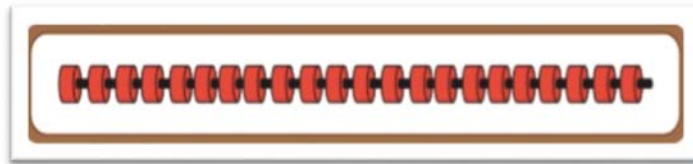


Figura N°15 – Estructura lineal.

Ramificado: Con cadenas laterales unidas a la principal.

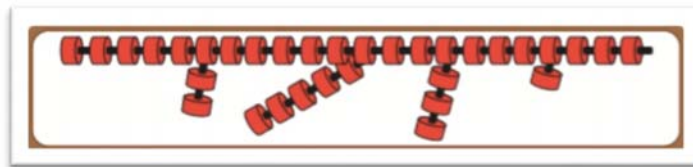


Figura N°16 – Estructura ramificada.

Entre Cruzados: Si se forman enlaces entre cadenas vecinas.

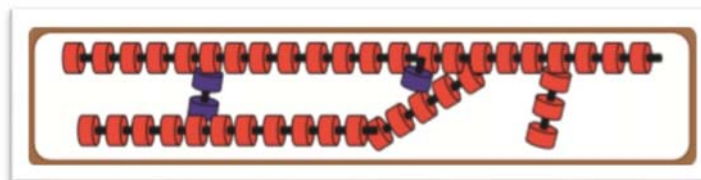


Figura N°17 – Estructura entre Cruzados.

Homopolímeros: Son aquellos polímeros en los que todos los monómeros que los constituyen son iguales.

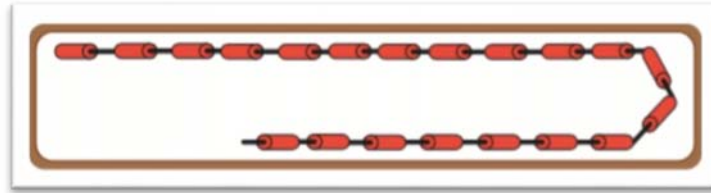


Figura N°18 – Estructura entre Homopolímeros.

Copolímeros: Están formados por dos o más monómeros diferentes.

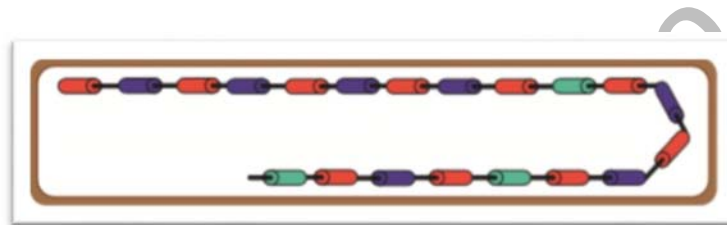


Figura N°19 – Estructura entre Copolímeros.

3.4.3- Procesos de Obtención.

Los polímeros sintéticos, se producen mediante un proceso denominado polimerización, en este proceso se produce la reacción de miles de monómeros, que pasan a formar parte de una larga cadena macromolecular.

Existen dos tipos de polimerización:

De adición: como indica su nombre, es como si se sumasen unas moléculas a otra, unos monómeros a otros, como si fuesen cuentas de un collar que se van uniéndose, dando lugar al polímero.

De condensación: por cada nuevo monómero que se une a la cadena se libera una molécula de pequeño tamaño, por ejemplo, agua (H_2O).

3.4.4- Respuesta Termo-Mecanica.

3.4.4.1- Termoplásticos

Como su nombre lo indica, se comportan de manera plástica a elevadas temperaturas, más aún, la naturaleza de sus enlaces no se modifica radicalmente, cuando la temperatura se eleva, razón por la cual, pueden ser conformados a temperaturas elevadas, enfriados y después recalentados o reconformados sin afectar el comportamiento del polímero. Los polímeros termoplásticos son lineales.



Figura N°20 - Estructura Molecular Termoplástico.

3.4.4.1.1- Aditivos.

La mayoría de los polímeros contiene aditivos que, como veremos a continuación, se clasifican según las características especiales que le imparten al material.

- 1- **Pigmentos:** Se los emplea para colorear plásticos y pinturas. El pigmento debe resistir las temperaturas y presiones durante el procesamiento del polímero.
- 2- **Estabilizantes:** Impiden el deterioro del polímero provocado por el medio ambiente. Los antioxidantes se añaden al polietileno y al poliestireno. Los estabilizantes al calor, se requieren para el procesamiento del policloruro de vinilo. Los estabilizantes evitan también el deterioro ocasionado por la radiación ultravioleta.
- 3- **Agentes Antiestáticos:** Gran parte de los polímeros son malos conductores eléctricos, por lo que generan electricidad estática. Los agentes antiestáticos atraen mayor humedad del aire hacia la superficie del polímero, mejorando la conductividad superficial del polímero y reduciendo así la posibilidad de una chispa o descarga eléctrica.
- 4- **Retardantes de la combustión a las llamas:** La mayoría de los polímeros, por ser materiales orgánicos, es inflamable. Los aditivos que contienen cloruros, bromuros,

fósforos o sales metálicas reducen la posibilidad de que ocurra o se extienda la combustión.

- 5- **Lubricantes:** Aquellos como la cera o el estearato de calcio reducen la viscosidad del plástico fundido y mejoran las características de conformabilidad o procesabilidad.
- 6- **Plastificantes:** Son moléculas de bajo peso molecular que, reduciendo la temperatura de transición vítrea, mejoran las propiedades y características de conformabilidad del polímero.
- 7- **Refuerzos:** Algunos rellenos como el negro de humo, que se adiciona al caucho mejoran la resistencia a la carga y al desgaste en los neumáticos. Algunos rellenos como las fibras cortas o las hojuelas de materiales inorgánicos, mejoran las propiedades mecánicas.
- 8- **Agentes Espumantes:** Algunos polímeros incluyendo el uretano y el poliestireno, pueden ser expandidos en forma de espuma con huecos celulares. Las espumas expandidas son excelentes materiales aislantes con una densidad excepcionalmente baja.

3.4.4.2- Termoestables.

Estos plásticos, durante el proceso de fabricación, sufren una reacción que se denomina degradación o fraguado. Una vez que han sufrido esta reacción, no se pueden volver a modelar, permanecen con la forma que han adquirido durante este proceso, lo que ocurre durante el fraguado, es que las distintas cadenas se enlazan entre sí por distintos puntos, formando una especie de red.

Debido a esto, las cadenas ya no se pueden deslizar unas respecto a las otras y el plástico mantiene la forma que ha adquirido.



Figura N°21 – Estructura Molecular Termoestable.

3.4.4.3- Elastómeros

Los elastómeros también denominados cauchos, tienen un comportamiento térmico que puede variar de termoplástico a termo rígido según su estructura lineal o reticulada. La clasificación se realiza en base a su comportamiento mecánico:

- Tiene la capacidad de deformarse muchas veces y logran recuperar su forma original.



Figura N°22 – Estructura Molecular Elastómero.

3.5- Procesamiento de los Polímeros.

Para lograr conformar polímeros de forma correcta es importante tener claro la naturaleza de los polímeros, en particular, si son termoplásticos o termoestables.

Se emplea una gran diversidad de técnicas para conformar polímeros termoplásticos. El polímero se calienta a una temperatura cercana o superior a la de fusión, de modo que adquiera una baja viscosidad. Entonces el polímero se funde o inyecta dentro de un molde, o se lo fuerza a pasar a través de una boquilla para producir la forma requerida.

Se usan pocas técnicas de conformado para los polímeros termoestables, debido a que una vez producida la polimerización ya se ha establecido una estructura reticular, que no se puede conformar más. Después de la vulcanización los elastómeros tampoco pueden ser conformados adicionalmente.

3.5.1- Extrusión.

Este mecanismo es solo utilizado para polímeros termoplásticos

La extrusión consiste principalmente en:

- El plástico en forma de pellet, se introduce por medio de un embudo el que cae en su interior por donde pasa un cilindro precalentado.
- Se direcciona el material fundido a través de una cavidad cilíndrica, el que se encuentra girando y moviendo el plástico fundido, al extremo donde se encuentra la boquilla.
- El material fundido es presionado para salir por la boquilla, con el fin de entregar el diseño esperado, según el molde previamente ya instalado.
- El material que sale por la boquilla, pasa por el sector de enfriado, entregando la forma requerida.

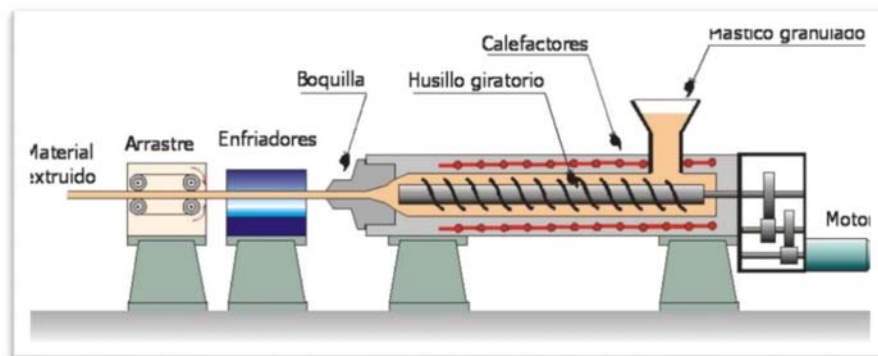


Figura N°23 – Proceso de Extrusión.

Este proceso, se emplea para la producción continua de piezas, de sección constante, para recubrir superficies con otros materiales en fibras y monofilamentos. Su aplicación de tubos, varillas, recubrimientos de cables, perfiles para obras.

3.5.2- Inyección.

Solo utilizado para termoplásticos.

La inyección consiste principalmente en:

- El plástico en forma de pellet, se introduce por medio de un embudo el que cae en su interior por donde pasa un cilindro precalentado.
- Direccionar el material fundido a través de una cavidad cilíndrica, el que se encuentra girando y moviendo el plástico fundido al extremo donde se encuentra la boquilla.
- Moldeo y enfriamiento de la pieza.
- El molde se mantiene cerrado, enfriado, con la cantidad adecuada de material, hasta que la temperatura de la pieza sea tal, que permita abrir el molde y retirar la pieza.
- Apertura de molde y extracción del producto final.

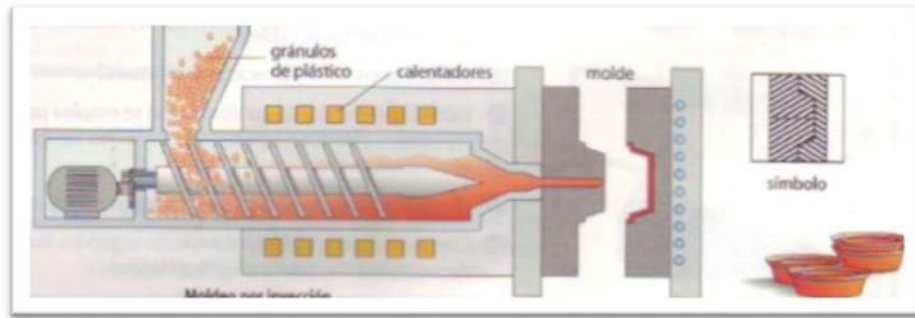


Figura N°24 – Proceso de Inyección.

- **Se utiliza el proceso de inyección**, en producción de piezas por ciclos, para generar mayor productividad se aumenta las cavidades del molde, este proceso se emplea cuando se quiere dar diferentes diseños y formas a las piezas de alta calidad (buen acabado), pero existen restricciones de espesores v/s deformación, donde el proceso termo formado si logra llegar.
- Gran versatilidad para cambiar la forma utilizada, la misma maquina (solo se cambia el molde).
- La inyección depende mucho del polímero utilizado, por lo tanto, las condiciones del proceso, como temperaturas, tiempos, presiones, son el motor para realizar ajustes y lograr inyectar un material (importante porque los aditivos y químicos ayudan a controlar la operación y aumentar eficiencias).
- **Aplicaciones en juguetes, cubos y recipientes.**

3.5.3- Soplado.

Solo empleado para termoplásticos.

El Soplado consiste principalmente en:

- Luego de obtener una preforma tubular por el proceso previo de inyección o extrusión, se debe fundir dentro del molde de soplado.
- Dentro del molde de soplado, se introduce aire para que la preforma adopte el diseño del molde.
- Se aplica enfriamiento y posteriormente se retira la pieza.

Para soplar un material, se requiere:

- Se requiere previamente una máquina extrusora con sus partes, para fundir el material, formar la preforma y direccionarla por el cabezal hacia el molde.
- Entrega de energía o calor, para mantener las preformas fundidas durante el proceso (calefactores).

- Molde con 2 partes móviles de la pieza, con su diseño y unidad de soplado (cabezal da forma a cuello pieza hueca y sopla aire).
- Presión uniforme y continua de aire, para que la pieza adopte completamente la forma del molde.
- Enfriamiento en el molde (agua refrigerada).
- Máquina con las partes mecánicas adecuadas para lograr pasar por las etapas antes descritas y, de ser necesario, equipos de tensionado en caso de film y receptores de productos.

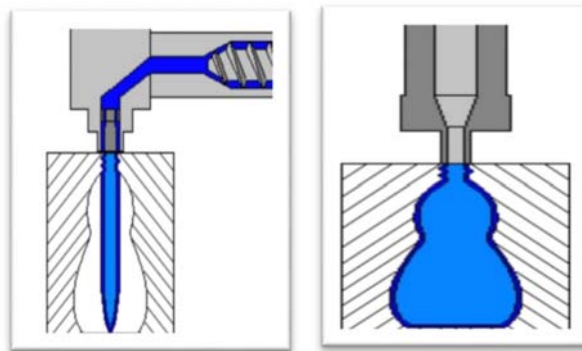


Figura N°25 – Proceso de Soplado.

Cuándo se utiliza el proceso de Soplado:

- Producción continua de elementos y que requieran ser huecos con formas cilíndricas, logrando que el cuello tenga un menor diámetro, en comparación con su cuerpo tubular. (Esto no se logra en el método de inyección)
- De cualquier tipo de sección variable (no depende de esta dimensión).
- **Para formar depósitos de combustibles, bidones, envases de productos personales (cremas, jabones, shampoo, etc.), envases, productos químicos (cloro, detergentes), envases de alimentos (aceites, salsas, etc.), piezas ahuecadas como tablas de surf, films tubulares y mangas.**
- El molde es quien le entrega el acabado final al elemento, por lo tanto, es el punto crítico en la producción.

3.5.4- Roto Moldeo.

Consiste principalmente en:

- Se carga el material.
- A diferencia de los otros procesos, no se requiere fundir antes de moldear el material.
- Se calienta molde, se llena con el pellet y se aplica enfriamiento del molde con material en rotación.
Extracción de la pieza moldeada.

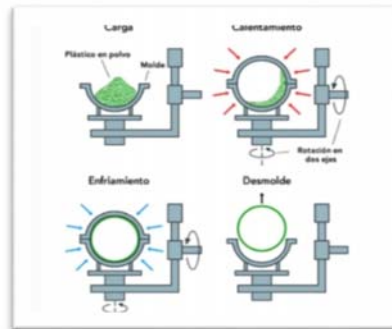


Figura N°26 – Proceso de Roto Moldeo.

Cuándo se utiliza:

- Para la producción lotes de piezas huecas de gran dimensión, de sección variable.
- Compite con el proceso de soplado para piezas grandes, de mayor complejidad de formas.
- Moldes más baratos que el soplado, ya que no se requiere de la etapa de presión y se obtienen piezas sin tensiones, como estanques y partes resistentes para alta presión, partes de tuberías para ductos (gas, petróleo), etc.
- Como la carga de material y descarga de las piezas, son manuales o lentas, sumado al tiempo de relleno del molde por el material polvo, los ciclos de obtención de piezas son lentos en general.
- **Se utiliza para fabricar objetos de gran tamaño como contenedores de basura o de reciclado, depósitos de agua o de gasoil, juegos infantiles para parques, etc.**

3.5.5- Moldeo por Compresión.

Consiste principalmente en:

- Cargar, generalmente en forma manual, un material sólido dentro de un molde, calentamiento y enfriamiento.
- Extracción y limpieza.

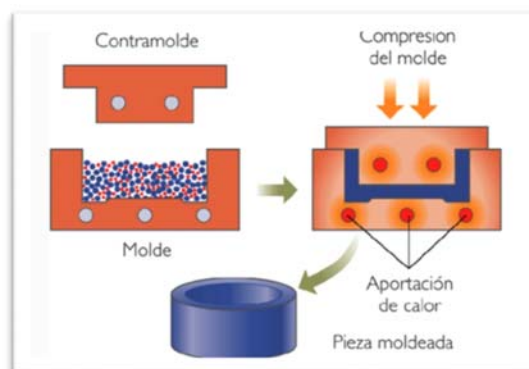


Figura N°27 – Proceso de moldeo por compresión.

Cuándo se utiliza:

- Para la producción lotes de piezas pequeñas, para estudio o pocas unidades a nivel piloto o prototipo.
- De sección cónica, con moldes con macho y hembra.
- Moldes y máquina de baja inversión.
- Baja productividad por ciclos lentos respecto al proceso de inyección.
- **Aplicaciones: recipientes para alimentos, carcasas de electrodomésticos, bandeja.**

3.5.6- Termo Formado.

Consiste principalmente en:

- Obtener una preforma de lámina o plancha, por el proceso previo de extrusión.
- Se aplica calor a la lámina.
- Al calentar la lámina, adoptar el diseño de molde en la matriz formadora, bajo presión o vacío.
- Luego se extrae la pieza fabricada.

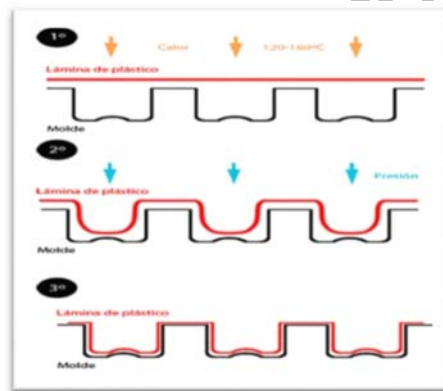


Figura N°28 – Proceso de termo formado.

Cuándo se utiliza:

- Para la producción continua de piezas de bajo espesor, tipo bandejas de frutas para supermercado, servicios desechables y porciones de alimentos.
- De sección constante del tipo macho hembra.
- Tiene la desventaja, de pérdida de material entre moldes de las láminas y entre sus bordes, por lo que se debe invertir en una máquina recicladora (picadora).

3.6- Clasificación del Plástico.

Los plásticos están diferenciados según un Código de Identificación de Plásticos, que es un sistema utilizado internacionalmente en el sector industrial, para distinguir la composición de resinas en los envases y otros productos plásticos. Esto fue realizado por la Sociedad de la

Industria de Plásticos (SPI) en el año 1988, con el fin de propiciar y dar más eficiencia al reciclaje.

Los diferentes tipos de plástico se identifican con un número del 1 al 7 ubicado en el interior del clásico signo de reciclado (triángulo de flechas en seguimiento), considerando lo anterior, se mencionarán a qué denominación corresponde cada uno de ellos y cuáles son sus características.

PET



Figura N°29 – Clasificación PET.

PEAD O HDPE

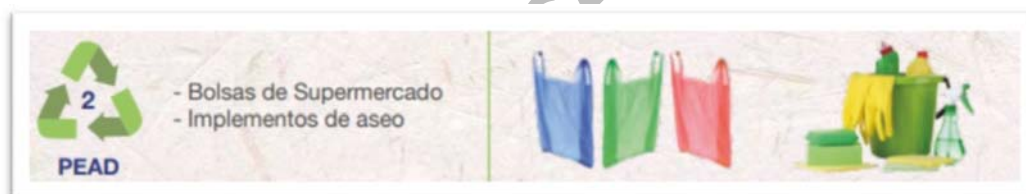


Figura N°30 – Clasificación PEAD.

PVC



Figura N°31 – Clasificación PVC.

PEBD O LDPE

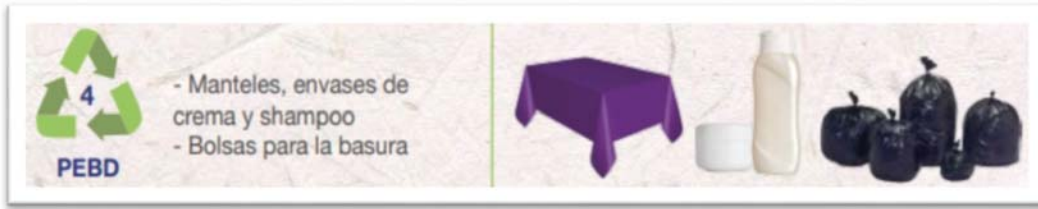


Figura N°32 – Clasificación PEBD.

PP



Figura N°33 – Clasificación PP.

PS



Figura N°34 – Clasificación PS.

OTROS



Figura N°35 – Clasificación OTROS.

CAPITULO IV – ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS POLIMEROS.

4.0- PEAD O HDPE (Polietileno de alta densidad)

Propiedades y usos:

- No es afectado por la corrosión.
- Termoplástico semi cristalino en más de un 90%.
- Alta Flexibilidad
- Alta resistencia al impacto y se mantiene a temperaturas altas.
- Resistente a bajas temperaturas
- Impermeable
- No es toxico.
- Al tener bastante densidad, es opaco.
- Propenso a grietas por la tensión del ambiente.

Datos Técnicos:

Propiedades Mecánicas

- Peso Específico: 0,95 gr/cm³.
- Resistencia a la compresión: 183/295 kg/cm².
- Resistencia al desgaste por roce: Aceptable.
- Módulo de elasticidad (Tracción): 10.197 kg/cm².
- Resistencia a la fluencia/Rotura: 224/316 kg/cm².

Propiedades Térmicas

- Temperatura de uso continuo en el aire: -50 a 80 °C

Propiedades Químicas

- Resistencia a Hidrocarburos: Alta resistencia.
- Efecto de los rayos solares: Mala.
- Comportamiento a la combustión: Arde con dificultad.

Fuente de información: <http://www.jq.com.ar>.

4.1- PP (Polipropileno)

Propiedades y usos:

- Gran recuperación elástica.
- Resistencia a las aplicaciones de cargas en un ambiente a temperaturas de 70° C sin producirse deformaciones.
- Gran resistencia a la penetración de los microorganismos.
- Flota debido a su densidad.
- Ligero y cristalino
- Su dureza y rigidez con mejores en comparación a las del polietileno.
- Resistencia al impacto es baja.

Datos Técnicos:

Propiedades Mecánicas

- Peso Específico: 0,91 gr/cm³.
- Resistencia a la compresión: 80/120 kg/cm².
- Resistencia al desgaste por rose: Regular.
- Módulo de elasticidad (Tracción): 11.000 kg/cm².
- Resistencia a la fluencia/Rotura: 300 kg/cm².

Propiedades Térmicas

- Temperatura de uso continuo en el aire: -10 a 100 °C.

Propiedades Químicas

- Resistencia a Hidrocarburos: Regular.
- Efecto de los rayos solares: Lo afectan.
- Comportamiento al quemarlo: Funde y gotea.
- Comportamiento a la combustión: Arde con facilidad.

Fuente de información: <http://www.jq.com.ar>.

4.2- PET (Tereftalato de Polietileno)

Propiedades y usos:

- Resistencia y rigidez elevadas.
- Elevada resistencia a la fluencia.
- Elevada dureza de la superficie.
- Muy apropiado para ser pulido.
- Elevada estabilidad dimensional.
- Buenas propiedades de fricción por deslizamiento y resistencia a la abrasión.
- Buen comportamiento como aislante eléctrico.
- Elevadas resistencias a sustancias químicas.

Datos Técnicos:

Propiedades Mecánicas

- Peso Específico: 1,39 gr/cm³.
- Resistencia a la compresión: 260/480 kg/cm².
- Resistencia al desgaste por rose: Muy Buena.
- Módulo de elasticidad (Tracción): 37.000 kg/cm².
- Resistencia a la fluencia/Rotura: 900 kg/cm².

Propiedades Térmicas

- Temperatura de uso continuo en el aire: -20 a 110 °C.

Propiedades Químicas

- Resistencia a Hidrocarburos: Buena
- Efecto de los rayos solares: Algo lo afectan.
- Comportamiento al quemarlo: Gotea.
- Comportamiento a la combustión: Arde con media intensidad.

Fuente de información: <http://www.jq.com.ar>.

4.3- PVC (Policloruro de Vinilo)

Propiedades y usos:

- Resistencia, rigidez y dureza mecánica elevadas.
- Es termoplástico.
- Buen aislante eléctrico.
- Elevada resistencia a sustancias químicas.
- Autoextensible.
- Impermeable a gases y líquidos.
- Mínima absorción de agua.
- Resistencia a la acción de hongos, bacterias, insectos y roedores.
- Fácil de pegar y soldar, resistente a la intemperie (Sol, lluvia, viento y aire marino)

Datos Técnicos:

Propiedades Mecánicas

- Peso Específico: 1.45 gr/cm³.
- Resistencia a la compresión: 170/300 kg/cm².
- Resistencia al desgaste por roce: Mala.
- Módulo de elasticidad (Tracción): 31.000 kg/cm².
- Resistencia a la fluencia/Rotura: 500 kg/cm².

Propiedades Térmicas

- Temperatura de uso continuo en el aire: - 15 a 60 °C.

Propiedades Químicas

- Resistencia a Hidrocarburos: Buena.
- Efecto de los rayos solares: Algo lo afectan.
- Comportamiento al quemarlo: Funde y gotea.
- Comportamiento a la combustión: Arde con dificultad.

Fuente de información: <http://www.jq.com.ar>.

4.4- PS (Polietileno)

Propiedades y usos:

- Polietileno de alta densidad.
- Es termoplástico.
- Desarrollado para el sector de moldeo por soplado.
- Alta resistencia al impacto y buena rigidez.
- Tiene resistencia a las bajas temperaturas, impermeable

Datos Técnicos:

Propiedades Mecánicas

- Peso Específico: 0,97 gr/cm³.
- Resistencia a la compresión: 322/622 kg/cm².
- Resistencia al desgaste por rose: Aceptable.
- Módulo de elasticidad (Tracción): 10.197 kg/cm².
- Resistencia a la fluencia/Rotura: 152/407 kg/cm².

Propiedades Térmicas

- Temperatura de uso continuo en el aire: - 5 a 60 °C.

Propiedades Químicas

- Resistencia a Hidrocarburos: Aceptable.
- Efecto de los rayos solares: Mala.
- Comportamiento a la combustión: Arde con dificultad.

Fuente de información: <http://www.jq.com.ar>.

4.5- PEBD O LDPE (Polietileno – Baja densidad)

Propiedades y usos:

- Puede moldearse a cualquier forma.
- Resistencia al impacto, es bastante alta.
- Baja densidad con respecto a metales u otros materiales.
- Impermeable, inerte y de baja reactividad.
- Se trata de un material translucido.
- No se altera en presencia de aguas dulces o salada
- Permeabilidad al vapor de agua son muy bajas.
- Es un material inflamable
- Se transforma por inyección, soplado, extrusión o roto moldeo.

Datos Técnicos:

Propiedades Mecánicas

- Peso Específico: 0,92 gr/cm³.
- Resistencia a la compresión: 112/173 kg/cm².
- Resistencia al desgaste por rose: Aceptable.
- Módulo de elasticidad (Tracción): 10.197 kg/cm².
- Resistencia a la fluencia/Rotura: 224/316 kg/cm².

Propiedades Térmicas

- Temperatura de uso continuo en el aire: -200 a 80 °C

Propiedades Químicas

- Resistencia a Hidrocarburos: Alta resistencia.
- Efecto de los rayos solares: Mala.
- Comportamiento a la combustión: Arde con dificultad.

Fuente de información: <http://www.jq.com.ar>.

CAPITULO V – RECOMENDACIONES Y CRITERIOS DE DISEÑO DEL SISTEMA ACTUAL.

5.1. Criterios de Diseño.

Según lo señalado en el capítulo 4 de diseño y ejecución de ciclo vías del Serviu metropolitano, es que tenemos 6 criterios de diseño para este tipo de proyectos, los cuales son los que nos entregaran las reglas a seguir al momento de implementar nuestro sistema de ciclovías prefabricadas.

- 1- **Segura:** Red debe proteger al usuario, tener cuidado con los cruces, áreas de estacionamientos y conexiones, ya que son los puntos donde se intersectan con los vehículos.
- 2- **Conexa:** Deben generar una unión/Destino. Es decir, deben tener relaciones entre las vías.
- 3- **Coherente:** Claridad en la señalética y demarcaciones, que tengan una continuidad en el trazado. Que sea de fácil entendimiento por parte del usuario.
- 4- **Directa:** Relación con los tiempos de viajes, ya que paradas o rutas sin sentido, afectan al flujo y tiempos de traslados.
- 5- **Cómoda:** Se refiere a la elección de la geometría, materialidad de pavimentos y selección vegetal para este tipo de proyectos, los que deben asegurar un desplazamiento tranquilo y agradable al usuario de la misma.
- 6- **Atractiva:** Este factor está relacionado con la imagen urbana que proyecta la ciclovía, un espacio bien iluminado, seguro socialmente, asociado a centros de atracción o áreas verdes, mobiliario urbano y una arborización acorde que provea de sombra, atraerá usuarios y será concebido como un aporte al entorno.

5.2- Tipos de Sistemas de Circulación.

Según lo indicado por el libro vialidad ciclo-inclusiva: Recomendaciones de diseño hace referencia a los distintos tipos de vialidad ciclo-inclusiva que se han generado en la actualidad, los cuales son:

- **Compartida:** Se concierne con la vialidad, donde el espacio de circulación vehicular es de uso común para todos los modos de transporte, motorizados y físicamente activos. Deben ser aplicadas medidas de gestión e infraestructura para que la velocidad de circulación no supere los 30 (km/h) y los niveles de flujo vehicular motorizado sean inferiores a 2.000 (veh/día).
- **Segregada:** Parte de la calzada destinada al uso exclusivo de bicicletas, separadas del flujo motorizado dado que la velocidad de circulación supera los 30 (km/hr) y/o el flujo de vehículos motorizados está sobre 2000 (veh/día).

Para velocidades entre 31 y 50 (km/h), se pueden segregar únicamente con pintura. Para velocidades superiores a los 50 (km/h), se demanda utilizar sistemas segregadores físicos, independientes del nivel de flujo motorizado. En ambos casos la separación será de 50 cm como mínimo.

- **Independientes:** Vía cuyo trazado sirve exclusivamente a las necesidades de usuarios de la bicicleta o caminata. No contempla la circulación de vehículos motorizados. Son vías que siguen corredores verdes, parques lineales, riberas de ríos, lagos, bordes costeros y/o brindan conexiones de tipo interurbanas o rurales. Sus bordes tienen nulo o bajo nivel de actividad, a diferencia del centro de la ciudad. Presentan una cantidad reducida de cruces en sus trazados.

Según lo descrito anteriormente, es que para el proyecto que se desea estudiar en base a ciclovías prefabricadas, se implementaría una **circulación segregada mezclado con sistema independiente (Ciclovía).**

5.3- Alto Estándar.

Para que un proyecto de ciclovías sea considerado como de alto estándar, es necesario que cumpla con 7 requisitos básicos (Geometría, Emplazamiento, Intercesión, Demarcación, Iluminación, Contadores de flujos, Bici estacionamientos).

En consideración a los proyectos SERVIU, solo se contemplan como obligatorios ciertos requisitos, los cuales son:

- 1- **Geometría:** Vías con un ancho adecuado, con segregación visibles y seguras.
- 2- **Emplazamiento:** Vía preferentemente unidireccionales, por el costado derecho.
- 3- **Intersecciones:** Que no exista una mezcla entre peatones y ciclistas.
- 4- **Demarcaciones:** En los cruces tiene que ser de color azul y con tachas reflectantes.
- 4- como forma opcional y según el presupuesto o lo requerido por diseño, es que se pueden contemplar los puntos posteriores.
- 5- **Iluminación:** Evaluación según el entorno, de acuerdo si cumple con requerimientos mínimos exigidos.
- 6- **Contadores de Flojos:** Deben ser automáticos y resistentes a vandalismo.
- 7- **Bici Estacionamientos:** Bicicleteros tipo U invertido o similar.

5.4- Criterios de Diseño.

Los criterios que se deben tener en cuenta son los anchos de las ciclovías y su emplazamiento.

5.4.1- Emplazamiento.

La Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, en su artículo 2.3.2 bis, establece que las ciclovías deben formar parte de la calzada de una vía. Extraordinariamente, cuando se requiera conectar ciclovías, podrán ubicarse en la mediana o en un bandejón, o como parte de la acera, sin afectar la vereda.

Por otro lado, la ley 18.290 de Transito, artículo 117, establece que “Ningún vehículo podrá circular a menor velocidad que la mínima fijada para la respectiva vía. En todo caso, los vehículos que, dentro de los límites fijados circulen a una velocidad inferior a la máxima, deberán hacerlo por su derecha”.

Para dar cumplimiento a lo estipulado en la Ordenanza, las prioridades de intervención en el espacio público serán las indicadas en la siguiente tabla. Entendiéndose por Nivel 1 a la primera opción a evaluar al enfrentarse a un proyecto de ciclo vía, pudiendo pasar al Nivel 2, **SOLO** si se descarta la primera opción de intervención y así sucesivamente.

Nivel	Intervención
1	Eliminar Estacionamientos
2	Regular ancho de pistas.
3	Realizar ensanche de calzadas.
4	Eliminar pistas de vehículos particulares.
5	Rehacer medianas.
6	Reducir Aceras
7	Expropiar.

Cuadro N°1 – Niveles de Intervención. (En ningún caso debe considerarse reducir veredas).

(Fuente: Vialidad Ciclo inclusiva; recomendaciones de diseño).

Las vías deberán ser preferentemente unidireccionales, donde en el caso de implementar una vía bidireccional en una unidireccional, estas deberán ser reforzadas en cuanto a su señalética, ya que los usuarios deben tener siempre una alerta en cuanto a los cruces transversales que puedan realizar en las vías.

Para tener un mejor ingreso y salida de las ciclo vías, las pistas deberán ser siempre ejecutadas por el lado derecho de la calzada.

No se permiten los emplazamientos por los costados de los bandejones, ya que es peligroso para los usuarios en cuanto a sus cruces.

5.4.2- Anchos.

Los factores a considerar al momento de diseñar el ancho de la ciclo vía, son el desequilibrio y el zigzag que se generan al inicio las marchas de los ciclistas.

Ancho Ciclo vía	Bidireccional	Unidireccional
Ancho Optimo	2,4 m	1,8 m
Ancho Min. Absoluto en singularidad.	2,0 m	1,2 m

Cuadro N°2 – Ancho ciclo vía

(Fuente: Vialidad Ciclo inclusiva: recomendaciones de diseño).

5.5- Diseño Geometría.

En cuanto a los criterios de diseño geométricos, los parámetros de diseño son los mencionados en la tabla a continuación.

Características	Bidireccional	Unidireccional
Velocidad de diseño (Pendiente Long. Entre 0 a 3%)	30 km/hr	30 km/hr
Velocidad de diseño (Pendiente Long. Entre 3.1 a 6%)	50 km/hr	50 km/hr
Pendiente Long. Máxima en tramos	6%	6%
Pendiente transversal máxima	3%	4%
Radio de giro mínimo en tramos (Pendiente Long. Entre 0 a 3%)	20 m para peralte de 8% 24 m para peralte de 2%	20 m para peralte de 8% 24 m para peralte de 2%
Radio de giro mínimo en tramos (Pendiente Long. Entre 0 a 3%)	68 m para peralte de 8% 86 m para peralte de 2%	68 m para peralte de 8% 86 m para peralte de 2%
Radio de giro mínimo en intersección	5 m	5 m
Ancho mínimo libre en singularidad*	200 cm	100 cm
Galivo vertical mínimo	250 cm	250 cm

Cuadro N°3 – Parámetros del diseño geométrico.

(Fuente: Vialidad Ciclo inclusiva: recomendaciones de diseño)

5.6- Tipos de Ciclovías.

El enfoque que en un comienzo se le entregó a las bicicletas, fue un medio de entretenimiento y esparcimiento, pero en los tiempos de hoy es más bien un medio de transporte.

La problemática que se puede encontrar es que muchos de estos proyectos existentes, no están conectados muchas veces entre sí, es por eso, que la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción, establece en su artículo 2.3.2 bis. Es que autoriza el emplazamiento para lograr sus conexiones, entre medianas, bandejones o aceras, con el fin de garantizar su continuidad.

Según lo anterior, podemos encontrar dos tipos de ciclovías:

- 1- Ciclovía por calzada.
- 2- Ciclovía conectora (en calzada, acera y bandejón.)

5.7- Estructura.

Ciclovía en Calzada

Cuando la ciclovía se desarrolla por calzada, y se necesite de un ensanche de la misma o la conservación de la carpeta, para ubicarla, ésta deberá mantener el paquete estructural de la vía en la cual se emplaza. El diseño dependerá de la materialidad de la vía.

Ciclovía en Acera.

Cuando la ciclovía de naturaleza conectora deba emplazarse por acera, deberá tener un paquete estructural asimilado a un pasaje.

Ciclovía segregada por bandejón.

Cuando la ciclovía esté segregada por bandejón, su estructura será independiente. El diseño dependerá del material.

5.8- Segregaciones.

Segregación Visual

En vías con velocidades de operación entre 30 y 50 (km/hr), la segregación consistirá en una franja demarcada de seguridad de entre 30 y 50 cm de ancho, en cuyo eje se dispondrán tachas o tachones viales reflectantes a una distancia no mayor a 1m entre sí. Dependiendo del tipo y la cantidad de vehículos (motorizados y no motorizados) se deberá evaluar la necesidad de segregarla físicamente, para asegurar la vida del ciclista.



Figura N°36 – Segregación Visual.

Segregación Física Discontinua.

Consistirá en una franja demarcada de seguridad de mínimo 50 cm de ancho, en cuyo eje se dispondrán elementos segregadores que impidan su invasión lateral por vehículos motorizados, pero que permitan su atravesado a los vehículos a energía humana que transitan por la ciclovia. Los segregadores deberán inscribirse en una envolvente definida por ángulos de 45° aplicados en los bordes de la franja de seguridad y un plano paralelo al pavimento de la calzada a 50 cm de altura.

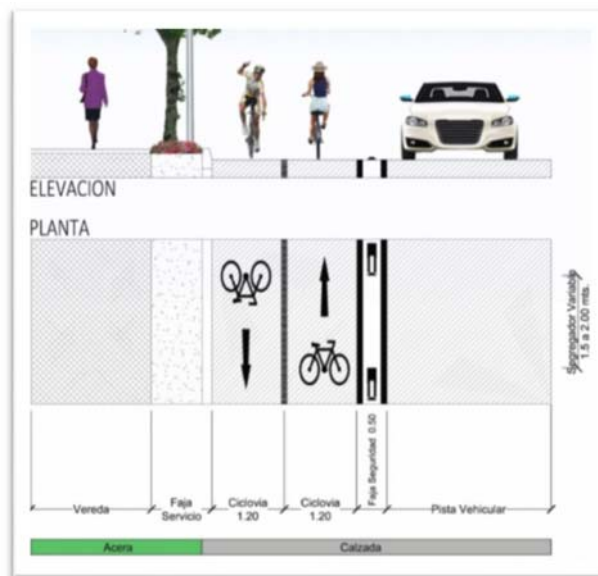


Figura N°37 – Segregación Física Discontinua.

Segregación Física Continua.

Consistirá en una franja continua de seguridad, tipo mediana o bandejon, que acompañará el desarrollo de la ciclovia de cruce a cruce, evitando la invasión lateral de vehículos motorizados a la ciclovia y viceversa. Esta área tendrá un ancho variable según la siguiente tabla:

Uso	Ancho Mínimo
Tránsito Peatonal	0.90 mts
Postación	0.80 mts
Paisajismo (Con Arborización)	1.20 mts
Paisajismo (Con Arbustos o Cubre suelos)	0.80 mts

Cuadro N°4 – Proceso de Termo Formado.

Independiente del uso dado a este sector, se deberá asegurar que este elemento no bloquee los accesos vehiculares existentes. De igual manera se deberá, interrumpir 20 mts antes del cruce, permitiendo que los automovilistas, identifiquen la existencia de la ciclovía antes de llegar a él.

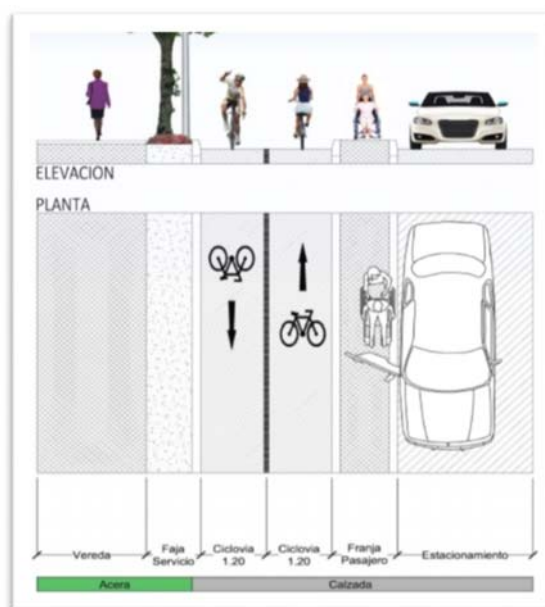


Figura N°38 – Segregación Física Continua.

5.9-Intersecciones.

A la hora de diseñar las ciclovías, los puntos más complejos a unir, son las intersecciones entre avenida y cruces entre automóviles, peatones y ciclistas. El estudio debe ser minucioso y siempre entregando soluciones de seguridad entre los involucrados.

Según el Manual de Vialidad Ciclo-Inclusiva, señales ciertos criterios:

En vías existentes

El radio de giro original debe desplazarse en forma paralela desde la acera a la calzada, hasta coincidir con el borde externo de la segregación. Esto permite dar mayor seguridad a quienes van en bicicleta, al obligar a los vehículos motorizados a girar desde el borde externo de la ciclovía lo que, además, permite ganar espacio peatonal.

En vías nuevas:

El radio de giro deberá ser el menor posible ($R \geq 6.0 \text{ m}$) para una velocidad de diseño de 30 (km/h) según el tipo de vehículos considerados en el eje, esto para lograr que el viraje se realice a baja velocidad. Al igual que el caso anterior deberá desplazarse en forma paralela desde la acera a la calzada, hasta coincidir con el borde externo de la segregación.

Se recomienda la instalación de hitos verticales resistentes (según indicaciones del Manual de Señalización de Tránsito del Ministerio de Transportes, capítulo 7, acápite 7.3). Idealmente, deben estar montados sobre islas de hormigón que condicionen a los vehículos mayores a respetar el radio de viraje. Las líneas de detención de ciclistas deben ubicarse dentro de los radios de giro, como una medida de protección adicional.

Es importante señalar que, para dar cumplimiento a lo establecido en el Artículo 2.2.8 (Manual de Señalización de Tránsito del Ministerio de Transporte), al realizar un proyecto de ciclovía, se deberán rehacer todos los cruces peatonales existentes en las esquinas, asegurando que dichos cruces cumplan con lo establecido en el manual de diseño universal en el espacio público. El peatón siempre tendrá la prioridad de paso, por tanto, deben protegerse sus espacios, por lo cual no se podrá diseñar áreas mixtas de circulación y obligatoriamente se deberán separar los flujos de ciclistas y peatones en el área propia del cruce.

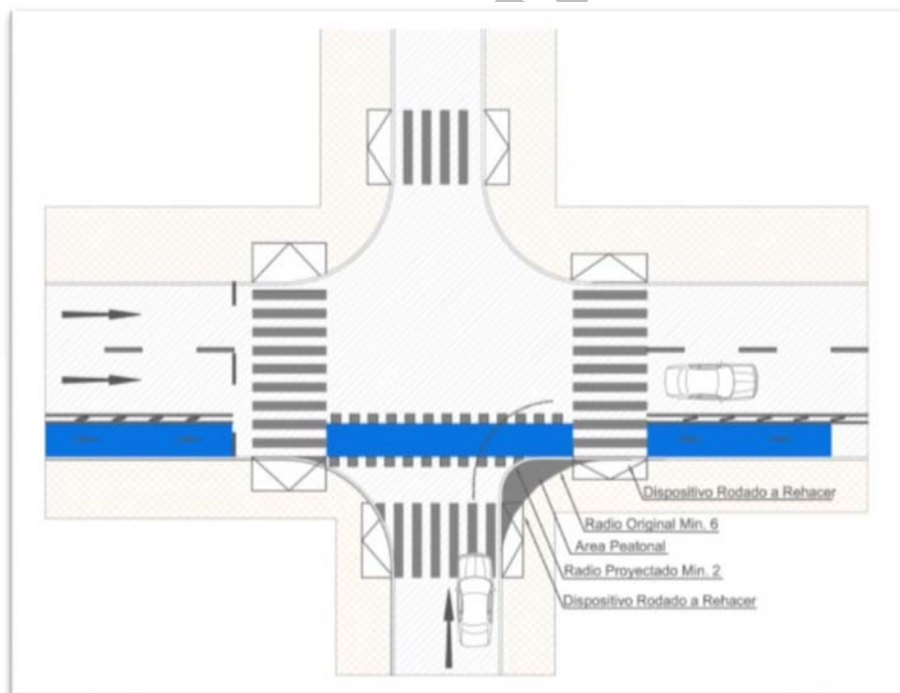


Figura N°39 – Radio de Giro.

Requisitos mínimos a cumplir:

El Manual de Vialidad Ciclo-Inclusiva reconoce que el diseñador enfrentará varios tipos de intersección de acuerdo a los diferentes perfiles viales.

Considerando lo anterior:

- Ser lo más rectas posible y a nivel de calzada. Para las antiguas ciclovías en acera, se debe bajar la ciclovía a nivel de calzada entre 15 y 20 mt antes del cruce.
- La ciclovía tendrá la misma prioridad de paso que la vía que la contiene.
- El cruce debe contar con pintura de color azul, sin intervenir el cruce peatonal.
- Considerar todos los modos de transporte en la siguiente jerarquía, peatones, vehículos a tracción humana, vehículos motorizados.
- Para cruces semaforizados se aconseja programar ciclos cortos, para así disminuir los tiempos de espera, reforzar rutas directas y evitar la acumulación excesiva de vehículos a tracción humana.
- En intersecciones con semáforo demandado debe considerarse incorporar en la ciclovía respectiva el sistema de demanda necesario (espira magnética u otro).
- Cuando un cruce semaforizado no presente las condiciones de seguridad necesarias para dar continuidad a una ciclovía, se deberá utilizar fases exclusivas para ciclistas. En este caso, la mejora se debe acompañar con lámparas que regulen su derecho a paso y lo diferencien del de otros vehículos.
- Cada intersección es un punto para entrar o salir de la ciclovía desde y hacia la vialidad. En toda intersección debe resolverse como se hacen estas dos maniobras.
- Cuando en una intersección se encuentren dos o más ciclovías de distinta dirección, debe resolverse como cambiar de una a otra.
- Si las intersecciones son muy anchas, se debe considerar la creación de islas de refugio del tamaño suficiente para que 4 bicicletas esperen.

5.10- Singularidades

Se consideran dentro de las singularidades los siguientes elementos:

1. Paraderos
2. Cruces

1. Paraderos:

En una vía donde el ciclista transita por la derecha, se encontrará con áreas donde el transporte público realiza maniobras de ascenso y descenso de pasajeros. Por tanto, la correcta convivencia entre paraderos de buses y ciclovía, es un punto que el diseñador deberá resolver, buscando minimizar los conflictos. La elección de una alternativa sobre otra deberá ser adaptada y evaluada caso a caso, teniendo presente distintos factores como son: espacio disponible en la acera, accesos vehiculares en el área de encuentro ciclovía-paradero, distancia de este punto a la esquina, etc.

Alternativa N°1

Corresponde al diseño de la ciclovía por detrás del paradero, manteniendo el nivel de calzada. Se deberá resolver correctamente el escurrimiento de aguas lluvias.

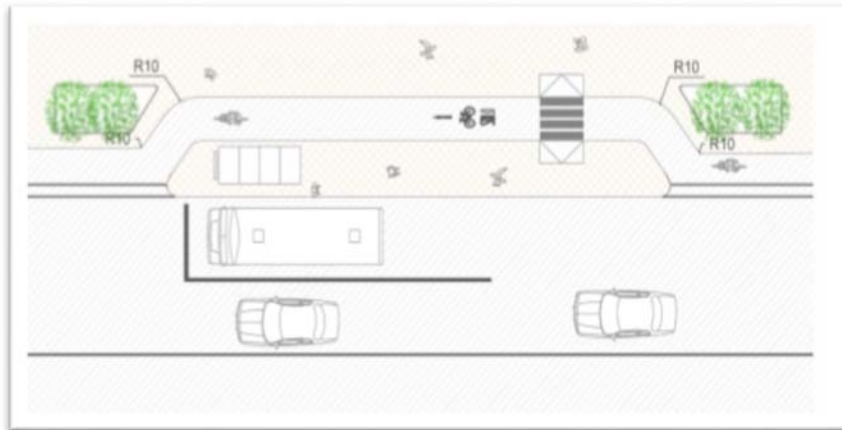


Figura N°40 – Alternativa N°1 de cruce paradero.

Alternativa N°2

Corresponde al diseño de la ciclovía por detrás del paradero, manteniendo el nivel de acera.

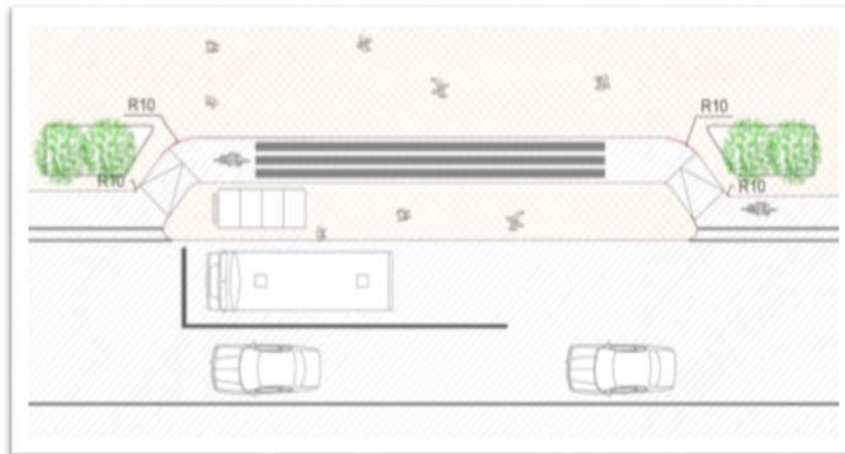


Figura N°41 – Alternativa N°2 de cruce paradero.

En los dos casos anteriores, el espacio entre la ciclovía y el paradero se invierte, vale decir, el paradero se adelanta y ocupa el lugar de la ciclovía, por lo que la bicicleta debe esquivarlo pasando por atrás. Esta solución, no necesita espacio adicional y es independiente del nivel que adopte la ciclovía (acera o calzada), además permite el normal funcionamiento de las maniobras de ascenso y descenso de pasajeros sin interferir en tránsito por la ciclovía. Sin embargo, este

diseño solo es posible si el espacio de la acera es suficientemente ancho para permitir este enrosque de función sin interferir la vereda. Se deberá resolver correctamente el escurrimiento de aguas lluvias.

Alternativa N°3

Corresponde al diseño de la ciclovía por delante del paradero, sobre una plataforma, manteniendo el nivel de acera. En este caso, se eleva la ciclovía al nivel de acera, por medio de una plataforma, que actúa como espacio mixto (peatón –Ciclovía). Se deberá resolver correctamente el escurrimiento de aguas lluvias.

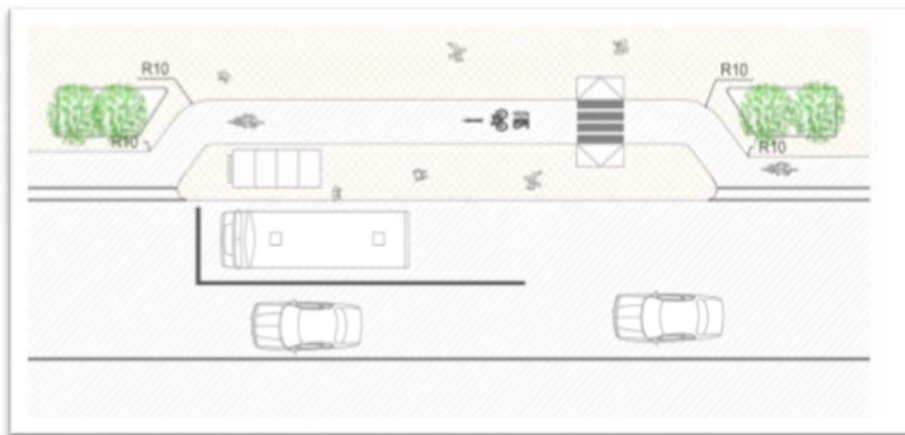


Figura N°42 – Alternativa N°3 de cruce paradero.

2. Cruces:

a)- Cruces Acceso Vehicular – Ciclovía

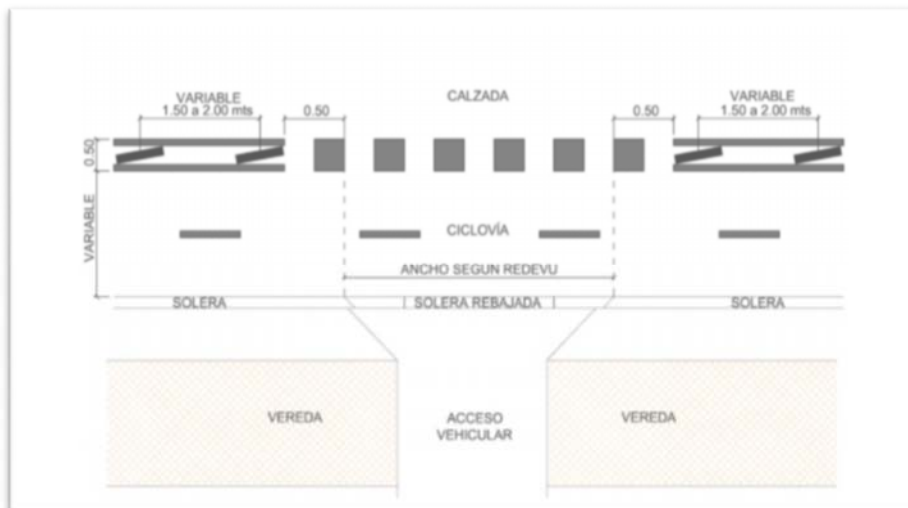


Figura N°43 – Cruce Vehicular.

b)- Cruces Pasaje – Ciclovía

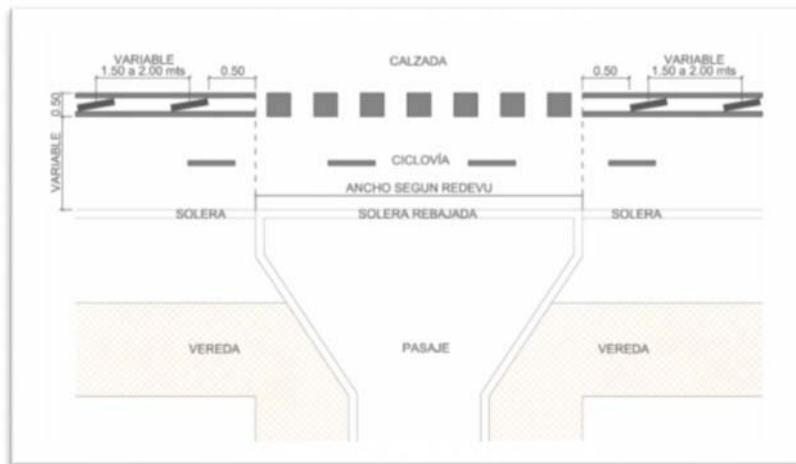


Figura N°44 – Cruce Vehicular.

5.11- Señalética.



Figura N°45 – Señaléticas Establecidas.

1- Señales nuevas

Nuevas señaléticas que se están implementando con el fin de complementar, las cuales definen o refuerzan las ya utilizadas.



Figura N°46 – Señaléticas Nuevas.

2- Tamaño de la señalética y demarcación.

Los tamaños de las señales están definidos en el Manual de Señalización de Tránsito del Ministerio de Transportes.

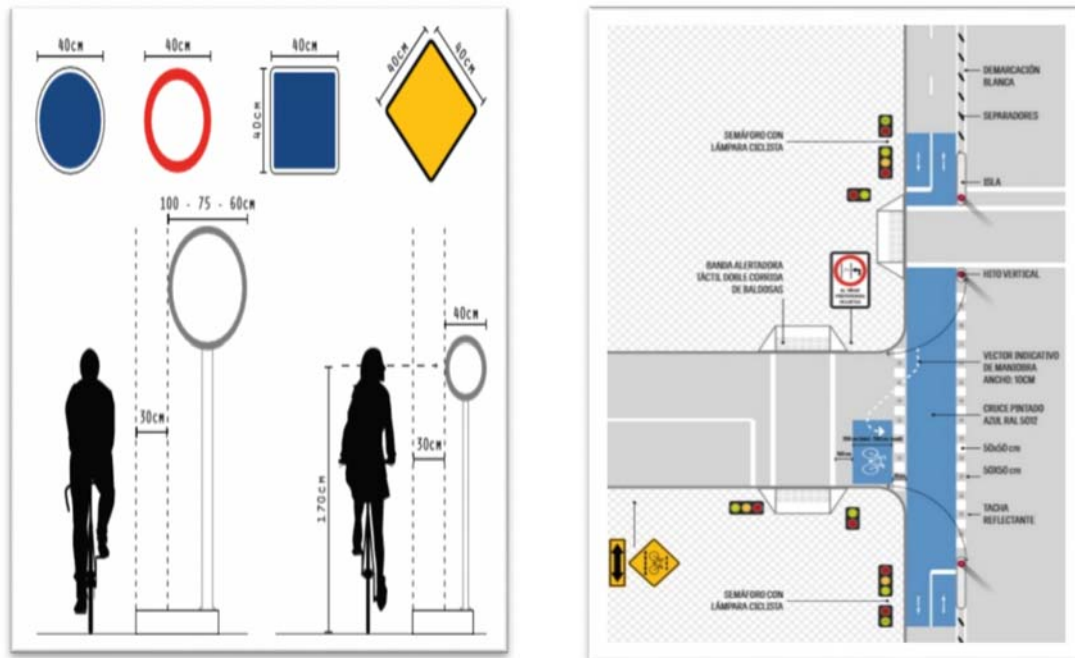


Figura N°47 – Dimensiones de referencia para señalética.

5.12- Sistema de Monitoreo o Contadores de flujo.

En términos generales, es deseable que los sistemas para el conteo de bicicletas cumplan al menos con las siguientes condiciones:

- Operación fiable en vías verdes, ciclovías y vías compartidas.
- Detección automática del flujo de bicicletas en ambos sentidos.
- Funcionamiento ininterrumpido las 24 horas.
- Agregación de la estadística por hora, día, semana, mes, año.
- Instalaciones perceptibles y de alto impacto visual.
- Acceso permanente, vía internet, a una plataforma de gestión estadística.
- Posibilidad de extracción de datos in situ.



Figura N°48 – Sistema de Monitoreo.

1- Criterios de localización

En este contexto, es fundamental manejar criterios para decidir dónde y por qué instalar un contador. Para ello, se incluyen a continuación algunas propuestas.

- 1- Monitorear sectores de demanda mixta.
- 2- Monitorear sectores de cambios importantes de la demanda.
- 3- Monitorear el acceso a lugares estratégicos.
- 4- Monitorear la periferia de la red y cabezales de término de un eje de ciclovías.
- 5- Monitorear una política pública

5.13- Iluminación

Al emplazar los proyectos de ciclovía en la calzada, se aprovechará la iluminación vial existente para proporcionar un ambiente seguro sin importar la hora de uso. Sin embargo, ésta podría no ser suficiente para generar dicha condición, en cuyo caso será necesario reforzarla o remodelarla. Para estos escenarios, se deberá considerar los siguientes parámetros de iluminación en una ciclovía.

Característica	Nivel Deseado
Promedio de Iluminacion	10 lux (Mínimo)
Nivel Min. De Iluminacion	2 lux (Mínimo)
Uniformidad Horizontal	0,4 (Mínimo)
Eficiencia de la instalacion	1 W/mt2 (máximo)
Índice de reproduccion del calor (IRC)	80% (mínimo)
Factor de Mantenimiento	80% (mínimo)
Factor de Utilizacion	0,3 (mínimo)
Temperatura de la Luz	3.000 °K (mínimo)

Cuadro N°5 – Iluminación Ciclovía.

Fuente: Vialidad Ciclo inclusiva – Recomendaciones de Diseño.

5.14- Bici Estacionamientos

1- Seguridad

- Sistema debe estar anclado a la tierra o base donde se encuentre.
- Estructura resistente al interperie, golpes y sistemas del clima.
- Debe contener tres puntos de contacto con la bicicleta, de esa forma genera mayores puntos de conexión.
- Su ubicación debe ser visible y ofrecer vigilancia.

2- Facilidad de uso.

Los puntos importantes a considerar al diseño de las, es que el usuario pueda tener un espacio suficiente al momento de retirar o ingresar la bicicleta en la seccion de anclaje. Además, que el usuario pueda apoyar la bicicleta horizontalmente y de manera estable mientras acomoda sus pertenencias para poder asegurarla.

3- Proteccion del clima

Una buena red de mobiliario para los ciclistas genera una mejora en la organización pública y ayuda a promover de mejor manera la utilizacion de la bicicleta.

Un buen diseño también ayuda a aumentar el uso, aumentar la vida útil y por ende los costos de mantenimiento disminuyen.

4- Diseño

Este paradigma entrega varios puntos de contacto con el marco de la bicicleta, ofreciendo alternativas para los sistemas de anclaje o amarre existentes. Permite anclar la bicicleta con ambas ruedas en el suelo, sin demandar esfuerzo físico adicional, al mismo tiempo que permite estabilizar la bicicleta, dando comodidad a las tareas propias de estacionar, como buscar las llaves, preparar el candado o acomodar bienes en bolsos y canastos.



Figura N°49 – Diseño tipo del Rack.

5- Ubicación

Existen dos criterios de ubicación para instalar bici estacionamientos:

- **Dispersión.** Corresponde a un grupo de unidades de estacionamiento, distribuidos de manera homogénea en una determinada zona que cuente con múltiples puntos de acceso, tales como cafeterías, tiendas, bancos, etc.
- **Concentración:** Grupo de unidades que ofrecen alta capacidad, se encuentran en lugares específicos con alta tasa de ocupación (teatros, cines, estadios, colegios o centros de servicios)

6- Materiales

La fabricación de las unidades de estacionamiento debe ser consistente, resistente al uso y al vandalismo. En este sentido se recomienda:

- Usar acero A37-24 ES cuando se trata de tubos.
- Cuando se usen barras, se recomienda el uso de acero SAE 1015.
- Para la construcción de las bases, se recomienda el uso de planchas A36

Diametros y espesores minimos recomendados.

Dimensiones	Espesores Minimos Recomendados
1 ½"	1,5 mm
1 ¾"	1,5 mm
2"	2 mm
2 ½"	3 mm

Cuadro N°6 – Espesores Mínimos Recomendados.

7- Dimensiones del rack

Los soportes u invertidos, deben cotener estas minimas características. Este esquema básico del paradigma de “U Invertida“.

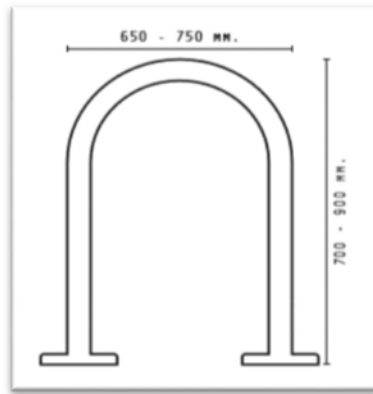


Figura N°50 – Dimensiones del Rack.

5.15- Vías independientes o vías verdes.

Sistema que solo está disponible para el tránsito de bicicletas, establecen conexiones a cursos de aguas o parques y se constituyen como conexiones intercomunales o zonas rurales.

1- Características físicas.

a)- **Función:** Entregar conectividad a los ciclistas.

b)- **Ubicación y emplazamiento:** dentro y fuera de zonas urbanas. Presentan conectividad entre redes ciclo viales recreativas y de transporte, permiten acortar caminos entre barrios y centralidades y cuentan con tráfico bidireccional.

c)- Implementación: velocidad de diseño de 30 km/h para rutas principales y 20 km/h para red básica. El eje de la calzada debe estar demarcado. La superficie de rodado puede ser de asfalto u hormigón.

Ancho: Se deben considerar 2 m. mínimo, en caso de que tengan muy bajos volúmenes y su uso sea exclusivo para ciclistas y por lo menos 2,5 metros, cuando hay presencia de ciclomotores (bicicletas eléctricas). Se debe marcar claramente el eje de la calzada, especialmente en vías utilizadas con fines de transporte.

2- Dimensiones

En el caso de que estas vías sean compartidas con peatones, se recomienda separar de los ciclistas.

Flujo	Anchos Recomendados
0 a 50 bicicletas /hora bidireccional	2,0 m
50 a 150 bicicletas /hora bidireccional	2,5 m
Más de 150 bicicletas /hora bidireccional	3,5 m

Cuadro N°7 – Dimensiones Recomendadas.



Figura N°51 – Vías Independientes.

3- Iluminación.

Reforzar la iluminación en estos casos y entregar una sensación de seguridad a los ciclistas, ya que se encuentran alejadas de zonas urbanas, de esa forma, se garantiza una seguridad social.

4- Medidas complementarias.

Con el fin de evitar el acceso de vehículos motorizados, es necesario la instalación de bolardos. Además, en el caso de la circulación de bicicletas eléctricas, es necesario la incorporación de marcadores de velocidad, con el fin de controlar sus trayectos.

5- Intersecciones.

Es relevante que las vías entreguen un confort de seguridad y comodidad para los ciclistas, donde se tenga presente caminos continuos y sin desvíos o donde el conductor realice maniobras inseguras.

Algunos de los criterios relevantes a la hora de diseñar el ciclo vías es que sean:

- **Conexa:** conexiones formales entre las distintas pistas.
- **Coherente:** pistas que sean fáciles de reconocer entre los usuarios.
- **Directa:** establecer radios de giro para mantener una velocidad moderada. Evitar que se generen detenciones por parte de los usuarios, con el fin de eliminar las rutas informales.
- **Segura:** Minimizar las diferencias de velocidades con los otros medios de transporte, disminuir los encuentros con pistas de vehículos motorizados. Implementar semáforos especiales en los puntos de encuentro con pistas de vehículos motorizados.
- **Cómoda:** Mantener y generar vías limpias y seguras para el uso constante de los usuarios.
- **Atractiva:** debe contener iluminación en muy buen estado y apropiado para una excelente visibilidad de los ciclistas.

CAPITULO VI – CONSTRUCCIÓN DE CICLOVÍAS – ESTANDAR TÉCNICO.

6.1- Aspectos Generales.

En este apartado, se establecen los antecedentes técnicos mínimos que debe contener un proyecto para su total definición y entendimiento, así como los criterios de aplicabilidad de las principales normativas pertinentes a este tipo de proyectos.

6.1.1- Documentos Técnicos Requeridos.

Toda la documentación y planimetrías especificadas a continuación deben ser concordantes entre sí. Los antecedentes mínimos requeridos y su contenido corresponderán a:

- Memoria descriptiva
- Planimetría general del entorno inmediato
- Plano topográfico
- Plano de factibilidad legal.
- Plano catastro pavimentos y aguas lluvias.
- Plano catastro redes eléctricas.
- Plano catastro de redes de agua potable y alcantarillado
- Plano catastro de interferencias.
- Planos de arquitectura
- Planos de pavimentación
- Memoria de cálculo de pavimentación
- Consideraciones generales del proyecto de pavimentación
- Planos de saneamientos de aguas lluvias.
- Proyecto de iluminación y electricidad.
- Mecánica de suelo
- Especificaciones técnicas generales

6.2- Requisitos Generales

Según lo mencionado en la Segunda Serie de Espacios Públicos Urbanos / Construcción de Ciclovías: Estándar Técnico, es que dicha información se complementa con las exigencias establecidas en la normativa vigente:

- Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones.
- Ordenanzas Municipales
- Normas Chilenas.
- Ley General de Urbanismo y Construcciones.
- Manual “Recomendaciones para el Diseño de Elementos de Infraestructura Vial Urbana” (Redevu) del Ministerio de Vivienda y Urbanismo.
- Documentos técnicos DDUCV-01, DDU-CV-02 del Minvu.

- Manual “Vialidad Ciclo-Inclusiva: Recomendaciones de Diseño”, del Minvu.

En caso de que los Instrumentos de Planificación Territorial o las Ordenanzas Municipales locales vigentes exijan mayores estándares, sus disposiciones prevalecerán por sobre las señaladas en este documento.

Los proyectos desarrollados en base a requisitos técnicos alternativos a los propuestos, deberán ser evaluados por el Serviu o por el organismo correspondiente, además de ser justificados adecuadamente por el proyectista.

Los proyectos deben considerar a cabalidad los aspectos de seguridad tanto para los usuarios de la cicloavía, como para los peatones y usuarios de otros modos, abordando desde obras de mitigación en el entorno (como, por ejemplo, barreras en desniveles pronunciados, etc), o a nivel de especialidades (protección frente a instalaciones eléctricas existentes, climáticas, etc.).

6.3- Capas Granulares.

En el presente capítulo se definen los principales requerimientos constructivos necesarios para la preparación de una superficie apta para recibir la estructura del pavimento, así como para la confección de las capas granulares que soportarán el tráfico de las bicicletas.

6.3.1- Preparación de la Sub Rasante.

Cuando la cicloavía se proyecte en áreas compartidas con vehículos motorizados, se debe mantener la estructura de la calzada y seguir las indicaciones que cada Serviu u Organismo respectivo defina para estos casos. En otras condiciones se debe dar cumplimiento a las disposiciones constructivas entregadas a continuación:

6.3.1.1- Replanteo Geométrico.

Se deben definir los ejes, vértices, deflexiones en terreno y cualquier otra característica relevante del proyecto (arquitectura, pavimentación y otras especialidades), por medios estacados, para así dar a la plataforma los bombeos, peraltes y los quiebres de los perfiles del diseño.

La inspección técnica de obra es la que, por medio de libro de obra, es la que recepcionará los trabajos realizados.

6.3.1.2- Excavaciones

En aquellos sectores en que la sub rasante de la cicloavía, va en corte, la plataforma se debe conformar excavando el material necesario para dar espacio al perfil tipo del proyecto.

En caso de encontrar material inadecuado bajo el horizonte de fundación, debe extraerse en su totalidad, reponiéndolo con el material especificado en el ítem Rellenos y compactándolo a una densidad no inferior al 95% de la Densidad Máxima Compactada Seca (D.M.C.S.) del Proctor Modificado, NCh 1534 II – D, o al 80% de la densidad relativa, NCh 1726, según corresponda.

Por material inadecuado se entiende aquellos suelos del tipo rellenos no controlados o suelos naturales, con un CBR inferior al de diseño. Esta condición puede evaluarse en base a la información de proyectos preexistentes, equivalentes, que permitan caracterizar la sub rasante.

6.3.1.3- Rellenos

Estos se deben formar con el mejor material proveniente de la excavación o empréstito, el CBR mínimo exigible del material, será el de diseño (establecido en el punto Sub rasante), con un tamaño máximo de 100 mm.

Todos los materiales que integran el relleno, deberán estar libres de materias orgánicas, pasto, hojas, raíces u otro material objetable, además de contar con la aprobación de la inspección técnica de obra.

El espesor máximo de la capa compactada será de 0.15 m para suelo fino (arcilla-limo), de 0.20 m para finos con granulares y de 0.30 m para suelos granulares.

Las capas de rellenos deberán ser compactadas al 95% de la D.M.C.S. del Proctor Modificado, NCh 1534 II – D, o al 80% de la densidad relativa, NCh 1726, según corresponda.

6.3.1.4- Sub Rasante

Una vez ejecutados los trabajos necesarios para dar los niveles de sub rasante, se debe proceder a escarificar 0.10 m y posteriormente compactar, a objeto de proporcionar una superficie de apoyo homogénea.

La compactación se realizará hasta obtener una densidad mayor o igual al 95% de la D.M.C.S. del ensayo Proctor Modificado, NCh 1534 II–D, o al 80% de la densidad relativa, NCh 1726, según corresponda.

La sub rasante terminada debe cumplir, además de la compactación especificada, con las pendientes y dimensiones establecidas en el proyecto.

En el caso en que el 20%, o más, de las muestras de los CBR de sub rasante, sean inferiores al 80% del CBR de diseño, se debe considerar un mejoramiento con un mínimo de 10 cm de espesor, con un material que corresponda, a lo menos, al CBR de diseño, o bien, se debe rediseñar y aprobar su diseño por el departamento correspondiente de los Serviu regionales u organismo pertinente.

La capacidad de soporte para la sub rasante, no debe ser inferior al CBR de diseño ($CBR \geq 20\%$), con un tamaño de material inferior a 100 mm. Es posible aceptar para la sub rasante un CBR de diseño inferior al 20%, justificando adecuadamente el diseño estructural a nivel de proyecto, el cual deberá contar con aprobación del Serviu o del organismo pertinente.

6.3.1.5- Controles de Calidad

Previo a la colocación de las capas estructurales superiores del pavimento, el contratista debe presentar los resultados obtenidos en los ensayos de control de terreno.

A)- Compactación

Para las ciclovías proyectadas se requiere un ensayo de densidad in situ, cada 100 metros lineales como máximo, tanto para sub rasante natural, sub rasante mejorada y rellenos.

La compactación se debe controlar in situ preferentemente a través del ensayo del cono de arena, sin perjuicio del uso del densímetro nuclear. Los valores recogidos en terreno se contrastarán con el resultado obtenido del ensayo de laboratorio Proctor Modificado, el cual se efectuará, como mínimo, una vez por ciclovía o cada 500 m lineales de trazado.

El densímetro nuclear se deberá calibrar usando como referencia el ensayo del cono de arena, lo cual será verificado por la inspección técnica de obra.

B)- Uniformidad de compactación

En caso que la inspección técnica de obras, detecte falta de homogeneidad en la compactación de la sub rasante o sub rasante mejorada, ésta tiene la facultad de solicitar un re chequeo con un laboratorio que posea registro vigente con el Minvu, a elección del contratista.

C)- Capacidad de soporte, CBR.

Se debe realizar un ensayo por ciclovía en el caso de trazados inferiores a 500 m., de lo contrario, se debe controlar cada 500 m lineales. En el caso que el CBR de control, sea inferior al CBR de diseño (CBR>20%) y no se presente justificación alguna para un diseño con CBR menor, se debe proceder a realizar un mejoramiento al suelo natural, según establece en el punto "2.1.3 Rellenos"

6.3.2- Base Granular.

Cuando la ciclovía se proyecte en áreas compartidas con vehículos motorizados, se debe mantener la estructura de la calzada y seguir las indicaciones que cada Serviu u organismo respectivo defina para estos casos. En otras condiciones se debe dar cumplimiento a las disposiciones constructivas entregadas a continuación:

6.3.2.1- General

Como estructura de soporte de pavimento, se debe confeccionar una base estabilizada de espesor mínimo de 15 cm para pavimentos asfálticos y de 10 cm para pavimentos de hormigón, la cual debe cumplir con los requisitos indicados en este capítulo.

Es posible aceptar espesores menores, siempre y cuando se justifique tanto el diseño estructural a nivel de proyecto (en términos de resistencia y serviciabilidad) como su procedimiento constructivo.

6.3.2.2- Materiales

A)- Composición y granulometría

El material a utilizar, debe estar constituido por un suelo del tipo grava arenosa, homogéneamente revuelto, libre de grumos o terrones de arcilla, de materiales vegetales o de cualquier otro material perjudicial.

Debe contener un porcentaje de partículas chancadas para lograr el CBR especificado y el 60%, o más, de las partículas retenidas en el tamiz N° 4 ASTM. Además, deberán tener, a lo menos, 2 caras fracturadas.

Debe estar comprendida dentro de la siguiente banda granulométrica:

Tamiz (ASTM)	% que pasa
2"	100
1 ½"	70-100
3/8"	55-85
1"	45-75
¾"	35-65
N°4	25-55
N°10	15-45
N°40	5-25
N°200	0-8

Cuadro N°8 - Banda Granulométrica de la base estabilizada.

Fuente: Volumen 2: Estándar Técnico Constructivo para Ciclovías.

Sin perjuicio de lo anterior, cada Serviu, puede definir la banda granulométrica según la realidad de cada región.

La fracción que pasa por la malla N° 200 no debe ser mayor a los 2/3 de la fracción del agregado que pasa por la malla N° 40.

La fracción que pasa la malla N° 4 debe estar constituida por arenas naturales o trituradas.

- **Límites de Atterberg:**

La fracción del material que pasa la malla N° 40 debe tener un límite líquido inferior a 25% y un índice de plasticidad inferior a 6%.

- **Desgaste de los ángeles:**

El agregado grueso debe tener un desgaste inferior a un 35% de acuerdo con el ensayo de desgaste “Los Ángeles”, NCh 1369.

- **Compactación:**

La base estabilizada debe compactarse hasta obtener una densidad no inferior al 95% de la D.M.C.S. obtenida en el ensayo Proctor Modificado, NCh 1534 II – D, o al 80% de la densidad relativa, NCh 1726, según corresponda.

- **Capacidad de soporte:**

El CBR se debe medir a 0.2” de penetración, en muestra saturada y previamente compactada a una densidad mayor o igual al 95% de la D.M.C.S. obtenida en el ensayo Proctor Modificado, NCh 1534 II – D, o al 80% de la densidad relativa, NCh 1726, según corresponda.

El CBR debe ser igual o superior al 100% en las bases para pavimentos asfálticos y de 60% para pavimentos de hormigón.

Cuando por razones técnicamente justificadas no sea posible alcanzar los CBR requeridos, la solución alternativa deberá ser evaluada por el Serviu regional u organismo respectivo.

6.3.2.3- Control de Calidad

- **Granulometría, Límites de Atterberg y Desgaste:**

Para verificar la granulometría, plasticidad y desgaste se debe realizar un ensayo por obra si el material proviene de una planta de áridos fija, o uno por planta de procedencia.

- **Compactación:**

En la capa de base estabilizada, se debe efectuar un ensayo de densidad in situ cada 50 m lineales.

La compactación se debe controlar preferentemente a través del ensayo del cono de arena, sin perjuicio del uso del densímetro nuclear. La inspección técnica de obra debe verificar que el densímetro nuclear se encuentre debidamente calibrado, usando como referencia el ensayo del cono de arena.

- **Uniformidad de Compactación:**

En caso que la inspección técnica, de obras detecte falta de homogeneidad en la compactación de la base estabilizada, ésta tiene la facultad de solicitar un re chequeo con un laboratorio que posea registro vigente con el Minvu, a elección del contratista.

- **Capacidad de Soporte, CBR:**

Para determinar el CBR se debe realizar un ensayo por obra si el material a colocar proviene de una planta de áridos fija, o uno por planta de procedencia.

- **Espesor y Terminación Superficial:**

Se aceptará una tolerancia de terminación de +0 y -8mm. En puntos aislados, se aceptará hasta un 5% menos del espesor de diseño, debiendo ser compensado por el material especificado como carpeta de rodadura.

6.4- Capas de Rodado.

Una ciclovía puede estar construida en base a diversas materialidades, lo principal es que el producto ofrezca comodidad, durabilidad y regularidad superficial y adherencia, entre otras características, que mejoren la experiencia del usuario.

Estas son condiciones mínimas que deben cumplir las ciclovías para incentivar su uso y preferencia, y para que el ciclista no opte por invadir otras vías como calles y veredas.

En el siguiente capítulo se entregan las especificaciones técnicas para la construcción de la superficie de rodado de la ciclovía, de manera que ésta proporcione las condiciones adecuadas para su uso.

En distintos tipos de proyectos podrá considerarse una superficie distinta a las alternativas descritas a continuación, elección que debe estar supeditada a la aprobación de los Serviu, cuando corresponda, o a la entidad revisora correspondiente.

6.4.1- Pavimentos Asfálticos

Cuando la ciclovía se proyecte en áreas compartidas con vehículos motorizados, se debe mantener la estructura de la calzada y seguir las indicaciones que cada Serviu u organismo respectivo defina para estos casos. En otras condiciones se debe dar cumplimiento a las disposiciones constructivas entregadas a continuación.

Para el caso de nuevos pavimentos asfálticos para ciclovías, previo a la colocación de la mezcla asfáltica, se debe aplicar un riego de asfalto de baja viscosidad, denominado imprimación, con el objeto de impermeabilizar, evitar la capilaridad, cubrir y ligar las partículas sueltas y proveer adhesión entre la base granular y la capa de rodadura inmediatamente superior.

En el caso de proyectarse la ciclovía de asfalto sobre un pavimento existente, previo a la colocación de la mezcla asfáltica, se debe aplicar una emulsión asfáltica, denominada riego de liga, para producir la adherencia necesaria entre la superficie pavimentada y la capa asfáltica que la cubrirá.

6.4.1.1- Imprimación

A)- Materiales – Asfalto:

Se debe usar productos en base a emulsiones especialmente diseñadas y debidamente aprobadas por Serviu u organismo pertinente para ser utilizadas como imprimante, con una dosis de entre 0,8 y 1,2 l/m².

El asfalto debe cumplir con los requisitos estipulados en la Norma NCh 2440, con un equivalente de xilol no mayor a 20% en el Ensayo de la Mancha con heptano-xilol, determinado según el Método NCh 2343.

Si la pendiente es alta, el contratista debe asegurar la dosis solicitada de asfalto.

B)- Materiales – Arena:

Cuando se autorice el uso de arena para corregir sectores con exceso de asfalto, ésta no debe ser plástica y debe estar libre de materias orgánicas. Además, su granulometría debe ajustarse a la banda granulométrica indicada en la siguiente tabla.

Tamices		% que Pasa
NCH	ASTM	
10 mm	3/8"	100
5 mm	N°4	80-100
0,08 mm	N°200	0-5

Cuadro N°9 - Banda Granulométrica para la Corrección del Asfalto.

Fuente: Volumen 2: Estándar Técnico Constructivo para Ciclovías.

C)- Aplicación - Instalaciones y Equipos:

El asfalto debe almacenarse en estanques cerrados metálicos de hormigón armado o de fibra de vidrio (en ningún caso del tipo diques), los que, en todo momento, deben mantenerse limpios y en buenas condiciones de funcionamiento.

El manejo del asfalto debe efectuarse de manera de evitar cualquier contaminación con materiales extraños.

El equipo de limpieza debe incluir barredoras autopropulsadas.

D)- Aplicación - Limitaciones Meteorológicas:

No se debe efectuar imprimaciones si el tiempo se presenta neblinoso o lluvioso. Las aplicaciones se deben efectuar únicamente cuando la temperatura atmosférica sea de, por lo menos, 10°C y subiendo, y la temperatura de la superficie a tratar no sea inferior a 10°C. Para el caso de las zonas extremas, donde las condiciones anteriormente mencionadas sean predominantes, es posible autorizar su ejecución por parte de la inspección técnica de obra, siempre y cuando se dispongan las medidas necesarias para mitigar el factor lluvia y compensación de temperatura.

E)- Aplicación - Distribuidores de Asfalto:

Los distribuidores de asfalto deben consistir, preferentemente, en depósitos montados en dispositivos móviles aislados y provistos de un sistema de calentamiento que – generalmente – calienta el asfalto, haciendo pasar gases a través de tuberías situadas en su interior. Deben disponer de un grupo de motobombas adecuadas, para manejar productos con viscosidad entre 20 y 120 centistokes.

Es posible utilizar equipos distribuidores manuales, cuidando que la aplicación sea uniforme.

Antes de comenzar los trabajos de imprimación, el contratista debe revisar sus equipos, los que, para asegurar un riego uniforme, deberán cumplir, al menos, con los siguientes requisitos:

- a) Se debe procurar que la aplicación mantenga una presión constante, y
- b) El ángulo de incidencia del riego con la superficie del camino debe ser de $90^\circ \pm 5^\circ$.

F)- Aplicación - Preparación de Superficie:

Antes de imprimir, se debe retirar de la superficie todo material suelto, polvo, suciedad o cualquier otro material extraño. Cuando la superficie presente partículas finas sueltas, como consecuencia de una excesiva sequedad superficial, se podrá rociar ligeramente con agua antes de imprimir. En todo caso, no se debe imprimir, hasta que toda el agua de la superficie haya desaparecido.

G)- Aplicación – Proceso:

Los asfaltos cortados no deben ser calentados a una temperatura superior a la correspondiente al punto de inflamación. La temperatura de aplicación, debe ser aquella que permita trabajar con viscosidades comprendidas entre 20 y 120 centígrados.

Dependiendo de la textura de la superficie a imprimir, la cantidad de asfalto a colocar se debe determinar en terreno, debiéndose establecer la cantidad definitiva, considerando obtener una penetración mínima de 5 mm después de un tiempo de absorción y secado de: 6 a 12 horas en ambientes calurosos; de 12 a 24 horas en ambientes frescos, y de 24 a 48 horas en ambientes fríos, frescos o húmedos.

Si la imprimación seca antes de 6 horas, salvo en épocas muy calurosas y secas, se debe verificar la dosis y las características del imprimante y de la superficie que se esté imprimando. El material asfáltico debe distribuirse uniformemente por toda la superficie, aplicando la dosis establecida con una tolerancia de 15%. Se debe verificar la tasa de aplicación resultante cada 3.000 m² de imprimación o, como mínimo, una vez por día.

Si después de transcurrido el tiempo de absorción y secado establecido aún quedaran áreas con asfalto sin penetrar, la inspección técnica de obra tiene la facultad para autorizar el recubrimiento con arena, la que debe cumplir con lo especificado en el punto Materiales-arena.

Por otra parte, toda área que no haya quedado satisfactoriamente cubierta con la aplicación del riego, debe tratarse en forma adicional mediante riego manual. Si estas reparaciones no resultan satisfactorias a juicio de la inspección técnica de obra, se debe proceder a escarificar en 10 cm la superficie afectada, para volver a re compactar e imprimir.

Es importante que las estructuras, la vegetación y todas las instalaciones públicas o privadas ubicadas en el área de trabajo, sean protegidas, cubriéndolas adecuadamente para evitar ensuciarlas. Las protecciones deben mantenerse hasta que el asfalto haya curado completamente.

Las superficies imprimadas deben conservarse sin deformaciones, saltaduras, baches o suciedad, hasta el momento de colocar la capa siguiente; ésta sólo se debe colocar una vez que se verifique que el imprimante haya curado totalmente.

6.4.1.2- Riego de Liga.

A)- Materiales – Asfalto:

En el riego de liga se deben emplear emulsiones asfálticas, preferentemente de quiebre rápido (CRS), las cuales deben cumplir con los requisitos estipulados en la NCh 2440, con un porcentaje de xilol no mayor a 25% en el Ensayo de la Mancha con heptano-xilol, medido según el método NCh 2343.

B)- Aplicación - Preparación de Superficie:

Antes de aplicar el riego de liga debe prepararse el pavimento existente eliminando los materiales sueltos, el polvo, la suciedad y todo otro material extraño. También se deben efectuar los bacheos, sellos de juntas y grietas, parches, etc., que indique el proyecto.

Las emulsiones se deben aplicar diluidas en agua, en una proporción 1:1 y a razón de 0,4 a 1,0 litro/m² de superficie. La dosis mayor se debe aplicar sobre superficies fisuradas y oxidadas. La dosis definitiva a aplicar, debe ser determinada en terreno mediante sectores de prueba. Las emulsiones diluidas, se deben aplicar a una temperatura comprendida entre 50°C y 85°C.

El asfalto debe distribuirse uniformemente sobre toda la superficie a tratar, incluso sobre las paredes verticales que se generan en las uniones longitudinales entre pistas pavimentadas en asfalto, así como también en las juntas transversales de construcción. La dosis establecida en

terreno se debe aplicar con una tolerancia de $\pm 15\%$. Se debe verificar la tasa de aplicación resultante cada 3.000 m² de riego de liga, o como mínimo, una vez al día. Toda área que no resulte satisfactoriamente cubierta con la aplicación del riego, debe tratarse en forma adicional mediante riego manual.

Es importante que las estructuras, la vegetación y todas las instalaciones públicas o privadas ubicadas en el área de trabajo, sean protegidas, cubriéndolas adecuadamente para evitar ensuciarlas. Las protecciones deben mantenerse hasta que la emulsión asfáltica haya quebrado completamente.

Las superficies regadas deben conservarse sin saltaduras o suciedad hasta el momento de colocar la capa siguiente.

C)- Junta Elastomérica:

Cuando sea contemplado en el proyecto y/o cuando el resultado de la evaluación del pavimento existente así lo indique, se debe realizar, previo a la aplicación del riego de liga, un tratamiento sobre las fisuras de la superficie asfáltica existente.

Se debe picar la faja agrietada en un ancho no superior a 30 mm y en la profundidad de la capa asfáltica, dejando un menor ancho en la base que en la superficie. En la zona extraída, previa limpieza de sus paredes, se debe proceder a aplicar un sello asfáltico elastomérico tipo JAC 3405, conforme al procedimiento que indique el fabricante.

6.4.1.3- Mezcla Asfáltica.

A)- General:

Para la capa de rodadura de las ciclovías se debe utilizar una mezcla asfáltica en caliente, cuyo espesor mínimo será igual a 4 cm. Alternativamente, es posible utilizar coberturas asfálticas delgadas, siempre y cuando se justifique técnicamente, tanto a nivel de proyecto estructural (en términos de resistencia y serviciabilidad), como en el procedimiento constructivo.

B.1)- Materiales – Áridos:

Los áridos deben clasificarse y acopiarse separados en al menos tres fracciones: gruesa, fina y polvo mineral (filler). Los materiales deben acopiarse en canchas habilitadas especialmente para este efecto, de manera que no se produzca contaminación ni segregación de los materiales. Las distintas fracciones deben ajustarse a los siguientes requisitos:

Tamiz (ASTM)	Abertura (mm)	% que pasa en el peso.
1"	25	
3/4"	20	
1/2"	12,5	100
3/8"	10	80-100
Nº4	5	55-75

N°8	2,5	35-50
N°30	0,63	18-29
N°50	0,315	13-23
N°100	0,16	8-16
N°200	0,08	4-10

Cuadro N°10 - Banda Granulométrica de Áridos.

Fuente: Volumen 2: Estándar Técnico Constructivo para Ciclovías.

Sin perjuicio de lo anterior, cada Serviu puede definir la banda granulométrica según la realidad de cada región.

B.2)- Materiales - Cemento Asfáltico:

Para las ciclovías proyectadas se deben utilizar cementos asfálticos clasificados por penetración. Sin embargo, es posible aceptar la elección del tipo de cemento asfáltico por especificación alternativa, justificando técnicamente su uso a nivel de proyecto y previa aprobación del Serviu u organismo pertinente.

Los cementos asfálticos deben cumplir con los requisitos de la NCh 2440 que se indican a continuación:

Asfalto con Grado de Penetración (60-80)

Ensayo sobre el asfalto original	Mínimo	Máximo	Nch
Viscosidad Absoluta 60°C	Informar		2336
Viscosidad 135°C (Centistokes)	Informar		2335
Punto de Abastecimiento °C	Informar		2337
Penetración, 25°C, 100g, 5seg. (dmm)	60	80	2340
Ductibilidad, 25°C, 5cm/min. (cm)	100		2342
Solubilidad en tricloroetileno, (%)	99		2341
Punto de inflamación copa abierta (°C)	232°		2338
Ensayo de la mancha Heptano-xilol máximo 20%	Negativo		2343
Índice de Penetración IP	-1	+1	2340
Ensayos sobre residuo RTFOT (Película delgada en horno rotatorio)	Mínimo	Máximo	2346
Penetración (% del original)	54		
Pérdida por calentamiento (%)		0,8	
Ductibilidad, 25°C, 5cm/min. (cm)	100		
Viscosidad absoluta 60°C (Pa .s)	Informar		

Índice de durabilidad		3,5	
-----------------------	--	-----	--

Cuadro N°11 - Grado de Penetración.

Fuente: Volumen 2: Estándar Técnico Constructivo para Ciclovías.

B.3)- Materiales - Mezcla Asfáltica

Las propiedades de las mezclas se deben determinar según el Método LNV 24 y deberán cumplir con las siguientes exigencias:

Mescla Asfáltica Ciclovías

Estabilidad (N)	Entre 6.000 y 9.000
Fluencia (0,25 mm)	Entre 8 y 16
Estabilidad / Fluencia (Kg/cm.)	Entre 1.800 y 4.200
Huecos en la mezcla	4% +- (*)
Marshall (Compactación briquetas)	50 golpes/cara
Vacios agregado mineral VAM (Mínimo)	14%
VFA (Vacíos llenos de asfalto)	66 - 78%

Cuadro N°12- Propiedades de la Mescla Asfáltica.

Fuente: Volumen 2: Estándar Técnico Constructivo para Ciclovías.

C.1)- Aplicación - Preparación de Superficie

Antes de colocar la mezcla asfáltica debe prepararse la superficie eliminando los materiales sueltos, el polvo, la suciedad y todo otro material extraño, además de los tratamientos previos que indique el proyecto.

C.2)- Aplicación - Plan de Trabajo

Se debe proporcionar a la inspección técnica de obra, previo a la colocación de las mezclas en las obras, un plan detallado de trabajo para su aprobación, el que deberá incluir un análisis y descripción de los siguientes aspectos:

Equipo disponible: Indicando la cantidad, estado de conservación y características de los equipos de transporte, colocación y compactación, incluyendo los ciclos programados para cada fase.

Personal de faenas: Presentando un organigrama detallando las áreas de competencia y las responsabilidades de los jefes de fases o faenas, así como el número de personas asignadas a las diversas operaciones.

Programación: Que incluya el programa al que se ajustarán las faenas de manera de asegurar la continuidad y secuencia de las operaciones, y la disposición del tránsito usuario de la vía de acuerdo con la normativa vigente del Manual de Señalización de Tránsito y sus complementos, según corresponda.

C.3)- Aplicación - Transporte y Colocación

Las mezclas deben transportarse a los lugares de colocación en camiones tolva convenientemente preparados para ese objetivo, cubiertos con carpa térmica y distribuirse mediante una terminadora autopropulsada o elementos alternativos que aseguren una correcta terminación.

No se acepta camiones que lleguen a obra con temperatura de la mezcla inferior a 120° C.

La temperatura de la mezcla al inicio del proceso de compactación no debe ser inferior a 110° C.

El equipo mínimo que se debe disponer para colocar la mezcla asfáltica será el siguiente:

- Terminadora autopropulsada o equipo equivalente.
- Rodillo vibratorio liso con frecuencia, ruedas y peso adecuado al espesor de la capa a compactar, con dimensiones adecuadas para la ciclovía.
- Rodillo neumático, con control automático de la presión de inflado.
- Equipos menores, medidor manual de espesor, rastrillos, palas, termómetros y otros.

C.4)- Aplicación - Limitaciones Meteorológicas

La superficie sobre la cual se colocará la mezcla debe estar seca. En ningún caso se debe pavimentar sobre superficies congeladas o con tiempo brumoso o lluvioso, o cuando la temperatura atmosférica sea inferior a 5°C. Cuando la temperatura ambiente descienda de 10°C, o existan vientos fuertes, deben tomarse precauciones especiales para mantener la temperatura de compactación.

C.5)- Aplicación - Compactación

Una vez esparcidas, enrasadas y alisadas las irregularidades de la superficie, la mezcla debe compactarse hasta que alcance una densidad no inferior al 97% ni superior al 102 % de la densidad Marshall.

La cantidad, peso y tipo de rodillos que se empleen debe ser el adecuado para alcanzar la densidad requerida dentro del lapso durante el cual la mezcla es trabajable.

Salvo que la inspección técnica de obras ordene otra cosa, la compactación debe comenzar por los bordes más bajos, para proseguir longitudinalmente en dirección paralela con el eje de la ciclovía, traslapando cada pasada en un mínimo de 15 cm, avanzando gradualmente hacia la

parte más alta del perfil transversal. Los rodillos deben desplazarse lenta y uniformemente con la rueda motriz hacia el lado de la terminadora. La compactación debe continuar hasta eliminar toda marca de rodillo y alcanzar la densidad especificada. Las maniobras de cambios de velocidad o de dirección de los rodillos no deben realizarse sobre la capa que se está compactando.

Durante la colocación y compactación de la mezcla, se debe verificar el cumplimiento de las siguientes condiciones:

- Los requisitos estipulados anteriormente deben considerar los aspectos climáticos y no se debe asfaltar si ellos no se cumplen.
- La superficie a cubrir debe estar limpia, seca y libre de materiales extraños.
- Se recomienda que la compactación se realice entre las temperaturas de 110° C y 140° C.
- La mezcla debe alcanzar el nivel de compactación especificado.
- La superficie terminada no debe presentar segregación de material (nidos), fisuras, grietas, ahuellamientos, deformaciones, exudaciones ni otros defectos.

D.1)- Control de Calidad – Compactación

Se deben obtener testigos representativos cada 100 m lineales de pavimento o fracción, si corresponde. Se debe trabajar con números enteros, aproximando los decimales de 0,5 y superior al entero superior y los decimales inferiores a 0,5 al entero inferior.

No se reciben y se deben rehacer los pavimentos con densidad de compactación superior a 102 % de la densidad Marshall.

D.2)- Control de Calidad – Espesores

No se reciben los pavimentos con un espesor menor igual al 92% del espesor del proyecto, quedando en la facultad de la inspección técnica de obras solicitar un re muestreo.

D.3)- Control de Calidad - Contenido de Asfalto

No se reciben las carpetas en que la variación absoluta de su contenido de asfalto sea del +/- 0,3%.

D.4)- Control de Calidad - Regularidad Superficial

Se debe controlar la regularidad superficial a través del Merlin. El procedimiento debe consistir en tomar doscientas mediciones en intervalos regulares de 200 metros, es decir, una por cada un metro.

El IRI requerido para la ciclovía es como máximo 4,0 m/km (media móvil).

D.5)- Control de Calidad – Re Muestreo

El contratista puede solicitar re muestreos por cada uno de los controles que no cumplan con los valores mínimos, debiendo considerar a su cargo el costo de la toma de muestras y ensayos.

Las zonas representadas por los testigos deficientes se deben re muestrear con la extracción de, a lo menos, igual cantidad de testigos en discusión.

El re muestreo por concepto de densidad se hará extrayendo una cantidad similar de testigos a los del muestreo original. Las nuevas muestras deben tomarse entre los sectores medios de los testigos originales, extrayendo el primero entre el último del lote anterior y el primer testigo del lote a re muestrear. De esta forma se procede a evaluar el lote, considerando conjuntamente los resultados de los testigos originales y del re muestreo.

El re muestreo por concepto de espesores se debe hacer tomando dos testigos adicionales en los sectores medio, entre el testigo a re muestrear y el inmediatamente anterior y posterior a éste. Con el resultado que arrojen estas muestras se procede a recalcular el área afectada originalmente.

Los re muestreos por concepto de regularidad superficial se deben efectuar sólo cuando se haya hecho la reparación autorizada por la inspección técnica de obra.

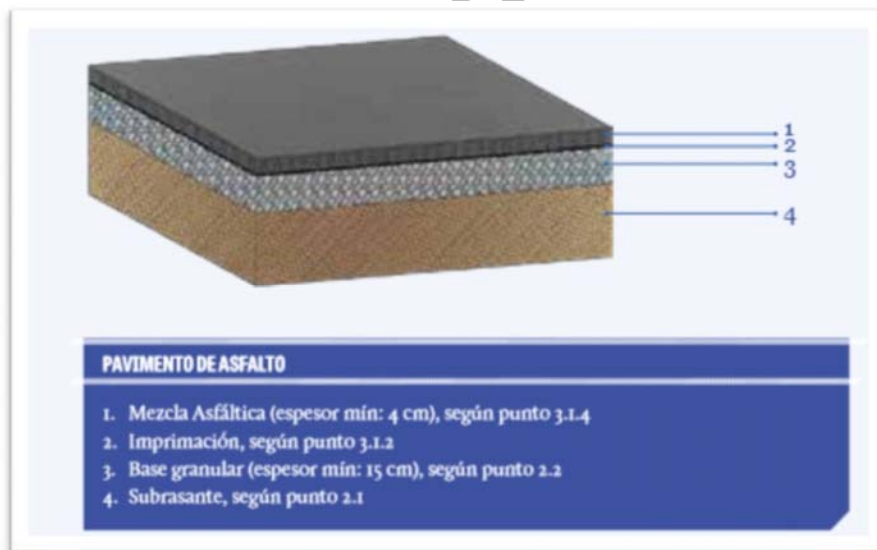


Figura N°52- Estructura Carpeta Asfáltica.

Fuente: Volumen 2: Estándar Técnico Constructivo para Ciclovías.

6.5- Soleras.

Mejorar los estándares de las ciclovías, representa un gran avance para el país, pues permitirá construir vías especiales de calidad.

Las ciclovías se han convertido en una alternativa sustentable para la movilidad urbana, por lo tanto es necesario que su infraestructura sea de calidad y, que por sobre todo, ofrezca seguridad a los usuarios, aportando, a la larga, continuidad y usabilidad real a estas rutas.

Uno de los aspectos relevantes en la construcción de una ciclovía es que contemple protección para su estructura. En este apartado se describe la solera como una de las alternativas para el confinamiento que, entre otras ventajas, permite distinguirla de otros espacios, protegiéndola e incrementando su vida útil.

6.5.1-General

Para todas las ciclovías proyectadas fuera de la calzada, se debe considerar el uso de soleras de confinamiento de acuerdo las disposiciones entregadas en este punto. No obstante, SERVIU, o el organismo revisor correspondiente, podrá aprobar alternativas que cumplan con confinar y dar superior terminación a la vía.

6-5-2-Materiales

Las soleras que se utilizarán para el confinamiento del pavimento de las ciclovías serán del tipo C biseladas, cuyas dimensiones mínimas corresponderán a 1m de longitud y cuya sección transversal está formada por rectángulo de 10 cm de base por 25 cm. de altura, considerando un recorte en su esquina superior de forma triangular de base 2 cm y una altura de 12 cm. (biselado tipo).

La dosificación mínima será de 297,5 kg de cemento por m³ de hormigón elaborado y vibrado.

6.5.3-Aplicación.

Para recibir las soleras se debe confeccionar un emplantillado de hormigón, confeccionado con una dosificación mínima de 170 Kg de cemento / m³ de hormigón elaborado, la dimensión de éste será, como mínimo, de un espesor de 0,10 m, con una prolongación que lo envolverá con el mismo espesor hasta la altura de 0,15 m desde su base.

La separación entre soleras será de 10 mm como máximo. El emboquillado se hará con mortero de 425 Kg / m³ de cemento de mortero elaborado.

En las intersecciones se debe utilizar soleras curvas quedando prohibido quebrar soleras para generar los radios de las intersecciones.

Cuando por requerimientos de proyecto el nivel superior de la solerilla, supere la cota más baja del pavimento, se debe considerar en la solución de evacuación de aguas lluvias un espaciado alternado entre ellas, que permita el escurrimiento hacia el exterior.

6.5.4-Control de Calidad.

La fabricación de las soleras debe ser controlada de acuerdo con el ensayo de muestras obtenidas del proveedor o del contratista. Se exige, como mínimo, tres certificados de ensayo del proveedor, correspondientes a un período no superior a los seis últimos meses y, además, otros ensayos efectuados por el laboratorio sobre muestras tomadas de la partida comprada para la obra. El número mínimo de muestras será igual a uno.

Se tomarán una muestra por cada 600 unidades de soleras hechas en fábrica como máximo y cada muestra estará compuesta por tres soleras, de las cuales una unidad, se ensayará a la flexión y dos unidades se ensayarán al impacto.

Para el ensayo a flexión se aplicará una carga central de 1000 kg sobre la solera colocada, de modo, que su cara posterior descansa sobre los apoyos paralelos ubicados a una distancia libre de 30 cm entre sí. Esta carga se irá aumentando sucesivamente, hasta alcanzar la ruptura. Se exige como mínimo un valor promedio de 1.100 Kg y un valor individual de 1.000 Kg.

Para el ensayo de impacto se colocará la solera en la misma posición que en el ensayo de flexión; con una distancia libre entre apoyos de 30 cm se dejará caer en su centro un peso de 3.300 gramos. Se debe emplear una altura de caída de 5 cm y se debe aumentar sucesivamente de 5 en 5 cm hasta alcanzar la ruptura. Se exige como mínimo un valor promedio de 45 cm y un valor individual de 40 cm.

6.6- Equipamiento.

Junto con asegurar que los métodos constructivos y la materialidad de las ciclovías posean un estándar adecuado, es necesario incorporar equipamiento de calidad, que complemente la infraestructura y refuerce sus atributos.

En el presente capítulo, se enumeran y describen las principales características que estos elementos deben tener para integrarse de la mejor manera a la infraestructura de la ciclovía y a su entorno, lo que favorecerá la optimización de las condiciones de seguridad y funcionalidad.

6.6.1-General

El proyecto debe contar con los elementos necesarios para permitir el tránsito de los usuarios bajo condiciones de seguridad, exclusividad e interacción respecto de su entorno, especialmente cuando la ciclovía se emplace junto a otros medios de transporte. Para lograr dicho objetivo el proyecto debe cumplir con los esquemas de segregación, demarcación y otras disposiciones descritas en el manual “Vialidad Ciclo-Inclusiva: Recomendaciones de diseño”, del Minvu.

6.6.2- Demarcaciones.

De acuerdo con la envergadura del proyecto debe considerarse la implementación de las señales horizontales o marcas sobre la superficie de la ciclovía, tales como líneas, símbolos o leyendas para regular la circulación y advertir o guiar a los usuarios en toda su extensión.

6-6-3-Materiales

Todas las demarcaciones se deben materializar con pintura termoplástica, y cumplir con los requisitos de mensaje, dimensión, emplazamiento, retro reflexión, color, contraste y resistencia al deslizamiento, indicados en los Capítulos 3 “Demarcaciones” y 6 “Facilidades explícitas”, del Manual de Señalización de Tránsito. Adicionalmente, deben cumplir con las condiciones particulares de cada proyecto (como, por ejemplo: resistencia a agentes químicos como sales en zonas cercanas al mar).

El material termoplástico debe estar compuesto homogéneamente por pigmento, compuestos de relleno, resinas y micro esferas de vidrio.

6.6.4-Aplicación.

Previo a la aplicación de la demarcación se debe realizar una inspección del pavimento, a fin de comprobar su estado superficial y posibles defectos existentes. Posteriormente, se debe proceder a una limpieza superficial para eliminar todos aquellos agentes contaminantes, como suciedad, grasa y compuesto de curado, entre otros, que perjudiquen la calidad de la demarcación.

El contratista debe realizar un replanteo de las demarcaciones definidas en el proyecto, a fin de garantizar una perfecta terminación en su forma y dimensiones.

El material termoplástico debe aplicarse mediante el método de extrusión, excepcionalmente la inspección técnica de obra, puede autorizar un método alternativo de aplicación, en atención a las limitaciones climáticas de la zona de emplazamiento.

El equipo a utilizar, en la ejecución de las demarcaciones debe ser autopulsado, poseer mecanismos automáticos de agitación y control de dosis de aplicación, sistema independiente de aplicación para producto y micro esferas, y contar con un dispositivo automático de espaciamiento y ancho de línea, así como un dispositivo de control de velocidad.

La aplicación no debe efectuarse cuando el pavimento se encuentre húmedo ni cuando la temperatura ambiente, condiciones de viento u otro factor climatológico, se encuentren fuera del rango establecido por el fabricante del producto.

6.6.5-Control de Calidad.

Se debe considerar la toma de, al menos, una muestra de cada partida llegada a obra, por parte de un laboratorio con inscripción vigente en los registros del Minvu, con el fin de verificar el cumplimiento de los requisitos establecidos en los puntos anteriores.

Durante la aplicación se verificarán las dosis colocadas de los materiales, las dimensiones y espaciamientos de la demarcación y las condiciones climáticas (temperatura y humedad) observadas durante la aplicación.

6.7- Separadores – Tachas.

Cuando la ciclo vía se emplace junto a una vía vehicular y requiera de un esquema de segregación de tipo visual, el cual contemple dentro de su configuración el uso de tachas reflectantes que delimiten los ejes y bordes del pavimento, debe considerarse su implementación de acuerdo con las disposiciones entregadas en este apartado.

6-7-1-Materiales

Se deben utilizar tachas de color rojo, dispuestas de forma equidistante a una longitud entre 100 a 150 cm, de acuerdo con lo definido en el proyecto.

Las tachas deben estar compuestas de policarbonato, u otro tipo de material que garantice una alta resistencia mecánica y durabilidad ante condiciones ambientales adversas, como la humedad, abrasión y temperatura, entre otros, cumpliendo con lo requerido por la norma ASTM 4280.

La forma del elemento deberá ser prismática con al menos dos lentes reflectantes independientes en sus lados frontales principales, para asegurar su visibilidad en situación de lluvia, neblina, noche, etc.

Las dimensiones mínimas de estos elementos son: 15 mm de altura y 100 mm de ancho y largo, pudiendo aceptarse una longitud 20% inferior en los costados (lados secundarios no reflectantes), además de las tolerancias indicadas por el fabricante.

6.7.2-Aplicación.

Las tachas deben ser instaladas considerando un adhesivo de tipo resina epóxica o similar, de acuerdo con las indicaciones especificadas por el fabricante.

6.8- Separador –Tachón.

Cuando la ciclo vía se emplace junto a una vía vehicular y requiera un esquema de segregación del tipo físico que contemple en su configuración el uso de tachones reflectantes (más hitos verticales en las zonas de esquinas), que delimiten los ejes y bordes de la vía, debe considerarse su implementación de acuerdo con las disposiciones entregadas a continuación.

6-8-1-Materiales

Se debe contemplar el uso de elementos del tipo armadillo, tachón clásico reflectante o una solución con características iguales o superiores a las mencionadas, según lo indicado en este capítulo.

Los tachones deben estar compuestos de policarbonato, u otro tipo de material, que garantice una alta resistencia mecánica y durabilidad ante condiciones ambientales adversas, como humedad,

abrasión y temperaturas extremas, entre otros, cumpliendo con lo requerido por la norma ASTM 4280.

La forma del elemento y sus dimensiones dependerán de la selección que se haga; adicionalmente, éste deberá contar con la reflectancia necesaria para asegurar su visibilidad en situaciones de lluvia, neblina, noche, etc. Asimismo, deberá cumplir con características como resistencia a la compresión y emplazamiento, especificadas para los segregadores tipo tachón en el Capítulo 7: “Apoyo Permanente” del Manual de Señalización de Tránsito.

6.8.2-Aplicación.

La disposición de estos elementos debe estar acorde con el proyecto, debiendo proporcionar una segregación continua que garantice la seguridad y funcionalidad necesaria para la vía.

Las tachas deben ser instaladas de acuerdo con las indicaciones especificadas por el fabricante. Su anclaje debe asegurar alta resistencia al desgarramiento.

6.9- Separador –Hito Vertical.

Cuando la ciclovía se emplace junto a una vía vehicular y requiera un esquema de segregación del tipo físico que contemple en su configuración el uso de hitos verticales en esquinas para delimitar los ejes en zonas de riesgo (como encuentro de vías y detenciones), debe considerarse su implementación de acuerdo con las disposiciones entregadas a continuación.

6-9-1-Materiales

Como segregado en esquinas y en otras zonas de alto riesgo se debe utilizar topes vehiculares verticales, a una distancia equidistante de 30 a 50 cm. La longitud del tramo donde se deben emplazar estos elementos corresponde a la definida por el proyecto.

Los hitos verticales reflectantes deben estar compuestos por un material que garantice una alta resistencia mecánica y durabilidad ante condiciones ambientales adversas como humedad, abrasión y temperaturas extremas, entre otros, cumpliendo con lo requerido por la ASTM 4280.

Asimismo, deben cumplir con los requerimientos especificados para los hitos de advertencia, tipo “Hito Vertical” en el Capítulo 7 “Apoyo Permanente” del Manual de Señalización de Tránsito.

Estos hitos deben tener, preferentemente, forma cilíndrica y su superficie debe ser plástica o de goma (para proveer amortiguación en caso de golpes), con un diámetro mínimo de 60 mm y altura mínima (medida desde la superficie de acera a su borde superior) de 900 mm. Sin perjuicio de lo anterior, podrán aceptarse otras alternativas que se ajusten a las características del mobiliario público del sector donde se emplazan, previa aprobación Serviu u organismo pertinente.

El color del cuerpo del tope vehicular quedará determinado por el proyecto, atendiendo al entorno donde se emplace.

6.9.2-Aplicación.

Los hitos verticales deberán ser instalados de acuerdo con las indicaciones especificadas por el fabricante. El anclaje deberá asegurar alta resistencia al desgarramiento.

CAPITULO VII – ECONOMÍA CIRCULAR.

7.1- Concepto de Economía Circular.

El término economía circular promueve la producción de bienes y servicios de manera sostenible, reduciendo el consumo, el tiempo, las fuentes de energía y los desperdicios.

El principio básico de este modelo aplica la regla **reducir, reutilizar, reparar y reciclar** en un círculo continuo.

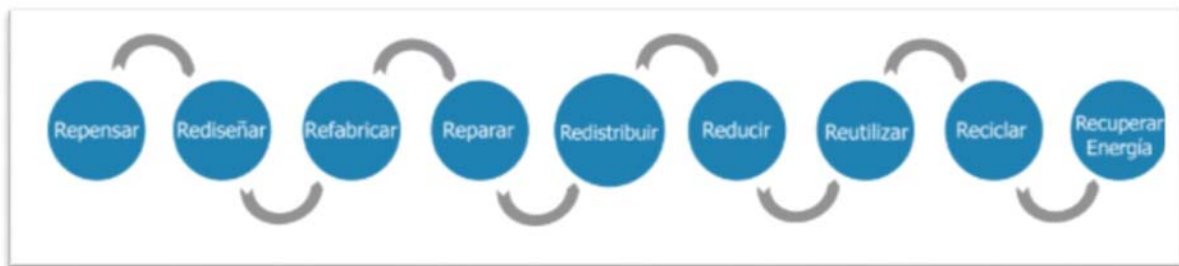


Figura N°53 – Economía Circular.

Para entender un poco esta nueva economía es necesario que se tenga presente el modelo actual:

Que consiste en **tomar, hacer y desechar**, así de simple, procedimiento que debe disponer de grandes recursos, consume mucha energía y lo más relevante, contamina el ambiente.



Figura N°54 – Sistema Económico actual de consumo.

La contraparte de lo mencionado, es la economía circular, que corresponde a un proceso que convierte a las empresas en unidades productivas, mucho más sostenibles sin impacto ambiental. Busca que los productos, componentes y recursos mantengan su utilidad y valor en todo momento:



Figura N°55 - Proceso de Economía Circular.

7.2- Principios de la economía circular.

- Diseña para reusar.
- Enfocarse en la cadena de producción.
- Transformar productos en servicios.
- Equilibra los flujos de recursos renovables y controla las existencias finitas.
- Optimizar el uso de los recursos por medio de la rotación, componentes y materiales de máxima utilidad.

7.3- Beneficios de aplicar esta economía.

Es rentable: el modelo de **reducir, reutilizar y reciclar** permite que las empresas aprovechen mucho más los materiales.

Empresas comprometidas y conectadas: que trabajan bajo un mismo modelo y se ayudan entre sí en temas ecológicos.

Reputación: ¿recuerdas que te hablé una vez del “círculo de oro”? Pues al seguir esta filosofía estás basando tu forma de hacer dinero totalmente alineada con la filosofía principal.

Innovación: tienes la posibilidad de ser el pionero en un área o servicio alternativo que encaja muy bien con la mayoría de los consumidores.

Genera nuevos puestos de trabajo y habilidades por parte de sus empleados

CAPITULO VIII – LEY MARCO PARA LA GESTIÓN DE RESIDUOS LA RESPONSABILIDAD EXTENDIDA DEL PRODUCTOR Y FOMENTO AL RECICLAJE – LEY 20920.

8.1- Ley de Reciclaje.

Es un elemento económico de gestión de residuos que exige a los fabricantes de ciertos productos, a organizar y financiar la gestión de los residuos derivados de sus productos.

La importancia de la ley en Chile, es porque desde el punto de vista ambiental, la disposición final de basura en vertederos o rellenos sanitarios, no es la mejor alternativa y por ello es necesario redefinir el enfoque de la gestión de los residuos en nuestro país. De esta manera, la norma se enfoca en la prevención y la valorización de los residuos, en todos sus aspectos.

Lo que se desea establecer en esta norma es que todos los productores o importadores de **“productos prioritarios”** deben hacerse cargo de los bienes, una vez que terminan su vida útil. Es decir, estos productos “inservibles” deben volver a las industrias donde fueron fabricados, o a las bodegas donde comenzó su distribución. Para esto, la ley establece metas de recolección y valorización diferenciadas por producto.

8.2- Principios.

Los principios básicos, en los cuales se plantearon al momento de esbozar la Ley, fueron:

- a) El que contamina paga.
- b) Gradualismo.
- c) Inclusión.
- d) Jerarquía en el manejo de residuos.
- e) Libre competencia.
- f) Participativo.
- g) Precautorio.
- h) Preventivo.
- i) Responsabilidad del generador de un residuo.
- j) Transparencia.
- k) Trazabilidad.

8.3- Productos Prioritarios.

Los productos prioritarios, con los cuales se priorizó el proyecto en un inicio son seis:

- Aceites lubricantes,
- Aparatos eléctricos y electrónicos
- Baterías
- Pilas
- Envases y embalajes
- Neumáticos.

La importancia de recolectar estos productos, es porque son de consumo masivo, de volumen significativo, la mayoría (tres de ellos) son residuos peligrosos, son factibles de valorizar y se puede generar una regulación comparada con ellos.

8.4- Regulación del Proyecto.

Crea la Responsabilidad Extendida del Productor (REP), reconoce la legislación sanitaria existente en materia de gestión de residuos y establece nuevas competencias al Ministerio para la gestión de residuos:

- Certificación, rotulación y etiquetado.
- Sistema de depósito y reembolso.
- Eco diseño.
- Mecanismos de separación en origen y recolección selectiva.
- Mecanismos para manejo ambientalmente racional de residuos.
- Mecanismos para prevenir la generación de residuos.

8.5- Como opera la Responsabilidad extendida del productor (REP).

- **Ministerio del Medio Ambiente regula:** establece metas de recolección y valorización además de otras obligaciones.
- **Productores:** Se registran ante el Ministerio del Medio Ambiente y presentan planes de gestión para cumplir las obligaciones, a través de un sistema de gestión el cual puede ser de carácter individual o colectivo.
- **Incluye:**
 - Estimación anual de productos prioritarios a ser comercializados en el país.
 - Estrategia para lograr cumplimiento obligaciones.
 - Mecanismo de financiamiento.
 - Procedimientos de licitación.
 - Mecanismos de seguimiento y control de servicios contratados.
 - Procedimientos de recolección y entrega de información al Ministerio del Medio Ambiente.
 - Sistemas de verificación de cumplimiento del plan.
 - Seremi de Medio Ambiente fiscaliza.

8.6- Actores que establece la REP.

8.6.1- Productor (PPP)

- ✓ Fabricante e Importador que:
 - Coloca un PP en el mercado nacional por primera vez;
 - Coloca un PP en el mercado nacional bajo marca propia adquirido de un tercero que no es el primer distribuidor; o
 - Importa un PP para su propio uso.

- ✓ Cumple con la REP a través de un sistema de gestión.

Obligaciones del productor.

- ✓ Registrarse en catastro público de PPP.
- ✓ Organizar y financiar la recolección y tratamiento de residuos de PP, a través de un sistema de gestión.
- ✓ Asegurar que el tratamiento de residuos de PP recolectados, se realice por gestores autorizados.
- ✓ Cumplir metas de recolección y metas de valorización de residuos de PP, y otras obligaciones asociadas.
- ✓

8.6.2- Consumido de PP y sus obligaciones.

Separar y entregar el residuo de un PP a un gestor de PP contratado por un sistema de gestión.

Consumidor industrial: puede valorizar por sí mismo o través de gestores autorizados (por ejemplo, el retail).

8.6.3- Gestor de Residuos y sus obligaciones.

- Estar autorizado para el manejo de residuos, según la normativa vigente.
- Estar registrado en el MMA.
- Declarar, al menos, tipo, cantidad, costos, origen, tratamiento y destino de los residuos, a través de un Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC), según la normativa vigente.

8.6.4- Recolectores de Base.

- Definición especial que les reconoce como gestores para la REP.
- Obligación de registrarse para participar en REP plazo 5 años.
- Necesidad de certificarse en el marco del Sistema Nacional de Certificación de Competencias Laborales.

8.6.5- Rol de la municipalidad.

- Podrán celebrar convenios con sistemas de gestión.
- Podrán celebrar convenios con recicladores de base.
- Se pronunciarán fundadamente sobre solicitudes de permiso (no precario) para el establecimiento la instalación y/u operación de instalaciones de recepción y almacenamiento.
- Deberán incorporar en sus Ordenanzas Municipales, la obligación de separar los residuos en origen, cuando así lo determina el Decreto Supremo.
- Promoverán la educación ambiental sobre prevención y valorización.
- Podrán diseñar e implementar estrategias de comunicación y sensibilización.
- Podrán diseñar e implementar medidas de prevención.

8.7- Fiscalización y Sanciones.

Se otorga competencia a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) para fiscalizar y sancionar infracciones.

Sanciones incluyen:

- Multas de hasta 10.000 UTM.
- Amonestación por escrito.

SOLO USO ACADEMICO

CAPITULO XI – PROPUESTA.

9.1- Emplazamiento de Ciclovía.

Con el fin de plantear dicho estudio en un lugar físico, con el propósito de verificar el impacto que podría tener en un lugar común, es que se desea implementar en un sector rural, ya que, según la metodología del sistema, solo sería factible en lugares donde no se utilice la carpeta de rodado de los vehículos motorizados, como lo es en las ciudades.

El querer implementar el sistema en sectores rurales, es por el amplio espacio que podemos tener sobre las avenidas o calles conectoras, ya que prácticamente son vías con menos desarrollo urbano.

Lugar de implementación

País: Chile

Región: Región Metropolitana.

Comuna: San Bernardo.

Calle o Avenida a intervenir: Camino Nos, sector Los Morros.

La ruta donde se emplazará la ciclovía eco amigable, será a lo largo de Camino Nos - Los Morros, que parte desde camino Padre Hurtado y finaliza en la estación de metro tren (Estación de Nos) que se encuentra en avenida Portales.

Donde se plantea implementar dicha ciclovía, es con el propósito de mejorar la conectividad de los residentes de la comuna de San Bernardo y mitigar de cierta forma, el alto tráfico que estos últimos años se ha provocado por la explotación indiscriminada de condominios en el sector, lo que ha conllevado a alto tráfico en las horas punta, por no tener vías alternativas y transporte público adecuado, con el fin de evitar el uso de vehículos particulares.

Emplazamiento del recorrido de la ciclovía tipo.



Figura N°56– ruta de implementación.

Fuente: Google Maps

Recorrido de ciclovía y su entorno en cuanto a la aglomeración de condominios que afectan y aumentan la congestión vehicular en sus horas punta.



Figura N°57 – Entorno a ruta.

Fuente: Google Maps.

9.1.1- Impacto Vial y Social.

De acuerdo a lo indicado en el documento de Vialidad de Ciclovía-Inclusiva, se puede destacar que unas de las VISIONES que debe tener este proyecto son los siguientes:

- 1- El diseño debe ir centrado en los usuarios.
- 2- Reconocer el uso del transporte de la bicicleta como un vehículo.
- 3- Debe ser considerada en la normativa del tránsito, de esa forma se les entregara mayor seguridad a los usuarios.
- 4- Todas las vías deben estar armoniosamente conectadas entre sí, de esa forma se le garantizara seguridad y eficacia a los ciclistas.
- 5- Las ciclovías son una red vial ciclo-inclusiva que está compuesta de vías de tránsito compartido, vías con pistas exclusivas de bicicletas separadas del flujo motorizado y de vialidad exclusiva para su uso y el de vehículos similares

Según los datos publicados en plataforma MI ENTORNO, es que se señala que el 37,5% de las personas en San Bernardo utilizan Taxi como medio de transporte, el 25% utiliza buses, el 12,5% utiliza su vehículo particular y lo sigue de igual manera con un 12,5% las personas que se movilizan a pie. De esta forma podemos comprender que debemos aumentar el uso del transporte público y aumentar el transporte a pie, en este caso en bicicletas.

Otro índice señalado por la plataforma MI ENTORNO, y según estudio de calidad de vida elaborado por la Universidad de Chile y la cámara chilena de la construcción, es que la comuna de San Bernardo en cuanto a su conectividad, se encuentra con un índice promedio de 34% en comparación al nacional que es un 51,2%.

Cantidad de dinero que desembolsa cada hogar.

Este caso el 25,7% de los hogares utiliza y destina sus recursos monetarios a transporte público. Lo que, si pensamos en modificar ese transporte en una bicicleta, la inversión es solo inicial (Compra de bicicleta), lo que después sería un ahorro en el tiempo.

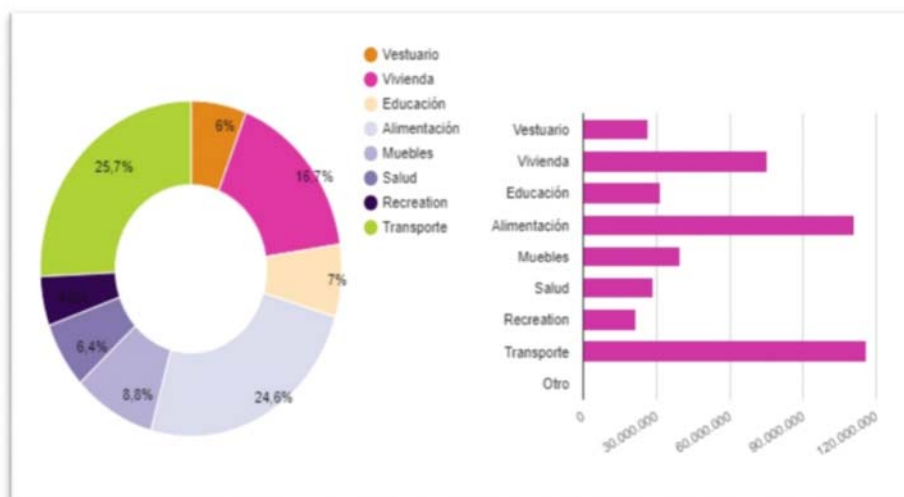


Figura N°58 – Diseño tipo de bloque prefabricado.

Fuente: EPF INE, deflactado por IPC al 2013

9.2- Selección del tipo de plástico a utilizar.

Dentro de este punto, se entregarán los datos tomados en cuenta y sus cifras relevantes que nos aportarán a la hora de tomar la decisión del plástico a escoger.

El plástico escogido será el **PET o PETE** en inglés, conocido también como **Polietileno Tereftalato** y conocido con su número de referencia **1**.

El PET es un material caracterizado por su ligereza, alta resistencia mecánica a la compresión y a las caídas, además alto grado de transparencia y brillo.

También unas de sus propiedades, es su barrera contra los gases y su ventaja de ser 100% reciclado.

Usos: Envases de bebidas, empaques de cosméticos, fibras textiles, cintas de video o audio.

Es un material con elevada resistencia a sustancias químicas, es un aislante eléctrico, buenas propiedades por fricción y deslizamientos.

Su peso específico es de **1,39 (gr/cm³)**

El **PET** es termoplástico, eso quiere decir que se caracterizan porque se ablandan con el calor y se pueden moldear para darle una gran variedad de formas, sabiendo que al enfriarse volverá a endurecerse manteniendo sus características iniciales.

Puntos tomados en consideración:

- 1- Resistencia a las Compresión:** El plástico escogido soporta entre 260 a 480 kg/ cm², lo que indica que, en relación a las resistencias mecánicas, será capaz de soportar el peso tanto de las personas como el de la bicicleta misma.
- 2- Resistencia al desgaste por roce:** El PET tiene un muy buen comportamiento al roce, lo que es óptimo para el desgaste por uso de los ciclistas.
- 3- Resistencia al uso a la intemperie:** Al estar expuesto a cambios de temperatura, tanto en invierno como en verano, es que debe soportar ciertos rangos de temperatura, es por eso que se señala que dicha materia prima es capaz de soportar entre -20 a 116 °C.
- 4- Propiedades Químicas:** Este elemento es muy bueno para soportar la exposición de hidrocarburos, los que pueden ser generados por algún derrame en la vía pública. También es importante mencionar que los rayos solares, en tiempos de veranos son más dañinos para el plástico, lo que con el PET puede entregar gran resistencia a los rayos solares y otros agentes ambientales que lo puedan atacar.
- 5- Productos reciclados:** El PET se puede obtener de productos tales como envases de bebidas, empaques de cosméticos, fibras textiles, cintas de video o audio.

9.3- Selección del tipo de fabricación.

En el caso particular, considerando las características físico - químicas del pellets, para la elaboración de nuestro bloque y según el polímero seleccionado (PET), es que nos permitiría realizar nuestras ciclovías, solo por los métodos de Inyección, Extrusión y soplado.

En este caso, las piezas del bloque inferior y superior, serán realizadas según el método de extrusión, de forma que funda el material y luego que se moldee por inyección a los moldes según diseño.

Proceso de Inyección

Las ventajas del método de Inyección podemos señalar y destacar:

- Ideal para procesos en ciclos continuos.
- Ideal para piezas que contienen diversos diseños y espesores (buen acabado).
- Gran versatilidad para cambiar los moldes en la misma máquina.

Las desventajas del método por Inyección:

- Existen restricciones en cuanto a los espesores v/s su deformación.
- Se debe tener mucho cuidado en las condiciones del proceso (Temperatura, tiempos y presiones).

Proceso de Extrusión.

Las ventajas del método de Extrusión podemos señalar y destacar:

- Para la producción continua de piezas.
- El proceso de extrusión es de bajo costo en comparación a los demás sistemas.
- De sección constante (corte transversal de la boquilla).

Prototipo de molde y ensamblado de bloque de ciclovía.

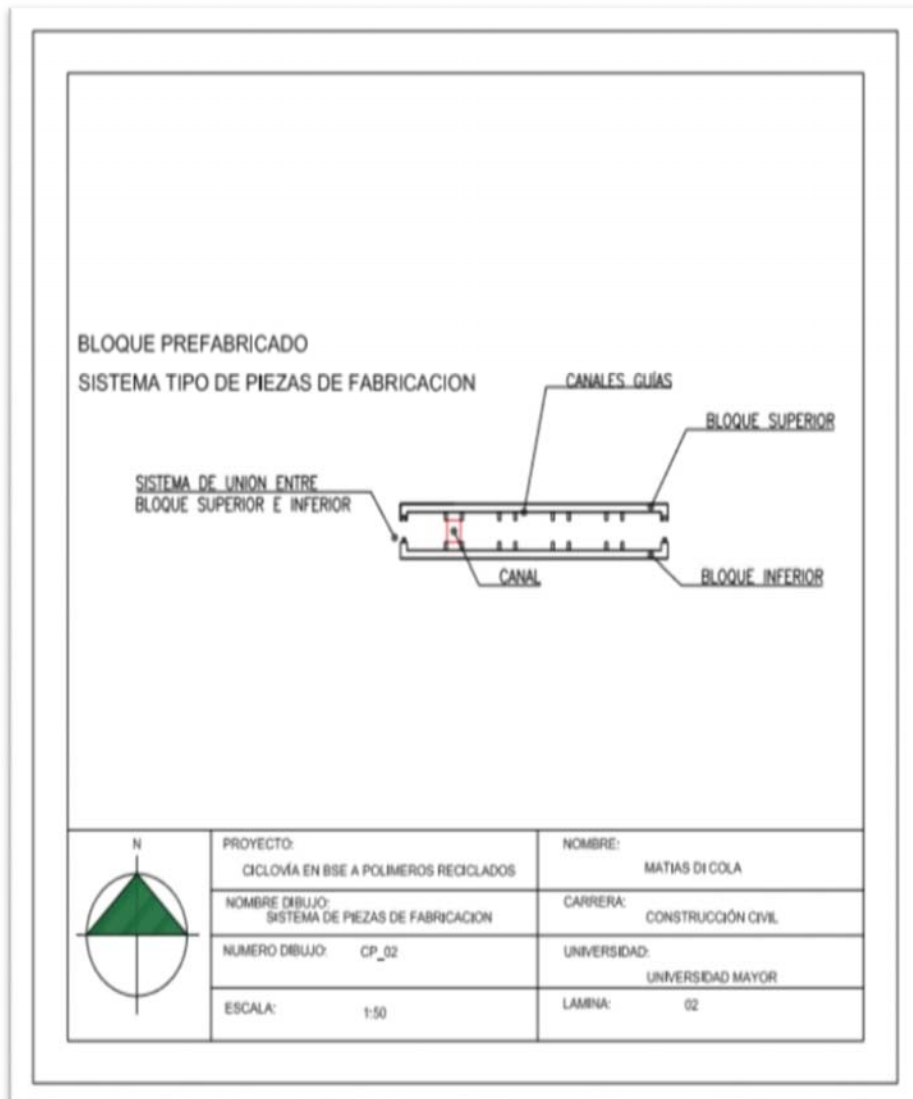


Figura N°59 – Diseño tipo de bloque prefabricado.

9.4- Comparación entre Sistema Asfáltico y Plastic Road.

Dentro de este punto, se plantea la comparación entre los sistemas actuales utilizados (Carpeta Asfáltica) y el sistema nuevo (Plastic Road), de esa forma, se podrá comparar de alguna forma más didáctica la alternativa que se plantea.

Dentro de los objetivos, es poder entregar una alternativa al sistema actual, donde se pueda reutilizar materias primas, que no están siendo consideradas y, por otro lado, buscar una eficiencia en cuanto a tiempos de montaje, lo que evidentemente, se reduciría a costos de construcción.

9.4.1-Pavimentos Flexibles v/s Sistema Plastic Road.

1- Juntas:

En cuanto al sistema actual (Asfalto), el proceso de construcción es continuo en obra, en cambio el proceso nuevo (Plastic Road), es por medio de bloques prefabricados, lo que serán montados en forma de legos. Si bien la construcción en base al asfalto es rápida en la realidad, el poder aplicar el sistema en forma de lego, entregara garantías en cuanto a reparaciones y mantenciones futuras. Visto de ese modo, el intervenir la ciclovía con el sistema actual es más invasivo a la hora de su reparación.



Figura N°60 – Comparación entre sistema continuo de montaje he instalación para sistema asfáltico y bloque en forma de lego.

2- Espesor de carpeta de rodado

En cuanto a los espesores esperados, por la carpeta asfáltica las medidas mínimas señaladas son de 4 cm de espesor, en comparación al sistema nuevo implementado, que requiere de una estructura reticulada de mayor complejidad en su forma (15 cm), con el fin de soportar las cargas a las que estará sometida.

Si bien esto puede ser visto como una desventaja, el tener mayor espesor y una mejor capacidad de soporte, le entrega la posibilidad de poder evidentemente eliminar, la membrana de imprimación y por qué no, poder modificar su base granular, al tener la posibilidad de entregar carga mejor distribuida.



Figura N°61 – Comparación entre carpeta asfáltica y bloque plástico.

3- Tiempos de Ejecución:

Los tiempos de ejecución de la base de rodado, si bien en la realidad son rápidos, si entramos a comparar el sistema en bloques prefabricados, nos encontramos con que este sistema sería solo montar sus piezas en las bases ya ejecutadas previamente. Los ahorros en tiempos de ejecución son tanto en la mano de obra que se disminuye, maquinarias a utilizar y tiempos de montajes, debido a sus sistemas de anclaje y bloques que cubren grandes superficies.



Figura N°62 – Ahorro de tiempos en montajes .

4- Agrietamiento Artificial y Térmicas:

Las grietas producidas con el sistema asfáltico, son producidas por la pérdida de soporte de la estructura de las capas inferiores, las que producen deformaciones y reparaciones invasivas, además de lo mencionado se pueden encontrar las grietas de origen térmicos, producidas por la variación de las temperaturas según las estaciones del año.

En cambio, el sistema de bloques no sería afectado por grietas en su estructura ya que cuenta con un sistema reticulado en su interior, lo que les brinda una mayor estabilidad a cargas sometidas. Por otro lado, en el caso de ser afectadas, permitiría un rápido y limpio trabajo de cambio de bloques.



Figura N°63 – Fallas v/s solución en bloques.

5- Ahuellamiento:

El hundimiento longitudinal que coincide con la huella por donde circula la mayor parte del tránsito y que puede encontrarse asociado a desplazamientos transversales de la carpeta asfáltica, puede ser evitado dicho problema, con el montaje de bloques prefabricados y elaborados de plásticos reciclados, lo que estarán elaborados para evitar dichas problemáticas que antiguamente se produjeron.



Figura N°64 – Ahuellamiento v/s sistema en bloques.

6- Drenaje de aguas lluvias:

En cuanto al sistema actual, las carpetas de rodado, no permiten la filtración de forma natural ni según diseño, de los estancamientos de las aguas lluvias que se puedan provocar. Desde ese punto de vista, este sistema innovador, permitiría filtrar en sus laterales, las aguas acumuladas en tiempos de lluvia, y encausarlas a napas subterráneas y por qué no, a sistemas que reciclen las aguas.



Figura N°65 – Sistema de drenaje de aguas lluvias.

9.5-Diseño Teórico del Sistema.

En este punto, se indicarán de forma teórica y experimental, los diseños que tendrá el sistema en base a bloques pre fabricados de materia prima PET.

Los diseños y características, serán guiadas y alineadas según el marco teórico estudiado, los que serán los marcadores de pauta a seguir para nuestro método.

Según lo descrito el punto 5.4.2 Anchos, es que se indican los parámetros a seguir de una ciclovía estándar, las que debemos seguir a la hora de diseñar nuestro ancho y largo de bloque.

Los parámetros a seguir según las bases granulares que deben tener las ciclovías, son las señaladas en el Capítulo 6 – Construcción de Ciclovías: Estándar Técnico.

9.5.1- Bloque Tipo A.

El bloque tendrá un Ancho de 2,0 metros (Según Estándar Actual), un Largo de 2,5 metros y un espesor de 0,2 metros.

El largo está pensado en poder cubrir una mayor área de superficie, la que aportara al rendimiento y a la calidad de soporte de la estructura.

El espesor del bloque, está pensado en aportar una mayor calidad en cuento a cargas laterales y longitudinales, como a suplir espesores de las bases granulares inferiores.

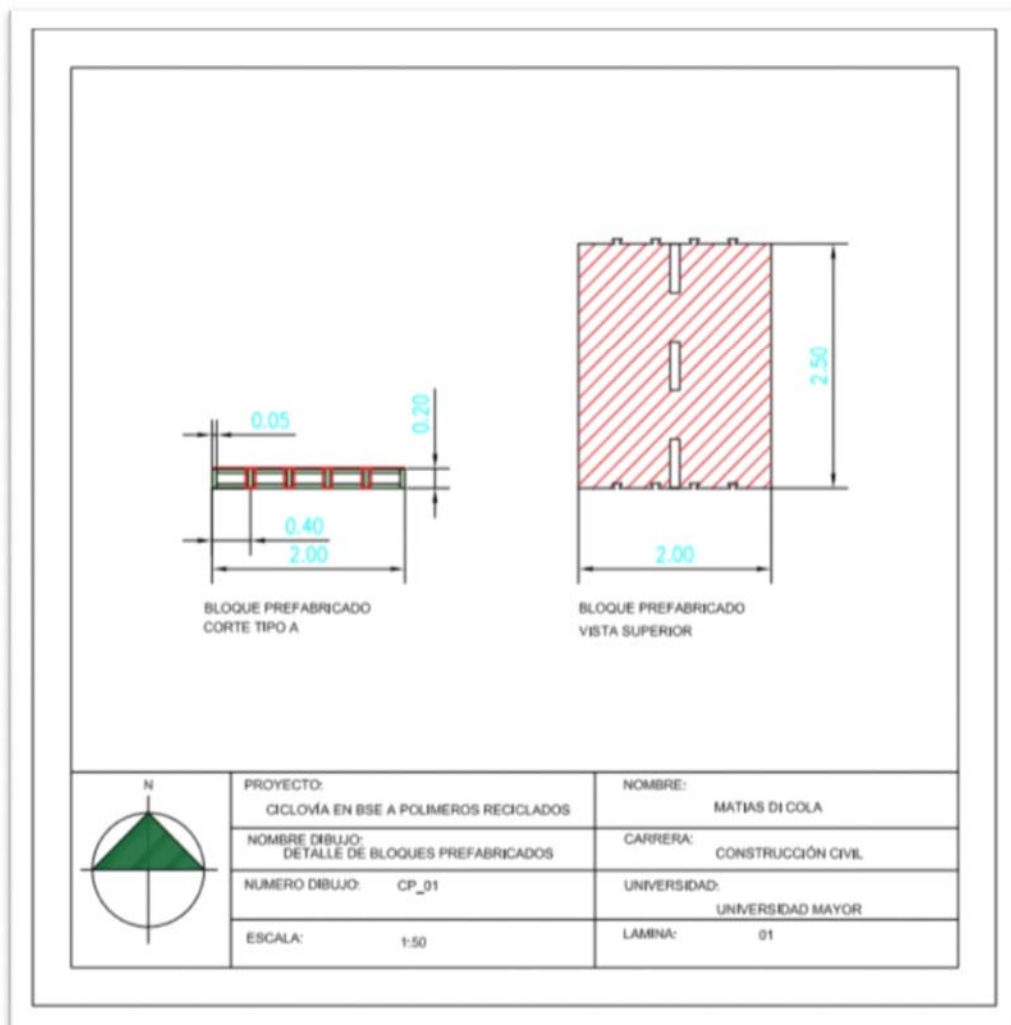


Figura N°66 – Diseño de Bloque Tipo A.

9.5.2- Sistema de Unión entre Bloques.

Se plantea un sistema de unión en forma de anclaje MACHO/HEMBRA según lo mostrado. Este sistema permitirá un montaje más eficiente y de corta duración. Lo que buscamos, es poder minimizar los tiempos de ejecución de los trabajos y poder utilizar la menor cantidad de equipos posibles.

Sistema constara con drenajes de aguas lluvias. Cada bloque tendrá en sus costados, mini sumideros, los que captaran y trasladaran las aguas lluvias a compartimientos interiores, donde se drenara el agua a recolectores o al mismo terreno.

Cada bloque constará con sistema de ganchos (4 ganchos en cada extremo), de esa forma permitirá una instalación con izaje de cargas de los bloques desde camión transportador a punto de ensamblado.

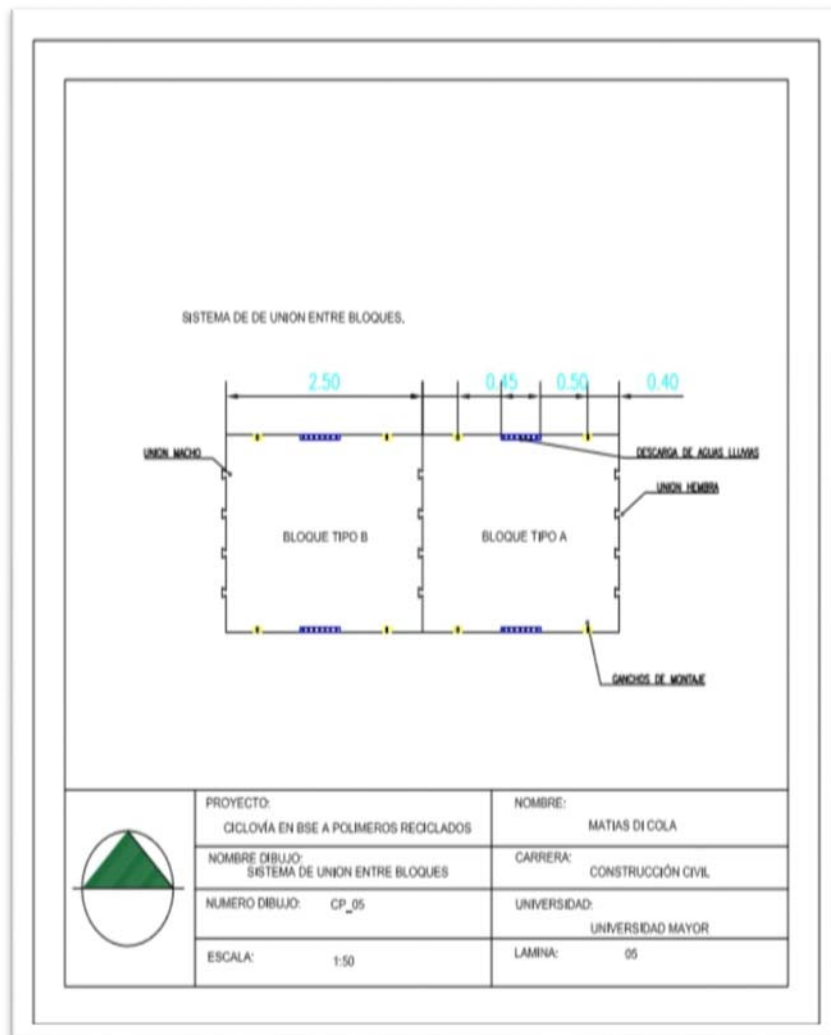


Figura N°67 – Sistema de Unión entre Bloques.

9.5.3- Sistema de Unión HEMBREA/MACHO.

El método de anclaje entre los bloques contempla la unión del tipo macho /hembra, con el fin de garantizar que los elementos no se desplacen horizontalmente en el terreno.

La aplicación del sello longitudinal en los encuentros entre los bloques, permite evitar la filtración de elementos (material orgánico) y entregar una unión que tenga tolerancia a movimientos en todos sus sentidos.

El sello contemplado es un sellante elástico, base poliutano del tipo Sikaflex 1 A Plus, ya que entrega una durabilidad y resistencia a la superficie.

En el caso de ser retirados los bloques por mantención, solo basta retirar cordón de sello y posteriormente retirar el elemento.

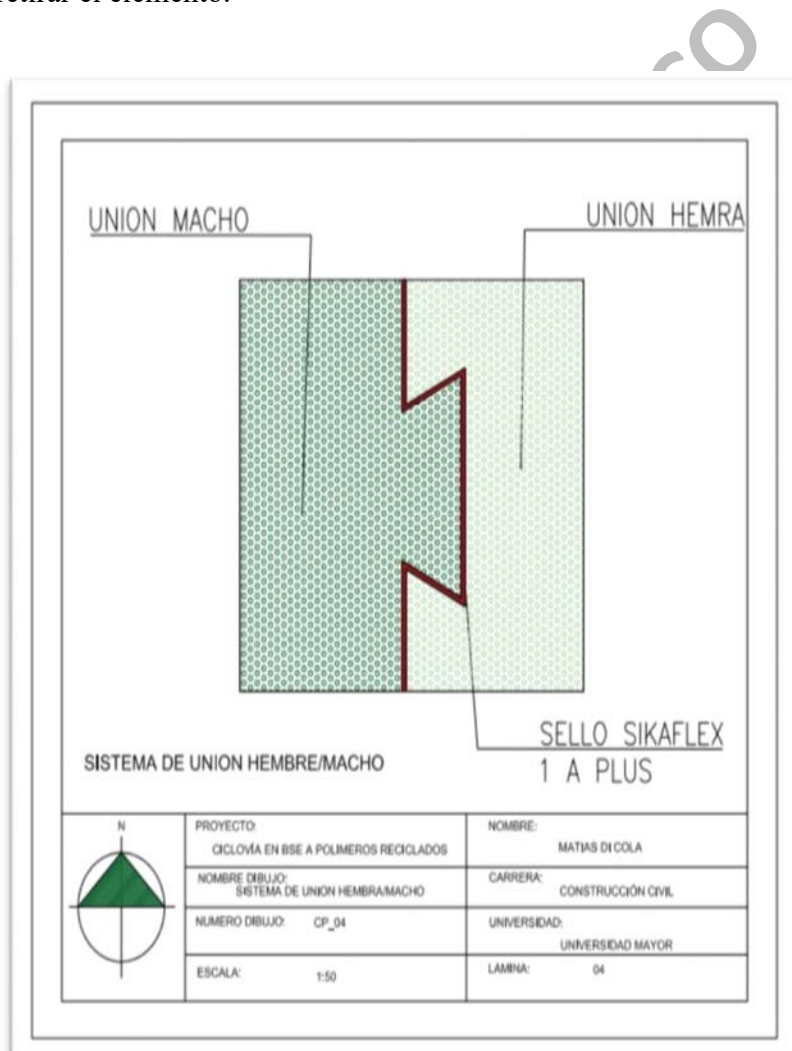


Figura N°68 – Sistema de Unión Hembra/Macho.

9.5.4- Sistema de Captación de Aguas Lluvias.

La captación de aguas lluvias, es por medio de ductos que se encuentran en los bordes de cada bloque, por medio de estos ductos, es que se filtra el agua a sus compartimientos inferiores, con el fin de ser llevadas a las napas sub terrenas o por qué no, a recolectores de aguas lluvias (Posterior reciclado de aguas).

Una de sus grandes cualidades del sistema, es poder captar las aguas lluvias por medio de los bloques pre fabricados. Las estructuras geométricas de los bloques permiten tener un diseño hueco en su interior, por donde se depositará el agua y posterior canalización a napas subterráneas o por qué no, a recolectores.

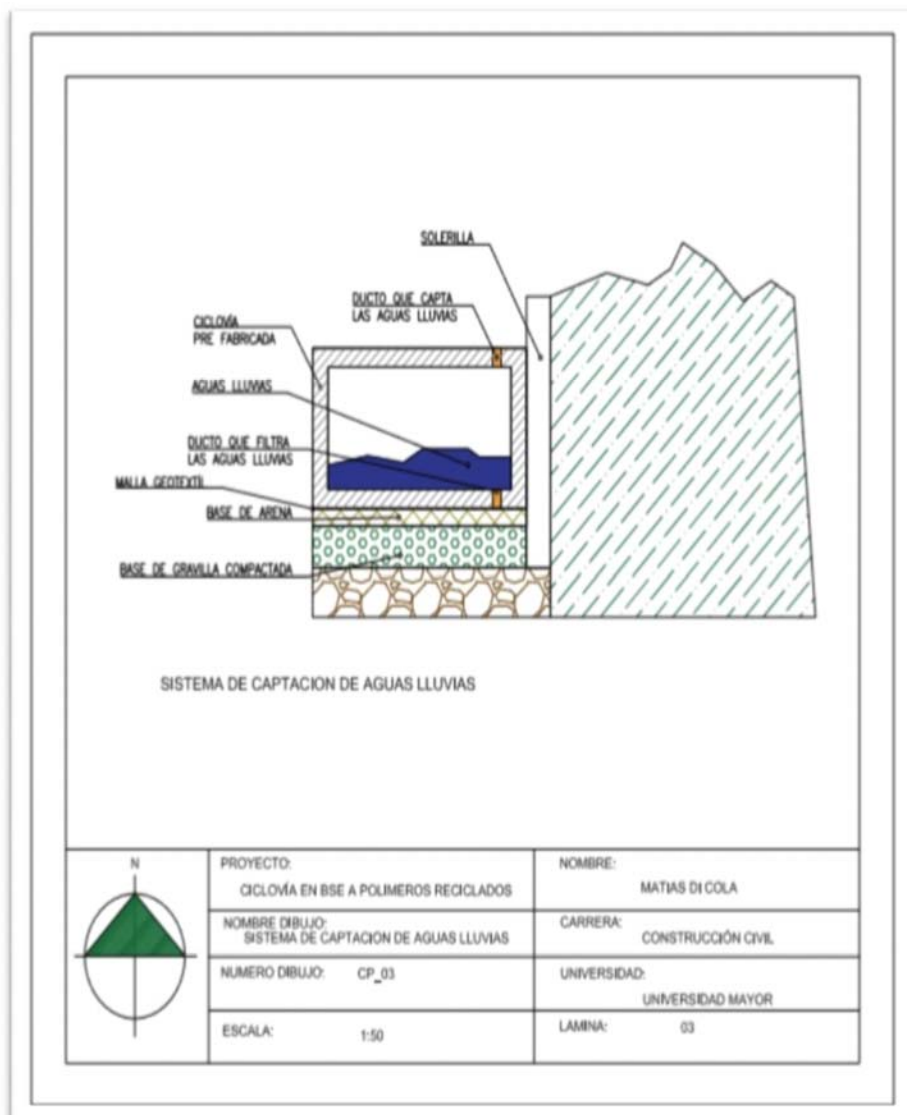


Figura N°69 – Sistema de Captación de Aguas Lluvias.

9.5.5- Detalle de Bases de Apoyo de Bloque Pre Fabricado.

La solerilla implementada, tiene como fin poder contener la capa granular (Arena Fina Compactada) que se encuentra entre el Geotextil y el bloque pre fabricado, de esa forma evitamos que se produzca segregación entre capas.

La utilización del Geotextil, tiene como propósito poder evitar que la capa granular (Arena Fina Compactada) sufra segregación por la acción del agua. Además, evita que elementos vegetales se trasladen a la superficie, dañando el bloque pre fabricado.

La capa granular (Arena) está contemplada para que nuestro bloque pueda asentarse de la mejor manera en el terreno, de esa forma poder entregar un mayor confort a movimientos que pueda tener nuestra plataforma.

Las bases posteriores, son manteniendo las estructuras de un método de ciclovías convencional en asfalto. La única diferencia yace en el espesor de nuestra sub base granular, en donde el método asfáltico es de 20 cm v/s el método en bloques que será de 10 cm.

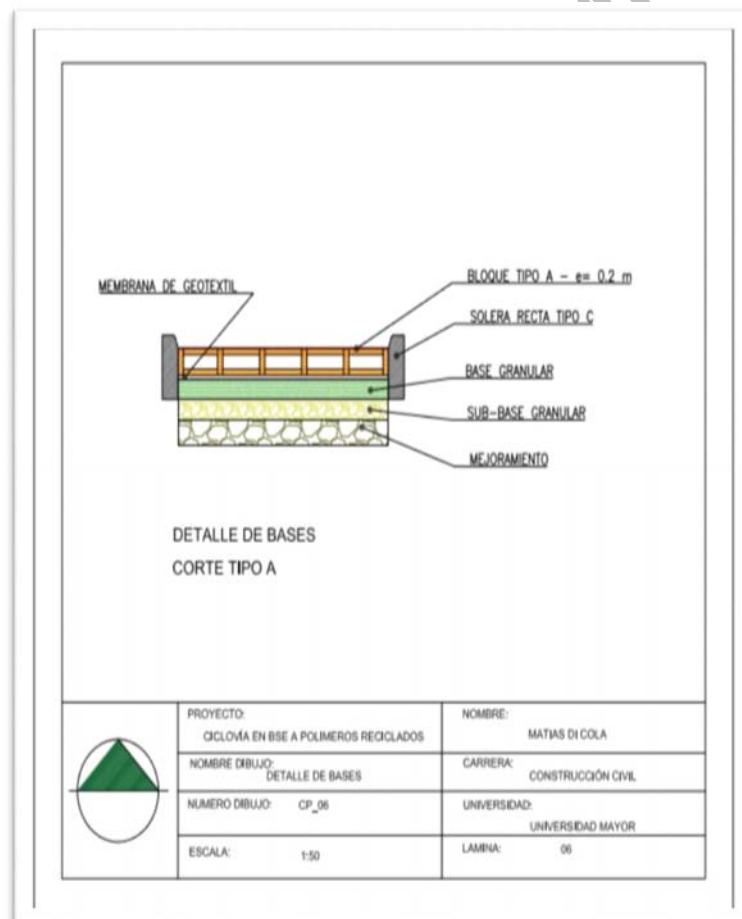


Figura N°70 – Detalle de Base.

9.6- Presupuesto Estimativo.

9.6.1- Valor Unitario de Bloque Pre Fabricado.

Con el objetivo de estimar un valor de producción, es que se plantea realizar un Análisis de Precios Unitarios como forma de poder obtener los datos necesario para nuestra interpretación.

Las fuentes de información fueron obtenidas por empresas productoras y recolectoras de PET (BCC Recycling Systems), la que nos facilitó poder obtener cifras y resultados de mejor calidad.

Se propuso obtener un valor por kilo de bloque elaborado y puesto en obra, de esa forma lograríamos interpretar que el valor Unitario del kilo de bloque multiplicado por el peso total de la unidad prefabricado, nos entregaría el costo total del bloque PET.

El proceso de confección de las piezas que involucran el bloque, deberán ser estudiado con mayor detalle y precisión en estudios posteriores.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Propuesta: Elaboración de ciclovía en base a polímeros PET.

Proponente: Matias Di cola - Construcción Civil.

Moneda: Peso Chileno

Nombre ítem: Bloque Prefabricado

Cantidad: 1 kg. **Unidad:** Kg **Valoración:** \$ 1.259

ITEM	ACTIVIDADES	UNIDAD	P. Unitario
1	Recolección de PET	Kg	\$ 250
2	Proceso de molido, limpieza y acopio del material	Kg	\$ 350
3	Proceso de Elaboración	Kg	\$ 400
4	Acopio en Bodega	kg	\$ 20
5	Traslado a Obra	kg	\$ 39
6	Mano de obra Montaje	Un.	\$ 200
SUB TOTAL X KG.			\$ 1.259

Nota: Los valores aquí expuestos son solo referenciales y son proporcionados por las empresas recolectoras, recicladoras y elaboradoras de los productos estandarizados.

ITEM	ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	P. Unitario
1	Bloque PET 2,5 x 2,0 x 0,2 m	Kg	100	\$ 1.259
TOTAL:				\$ 125.900

Fuente: Elaboración propia en base a “Información entregada por la empresa BCC Recycling Systems”
Valores entregados de forma estimada.

Uno de los puntos importantes a interpretar es el traslado a obra de los bloques ya elaborados, ya que se toman en cuenta las cantidades a trasladar (Importancia en el rendimiento de instalación) y los costos de traslados de dichos bloques.

En el análisis, se quiso estimar el costo que tendría trasladar 1 kg de bloques y la cantidad total de unidades que pueden ser transportados en un camión runner 1135 como ejemplo.

También se obtuvo el costo que tendría trasladar un bloque a obras dentro de Santiago.

CAMION RUNNER 1135			
DIMENSIONES CHASIS			
ALTURA (m)	LARGO (m)	ANCHO (m)	CAPACIDAD DE CARGA (Kg)
3	8,5	2,8	12.200

DIMENSIONES BLOQUE PET (2,0 X 2,5 X 0,2 m)			
ALTURA (m)	LARGO (m)	ANCHO (m)	PESO
0,2	2,5	2,0	100

RENDIMIENTO	
15	BLOQUES/COLUMNA
3	COLUMNAS
1	FILA

BLOQUES POR CAMION
51
TOTAL KILOS
5100

VALOR FLETE	\$ 200.000
VALOR BLOQUE	\$ 3.922
VALOR X KILO	\$ 39

NOTA: Los valores y analisis realizados son de forma estimadas y de forma referencial.

Fuente: Elaboración propia en base a “Fichas técnicas de Camiones Marca Runner 1135”
Análisis y costo de traslados son para la Región Metropolitana.

9.6.2- Comparativa de Costos entre Sistema Asfáltico y Sistema en Bloques Pre Fabricado.

Las partidas aplicadas tanto en el sistema actual como en el sistema nuevo, permiten identificar un ahorro en cuanto al “Suministro y Colocación de Base Granular de 20 m a 10 cm” y una eliminación de aplicación de “Suministro y Colocación de Imprimación” y “Suministro y Colocación de Base Asfáltica de 8 cm”.

Con respecto a las cantidades señaladas en metros cuadrados, hace referencia a la superficie que rinde un bloque pre fabricado (2,0 x 2,5 m), en este caso las comparaciones entre los dos sistemas deben ser las mismas entre sí.

Claramente la diferencia monetaria entre los dos sistemas es baja y bastante competitiva entre si. La gran ventaja que podemos destacar del sistema en base a bloques pre fabricados y donde se puede producir el ahorro monetario, es en los tiempos de instalación, mano de obra utilizada y maquinaria.

PRESUPUESTO ESTIMADO - Sistema Asfáltico v/s Sistema Bloque Plástico PET

Sistema Asfáltico						
ALTERNATIVA A	Costos directos					
	Movimientos de Tierra					
	Ítem	Partida	Unidad	Cantidad	Valor Un.	Sub Total
	1	Rectificación de Sub Rasante	m2	5	\$ 1.436	\$ 7.180
	Aplicación de Carpeta Asfáltica					
	2	Suministro y colocación Base Granular 20 cm	m2	5	\$ 6.384	\$ 31.920
3	Suministro y colocación Imprimación	m2	5	\$ 2.029	\$ 10.145	
4	Suministro y colocación Base Asfáltica 8 cm	m2	5	\$ 25.510	\$ 127.550	
	Total:				\$ 176.795	

Sistema Bloque Plástico PET						
ALTERNATIVA B	Costos directos					
	Movimientos de Tierra					
	Ítem	Partida	Unidad	Cantidad	Valor Un.	Sub Total
	1	Rectificación de Sub Rasante	m2	5	\$ 1.436	\$ 7.180
	Aplicación de Carpeta Asfáltica					
	2	Suministro y colocación Base Granular 10 cm	m2	5	\$ 3.384	\$ 16.920
3	Colocación de Base de Arena	m2	5	\$ 9.000	\$ 45.000	
4	Colocación de Geotextil	m2	5	\$ 7.995	\$ 39.975	
5	Colocación de Bloque Pre fabricado	un.	1	\$ 125.900	\$ 125.900	
	Total:				\$ 234.975	

Sistema Asfáltico	\$ 176.795
Sistema Bloque Plástico PET	\$ 234.975
Diferencia de valores entre sistema A y B:	\$ -58.180

Fuente: Elaboración propia en base a “Información entregada por la empresa BCC Recycling Systems”

Valores entregados de forma estimada.

En la utilización de Mano de obra para el método de bloques pre fabricados, se requiere un mínimo de trabajadores, debido a que solo se necesita personal que por medio de cuerdas o lingas de amarre, traslade por medio de un camión grúa, los bloques a los lugares de montaje.

En este caso, y teniendo en cuenta que los bloques pueden ser maniobrados por dos personas estando suspendido, el capataz puede indicar y cuadrar el bloque en su lugar.

Comparativa Mano de Obra		
Sistema Asfáltico	Valor Un.	Total (\$/m²)
Jornal con Especialización	302	\$ 612
Capataz (1 Trabajador)	78	
Cuadrilla Asfalto (4 Trabajadores)	232	
Sistema Bloque Pre Fabricado	Valor Un.	Total (\$/m²)
Capataz (1 Trabajador)	84	\$ 200
Cuadrilla (2 Trabajadores)	116	

Fuente: Elaboración propia en base a “Información obtenida desde Análisis de precios unitarios realizados por me empresa SOC PAVIMENTOS NORTE S.P.A”

Para concluir, podemos señalar que la utilización de maquinaria que respecta a los pasos tanto de rectificación de sub rasante, como de colocación de base granular, las maquinarias a utilizar serán las mismas entre los dos sistemas. El ahorro se verá reflejado en la aplicación de los imprimantes y las carpetas asfálticas, ya que se requiere de mayor insumos y suministros en comparación al sistema en bloques.

9-7- Estudio en laboratorio.

Dentro de este punto, se plantea ensayar el polímero seleccionado para realizar dicha ciclovia prefabrica.

El polímero seleccionado, Polietileno de Tereftalato (PET) fue sometido a distintos procesos los cuales son los que lo afectan en una ciclovia común. Dichos procesos son tanto el clima, el calor, ciclos de temperatura, roce por el tránsito y las cargas verticales por el peso de las personas y sus bicicletas. Todos estos puntos, son importantes a la hora de tomar en cuenta el polímero a utilizar, los que en este básico ensayo se quiso demostrar.

Análisis en la elaboración:

- 1- Lo que se pudo observar es que el PET requiere más de $+300^{\circ}\text{C}$ para ser fundido, lo que fue uno de los puntos complicados a resolver, ya que no se contaba con las herramientas adecuadas.
- 2- El desmoldaje del bloque, también fue un proceso dificultoso, ya que, al golpearlo con mucha potencia, tendía a fisurarse o romperse, lo que es un punto en contra, si hablamos de resistencia (Quebradizo)

- 3- El proceso de fundición fue lento, considerando el método empleado en la elaboración del prototipo.

Elementos a utilizar.

- Para realizar las probetas circulares, se contempló elaborarlos en tubos circulares de 10 cm de diámetro (Aluminio).
- Para realizar la fundición del PET, se utilizó un horno eléctrico y un soplete manual de gas butano de 190 gr.
- Se utilizó PET molido de diferentes tonalidades (Botellas de Bebida).
- Un martillo de goma, para retirar el bloque plástico de las probetas y prensas manuales.
- Un escalímetro manual.
- Guantes para soldar y mascarilla facial, como medida de seguridad.
- Un sartén para fundir el polímero.



Figura N°71 – Materiales para la elaboración de Probetas.

Fundición del PET

En primera instancia se utilizó el horno para fundir el material, lo que no se logró realmente, ya que no tenía la potencia suficiente para hacerlo. Luego se depositó el material semi fundido en las probetas, y se comenzó a fundir con el soplete, logrando que pasara de un estado sólido a espeso.

Luego de haber calentado y fundido el material, se pasa al recipiente con agua, para lograr endurecer el PET. De esa forma lograremos retirar el bloque.

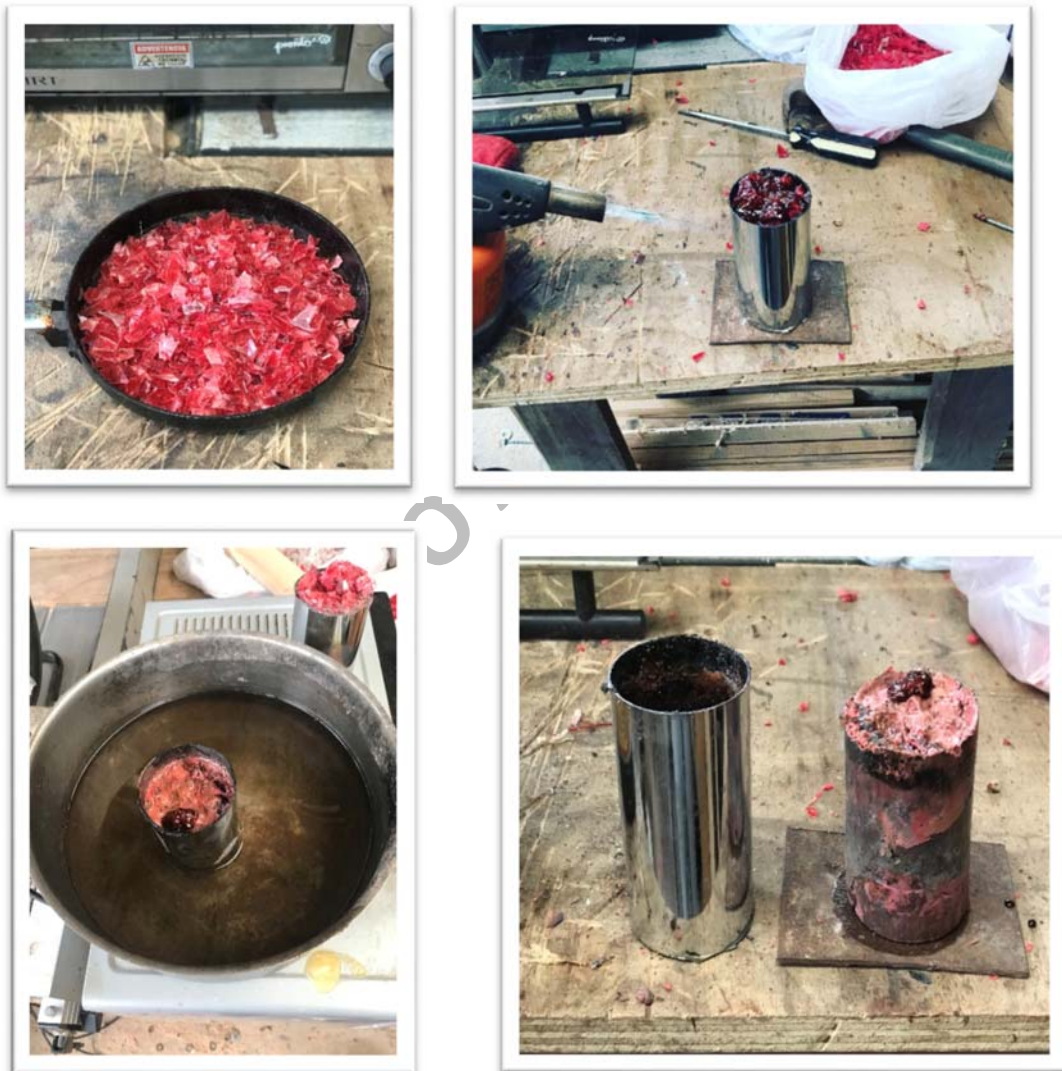


Figura N°72 – Fundición del PET.

Bloques PET.

Ya obtenidos nuestras probetas (3 unidades), es que se procedió a realizar los ensayos propuestos, para verificar si cumplen con ciertos criterios técnicos.

En cuanto a su análisis de aspecto visual, se puede observar un componente homogéneo y que posee diferentes tonalidades por los distintos colores del PER.

En cuanto a su textura, eso dependerá de lo que uno le dé en sus moldes, pero en este caso, es liso.



Figura N°73 – Bloques PET.

Ensaye a la compresión.

El siguiente ensaye, tiene como finalidad analizar el comportamiento a la compresión de elemento a diseñar.

El elemento fue sometido a una prueba en donde se saturo el cuerpo a una carga superior de 2000 kilos o 19600 (N), lo cual indica que presenta deformación, pero no fractura, por lo cual se recomienda estudiar las separaciones interiores y considerar soportes longitudinales que permitan mantener la integridad la mayor cantidad de tiempo posible dentro de la vida útil del sistema.

Los siguientes estudios fueron realizados y analizados en conjuntos con el Señor Luis Alfredo Palominos, Coordinador de Prototipado de la Dirección de Emprendimientos de la Universidad Mayor.

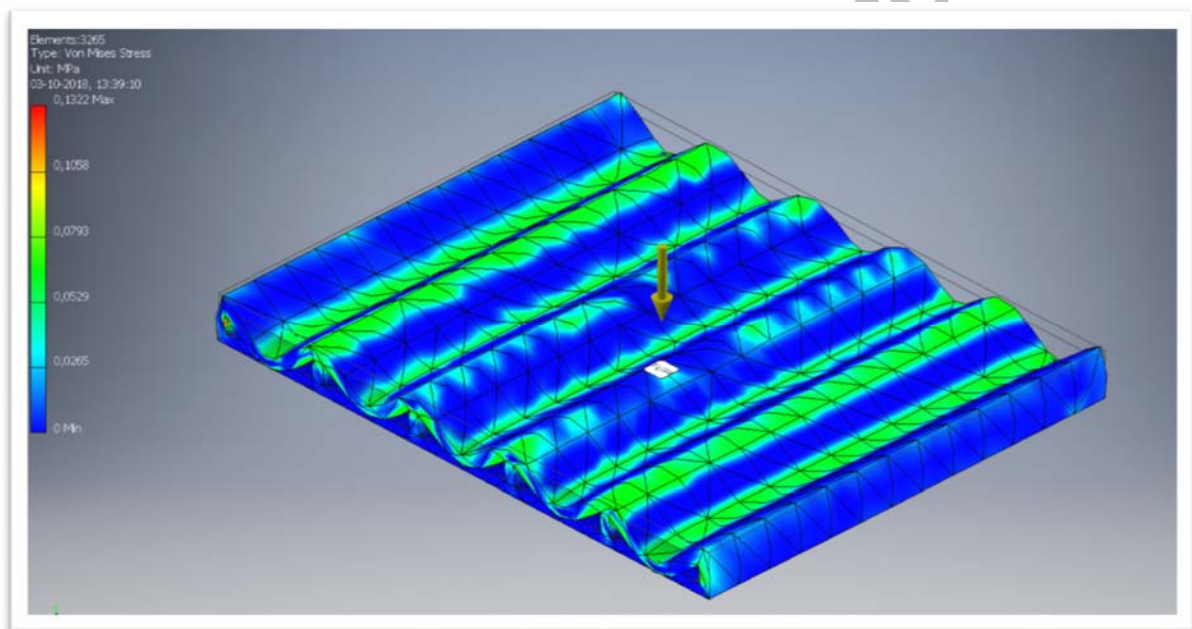


Figura N°74 – Bloques PET, Sometido a Compresión.

Ensayo a la saturación de agua.

Dentro del ensayo realizado, se contempló como muestra 3 bloques, en donde el bloque N°1 pesa 208 gr – Bloque N°2 pesa 240 gr – Bloque N°3 pesa 238 gr.

Los bloques fueron sometidos a saturación de agua, en donde el bloque N°1 tuvo una variación en su pesa de 226 gr (+8,65 %), el bloque N°2 tuvo una variación en su pesa de 246 gr (+2,43 %) y el bloque N°3 tuvo una variación en su pesa de 251 gr (+5,17 %), es muy probable que la variación de peso se deba a la porosidad superficial de los prototipos y no al material fundido.

Recomendaciones:

Como conclusión se puede observar que el PET absorbe agua si no está bien compactado, ya que evidentemente funcionara como esponja.

Otro punto que puede ser tomado en cuenta, al momento de seleccionar el PET es que podría servir para filtrar las aguas lluvias como base de pavimento.



Figura N°75 – Probetas del PET.

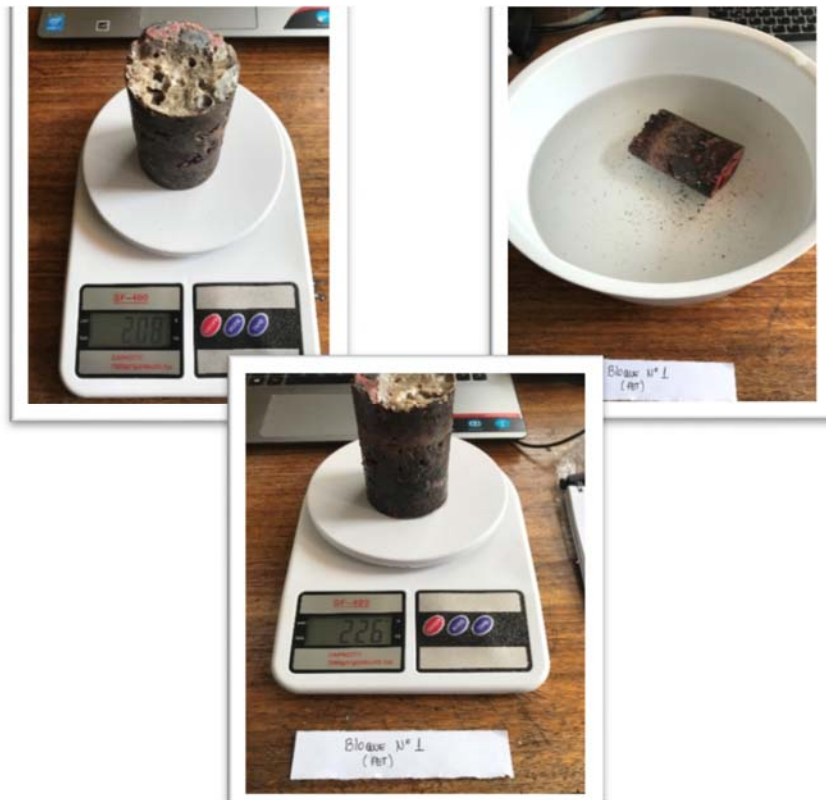


Figura N°76 – Bloque N°1.



Figura N°77 – Bloque N°2.



Figura N°78 – Bloque N°3.

Ensayo a la exposición a la intemperie.

Dentro de este ensayo, se pretende visualizar si las probetas presentan alguna variación en su color o estructura por los efectos de las temperaturas del clima tanto de noche como durante el día.

Se puede concluir que el producto no presente variaciones tanto en sus colores como en su forma original, en el tiempo considerado.



Figura N°79 – Bloque N°1,2,3.

Ensaye al desgaste

Dentro de este ensaye, se pretende visualizar y verificar si al someter el bloque plástico al roce generados por una varilla de lijado, tratando de simular el roce producido en la carpeta de rodado por el tránsito), se desprenden las partículas. se ve un desprendimiento mínimo y el bloque no es afectado con fisuras ni desprendimientos de material.

Se puede concluir, que es capaz de soportar el alto tráfico y el desgaste.



Figura N°80 – Bloque N°1.

9-8- Conclusión del Sistema.

Durante el presente proyecto de título, se aplicó exitosamente la metodología de estudio que se planteaba realizar, los objetivos propuestos aportaron poderosamente en la columna vertebral del desarrollo de nuestro sistema de bloques pre fabricados en base a plástico 100% reutilizado.

Visualizando las proyecciones de innovación y desarrollo de nuevos métodos constructivos en Chile, enfocados en la mejora continua de los procesos, logrando diseños amigables y sustentables en el mediano y largo plazo, es que se planteó estudiar un método de diseño acogido a las nuevas tendencias de economía circular y de eco diseño. Indicado lo anterior, se piensa, que el método estudiado debe ser guiado y analizado con dichos parámetros.

Proporcionada la información estudiada, podemos analizar que el plástico brinda bondades técnicas, altamente calificadas para ser utilizadas en la confección de elementos que puedan aportar en gran medida a los procesos constructivos y al medio ambiente. Últimamente se ha mirado y despreciado el Polímero como un material altamente dañino para nuestro eco sistema, pero podemos indicar que el gran problema no está en dicha materia prima, sino más bien en el diseño elaborado por nosotros mismo. El aplicar un eco diseño que cumpla con las 4 R (**reducir, reutilizar, reparar y reciclar**), podríamos obtener un producto altamente ecológico y duradero en el tiempo.

En el caso de esta investigación, el estudio de un nuevo diseño de ciclovías en base a polímeros 100% reciclado, en donde su estructura estará conformada por bloques huecos y reticulados, hace necesario tener una mayor preocupación según lo indicado por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo en el Volumen 1 de Vialidad Ciclo - Inclusiva: Recomendaciones de Diseño y en el Volumen 2: Estándar Técnico Constructivo para Ciclovías, dado que fueron nuestra pauta a seguir a la hora de interpretar y diseñar nuestro sistema.

Dentro de las interpretaciones que podemos realizar en cuanto al impacto social, que traería implementar este sistema en la Comuna de San Bernardo, es que aportaría a la utilización de medios de transporte no contaminantes y a fomentar el deporte colectivo entre la comunidad.

Otro punto destacable, es la reducción de los gastos fijos mensuales que se producen por los medios de transporte pagados, como los son buses, colectivos, TranSantiago, entre otros, lo que encarecen la vida de las familias y aportan en gran medida una disminución a la calidad de vida de las personas.

La incorporación de un sistema de ciclovías en base a polímeros reciclados, nos entrega alternativas de eficiencia respecto a tiempos de ejecución y procesos de fabricación estandarizados. Pero es importante tener en consideración a la hora de analizar dichos puntos, tener en cuenta los tipos de plásticos a utilizar y la estructura que lo conforman, ya que cada polímero se comporta de diferentes maneras según sus cualidades y su forma de producción.

En cuento a los esquemas realizados tanto en las dimensiones de los bloques, tipo de unión entre estructuras, formas de traslados, composición de sus bases de apoyo y estructura técnica funcionales, podemos interpretar que es complejo realizar sistemas sin poder realizar un prototipo físico de dichos elementos. Todo diseño elaborado en estudios posteriores, deberán tomar en cuenta cargas de soporte de las carpetas de rodado por donde transitan los ciclistas, tener presente las zonas geográficas del lugar, debido a que los bloques pueden requerir diferentes diseños según curvas y pendientes.

En cuanto a los costos estimados de elaboración de un bloque pre fabricado, podemos concluir que no presenta mayor variación en comparación al sistema asfáltico convencional, si bien los montos y cifras son estimativas, si podemos analizar y definir su nivel de competitividad. Las ventajas y atributos de un sistema pre fabricado nos entregan una mayor autonomía a la hora de su instalación, en donde brindara una alta eficiencia en tiempos de confección, instalación y mantención, puntos claves en la construcción.

En cuanto a los ensayos de laboratorio realizados, podemos destacar los resultados obtenidos al someter dicha estructura modular a cargas de compresión, ya que nos entrega una visión del comportamiento que tendría y un análisis de la conformación de la estructura reticulada del bloque. Sí, es recomendado se pueden realizar mayores estudios a la hora de definir el prototipo, debido a las distintas intervenciones que pueda tener nuestra ciclovia. Es importante poder realizar estudios de desgaste, resistencia a agentes externos como lo son aceites, combustible y el agua, y como se comportaría a los efectos de los rayos UV.

Además de lo mencionado es importante destacar que el sistema, permite permear a los estratos inferiores gran parte del agua lluvia.

SOLO USO ACADÉMICO

CAPITULO X – BIBLIOGRAFÍA.

- 1- Plastic Road. “A Revolution in Building Roads” 2018.
- 2- Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Volumen 2: Estándar Técnico Constructivo para Ciclovías, Edición 2015.
- 3- Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Volumen 1 Vialidad Ciclo - Inclusiva: Recomendaciones de Diseño, Edición 2015.
- 4- Decoop Chile. Artículo “Que es la economía circular” y 28 ejemplos de uso, Sección Economía Global 2016
- 5- Ministerio de Medio Ambiente. Ley 20.920, Presentación “Ley Marco para la Gestión de Residuos, La Responsabilidad Extendida del Productor y Fomento al Reciclaje”, 2016.
- 6- Triciclos. “Jornada de Capacitación – Economía Circular y Ley Rep.”, 2017.
- 7- El Mercurio. “Desafíos para la Implementación de la Ley Rep.”, Sección: Suplementos, Pagina 2, 2018.
- 8- Hermida É. “Guía Didáctica – Polímeros” Capitulo 9, 2011.
- 9- Capítulo N°4: Diseño y Ejecución de Ciclovías.
- 10- Industrias JG S.A. “Plásticos de Ingeniería”, 2016.