



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

**PROPUESTA DE UN SISTEMA SUSTENTABLE PARA LA DEMOLICIÓN
PARCIAL O COMPLETA DE UN EDIFICIO**

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

FELIPE RODRIGO BRAVO GODOY

PROFESOR GUÍA:
JORGE PULGAR ALLENDES

MIEMBROS DE LA COMISIÓN:
EDGARDO GONZÁLEZ LIZAMA
WILLIAM WRAGG LARCO

SANTIAGO DE CHILE

2023

RESUMEN DE LA MEMORIA PARA
OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL
POR: FELIPE RODRIGO BRAVO GODOY
FECHA: 2023
PROF. GUÍA: JORGE PULGAR ALLENDES

PROPUESTA DE UN SISTEMA SUSTENTABLE PARA LA DEMOLICIÓN PARCIAL O COMPLETA DE UN EDIFICIO

La demolición de una edificación es el proceso de destruir o desmantelar una estructura de manera controlada y segura. Este proceso puede llevarse a cabo por diferentes razones, como la renovación de un sitio, la construcción de un nuevo edificio en el mismo lugar o debido a la obsolescencia o daños estructurales de la edificación existente.

La demolición de una edificación puede ser realizada de diferentes maneras, dependiendo de factores como el tamaño de la estructura, la ubicación y el tipo de materiales de construcción utilizados. Algunos métodos comunes incluyen la demolición manual con herramientas como martillos y sierras, la demolición mecánica con maquinaria pesada como excavadoras y grúas y la demolición con explosivos.

Es importante que la demolición de una edificación se lleve a cabo de manera segura y cuidadosa para minimizar los riesgos para los trabajadores y el público en general, y para proteger el medio ambiente. Por lo tanto, es común que se requieran permisos y regulaciones gubernamentales para llevar a cabo la demolición.

En el presente trabajo, se estudiarán las normativas actuales, el contexto nacional analizando las metodologías actuales y la proyección que se tiene a futuro del rubro de construcción y demolición. Para ello se elaborará una propuesta que considere la seguridad del proyecto, tanto a los involucrados directos como indirectos, el control de material particulado y emisiones a la atmósfera y una gestión de residuos.

Finalmente se analizará la propuesta presentada en el trabajo, identificando su alcance, ventajas, limitaciones y recomendaciones para futuros trabajos que lo complementen.

*As Nike said,
JUST DO IT.*

Saludos

Agradecimientos

Quiero agradecer a mis padres Daniela y Daniel, mis abuelos Irene, Dilmo y Carmen, que han estado día a día durante toda mi formación como estudiante y como persona, siempre han estado para apoyarme durante toda mi vida y me han brindado muchísimas herramientas para ser una mejor persona día a día. También un abrazo gigante para mis tres perros; Mati, Rabito y Tomy que ya no está junto a nosotros, pero me han acompañado durante largas noches de estudio y tareas.

Agradecer al profesor Jorge Pulgar por otorgarme el tema de investigación y estar siempre cuando necesité resolver mis dudas tanto en este trabajo de investigación y cursos durante la carrera. A los profesores William Wragg y Edgardo González por haber sido parte de mi comisión y por sus conocimientos entregados. Al profesor Julio Figueroa por enseñarme tantos valores a lo largo de estos 6 años jugando basket a su lado.

A mis amigos y amigas de carrera, Basti(fador), Conita, Panchito, Cubita, Serginho, mi equipo tóxico que los quiero demasiado y han sido un pilar fundamental durante estos años. También a Enriquin y Sebita que los conocí en los primeros días en la facultad y que, hasta el día de hoy, mantenemos una gran amistad. A mis amigos y compañeros que fui conociendo en basquetbol, Benja, Agus y Simón. Por último, a todo mi grupo de amigos del colegio.

Agradecer a Lionel Andrés Messi Cuccittini por ser el mejor futbolista de la historia de este deporte, el que me ha dado tantas emociones y ejemplos en la vida. También al club que es *Mes que un club*, a mi amor de pequeño y que espero verlos en la próxima inauguración del Nou Camp, esto es para ti mi Barca.

Tabla de Contenido

1. Introducción	1
1.1. Objetivos Generales	2
1.2. Objetivos Específicos	2
1.3. Metodología	2
1.4. Resultados Esperados	3
2. Marco Conceptual	4
2.1. Contexto Nacional	4
2.2. Residuos de Demolición	7
2.3. Economía Circular en el rubro de la Construcción	8
2.4. Métodos Actuales en la Demolición de Edificios	15
3. Marco Normativo	17
3.1. Decretos	17
3.2. Leyes	25
3.3. Normas Chilenas	29
4. Propuesta de un Sistema Sustentable para la Demolición Completa o Parcial de un Edificio	35
4.1. Seguridad	36
4.1.1. Riesgos de Accidentes	36
4.1.2. Causas/Fuentes de Accidentes	38
4.1.3. Medidas de Mitigación de Accidentes	39
4.1.4. Gestión de Riesgos	41
4.2. Control de Material Particulado y Polvo en Obra	43
4.2.1. Actividades Generadoras de Material Particulado, Polvo y Emisiones a la Atmósfera	43
4.2.2. Medidas de Mitigación para Actividades Generadoras de Material Particulado, Polvo y Emisiones a la Atmósfera	44
4.3. Gestión de Residuos en Obra	46
4.3.1. Plan de Gestión de Residuos	46
4.3.2. Medidas de Mitigación para la Gestión de Residuos en Obra	50
4.4. Uso de Maquinaria y Técnicas de Demolición	52

4.4.1. Uso de Maquinaria	52
4.5. Control Medidas de Mitigación	55
5. Conclusiones y Recomendaciones	56
Bibliografía	59

Índice de Tablas

4.1.	Itemizado Riesgos de Accidentes.	37
4.2.	Itemizado Causas/Fuentes de Accidentes.	39
4.3.	Matriz de accidentes derivados de sus posibles causas.	39
4.4.	Itemizado Medidas de Mitigación de Accidentes.	40
4.5.	Matriz de aplicación de medidas de mitigación para accidentes en una faena de demolición.	41
4.6.	Matriz de Riesgos para Accidentes en una Faena de Demolición	42
4.7.	Itemizado Actividades Generadoras de Material Particulado, Polvo y Emisiones a la Atmósfera.. . . .	44
4.8.	Itemizado Medidas de Mitigación de Actividades Generadoras de Material Particulado, Polvo y Emisiones a la Atmósfera.	45
4.9.	Matriz de aplicación de Medidas de Mitigación para Actividades Generadoras de Material Particulado, Polvo y Emisiones a la Atmósfera.	46
4.10.	Medidas de Mitigación para la Gestión de Residuos en Obra	51
4.11.	Control de Rendimiento de Maquinaria.	54
4.12.	Plantilla de Control de Medidas de Mitigación.	55

Índice de Ilustraciones

2.1.	Cantidad de Vertederos Regulados en Chile. Fuente: Elaboración propia a partir de MINVU (2020).	8
4.1.	Etapas diseño de proyecto y creación de valor para la economía circular. Fuente: Hoja de Ruta RCD - Economía Circular en Construcción 2035. [7]	49

Capítulo 1

Introducción

Uno de los problemas más críticos que se enfrenta hoy en día es la contaminación, la gestión de escombros y residuos, especialmente en la industria de la construcción y demolición. Estos residuos surgen de diversos procesos constructivos, incluyendo la construcción y demolición de edificios. La cantidad de residuos que se generan en la construcción es alarmante y puede tener un impacto significativo en el medio ambiente. Para abordar este problema, en el año 2015 se adoptaron una serie de objetivos globales para erradicar la pobreza, proteger el planeta y asegurar la prosperidad de los habitantes del mundo, estos objetivos son conocidos como Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Entre estos objetivos, el ODS 11 de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas (ONU, 2015) busca asegurar que las ciudades y asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles en América Latina y el Caribe. Esto implica la necesidad de adoptar prácticas y tecnologías de construcción sostenibles que permitan reducir la cantidad de residuos que se generan y mejorar la gestión estos.

En cuanto a la demolición, es un proceso que se utiliza para derribar parcial o completamente un edificio para optimizar el área y el suelo. Hay diferentes tipos de demolición, como la demolición manual, mecánica, por rotura o quebranto, por corte y perforación, cada uno con especificaciones técnicas específicas. Para garantizar la seguridad de los trabajadores y terceros, es necesario realizar estudios y análisis de la zona, implementar medidas de protección y seguridad, ejecutar la demolición adecuadamente y gestionar los escombros de manera efectiva.

El objetivo de este trabajo de título es proponer un sistema de demolición parcial o completa que sea sostenible, eficiente, rápida y segura de edificios, que sea viable en el contexto y las normativas actuales. Se analizarán los métodos actuales de demolición y se propondrá una solución que permita reducir la cantidad de residuos generados y mejorar la gestión estos. Además, se considerarán aspectos como la seguridad de los trabajadores y terceros, la eficiencia en la ejecución y la viabilidad económica de la propuesta.

A continuación, se señalan los objetivos generales y específicos de la investigación, continuado por una descripción de los alcances de la investigación.

1.1. Objetivos Generales

Proponer un sistema para la demolición parcial o completa de una edificación, utilizando una metodología sustentable, eficaz y segura.

1.2. Objetivos Específicos

Dentro de los objetivos específicos, encontramos los siguientes:

- Levantamiento de antecedentes de demoliciones en edificaciones.
- Estudio de desempeño y eficiencia de las metodologías actuales utilizadas en la demolición de edificios.
- Proponer un sistema de demolición que sea viable en el contexto nacional, amigable con el medio ambiente, seguro y que considere una gestión de escombros y residuos provocados.

1.3. Metodología

La metodología a utilizar en el siguiente trabajo será la siguiente:

- Se comenzará con una revisión bibliográfica con el fin de determinar la relevancia del tema a estudiar, su impacto en la actualidad y los métodos que se utiliza a nivel nacional.
- Posteriormente, se definirán los criterios y requisitos normativos para que la demolición cumpla con las medidas de protección y prevención de accidentes, se ejecute de forma correcta e incluya una gestión de escombros y residuos. También se identificarán las exigencias legales, normas sanitarias y ambientales.
- Se analizarán los distintos métodos utilizados para la demolición de edificaciones. De esta forma, será posible identificar las problemáticas que estos presentan, permitiendo así proponer un sistema que mejore los actuales.

- Por último, se realizará un análisis de la propuesta presentada durante la investigación, discutiendo la efectividad de esta.

1.4. Resultados Esperados

Al finalizar este trabajo de investigación se espera:

- Encontrar criterios y requisitos normativos y legales para que la demolición de edificios sea viable considerando el contexto nacional.
- Evaluar los sistemas de demolición actuales.
- Encontrar un sistema de demolición de edificios que sea sustentable, siendo un método eficaz, seguro y viable para la demolición parcial o completa de edificaciones.

Capítulo 2

Marco Conceptual

2.1. Contexto Nacional

Considerando el constante aumento de población a nivel nacional y la necesidad de construir viviendas como casas, edificios y otros tipos de estructuras para satisfacer la necesidad de vivienda de la población chilena, obligan a intervenir terrenos previamente utilizados con diversos proyectos y en algunos casos es necesaria la demolición de algún tipo de edificación.

De acuerdo al Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU), cerca del 87% de la población en Chile vive en ciudades y se estima que al año 2030 existirá una demanda de al menos 1.500 nuevas viviendas para la futura población chilena. La prospección de este crecimiento requiere pensar el territorio en forma inteligente. Gracias a este escenario, se generan diversas oportunidades para el fortalecimiento de regiones, las competencias de sus gobiernos y colaboración y coordinación con otros miembros del Estado. [7]

Esta acción a largo de los años ha tenido un impacto negativo al medio ambiente, originando así una serie de impactos ambientales como: "eventuales contaminaciones al agua y suelo, transformación del paisaje etc.; y en la ciudad, deterioro a la calidad de vida de las personas por ruido y polvo" [6], además, de catalogar erróneamente a los residuos provocados por la construcción y/o demolición de una edificación, como basura o desecho, sin gestionarlos de manera correcta para así disminuir su impacto ambiental.

Las políticas actuales del país establecen un lineamiento estándar para la gestión de los Residuos de Construcción y Demolición (RCD), que incluye el almacenamiento temporal in situ en caso de ser necesario, así como el transporte seguro por medio de entidades autorizadas. De esta manera, se busca garantizar una correcta disposición final de los RCD, evitando su impacto negativo en el medio ambiente y en la salud pública. Es importante seguir estas políticas y lineamientos para una gestión adecuada de los RCD y así contribuir al desarrollo sostenible del país.

Chile no posee información sobre la contaminación ambiental en torno a los RCD, debido a que las políticas que incentivan el registro de impactos ambientales para el sector construcción son deficientes. Un ejemplo de esto es que el Sistema de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC) existente en Chile, no cuenta en la actualidad con una plataforma de declaración ni gestión de datos adecuadas para el sector. [7]

Por otro lado, Chile presenta una ausencia de plataformas y registros que fomenten la trazabilidad y transacción de productos valorizados desde los RCD, en las que esté disponible la información sobre transporte, centros de valorización y eliminación de RCD, así como disponibilidad de residuos para su potencial valorización y procesamiento de materias primas secundarias para nuevos procesos productivos.

La cadena de valor lineal de la construcción, que implica la extracción de materias primas, la fabricación, construcción, operación, demolición y disposición en vertederos, tiene un impacto significativo en el medio ambiente. Esta situación no solo agudiza el cambio climático, sino que también genera contaminación atmosférica, hídrica y del suelo. Además, esta cadena de valor provoca una pérdida significativa de recursos a lo largo de todo el proceso. Es fundamental repensar y transformar esta cadena de valor hacia un modelo circular que promueva la reducción, la reutilización, el reciclaje y la recuperación de materiales en todas las etapas de la construcción. De esta forma, se puede reducir el impacto ambiental de la industria de la construcción y aprovechar al máximo los recursos disponibles. [2]

El consumo ilimitado no es sostenible, y que la disponibilidad limitada de recursos como las materias primas y los combustibles fósiles, así como las interrupciones de suministro y la volatilidad en los precios, son restricciones de una economía lineal. En este sentido, la estrategia de Economía Circular en Construcción propuesta por la Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT) busca fomentar la reducción, reutilización, reciclaje y recuperación de materiales en todas las etapas de la cadena de valor de la construcción. De esta manera, se puede aprovechar al máximo los recursos disponibles y reducir la dependencia de los recursos finitos. Además, esta estrategia puede ayudar a reducir la volatilidad de precios de los materiales de construcción, al promover la recuperación de materiales y la reducción de la demanda de materias primas vírgenes. [2]

Por último, en el documento "Estrategia Economía Circular en Construcción - Propuesta de Estrategia Sectorial 2021-2025" elaborado por la CDT, señala que los principales problemas relacionados a los RCD tiene las siguientes causas principales:

- Normas existentes y su cumplimiento.
- Escasa prevención de la generación de RCD.
- Escasa valorización de RCD.

- Falla de mercado y del Estado.
- Catástrofes que generan RCD.
- Escaso control sobre el suelo y sus actividades.
- El diseño de proyectos de edificación e infraestructura no toma en cuenta la prevención de los RCD.

En el mes de Enero del 2023, el medio digital "País Circular", publicó un artículo donde se informa de la primera planta de revalorización de residuos de la construcción en Sudamérica, llamada Revaloriza, que está ubicada en el sector industrial de Viña del Mar, Región de Valparaíso, Chile. La iniciativa es liderada por la empresa Cementos Bío Bío y cuenta con el apoyo del Gobierno Regional y el Servicio de Evaluación Ambiental. [33]

La planta es capaz de procesar hasta 300 toneladas de residuos de construcción por día, lo que la convierte en una de las instalaciones más grandes de su tipo en Sudamérica. El proceso de revalorización consiste en la separación de los residuos, su limpieza y posterior trituración para convertirlos en áridos reciclados y otros subproductos que pueden ser utilizados en la construcción de nuevas infraestructuras. [33]

Entre los subproductos que se pueden obtener en la planta se encuentran áridos reciclados de diferentes tamaños, relleno para terrenos, bloques de concreto, y otros materiales que pueden ser utilizados en la construcción de nuevas carreteras, viviendas y otros proyectos de infraestructura. Estos materiales reciclados ofrecen una alternativa más sostenible que la utilización de materiales naturales, ya que se evita la extracción de recursos naturales y se reduce la cantidad de residuos que terminan en vertederos. [33]

Si bien Revaloriza inició su ruta como empresa en otra localidad de la Región de Valparaíso, recaló en Viña del Mar, pensando en que era una ciudad más a la vanguardia en lo que respecta al concepto de valorización de residuos. "Era súper difícil que las autoridades locales cambiaran el concepto de enterrar los residuos a tenerlos visibles sobre una superficie para transformarlos y generar un subproducto. La idea era justamente poder aplicar estratégicamente el modelo en este tipo de ciudades. Viña como municipio ya tiene ordenanzas donde se pone como prioritaria la valorización de los residuos para su transformación, y se regula el transporte para evitar la disposición final ilegal". [33]

Las múltiples aplicaciones en que se está usando el subproducto generado de los residuos de la construcción ahí tratados se ocupan, incluso, en las mismas dependencias del centro de valorización de RCD de Revaloriza. En vez de aplicar el típico camino de tierra usado en predios industriales, y que requiere el uso de grandes cantidades de agua para riego, Revaloriza reutiliza el material en un estabilizador de suelo que evita el empleo de camiones aljibes para

humectar el suelo. “La idea es que un antiguo residuo vuelva a un proyecto de construcción”.

Pero, más allá del material reciclado que se pueda usar en las mismas instalaciones de la planta, el modelo de negocios de Revaloriza implica poder vender ese residuo reconvertido en recurso y de diferentes granulometrías a empresas interesadas. Por ejemplo, ofrecer árido reciclado a un valor más reducido, en vez de árido natural, para uso de las constructoras y así contribuir al fomento de la economía circular, así como también material para relleno y compactación en el ciclo de la construcción, sea de caminos u otras estructuras. Otros usos posibles de los subproductos de la planta son los jardines de eficiencia hídrica que frenan el desperdicio de agua. [33]

Actualmente se procesan 800 metros cúbicos diarios con sus cinco empresas asociadas, pero se espera invitar a muchas más empresas a unirse al proyecto una vez que tenga una seleccionadora que separe los residuos mezclados. La cofundadora Karen Aguilera cree que el crecimiento de la empresa dependerá de las políticas públicas y el compromiso ambiental de las autoridades locales, y está animada por el mayor interés en la región de Valparaíso, especialmente por la nueva administración comunal de Viña del Mar. La empresa espera expandirse a otras regiones y educar a las personas sobre su trabajo como alternativa a los vertederos ilegales y promover el uso sostenible de los recursos naturales. [33]

2.2. Residuos de Demolición

De acuerdo con la CDT, los RCD son residuos que “proviene de la construcción de nuevos proyectos, de la rehabilitación, reparación y reacondicionamiento de obras existentes, de los procesos de preparación de terrenos y de la demolición de obras que han perdido su valor de uso o demoliciones que se generan por situaciones de catástrofe” (CDT, 2020). [3]

En Chile, los RCD representan cerca el 34% de los residuos sólidos (CONAMA, 2010). Proyectando al año 2023 una producción de RCD aproximada de 7.5 toneladas anuales, donde este valor solo considera vivienda (MINVU, 2019). [7]

De acuerdo con lo publicado por el MINVU en el año 2018, en su estudio sobre la cobertura nacional de disposición de residuos, sólo nueve regiones del país cuentan con vertederos legales, dentro de ellas tenemos la región de Antofagasta, Atacama, Valparaíso, Metropolitana de Santiago, Libertador Bernardo O’Higgins, Del Biobío y La Araucanía (Figura 2.1).

Vertederos Regulados

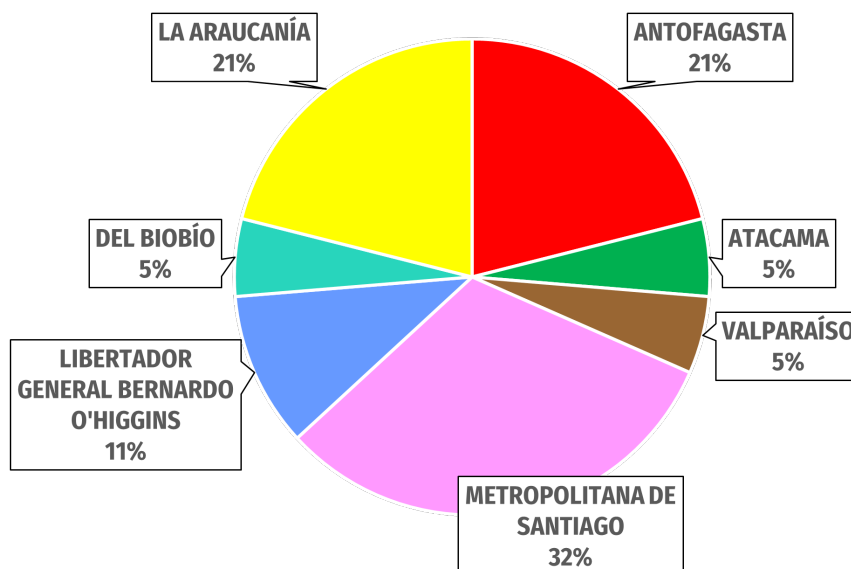


Figura 2.1: Cantidad de Vertederos Regulados en Chile.
Fuente: Elaboración propia a partir de MINVU (2020).

De la figura anterior, se puede decir que hasta el año 2018 sólo se tenían 19 vertederos regulados a nivel nacional, siendo la Región Metropolitana la con mayor número de ellos, con seis y la menor, la Región de Atacama, Valparaíso y Del Biobío, con tan solo un vertedero regulado.

Por otro lado, cabe destacar que solo en la Región Metropolitana hay más de 73 vertederos ilegales de residuos sólidos y cerca de 600 microbasurales.

Esto a su vez genera un impacto directo en el cambio climático, ya que el área de la construcción en nuestro país es capaz de generar el 31 % de las emisiones de CO₂, utilizar un 32,6 % del consumo energético y un 7 % del consumo hídrico total (CDT, 2020). [7]

2.3. Economía Circular en el rubro de la Construcción

Según el documento elaborado por la Corporación de Desarrollo Tecnológico en 2022, la economía circular se basa en tres principios: Diseño libre de residuos y mitigando contaminación, la mantención de productos y materiales en uso y, por último, la regeneración de los sistemas naturales. Es por esto que Chile elaboró la Hoja de Ruta para un Chile Circular al 2040 y "Hoja de Ruta RCD Hacia Economía Circular en Construcción 2035", con el fin de cambiar el modelo lineal a un modelo circular, permitiendo así, transitar a una industria sustentable, con una mayor productividad y de menores emisiones. [2]

Los principios de la economía circular se puede resumir en lo siguiente: [7]

- Principio 1: Preservar y mejorar el capital natural, controlando las existencias finitas y equilibrando los flujos de recursos renovables, por ejemplo, reemplazando los combustibles fósiles con energías renovables.
- Principio 2: Optimizar los rendimientos de los recursos, haciendo circular productos, componentes y materiales en uso con la mayor utilidad en todo momento, tanto en ciclos técnicos como biológicos.
- Principio 3: Fomentar la efectividad del sistema al revelar y diseñar las externalidades negativas, al agua, el aire, el suelo y la contaminación acústica, cambio climático, toxinas congestión, y efectos negativos para la salud relacionados con el uso de recursos.

Acorde al modelo circular planteado por la Fundación Ellen MacArthur, existe una clara diferencia entre los ciclos biológicos y técnicos, siendo en los primeros donde se regeneran sistemas vivos, que ofrecen recursos renovables para la economía. Por otro lado, los ciclos técnicos, recuperan y restauran productos, componentes y materiales utilizando estrategias de recuperación, reparación, remanufactura o reciclaje. [7]

En este tipo de economía, la valorización de los materiales y productos perduran más en el tiempo, se minimizan los desperdicios y el uso de recursos, y cuando el producto llega al final de su vida útil se reutiliza creando un nuevo ciclo productivo. [7]

Por otro lado, tenemos las Hojas de Rutas que buscan abordar los desafíos pendientes del país, con una mirada al futuro para fortalecer y sostener el crecimiento, las inversiones, el emprendimiento, la innovación y la creación de nuevos mercados y empleos. Para ello, se busca impulsar las políticas de Estado a una economía circular, integrando al sector privado y a la academia, para fomentar el trabajo colaborativo e integrado. [7]

La de Hoja de Ruta posee cinco ejes principales:

- Eje 1: "Planificación territorial e infraestructura para la gestión de los RCD y la Economía Circular." [7]

El Eje 1 de la Hoja de ruta de la economía circular en la construcción 2035 es una iniciativa para promover la adopción de prácticas y tecnologías sostenibles en la construcción, con el objetivo de lograr una economía circular en este sector. El Eje 1 se centra en la gestión de los RCD y tiene como objetivo reducir el impacto ambiental de estos residuos mediante la promoción de prácticas de gestión sostenibles.

Por otro lado, tiene como objetivo alcanzar una tasa de reciclaje del 70 % para los residuos de la construcción y la demolición para el año 2035. Esto incluye la promoción de

la separación en origen, la mejora de los procesos de reciclaje y la creación de mercados para los productos reciclados. También se promoverá la economía circular mediante la creación de incentivos para la gestión sostenible de los residuos y la mejora de la transparencia y la trazabilidad de los residuos.

En este eje se puede identificar los siguientes aspectos claves:

- Reducir la cantidad de residuos de la construcción y la demolición generados mediante la promoción de prácticas de diseño sostenible, la mejora de la eficiencia en el uso de los recursos y la reducción de los desechos en el lugar de construcción.
- Reutilización y reciclaje: El objetivo es aumentar la cantidad de materiales que actualmente son considerados residuos de la construcción y la demolición, para que estos sean reutilizados para otro tipo de proyecto o funcionalidad, o ser destinados a reciclaje mediante la promoción de la separación en origen, la mejora de los procesos de reciclaje y la creación de mercados para los productos reciclados.
- Responsabilidad del productor: El objetivo es aumentar la responsabilidad del productor en la gestión de los residuos de la construcción y la demolición mediante la promoción de la economía circular, la creación de incentivos para la gestión sostenible de los residuos y la mejora de la transparencia y la trazabilidad de los residuos.
- Desarrollar un sistema de planificación territorial que promueva la economía circular y la gestión sostenible de los residuos y materiales de construcción. Esto incluye la planificación de lugares para la gestión de residuos y materiales, la planificación de la infraestructura necesaria para el manejo de los residuos y materiales, y la planificación de la logística para su transporte y almacenamiento.
- Establecer un sistema de gestión de residuos y materiales de construcción que promueva la separación en origen y el reciclaje. Esto incluye la promoción de prácticas de separación en origen en los sitios de construcción, la promoción de la recolección separada de residuos y materiales, y la promoción de la gestión y el reciclaje de residuos y materiales.
- Desarrollar infraestructura adecuada para el manejo y almacenamiento temporal de los residuos y materiales de construcción. Esto incluye la construcción de instalaciones de gestión de residuos y materiales, la planificación de la logística para su transporte y almacenamiento, la promoción de la investigación y el desarrollo de nuevas tecnologías para el manejo y almacenamiento de residuos y materiales.

- Promover la investigación y el desarrollo de nuevas tecnologías para la gestión de los residuos y materiales de construcción. Esto incluye la promoción de la investigación y el desarrollo de nuevos métodos de separación, reciclaje y gestión de residuos y materiales.
- Fomentar la colaboración entre los diferentes actores del sector de la construcción, incluyendo a los fabricantes, contratistas, arquitectos y reguladores, para promover la adopción de prácticas sostenibles a nivel de proyectos y de la industria en general.
- Desarrollar programas de capacitación y educación para promover la conciencia y la comprensión de la economía circular en la construcción entre los profesionales y el público en general.

En resumen, el Eje 1 de la Hoja de Ruta RCD de Economía Circular en Construcción 2035 tiene como objetivo desarrollar una planificación territorial e infraestructura sostenible para la gestión de los residuos y materiales de construcción y promover la economía circular en el sector de la construcción.

- Eje 2: "Coordinación pública para el marco regulatorio y fomento a la economía circular en construcción." [7]

El Eje 2 de la Hoja de Ruta RCD de Economía Circular en Construcción 2035 se enfoca en la implementación de prácticas sostenibles y la promoción de materiales y procesos circulares en la construcción. El objetivo es mejorar la eficiencia en el uso de recursos y reducir el impacto ambiental de la construcción. Algunas de las acciones clave incluyen:

- Fomentar la reutilización de materiales de construcción, incluyendo el desmantelamiento planificado de edificios y la reutilización de componentes en nuevas construcciones.
- Fomentar el reciclaje de materiales de construcción y demolición, para obtención de materias primas que puedan ser utilizados en la fabricación de un nuevo producto.
- Promover la adopción de materiales y procesos sostenibles, como la utilización de materiales reciclados y la construcción con materiales naturales y locales.
- Establecer un sistema de evaluación y etiquetado de la sostenibilidad de los materiales de construcción para ayudar a los profesionales y al público en general a la toma de decisiones informadas.

- Fomentar la colaboración entre los diferentes actores del sector de la construcción, incluyendo a los fabricantes, contratistas, arquitectos y reguladores, para promover la adopción de prácticas sostenibles a nivel de proyectos y de la industria en general.
- Desarrollar programas de capacitación y educación para promover la conciencia y la comprensión de la economía circular en la construcción entre los profesionales y el público en general.

En resumen, el Eje 2 de la Hoja de Ruta RCD de Economía Circular en Construcción 2035 tiene como objetivo promover la adopción de prácticas sostenibles y la utilización de materiales y procesos circulares en la construcción para mejorar la eficiencia en el uso de recursos y reducir el impacto de estos al medio ambiente.

- Eje 3: "Ecosistemas y cadenas de valor para mercados de economía circular en construcción." [7]

El Eje 3 de la Hoja de Ruta RCD Economía Circular en Construcción 2035 se enfoca en el desarrollo de ecosistemas y cadenas de valor para mercados de economía circular en la construcción. El objetivo es fomentar la colaboración entre los actores clave de la construcción y facilitar la creación de mercados para productos y servicios sostenibles y de economía circular.

El Eje 3 incluye una serie de acciones para desarrollar ecosistemas y cadenas de valor, tales como:

- Identificación de las oportunidades de economía circular en la construcción y desarrollo de estrategias para aprovecharlas. Esto incluye ecosistemas y cadenas de valor para mercados de economía circular en construcción tiene como objetivo fomentar la creación de ecosistemas y cadenas de valor sostenibles en la industria de la construcción. Esto se logra a través de la promoción de prácticas de economía circular en la construcción, que incluyen la reutilización, el reciclaje y el uso de materiales y recursos renovables.
- Fomento de la colaboración entre los actores clave de la construcción, como los gobiernos, la industria y la comunidad científica, para desarrollar ecosistemas y cadenas de valor sostenibles.

El eje también se enfoca en la creación de alianzas y colaboraciones entre diferentes actores de la industria de la construcción, como arquitectos, constructores, fabricantes de materiales y autoridades reguladoras, para fomentar la adopción de prácticas de economía circular en el sector.

- Además, este eje también busca desarrollar nuevos mercados y oportunidades para los productos y servicios relacionados con la economía circular en la construcción, así como promover la investigación, desarrollando nuevos programas que apoyen la investigación y el desarrollo de tecnologías innovadoras en este ámbito.

Esto incluye la creación de una plataforma de colaboración para compartir conocimientos y buenas prácticas entre los actores clave de la construcción y fomentar la creación de mercados para productos y servicios sostenibles y de economía circular.

- Creación de mecanismos de financiamiento y apoyo para la implementación de proyectos de economía circular en la construcción.

En resumen, el Eje 3: Ecosistemas y cadenas de valor para mercados de economía circular en construcción busca fomentar la adopción de prácticas sostenibles en la industria de la construcción mediante la promoción de la economía circular, la creación de alianzas y colaboraciones, y el desarrollo de nuevos mercados y oportunidades para productos y servicios sostenibles en el sector.

- Eje 4: "Información e indicadores para el desarrollo de mercados, políticas públicas e innovación." [7]

El Eje 4 de la "Hoja de Ruta RCD Economía Circular en Construcción 2035" se enfoca en la recopilación e interpretación de información e indicadores para el desarrollo de mercados y políticas públicas relacionadas con la economía circular en la construcción. El objetivo es establecer un sistema de información y seguimiento para medir el progreso en la implementación de la economía circular en la construcción, así como identificar las barreras y oportunidades para su desarrollo.

El Eje 4 incluye una serie de acciones para desarrollar indicadores y sistemas de información, tales como:

- Establecimiento de indicadores para medir el progreso en la implementación de la economía circular en la construcción.
- Creación de un sistema de seguimiento para recopilar y analizar la información relacionada con la economía circular en la construcción.
- Identificación de barreras y oportunidades para el desarrollo de la economía circular en la construcción.

- Fomento de la innovación en la construcción sostenible y la economía circular mediante la promoción de la investigación y el desarrollo.

Eje 4 se refiere a la información y los indicadores necesarios para el desarrollo de mercados, políticas públicas e innovación. Esto incluye la recopilación y análisis de datos sobre el desempeño económico y social de un país o región, así como la identificación de tendencias y desafíos. También se enfoca en el desarrollo de indicadores y herramientas para medir el progreso en el cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible. Además, se considera el apoyo a la innovación y el emprendimiento, ya que estos son considerados como motores clave para el crecimiento económico y el desarrollo sostenible. En resumen, el eje 4 tiene como objetivo proporcionar información y herramientas para apoyar la toma de decisiones en políticas públicas y el desarrollo de mercados, así como fomentar la innovación y el emprendimiento.

- Eje 5: "Restauración de pasivos ambientales y de riesgos." [7]

El Eje 5 de la "Hoja de Ruta RCD Economía Circular en Construcción 2035" se enfoca en la restauración de pasivos ambientales y de riesgos en el sector de la construcción. El objetivo es mejorar la resiliencia ambiental y reducir los riesgos ambientales asociados a la construcción mediante la implementación de prácticas y estrategias sostenibles y de economía circular.

El Eje 5 incluye una serie de acciones para restaurar pasivos ambientales y reducir riesgos, tales como:

- Identificación de pasivos ambientales y riesgos en el sector de la construcción.
- Desarrollo de estrategias y planes de acción para la restauración de pasivos ambientales y la reducción de riesgos.
- Implementación de prácticas y tecnologías sostenibles y de economía circular en la construcción.
- Promoción de la educación y conciencia ambiental en la construcción.

En resumen, el Eje 5 de la "Hoja de Ruta RCD Economía Circular en Construcción 2035" tiene como objetivo mejorar la resiliencia ambiental y reducir los riesgos ambientales asociados a la construcción mediante la implementación de prácticas y estrategias

sostenibles y de economía circular, como la identificación de pasivos ambientales, el desarrollo de estrategias y planes de acción, la implementación de prácticas y tecnologías sostenibles y la promoción de la educación y conciencia ambiental en la construcción.

La elaboración de este tipo de documentos y propuestas son de gran importancia debido a que buscan transformar la industria de la construcción y demolición hacia un modelo de economía circular, que permita la reducción del impacto ambiental y la optimización del uso de recursos finitos. Estos documentos establecen una serie de metas y objetivos concretos, a corto y largo plazo, que buscan incentivar la implementación de prácticas más sostenibles en la gestión de los RCD y en el uso de materiales.

Además, estas propuestas son importantes, debido a que involucran a todos los actores de la cadena de valor de la construcción, desde la generación de residuos hasta su gestión y valorización, pasando por la selección de materiales y la planificación de proyectos. Por lo tanto, su implementación requiere de una colaboración y coordinación activa entre los distintos agentes involucrados, lo que puede contribuir a fortalecer las relaciones entre los distintos actores del sector y a fomentar la innovación y la colaboración en la implementación de soluciones sostenibles.

En definitiva, las propuestas elaboradas son relevantes ya que buscan transformar una industria de alto impacto ambiental en una industria más sostenible y responsable con el medio ambiente y la sociedad en general, a través de la implementación de prácticas y soluciones innovadoras.

2.4. Métodos Actuales en la Demolición de Edificios

Actualmente en el rubro de la demolición de edificaciones, existe una serie de métodos utilizados, que van desde los métodos manuales, otros utilizando maquinaria y finalizando con explosivos, donde estos últimos, no son la primera opción a nivel nacional.

Dentro de los métodos utilizados se tiene:

- Demolición a manual: este método implica el uso de herramientas manuales, como martillos y palancas, para desmantelar el edificio pieza por pieza. Es un método más lento y laborioso que los otros métodos, pero puede ser útil en edificios de baja altura o en situaciones donde el uso de maquinaria no es posible.
- Demolición por desmonte: este método se utiliza a menudo en edificios de baja altura y consiste en desmantelar el edificio pieza por pieza utilizando maquinaria pesada como excavadoras y martillos hidráulicos. Este método es más lento que la demolición por

explosión o por implosión, pero es más seguro y puede permitir la reutilización de materiales.

- Demolición mecánica: este método implica el uso de maquinaria, como grúas y excavadoras, para dismantelar el edificio pieza por pieza. Es un método más lento que la demolición por explosión, pero puede ser más seguro y permitir la reutilización de materiales.
- Demolición por corte y elevación: este método se utiliza a menudo en edificios de gran altura o en situaciones donde el espacio es limitado. Implica cortar el edificio en secciones y luego elevarlas utilizando grúas o elevadores especiales. Este método puede ser más lento que la demolición por explosión o por implosión, pero es más seguro y puede permitir la reutilización de materiales.
- Demolición por explosión: este método consiste en hacer uso de explosivos para derribar el edificio. Es un método rápido, pero requiere una gran cantidad de planificación y precaución para garantizar la seguridad.
- Demolición por implosión: en lugar de hacer explotar el edificio, los explosivos se colocan estratégicamente en puntos clave para que el edificio se colapse sobre sí mismo. Este método requiere una planificación cuidadosa y es especialmente adecuado para edificios altos o en áreas urbanas densamente pobladas donde es necesario minimizar los daños a los edificios circundantes.

Empresas reconocidas en el rubro, en sus catálogos de productos y servicios, presentan sus métodos y maquinarias que utilizan para la demolición de edificios, pero hay un detalle importante, solo señalan que retirarán los excedentes a botaderos autorizados, sin indicar la gestión que tendrán sobre los residuos generados por el proyecto. [8]

Capítulo 3

Marco Normativo

A continuación, se presenta el Marco Normativo Chileno con respecto al rubro de la construcción, particularmente con los residuos y desechos generados y las normativas vigentes para la demolición de estructuras.

3.1. Decretos

En la sección de Decretos, se presentan las principales normativas que tienen relación con el tema estudiado.

Un decreto es una norma de menor jerarquía que una ley. Los decretos son emitidos por el Presidente de la República o por los ministros de Estado y tienen por objetivo regular materias específicas dentro de la administración del Estado. Los decretos pueden ser de distintos tipos, como reglamentos, decretos supremos, decretos ley, entre otros, y su ámbito de aplicación suele ser más limitado que el de una ley.

- Decreto Supremo N°1
- Decreto Supremo N°6
- Decreto Supremo N°7
- Decreto Supremo N°8
- Decreto Supremo N°40
- Decreto Supremo N°148
- Decreto Supremo N°189
- Decreto Supremo N°594

A continuación, se adjunta resumen de cada una de ellos.

- Decreto Supremo N°1 (Ministerio del Medio Ambiente, 2013). Reglamento del Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes, RETC. [9]

El Decreto Supremo N°1 del Ministerio del Medio Ambiente, regula el Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC), con el objetivo de regular la información y la gestión de las emisiones y transferencias de contaminantes en el territorio nacional. Este reglamento tiene como finalidad garantizar la protección del medio ambiente y la salud de las personas, mediante la regulación de las obligaciones de las empresas y entidades en cuanto a la presentación de informes y la notificación de emisiones y transferencias de contaminantes, así como las sanciones en caso de incumplimiento.

El decreto se divide en cuatro capítulos, en el primero se establecen las disposiciones generales, en el segundo se establece la estructura del Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC), en el tercero se establecen las obligaciones de las empresas y entidades en cuanto a la presentación de informes y la notificación de emisiones y transferencias de contaminantes y en el cuarto capítulo se establecen las sanciones en caso de incumplimiento.

En cuanto a las obligaciones de las empresas, se establece que las empresas y entidades deben notificar y registrar las emisiones y transferencias de contaminantes en el RETC, y deben presentar informes anuales con los datos de las emisiones y transferencias de contaminantes, incluyendo información sobre el origen y la cantidad de contaminación generada.

En cuanto a las sanciones, se establece que, en caso de incumplimiento de las obligaciones establecidas en el reglamento, las empresas y entidades serán sancionadas con multas y/o la clausura temporal o definitiva de sus instalaciones. También se establece que, en caso de incumplimiento graves, las autoridades competentes podrán iniciar un procedimiento penal contra los responsables de la empresa o entidad.

- Decreto Supremo N°6 (Ministerio de Salud; Subsecretaría de Salud Pública, 2009). Regula el manejo de residuos de establecimientos de atención de salud (REAS). [10]

El Decreto Supremo N°6 del Ministerio de Salud y la Subsecretaría de Salud Pública regula el manejo de residuos de establecimientos de atención de salud (REAS). El objetivo principal de este reglamento es establecer las normas y procedimientos para el manejo adecuado de los residuos generados en los establecimientos de atención de salud, con el

fin de garantizar la protección de la salud de las personas y del medio ambiente.

El reglamento se divide en varios capítulos, el primero establece las disposiciones generales, el segundo establece las obligaciones de los establecimientos de atención de salud en cuanto al manejo de los residuos, el tercero establece las obligaciones de las empresas encargadas del transporte y disposición final de los residuos y el cuarto capítulo establece las sanciones en caso de incumplimiento.

En cuanto a las obligaciones de los establecimientos de atención de salud, se establece que deben clasificar, almacenar y transportar los residuos de manera adecuada, y deben contar con un plan de manejo de residuos que incluya medidas para prevenir y controlar accidentes y contingencias.

En cuanto a las obligaciones de las empresas encargadas del transporte y disposición final de los residuos, se establece que deben cumplir con las normas ambientales y sanitarias aplicables, y deben contar con los permisos y autorizaciones necesarias para realizar estas actividades.

En cuanto a las sanciones, se establece que, en caso de incumplimiento de las obligaciones establecidas en el reglamento, los establecimientos de atención de salud y las empresas encargadas del transporte y disposición final de los residuos serán sancionados con multas y/o la clausura temporal o definitiva de sus instalaciones.

- Decreto Supremo N°7 (Ministerio del Medio Ambiente, 2017). Reglamento del Fondo para el Reciclaje. [11]

El Decreto Supremo N°7 del Ministerio del Medio Ambiente regula el Fondo para el Reciclaje, con el objetivo de promover y apoyar el desarrollo de la industria del reciclaje en el país. El fondo se crea para financiar proyectos y actividades relacionadas con el reciclaje, tales como la investigación, el desarrollo y la implementación de tecnologías, la capacitación y la educación, la promoción de la cultura del reciclaje y la construcción de infraestructura para el reciclaje.

El reglamento establece la estructura del fondo, incluyendo la creación de un Consejo Asesor y un Comité Técnico, así como un mecanismo de financiamiento mediante contribuciones obligatorias de los productores e importadores de productos no biodegradables y/o no reciclables. El reglamento también establece las obligaciones de los productores e importadores de productos no biodegradables y/o no reciclables de contribuir al fondo,

y las sanciones en caso de incumplimiento.

El fondo será administrado por una entidad sin fines de lucro, la cual será designada por el Ministerio del Medio Ambiente. Esta entidad tendrá como objetivo principal la gestión del fondo y la ejecución de proyectos y actividades relacionadas con el reciclaje.

- Decreto Supremo N°8 (Ministerio del Medio Ambiente, 2017). Reglamento que regula el procedimiento de elaboración de los decretos supremos establecidos en la Ley N°20.920. [12]

El Decreto Supremo N°8 del Ministerio del Medio Ambiente regula el procedimiento de elaboración de los decretos supremos establecidos en la Ley N° 20.920. La ley tiene como objetivo establecer las bases para la protección del medio ambiente y la conservación de la biodiversidad.

El decreto establece las normas y procedimientos para la elaboración de los decretos supremos establecidos en la ley mencionada. Estas normas y procedimientos incluyen la elaboración de estudios de impacto ambiental y la consulta a las partes interesadas, así como la evaluación de la información obtenida a través de estos estudios y consultas antes de la elaboración del decreto supremo.

Además, el decreto establece la necesidad de una revisión periódica de los decretos supremos, con el objetivo de garantizar que sigan siendo adecuados y actualizados, y de tomar en cuenta las necesidades y cambios en el medio ambiente y la biodiversidad.

- Decreto Supremo N°29 (Ministerio del Medio Ambiente, 2013). Establece Norma de emisión para la incineración, coincineración y coprocesamiento y derroga el Decreto N°45, de 2007, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia. [13]

El Decreto Supremo N°29, emitido por el Ministerio del Medio Ambiente en 2013, establece las normas para la gestión de residuos en el territorio nacional. El decreto tiene como objetivo garantizar el manejo adecuado de los residuos para proteger el medio ambiente y la salud humana.

Entre las disposiciones del decreto se incluyen:

- La clasificación de los residuos en diferentes categorías, incluyendo residuos peligrosos, residuos no peligrosos, y residuos especiales.

- La obligación de los generadores de residuos de registrarse y contar con un plan de manejo de residuos.
 - La creación de un sistema de responsabilidad compartida para garantizar que los residuos sean gestionados de manera adecuada.
 - La prohibición del abandono, quema, y disposición incontrolada de residuos.
 - La creación de un sistema de seguimiento y monitoreo para garantizar el cumplimiento de las normas.
 - La creación de una autoridad ambiental encargada de supervisar y fiscalizar el cumplimiento de las normas.
- Decreto Supremo N°40 (Ministerio del Medio Ambiente, 2012), Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. [14]

El Decreto Supremo N°40 del Ministerio del Medio Ambiente regula el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) en el país. El objetivo principal de este reglamento es establecer las normas y procedimientos para la evaluación de los impactos ambientales de proyectos y actividades que puedan tener un impacto significativo en el medio ambiente.

El reglamento establece la necesidad de realizar una evaluación de impacto ambiental para ciertos proyectos y actividades, tales como la construcción de infraestructura, la explotación de recursos naturales, la generación de energía, entre otros. El proceso de evaluación debe ser liderado por un equipo técnico independiente, que debe considerar los aspectos ambientales, sociales y económicos del proyecto.

El reglamento establece también la necesidad de realizar una consulta pública antes de tomar una decisión sobre el proyecto, y establece las obligaciones de las autoridades competentes en relación con la evaluación de impacto ambiental, incluyendo la toma de decisiones y la supervisión del cumplimiento de las medidas mitigadoras y de seguimiento.

En cuanto a las sanciones, se establece que, en caso de incumplimiento de las obligaciones establecidas en el reglamento, las autoridades competentes podrán imponer sanciones tales como multas, la clausura temporal o definitiva de las instalaciones y la cancelación

de permisos y autorizaciones.

- Decreto Supremo N°148 (Ministerio de Salud, 2004). Establece el Reglamento Sanitario sobre el Manejo de Residuos Peligrosos. [15]

Decreto Supremo N°148, emitido por el Ministerio de Salud en 2004, establece el Reglamento Sanitario sobre el Manejo de Residuos Peligrosos. El objetivo del decreto es garantizar la salud pública y el medio ambiente mediante el manejo adecuado de los residuos peligrosos.

Entre las disposiciones del decreto se incluyen:

- La definición de residuos peligrosos como aquellos que pueden causar daño a la salud humana o al medio ambiente si no se gestionan adecuadamente.
- La obligación de los generadores de residuos peligrosos de registrarse y contar con un plan de manejo de residuos peligrosos.
- La obligación de los transportistas de residuos peligrosos de contar con un permiso y cumplir con las normas de transporte.
- La obligación de los vertederos de residuos peligrosos de cumplir con las normas de construcción, operación y monitoreo.
- La obligación de los gestores de residuos peligrosos de cumplir con las normas de operación y monitoreo.
- La creación de un sistema de seguimiento y monitoreo para garantizar el cumplimiento de las normas.
- La creación de una autoridad sanitaria encargada de supervisar y fiscalizar el cumplimiento de las normas.

En resumen, este decreto establece el Reglamento Sanitario sobre el Manejo de Residuos Peligrosos con el objetivo de garantizar la salud pública y el medio ambiente mediante el manejo adecuado de los residuos peligrosos, estableciendo obligaciones para los generadores, transportistas, vertederos y gestores de residuos peligrosos, y creando un sistema de seguimiento y monitoreo para garantizar el cumplimiento de las normas.

- Decreto Supremo N°189 (Ministerio de Salud, 2008). Regula condiciones sanitarias y de seguridad básicas en los rellenos sanitarios. [16]

Decreto Supremo N°189, emitido por el Ministerio de Salud en 2008, regula las condiciones sanitarias y de seguridad básicas en los rellenos sanitarios. El objetivo del decreto es garantizar la salud pública y el medio ambiente mediante la gestión adecuada de los residuos en los rellenos sanitarios.

Entre las disposiciones del decreto se incluyen:

- La obligación de los rellenos sanitarios de cumplir con las normas de construcción, operación y monitoreo.
- La prohibición del ingreso de residuos peligrosos a los rellenos sanitarios.
- La obligación de los rellenos sanitarios de contar con un sistema de tratamiento de lixiviados.
- La obligación de los rellenos sanitarios de contar con un plan de monitoreo ambiental.
- La obligación de los rellenos sanitarios de contar con un plan de emergencia.
- La creación de un sistema de seguimiento y monitoreo para garantizar el cumplimiento de las normas.
- La creación de una autoridad sanitaria encargada de supervisar y fiscalizar el cumplimiento de las normas.

En resumen, este decreto regula las condiciones sanitarias y de seguridad básicas en los rellenos sanitarios con el objetivo de garantizar la salud pública y el medio ambiente mediante la gestión adecuada de los residuos, estableciendo obligaciones para los rellenos sanitarios, prohibiendo el ingreso de residuos peligrosos, y creando un sistema de seguimiento y monitoreo para garantizar el cumplimiento de las normas.

- Decreto Supremo N°594 (Ministerio de Salud, 2019). Establece condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo. [17]

Decreto Supremo N°594, emitido por el Ministerio de Salud en 2019, establece las condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo. El objetivo del decreto es garantizar la salud y seguridad de los trabajadores y el medio ambiente mediante la regulación de las condiciones laborales.

Entre las disposiciones del decreto se incluyen:

- La obligación de los empleadores de garantizar condiciones de trabajo seguras y saludables para sus empleados.
- La obligación de los empleadores de realizar inspecciones periódicas en el lugar de trabajo para detectar y corregir riesgos y peligros para la salud y seguridad de los trabajadores.
- La obligación de los empleadores de informar a los trabajadores sobre los riesgos y peligros presentes en el lugar de trabajo y sobre cómo evitarlos.
- La obligación de los empleadores de proporcionar la capacitación necesaria para que los trabajadores puedan desempeñar sus tareas de manera segura y saludable.
- La obligación de los empleadores de mantener registros de las inspecciones, capacitaciones e incidentes relacionados con la salud y seguridad en el lugar de trabajo.
- La obligación de los empleadores de cumplir con las normas y reglamentaciones ambientales y laborales aplicables.
- La creación de un sistema de seguimiento y monitoreo para garantizar el cumplimiento de las normas.
- La creación de una autoridad laboral encargada de supervisar y fiscalizar el cumplimiento de las normas.

En resumen, el Decreto Supremo N°594 establece las condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo con el objetivo de garantizar la salud y seguridad de los trabajadores y el medio ambiente mediante la regulación de las condiciones laborales,

estableciendo obligaciones para los empleadores, y creando un sistema de seguimiento y monitoreo para garantizar el cumplimiento de las normas.

3.2. Leyes

En la sección de Leyes, se presentan las principales normativas que tienen relación con el tema estudiado.

Una ley es una norma de mayor jerarquía que un decreto y su aprobación recae en el Congreso Nacional. Las leyes tienen por objetivo regular materias de mayor alcance y trascendencia, y su aplicación es obligatoria para todas las personas que se encuentran en el territorio nacional. Las leyes pueden ser de distintos tipos, como leyes ordinarias, leyes orgánicas constitucionales, leyes especiales, entre otras.

- Ley N°18.695
- Ley N°20.439
- Ley N° 19.300
- Ley N°20.417
- Ley N°20.879
- Ley N°20.920

A continuación, se adjunta resumen de cada una de ellas.

- Ley N°18.695 (Ministerio del Interior; Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo, 2006), Orgánica Constitucional de Municipalidades. [18]

La Ley N°18.695, también conocida como la Ley Orgánica Constitucional de Municipalidades, es una ley chilena que regula el régimen municipal en el país. La ley entró en vigor el 17 de octubre de 1989 y establece las bases para la organización y funcionamiento de las municipalidades en Chile.

Esta ley establece que las municipalidades son entidades públicas encargadas de administrar los intereses de los habitantes de una determinada jurisdicción y de promover el bienestar de la comunidad. La ley establece que las municipalidades son autónomas y tienen autonomía financiera, y establece que deben ser gobernadas por un alcalde y un concejo municipal elegidos democráticamente.

Se establecen las competencias y atribuciones de las municipalidades, incluyendo la administración de servicios públicos como el agua, el alumbrado y el transporte público, la planificación y el desarrollo urbano, la protección del medio ambiente y la promoción del desarrollo económico local. También establece las bases para la creación y funcionamiento de las juntas de vecinos.

- Ley N°20.439 (Ministerio del Interior; Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo, 2010), Orgánica Constitucional de Municipalidades. [19]

La Ley N°20.439 es una ley chilena que modificó el artículo 67 de la Ley N° 18.695, Orgánica Constitucional de Municipalidades, aumentando el plazo para que el alcalde rinda cuenta pública al Concejo Municipal en aquellas regiones declaradas zona de catástrofe. Esta ley estableció que el plazo para que el alcalde rinda cuenta pública se extendiera hasta el 31 de agosto de 2010 en aquellas municipalidades pertenecientes a las regiones declaradas zona de catástrofe, de acuerdo con el decreto supremo N° 150, de 2010, del Ministerio del Interior. El proyecto de ley fue aprobado por el Congreso Nacional y sancionado por el presidente de la República. Fue declarado constitucional por el Tribunal Constitucional.

- Ley N° 19.300 (Ministerio Secretaría General de la Presidencia, 1994), Sobre Bases Generales del Medio Ambiente. [20]

La Ley N°19.300, también conocida como la Ley Sobre Bases Generales del Medio Ambiente, es una ley chilena que establece los principios y bases para la protección y conservación del medio ambiente y el uso sostenible de los recursos naturales en Chile. La ley entró en vigor el 19 de octubre de 1994 y es una de las leyes más importantes en materia ambiental en el país.

La Ley N°19.300 establece un marco general para la protección y conservación del medio ambiente y el uso sostenible de los recursos naturales en Chile, y establece las responsabilidades y obligaciones de las personas y entidades públicas y privadas en relación con el medio ambiente. La ley también establece un sistema de autorizaciones y permisos para actividades que pueden tener un impacto ambiental significativo, y establece mecanismos de responsabilidad y sanciones para aquellos que violen las disposiciones de la ley.

La ley también establece la creación de un Consejo Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), una entidad encargada de coordinar la política ambiental del país y de supervisar el cumplimiento de la ley. Además, la ley establece la creación de un Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas (SNASP), que tiene como objetivo proteger y

conservar la biodiversidad del país mediante la creación de áreas protegidas.

- Ley N°20.417 (Ministerio Secretaría General de la Presidencia, 2010), modificación de Ley N°19.300. [21]

La Ley N°20417 es una ley chilena que establece la creación del Ministerio del Medio Ambiente, el Servicio de Evaluación Ambiental y la Superintendencia del Medio Ambiente. Estos organismos tienen como objetivo principal proteger y conservar el medio ambiente y promover el desarrollo sostenible en Chile.

El Ministerio del Medio Ambiente es el encargado de formular y ejecutar la política ambiental del gobierno, así como de coordinar la acción de los distintos organismos públicos y privados que tienen competencias en materia ambiental.

El Servicio de Evaluación Ambiental es un organismo que tiene como función principal evaluar los impactos ambientales de proyectos de desarrollo y emitir el correspondiente informe técnico.

Por último, la Superintendencia del Medio Ambiente es el encargado de velar por el cumplimiento de la legislación ambiental y de sancionar a aquellas empresas o personas que incurran en infracciones a la misma.

- Ley N°20.879 (Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, 2015), Sanción a el transporte de desechos hacia vertederos clandestinos. [22]

La Ley N°20879 es una ley chilena que establece medidas para prevenir y sancionar el transporte de desechos hacia vertederos clandestinos. Esta ley tiene como objetivo proteger el medio ambiente y promover la gestión adecuada de los residuos, evitando la contaminación y el impacto negativo que pueden tener estos vertederos en la salud de las personas y el entorno.

La ley establece que el transporte de desechos hacia vertederos clandestinos es un delito y establece sanciones para aquellas personas o empresas que incurran en este tipo de actividad ilegal. Además, establece la obligación de informar sobre el lugar de destino de los desechos y de llevar a cabo un seguimiento y control de este.

La ley también establece la creación de un Registro Nacional de Gestión de Residuos, que tiene como objetivo facilitar la trazabilidad de estos y garantizar su correcta gestión.

La ley establece multas que van desde 2 hasta 100 unidades tributarias mensuales para aquellos que encarguen o realicen el transporte, traslado o depósito de basuras, desechos o residuos de cualquier tipo en vertederos o depósitos clandestinos o ilegales, o en la vía pública o bienes nacionales de uso público.

En el caso de vehículos motorizados, se sanciona con multas de 2 a 50 unidades tributarias mensuales y la suspensión de la licencia de conducir durante dos años. Para vehículos a tracción animal o manual, se impondrá una multa de 0,2 a 1 unidad tributaria mensual y el retiro del vehículo o animal.

Si se trata de desechos tóxicos, peligrosos o infecciosos, la sanción es de 20 a 150 unidades tributarias mensuales, además de una pena de presidio menor en su grado medio y la suspensión de la licencia de conducir durante dos años.

Los reincidentes en estas actividades serán sancionados con el doble de la multa y la suspensión de la licencia de conducir por al menos seis meses y hasta dos años.

La ley también establece sanciones para aquellos que oculten o destruyan los medios de prueba de estas actividades.

- Ley N°20.920 (Ministerio del Medio Ambiente, 2016), establece marco para la gestión de residuos, la responsabilidad extendida del productor y fomento al reciclaje. [23]

La Ley 20920 es una ley chilena que establece un marco para la gestión de residuos y la responsabilidad extendida del productor en Chile. Esta ley tiene como objetivo promover el reciclaje y la gestión adecuada de los residuos, a fin de proteger el medio ambiente y promover el desarrollo sostenible.

La ley establece la responsabilidad extendida del productor, que implica que las empresas que producen productos o envases deben ser responsables de la gestión de los residuos generados por ellos. Esto incluye la responsabilidad de recolectar, transportar y tratar adecuadamente estos residuos.

Además, la ley establece la creación de un Sistema Nacional de Gestión de Residuos, que tiene como objetivo coordinar la gestión de los residuos en todo el país y promover la implementación de medidas para reducir la generación de residuos y aumentar su reciclaje.

3.3. Normas Chilenas

En la sección de Normas Chilenas, se presentan las principales normativas que tienen relación con el tema estudiado.

- NCh382.Of2013
- NCh2190.Of2003
- NCh2245.Of2015
- NCh2297.Of2017
- NCh3190.Of2010
- NCh3321.Of2012
- NCh3376.Of2015
- NCh3562.Of2019

A continuación, se adjunta resumen de cada una de ellas.

- NCh382.Of2013 del Instituto Nacional de Normalización. Sustancias peligrosas – Clasificación General. [24]

Norma chilena publicada por el Instituto Nacional de Normalización (INN) que establece los criterios para la clasificación de sustancias peligrosas. La norma se aplica a las sustancias químicas, sus mezclas y los productos químicos, y tiene como objetivo promover la seguridad en el manejo y el transporte de estas sustancias.

La norma NCh382.Of2013 se basa en la clasificación de sustancias peligrosas de la Organización Internacional para la Normalización (ISO), y establece los criterios para la clasificación de sustancias peligrosas en cuatro categorías: inflamabilidad, corrosión, toxicidad y peligro para la salud ambiental. Cada categoría se divide en subcategorías, y cada subcategoría se clasifica en grados de peligro.

La norma también establece los criterios para la clasificación de mezclas de sustancias peligrosas, que se basan en la evaluación de las propiedades de las sustancias que componen la mezcla. Además, establece los requisitos para la información que debe incluirse en las etiquetas y las hojas de datos de seguridad de las sustancias peligrosas, incluyendo la información sobre la clasificación, las precauciones de seguridad y las instrucciones para el manejo de emergencias.

- NCh2190.Of2003 del Instituto Nacional de Normalización. Transporte de Sustancias Peligrosas – Distintivos para identificación de riesgos. [25]

NCh2190.Of2003 es una norma chilena publicada por el INN que establece los requisitos para la utilización de distintivos para la identificación de riesgos en el transporte de sustancias peligrosas. La norma se aplica a los vehículos y contenedores utilizados para el transporte de sustancias peligrosas, y tiene como objetivo promover la seguridad en el transporte de estas sustancias.

La norma NCh2190.Of2003 establece los requisitos para la selección y utilización de los distintivos de identificación de riesgos, incluyendo las medidas de seguridad para el transporte de sustancias peligrosas y las instrucciones para el manejo de emergencias. Además, establece los requisitos para la colocación de los distintivos en los vehículos y contenedores, incluyendo la posición, tamaño y tipo de letra a utilizar.

La norma también establece los requisitos para la información que debe incluirse en los distintivos de identificación de riesgos, como el nombre químico de la sustancia peligrosa, el número de identificación de la sustancia (UN/NA), y las precauciones necesarias para el manejo seguro de la sustancia.

- NCh2245.Of2015 del Instituto Nacional de Normalización. Hoja de datos de seguridad para productos químicos. [26]

NCh2245.Of2015 es una norma chilena publicada por el INN que establece los requisitos para la elaboración y presentación de las hojas de datos de seguridad para productos químicos. Esta norma es una herramienta para la comunicación de información importante sobre los riesgos asociados con el manejo de productos químicos, y busca promover una mayor seguridad en el uso de estos productos.

La norma NCh2245.Of2015 establece los requisitos para la elaboración y presentación de las hojas de datos de seguridad para productos químicos, incluyendo la información que debe incluirse en estas hojas. Entre la información que se debe incluir se encuentran los datos de identificación del producto, las medidas de precaución y seguridad para el manejo del producto, los procedimientos para el manejo de emergencias y los procedimientos para el almacenamiento, transporte y eliminación del producto.

La norma también establece los requisitos para la comunicación de la información en las hojas de datos de seguridad, incluyendo la organización de la información y las instrucciones para su lectura. También establece las responsabilidades de los fabricantes y

los importadores de productos químicos en relación con la elaboración y presentación de las hojas de datos de seguridad.

En resumen, NCh2245.Of2015 es una norma que establece los requisitos para la elaboración y presentación de las hojas de datos de seguridad para productos químicos, con el objetivo de promover una mayor seguridad en el uso de estos productos. Incluye los requisitos para la información que debe incluirse en las hojas de seguridad, los requisitos para la comunicación de la información y las responsabilidades de los fabricantes y los importadores de productos químicos en relación con la elaboración y presentación de las hojas de seguridad.

- NCh2297.Of2017 del Instituto Nacional de Normalización: Calidad del Suelo – Vocabulario. [27]

La norma NCh2297.Of2017 es una norma chilena publicada por el INN que establece un vocabulario para el ámbito de la calidad del suelo. Esta norma es una herramienta para la comunicación y la comprensión de los términos y definiciones relacionados con la calidad del suelo, y busca promover una terminología unificada y consistente en este ámbito.

Esta norma incluye términos y definiciones relacionados con la geología, la geomorfología, la pedología, la ecología, la química y la biología del suelo, así como términos relacionados con la evaluación, el uso y la protección del suelo. También incluye términos relacionados con la contaminación del suelo, el manejo y la recuperación del suelo, y los criterios para la evaluación de la calidad del suelo.

En resumen, NCh2297.Of2017 es una norma que proporciona un vocabulario unificado y consistente para el ámbito de la calidad del suelo, con el objetivo de promover una comunicación y comprensión eficaz de los términos y definiciones relacionados con este tema. Incluye términos relacionados con la geología, geomorfología, pedología, ecología, química y biología del suelo, así como términos relacionados con la evaluación, uso y protección del suelo, y los criterios para la evaluación de la calidad del suelo.

- NCh3190.Of2010 del Instituto Nacional de Normalización. Calidad del Aire – Determinación de la concentración de olor por olfatometría dinámica. [28]

NCh3190.Of2010 es una norma chilena publicada por el INN que establece los procedimientos para determinar la concentración de olor en el aire mediante olfatometría dinámica. La norma se aplica a la medición de los olores emitidos por fuentes fijas, como plantas industriales, estaciones de tratamiento de aguas y residuos, y a la medición de los olores emitidos por fuentes móviles, como vehículos y maquinaria.

La olfatometría dinámica es un método para medir la concentración de olor en el aire que se basa en la percepción humana del olor. El método consiste en medir la intensidad del olor mediante la evaluación de un panel de jueces olfatorios, quienes evalúan la concentración de olor en una escala subjetiva.

La norma NCh3190.Of2010 establece los requisitos para la selección, capacitación y evaluación de los jueces olfatorios, así como los procedimientos para la recolección y el análisis de las muestras de aire. También establece los criterios para la evaluación de la calidad del aire en términos de olor y las limitaciones para la aplicación del método.

- NCh3321.Of2012 del Instituto Nacional de Normalización. Caracterización de Residuos Sólidos Municipales (RSM). [29]

La norma NCh3321.Of2012 del INN es una norma chilena que establece los procedimientos para la caracterización de los Residuos Sólidos Municipales (RSM). La caracterización de los RSM es un proceso fundamental para la correcta gestión de estos residuos, ya que permite conocer su composición y propiedades para determinar su mejor manejo y destino final.

La norma establece los procedimientos para la recolección, almacenamiento, preparación y análisis de muestras de RSM. Estos procedimientos incluyen la descripción de las técnicas de muestreo y las condiciones de almacenamiento y transporte de las muestras. Además, establece los procedimientos para la caracterización física, química y biológica de los RSM, incluyendo la determinación de su densidad, humedad, pH, contenido de materia orgánica, y contenido de metales pesados.

La norma también establece los procedimientos para la interpretación de los resultados de las caracterizaciones, y las recomendaciones para la elaboración de informes técnicos.

En resumen, la norma NCh3321.Of2012 del Instituto Nacional de Normalización establece los procedimientos para la caracterización de los residuos sólidos municipales (RSM) en Chile. Su objetivo es proporcionar una metodología para conocer la composición y propiedades de los RSM, con el fin de determinar su mejor manejo.

- NCh3322.Of2013 del Instituto Nacional de Normalización. Colores de contenedores para identificar distintas fracciones de residuos. [30]

La norma NCh3322.Of2013 del INN es una norma chilena que establece los colores de los contenedores para identificar las diferentes fracciones de residuos. Esta norma tiene como objetivo facilitar la separación de los residuos en origen y promover su correcta gestión, mediante la identificación visual de los diferentes tipos de residuos.

La norma establece los colores para los contenedores de las diferentes fracciones de residuos, tales como:

- Azul para papel y cartón
- Verde para orgánicos
- Amarillo para envases y plásticos
- Gris para residuos generales

Además, establece que se debe colocar en los contenedores, la fracción que se recolecta, para evitar confusiones y facilitar la separación en origen.

En resumen, la norma NCh3322.Of2013 del INN establece los colores de los contenedores para identificar las diferentes fracciones de residuos en Chile. Su objetivo es facilitar la separación de los residuos en origen y promover su correcta gestión, mediante la identificación visual de los diferentes tipos de residuos. Establece los colores para los contenedores de las diferentes fracciones de residuos y la obligación de colocar en los contenedores, la fracción que se recolecta, para evitar confusiones y facilitar la separación en origen.

- NCh3376.Of2015 del Instituto Nacional de Normalización. Residuos Sólidos Municipales — Diseño y operación de instalaciones de recepción y almacenamiento. [31]

La norma NCh3376.Of2015 del INN es una norma chilena que establece los requisitos y consideraciones para el diseño y la operación de instalaciones de recepción y almacenamiento de residuos sólidos municipales. Esta norma se aplica a todas las instalaciones

que reciban y almacenen residuos sólidos municipales en el territorio chileno, independientemente de su tamaño o capacidad de procesamiento.

En cuanto al diseño, la norma establece los requisitos para la ubicación, el tamaño y la capacidad de procesamiento de las instalaciones de recepción y almacenamiento de residuos sólidos municipales. Además, establece los requisitos de seguridad y medioambientales para el diseño, construcción y operación de las instalaciones.

En cuanto a la operación, se especifica los procedimientos para la recepción, almacenamiento y manejo de los residuos, incluyendo la separación de los residuos orgánicos y los no orgánicos, para facilitar su tratamiento posterior. También se establecen las condiciones de seguridad, limpieza y saneamiento de las instalaciones, las condiciones de los equipos y las medidas de seguridad para las personas que trabajan en las instalaciones.

- NCh3562.Of2019 del Instituto Nacional de Normalización. Gestión de Residuos - Residuos de construcción y demolición (RCD) - Clasificación y directrices para el plan de gestión. [32]

La norma NCh3562.Of2019 del INN es una norma chilena que establece la clasificación y las directrices para la gestión de los residuos de construcción y demolición (RCD). Esta norma se aplica a todos los residuos generados durante la construcción, renovación, reparación o demolición de edificios, estructuras, obras y otras instalaciones, incluyendo materiales de construcción, equipos, muebles y otros elementos asociados.

La norma establece la clasificación de los RCD en tres categorías: A, B y C, según su potencial de reutilización o reciclaje. Establece también las directrices para la gestión de estos residuos, incluyendo su almacenamiento, transporte y tratamiento. Además, establece la obligación de llevar a cabo un plan de gestión de RCD para garantizar la correcta gestión de estos residuos.

En resumen, la norma NCh3562.Of2019 del Instituto Nacional de Normalización establece la clasificación y las directrices para la gestión de los residuos de construcción y demolición (RCD) en Chile, con el objetivo de promover la reutilización y el reciclaje de estos residuos y garantizar su correcta gestión. Establece la obligación de llevar a cabo un plan de gestión de RCD y establece las categorías de clasificación de estos residuos según su potencial de reutilización o reciclaje.

Capítulo 4

Propuesta de un Sistema Sustentable para la Demolición Completa o Parcial de un Edificio

La demolición de una edificación puede ser una tarea compleja y requerir una gran cantidad de planificación y consideraciones para garantizar la seguridad de las partes involucradas y la sostenibilidad del proyecto y medio ambiente.

Este trabajo de memoria abarca las siguientes medidas que se pueden tomar para que la demolición sea sostenible y segura.

- Medidas de seguridad adecuadas: es importante asegurar que se cumplan todas las medidas de seguridad necesarias durante la demolición, incluyendo proteger a los trabajadores y de los transeúntes durante el proceso de demolición, así como minimizar el riesgo de daños a la propiedad adyacente y el impacto al medio ambiente.
- Cumplimiento de regulaciones y requisitos legales: es fundamental asegurarse de cumplir con todas las regulaciones y requisitos legales aplicables durante el proceso de demolición, incluyendo permisos y licencias necesarias.
- Reutilización de materiales: se pueden reutilizar muchos de los materiales del edificio demolido, como la madera, el hierro y acero, PVC, hormigón, entre otros. Esto puede ayudar a reducir la cantidad de residuos generados en una faena de demolición y promover la sostenibilidad.

Para ello, es importante realizar una evaluación de los materiales del edificio, con el fin conocer qué materiales se encuentran en el edificio y cómo pueden ser reutilizados o reciclados después de la demolición.

- Contar con un plan de gestión de residuos: la demolición de edificios puede generar una gran cantidad de residuos, incluyendo materiales peligrosos como amianto y plomo, es por esto, que se debe tener un plan para gestionar y eliminar de manera adecuada los residuos generados durante una faena de demolición.
- Utilizar técnicas de demolición selectiva: en lugar de demoler el edificio completamente, se pueden utilizar técnicas de demolición selectiva para dismantelar la edificación por partes y de manera más eficiente y sostenible.
- Impacto en el medio ambiente: es importante tomar medidas para minimizar los impactos en el medio ambiente que puede generar la demolición de edificios, incluyendo la emisión de polvo y material particulado al aire y la emisión de ruido.

Cabe destacar que cada proyecto de demolición es único y puede requerir un enfoque específico para garantizar la seguridad y la sostenibilidad. Se recomienda trabajar con profesionales capacitados y experimentados para asegurar que este sea un proceso de demolición seguro y sostenible.

4.1. Seguridad

Antes del inicio de la faena de demolición, es de suma importancia realizar una inspección minuciosa de la edificación a demoler, edificaciones contiguas y las canalizaciones subterráneas.

La inspección tiene el fin de identificar los elementos estructurales y no estructurales de la edificación a intervenir y reconocer el estado de los elementos, evaluar el efecto tendrá sobre las edificaciones aledañas o terrenos colindantes. También, esta inspección tiene el fin de encontrar la ubicación de los estanques subterráneos, instalaciones de servicios y sus conexiones, estanques o depósitos de combustibles o gases. Además, con esta inspección se pueden identificar otras dificultades no señaladas en los documentos del proyecto.

Una vez realizada la inspección en faena, esta facilitará la elaboración de un plan acción o plan de trabajo para las actividades a realizar, identificando los posibles riesgos de accidentes, sus causas y la forma de mitigarlos.

4.1.1. Riesgos de Accidentes

De acuerdo con el documento elaborado por Mutual de Seguridad C.CH.C. en el año 2022, sobre la Prevención de Accidentes en la Demolición de Edificios, se destaca que uno de los

principales aspectos a considerar es la capacitación a sus trabajadores, para que estos sean conscientes a los riesgos que se pueden enfrentar en una faena de demolición. Utilizando este documento como referencia, se presentan los accidentes más comunes en faenas de demolición:

- **RA.1** Riesgo de caídas debido a la altura de los edificios y estructuras que se están demoliendo.
- **RA.2** Atrapamientos por derrumbes, desplome o colapso de materiales.
- **RA.3** Lesiones por corte debido a las herramientas de corte utilizadas en la demolición y el contacto con elementos cortantes, cortopunzantes o abrasivos.
- **RA.4** Lesiones por impacto debido a la maquinaria pesada y las herramientas utilizadas en la demolición.
- **RA.5** Sobre esfuerzo en la manipulación de materiales.
- **RA.6** Golpes contra objetos sobresalientes y/o expuestos.
- **RA.7** Riesgo de lesiones por polvo debido a la exposición al polvo generado por la demolición, que puede causar problemas respiratorios.
- **RA.8** Riesgo de accidentes de tráfico debido al transporte de materiales y maquinaria en las cercanías de la faena.
- **RA.9** Riesgo de incendios debido a la cantidad de materiales inflamables presentes en la demolición.
- **RA.10** Riesgo de explosiones es alto debido a la presencia de gases y líquidos inflamables en la demolición.

Una vez ya identificados los posibles accidentes que pueden ocurrir en la faena de demolición, se procede a realizar una tabla itemizando cada uno de estos riesgos, para así más adelante documentar cada uno de estos ítem.

Tabla 4.1: Itemizado Riesgos de Accidentes.

ITEM	DESCRIPCIÓN	SIMBOLOGÍA
i	RIESGOS DE ACCIDENTES	
i.1	Descripción del riesgo de accidente.	RA.1
i.2		RA.2
i.3		RA.3
...		...
i.n		RA.N

4.1.2. Causas/Fuentes de Accidentes

La identificación de las causas de los accidentes es esencial para prevenir futuros accidentes en una faena de demolición. Al conocer las causas que dieron lugar a un accidente, se pueden tomar medidas preventivas para evitar que se repita en el futuro. Además, ayuda a las empresas a identificar áreas problemáticas en su sistema de seguridad. Al hacerlo, pueden implementar medidas correctivas que reduzcan el riesgo de accidentes.

A continuación, se presentan las causas de accidentes más comunes en faenas de demolición:

- **CA.1** Eliminación o carencia de barandas y/o escaleras.
- **CA.2** Desmoronamiento imprevisto de elementos.
- **CA.3** Aberturas en el piso sin protección.
- **CA.4** Restos de materiales cortantes.
- **CA.5** No uso o uso inapropiado de elementos de protección personal (EPP).
- **CA.6** No señalización de peligros.
- **CA.7** La falta de planificación adecuada puede llevar a la exposición a riesgos innecesarios y a la falta de medidas de seguridad adecuadas.
- **CA.8** La falta de capacitación en el uso seguro de la maquinaria y herramientas puede llevar a accidentes debido a la manipulación inadecuada.
- **CA.9** La falta de supervisión constante puede llevar a la detección tardía de problemas de seguridad y a la falta de intervención rápida en caso de emergencia.
- **CA.10** Las condiciones climáticas adversas, como la lluvia o viento fuerte, pueden aumentar el riesgo de accidentes debido a la dificultad para manejar la maquinaria y las herramientas.
- **CA.11** Los fallos mecánicos en la maquinaria pueden causar accidentes debido a la pérdida de control de la maquinaria.
- **CA.12** La falta de control de polvo puede causar problemas respiratorios para los trabajadores y contaminar el aire en el área circundante.

Una vez ya identificadas las posibles causas de accidentes que pueden ocurrir en la faena de demolición, se procede a realizar una tabla itemizando cada una de estas causas, para así, más adelante documentar cada uno de estos ítem.

Tabla 4.2: Itemizado Causas/Fuentes de Accidentes.

ITEM	DESCRIPCIÓN	SIMBOLOGÍA
ii	CAUSAS DE ACCIDENTES	
ii.1	Descripción de la causa del accidente.	CA.1
ii.2		CA.2
ii.3		CA.3
...		...
ii.n		CA.N

Conocer las posibles causas de cada accidente y como estas pueden derivar en uno, tienen un valor significativo para cada empresa, ya que en un accidente se ve involucrada la vida de cada uno de sus trabajadores, además, de cómo este accidente puede afectar al proyecto y/o la empresa, trayendo consecuencias monetarias, tiempo y mala reputación para la empresa.

Considerando lo anterior, en la tabla 4.3 se observa la relación que tiene cada una de las fuentes accidentes mencionados en la sección 5.1.2., en el posible accidente que se puede ocasionar.

Tabla 4.3: Matriz de accidentes derivados de sus posibles causas.

CAUSAS DE ACCIDENTES	RIESGOS DE ACCIDENTES									
	RA.1	RA.2	RA.3	RA.4	RA.5	RA.6	RA.7	RA.8	RA.9	RA.10
CA.1										
CA.2										
CA.3										
CA.4										
CA.5										
CA.6										
CA.7										
CA.8										
CA.9										
CA.10										
CA.11										
CA.12										

Esta tabla tiene el fin de poder identificar de manera sencilla la relación que tiene cada accidente junto a su fuente, para así tomar las medidas preventivas de forma adecuada y ser consciente en lo que puede derivar en caso de no tomarlas.

4.1.3. Medidas de Mitigación de Accidentes

En la sección anterior se identificaron las fuentes de los accidentes y para prevenir o minimizar los peligros asociados a una faena de demolición, se deben elaborar las medidas de mitigación de accidentes. Estas medidas tienen como objetivo proteger la salud y seguridad de los trabajadores, así como prevenir daños a la propiedad, al medio ambiente, a la viabilidad del proyecto e intereses de la empresa.

- **MA.1** Identificar y evaluar los riesgos: Realizar una evaluación de riesgos en la obra y establecer medidas de prevención y protección adecuadas.
- **MA.2** Capacitación: Capacitar al personal en temas de seguridad y salud ocupacional y fomentar la cultura de prevención.
- **MA.3** Uso de equipo de protección personal (EPP): Los trabajadores deben utilizar el EPP apropiado para cada tarea, como cascos, gafas de seguridad, guantes, zapatos de seguridad, entre otros.
- **MA.4** Señalización: Instalar señalización en la obra para advertir de peligros y evitar que personas no autorizadas accedan a áreas de riesgo.
- **MA.5** Plan de emergencia: Elaborar un plan de emergencia y evacuación, y realizar simulacros periódicos para asegurar que el personal esté preparado en caso de emergencia.
- **MA.6** Preparación del área: Antes de comenzar la demolición, asegurarse de que el área esté libre de objetos peligrosos y que los edificios o estructuras circundantes estén protegidos.
- **MA.7** Manejo adecuado de materiales y herramientas: Asegurarse de que los materiales y herramientas se manejen y almacenen adecuadamente para evitar accidentes.

Una vez ya identificadas las medidas de mitigación de accidentes que pueden ocurrir en la faena de demolición, se procede a realizar una tabla itemizando cada una de estas medidas, para así más adelante documentar cada uno de estos ítem.

Tabla 4.4: Itemizado Medidas de Mitigación de Accidentes.

ITEM	DESCRIPCIÓN	SIMBOLOGÍA
iii	MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE ACCIDENTES	
iii.1	Descripción de medidas de miticagión.	MA.1
iii.2		MA.2
iii.3		MA.3
...		...
iii.n		MA.N

En la tabla 4.5 se aprecia una matriz de aplicación de medidas de seguridad para los accidentes más comunes en el rubro de la demolición de edificaciones.

Tabla 4.5: Matriz de aplicación de medidas de mitigación para accidentes en una faena de demolición.

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	RIESGOS DE ACCIDENTES									
	RA.1	RA.2	RA.3	RA.4	RA.5	RA.6	RA.7	RA.8	RA.9	RA.10
MA.1										
MA.2										
MA.3										
MA.4										
MA.5										
MA.6										
MA.7										

4.1.4. Gestión de Riesgos

La Gestión de Riesgos es la encargada de la dirección y control de los posibles riesgos que puedan ocurrir en el desarrollo de un proyecto, incluyendo la identificación de estos, una evaluación, plan de respuesta y el seguimiento.

Tiene como principal objetivo aumentar la probabilidad y el impacto de los eventos positivos y, por otro lado, disminuir la probabilidad e impacto de los eventos adversos.

Para elaborar la planificación de los riesgos, se debe considerar los siguientes procesos:

- Identificar todos los posibles riesgos que podrían afectar el proyecto de demolición. Esto se puede realizar a través de reuniones de equipo y análisis de documentos, y tener en cuenta la experiencia previa de proyectos similares.
- Una vez ya identificado los riesgos, es importante evaluar su impacto y probabilidad. Utilizando herramientas como matrices de riesgos para determinar la magnitud de cada riesgo y su impacto en el proyecto.
- Una vez ya evaluado los riesgos, es importante priorizarlos. Los riesgos más críticos deben abordarse primero y debes desarrollar planes de contingencia para cada uno.
- Para cada riesgo identificado, se debe desarrollar un plan de contingencia que incluya medidas específicas para reducir o mitigar el riesgo, y establecer quién será responsable de implementar cada medida.
- Una vez que se han implementado los planes de contingencia, es importante el monitoreo y control de los riesgos del proyecto de demolición. Esto significa revisar regularmente la matriz de riesgos y ajustar los planes de contingencia según sea necesario.
- Por último, comunicar los riesgos identificados y los planes de contingencia a todo el equipo del proyecto, incluyendo los contratistas, los trabajadores y los stakeholders. La comunicación efectiva ayuda a garantizar que todos los involucrados en el proyecto estén alineados en la gestión de los riesgos.

Para la elaboración de la matriz de riesgo, se definen cuatro parámetros; la escala de probabilidad, escala de impacto, niveles de Criticidad o de riesgo y el plan de acción para cada uno de los riesgos. Un ejemplo de estos parámetros son los adjuntos a continuación:

- **Probabilidad**

- Baja: 1 - 2
- Media: 3 - 4
- Alta: 5 - 6

- **Impacto**

- Leve: 1 - 2
- Grave: 3 - 4
- Crítico: 5 - 6

- **Nivel de riesgo**

- Bajo: 1 - 4
- Medio: 5 - 12
- Alto: 13 - 36

Ya identificados los parámetros, un ejemplo de matriz de riesgos para una faena de demolición es:

Tabla 4.6: Matriz de Riesgos para Accidentes en una Faena de Demolición

Riesgo	Probabilidad	Impacto	Nivel de riesgo	Plan de acción
Lesiones por caídas	Alta (4)	Crítico (5)	Alto (20)	Establecer zonas de seguridad y uso obligatorio de EPP
Exposición al amianto ^a	Media (3)	Crítico (5)	Alto (15)	Realizar análisis de amianto previo a la demolición
Choque eléctrico	Baja (2)	Grave (4)	Medio (8)	Capacitar a los trabajadores en seguridad eléctrica
Caída de escombros	Alta (4)	Grave (4)	Alto (16)	Establecer una zona de seguridad y uso de mallas
Daños a estructuras	Media (3)	Grave (4)	Medio (12)	Evaluación previa de la estructura y técnicas de demolición adecuadas
Derrumbamiento	Baja (2)	Crítico (5)	Medio (10)	Realizar un plan de emergencia y evacuación

^a Mineral presente en el componente del fibrocemento

Cabe destacar que cada proyecto y empresa, son distintos los unos a los otros, presentando distintos intereses, situaciones y condiciones. Es por esto que la elaboración y elección de valores para los parámetros anteriores puede variar constantemente.

4.2. Control de Material Particulado y Polvo en Obra

La identificación de las actividades generadoras de polvo, material particulado y emisiones a la atmósfera en el rubro de la construcción y demolición es fundamental, debido a que estas actividades pueden tener un impacto significativo en el medio ambiente y en la salud humana.

El polvo y las partículas finas generadas en la construcción y demolición pueden afectar la calidad del aire y provocar problemas respiratorios y cardiovasculares en las personas que trabajan en la obra y en la comunidad circundante. Las emisiones de gases contaminantes, como dióxido de carbono, óxidos de nitrógeno y óxidos de azufre, pueden contribuir al cambio climático y a la formación de lluvia ácida.

Además, los impactos ambientales de la construcción y demolición no se limitan a las emisiones y partículas generadas. Estas actividades también pueden tener un impacto negativo en la calidad del suelo y el agua, a través de la eliminación inadecuada de residuos y la liberación de sustancias químicas peligrosas.

Por lo tanto, identificar las actividades generadoras de polvo, material particulado y emisiones a la atmósfera en el rubro de la construcción y demolición es un paso clave para mitigar los impactos ambientales y proteger la salud de las personas. A través de la identificación y adopción de medidas de mitigación, se pueden reducir las emisiones y minimizar el impacto ambiental de la construcción y demolición.

4.2.1. Actividades Generadoras de Material Particulado, Polvo y Emisiones a la Atmósfera

Las principales acciones generadoras de material particulado dentro del rubro de la demolición de edificaciones son las siguientes:

- **AP.1** Excavación y movimiento de tierras.
- **AP.2** Generación de energía y calor para la construcción, como calderas y generadores eléctricos.
- **AP.3** Corte materiales como mármoles, cerámicas, hormigón, ladrillos, entre otros.
- **AP.4** Trabajos de soldadura y corte de metales.
- **AP.5** Operación de maquinarias y equipos pesados.
- **AP.6** Operación de herramientas eléctricas y manuales, como sierras, martillos y taladros.

- **AP.7** Acarreo y transporte de materiales.
- **AP.8** Carga y descarga de residuos.
- **AP.9** Uso de maquinaria y equipos con sistemas de combustión.

Una vez ya identificadas las principales acciones generadoras de material particulado que pueden ocurrir en la faena de demolición, se procede a realizar una tabla itemizando cada una de estas acciones, para así más adelante documentar cada uno de estos ítem.

Tabla 4.7: Itemizado Actividades Generadoras de Material Particulado, Polvo y Emisiones a la Atmósfera..

ITEM	DESCRIPCIÓN	SIMBOLOGÍA
iv	ACCIONES GENERADORAS DE MATERIAL PARTICULADO, POLVO Y EMISIONES	
iv.1	Descripción de las acciones generadoras de material particulado y emisiones.	AP.1
iv.2		AP.2
iv.3		AP.3
...		...
iv.n		AP.N

4.2.2. Medidas de Mitigación para Actividades Generadoras de Material Particulado, Polvo y Emisiones a la Atmósfera

Mitigar actividades que generan acciones negativas tanto para el ser humano y el medio ambiente, trae consigo una serie de beneficios tanto para los trabajadores, empresa, medio ambiente y el proyecto en sí.

De estos beneficios se encuentra la protección a la salud humana, ya que el polvo y las partículas finas generadas en la construcción y demolición pueden ser perjudiciales para la salud, especialmente para las personas con enfermedades respiratorias y también las emisiones de gases contaminantes y/o combustión también pueden provocar problemas de salud.

Por otro lado, se tiene la protección del medio ambiente debido a que las actividades generadoras de polvo, material particulado y emisiones a la atmósfera pueden tener un impacto negativo en el medio ambiente, como la contaminación del aire, agua y suelo.

Ser una empresa que se destaque y se enfoque en mitigar este tipo de actividades y estar comprometida con la sostenibilidad y el cuidado al medio ambiente, trae consigo una mejora de la imagen corporativa y el renombre de la empresa.

Dentro de las medidas de mitigación para una faena de demolición de edificaciones se tiene:

- **MP.1** Uso de maquinaria con sistemas de supresión de polvo.
- **MP.2** Rociado de agua en las áreas de trabajo.
- **MP.3** Implementación de barreras de contención de polvo.
- **MP.4** Cubrimiento del suelo con materiales orgánicos como hierba o paja.
- **MP.5** Cubrimiento de los materiales para evitar su exposición al aire libre.
- **MP.6** Uso de vehículos de carga cerrados.
- **MP.7** Mantenimiento de los vehículos para reducir la emisión de gases contaminantes.
- **MP.8** Uso de elementos de protección personal, como mascarillas y gafas.
- **MP.9** Uso de combustibles más limpios y eficientes, como gas natural o biocombustibles.
- **MP.10** Implementación de tecnologías de combustión más eficientes para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.
- **MP.11** Uso de generadores eléctricos con sistemas de reducción de emisiones, como sistemas de tratamiento de gases de escape.
- **MP.12** Mantenimiento regular de los equipos para asegurar su eficiencia y minimizar las emisiones.

Una vez ya identificadas las medidas de mitigación de actividades generadoras de material particulado, polvo y emisiones, se procede a realizar una tabla itemizando cada una de estas medidas, para así más adelante documentar cada uno de estos ítem.

Tabla 4.8: Itemizado Medidas de Mitigación de Actividades Generadoras de Material Particulado, Polvo y Emisiones a la Atmósfera.

ITEM	DESCRIPCIÓN	SIMBOLOGÍA
v	MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE ACTIVIDADES GENERADORAS DE MATERIAL PARTICULADO, POLVO Y EMISIONES A LA ATMÓSFERA	
v.1	Descripción de medidas de mitigación de actividades generadoras de material particulado y emisiones.	MP.1
v.2		MP.2
v.3		MP.3
.		.
v.n		MP.N

En la tabla 4.9 se aprecia una matriz de aplicación de medidas de seguridad para los accidentes más comunes en el rubro de la demolición de edificaciones.

Tabla 4.9: Matriz de aplicación de Medidas de Mitigación para Actividades Generadoras de Material Particulado, Polvo y Emisiones a la Atmósfera.

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	ACCIONES GENERADORAS DE MATERIAL PARTICULADO, POLVO Y EMISIONES A LA ATMÓSFERA								
	AP.1	AP.2	AP.3	AP.4	AP.5	AP.6	AP.7	AP.8	AP.9
MP.1									
MP.2									
MP.3									
MP.4									
MP.5									
MP.6									
MP.7									
MP.8									
MP.9									
MP.10									
MP.11									
MP.12									

4.3. Gestión de Residuos en Obra

4.3.1. Plan de Gestión de Residuos

La gestión adecuada de los residuos en el rubro de la construcción y demolición es esencial por varias razones. En primer lugar, la construcción y demolición generan una gran cantidad de residuos que pueden tener un impacto significativo en el medio ambiente, especialmente si se depositan en vertederos o se incineran. Al gestionar adecuadamente los residuos, se pueden reducir los efectos negativos en el aire, agua y suelo, lo que contribuye a la preservación del medio ambiente y la biodiversidad.

Además, la gestión adecuada de los residuos en la construcción y demolición permite recuperar materiales que pueden ser reutilizados, reduciendo la necesidad de extraer nuevos recursos naturales. Esto puede ayudar a disminuir la huella de carbono de la construcción y a prolongar la vida útil de los materiales. Además, la recuperación de materiales también puede generar ahorros en costos de eliminación de residuos, transporte y almacenamiento, y puede permitir la venta o utilización de materiales en otros proyectos, lo que contribuye a reducir los costos de la empresa.

Otro aspecto importante es el cumplimiento de la normativa. La gestión adecuada de los residuos en la construcción y demolición es una obligación legal, y el incumplimiento de la normativa puede resultar en sanciones económicas y legales, así como en daños a la reputación de la empresa. Por lo tanto, es importante que las empresas del rubro conozcan y cumplan con las regulaciones vigentes para evitar riesgos legales y daños a su imagen corporativa.

También, una adecuada gestión de los residuos puede mejorar la imagen de la empresa frente a clientes, proveedores y la comunidad en general. Esto puede ser un factor clave para el éxito del negocio, ya que los clientes cada vez son más conscientes del impacto ambiental de los proyectos y prefieren trabajar con empresas comprometidas con la sostenibilidad y la responsabilidad social.

Considerando lo anterior y lo señalado en el documento "Gestión de Residuos Para mejorar la Productividad en la Empresa, Ediciones Técnicas, Programa CONSentido (16)", elaborado por Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT) [4], documento en el cual se describe un plan de gestión de residuos, es posible presentar las siguientes etapas para el plan de gestión de residuos:

- **Identificación de los residuos:** En esta etapa, se realiza un inventario de los residuos generados en la empresa. Esto implica identificar qué tipos de residuos se generan, cuánto se genera de cada tipo, con qué frecuencia se generan y dónde se generan. Esta información es importante para poder diseñar un plan de gestión de residuos adecuado para la empresa.

En una faena de demolición se tiene una gran cantidad de residuos y desechos, donde los más comunes son los detallados a continuación:

- **Escombros:** Los escombros son restos de construcción como ladrillos, hormigón, madera, vidrio, metal y otros materiales que se generan durante la demolición, remodelación o construcción de edificios. Estos desechos pueden ser difíciles de manejar debido a su peso y volumen.
- **Tierra:** La tierra es otro residuo común en la construcción de edificios. Este desecho se genera cuando se excava el terreno para construir cimientos y otras estructuras subterráneas.
- **Madera:** La madera es un material común en la construcción de edificios, pero también es un residuo frecuente. Los restos de madera pueden ser generados por la poda de árboles, la demolición de estructuras antiguas o la construcción de nuevos edificios.
- **Plásticos:** Los materiales plásticos, como tuberías, paneles de pared y revestimientos, son cada vez más comunes en la construcción de edificios modernos. Sin embargo, estos materiales pueden generar una gran cantidad de residuos.

- Metales: Los metales son materiales valiosos que se utilizan en muchos aspectos de la construcción de edificios, como en la estructura de acero y los sistemas de HVAC. Sin embargo, los residuos metálicos pueden incluir chatarra, piezas de metal sobrantes y otros materiales.
- Vidrio: El vidrio es un material común en ventanas y puertas de edificios. Los residuos de vidrio pueden ser generados durante la instalación, la demolición o la remodelación.
- Derivados del papel y cartón: Comúnmente se utilizan para la aislación, paneles de yeso, revestimientos de muros, entre otros usos.
- Productos químicos: Los productos químicos, como pinturas, adhesivos y selladores, se utilizan ampliamente en la construcción de edificios. Estos materiales pueden generar residuos tóxicos que deben ser manejados adecuadamente para evitar la contaminación del medio ambiente.
- Caracterización de los residuos: Una vez identificados los residuos, es necesario conocer las características físicas, químicas y biológicas de los mismos. Esto incluye el tamaño de las partículas, la composición química, la presencia de sustancias peligrosas, la biodegradabilidad, entre otros aspectos. Esta información es crucial para seleccionar las opciones más adecuadas de tratamiento y disposición de los residuos.
- Evaluación de opciones de gestión: En esta etapa se evalúan las diferentes opciones de gestión disponibles para cada tipo de residuo. Esto implica identificar y analizar opciones como el reciclaje, la reutilización, la valorización energética, el tratamiento biológico o químico, la disposición en vertedero, entre otros. Se deben tener en cuenta factores como la viabilidad técnica, la seguridad, el impacto ambiental y los costos asociados.

En esta etapa entra en juego la jerarquía de gestión de residuos. Esta es una guía que establece una priorización en las acciones a tomar para minimizar el impacto ambiental de los residuos generados.

La jerarquía consta de cinco niveles, en orden de prioridad:

- Prevención: La mejor opción es evitar la generación de residuos en origen, ya sea mediante cambios en el diseño de productos o procesos, o mediante la reducción del consumo de recursos.

- Reutilización: Si no se puede evitar la generación de residuos, la siguiente opción es la reutilización, es decir, la utilización de los residuos para otro proceso, proyecto, modificando su geometría o funcionalidad.
- Reciclaje: Cuando no se puede reutilizar, la siguiente opción es el reciclaje, es decir, la recuperación de los materiales contenidos en los residuos para su posterior uso, utilizando los residuos como materia prima para otros procesos.
- Valorización energética: Si no se pueden reciclar los residuos, se puede optar por la valorización energética, es decir, la obtención de energía a partir de su combustión en instalaciones adecuadas.
- Eliminación: En último lugar se encuentra la eliminación, que implica el depósito de los residuos en vertederos o su incineración sin aprovechamiento energético.

La jerarquía de gestión de residuos se utiliza para fomentar prácticas más sostenibles en la gestión de los residuos, con el objetivo de minimizar su impacto ambiental y promover la economía circular.

El Eje 3 de la Hoja de Ruta RCD señala las cuatro etapas relacionadas con el diseño de proyectos y creación de valor para la economía circular. En la figura 4.1 se aprecian los niveles de jerarquía de la gestión de residuos y el valor que este provoca. [7]

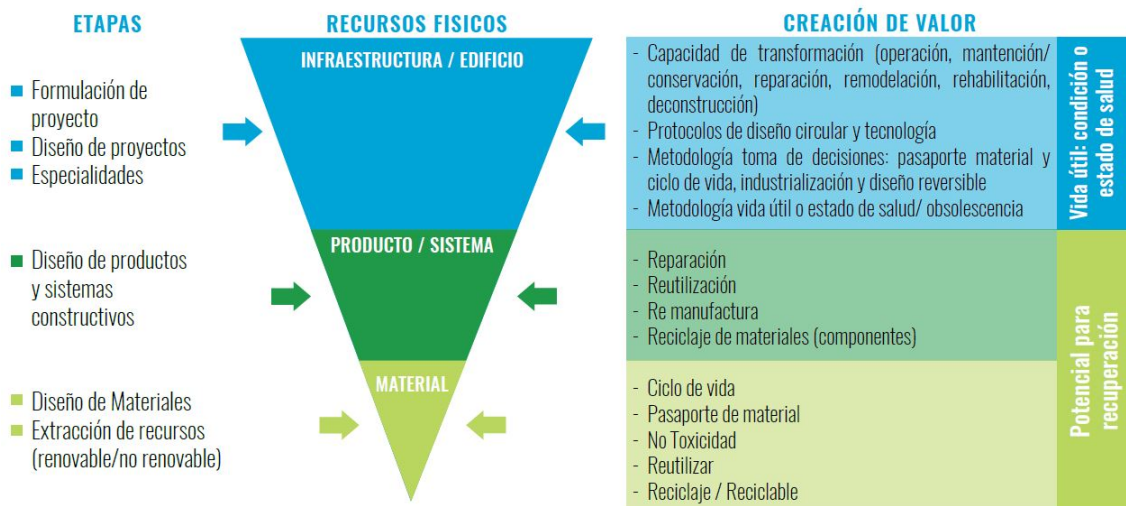


Figura 4.1: Etapas diseño de proyecto y creación de valor para la economía circular.

Fuente: Hoja de Ruta RCD - Economía Circular en Construcción 2035. [7]

- Selección de opciones de gestión: Una vez evaluadas las opciones, se seleccionan las más adecuadas para cada tipo de residuo. Es importante establecer los procedimientos necesarios para su correcta gestión, que incluyen desde la recopilación y separación de los residuos hasta su transporte, almacenamiento y tratamiento. Se debe definir quiénes serán los responsables de cada una de estas actividades.
- Implementación del plan de gestión de residuos: En esta etapa se establecen los recursos necesarios y se implementa el plan de gestión de residuos. Es importante llevar a cabo capacitaciones y sensibilización a los empleados para que comprendan la importancia de la gestión adecuada de los residuos y estén preparados para cumplir con los procedimientos establecidos.
- Monitoreo y evaluación continua: Finalmente, es necesario llevar a cabo un seguimiento constante del plan de gestión de residuos para asegurarse de que se esté cumpliendo con los objetivos establecidos y realizar los ajustes necesarios en caso de ser necesario. Esto implica realizar auditorías internas, registrar los avances y los resultados y establecer planes de mejora continua.

4.3.2. Medidas de Mitigación para la Gestión de Residuos en Obra

El manejo inadecuado de residuos puede tener graves consecuencias en el medio ambiente, como la contaminación de las aguas y los suelos, la afectación del paisaje y la aparición de vertederos clandestinos. Por esta razón, es crucial una gestión adecuada de los residuos, que cumpla con las normativas y regulaciones establecidas. Es importante tener en cuenta que algunos de estos residuos pueden ser reciclados y utilizados como materia prima para otros materiales de construcción.

Durante la construcción y/o demolición de un proyecto, se generan distintos tipos de residuos, como inertes, inorgánicos, peligrosos y domiciliarios. Estos residuos deben ser tratados adecuadamente y dispuestos de manera responsable, cumpliendo con las normativas y regulaciones vigentes. Es importante destacar que muchos de estos residuos pueden ser reciclados y reutilizados como materia prima para la fabricación de otros materiales de construcción. Por lo tanto, una gestión adecuada de los residuos no solo es importante para preservar el medio ambiente, sino que también puede tener un impacto positivo en la economía y la sostenibilidad del sector de la construcción.

- **MR.1** Capacitación y concientización: Todos los trabajadores de la faena de demolición deben ser capacitados en la correcta gestión de residuos y en la importancia de su

correcta disposición final. También es importante concientizar a los trabajadores sobre la importancia de la reducción de residuos y la reutilización de materiales.

- **MR.2** Separación en origen: La separación de los residuos en origen es esencial para facilitar su reciclaje y su correcta disposición final. Se pueden habilitar áreas específicas para la separación de materiales, como el metal, la madera, el plástico, el vidrio y otros.
- **MR.3** Identificación y clasificación: Es importante identificar y clasificar correctamente los residuos antes de su transporte y disposición final. Esto puede lograrse a través de la implementación de un sistema de etiquetado y codificación de los diferentes tipos de residuos.
- **MR.4** Reducción de residuos: Se deben implementar medidas para reducir la cantidad de residuos generados en la faena de demolición. Esto puede lograrse mediante la reutilización de materiales, la reducción de embalajes y la planificación cuidadosa del proceso de demolición.
- **MR.5** Reciclaje: Se deben identificar los materiales que se pueden reciclar y establecer un proceso de reciclaje para estos materiales. Esto puede incluir el uso de centros de reciclaje cercanos a la faena de demolición.
- **MR.6** Disposición adecuada: Se debe establecer un proceso de disposición final adecuado para los residuos que no se pueden reutilizar o reciclar. Esto puede incluir la disposición en vertederos autorizados y debidamente gestionados.

Una vez ya identificadas las medidas de mitigación para la gestión de residuos, se procede a realizar una tabla itemizando cada una de estas medidas, para así más adelante documentar cada uno de estos ítem.

Tabla 4.10: Medidas de Mitigación para la Gestión de Residuos en Obra

ITEM	DESCRIPCIÓN	SIMBOLOGÍA
vi	Medidas de Mitigación para la Gestión de Residuos en Obra	
vi.1	Descripción de medidas de mitigación para la gestión de residuos	MR.1
vi.2		MR.2
vi.3		MR.3
...		...
vi.6		MR.6

4.4. Uso de Maquinaria y Técnicas de Demolición

4.4.1. Uso de Maquinaria

El uso de maquinaria y técnicas de demolición es un proceso importante en la industria de la construcción, ya que permite la demolición segura y efectiva de edificios y estructuras obsoletas, dañadas o peligrosas.

Existen varios tipos de maquinarias y técnicas de demolición que se utilizan en este proceso. Entre las maquinarias más comunes se encuentran las excavadoras, martillos hidráulicos, sierras de corte, trituradoras y cargadores. Las técnicas de demolición varían según el tipo de estructura y las condiciones del entorno, y pueden incluir la demolición por implosión, la demolición mecánica, la demolición manual y la demolición mediante explosivos.

Es importante destacar que la seguridad es una prioridad en la demolición de estructuras, por lo que se debe contar con un plan de seguridad que incluya la evaluación de los riesgos, el uso de equipos de protección personal y la implementación de medidas de control de polvo, ruido y vibraciones.

Además, en la demolición se debe considerar la gestión de los residuos generados, que pueden incluir materiales como hormigón, madera, metales y plásticos. La gestión adecuada de los residuos es fundamental para minimizar los impactos ambientales y cumplir con las regulaciones locales y nacionales.

El tipo de maquinaria que se utiliza para la demolición de estructuras puede variar dependiendo del tamaño y la complejidad de la estructura, así como de los materiales utilizados en su construcción. A continuación, se describen algunas de las máquinas y herramientas de demolición más comunes y en qué situaciones se utilizan:

- **Excavadoras:** Las excavadoras son máquinas muy versátiles que se pueden utilizar para la demolición de estructuras pequeñas a medianas. Estas máquinas tienen una amplia gama de implementos que les permiten llevar a cabo tareas específicas de demolición, como romper el hormigón o cortar y levantar la estructura.
- **Martillos hidráulicos:** Los martillos hidráulicos son herramientas que se acoplan a las excavadoras y se utilizan para romper el hormigón y otros materiales duros. Estas herramientas son particularmente útiles para la demolición de estructuras de hormigón armado.

- Sierras de corte: Las sierras de corte se utilizan para cortar estructuras de hormigón y acero, como columnas y vigas. Estas herramientas tienen hojas de sierra diamantadas que pueden cortar a través de materiales duros con facilidad.
- Trituradoras: Las trituradoras son máquinas que se utilizan para triturar y reducir el tamaño de los materiales de construcción, como hormigón, ladrillos y rocas. Estas máquinas son útiles para la demolición de estructuras de gran tamaño, ya que pueden procesar grandes cantidades de materiales en poco tiempo.
- Cargadores: Los cargadores son máquinas que se utilizan para cargar y transportar los escombros y otros materiales de demolición. Estas máquinas pueden mover grandes cantidades de materiales rápidamente y son esenciales para mantener el sitio de demolición limpio y seguro.

Además de la maquinaria mencionada anteriormente, también se utilizan otros tipos de herramientas y maquinarias especializadas para la demolición de estructuras, como cortadoras de concreto, martillos neumáticos, robots de demolición y explosivos. Es importante destacar que el uso de estas máquinas y herramientas debe realizarse de manera segura y bajo la supervisión de profesionales capacitados.

Por otro lado, se tiene que el control de rendimiento de maquinarias es una tarea crucial para maximizar la eficiencia y la productividad. Es importante no solo para aumentar la rentabilidad de la empresa, sino también para garantizar la seguridad de los trabajadores. Al monitorear y evaluar el rendimiento de las maquinarias en tiempo real, los encargados del proyecto pueden identificar áreas en las que se pueden mejorar los procesos y minimizar el tiempo de inactividad.

Además, el control de rendimiento también puede ayudar a reducir los costos a largo plazo al identificar maquinarias ineficientes y costosas de operar. Con esta información, se pueden tomar decisiones informadas sobre la inversión en nuevas maquinarias más eficientes y rentables.

Otro beneficio del control de rendimiento de maquinarias en el rubro de la construcción es la mejora de la seguridad en el sitio de trabajo, ya que, al monitorear la velocidad y el desempeño de las maquinarias, se puede asegurar de que se operen dentro de los límites seguros y de que los trabajadores estén protegidos.

Por último, el control de rendimiento también puede ayudar a mejorar la planificación de mantenimiento. Al identificar problemas antes de que se conviertan en fallas costosas y prolongadas, se puede programar el mantenimiento preventivo de manera más eficiente y

reducir el tiempo de inactividad no planificado.

Para llevar a cabo un control de los equipos y maquinarias utilizadas, se recomienda llevar un control diario de cada uno, utilizando una tabla de control que se adjunta en la tabla 4.11.

Tabla 4.11: Control de Rendimiento de Maquinaria.

Fecha	Nº Report	Horometro Inicio [hr]	Horometro Fin [hr]	Horas Total [hr]	Descuentos [hr]	Petroleo [L]	Chofer/ Operador	Observaciones

Total	x	y	z
-------	---	---	---

Rendimiento [L/hr]	$z/(x-y)$
-----------------------	-----------

4.5. Control Medidas de Mitigación

Para llevar a cabo el control de cada una de las medidas de mitigación presentadas a lo largo de esta propuesta, se sugiere utilizar una tabla de control de fácil manejo y permitiendo estructurar cada una de las medidas de mitigación con su respectiva observación identificada en el control.

Tabla 4.12: Plantilla de Control de Medidas de Mitigación.

Item	Medidas de Mitigación	Cumplimiento	Observación	Sugerencia
iii	Medidas de Mitigación de Accidentes			
	MA.1	Si/No/No aplica	Señalar observaciones	Recomendaciones o sugerencias
	MA.2			
	MA.3			
	...			
MA.7				
v	Medidas de Mitigación de Actividades Generadoras de Material Particulado, Polvo y Emisiones a la Atmósfera			
	MP.1	Si/No/No aplica	Señalar observaciones	Recomendaciones o sugerencias
	MP.2			
	MP.3			
	...			
MP.12				
vi	Medidas de Mitigación para la Gestión de Residuos en Obra			
	MR.1	Si/No/No aplica	Señalar observaciones	Recomendaciones o sugerencias
	MR.2			
	MR.3			
	...			
MR.6				

Capítulo 5

Conclusiones y Recomendaciones

En los últimos años, el constante aumento de población a nivel nacional y la necesidad de construir viviendas y estructuras para satisfacer la necesidad de vivienda de la población chilena, han obligado a intervenir terrenos previamente utilizados con diversos proyectos y en algunos casos es necesaria la demolición de algún tipo de edificación.

En base a lo analizado en las normativas, leyes y proyecciones en propuestas como la Hoja de Ruta RCD y Estrategias de Economía Circular en el Rubro de la Construcción, fue posible identificar los objetivos a largo plazo que se espera en el rubro de la industria de la construcción y la demolición, y las limitaciones actuales que no permiten llegar a dicho objetivo.

Considerando lo anterior, en el presente trabajo desarrollado, se elaboró una propuesta para la demolición parcial o completa de una edificación, considerando que sea sustentable. Esto incluye ámbitos de seguridad, gestión de residuos y prácticas que contribuyan al medio ambiente. Esta propuesta abarca tanto la parte preinversional y como la parte inversional de un proyecto, presentando medidas de seguridad, control de material particulado, polvo y emisiones a la atmósfera, una gestión de residuos y el uso de maquinaria para la demolición de edificios.

Esta propuesta, está enfocada es ser una base estándar para las empresas, para que cada una la vaya modificando y adaptando según las necesidades del proyecto y los intereses de la empresa. Esta propuesta priorizó que sea de fácil entendimiento y aplicación, y sea una herramienta que brinde información de gran utilidad para la toma de decisiones, control de los distintos procesos de una faena de demolición considerando todo el ciclo que este conlleva.

Al ser un trabajo teórico, este debe ser complementado con información y análisis de mercado de las distintas propuestas presentadas, para que así se convierta en una herramienta de utilidad directa. Para ello, se recomienda trabajar con distintas empresas del rubro, realizando levantamiento de datos, con el fin de conseguir un catastro de la información recopilada.

Por otro lado, en Chile existe una gran variedad de tipos de vivienda (albañilería, adobe, madera, hormigón armado y acero) y esta propuesta no considera una metodología para cada una de ellas, si no, un método en general. Es por esto, que este estudio es acotado para la diversidad de tipos de viviendas y estructuras habitacionales del país y se recomienda ampliar este estudio para cada uno de estos.

Cabe destacar que, al encontrarse en los primeros años de la propuesta de la Hoja de Ruta y proyecciones a futuro, no hay herramientas que motiven a las empresas a realizar un cambio en sus métodos, debido a su alto costo y escasez de opciones en el mercado.

Este tipo de trabajo, llama a que las empresas internalicen y optimicen estos procesos en base a sus necesidades, con el fin de cumplir los objetivos propuestos para el año 2035, llevando de una economía lineal a una economía circular.

Bibliografía

- [1] Mutual de Seguridad C.CH.C. (Mayo, 2022). Prevención de Accidentes en la Demolición de Edificios.
- [2] Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT). (Agosto, 2021). Estrategia Economía Circular en Construcción - Propuesta de Estrategia Sectorial 2021-2025.
- [3] Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT). (Enero, 2020). Plan de Gestión de Residuos en Obra, Paso a Paso, Ediciones Técnicas, Programa CONSentido (15), Corporación de Desarrollo Tecnológico.
- [4] Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT). (Enero, 2020), Gestión de Residuos Para mejorar la Productividad en la Empresa, Ediciones Técnicas, Programa CONSentido (16), Corporación de Desarrollo Tecnológico.
- [5] Organización de las Naciones Unidas (ONU). (Septiembre, 2015). La Asamblea General adopta la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, Organización de las Naciones Unidas.
- [6] Delgado Schneider, Verónica (2012), La responsabilidad civil extracontractual por el daño ambiental causado en la construcción u operación de las carreteras.
- [7] Ministerio de Medio Ambiente. (2020). Hoja de Ruta RCD - Economía Circular en Construcción 2035.
- [8] SOCOHER. (2023). Catálogo Empresa de Demolición [Catálogo de Productos]. SOCOHER. <https://www.socoher.cl/catalogo/>
- [9] Ministerio del Medio Ambiente. 2013. Decreto Supremo N°1, Reglamento del Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes, RETC. Normativa gubernamental.
- [10] Ministerio de Salud; Subsecretaría de Salud Pública. 2009. Decreto Supremo N°6, Regula el manejo de residuos de establecimientos de atención de salud (REAS). Normativa gubernamental.
- [11] Ministerio del Medio Ambiente. 2017. Decreto Supremo N°7, Reglamento del Fondo para el Reciclaje. Normativa gubernamental.
- [12] Ministerio del Medio Ambiente. 2017. Decreto Supremo N°8, Reglamento que regula el procedimiento de elaboración de los decretos supremos establecidos en la Ley N°20.920. Normativa gubernamental.

- [13] Ministerio del Medio Ambiente. 2013. Decreto Supremo N°29, Establece Norma de emisión para la incineración, co-incineración y coprocesamiento y derroga el Decreto N°45, de 2007, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Normativa gubernamental.
- [14] Ministerio del Medio Ambiente. 2012. Decreto Supremo N°40, Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. Normativa gubernamental.
- [15] Ministerio de Salud. 2004. Decreto Supremo N°148, Establece el Reglamento Sanitario sobre el Manejo de Residuos Peligrosos. Normativa gubernamental.
- [16] Ministerio de Salud. 2008. Decreto Supremo N°189, Regula condiciones sanitarias y de seguridad básicas en los rellenos sanitarios. Normativa gubernamental.
- [17] Ministerio de Salud, 2019. Decreto Supremo N°594, Establece condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo. Normativa gubernamental.
- [18] Ministerio del Interior; Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo. 2006. Ley N°18.695, Orgánica Constitucional de Municipalidades. Normativa gubernamental.
- [19] Ministerio del Interior; Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo. 2010. Ley N°20.439, Orgánica Constitucional de Municipalidades. Normativa gubernamental.
- [20] Ministerio Secretaría General de la Presidencia. 1994. Ley N° 19.300, Sobre Bases Generales del Medio Ambiente. Normativa gubernamental.
- [21] Ministerio Secretaría General de la Presidencia. 2010. Ley N°20.417, modificación de Ley N°19.300. Normativa gubernamental.
- [22] Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones. 2015. Ley N°20.879, Sanción a el transporte de desechos hacia vertederos clandestinos. Normativa gubernamental.
- [23] Ministerio del Medio Ambiente. 2016. Ley N°20.920, Establece marco para la gestión de residuos, la responsabilidad extendida del productor y fomento al reciclaje. Normativa gubernamental.
- [24] Instituto Nacional de Normalización. (2013). NCh382.Of2013, Sustancias peligrosas – Terminología y clasificación general.
- [25] Instituto Nacional de Normalización (INN). (2003). NCh2190.Of2003, Transporte de Sustancias Peligrosas – Distintivos para identificación de riesgos.
- [26] Instituto Nacional de Normalización (INN). (2015). NCh2245.Of2015, Hoja de datos de seguridad para productos químicos.
- [27] Instituto Nacional de Normalización (INN). (2017). NCh2297.Of2017, Calidad del Suelo.
- [28] Instituto Nacional de Normalización (INN). (2010). NCh3190.Of2010, Calidad del Aire – Determinación de la concentración de olor por olfatometría dinámica.
- [29] Instituto Nacional de Normalización (INN). (2012). NCh3321.Of2012, Caracterización de Residuos Sólidos Municipales (RSM).
- [30] Instituto Nacional de Normalización (INN). (2013). NCh3322.Of2013, Colores de conte-

nedores para identificar distintas fracciones de residuos.

- [31] Instituto Nacional de Normalización (INN). (2015). NCh3376.Of2015, Residuos Sólidos Municipales — Diseño y operación de instalaciones de recepción y almacenamiento.
- [32] Instituto Nacional de Normalización (INN). (2019). NCh3562.Of2019, Gestión de Residuos - Residuos de construcción y demolición (RCD) - Clasificación y directrices para el plan de gestión.
- [33] Pais Circular. (Enero, 2021). Un hito en Chile: ya está operativa la primera planta de revalorización de residuos de la construcción en Sudamérica. Pais Circular. Recuperado de <https://www.paiscircular.cl/industria/un-hito-en-chile-ya-esta-operativa-la-primer-planta-de-revalorizacion-de-residuos-de-la-construccion-en-sudamerica/>