



Universidad del Bío-Bío

Facultad de Ingeniería

Departamento de Ingeniería en Maderas

Escuela Ingeniería Civil Química



IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO “CERO BASURA A RELLENO
SANITARIO” EN LA EMPRESA ORIZON S.A.

Informe de Habilitación Profesional presentado en conformidad a los requisitos para
obtener el título de Ingeniero Civil Químico

ANDREA BELÉN GONZÁLEZ CASTILLA

Profesora Tutora: Laura Reyes Núñez.

Ingeniera Supervisora: Camila Vásquez Kaid.

Concepción, (fecha de presentación en secretaría)

RESUMEN

El presente trabajo de Habilitación Profesional presenta la propuesta de implementación del proyecto “Cero Basura a Relleno” en Orizon S.A, con el objetivo de alcanzar una valorización del 90% de los residuos generados en operación al año 2025. La propuesta de implementación se llevó a cabo en cuatro etapas: el análisis de la gestión previa de residuos, en el cual se evaluó la cantidad, composición y métodos de disposición final de los residuos generados; la estimación de residuos a partir del consumo de insumos y packaging en las distintas plantas categorizadas por tipo de material; la selección del tamaño de contenedores para la segregación de residuos de acuerdo a la cantidad generada y el color de acuerdo a la NCh3322 y el diseño de una zona de acopio final que considera el espacio disponible y la logística externa.

Del análisis se obtuvo que CPI-Coronel fue la instalación que generó el 80% de los residuos totales en 2022, siendo el relleno sanitario el destino predominante (37%). Además, se estimó un total de 322 contenedores para la segregación de 7 tipos diferentes de residuos y se propuso una zona de acopio final con un galpón de 270 m² para residuos segregados con espacios delimitados para evitar la contaminación cruzada de residuos. La ubicación para la zona de acopio final está siendo evaluada por la empresa.

Los resultados resaltan la importancia de seguir trabajando en estrategias que ayuden a minimizar la generación de residuos en origen para contribuir no solo a una gestión más sostenible de residuos dentro de la empresa, sino también a motivar a otras empresas a tomar medidas similares.

AGRADECIMIENTOS.

A mis padres, Verónica y Marcelo, por nunca dejar de creer en mí.

A la profesora Laura, por guiar esta habilitación profesional y también brindarme su apoyo a lo largo de toda mi formación académica.

A Orizon S.A por abrirme las puertas de sus instalaciones para el desarrollo de esta habilitación profesional, en especial al equipo de medioambiente: Camila, Mattías, Gabriela y Nancy, quienes tuvieron la disposición de resolver dudas, brindando su apoyo y conocimiento.

A mis amigas Florencia y Daniela, por la compañía y apoyo a lo largo de mi desarrollo profesional.

A mi pareja, por todo el apoyo brindado durante esta etapa.

Finalmente, a todas las personas que han estado presentes por mi paso en la vida y universidad. Su contribución ha sido esencial en mi crecimiento y en la realización de este trabajo. Les agradezco sinceramente.

TABLA DE CONTENIDOS

<i>RESUMEN</i>	<i>i</i>
<i>AGRADECIMIENTOS</i>	<i>ii</i>
<i>TABLA DE CONTENIDOS</i>	<i>iii</i>
<i>NOMENCLATURA</i>	<i>vi</i>
<i>DEFINICIONES</i>	<i>vi</i>
<i>ÍNDICE DE FIGURAS</i>	<i>viii</i>
<i>ÍNDICE DE TABLAS</i>	<i>x</i>
1. INTRODUCCIÓN	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
3.1 Descripción de los procesos productivos	4
3.1.1 Planta de harina y aceite de pescado.	4
3.1.2 Planta de conservas	4
3.1.3 Planta de congelados	5
3.2 Generación y valorización de residuos derivados de operación	5
3.3 Residuos sólidos	7
3.3.1 Tipos de residuos sólidos	7
3.3.2 Impacto de los residuos sólidos	8
3.4 Gestión de residuos	8
3.4.1 Relleno sanitario	9
3.4.2 Incineración	9
3.4.3 Compostaje	10
3.5 Valorización de residuos	11

3.6 Economía Circular.....	12
3.7 Situación actual de Residuos en Chile.....	13
3.8 Residuos provenientes de la industria pesquera.....	14
3.9 Opciones de valorización para residuos de pescado.....	15
3.9.1 Condiciones de traslado y acopio	15
3.10 Normativas y regulaciones aplicables.....	16
4. OBJETIVOS	17
4.1 Objetivo general.....	17
4.2 Objetivos específicos.....	17
5. METODOLOGÍA.....	18
5.1 Recursos, materiales y equipamiento	18
5.2 Procedimiento	19
5.2.1 Análisis de la gestión de residuos previa al levantamiento de información.....	19
5.2.2 Estimación de la cantidad de residuos generados por área, clasificados por tipo de material, a partir de insumos y <i>packaging</i>.....	19
5.2.3 Estimación de la cantidad, tamaño, tipo, color y ubicación de contenedores, para garantizar una adecuada segregación de residuos.	19
5.2.4 Propuesta de zona de acopio final de residuos.....	20
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	21
6.1 Análisis de la gestión previa de residuos	21
6.2 Estimación de la cantidad de residuos generados	23
6.2.1 Residuos derivados del <i>packaging</i>	24
<i>Figura N° 9 Estimación de residuos derivados de Packaging por área en Conservas 4 Esquinas. Fuente: (Elaboración propia).</i>	25
6.2.2 Residuos generados a partir de insumos.....	27
6.3 Estimación de la cantidad de contenedores	31

6.4 Propuesta de zona de acopio final.....	32
7. <i>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.</i>	38
8. <i>REFERENCIAS</i>	39
9 <i>ANEXOS.</i>	41
ANEXO 1: Caracterización de insumos y <i>packaging</i>	41
ANEXO 2: Detalle de contenedores necesarios por instalación.....	43

NOMENCLATURA

EPP: Elemento de protección personal.

FAO: Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura.

MMA: Ministerio de Medioambiente.

MINSAL: Ministerio de Salud.

SUBPESCA: Subsecretaría de Pesca.

RESPEL: Residuo peligroso.

RIL: Residuo industrial líquido.

RSA: Residuo sólido asimilable.

ton: Tonelada

kg: kilogramo

DEFINICIONES

Acopio final: Almacenamiento o disposición de los materiales reciclables o residuos para su posterior traslado a disposición final.

Acopio primario: La recolección inicial y el almacenamiento temporal de materiales reciclables o residuos en origen.

Acopio transitorio: Almacenamiento temporal intermedio de materiales reciclables o residuos en instalaciones específicas antes de su transporte a patio de acopio final.

Gestor: Persona o entidad responsable de gestionar y coordinar actividades relacionadas con la recolección, clasificación, tratamiento y disposición de materiales reciclables o desechos.

Maxisacos: Grandes bolsas o sacos generalmente hechos de material resistente, utilizados para transportar y almacenar grandes cantidades de materiales a granel.

Reciclaje: Proceso de recolectar, procesar y transformar materiales previamente utilizados o desechados en nuevos productos o materiales para su reutilización.

Reproceso: En el contexto de la gestión de residuos, el reproceso se refiere al aprovechamiento de ciertos desechos o subproductos mediante su reintegración en un proceso productivo como materia prima. Este proceso implica someter los materiales previamente descartados a tratamientos y transformaciones específicas para su posterior incorporación en la cadena de producción

Reutilización: Uso repetido o prolongado de productos o materiales sin un proceso de transformación significativo, con el objetivo de extender su vida útil y reducir la generación de residuos.

Segregación: Separación de diferentes tipos de materiales en el momento de su generación para facilitar su posterior manejo y procesamiento.

Valorización: Proceso de aprovechar los materiales reciclables o desechos para obtener beneficios económicos, energéticos o ambientales, a través de métodos como la recuperación de energía o la producción de materiales reciclados.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°1 : Diagrama de funcionamiento de relleno sanitario.....	9
Figura N°2: Jerarquía de gestión de residuos.	11
Figura N°3. Economía lineal vs economía circular.....	13
Figura N°4: Diagrama de flujo para la metodología	18
Figura N°5: Porcentaje de residuos de operación por instalación en Orizon S.A- Año 2022	21
Figura N°6: Disposición Final de Residuos de Operación por Instalación en Orizon S.A- Año 2022.....	23
Figura N°7: Estimación de la cantidad de residuos derivados de Packaging, en toneladas, por área en CPI-Coronel.....	24
Figura N°8: Estimación de residuos derivados de Packaging por área en Harina 4 Esquinas.....	25
Figura N°9: Estimación de residuos derivados de Packaging por área en Conservas 4 Esquinas.....	25
Figura N°10: Estimación de residuos derivados de Packaging Frigorífico Escuadrón	26
Figura N°11: Estimación de residuos derivados de Packaging Coquimbo	27
Figura N°12: Estimación de residuos derivados de Insumos por área, CPI-Coronel	28
Figura N°13: Estimación de residuos derivados de Insumos por tipo, Conservas 4 Esquinas.	28
Figura N°14: Estimación de residuos derivados de Insumos por tipo, Coquimbo	29

Figura N°15: Estimación de residuos derivados de Insumos por tipo, Frigorífico Escuadrón30

Figura N°16: Estimación de residuos derivados de Insumos por tipo, Harina 4 Esquinas.30

Figura N°17: Ubicación zonas de acopio transitorio CPI- Coronel.32

Figura N°18: Zona de acopio final propuesta para CPI-Coronel34

Figura N°19: Ubicación de contenedores en bodega de materiales CPI-Coronel35

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°1: Residuos generados en operación por tipo de residuo al 2022.	6
Tabla N°2 : Cantidad de Residuos Valorizados y No Valorizados al 2022	7
Tabla N°3: Colores para la correca segregación de residuos NCh3322	8
Tabla N°4: Disposición final de los residuos de operación en Orizon S.A. durante el año 2022.	22
Tabla N°5: Resumen de contenedores propuestos para la implementación del proyecto Cero Basura a relleno.....	31
Tabla N°6: Contenedores necesarios para el acopio de papel y cartón, Bodega de Materiales CPI-Coronel.....	36
Tabla N° 1.7 : Clasificación de los elementos de packaging según material	41
Tabla N°1.8: Caracterización de Insumos según tipo de Material.....	42
Tabla N° 2.9: Contenedores propuestos CPI-Coronel.....	43
Tabla N°2.10: Contenedores propuestos Conservas 4 Esquinas.....	45
Tabla N°2.11: Contenedores propuestos Harina 4 Esquinas.....	45
Tabla N°2.12: Contenedores propuestos Frigorífico Escuadrón.....	46
Tabla N°2.13: Contenedores propuestos Coquimbo.....	46

1. INTRODUCCIÓN

El cambio climático y sus efectos adversos han generado una urgente necesidad de revisar y reformular las prácticas industriales y sociales que han contribuido a la acumulación descontrolada de residuos y su disposición inadecuada. Esta problemática cobra especial relevancia en países como Chile, donde la falta de políticas públicas integrales para la gestión de residuos sólidos se ha convertido en un desafío complejo. En este contexto, el cambio climático, resultado del aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero, ha generado preocupación global. Uno de estos gases, el metano, contribuye de manera significativa al calentamiento global. Los vertederos y rellenos sanitarios son fuentes importantes de emisiones de metano debido a la descomposición anaeróbica de los residuos orgánicos. Esta relación entre la gestión inadecuada de residuos sólidos y el cambio climático resalta la importancia de buscar alternativas más sostenibles a la disposición de residuos. En este contexto la empresa Orizon plantea el proyecto “Cero Basura a Relleno”, el cual tiene como objetivo alcanzar la valorización del 90% de residuos generados en operación al año 2025.

El proyecto “Cero Basura a Relleno” abarca las cinco instalaciones de Orizon S.A: el complejo pesquero industrial, en adelante CPI-Coronel, que integra cuatro plantas (harina y aceite de pescado, conservas, congelados y productos de valor agregado); Coquimbo, que cuenta exclusivamente con la planta de harina de pescado; Frigorífico Escuadrón, responsable del almacenamiento de los productos congelados provenientes de CPI-Coronel; Conservas 4 Esquinas, con su planta de etiquetado y almacenamiento de conservas; y Harina 4 Esquinas, enfocada en *blending* (mezcla) y almacenamiento de harina de pescado. Esta Habilitación Profesional se enfoca en desarrollar una propuesta que contenga acciones concretas para la implementación del proyecto en todas sus instalaciones.

El presente informe detalla la propuesta de implementación del proyecto “Cero Basura a Relleno” a partir del planteamiento del problema, seguido de una revisión bibliográfica que abarca los principales contenidos teóricos que sustentan este trabajo, los objetivos propuestos y la metodología seguida para realizar la propuesta. También se presentan los principales resultados obtenidos junto con la discusión, conclusiones y recomendaciones .

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad, la generación industrial de residuos es un problema ambiental importante en todo el mundo. En Chile todos los vertederos en la Región de Coquimbo y otras zonas del país han cumplido su vida útil (Cabrera, 2023), mientras que en el sur de Chile la crisis de la basura ha llegado a niveles críticos, siendo la falta de capacidad de los rellenos sanitarios uno de los mayores desafíos para los gobiernos locales (González Farfan, 2023). La Asociación de Municipalidades de la Región del Biobío ha planteado la urgencia de buscar soluciones al colapso de los rellenos sanitarios (AMRBB, 2021).

En Chile, la industria pesquera es una de las actividades económicas que genera gran cantidad de residuos, los cuales pueden ser altamente contaminantes y tener un impacto negativo en los ecosistemas y en la salud humana. La falta de una gestión adecuada de residuos que permita maximizar la valorización y minimizar la disposición final en vertederos y rellenos sanitarios agrava la situación. Sumado a esto, según datos del reporte del estado del medio ambiente del Ministerio del Medio Ambiente (2021), los residuos industriales no peligrosos representan el 13,4% del total de residuos generados en Chile, de los cuales el 7,4% corresponden a residuos de la industria pesquera. Aunque la industria pesquera no es la principal generadora de residuos en el país, sí representa un importante foco de emisión de contaminantes, principalmente en la Región del Biobío, donde se concentra la mayor cantidad de empresas del rubro (Ministerio de Medioambiente, 2021).

En el caso de la empresa Orizon S.A, en 2022 se generaron más de 7500 toneladas de residuos, de los cuales aproximadamente 4100 toneladas correspondieron a residuos provenientes de la operación de las distintas plantas, en su mayoría derivados del embalaje de materias primas tales como cartón y plásticos de uso interno. A pesar de que la empresa cumple con la normativa ambiental aplicable en Chile, declarando sus residuos y disponiéndolos en lugares habilitados con sus respectivas resoluciones sanitarias, el hecho de que solo se valorizara un 53% de los residuos generados indica que aún existen oportunidades de mejora en cuanto a la valorización de residuos.

Por otro lado, en septiembre del año 2023 entrará en vigencia la ley REP que establece que los productores de productos prioritarios deberán velar por la prevención y valorización, es

decir, que todo residuo que pueda ser valorizado deberá ser destinado a ello para evitar su eliminación, entregándolos a un gestor autorizado o tratándolos por sí mismos en conformidad con la normativa vigente y cumpliendo con las metas y obligaciones establecidos por sus respectivos decretos supremos (Ministerio del Medio Ambiente, 1994). La implementación del proyecto “Cero Basura a Relleno”, que contempla la valorización del 90% de los residuos, a través de gestores autorizados, representaría una oportunidad para facilitar el cumplimiento de esta ley fomentando la aplicación de buenas prácticas en la gestión de residuos y valorización, minimizando el impacto negativo en el medio ambiente y en la salud humana con enfoque en la sostenibilidad del sector y una economía circular.

3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

A continuación, se describen los procesos operacionales que generan residuos dentro de las distintas plantas, mencionando tanto sus materias primas y productos como también la tasa de generación de residuos y valorización de estos al año 2022, comenzando con la información disponible en planta.

3.1 Descripción de los procesos productivos

3.1.1 Planta de harina y aceite de pescado.

El proceso de elaboración de harina y aceite de pescado comienza con la recepción de insumos, tales como etiquetas, sacos y maxisacos de polipropileno, hilo, antioxidantes, preservantes de materia prima y material de empaque para aceite de exportación. Además, se recibe la materia prima, que corresponde a pescado entero o residuos como vísceras, cabezas y colas, provenientes de los barcos pesqueros, de las plantas conservera y congelados de ORIZON.

La materia prima se somete a cocción, prensado y centrifugación para obtener la torta de prensa y el licor de prensa, que serán utilizados en la producción de harina y aceite respectivamente. Posteriormente, el licor de prensa se concentra y se envía a secadores para reducir la humedad de la torta de prensa. La harina resultante es tamizada, molida y envasada, mientras que el aceite es almacenado temporalmente en estanques decantadores. Eventualmente, parte de la producción puede permanecer en bodega de productos en tránsito antes de su despacho final. La torta de prensa, es valorizada en la elaboración de harina de alta calidad. El aceite se almacena en estanques de almacenamiento separados según su calidad (Orizon, 2021).

3.1.2 Planta de conservas

El proceso de elaboración de conservas comienza con la recepción de insumos, donde se reciben y evalúan cuidadosamente los materiales necesarios para la producción. Estos insumos incluyen material de empaque primario, como envases, tapas y bolsas, así como empaque secundario, como cajas o bandejas, además de ingredientes como sal, aceite, pasta de tomate y aditivos.

La materia prima, que puede ser pescado, mariscos frescos o congelados, se somete a diversas etapas de procesamiento, como limpieza, trozado, cocción y adición de coberturas o salsas.

Una vez listos, los productos son envasados en tarros de hojalata o *pouch* y sometidos a un sellado hermético para protegerlos de la contaminación y prolongar su vida útil. Posteriormente, las conservas se someten a un proceso de esterilización térmica, utilizando parámetros específicos de temperatura y tiempo para garantizar la seguridad alimentaria.

Luego de la esterilización, las conservas se enfrían y son etiquetadas. (Orizon,2021).

3.1.3 Planta de congelados

La materia prima fresca es abastecida por embarcaciones. Tras la recepción, los pescados son enfriados y almacenados en bins o bandejas con agua de mar clorada y hielo. Luego, se realiza el fileteo o corte de las piezas, seguido del moldeo y congelación en congeladores de placas horizontales o túneles estáticos. Los pescados congelados posteriormente son desmoldados y empacados provisionalmente en cajas de cartón. Opcionalmente, se puede realizar un glaseo para proteger el producto durante el almacenamiento. Finalmente, los productos empacados se almacenan en contenedores *reefer* a -18°C y se despachan hacia el frigorífico para almacenamiento y posterior comercialización. En el caso de los pescados precocidos, se lleva a cabo un proceso similar de recepción, cocción, enfriado y empacado para posterior traslado a la planta de conservas. A lo largo de todo el proceso, se realizan controles de calidad, etiquetado y trazabilidad para garantizar la satisfacción del consumidor y el cumplimiento de las normativas sanitarias. Los insumos principales utilizados son agua de mar, hielo, cajas de cartón, bolsas de polietileno y *stretch film* para el empaque y transporte de los productos congelados (Orizon, 2021).

3.2 Generación y valorización de residuos derivados de operación.

En la Tabla N°1 se muestra la cantidad de residuos generados por tipo, de acuerdo con los datos obtenidos de la base de datos correspondiente al año 2022. Por otro lado, la Tabla 2 presenta la cantidad de residuos que fueron valorizados y no valorizados durante el mismo período.

Tabla N°1: Residuos generados en operación por tipo de residuo al 2022.

Fuente (Base datos Residuos Orizon)

Tipo de residuo	Cantidad generada [ton]
-----------------	----------------------------

Basura Industrial	442,5
Escamas	675,0
Fauna Acompañante	50,3
Lodos	1.667,3
Madera	309,5
Metal: Chatarra metálica	1.056,6
Metal: latas de aluminio y papel de aluminio	63,2
Papel y Cartón	607,8
Residuos asimilables a domiciliarios	840,8
Residuos orgánicos	2,2
Residuos plásticos	111,5
Total	5.826,7

Tabla N°2: Cantidad de Residuos Valorizados y No Valorizados al 2022.

Fuente (Base datos Residuos Orizon)

Valorización	Cantidad [ton]
--------------	----------------

No Valorizado	2.292
Valorizado	3.534
Total	5.827

3.3 Residuos sólidos

Según artículo 3 del Decreto Supremo 148 (Ministerio de Salud, 2003) un residuo o desecho se define como “una sustancia, elemento u objeto que el generador elimina, se propone eliminar o está obligado a eliminar”.

3.3.1 Tipos de residuos sólidos

El artículo 11 del decreto mencionado establece las condiciones que deben cumplirse para clasificar un residuo como residuo peligroso (RESPEL). Para ser considerado como tal, el residuo debe cumplir al menos una de las características especificadas: toxicidad aguda, toxicidad crónica, toxicidad intrínseca, inflamabilidad, reactividad, corrosividad.

En caso contrario, el residuo es considerado no peligroso, existiendo dos categorías dependiendo de su lugar de generación: los residuos sólidos industriales y los domiciliarios (y asimilables a domiciliarios), los que pueden ser segregados, de acuerdo a su composición, según la NCh3322 que establece colores de contenedores para la correcta segregación de los residuos, como se muestra en la Tabla N°3:

Tabla N° 3: “Colores para la correcta segregación de residuos NCh3322. Elaboración propia.

Tipo de Residuo	Color
Papel y cartón	Azul
Plásticos	Amarillo

Vidrio	Verde
Latas y metales	Gris
Cartón para bebidas	Beige
Residuos eléctricos y electrónicos	Burdeo
Residuos peligrosos	Rojo
Materia orgánica	Café
Otros residuos para eliminación	Gris oscuro

Desde el punto de vista de la industria pesquera, según el artículo 2 del Decreto 64 SUBPESCA (Ministerio de Economía Fomento y Turismo, 2021), un residuo es una “sustancia u objeto que su generador desecha o tiene la intención u obligación de desechar de acuerdo con la normativa vigente”.

3.3.2 Impacto de los residuos sólidos

La gestión de residuos sólidos impone importantes responsabilidades a los productores, las comunidades y las autoridades responsables de su gestión. El mal manejo de los residuos sólidos puede causar problemas en las comunidades cercanas, afectar el turismo, perjudicar la convivencia entre las comunidades rurales y urbanas y generar malos olores por la descomposición de los residuos orgánicos presentes en la basura. Además, pueden ocurrir problemas de salud tanto en humanos como en animales debido a la proliferación de vectores de enfermedades infecciosas como ratas, moscas y pulgas. La quema no controlada de desechos, que contribuyen a la contaminación del aire, puede incluso provocar enfermedades respiratorias. También existe el riesgo de contaminar los recursos hídricos debido a la filtración de contaminantes en los suelos (CEPAL, 2016)

3.4 Gestión de residuos

La guía para la educación ambiental y residuos del Ministerio de Medio Ambiente (2018), define la gestión de residuos como “las operaciones de manejo y otras acciones de política, planificación, normativas, administrativas, financieras, organizativas, educativas, de evaluación de seguimiento

y fiscalización referidas a residuos”(Hoffmann, 2018) Dentro de estas operaciones de manejo se distinguen al menos tres métodos de disposición final de residuos sólidos:

3.4.1 Relleno sanitario

En el artículo 4 del D.S 189 del Ministerio de Salud (2008) se define relleno sanitario como “instalación de eliminación de residuos sólidos en la cual se disponen residuos sólidos domiciliarios y asimilables, diseñada, construida y operada para minimizar molestias y riesgos para la salud y la seguridad de la población y daños para el medio ambiente, en la cual las basuras son compactadas en capas al mínimo volumen practicable y son cubiertas diariamente”(Ministerio de Salud, 2008). Los rellenos sanitarios se componen de geomembranas, celdas para la disposición de residuos, drenajes para aguas superficiales y lixiviados y un sistema de manejo de biogás como se muestra en la Figura N°1:

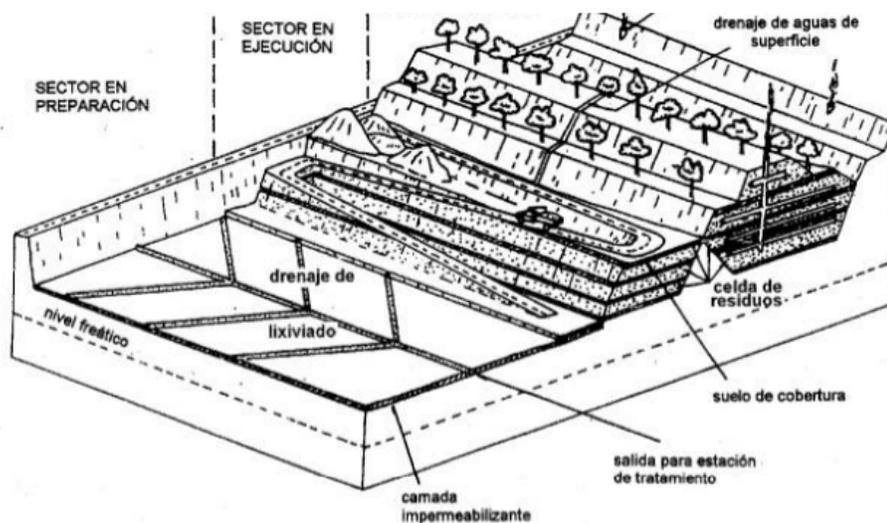


Figura N°1: Diagrama de funcionamiento de relleno sanitario (CEMPRE, 1998)

3.4.2 Incineración

En algunos países, se utiliza la incineración de residuos en hornos cementeros como sistema de tratamiento alternativo a los rellenos sanitarios lo que permite reducir el peso y volumen de residuos a tratar y generar energía para el proceso de elaboración de cemento. En este sistema, los

residuos se incineran a más de 900°C para reducirlos a minerales, vapor de agua, CO₂ y cenizas. La incineración ha demostrado ser efectiva en la reducción de volumen, impacto ambiental (comparado con el relleno sanitario) y la recuperación de energía, pero presenta desventajas tales como su costo elevado, problemas operacionales debido a la diversidad de residuos y las emisiones de furanos y dioxinas que produce (Romero Salvador, n.d.). Para reducir los impactos generados por el proceso de combustión, es necesario, tener en cuenta los fenómenos de secado, deshidratación y gasificación junto con la heterogeneidad de los residuos al ingreso del horno, cuidando siempre que la cantidad de aire sea la suficiente para una combustión completa.

3.4.3 Compostaje

Una opción diferente a la eliminación final de residuos orgánicos en rellenos sanitarios es el proceso de compostaje. El compostaje se describe como el tratamiento aeróbico de la materia orgánica, donde se produce su deterioro mediante la acción de microorganismos como bacterias y hongos generando como producto humus, dióxido de carbono y agua. El humus es un buen abono para los suelos, ya que ayuda a revertir la degradación de éstos. El principal beneficio de utilizar el compostaje como disposición final de residuos orgánicos es la capacidad que le entrega a los suelos de retener carbono, además de contribuir en la disminución de este tipo de residuos en rellenos sanitarios, disminuyendo así la cantidad de lixiviados y la formación de metano, el cual tiene influencia en el cambio climático treinta y cuatro veces mayor al dióxido de carbono (Kant, 2021).

Además, la Directiva marco sobre residuos de la Unión Europea establece algunos principios básicos en el manejo de residuos, que sean gestionados de tal forma que no se ponga en riesgo la salud humana o el medioambiente, no se provoquen molestias por ruidos u olores y que además no perjudique el paisaje de lugares de interés (Comisión Europea, 2021). También establece una “jerarquía de residuos” para abordar adecuadamente la gestión de estos, priorizando acciones que promuevan la reducción, reutilización, reciclaje y valorización, antes de recurrir a la disposición final en vertederos o incineración, tal como se muestra en la Figura N°2.

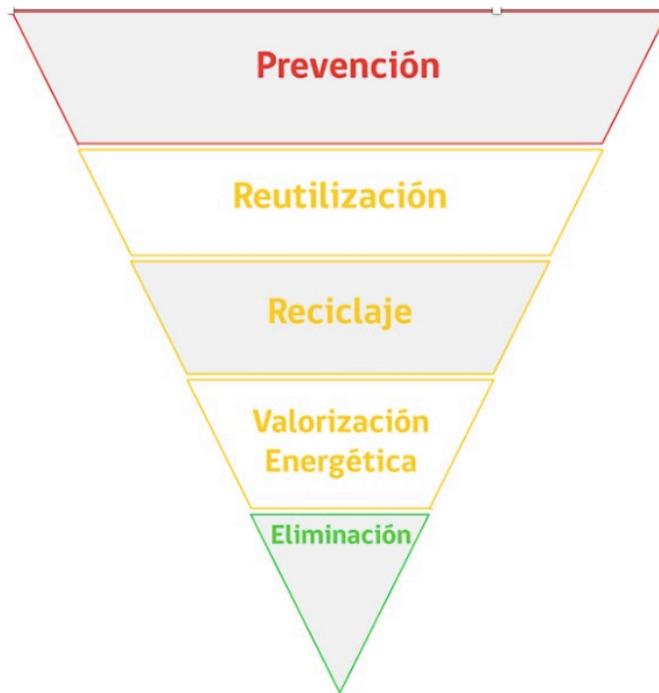


Figura N°2: Jerarquía de gestión de residuos. Fuente: (Ministerio del medio ambiente, 1994)

3.5 Valorización de residuos

La valorización de residuos representa una alternativa a la disposición convencional de residuos en rellenos sanitarios o vertederos. En este enfoque, los residuos dejan de ser considerados desechos y se convierten en materia prima para la fabricación de nuevos productos de valor agregado. Con el objetivo de mitigar el impacto ambiental, se han explorado alternativas a la extracción y consumo de los recursos naturales, empleando técnicas de transformación de la materia para generar productos que puedan reintegrarse en la cadena comercial (Méndez et al., 2023).

Dentro de esta operación se distinguen dos enfoques principales de valorización: la valorización energética, que aprovecha el potencial de los residuos para generar energía, ya sea a través del coprocesamiento o la incineración; y, por otro lado, la valorización material, que implica la

transformación física y/o química de los residuos para obtener productos de valor agregado, como el reciclaje, compostaje y reutilización (Picco, 2021).

Una de las etapas que conlleva la valorización de residuos es la segregación de éstos. Históricamente, se han reconocido dos enfoques para la segregación de residuos: segregación en la fuente y segregación secundaria. En el primer método, los residuos son separados en su lugar de generación, mientras que, en el segundo método, los materiales se recuperan mediante el procesamiento y clasificación de residuos mixtos por medios mecánicos, lo cual resulta más costoso a nivel energético y económico comparado con el primero, además de presentar mayor volumen, debido a la nula clasificación, lo que significa camiones más grandes contribuyendo a aumentar la huella de carbono. La segregación en la fuente es, entonces, la forma más eficiente para clasificar los residuos a valorizar ya que presenta menos riesgo de contaminación cruzada, reduciendo el costo del pretratamiento y hace que sea más fácil encontrar opciones descentralizadas de tratamiento, tales como centros de reciclaje locales lo que permite eficiente gestión de los residuos (Kant, 2021)

3.6 Economía Circular

Una economía circular se basa en los principios de eliminar la generación de residuos y la contaminación en el diseño, mantener los productos y materiales en uso y regenerar los sistemas naturales. Este enfoque tiene como objetivo mantener el valor de los productos y materiales durante el mayor tiempo posible, devolviéndolos al ciclo de producción al final de su uso para así minimizar la generación de residuos.

Desde la revolución industrial, el rápido ritmo del progreso tecnológico ha transformado la manera en que se fabrican los productos. Sin embargo, el sistema actual ya no funciona de manera eficiente ni para las personas, ni para las empresas ni para el medio ambiente. Los recursos y la energía son limitados, y el hecho de extraer recursos del medio ambiente para fabricar productos y desecharlos cuando ya no se necesita tiene un costo tanto para el planeta como para las finanzas personales.

El modelo circular proporciona una alternativa a la economía lineal actual, conocida como el enfoque de "tomar, hacer, desperdiciar" mostrado en la Figura N°3. Su objetivo es minimizar la dependencia de insumos externos, cerrar los ciclos de generación y reducir los impactos ambientales negativos (FAO, 2023). En esta perspectiva, la producción se enfoca en la regeneración y reutilización de materiales, permitiendo que se integren nuevamente a los ciclos de procesos industriales.



Figura N°3. Economía lineal vs economía circular. Fuente: (Suárez-Espinoza & Benavides Vindas, 2021).

3.7 Situación actual de Residuos en Chile

Según datos extraídos del Reporte del estado del medioambiente (Reporte del Estado del Medio Ambiente, 2022) muestra que en 2020 se generaron más de 18 millones de toneladas de residuos. El 96,7% correspondió a residuos no peligrosos y el 3,3% a residuos peligrosos. En los residuos no peligrosos, se incluyen residuos industriales (50,8%), residuos municipales (43,6%) y lodos provenientes de plantas de tratamiento de aguas servidas (2,4%). Cabe mencionar que del 2015 al 2020, la cantidad de residuos generados a nivel nacional se mantuvo en un nivel relativamente estable.

A nivel domiciliario, al 2020, se generaron cerca de 7,9 millones de toneladas de residuos domiciliarios o municipales, con una población estimada de más de 21 millones, lo que se traduce en una media de 1,03 kg de residuos por habitante al día. De este total de residuos municipales, el 47% corresponde a la región Metropolitana, seguida de las regiones de Valparaíso (11,1%) y Biobío (7,3%), siendo éstas, además, las de mayor población a nivel nacional.

En el ámbito industrial, la cantidad total de residuos industriales no peligrosos en 2020 fue de 9,2 millones de toneladas, lo que supone más del 50% de la generación de residuos a nivel nacional, además, las regiones que poseen mayor generación de residuos son también aquellas en que la actividad industrial es mayor: Región Metropolitana (29,8%), Antofagasta (17,8%) y Biobío (13%).

Según la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU), las actividades económicas relacionadas con la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica corresponden a la mayor generación de residuos industriales no peligrosos (20,6%), seguida de las actividades de fabricación de celulosa, papel y cartón (11,5%).

Con respecto a la tasa de reciclaje nacional, las instalaciones de reciclaje reciben alrededor del 20% de los residuos no peligrosos, lo que equivale a 1,9 millones de toneladas de residuos aproximadamente. Sin embargo, ésta es la más baja registrada en los últimos años, y se ha mantenido entre el 20% y el 22,6%.

3.8 Residuos provenientes de la industria pesquera.

De acuerdo con los distintos procesos que integra la industria pesquera, la mayoría de los residuos presentes en este tipo de industria son vísceras, descartes, escamas; plásticos derivados de envases; EPPs; lodos provenientes de planta de tratamiento de RILES; residuos asimilables a domiciliarios; papel, cartón y chatarra; RESPEL (Aranda et al., 2018) los que no se consideran en este trabajo. Durante el procesamiento, se generan diversos. Sin embargo, existen diferentes métodos para convertir estos subproductos en productos de valor agregado, como ingredientes para alimentos para animales, biocombustibles, productos dietéticos, farmacéuticos y materias primas en otros procesos industriales (FAO, 2020). Subproductos, como cabezas, espinas, vísceras y escamas, representan entre el 30 y el 70 por ciento del pescado entero. Estos subproductos son una fuente valiosa de macro y micronutrientes, pero a menudo no se aprovechan y se convierten en residuos.

3.9 Opciones de valorización para residuos de pescado

La producción de harina y aceite de pescado a partir de subproductos del procesamiento ha adquirido importancia, ya que se estima que entre el 25 y el 35 por ciento de estos productos se obtienen de los residuos orgánicos. Este enfoque no solo contribuye a una vida útil más estable de los productos, sino que también reduce la pérdida de pescado y brinda oportunidades para generar beneficios económicos y ambientales a partir de subproductos que anteriormente se consideraron desperdicios (FAO, 2020).

Es importante destacar que la gestión adecuada de los desechos de pescado es esencial. Según una evaluación reciente, se estima que el 70 por ciento del pescado procesado, incluyendo aletas, cabeza, piel y vísceras, se desecha. Esta práctica representa una pérdida significativa del valor potencial de los subproductos y resalta la necesidad de una gestión eficiente de los desechos de pescado. Sin embargo, se han desarrollado métodos ingeniosos e innovadores para reutilizarlos, como la fermentación termófila, que permite la producción de fertilizantes y otros productos útiles a partir de aguas residuales municipales y peces muertos (Peñarubia, 2021). Por otra parte, los residuos sólidos inorgánicos derivados del proceso, como cartón, chatarra, plásticos, entre otros, pueden ser valorizados de manera mecánica ya sea reciclándolos, reparándolos o energéticamente en el caso de aquellos que estén compuestos por más de un tipo de material, lo cual dificulta su separación.

3.9.1 Condiciones de traslado y acopio

El artículo 10 del decreto 64 de SUBPESCA (Ministerio de Economía Fomento y Turismo, 2021) establece que el almacenamiento temporal de residuos asimilables a domiciliarios debe realizarse en puntos establecidos para tal fin. Estos sitios deben estar identificados de manera clara y contar con todos los resguardos para que los residuos no entren en contacto con el medioambiente. El transporte debe realizarse en compartimentos estancos que impidan el escurrimiento o derrame y la frecuencia de retiro debe ser tal que la capacidad de almacenamiento no se sobrepase. También se deben tomar medidas para prevenir la propagación de vectores, de malos olores e impacto sanitario.

Además, en el artículo 12 del decreto mencionado se establecen las medidas para el manejo de lodos la cual indica que la infraestructura destinada al almacenamiento de éstos debe estar ubicada en un lugar destinado para ello, identificada de manera clara y diseñada con el fin de que no hayan

escurrimientos hacia cursos de aguas superficiales, ni filtración de líquidos hacia aguas subterráneas, contando con todas las medidas de seguridad para evitar que los residuos entren en contacto con el medioambiente. Por ningún motivo, los lodos pueden ser eliminados hacia cuerpos de agua y su frecuencia de retiro o almacenamiento debe garantizar que no sobrepase la capacidad de los contenedores. El transporte de lodos debe garantizar que no existirá escurrimiento ni generación de olores, utilizando contenedores estancos en su traslado.

3.10 Normativas y regulaciones aplicables

Dentro del marco normativo para la gestión de residuos y medioambiente, en este estudio se consideran los siguientes:

- Decreto 725 (MINSAL, 1968): Código sanitario. Decreto 594 (MINSAL, 2000): Aprueba reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en lugares de trabajo.
- Ley 20920 (MINSAL, 2016): Establece el marco para la gestión de residuos, la responsabilidad extendida del productor y el fomento al reciclaje.
- Decreto 64 (SUBPESCA, 2020): Aprueba el reglamento que establece las condiciones sobre traslado y disposición final de desechos provenientes de actividades de acuicultura.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

Proponer un plan de implementación para el proyecto 'Cero Basura a Relleno' en la empresa Orizon S.A., con el fin de mejorar la gestión de residuos sólidos para alcanzar una valorización del 90% de los residuos al 2025.

4.2 Objetivos específicos

- Realizar un análisis de la gestión de residuos previa al levantamiento de información, con el propósito de comprender la situación actual de la empresa en cuanto al manejo de éstos.
- Estimar la cantidad de residuos generados en las distintas plantas, clasificados por tipo de material, a partir de los insumos utilizados y el *packaging* empleado en los procesos productivos.
- Estimar la cantidad, tamaño y ubicación de contenedores, seleccionándolos por color según la norma NCh3322, para planificar una adecuada segregación de los residuos,
- Proponer el diseño para la zona de acopio final de los residuos con el espacio de almacenamiento requerido para los residuos segregados previamente en origen.

5. METODOLOGÍA.

La metodología empleada en este trabajo se dividió en 4 etapas. En la Figura N°4, se presenta un diagrama de flujo que resume las etapas seguidas:

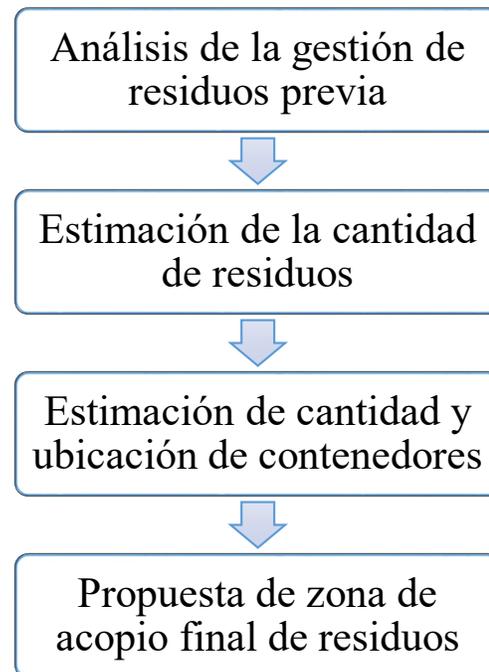


Figura N°4: Diagrama de flujo para la metodología.

Fuente: (Elaboración propia).

5.1 Recursos, materiales y equipamiento

Base de datos interna de la gestión de residuos y planos de las diferentes plantas facilitados por la empresa Orizon. Se realizaron reuniones presenciales con el personal de medioambiente, con jefes de turno y personal externo ligado a la gestión de residuos en la empresa, con el fin de resolver dudas que se presentaron en la ejecución de la Habilitación Profesional.

Para la realización de los análisis de datos, cálculos y gráficas se utilizó el software Microsoft Excel y para estimar distancias o espacios disponibles dentro de las instalaciones se utilizó la herramienta Google Earth Pro.

5.2 Procedimiento

5.2.1 Análisis de la gestión de residuos previa al levantamiento de información.

Se realizó una revisión documental y recopilación de datos desde informes técnicos y bases de datos internas de la empresa, relacionados con la gestión de residuos tales como registros de disposición final e informes.

Además, se planificaron y ejecutaron reuniones con los encargados de las áreas, así como con el personal a cargo de aseo de la planta y personal de gestión de residuos externa para obtener información detallada sobre las prácticas y políticas existentes.

Luego se realizó un análisis cualitativo de los datos para calificar la gestión previa de los residuos, evaluando aspectos como cantidad y composición (en caso de que fuese factible) de residuos generados, métodos de disposición final, existencia previa de un plan de gestión y cumplimiento de la normativa ambiental vigente.

5.2.2 Estimación de la cantidad de residuos generados por área, clasificados por tipo de material, a partir de insumos y *packaging*.

A partir del consumo de insumos y materias primas en cada área, así como del *packaging* utilizado información obtenida de la base de datos de la empresa; se estimó la cantidad de residuos por cada tipo, teniendo en cuenta los insumos y *packaging* mediante las fichas técnicas existentes. Para los sólidos que no contaban con ficha técnica, se realizó pesaje.

Se realizó una clasificación de los residuos según su tipo de material, de acuerdo con las categorías establecidas en la norma NCh3322. Se propuso establecer una subclasificación de los residuos, con el fin de mejorar la segregación y facilitar la valorización.

5.2.3 Estimación de la cantidad, tamaño, tipo, color y ubicación de contenedores, para garantizar una adecuada segregación de residuos.

En base a la cantidad de residuos estimados en cada área, se definieron los tipos de contenedores según las características específicas de cada residuo considerando tamaño y color de acuerdo con

la norma NCh3322, considerando además el espacio disponible en cada área para la instalación de los contenedores.

Mediante inspecciones en terreno y con la colaboración de los encargados de las distintas áreas, se seleccionó la ubicación para los contenedores, teniendo en cuenta el lugar de generación de los residuos y la logística interna de la empresa, para que éstos estuvieran en puntos que permitan fácil acceso del personal, transporte interno y posterior traslado hasta la zona de acopio final. Además, se estudiaron las rutas de transporte con el fin de optimizar los desplazamientos y minimizar los tiempos de traslado.

5.2.4 Propuesta de zona de acopio final de residuos.

En base a la información obtenida de la estimación de la cantidad de residuos y los volúmenes de los contenedores, se determinó la capacidad de almacenamiento requerida para cada tipo de residuo con el fin de evaluar que el espacio definido sea suficiente para la cantidad estimada en el Complejo Pesquero Industrial CPI-Coronel.

Se analizaron las posibles ubicaciones para la zona de acopio final, teniendo en cuenta la disponibilidad de espacio, los proyectos futuros y la accesibilidad de maquinaria y camiones.

Se diseñaron espacios específicos para cada tipo de residuo con el fin de evitar la contaminación cruzada. Al diseño se incorporó un sistema de codificación para los contenedores, así como la señalización correspondiente para la correcta identificación de los residuos. Finalmente, dependiendo del tipo de residuos, se consideró la opción de utilizar elementos extra para el manejo de algunos residuos, tales como compactadoras o enfardadoras.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Análisis de la gestión previa de residuos

El análisis de la gestión de los residuos se realizó a partir de la base de datos interna de residuos correspondiente al año 2022, ya que representaba el punto de partida para el proyecto "Cero Basura a Relleno".

La Figura N° 5 muestra el porcentaje de residuos de operación generados por cada instalación en Orizon S.A. durante el año 2022. Se observa que CPI- Coronel fue la instalación que generó la mayor cantidad de residuos, alcanzando un 80% del total. Esta alta generación se debe a que el complejo pesquero es la instalación que cuenta con más procesos productivos lo que resulta en un mayor volumen de producción. Esto resalta la necesidad de poner énfasis en la gestión de residuos en esta instalación.

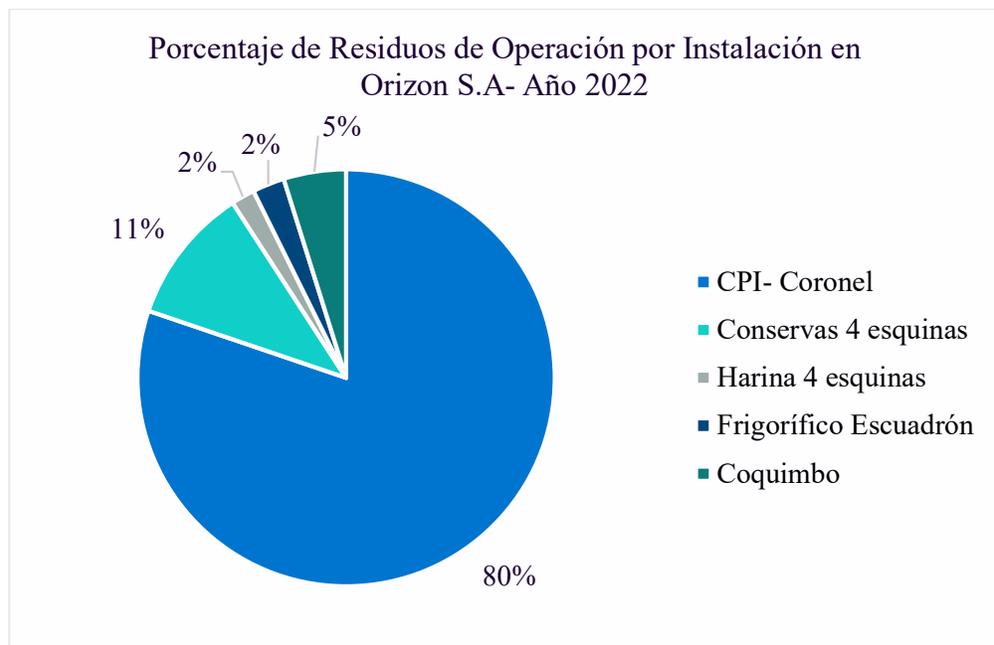


Figura N° 5: Porcentaje de residuos de operación por instalación en Orizon S.A- Año 2022

Fuente: (Elaboración Propia).

La Tabla N°4 muestra la disposición final de los residuos de operación en Orizon S.A. durante el año 2022. Se observa que el destino predominante es el relleno sanitario (39%).

Por otro lado, el reciclaje y el compostaje también son significativos con 36,9% y 15,7%, respectivamente mientras que el aprovechamiento energético, la reutilización y el reproceso contribuyen a la valorización de residuos en proporciones menores. Estas prácticas de valorización muestran un compromiso inicial con la gestión sostenible de residuos, pero la alta proporción de residuos dispuestos en relleno sanitario, junto con la disponibilidad limitada de sitios adecuados para la disposición final debido a la actual crisis de los rellenos sanitarios (Maldonado Caballero, 2023) respecto a capacidad y sostenibilidad a mediano plazo hace urgente la necesidad de implementar medidas para aumentar la valorización.

Tabla N°4: Disposición final de los residuos de operación en Orizon S.A. durante el año 2022. Fuente: Elaboración propia.

Disposición Final	Cantidad [ton]	Porcentaje
Compostaje	910,8	15,7%
Valorización energética	10,0	0,2%
Reciclaje	2136,8	36,9%
Relleno sanitario	2259,4	39,0%
Reproceso	462,9	8,0%
Reutilización	10,2	0,2%

La Figura N°6 muestra la cantidad de residuos valorizados y dispuestos en relleno sanitario por instalación durante el año 2022. CPI- Coronel es la instalación que presenta la mayor cantidad de residuos valorizados, con 2836,8 toneladas, sin embargo, también es la que presenta la mayor cantidad dispuesta en relleno sanitario, con 1807,3 toneladas. Conservas 4 Esquinas y Coquimbo muestran un patrón similar en la valorización de sus residuos (aproximadamente un 77% y 58% respectivamente). Por otro lado, Frigorífico Escuadrón y Harina 4 Esquinas presentan la cantidad más baja de residuos a valorización (29% y 16% respectivamente).

Estos resultados indican que CPI- Coronel, Conservas 4 Esquinas y Coquimbo tienen una base sólida para aumentar aún más la valorización de sus residuos, sin embargo, se hace evidente que la variabilidad en los porcentajes de valorización entre las instalaciones hace urgente la necesidad de generar una estrategia unificada que aborde los desafíos en todas las instalaciones de manera coordinada. Una estrategia unificada permitiría aprovechar y poner en práctica las acciones

positivas de gestión de residuos que se han identificado en las instalaciones con mejores niveles de valorización

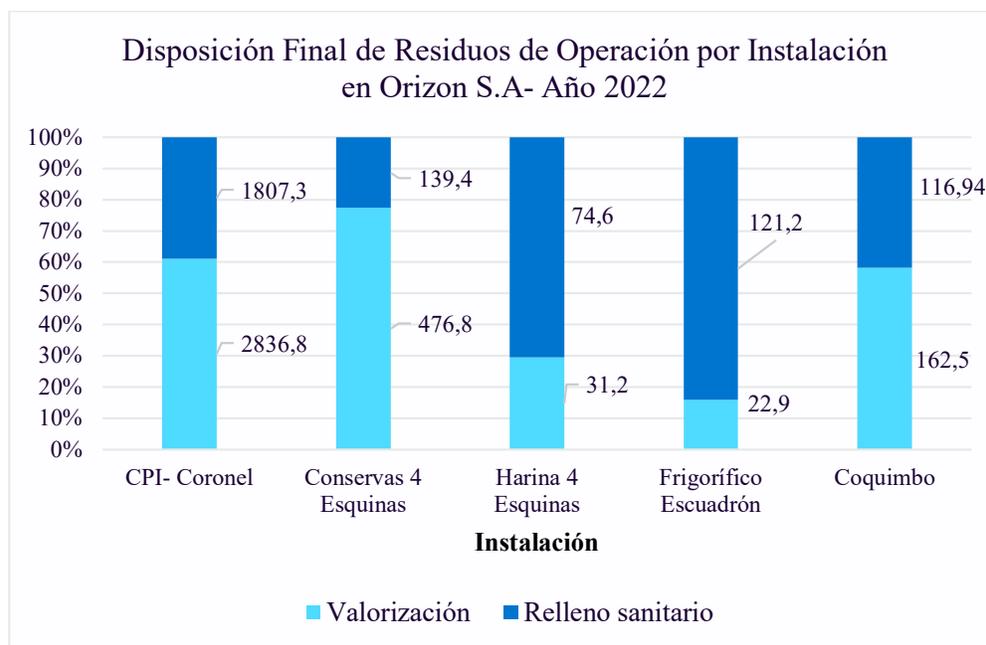


Figura N°6: Disposición Final de Residuos de Operación por Instalación en Orizon S.A- Año 2022 Fuente: (Elaboración propia).

6.2 Estimación de la cantidad de residuos generados

A continuación, se presentan la cantidad de residuos estimados a partir del consumo de insumos y el packaging del mismo, pudiéndose identificar categorías y subcategorías de acuerdo con las Tablas N°1.6 y N°1.7 en el Anexo 1. Los materiales identificados fueron madera, metal, papel y cartón, plásticos y tetrapack, además se consideró la creación de la categoría arpilleras usadas (que son reutilizables en planta, previo lavado), EPP (por sus distintas composiciones) y “Otro, que contempla insumos cuyos materiales están compuestos por más de un elemento como es el caso de las bolsas metalizadas.

6.2.1 Residuos derivados del packaging

La Figura N°7 muestra la distribución de los residuos derivados de Packaging en las distintas áreas de CPI- Coronel. Se observa que la mayor cantidad de residuos estimados corresponde al área de conservas y bodega, a su vez, el gráfico permite visualizar la contribución por área a la generación total de residuos, entregando las bases para la planificación de la gestión y estimación de los volúmenes de contenedores necesarios que se detalla en la siguiente sección.

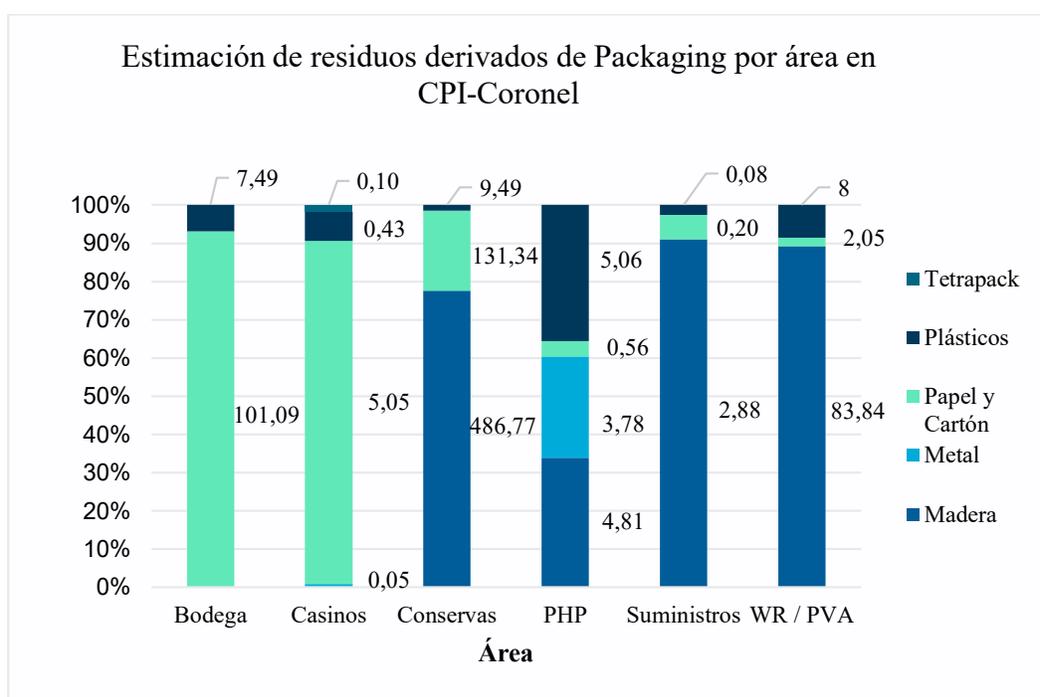


Figura N°7: Estimación de la cantidad de residuos derivados de Packaging, en toneladas, por área en CPI-Coronel. Fuente: (Elaboración propia).

Con respecto a las otras instalaciones, en la Figura N°8 se aprecian los residuos estimados para Harina 4 Esquinas. Esta gráfica muestra claramente que, en esta instalación, la mayor cantidad de residuos es madera directamente relacionada con el tipo de actividad que se desarrolla pues en esta instalación se realiza el almacenamiento de harina de pescado en maxisacos, los cuales están dispuestos sobre pallets. La Figura N°9, muestra la distribución de los residuos estimados en la

planta de etiquetados Conservas 4 Esquinas, donde también se observa que la mayor cantidad de residuos corresponde a madera, ya que esta instalación, también corresponde a almacenamiento. Las conservas son almacenadas en cajas dispuestas de manera ordenada sobre pallets, lo que explicaría que papel y cartón sea el residuo que más se genera después de madera en esta instalación.

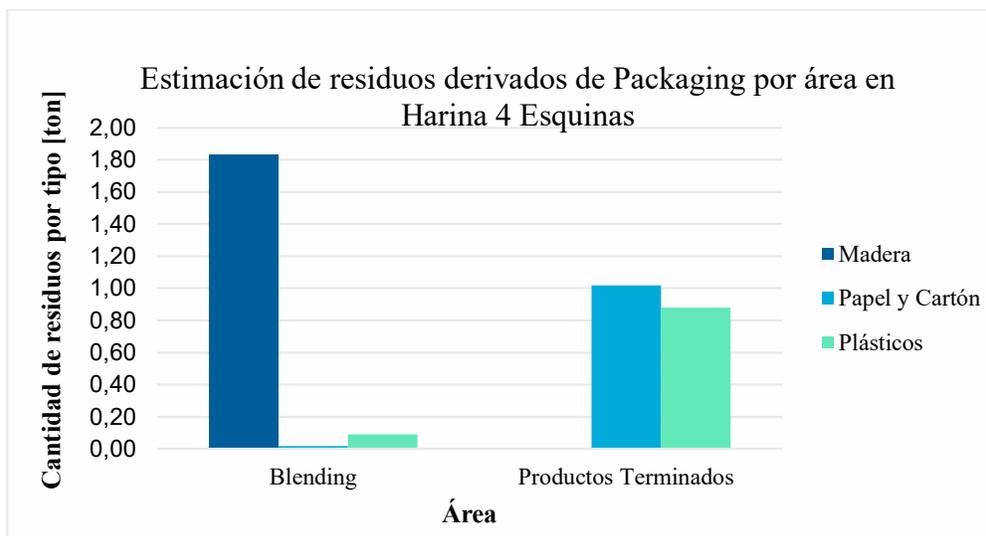


Figura N°8: Estimación de residuos derivados de Packaging por área en Harina 4 Esquinas.

Fuente: (Elaboración propia).

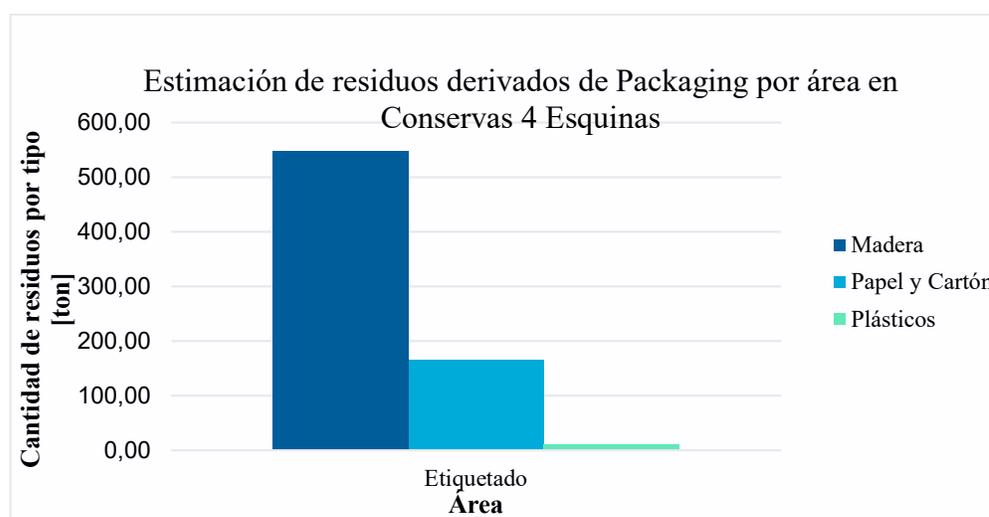


Figura N° 9 Estimación de residuos derivados de Packaging por área en Conservas 4 Esquinas. Fuente: (Elaboración propia).

La Figura N°10 muestra la estimación de los residuos potencialmente predominantes en Frigorífico Escuadrón, donde el plástico se destaca como el residuo principal con una generación anual estimada de más de 700 kg. También, se identifica una presencia importante de papel y cartón, totalizando más de 400 kg anuales, atribuible al embalaje de productos en bolsas plásticas que luego son dispuestas en cajas de cartón. Estas estimaciones destacan la importancia de la gestión de plásticos en esta instalación.

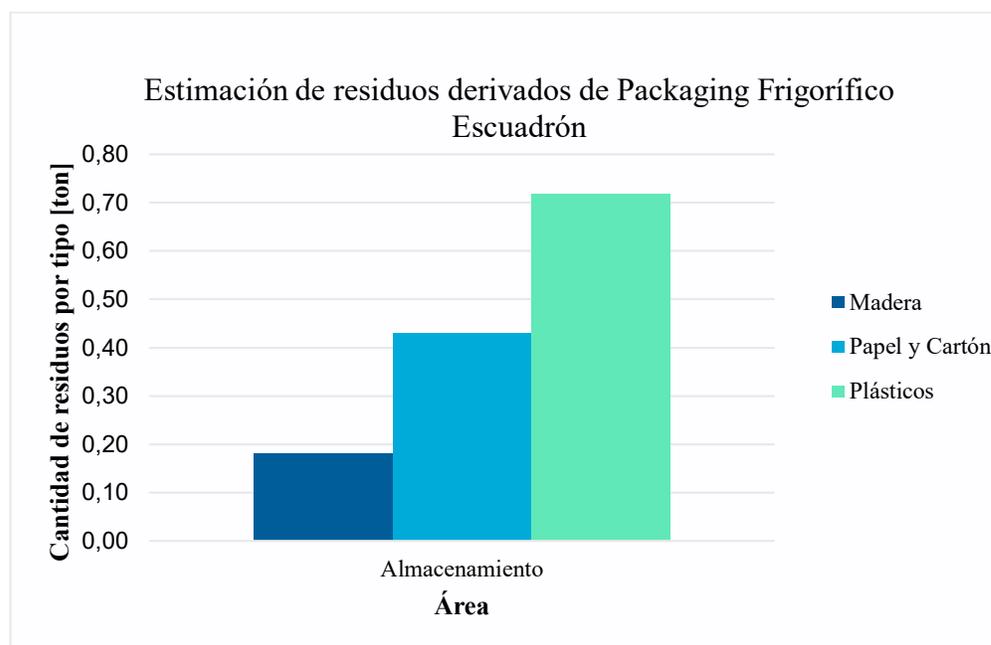


Figura N°10: Estimación de residuos derivados de Packaging Frigorífico Escuadrón.

Fuente: (Elaboración propia).

Finalmente, los residuos estimados por packaging en Coquimbo, donde sólo existe el proceso de elaboración de harina de pescado, muestran un comportamiento similar a la instalación Harina 4 esquinas, tal como se observa en la Figura N°11. Esta similitud tiene relación directa con el almacenamiento de la harina y la diferencia en la cantidad de residuos generados se debe a que en ambas instalaciones existen distintos volúmenes de producción.

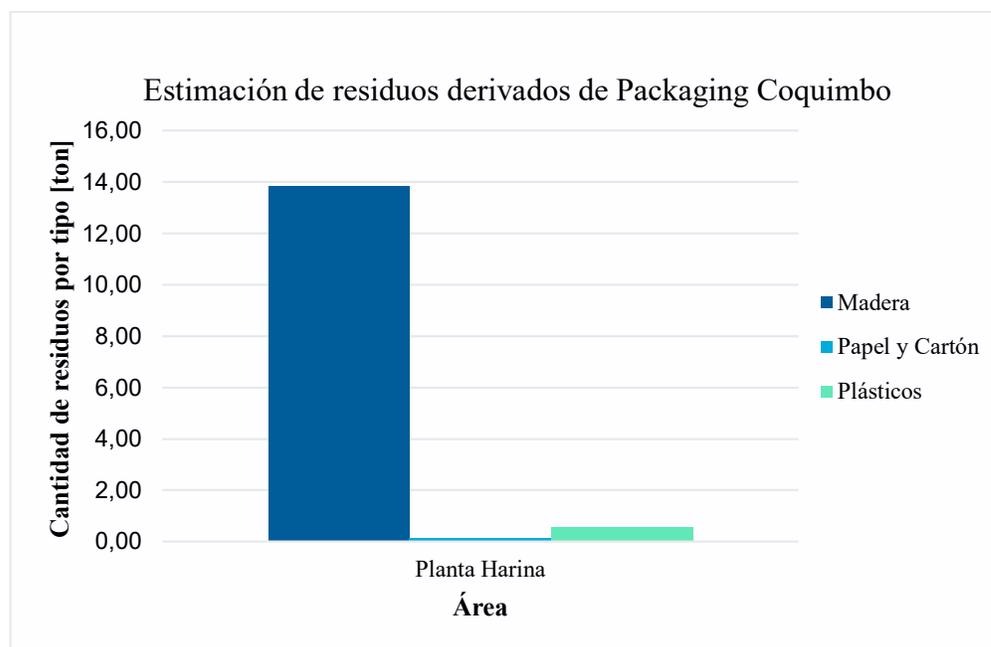


Figura N°11: Estimación de residuos derivados de Packaging Coquimbo.

Fuente:(Elaboración propia).

6.2.2 Residuos generados a partir de insumos

La cantidad de residuos generados por área en las distintas instalaciones se estimó a partir del consumo anual de insumos. En las Figuras N°12 a 16 se observa que en las plantas de consumo humano (Conservas, WR/PVA) existe un predominio en el uso de EPP debido a que el número de trabajadores es mayor que en otras áreas y, además, se tiene especial cuidado en mantener la inocuidad alimentaria. Este residuo presenta dificultades en su gestión ya que está compuesto de distintos materiales lo cual impide una segregación adecuada y un posterior tratamiento de valorización.

En CPI-Coronel se presenta una estimación de residuos derivados del consumo de EEP de aproximadamente 8 toneladas anuales distribuidas como se muestra en la Figura N°12, además se observa la generación de aproximadamente 1 tonelada de papel y 4 toneladas de arpilleras utilizadas como paños de limpieza. También, se puede observar la generación estimada de más de 2 toneladas de residuos derivados de “otros” insumos lo que implica una dificultad para la futura gestión.

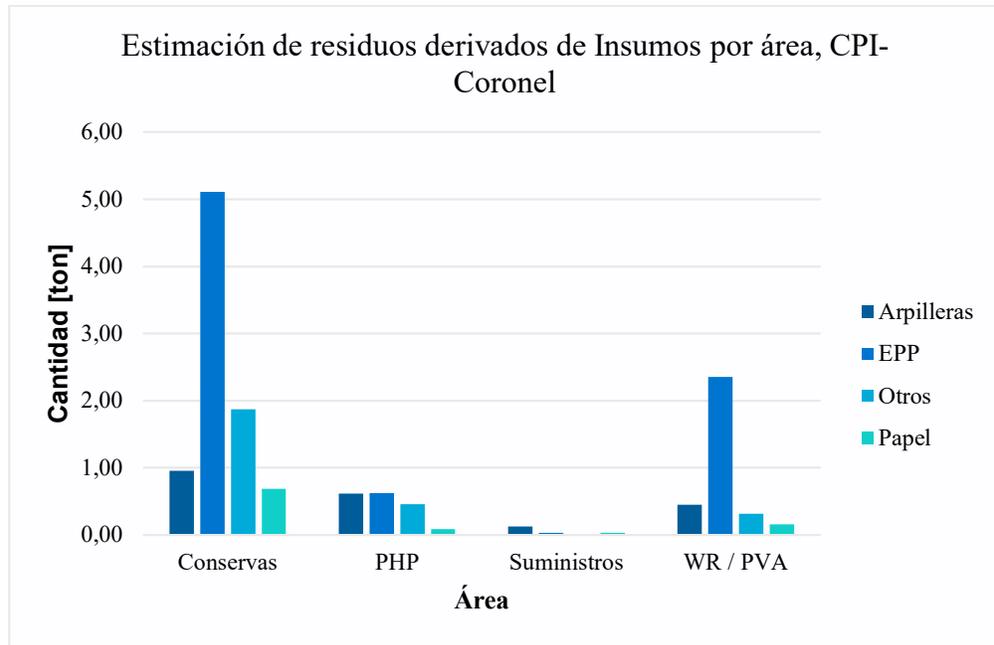


Figura N°12: Estimación de residuos derivados de Insumos por área, CPI-Coronel.

Fuente:(Elaboración propia).

Con respecto a Conservas 4 Esquinas, se calcula una generación de 1,14 toneladas de residuos derivados de insumos. De este total, 0,8 toneladas se atribuyen exclusivamente a arpilleras, mientras que los restantes residuos se dividen entre Papel (0,24 toneladas) y EPP (0,1 toneladas), como se ilustra en la Figura N°13.

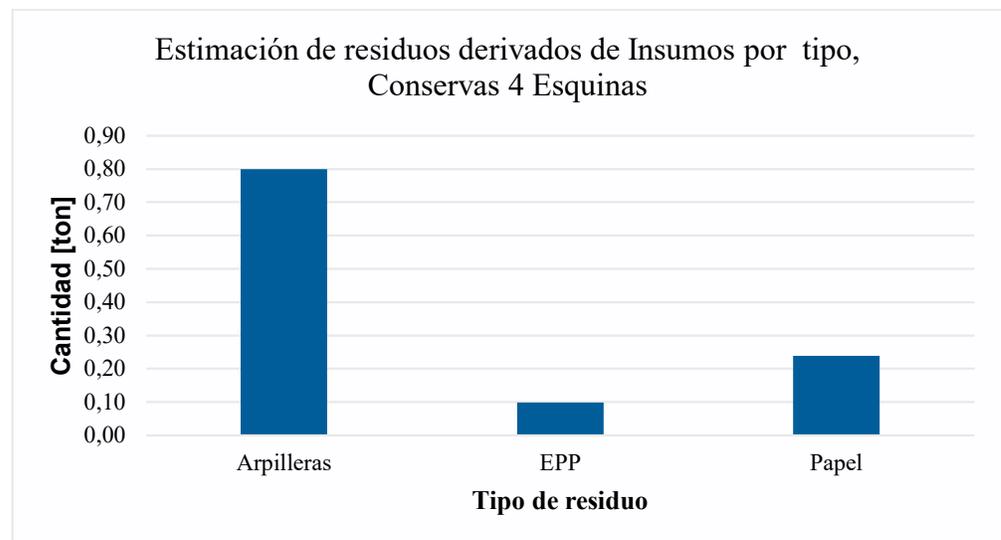


Figura N°13: Estimación de residuos derivados de Insumos por tipo, Conservas 4

Esquinas. Fuente: (Elaboración propia).

Para Coquimbo, se estima una generación de aproximadamente 790 kilos de residuos derivados de insumos al año, de los cuales la mayor parte corresponde a papel (330 kg) y arpilleras (320 kg). Los EPP y otros residuos presentan una proporción menor en la generación (120 y 20 kg respectivamente) como se muestra en la Figura N°14.

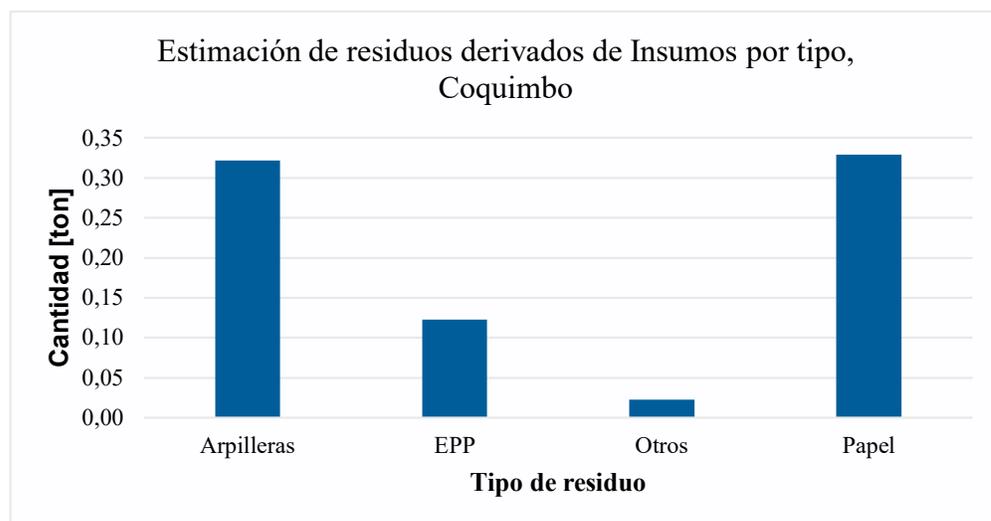


Figura N°14: Estimación de residuos derivados de Insumos por tipo, Coquimbo.

Fuente:(Elaboración propia).

En cuanto a Frigorífico Escuadrón, se observa una estimación de residuos de 480 kg anuales siendo el menor porcentaje de residuos generados por la empresa. La Figura N°15 muestra la distribución de estos residuos según su tipo.

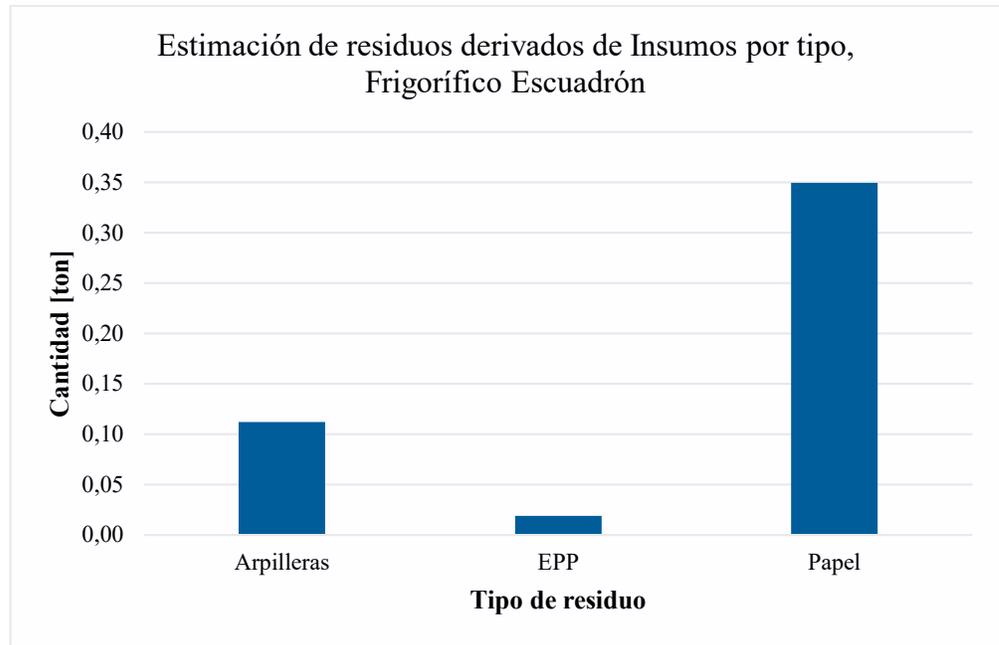


Figura N°15: Estimación de residuos derivados de Insumos por tipo, Frigorífico Escuadrón.

Fuente: (Elaboración propia).

Finalmente, se estimó un total de 1,07 toneladas de residuos derivados de insumos en Harina 4 esquinas, provenientes de *blending* y productos terminados

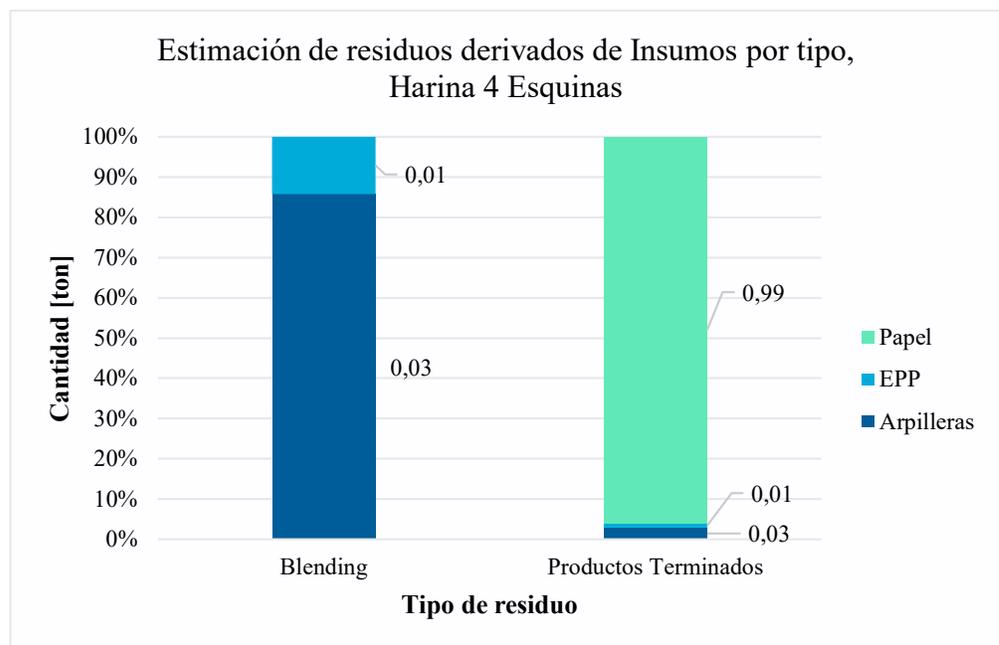


Figura N°16: Estimación de residuos derivados de Insumos por tipo, Harina 4

Fuente: Esquinas. (Elaboración propia).

6.3 Estimación de la cantidad de contenedores

La estimación de la cantidad de contenedores necesarios por área, divididos por tipo de contenedor y color, mostrada en la Tabla N°5 resume la totalidad de contenedores necesarios para la implementación del proyecto. La distribución por área se encuentra disponible en el Anexo 2.

Tabla N°5: Resumen de contenedores propuestos para la implementación del proyecto Cero Basura a relleno. Fuente: (Elaboración propia).

Tipo de contenedor	Color						Total
	Amarillo	Azul	Café	Gris	Negro	Rojo	
120 L	32	11	2	1	16	2	64
240 L	13	6	2		36	20	77
25 L					1		1
30 L		24					24
360 L	14	14	5		14		47
50 L	10	5		1	10	1	27
BIN	11	15	7	5	11		49
Estructura Madera			1				1
Estructura Metálica	8						8
Maxisaco	7						8
Pallet	1	8	2				11
Tolva				1	3		4
Tolva +compactadora					1		1
Total	96	83	19	8	92	23	322

Se decidió utilizar 8 estructuras metálicas diseñadas para el acopio de film, polietileno negro y bolsas plásticas ya que son los residuos que necesitan mayor espacio dado el volumen que presentan, y una estructura de madera para el acopio de trozos de madera derivados de pallets en mal estado. Además, se consideraron dos tolvas negras para residuos industriales no valorizables y una gris para el acopio de chatarra y tarros de hojalata, las cuales pueden ser proporcionadas por el gestor externo a cargo de la disposición final. También se considera mantener la tolva compactadora para los RSA que no puedan ser segregados.

Se establecieron zonas de acopio primario al interior de las distintas plantas y oficinas con el fin de facilitar la segregación en origen y, para el caso de CPI-Coronel, zonas de acopio transitorio para el almacenamiento temporal de estos residuos al exterior de las plantas debido a que las distancias entre los acopios primarios y final son extensas. La Figura N°17 muestra con números la ubicación de las zonas de acopio transitorio dentro de la planta.

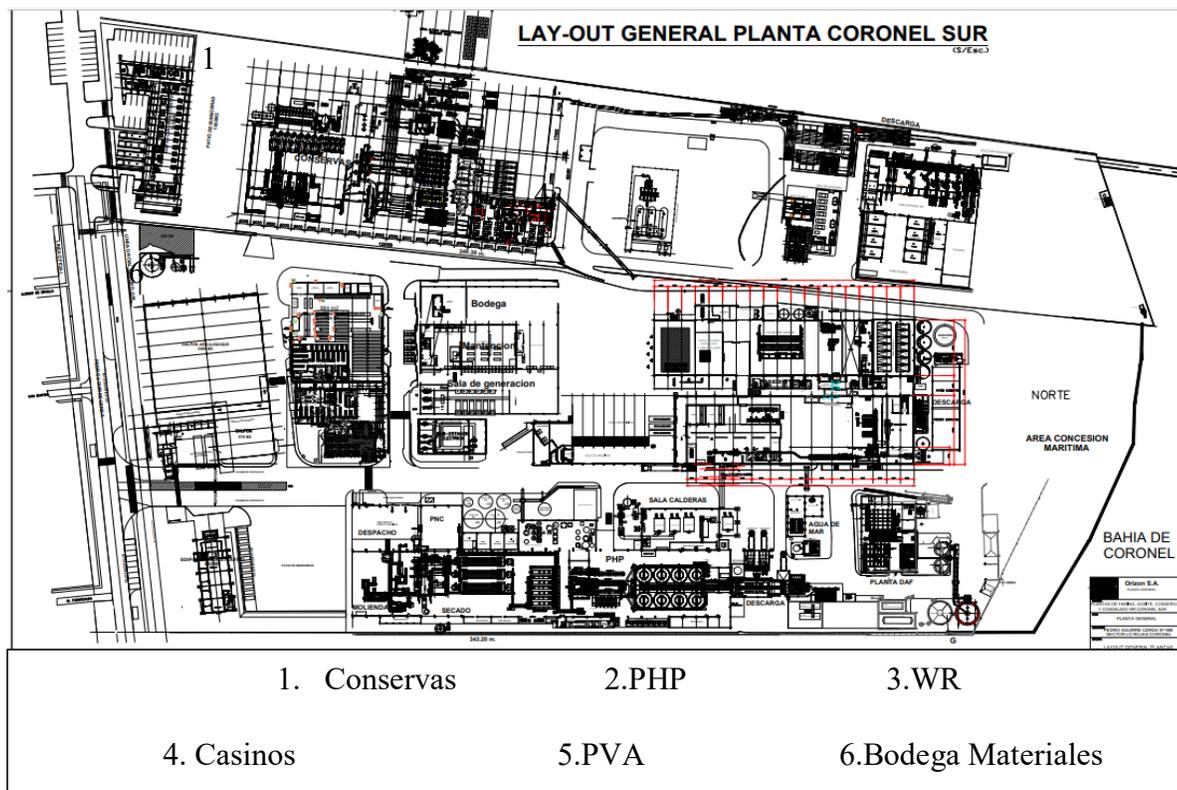


Figura N°17: Ubicación zonas de acopio transitorio CPI- Coronel.

Fuente: (Elaboración propia).

6.4 Propuesta de zona de acopio final

A partir de las visitas a terreno se evidenció que en CPI-Coronel el espacio destinado al almacenamiento de residuos era insuficiente para la implementación del proyecto, dado que actualmente solo contaba con una bodega para pallets y una bodega para acopio de cartón.

Por esta razón se elaboró una propuesta para la zona de acopio final con espacio suficiente para la segregación de los distintos residuos. Esta propuesta también incluye la distribución del espacio de forma que la grúa horquilla pueda desplazarse de manera correcta.

Dado que al momento de realizar esta Habilitación Profesional se encontraban otros proyectos planificados, el diseño está planteado sin una ubicación específica dentro de la planta.

La nueva zona de acopio final debe contar con un galpón con techo de 4,5 m de alto y pasillos de 3,7 metros de ancho con el fin de facilitar los movimientos de la grúa horquilla, además debe establecer espacios delimitados para los distintos residuos para evitar contaminación cruzada. El diseño también considera áreas específicas para almacenamiento de pallets en buen estado (que pueden ser reutilizados para acopio de otros residuos o en bodega de residuos peligrosos) y pallets en mal estado destinados a reciclaje. Al exterior de la bodega deben instalarse las tolvas y compactadoras para residuos industriales, RSA y chatarra para facilitar la logística de retiro en camiones. El diseño estándar presentado en la Figura N° 18 cuenta con varias opciones de entrada ya que el acceso al galpón dependerá de la ubicación de este.

Por último, se propuso la incorporación de una balanza para residuos y una enfardadora para plásticos dentro del galpón con el fin de optimizar el espacio disponible y mantenerlo ordenado.

6.5 Propuesta de sistema de gestión

A continuación, se presenta el sistema de gestión propuesto para la implementación del proyecto “Cero Basura a Relleno” ejemplificado en el caso específico de papel y cartón generado en bodega de materiales de CPI-Coronel.

6.5.1 Identificación de puntos de generación.

La Figura N°18 muestra el diagrama que identifica las zonas de generación de residuos.

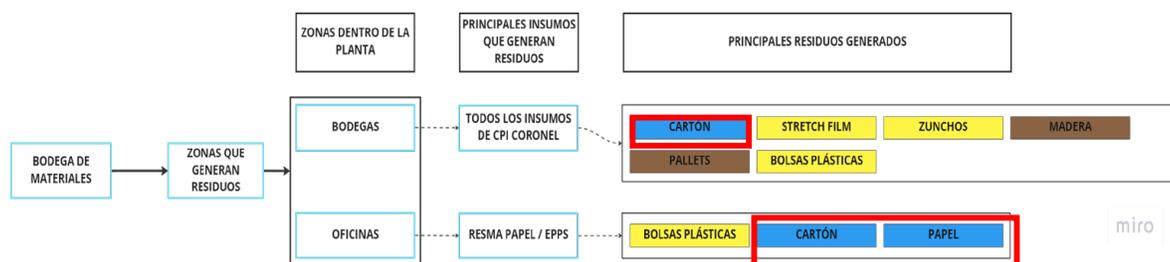


Figura N° 18: Diagrama de generación de residuos bodega de materiales CPI-Coronel.

Fuente: (Orizon S.A).

6.5.2 Cuantificación de la generación

A partir de packaging se estimó una generación de 101,1 ton/año de papel y cartón, además no se presenta compra de insumos de esta categoría en esta área.

6.5.3 Selección de ubicación y tamaño de contenedores adecuados

i. Ubicación de los contenedores

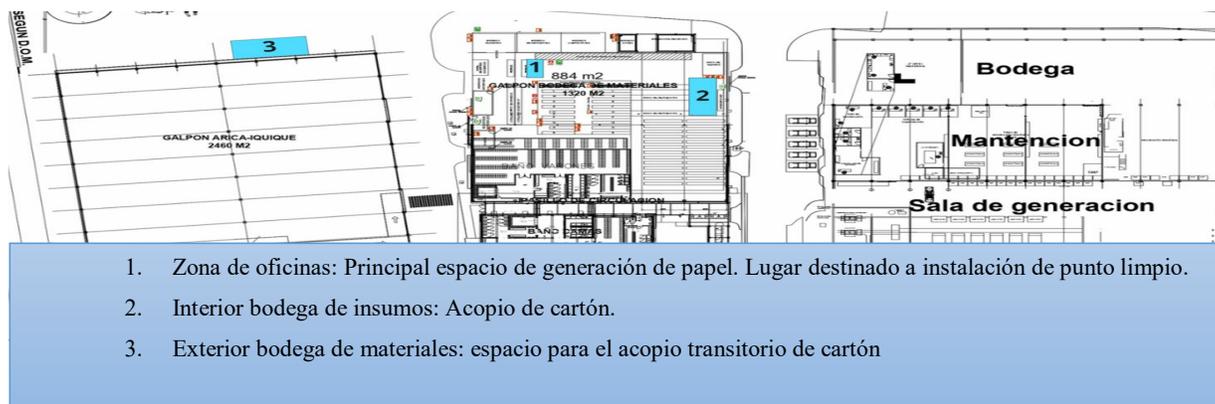


Figura N°19: Ubicación de contenedores en bodega de materiales CPI-Coronel. Fuente:

(Elaboración Propia).

ii. Tamaño de contenedores

Se seleccionaron los contenedores adecuados para la correcta gestión de papel y cartón tal como se ve en la Tabla N°8. Los contenedores de 30L se destinaron al acopio de papel en las oficinas y al interior de bodega se dispuso un contenedor de 120 L en pasillo y un pallet para acopio de cartón en láminas. Para el acopio transitorio se seleccionó un BIN ya que facilita el traslado del material a la zona de acopio final. Por el tipo de material, todos los contenedores son de color Azul.

Tabla N°6: Contenedores necesarios para el acopio de papel y cartón, Bodega de Materiales CPI-Coronel. Fuente: (Elaboración propia)

Tipo de contenedor por acopio	Cantidad
Acopio Primario	5
120 L	1
30 L	3
Pallet	1
Acopio Transitorio	1
BIN	1
Total	6

6.5.4 Traslado desde puntos de acopio primario a transitorio y zona de acopio final.

Por los tipos y tamaños de contenedores, estos deben ser trasladados con grúa horquilla por el personal a cargo de la gestión interna.

El diagrama de flujo para esta operación es el siguiente:

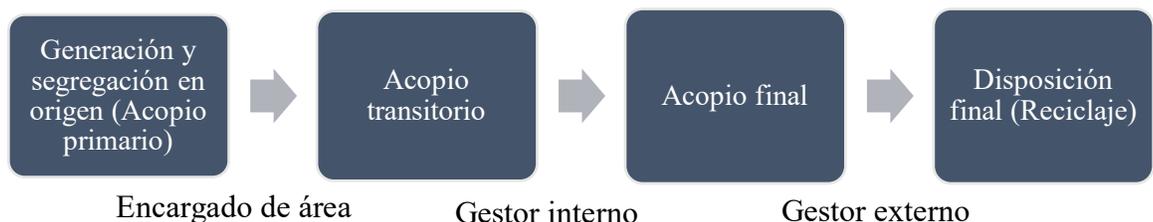


Figura N°20: Diagrama de flujo de gestión de residuos en Orizon S.A.

Fuente: (Elaboración propia).

6.5.5 Selección de gestor externo adecuado

Se evalúa, dentro de las opciones disponibles el gestor adecuado para traslado y disposición final, considerando aspectos como disponibilidad, costos de traslado y que cuente con la resolución sanitaria correspondiente. El gestor externo debe entregar, para el cumplimiento normativo, los certificados de disposición final. Estos acreditan que los residuos fueron gestionados de manera adecuada y dispuestos en sitios de reciclaje (para el caso del cartón).

6.5.6 Traslado a disposición final.

Una vez seleccionado el gestor, este hace retiro del cartón y lo entrega a empresa a cargo del reciclaje.

Este sistema de gestión se realizó de igual forma para cada uno de los residuos estimados.

7 . CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

7.1 Conclusiones

Se realizó una evaluación de la situación inicial de gestión de residuos satisfactoria gracias a la colaboración de los trabajadores en distintas las etapas del proceso productivo donde se generan los de residuos y la accesibilidad a las distintas bases de datos generación de residuos de la empresa.

Se logró realizar una buena estimación de los residuos generados en las distintas plantas a partir de los insumos y el packaging para el caso en el que no había datos de los residuos generados. Esta estimación es la línea de base para la futura gestión de los residuos.

Se estimó una cantidad cercana a 320 contenedores para 7 tipos de residuos y sus respectivos colores de contenedores, incorporando la mayor parte de residuos generados en las distintas plantas de Orizon.

El diseño para la zona de acopio final con los requerimientos estudiados fue aprobado, sin embargo, no es posible implementarlo en las condiciones actuales de la planta. Los encargados de proyecto están decidiendo la ubicación de este.

7.2 Recomendaciones

Intensificar acciones que ayuden a generar una cultura de conciencia ambiental en el personal de Orizon, tales como capacitaciones, charlas informativas y talleres sobre la importancia de una gestión de residuos responsable y su impacto en el medioambiente.

Establecer un sistema de seguimiento y monitoreo constante de los avances para determinar desafíos o áreas que necesiten ajustes con el fin de realizar mejoras continuas.

Involucrar al área de compra y suministros para disminuir el consumo de packaging, explorando la posibilidad de realizar compra de insumos a granel, con embalaje reciclable o compostable o disminuyendo la cantidad de material.

Establecer pautas para la gestión sostenible de envases y embalajes en la cadena de suministro, así como fomentar la devolución y reutilización de productos.

Realizar un análisis de beneficios económicos derivados de la implementación del proyecto, como ahorros en costos de disposición para respaldar aún más la viabilidad y rentabilidad del proyecto.

8. REFERENCIAS

- AMRBB. (2021). *Plantean urgencia en la búsqueda de soluciones ante colapso de Rellenos Sanitarios.*
- Aranda, M., Casas-Cordero, E., & Stack, I. (2018). *ESTABLECIMIENTO DE LAS CONDICIONES NECESARIAS PARA EL TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN DE DESECHOS GENERADOS POR ACTIVIDADES DE ACUICULTURA.* www.greentouch.cl
- Cabrera, M. (2023). Totalidad de los vertederos en la región de Coquimbo ya cumplieron su vida útil. *Biobiochile.Cl.* <https://www.biobiochile.cl/noticias/nacional/region-de-coquimbo/2023/04/03/totalidad-de-los-vertederos-en-la-region-de-coquimbo-ya-cumplieron-su-vida-util.shtml>
- CEMPRE. (1998). *Residuos Sólidos Urbanos.*
- Comisión Europea. (2021). *Waste hierachy.*
- Gonzáles Farfan, C. (2023). Crisis de la basura: la bomba de tiempo que amenaza al sur de Chile. *País Circular.*
- Hoffmann, A. (2018). *Guía de Educación Ambiental y Residuos.*
- Kant, A. (2021). *Promoting Behaviour Change for Strengthening Waste Segregation at Source.*
- Maldonado Caballero, C. (2023). Gobierno crea Comisión Interministerial para hacer frente a la crítica situación de los rellenos sanitarios y vertederos. *País Circular.*
- Méndez, P., Arcos, J., Ureta, R., & Freytez, E. (2023). *SISTEMAS DE TRATAMIENTO Y VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS.*

- Ministerio de Economía Fomento y Turismo. (2021). *Decreto 64*.
- Ministerio de Salud. (2003). Decreto 148. In *Decreto* (Vol. 148). <https://bcn.cl/2b2ng>
- Ministerio de Salud. (2008). *Decreto 189*.
- Ministerio del Medio Ambiente. (1994). *Ley Marco para la Gestión de Residuos, la Responsabilidad Extendida del Productor y Fomento al Reciclaje. Ley N°20.920*. <https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2015/06/Ley-REP-Ley-No20920.pdf>
- MINSAL. (1968). *Decreto 725*.
- MINSAL. (2000). *Decreto 594*.
- MINSAL. (2016). *Ley 20920*.
- Orizon. (2021). *Programa de Aseguramiento de la calidad*.
- Peñarubia, O. (2021). *Fish By-Products Utilization, Getting More Benefits from Fish Processing*.
- Picco, P. (2021). *ANÁLISIS DE LA GENERACIÓN Y VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS DE PAPEL Y CARTÓN EN LIMA METROPOLITANA*. UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA.
- Reporte del Estado del Medio Ambiente. (2022). *Reporte del Estado del Medio Ambiente 2022*.
- Romero Salvador, A. (n.d.). *INCINERACION de RESIDUOS SOLIDOS URBANOS*.
- Suárez-Espinoza, K., & Benavides Vindas, S. (2021). *Desafíos de la política pública para el desarrollo de la Región Pacífico Central de Costa Rica*.
- SUBPESCA. (2020). *Decreto 64*.

8 ANEXOS.

ANEXO 1: Caracterización de insumos y *packaging*.

Tabla N° 1.7: Clasificación de los elementos de *packaging* según material.

Fuente:(Elaboración Propia).

Packaging	Material
Bidones plásticos	Plástico
Bolsas de Papel	Papel
Bolsas Plásticas	Plástico
Bolsas Plásticas Metalizadas	Otro
Botellas plásticas	Plástico
Caja Plástica	Plástico
Cajas cartón	Cartón
Cartón	Cartón
Cilindros Cartón	Cartón
Envase Plástico Yogurt	Plástico
Film	Plástico
Lámina cartón 124 x 125	Cartón
Lámina cartón 80 x 120	Cartón
Láminas de Cartón otros tamaños	Cartón
Lata	Metal
Maxisacos	Plástico
Pallet Madera	Madera
Plástico Etiquetas	Plástico
Otros Plásticos	Plástico
Sacos 25	Plástico
Tarros Conserva	Metal
Tetrapack	Tetrapack
Tineta Plástica	Plástico
Zunchos	Plástico

Tabla N°1.8: Caracterización de Insumos según tipo de Material.

Fuente: (Elaboración Propia).

Insumo	Material
Arpillera 3m trapo limpieza color	Arpillera
Brochas	Otro
Buzo blanco desechable	EPP
Cubre calzado desechable	EPP
Disco corte	Otro
Escobillón plástico	Otro
Esponja limpieza parrillas	Otro
Gorros desechables blancos	EPP
Guante andel thermoprene 18	EPP
Guante anticorte microfibra	EPP
Guante anticorte spidercut 5 HDPE	EPP
Guante corto cabritilla natural	EPP
Guante hilo c/pigmentación	EPP
Guante hilo s/pigmentación	EPP
Guante latex bicolor	EPP
Guante malla acero stg gu-500	EPP
Guante nitrilo atlas showa 720r	EPP
Guante nitrilo c/forro algodón nsk 26	EPP
Guante nitrilo heavy duty	EPP
Guante nitrilo showa atlas 772 65 cm.	EPP
Guante nitrilo verde jackson g	EPP
Guante PVC dynatril	EPP
Guante quirúrgico nitrilo azul	EPP
Guante redline profesional	EPP
Guantes quirúrgicos	EPP
Lijas	Otro
Manguillas plásticas	EPP
Manta plástica desechable 80	Otro
Mascara desechable 3 pliegues	EPP
Paño limpieza abrasivo verde	Otro
Pchera de PVC	EPP
Pilas	Otro
Resma papel carta / oficio	Papel
Tellerete polipropileno 2 día	Otro
Virutilla fina mediana grado 2	Otro

ANEXO 2: Detalle de contenedores necesarios por instalación.

Tabla N° 2.9: Contenedores propuestos CPI-Coronel.

Fuente: (Elaboración propia).

Tipo de contenedor/Área	Cantidad por color						Total
	Amarillo	Azul	Café	Gris	Negro	Rojo	
Administración							1
30 L		10					0
360 L					1		1
Bodega Materiales							6
120 L	1	1			2		4
240 L	1						1
30 L		3					3
360 L	1				2		3
50 L	1						1
BIN	1	1	1				3
Pallet		1					1
Exterior Casinos							1
120 L	1		2				3
240 L					1		1
360 L		1					1
50 L	1			1	4		6
Casino 1							3
120 L				1			1
360 L			1		1		2
Casino 2							2
120 L	1						1
360 L		1					1
Conservas							43
120 L	4	6					10
240 L	8	1			4		13
30 L		2					2
50 L					2		2
BIN	4	2	1	2	3		12
Pallet		3	1				4
Mantención Planta							13
120 L	1				1		2
240 L						5	5
30 L		1					1
360 L					2		2
BIN		1		1	1		3

Mantenimiento Flota							15
240 L					3	6	9
25 L					1		1
30 L		1					1
50 L					2		2
BIN				1	1		2
PHP							25
120 L	2	1			2		5
240 L	1				1		2
30 L		1					1
360 L	4	2			3		9
50 L		1					1
BIN				1	1		2
Maxisaco	3						3
Pallet		2					2
PVA							25
120 L	8				4		12
240 L		1			3		4
30 L		1					1
360 L	1	3					4
BIN	1		1		2		4
Sector Playa							20
BIN	4	8			2		14
Estructura Metálica	2						2
Pallet			1				1
Tolva				1	1		2
Tolva + compactadora					1		1
Suministros							6
120 L	3						3
240 L					2		2
30 L		1					1
WR							26
120 L	4	1					5
240 L					3		3
30 L		1					1
360 L	2						2
50 L	7	1					8
BIN		2	4		1		7
Total	216						

Tabla N°2.10: Contenedores propuestos Conservas 4 Esquinas.

Fuente: (Elaboración propia).

Tipo de contenedor	Cantidad por color					
	Amarillo	Azul	Café	Negro	Rojo	Total
120 L	3	2				5
240 L		1		8	3	12
30 L		1				1
360 L	2	1	1	1		5
50 L				1		1
Estructura Metálica	6					6
Pallets		1				1
Tolva				1		1
Total	32					

Tabla N°2.11: Contenedores propuestos Harina 4 Esquinas.

(Fuente: Elaboración propia).

Tipo de contenedor	Cantidad por color				
	Amarillo	Azul	Café	Negro	Total
120 L	3			1	4
240 L				2	2
360 L	2	1	1	1	5
50 L		1			1
BIN	1	1			2
Maxisaco	4				4
Total	18				

Tabla N°2.12: Contenedores propuestos Frigorífico escaudrón.

Fuente: (Elaboración propia).

Tipo de contenedor	Cantidad de contenedores por color				
	Amarillo	Azul	Café	Negro	Total
120 L				2	2
240 L			1	2	3
30 L		2			2
360 L	1	1	2		4
50 L				1	1
Estructura Madera			1		1
Pallet	1	1			2
Tolva				1	1
Total	16				

Tabla N°2.13: Contenedores propuestos Coquimbo.

Fuente: (Elaboración propia).

Tipo de contenedor	Cantidad de contenedores por Color					
	Amarillo	Azul	Café	Negro	Rojo	Total
120 L	1			4	2	7
240 L	3	3	1	7	6	20
360 L	1	4		3		8
50 L	1	2			1	4
Maxisaco						1
Total	40					