



FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE
CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

PROPUESTA DE RECICLAJE
PARA LAS MASCARILLAS DESECHABLES, EMPLEADAS DURANTE
LA CONTINGENCIA COVID-19 EN LA COMUNA DE VILLA ALEMANA.

TRABAJO DE TITULACIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERA AMBIENTAL

AUTORA: FLAVIA GARDEN ARANCIBIA LÜTTGES
PROFESOR GUÍA: HUGO DÍAZ MURILLO.

Diciembre, 2021.

AGRADECIMIENTOS

“A estas alturas del año, solo me queda darles las gracias a mis amigas, amigos y mi madre por muchas veces creer más en mis capacidades de lo que yo misma creía, sobre todo a Jonny por darme la fuerza y decirme que yo podía con todo, y que lograría ser capaz de realizar este trabajo de titulación en un momento tan difícil. También quisiera darle las gracias a mi profesor guía por tenerme la paciencia de hacer todo a última hora, y desvelarse conmigo en más de una oportunidad. Y sobre todo darle las gracias a Dios, los arbolitos, los pajaritos, al medio ambiente en sí, que fue mi mayor motivación para sacar adelante esta carrera universitaria, ya que por ella lo hago todo, porque no existe nada más puro y noble que nuestro entorno natural, y me siento en el deber de dar todo de mí para protegerlo y cuidarlo.”

RESUMEN

La pandemia causada por el virus SARS-COV-2 generó una crisis sanitaria a nivel mundial y nacional. Debido a la facilidad de transmisión, el Ministerio de Salud (MINSAL) estableció un decreto que hace obligatorio el uso de mascarillas desechables en la vía pública y en medios de transporte. De la misma forma, la comuna de Villa Alemana estableció una Ordenanza Municipal dónde se hace obligatorio el empleo de éstas, y producto de la poca conciencia medioambiental que posee la población, sumado a un inexistente sistema de reciclaje, parte de las calles y cerros se han visto afectados por la acumulación de estos residuos.

La implementación de un sistema de reciclaje se vuelve indispensable para la solución de esta problemática. El presente trabajo consistió en la elaboración de una propuesta de reciclaje para las mascarillas desechables empleadas durante la contingencia COVID-19 en la comuna de Villa Alemana.

Como primer paso, se cuantificó la cantidad de mascarillas desechadas empleadas de forma diaria por los habitantes de la comuna, obteniéndose un total de 0,7 toneladas por día, y estimándose un total de 412,8 toneladas desde el inicio de la pandemia (2020). Además, en base a diferentes criterios se procedió a identificar el método de reciclaje para las mascarillas más adecuado, siendo éste el reciclaje mecánico. Finalmente se elaboró un plan de reciclaje para ser integrado en la gestión municipal, contemplándose mayoritariamente actividades de educación ambiental a nivel social y en conjunto se estimó que el costo de la inversión inicial del plan sería de 3110,34 UF.

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	MARCO TEÓRICO	3
2.1	<i>Historia del uso de las mascarillas</i>	3
2.2	Composición de las mascarillas desechables.....	4
2.3	COVID-19.....	7
2.3.1	Caracterización de la comuna de Villa Alemana	8
2.4	Desechos COVID-19	10
2.5	Reciclaje COVID-19.....	12
2.6	Procesos de reciclaje identificados.....	13
2.6.1	Pirólisis (reciclaje químico o termoquímico).....	13
2.6.2	Reciclaje mecánico	14
3.	PROBLEMA.....	21
4.	OBJETIVOS	22
5.	METODOLOGÍA.....	23
	Etapa 1: Estimación de cantidad de mascarillas desechables utilizadas.....	23
	Etapa 2: Método de reciclaje más adecuado para la comuna de Villa Alemana.	26
	Etapa 3: Formulación del plan de reciclaje de mascarillas desechables.....	28
6.	Resultados	32
6.1	Estimación población actual.....	32
6.2	Resultados de la Encuesta	33
6.3	Empleo de mascarillas desechables	37
6.5	Reciclaje de las mascarillas desechables a nivel nacional.....	40
6.6	Comparaciones generales entre métodos de reciclaje	41
6.6.1	Reciclaje termoquímico (Pirólisis)	41
6.6.2	Reciclaje mecánico	44
6.6.3	Tabla comparativa pirólisis vs mecánico.....	47
6.7	Aplicabilidad del método de reciclaje a la Comuna de Villa Alemana	47

6.8 Plan de reciclaje insertado en la comuna de Villa Alemana.....	49
6.8.1 Primera etapa del plan (proceso de inicio)	49
6.8.2 Segunda etapa del plan (ejecución)	56
6.8.3 Tercera etapa del plan (proceso de finalización)	59
6.8.4 Carta Gantt	62
6.9 Evaluación económica del plan	63
6.9.1 Cotización del plan de reciclaje	63
6.9.2 Flujo de caja	64
6.9.3 Valor Actual Neto (VAN)	65
7. DISCUSIÓN	67
8. CONCLUSIÓN	73
9. REFERENCIAS	75
10. ANEXOS.....	86
ANEXO N°1: Número de votos obtenidos por respuesta en encuesta realizada.	86
ANEXO N°2: Especificaciones técnicas y cotizaciones de los diferentes equipos para la planta de pirólisis.....	87
ANEXO N°3: Especificaciones técnicas y cotizaciones de los diferentes equipos para la planta de reciclaje mecánico.	89
ANEXO N°4: Consultas a Expertos.	91

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1: Propiedades físicas polipropileno.....	6
Tabla 5.1: Encuesta realizada	24
Tabla 5.2: Costos asociados a material y equipo.....	26
Tabla 5.3: Costos asociados a la mano de obra.....	27
Tabla 5.4: Cronograma propuesto.....	30
Tabla 5.5: Costos de los materiales necesarios para el plan de reciclaje.....	30
Tabla 6.1: Recopilación datos del INE	32
Tabla 6.2: Población total proyectada 2017-2021	32
Tabla 6.3: Población total proyectada de hombres y mujeres 2017-2021	33
Tabla 6.4: Resultados población estimada que usa mascarilla desechable.....	38
Tabla 6.5: Resultados de cantidad de individuos que usan mascarilla desechable según su uso diario.	38
Tabla 6.6: Resultados cantidad de mascarillas diarias utilizadas.	38
Tabla 6.7: Días totales desde Resolución Exenta promulgada hasta la fecha actual.....	39
Tabla 6.8: Total de mascarillas desechables empleadas hasta la fecha actual en comuna de Villa Alemana.....	39
Tabla 6.9: Cotización dentro del plano nacional para planta de pirólisis	41
Tabla 6.10: Cotización internacional de planta de pirólisis.....	42
Tabla 6.11: Cotización mano de obra planta de pirólisis	42
Tabla 6.12 Cotización nacional para reciclaje mecánico	44
Tabla 6.13: Cotización internacional para planta de reciclaje mecánico	45
Tabla 6.14: Valorización mano de obra planta de reciclaje mecánico.....	45
Tabla 6.15: Tabla comparativa entre métodos de reciclajes analizados	47
Tabla 6.16: Usos de suelos permitidos con categoría industrial en Villa Alemana.....	47
Tabla 6.17: Legislación ambiental aplicable al método de reciclaje mecánico.....	49
Tabla 6.18: Criterios para la elaboración de un EIA o DIA.....	51
Tabla 6.19: Localización de puntos limpios	52
Tabla 6.20: Actividades previas al plan de reciclaje mecánico en la comuna.....	55

Tabla 6.21: Recomendaciones para alargar vida útil de trituradora.....	60
Tabla 6.22: Recomendaciones para alargar la vida útil de una extrusora-peletizadora.....	60
Tabla 6.23: Carta Gantt de plan de reciclaje	62
Tabla 6.24: Cotización de los materiales necesarios para las actividades del plan de reciclaje	63
Tabla 6.25: Costos por mano de obra del plan de reciclaje	64
Tabla 6.26: Flujo de caja	65
Tabla 6.27: Calculo de VAN.....	66

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Traje de protección contra peste negra	3
Figura 2.2: Tipos de mascarillas.....	4
Figura 2.3: Elementos de una mascarilla desechable quirúrgica	5
Figura 2.4: Localización geográfica de la comuna de Villa Alemana	9
Figura 2.5: Distribución etaria de la población de Villa Alemana	9
Figura 2.6: Diagrama del reciclaje mecánico para las mascarillas desechables.....	14
Figura 2.7:Esquema Molino de Martillos	16
Figura 2.8:Esquema general Molino de Cuchillas	17
Figura 2.9:Diseño genérico de una máquina extrusora	18
Figura 2.10: Pellet tipo filamento.....	19
Figura 2.11: Pellets por anillo de agua	20
Figura 2.12: Pellets tipo esféricos.....	20
Figura 5.3: Criterios para la selección de normativa ambiental aplicable	29
Figura 6.1: Porcentaje de resultados género.	34
Figura 6.2: Porcentaje resultados rango de edad.	34
Figura 6.3: Porcentaje tipo de mascarillas usadas	35
Figura 6.4: Porcentaje tiempo de uso mascarilla	35
Figura 6.5: Porcentaje mascarillas diarias usadas	36
Figura 6.6: Porcentaje del lugar de eliminación.	36
Figura 6.7: Porcentaje disposición de reciclaje	37
Figura 6.8: Horno eléctrico esterilizador	41
Figura 6.9: Planta de pirólisis.....	42
Figura 6.10: Horno eléctrico esterilizador	44
Figura 6.11: Trituradora.....	44
Figura 6.12: Peletizadora-Extrusora	45
Figura 6.13: Posible ubicación de planta de reciclaje	48
Figura 6.14: Posibles ubicaciones de la planta de reciclaje, asignadas con la simbología EX- I2	48

Figura 6.15: Unidades Vecinal de Villa Alemana	52
Figura 6.16: Localización de puntos limpios en la comuna de Villa Alemana	54
Figura 6.17: Contenedor para los puntos limpios	56
Figura 6.18: Bolsas para residuos especiales	57
Figura 6.19: Prototipo de diseño de cartel para puntos limpios.....	57
Figura 6.20: Vehículo propuesto para el retiro de las mascarillas desechables	58

LISTADO DE ACRÓNIMOS

- ASIPES: Asociación de Industriales Pesqueros
- DAM: Dirección Ambiental Municipal
- EPP: Equipos de Protección Personal
- FPA: Fondos de Protección Ambiental
- IGV: Irradiación Germicida Ultravioleta
- IMVA: Ilustre Municipalidad de Villa Alemana
- INE: Instituto Nacional de Estadísticas
- MINSAL: Ministerio de Salud
- MMA: Ministerio del Medio Ambiente
- OMS: Organización Mundial de la Salud
- PP: Polipropileno
- PRC: Plan Regulador Comunal
- REAS: Residuos de Establecimientos de Atención de Salud
- SEA: Servicio de Evaluación Ambiental
- SEC: Superintendencia de Electricidad y Combustible
- SEIA: Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental
- SII: Servicio de Impuestos Internos
- TC: Tasa de Crecimiento Poblacional
- UDT: Unidad de Desarrollo Tecnológico
- VAN: Valor Actual Neto

GLOSARIO

- Industria peligrosa: Aquéllas que por su alto riesgo potencial permanente y por la índole eminentemente peligrosa, explosiva o nociva de sus procesos, materias primas, productos intermedios o finales pueden llegar a causar daño de carácter catastrófico a la salud humana o a la propiedad, en un radio que exceda considerablemente el propio predio.
- Industria contaminante: Aquéllas que por su destinación o por las operaciones o procesos que en ellas se practican, dan lugar a vertidos, desprendimientos, emanaciones, trepidaciones, ruidos, etc. que pueden llegar a alterar el equilibrio del medio ambiente, que perjudiquen directa o indirectamente la salud humana u ocasionen daños a los recursos naturales.
- Industria molesta: Aquéllas cuyo proceso de extracción, tratamiento de insumos, fabricación o almacenamiento de materias primas o productos finales que, pueden atraer insectos o roedores; producir ruidos y vibraciones; provocar excesivas concentraciones de tránsito o estacionamientos en las vías de uso público; causando con ello molestias que se prolonguen a cualquier período del día o de la noche.
- Industria inofensiva: Aquéllas que no producen daños ni molestias a la comunidad, personas y/o entorno o que controlan y neutralizan siempre dentro del propio predio e instalaciones todos los efectos del proceso productivo, resultando éste inocuo.

1. INTRODUCCIÓN

A fines del año 2019 en la ciudad de Wuhan China surgió un brote de un nuevo virus, denominado SARS-CoV-2, generando una enfermedad respiratoria aguda denominada comúnmente como COVID-19. Esta enfermedad fue declarada pandemia global el 11 de Marzo del año 2020, provocando una crisis sanitaria de gran envergadura. Este virus patógeno tendría la capacidad de poder propagarse a través de secreciones expulsadas por personas contagiadas. Por lo tanto, como medida de protección se implementó una serie de medidas, entre ellas el uso de las mascarillas a nivel tanto del equipo médico como a nivel público (OMS, 2020).

En Chile el primer caso de contagio se confirmó en marzo del año 2020, provocando que se tomaran una serie de medidas de seguridad al respecto. Una de ellas fue el empleo de mascarillas, para así evitar de esta forma la continua propagación del virus. Debido a la importancia del uso de mascarilla, se han llegado a adoptar acciones extraordinarias, como, por ejemplo, el caso de la comuna de Viña del Mar, en donde se aprobó una Ordenanza Municipal que hizo obligatorio el uso de éstas, imponiendo multas de hasta 3 UTM ante el incumplimiento de esta (Municipalidad Viña del Mar, 2020).

En Chile los residuos de equipo de protección personal médicos se encuentran legislados por el Reglamento de Manejo de Residuos de Establecimientos de Atención de Salud (REAS), establecido por el Ministerio de Salud, donde se especifica las condiciones sanitarias y de seguridad básicas a las que debe someterse el manejo de ellos, con el fin de prevenir y controlar los posibles riesgos, y además señala las posibles formas de eliminación de éstos. Entre algunas, se especifica el envío de los residuos especiales a instalaciones que den tratamientos de incineración y con requerimientos específicos.

En este estado de pandemia que afecta a todo el mundo, fue necesario el aumento de medidas de protección, entre estas, se publicó un “protocolo de uso de equipos de protección personal en la prevención de transmisión Covid19 – Sars-CoV-2 (precauciones adicionales de transmisión por gotitas y contacto)” donde se especifica los procedimientos de colocación y retiro de equipo de protección personal (EPP). Además, por parte del

Ministerio del Medio Ambiente se publicó una campaña llamada “Bota Responsable”, donde se hace un llamado a la ciudadanía a redoblar los cuidados sobre el manejo de estos residuos (MMA, 2021). Sin embargo, actualmente la eliminación de las mascarillas a nivel público no es fiscalizada ni controlada por las autoridades sanitarias, y las soluciones propuestas no han dado resultados en materia ambiental, provocando que se genere un aumento de contaminación ambiental y posibles efectos patógenos en las calles y vertederos.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Historia del uso de las mascarillas

El uso de equipo de protección personal ha sido un hito a lo largo de la historia de la salud en situaciones de crisis sanitarias y pandemias. Desde un inicio el equipo médico hacía uso de un escaso método de protección personal al momento de tratar pacientes enfermos. En el siglo XVII, cuando los médicos en Europa se enfrentaron a la peste negra, utilizaron un traje que consistía en un abrigo largo de cuero cubierto de cera perfumada, cubriéndose además con botas, guantes, sombrero de cuero de cabra y una máscara que fue lo más característico de la época, como se aprecia en la figura 2.1. Esta última consistía en una enorme máscara con anteojos de la que sobresalía una nariz con forma de pico de ave, de alrededor 30 cm de largo, que al llenarla con Theriac (un compuesto hecho por más de 50 hierbas en la antigüedad), se creía ayudaba a purificar el aire en su interior (Retamal F, 2020).



Figura 2.1: Traje de protección contra peste negra (La Tercera, 2020)

Fue hasta la década de 1890, que el bacteriólogo e higienista alemán Karl Flügge demostró que de forma inadvertida se expulsaban secreciones por la boca y la nariz al momento de realizar acciones como toser, hablar en voz baja e incluso espirar. De ahí que se le denomina gotas de Flügge a estas microgotas expulsadas, capaces de transportar diversos agentes infecciosos y patógenos como virus y bacterias (Bustos, 2021).

En vista de este descubrimiento, se vio la necesidad de implementar medidas que evitaran la propagación de estas secreciones. En 1910, estalló una epidemia de peste en China, y el médico Lien Wu inventó una mascarilla hecha de gasa y algodón junto a una capa de tela, dando inicio al hábito de usar mascarillas protectoras en los hospitales y en situaciones de pandemia (López A, 2021). Con el tiempo se fue perfeccionando la forma y la eficacia de estas mascarillas, como se observa en la figura 2.2.



Figura 2.2: Tipos de mascarillas (Gobierno de la Rioja)

2.2 Composición de las mascarillas desechables

Las mascarillas desechables comúnmente utilizadas por la población corresponden a las llamadas “quirúrgicas”, poseen un volumen promedio de 0,02L y pesan aproximadamente 3,5g, y de forma general cuentan con los siguientes elementos (figura 2.3):

- Capas de polipropileno
- Filtro MeltBlown
- Tira metálica nasal maleable
- Elásticos de sujeción

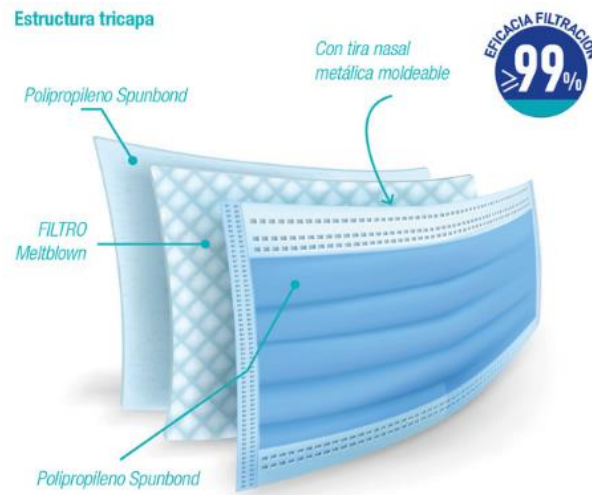


Figura 2.3: Elementos de una mascarilla desechable quirúrgica (Tecnol Health)

Los cuales están compuestos por los siguientes materiales:

1. **Polipropileno (PP):** Corresponde a un termoplástico que es obtenido por la polimerización del propileno, posee una alta resistencia a la temperatura, llegando a resistir los 120°C , también es un excelente aislante térmico y tiene buena rigidez mecánica (Plastigen, 2021). Éste es el único plástico que la OMS recomienda para estar en contacto con alimentos, ya que, en un estado sólido no supone riesgos para la salud humana. Solo podría ser tóxico en el caso que se fundiera y entrara en contacto con la piel o si fuese encontrado en pequeñas partículas que pudiesen ingresar a los ojos o al tracto respiratorio. El PP contiene energía comparable con los combustibles fósiles, de ahí que sus residuos constituyen una excelente alternativa para ser usados como combustible para producir energía eléctrica y/o calórica (Squeazy, 2018). Ambas capas de la mascarilla y el filtro Meltblown están compuestos por este material. En la tabla 2.1 se señalan algunas de las propiedades físicas del Polipropileno.

Tabla 2.1: Propiedades físicas polipropileno (Sapna, et al, 2020)

PROPIEDAD FÍSICA	VALOR
T° de transición vítrea ¹	-10°C a 25°C
Densidad	0,09 a 1,06 g/cm ³
Módulo elástico	1,5 a 3 GPa
T° de fusión	160°C – 168°C
Capacidad calorífica específica	1520 J/(kg*K)

¹ T° de transición vítrea: es la temperatura por encima de la cual se produce una transición reversible en la que las regiones no cristalinas del polímero cambian de un estado vítreo (rígido y frágil) a un estado denominado viscoelástico, con una pérdida importante de rigidez.

2. **Cinta de acero:** El acero es una aleación de hierro con una cantidad de carbono que puede variar entre 0,03% y 1,075% en peso de su composición. Este material conserva las características metálicas del hierro en estado puro, pero la adición de carbono y de otros elementos tanto metálicos como no metálicos mejora sus propiedades fisicoquímicas, sobre todo su resistencia. Y se puede reciclar indefinidamente sin perder sus atributos (Alacero, 2020). El manejo normal de estos productos no causa exposiciones peligrosas, a menos que sea calentado o procesado de una manera que genere polvo o humo. La tira metálica nasal se encuentra compuesta de este material.
3. ***Filtro de celulosa:** La celulosa es un polisacárido compuesto exclusivamente de moléculas de glucosa. Los filtros de celulosa generalmente se encuentran mezclados con algún tipo de plástico, como polietileno o polipropileno. A temperatura ambiente no supone ningún riesgo para la vida humana. Sin embargo, se recomienda mantener este filtro alejado de cualquier tipo de fuente de ignición, debido a su inflamabilidad.

* No todas las mascarillas poseen estos elementos.

Producto de su composición, la mascarilla quirúrgica desechable tiene un tiempo de degradación de 450 años aproximadamente (MMA, 2020).

2.3 COVID-19

Cada cierto tiempo el mundo experimenta un desafío sanitario de gran envergadura, enfrentando pandemias que han generado cambios en las estructuras sanitarias, productivas y sociales. El COVID-19 es un ejemplo de esto, causado por el virus Sars-CoV-2 y que afecta al sistema respiratorio de forma aguda. Esta enfermedad comenzó en diciembre de 2019 en Wuhan, provincia de Hubei en China y fue declarada pandemia global el 11 de marzo de 2020 (Castro, 2020). Los síntomas más habituales del coronavirus son la fiebre, tos seca y la fatiga corporal. Asimismo, se pueden presentar otros síntomas menos frecuentes como dolores y/o molestias corporales, congestión nasal, dolor de cabeza, dolor de garganta, pérdida del gusto o el olfato y erupciones cutáneas o cambios de color en los dedos de manos o pies. Sin embargo, personas portadoras del virus pueden no presentar ningún síntoma de los ya mencionados, por lo que son considerados asintomáticos (OMS, 2020). Al 30 de abril de 2020, los casos confirmados sobrepasaron los 3 millones, con un número de muertos de más de 0,21 millones (Sapna, 2020).

En relación a lo anteriormente mencionado, es fundamental seguir las medidas de prevención contra la propagación del virus. Según la OMS, las medidas de protección básicas contra el COVID-19 incluyen evitar tocarse los ojos, nariz y boca, puesto que las manos tocan muchas superficies que pueden estar contaminadas y el virus podría ingresar al cuerpo humano por medio de estas vías (OMS, 2020). La OMS recomienda lavarse las manos frecuentemente con un desinfectante a base de alcohol o con agua y jabón, ya que así, es posible eliminar el virus. Otra recomendación es mantener el distanciamiento social de al menos un metro de distancia para evitar la propagación de estas moléculas, ya que las personas al toser, estornudar o hablar pueden proyectar pequeñas gotas de saliva, que podrían contener el virus y contagiar a personas a su alrededor (OMS, 2020). Y existe la principal medida adoptada, que es el uso de mascarillas desechables (barbijos) en espacios concurridos, tales como transporte público, lugares de abastecimiento y lugares de trabajo.

En Chile el primer caso de COVID-19 fue detectado en marzo del 2020, y desde el inicio de la pandemia, la sociedad chilena ha adoptado una serie de medidas de mitigación (lavado de manos, aseo de superficies, distanciamiento físico entre personas, permanencia en casa de manera voluntaria u obligada) (Castro, 2020). En abril del 2020, el Ministerio de Salud estableció un decreto que obliga a usar mascarillas en todo lugar público cerrado que agrupen a más de 10 personas y en el transporte público (MINSAL, 2020). Y en regiones, se llegaron a adoptar acciones extraordinarias, por ejemplo, el caso de la comuna de Viña del Mar, en donde se aprobó una Ordenanza Municipal que hizo obligatorio el uso de éstas, imponiendo multas de hasta 3 UTM ante el incumplimiento de esta orden (Municipalidad Viña del Mar, 2020). Así como también, el 15 de mayo de 2020, en Villa Alemana fue emitido el DECRETO ALCALDICIO N° 838, el cual aprobaba la Ordenanza Municipal “Sobre Uso Obligatorio de Mascarillas en la Comuna”, la cual establecía el uso obligatorio de mascarilla para toda persona que transite por lugares de uso público y en el transporte público y privado (IMVA, 2020).

2.3.1 Caracterización de la comuna de Villa Alemana

La comuna de Villa Alemana se encuentra ubicada en la provincia de Marga Marga, en la región de Valparaíso, Chile y posee una superficie de 97.0 km², en la figura 2.4 se aprecian sus límites geográficos. Esta comuna se caracteriza por ser una ciudad dormitorio, producto que la mayor parte de la distribución de uso de suelos de la comuna se encuentra destinada a vivienda (Aravena, 2020).

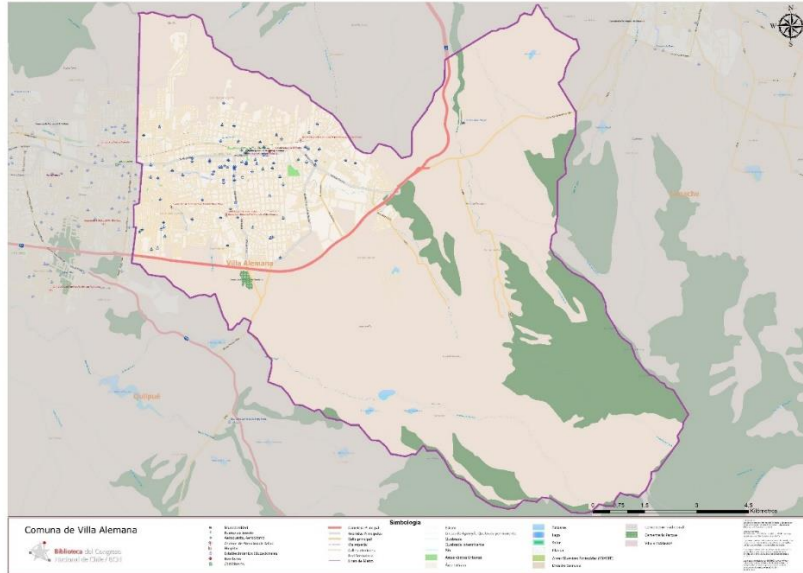


Figura 2.4: Localización geográfica de la comuna de Villa Alemana (Biblioteca del Congreso Nacional de Chile)

Al año 2017, esta comuna consta con una población de 126.548 habitantes (BCN, 2021). Con una distribución equitativa entre los diferentes rangos etarios. En la figura 2.5 se observa la distribución etaria de la comuna de Villa Alemana al año 2017, siendo el grupo más grande aquellos entre 45 a 64 años, con un porcentaje del 24%.

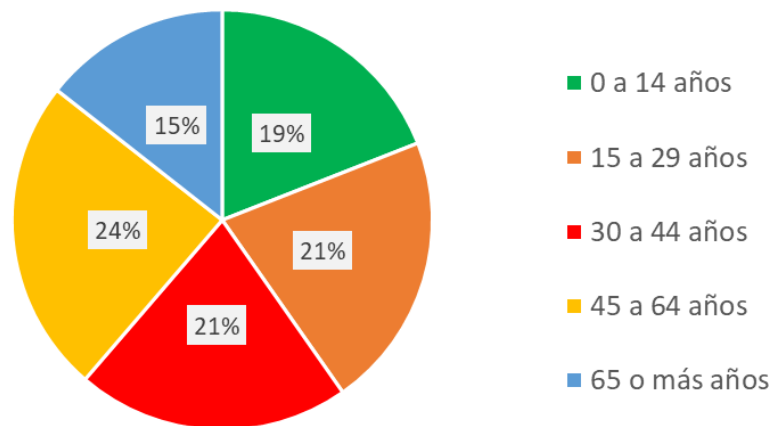


Figura 2.5: Distribución etaria de la población de Villa Alemana (INE, 2017)

2.4 Desechos COVID-19

La contaminación por plástico se ha convertido en uno de los problemas medioambientales más apremiantes, ya que el incremento de la producción de productos de plástico desechables supera la capacidad del mundo de hacerse cargo de ellos (Parker, 2019). La Organización de la Naciones Unidas (ONU), señaló que desde el año 2020, el uso de plásticos ha aumentado de manera considerable, no solo miles de millones de mascarillas, sino también guantes, desechos médicos y empaques de comida para llevar. Su aumento ha sido tal que los sistemas de reciclaje han colapsado en algunos países, e indicó que, si no se toman medidas, más del 70% de este plástico terminaría siendo tirado en océanos y vertederos, y hasta un 12% sería quemado causando contaminación y enfermedad en las zonas más vulnerables del planeta (ONU, 2021).

Actualmente, el aumento del uso de las mascarillas desechables, compuestas casi en su totalidad por plástico, se ha convertido en elemento de interés medioambiental. La ONG francesa “Opération Mer Propre”, se dedica regularmente a recolectar basura en las aguas y playas de la Costa Azul en Francia, y el año 2020 en época de COVID, señaló que sus buzos encontraron entre las latas y bolsas que suelen recoger, decenas de guantes, mascarillas y botellas de desinfectantes, los que denominaron “basura COVID”. Siendo preocupante la no gestión de otras maneras de disminuir los desechos producto del COVID. Por lo que podría decirse, que existirían más mascarillas que medusas en el mar en un momento determinado (Kassam, 2020).

En el caso de Chile, se consume casi 1 millón de toneladas de plástico al año y se recicla apenas el 8,5%, por lo que la llegada de plásticos ligados al COVID puede traer graves consecuencias. Según diversas organizaciones ambientales, el 75% de la basura que se encuentra hoy en las playas chilenas corresponde a plásticos (Córdova, 2020). Según el Ministerio de Medio Ambiente, en Chile previo a la pandemia, se generaban 1,26 kilos de residuos por habitante, siendo el mayor generador a nivel latinoamericano, y causando una situación preocupante (Unegocios, 2020).

El Ministerio de Salud publicó un “Protocolo de referencia para el correcto uso del equipo de protección personal (EPP) en pacientes sospechosos o confirmados de COVID-19” y se señala que “Las mascarillas quirúrgicas deberán ser eliminadas solo si se encuentran visiblemente sucias o se han humedecido. Normalmente, su duración puede variar entre 1 a 4 horas” (MINSAL, 2020). Por lo que el empleo de estas ha aumentado considerablemente en la población. Si cada chileno/a utilizara 2 mascarillas diarias, en el país se desecharían 34 millones aproximadamente cada 24 horas, y debido a que tardan alrededor de 450 años en degradarse, se estaría contaminando gravemente el medio ambiente si no se eliminan de forma adecuada (Diario Sustentable, 2021).

Dentro del Reglamento sobre Manejo de Residuos de Establecimientos de Atención de Salud (REAS), las mascarillas desechables se categorizan y clasifican como residuos especiales, que corresponden a “aquellos residuos de establecimientos de atención de salud sospechosos de contener agentes patógenos en concentración o cantidades suficientes para causar enfermedad a un huésped susceptible” (MINSAL, 2009). Si bien esta definición hace referencia a los residuos generados por parte de los establecimientos del área de salud, pero el alcance a uso personal domiciliario generó que, por parte del Ministerio del Medio Ambiente (MMA) se publicara en febrero de 2021 una campaña denominada “Bota Responsable”, dónde se busca reducir la contaminación por el mal manejo de la basura COVID-19, y se hace un llamado a la ciudadanía a redoblar los cuidados sobre la disposición de estos residuos. Dentro de las recomendaciones publicadas, se señala eliminar las mascarillas desechables utilizadas a través de bolsas separadas, y en caso de contaminación por COVID-19, se sugiere la adición de una doble bolsa, descartándose medidas de reciclaje, reutilización o incineración. La incineración sería para el caso de los residuos generados por parte de establecimientos del área de salud.

2.5 Reciclaje COVID-19

La OMS recomienda que, posterior a usar las mascarillas desechables, éstas sean arrojadas en un contenedor de basura adecuado. Sin embargo, producto del aumento de los residuos de equipo de protección personal, se ha visto la necesidad de buscar formas innovadoras de reducirlos.

En el País Vasco, comunidad autónoma española, la empresa “Nantek”, especializada en el reciclaje y reconversión de todo tipo de plásticos, desarrolló un sistema de reciclaje termoquímico para inertizar cualquier tipo de mascarillas y convertirlas en productos petroquímicos de alto valor industrial, proporcionando sostenibilidad y economía circular. El sistema de reciclaje consiste en tratamientos a altas temperaturas en hornos pirolíticos y posteriormente mediante procesos de condensación de gases se obtiene hidrógeno líquido e hidrocarburos sintéticos, que pueden ser utilizados como combustible. Ésta innovadora tecnología ha sido reconocida en diferentes eventos de emprendedores, y permite tratar hasta 500 toneladas de mascarillas (Residuos profesionales, 2021).

En Francia, la empresa llamada “Plaxtil” se dedica a reciclar gran parte de las mascarillas desechables utilizadas mediante un sistema de reciclaje mecánico. Primero, éstas son sanitizadas mediante un proceso de desinfección por luz ultravioleta. Posteriormente, las mascarillas son trituradas y mezcladas con un material aglutinante, para generar plásticos y así crear nuevos equipos de protección contra el virus Sars-CoV-2.

El desarrollo de nuevas tecnologías de reciclaje para las mascarillas desechables ha sido objeto de investigación durante el último año de manera global, sin embargo, en Chile aún no se ha implementado de forma legal ningún sistema de tratamiento de reciclaje. Por parte de la Universidad de Concepción y la Asociación de Industriales Pesqueros se ha liderado un proyecto que busca valorizar la “basura COVID”, a forma de impedir que estos elementos de protección contaminen las playas, ríos y parques, transformando las mascarillas desechables en productos plásticos que puedan ser utilizados en objetos o utensilios cotidianos (Ministerio de Ciencia, 2021).

2.6 Procesos de reciclaje identificados

De acuerdo al D.S. N°148/2003 del MINSAL, la clasificación del polipropileno (PP) reciclado, es considerado como un residuo industrial no peligroso, por lo que existen diferentes formas de reciclarlo.

A nivel internacional se utilizan dos formas para el reciclaje de las mascarillas desechables: el termoquímico (pirólisis), como es en el caso del país Vasco y en Alemania y el reciclaje mecánico empleado en Francia. A nivel nacional solo se emplea el reciclaje mecánico y esto ocurre hasta ahora en la región del Bío-Bío.

2.6.1 Pirólisis (reciclaje químico o termoquímico).

Este reciclaje corresponde a un proceso que involucra diferentes mecanismos en los cuales los desechos poliméricos se degradan químicamente hasta sus monómeros u otros químicos básicos. Dentro de los reciclajes químicos se encuentra la pirólisis. Este proceso consiste en la descomposición térmica de un material en condiciones específicas de presión, temperatura y ausencia de oxígeno. Los materiales son expuestos a altas temperaturas en un reactor pirolítico, y los resultados generados son una mezcla de hidrocarburos en estado sólido, líquido y gaseoso³. Muchos investigadores utilizan la pirólisis para tratar residuos plásticos, debido a su capacidad para producir una gran cantidad de aceite líquido (hasta un 80% en peso), a temperaturas de alrededor de 500°C. Las propiedades fisicoquímicas del polipropileno permiten que éste pueda ser convertido en biocombustible, y (Sapna, et al., los mejores resultados se obtienen sometiendo a las mascarillas a temperaturas entre 300° y 500° C durante una hora 2020).

El instituto Fraunhofer de Alemania, el cual se encuentra trabajando en el reciclaje de las mascarillas desechables mediante el proceso de pirólisis, señala que dentro de los desafíos encontrados a este tipo de reciclaje, es que existe el poco control de la velocidad de calentamiento cuando se trata de una escala mayor. Y además la calidad de los productos resultantes del proceso puede ser baja en algunos casos (Castro, 2021).

³<https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/prevencion-y-gestion-residuos/flujos/domesticos/gestion/sistema-tratamiento/Pirolisis.aspx> [Consultado el 26/10/2021]

Cabe señalar que para este tipo de reciclaje es necesario realizar previamente un proceso de esterilización a las mascarillas desechables empleadas, el cual es descrito en el capítulo 2.6.2.

2.6.2 Reciclaje mecánico

El reciclaje mecánico consiste en fraccionar el material e introducirlo en una extrusora para fabricar pellet reciclado y luego transformarla mediante extrusión o inyección en algún producto final (CEDEX, 2013).

Debido a que las mascarillas desechables se encuentran compuestas casi en su totalidad por polipropileno, el reciclaje mecánico de este material para la formación de nuevos productos resulta ser una innovadora y económica propuesta de reciclaje. El reciclaje de las mascarillas desechable a modo general se realiza a través de las etapas señaladas en la figura 2.6.

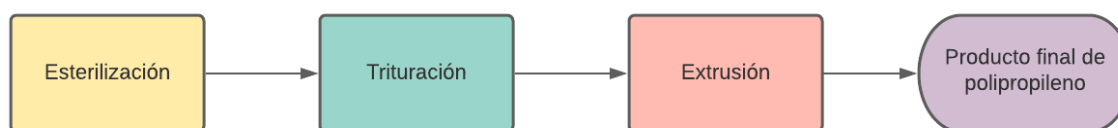


Figura 2.6: Diagrama del reciclaje mecánico para las mascarillas desechables (Elaboración propia)

- 1) **ESTERILIZACIÓN:** corresponde a un proceso de destrucción radical de todos los microorganismos, incluidas sus formas de resistencia (esporas). Se considera esterilizado un objeto para cuando los agentes patógenos se han reducido en él a una millonésima parte. Existen métodos de esterilización físicos y químicos (Aguilar, 2005). Dentro de los posibles métodos de esterilización, se identifican los siguientes:

Irradiación Germicida Ultravioleta (IGV): La IGV es un método que utiliza rayos UV de tipo C, que dañan el ADN y ARN impidiendo la replicación del patógeno (Iltefat, et al, 2020). Un reciente estudio realizado sobre mascarillas N95 infectadas con SARS-CoV2, demostró que la desinfección mediante radiación UV de 260 285nm es efectiva como

descontaminante, sin dañar el ajuste de la mascarilla ni el filtro respirador durante al menos 3 ciclos de descontaminación (Fischer et al., 2020). Además, un estudio de la Universidad de Stanford avaló lo mismo, demostrando que la utilización de radiación UV-C de 254 nm durante 30 minutos es efectiva como descontaminante, sin dañar el ajuste de la mascarilla ni el filtro respirador. La empresa francesa Plaxtil utiliza este método de desinfección para las mascarillas desechables tratadas.

Calor seco: La desinfección por calor seco genera la destrucción de los microorganismos patógenos por la oxidación de sus componentes celulares. Este proceso se lleva a cabo en hornos especiales que permiten la distribución uniforme del calor en su interior. El tiempo de esterilización se debe determinar para cada tipo de material, para el caso de la mascarilla desechable, se demostró que con una aplicación de calor seco a 70°C durante 30 minutos es efectivo para la desinfección de ésta (Santos, et al, 2020).

La Sociedad Española de Medicina Preventiva, Salud Pública e Higiene (SEMPSPH) señaló que este método de desinfección puede realizarse en equipos con ventilador, para que la temperatura sea uniforme en todos los puntos y se garantice el mantenimiento constante y uniforme de la temperatura en toda la cámara (SEMPSPH, 2020). El proyecto pionero de la Universidad de Concepción utiliza este método de desinfección para las mascarillas desechables. Una vez realizada la esterilización, se extraen los materiales no deseados, como la tira nasal maleable y los elásticos de sujeción, para esto es necesario el uso de personal, los cuales deben contar con el equipo necesario de seguridad para su manipulación.

- 2) **TRITURACIÓN:** corresponde a un proceso de reducción de tamaño, en dónde un material se fracciona en partes más pequeñas. Dependiendo de los requerimientos del tamaño y la aplicación, se utilizan diferentes máquinas y procedimientos. Según el tamaño de las partículas al salir de la máquina, se encuentran los siguientes tipos de trituración:
- Trituración gruesa: Con partículas de salida superior a 15 cm.
 - Trituración mediana: Con partículas de salida entre 3 y 15 cm.

- Trituración fina: Con partículas de salida entre 0,5 y 3 cm.

El proceso de trituración se puede realizar por diferentes formas; por compresión entre superficies rígidas, donde sólidos duros se reducen a tamaños más o menos grandes, por impacto contra superficies duras, donde se puede obtener tamaños gruesos, medianos y finos, por frotación, donde se producen partículas finas, y por cortado, donde se obtiene tamaños prefijados (Hernández, et al., 2015; Aparicio, et al., 2017).

Para la trituración del reciclaje de residuos plásticos, existen diferentes tipos de equipos:

- Molinos de martillos, que se basan en un mecanismo de compresión del material entre dos cuerpos, y en la medida que sea más rápida la fuerza de aplicación, más rápido ocurre la fractura por el aumento de la energía cinética (ALNICOLSA, 2011). Este equipo cuenta con una serie de martillos fijos u oscilobatientes en su interior que golpean los residuos a medida que giran hasta romperlos y reducirlos en pequeños granos. Este tipo de trituradoras posee una gran resistencia, por lo que está destinada a moler y aplastar un gran número de materiales (Italesmex, 2018). En la figura 2.7 se presenta un esquema de este equipo.

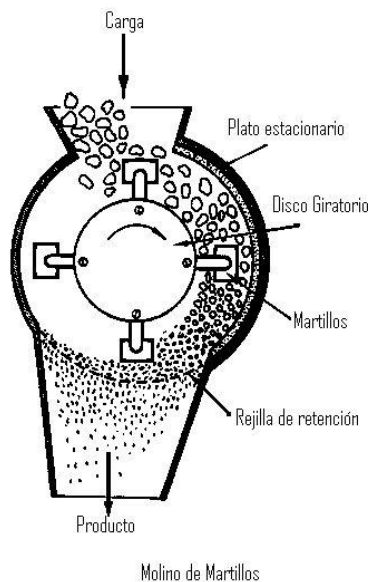


Figura 2.7:Esquema Molino de Martillos (Fuente: ALNICOLSA, 2011)

- Molinos con cuchillas, este tipo de molino cuenta con cuchillas que cortarán e impedirán que haya fugas de piezas al exterior, posteriormente, los materiales resultantes pasarán por un tamiz dónde se seleccionarán aquellos de tamaño adecuado, y se depositarán en el depósito de la máquina. Los molinos de cuchilla pueden presentarse con un eje o dos para una mejor gestión de residuos. Este tipo de equipo favorece el reciclaje de residuos sólidos de dureza media o baja, elásticos y secos o mojados (Italesmex, 2018). En la figura 2.8 se presenta un esquema de este equipo.

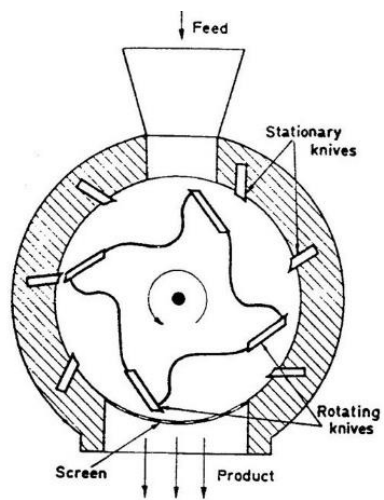


Figura 2.8:Esquema general Molino de Cuchillas (Fuente: González, 2012)

3) **EXTRUSIÓN:** consiste en la transformación de un material, el cual es forzado a atravesar una boquilla para producir un artículo de sección transversal constante y de una longitud indefinida. En este proceso, por lo general, el polímero se alimenta en forma sólida y sale de la extrusora en estado fundido. Desde el punto de vista de los plásticos, la extrusión es claramente uno de los procesos más importantes de transformación (Beltran, 2012). El proceso de extrusión de plásticos se lleva a cabo en máquinas denominadas extrusoras o extrusores, observándose en la figura 2.9.

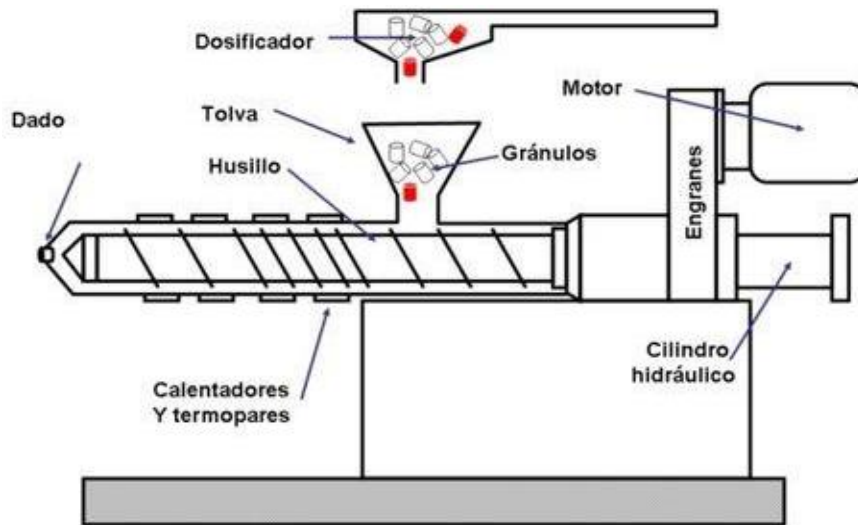


Figura 2.9: Diseño genérico de una máquina extrusora (Benavente, 2011)

La extrusión tiene como funciones; recibir y almacenar el polímero, transportar el material sólido, calentar y comprimir el polímero, homogenizar, generar la presión necesaria para la obtención del producto final, y extruir el producto semielaborado (Baño, 2019). De ahí, se tiene en rasgos generales, 2 tipos de máquinas extrusoras:

- a) Máquinas extrusoras de un único husillo (Mono husillo): Este tipo de máquina consiste en 4 zonas; zona de alimentación, donde ocurre el transporte de los granulos sólidos y comienza la elevación de temperatura del material hasta su temperatura de fusión, zona de compresión, donde los granulos del polímero son comprimidos hasta lograr una fusión efectiva, zona de distribución, donde se homogeniza el material fundido y ocurren las mezclas, y zona de mezcla, esta última es opcional, donde ocurre un mezclado intensivo al material y en muchos casos no se aconseja porque puede causar la degradación del polímero (Gómez, et al., 2007)
- b) Máquinas extrusoras de doble husillo o más: Este tipo de máquina permite un empuje mayor a diferencia de un solo husillo, también aceleraciones del material mucho mayores, esfuerzos cortantes relativamente altos y mezclado intensivo. Para algunos materiales este proceso resulta ser agresivo, por lo que resulta inadecuado.

Una vez realizado el proceso de extrusión, el material pastoso extraído de la boquilla (dado), tiene la forma de un fideo largo, y pasa por una tina de enfriamiento para así darle

consistencia y luego ser cortado por una cuchilla giratoria en segmentos cortos (peletizadora), formando un pellet de polipropileno (Cobos, 2011).

4) **PRODUCTO FINAL:**

El resultado del proceso anterior sirve de materia prima para producir nuevos productos plásticos reciclados, por lo que se debe garantizar un producto final de alta calidad.

Según el tipo pellet que se desee obtener, pueden realizarse 3 tipos de procesos:

- a) Peletizadores de hebras o filamentos: En la peletización de filamento, luego de pasar el material por los procesos anteriormente mencionados, el polímero derretido sale de la maquinaria extrusora en forma de hilos o hebras que son introducidas en una máquina de enfriamiento donde entran en contacto con el agua. Luego los hilos ingresan a la peletizadora y son cortados por una cuchilla giratoria para obtener como producto final pequeños cilindros cortados en ángulo recto, como se aprecia en la figura 2.10 (Gester, 2021).



Figura 2.10: Pellet tipo filamento (INTYPE ENTERPRISE, 2021)

- b) Peletizadores de anillo o dado de agua: En los peletizadores de anillo de agua, el polímero fundido fluye en múltiples orificios dispuestos en un patrón circular y se corta en pellets a medida que salen del cabezal. El corte se realiza mediante una serie de cuchillas giratorias que también están dispuestas en un patrón circular. De esta manera, los pellets obtenidos son redondeados pero planos y una vez cortados

se lanzan hacia un anillo de agua (Gester, 2021). En la figura 2.11 se aprecian los resultados de este proceso.



Figura 2.11: Pellets por anillo de agua (Nanobey, 2021)

- c) Peletizadores bajo agua: El pellet obtenido de este proceso es de forma esférica, debido a que un peletizador corta el polímero fundido a medida que sale de la boquilla que está dispuesta en un patron circular. En este proceso la cámara de corte está completa de agua, de modo que las gotas del polímero se sumergen en agua cuando salen del orificio de la boquilla (Gester, 2021). En la figura 2.12 se aprecia el resultado de este proceso.



Figura 2.12: Pellets tipo esféricos (Walmart, 2021).

3. PROBLEMA

El alto incremento del uso de las mascarillas desechables producto de la pandemia ha generado una problemática ambiental grave a nivel mundial, así como también en todo el territorio nacional, generando alarmas en las autoridades sanitarias y medio ambientales. Si bien resultan ser efectivas e indispensables para evitar la propagación del virus SARS-CoV-2, pero las consecuencias de su utilización se han visto reflejadas en la sobreacumulación como residuos, debido a su posterior uso, ya que, de acuerdo al protocolo publicado por el Ministerio de Salud, se recomienda emplearlas por un lapsus de 1 a 4 horas.

En la comuna de Villa Alemana, ubicada en la región de Valparaíso, se puede apreciar de forma visible la problemática anteriormente mencionada. Es así que, partes de sus calles se ven afectadas por el aumento de este residuo, producto de la contaminación generada por la poca consciencia medio ambiental que posee la población y además de un nulo plan de gestión municipal que se encargue de la eliminación de estos desechos.

Por lo que, debido a la contingencia COVID-19 en esta comuna, es necesario la formulación de propuestas que planteen una solución ante esta problemática, para una correcta eliminación de las mascarillas desechables utilizadas, sugiriendo la inserción de algún método de reciclaje, como alternativas de solución tanto a nivel social, municipal, y medioambiental en esta comuna.

4. OBJETIVOS

GENERAL:

- Proponer una alternativa de reciclaje de las mascarillas desechables, empleadas durante la pandemia COVID-19 (entre los años 2020-2021) en la comuna de Villa Alemana.

ESPECÍFICOS

- Estimar la cantidad de mascarillas desechadas empleadas desde el inicio de la pandemia (marzo, 2020) hasta la fecha actual en la comuna de Villa Alemana.
- Analizar el método más adecuado para el reciclaje de las mascarillas desechables que han sido empleadas en la comuna de Villa Alemana.
- Elaborar un plan de reciclaje para las mascarillas desechables en la gestión municipal de la comuna de Villa Alemana, estimando el valor económico de éste.

5. METODOLOGÍA

Todo el proceso metodológico fue realizado en la comuna de Villa Alemana, y constó de 3 etapas para dar cumplimiento a los objetivos planteados.

Etapas 1: Estimación de cantidad de mascarillas desechables utilizadas

Se recopilaron los datos estadísticos obtenidos por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE), con respecto a la población total ubicada en la comuna de Villa Alemana entre los años 2002 y 2017. Posteriormente, se obtuvo un valor estimado sobre la población actual ubicada en la comuna, mediante la utilización de la fórmula N°1, N°2 y el programa Excel.

$$Pt = Po(1 + TC)^t$$

fórmula N°1: Población total

Donde:

Pt = Población en el año X que se va a estimar.

Po= Población en el año base (conocida).

TC= Tasa de crecimiento anual.

t= Número de años entre el año base (año cero) y el año t.

$$TC = 100 * \left(\sqrt[n]{\frac{PV}{PA}} - 1 \right)$$

fórmula N° 2: Tasa de crecimiento

Donde:

TC = Tasa de crecimiento histórica en la población.

n = Número de años entre los dos últimos censos.

PV= Población del censo vigente.

PA= Población del censo anterior.

Para la identificación de la cantidad de mascarillas desechables utilizadas, se elaboró una encuesta online, la cual permitió conocer los hábitos y acciones realizadas con respecto al uso de mascarilla en las personas de la comuna de Villa Alemana. En la tabla 5.1 se muestra la encuesta realizada.

Para que los valores de la encuesta fuesen representativos con respecto a la población de la comuna, se calculó el tamaño de la muestra mediante la fórmula N°3, en basándose en un nivel de confianza del 95%.

Tabla 5.1: Encuesta realizada (elaboración propia)

PREGUNTAS	RESPUESTAS					
	Masculino		Femenino		Otros	
Género						
Rango de edad	Menor de 24 años		25 a 50 años		Mayor de 50 años	
¿Qué tipo de mascarilla usa?	Desechable		Tela		Ambas	
En caso de ser desechable. ¿Por cuánto tiempo la usa?	1 A 3 HORAS		4 A 12 HORAS		1 O MÁS DÍAS	
¿Cuántas mascarillas desechables usa al día?	Más de 2		2		1	
¿Dónde elimina su mascarilla desechable?	En su casa		En el trabajo		En la calle	
¿reciclaría su mascarilla desechable?	Si		No		Tal vez	

$$\text{Tamaño de la muestra} = \frac{\frac{z^2 \times p(1-p)}{e^2}}{1 + \left(\frac{z^2 \times p(1-p)}{e^2 N} \right)}$$

fórmula N°3: tamaño de la muestra

Donde:

N = Tamaño de la población

e = Margen de error

z = Puntuación estándar en base al nivel de confianza deseado.

Una vez obtenidos los resultados, estos se tabularon y representaron en gráficos de torta y barra, a forma de apreciación porcentual. Posteriormente se procedió a calcular la cantidad de mascarillas desechables diarias utilizadas por parte de la población mediante la fórmula N°4, la cual corresponde a una relación porcentual entre los resultados del número de mascarillas diarias utilizadas por parte de la población y la proyección estimada de los habitantes de la comuna de Villa Alemana.

$$\text{Cant. Mascarillas Diarias} = Pr * Rr$$

fórmula N° 4: Relación porcentual

Donde:

Pr es la población estimada para la respuesta seleccionada.

Rr es el número de mascarillas según respuesta seleccionada.

De esta forma se obtuvo un valor estimado en cuanto a un total de mascarillas desechadas de forma diaria hasta la fecha actual, según las conductas de los habitantes de Villa Alemana.

Etapas 2: Método de reciclaje más adecuado para la comuna de Villa Alemana.

Para la realización de esta etapa fue fundamental la recopilación de información bibliográfica actual, referente a experiencias de métodos de reciclaje implementados a nivel nacional e internacional como solución a esta problemática de carácter global.

Por otra parte, se recurrió también a la consulta de expertos, tales como ingenieros ambientales y fundaciones que reciclan polipropileno, respecto a posibles soluciones, recomendaciones y costos.

Paso siguiente, se procedió a identificar las condiciones y requerimientos operacionales necesarios para el funcionamiento de los distintos métodos de reciclaje analizados, luego se realizó una estimación de costos asociados en relación a las diferentes tecnologías utilizadas. Para esto, se llevaron a cabo cotizaciones mediante vía online, enfocándose principalmente en los equipos que se podrían encontrar en el territorio nacional, y posteriormente a nivel internacional. Para el caso de las cotizaciones de equipos internacionales, se calculó además el costo de la importación en base a la información entregada en la página oficial de Aduana, donde por regla general, las importaciones están afectas al pago de un arancel aduanero, correspondiente al 6% y al pago del IVA, correspondiente a un 19% (Aduana, 2020), contemplándose también la valorización de las diferentes instalaciones. Para esto se utilizó la página web “computrabajo.cl”, la cual contiene los salarios de diversas profesiones (tablas 5.2 y 5.3).

Tabla 5.2: Costos asociados a material y equipo (Elaboración propia)

EQUIPO	PROVEEDOR	PRECIO	IMAGEN REFERENCIAL
TOTAL			

Tabla 5.3: Costos asociados a la mano de obra (Elaboración propia)

MANO DE OBRA	CANTIDAD	TARIFA MENSUAL POR PERSONA
VALOR TOTAL MENSUAL (CLP)		

Posteriormente, se hizo una búsqueda bibliográfica acuciosa para la identificación general de los impactos ambientales que puedan generarse en los distintos procesos. Y para determinar la clasificación industrial se recurrió a la consulta a expertos.

Una vez recopilada la información, se realizó una comparación entre ambos métodos de reciclaje en base a los siguientes criterios generales:

- Proyectos en ejecución en Chile: para este criterio se buscó la presencia de proyectos similares a los investigados a través del SEA.
- Valor económico total: a partir de los valores cotizados se realizó una suma total de los costos y a partir de eso, se realizó una comparación entre ambos métodos de reciclaje.
- Espacio utilizado: A partir de las especificaciones técnicas de cada equipo, se identificaron las dimensiones de los equipos, y se calculó el espacio mínimo requerido.
- Mano de obra requerida: A partir de la búsqueda de proyectos similares presentados en el SEA, se identificó la mano de obra requerida para cada método de reciclaje.
- Complejidad tecnológica: se evaluó según los requerimientos de profesionales específicos, siendo catalogada alta para el caso de requerir de ingenieros, media en caso de requerir técnicos, y baja en caso de no requerir de especialistas.
- Consumo de combustible: A partir de las identificaciones técnicas de cada equipo, se identificó el consumo de combustible.

- Tiempo de funcionamiento maquinaria: Se clasificó el funcionamiento del proceso en base a la operatividad de la planta, pudiendo ser continua o discontinua.
- Clasificación industrial: En base a la respuesta de expertos.

Además, se tomó en consideración los “usos de suelo”, que consisten en las actividades o acciones que se encuentran permitidas en un espacio geográfico determinado de la comuna, definido a través del Plan Regulador Comunal (PRC, 2002), lo que permitiría la instalación del método de reciclaje en la comuna de Villa Alemana.

Etapas 3: Formulación del plan de reciclaje de mascarillas desechables.

Se contactó de manera presencial y online a concejales de la comuna de Villa Alemana para la recopilación de información e identificación de herramientas existentes sobre el reciclaje de las mascarillas desechables. Luego para la formulación del plan de reciclaje en la gestión municipal, se dividió en 3 etapas su planificación.

La **primera etapa** consistió en la parte previa a la implementación de la planta de reciclaje, dónde se identificaron las actividades necesarias a realizar:

- Legislación ambiental aplicable: se realizó un método de descarte de normativas no aplicables mediante dos criterios principales: descarte por la ubicación, es decir, cuando la normativa poseía su ámbito de aplicación en otro país, región, comuna o área de influencia; y descarte por actividades no relacionadas, cuando la norma poseía su ámbito de aplicación sobre actividades o rubros que no se vinculan directamente con las actividades realizadas por la planta de reciclaje. El esquema de descarte utilizado para ambos criterios se presenta en la figura 5.3.
- Verificar pertinencia de ingreso al SEIA: Se identificó mediante la Ley 19.300 la realización de un EIA o DIA.
- Zonificación de puntos limpios: En base al PRC, se propuso la ubicación de los posibles puntos limpios, y con la herramienta Google Earth, se realizó un mapa referenciándose cada uno de ellos.

- Actividades de concientización ambiental y capacitaciones.

La **segunda etapa** consistió en la implementación de la planta de reciclaje, dónde se identificó las actividades siguientes a realizar, tal como la instalación de los contenedores, el horario de recolección de las mascarillas y actividades de educación ambiental a la población.



Figura 5.1: Criterios para la selección de normativa ambiental aplicable (Elaboración propia)

Y en la **tercera etapa**, una vez puesto en ejecución el plan, se contemplaron las actividades posteriores, como por ejemplo charlas de educación ambiental, mantenimiento de equipos y contenedores, etc.

El resultado de las 3 etapas se resumió a través de una carta Gantt (tabla 5.4.), dónde se establecieron los plazos de ejecución de las distintas actividades, junto a los responsables y respectivos indicadores que permitirán verificar el cumplimiento de cada una de ellas.

Tabla 5.4: Cronograma propuesto (Elaboración propia)

ETAPA	ACTIVIDAD	OBJETIVOS	RESPONSABLES	INDICADOR DE CUMPLIMIENTO	%LOGRO	RECURSOS	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES AÑO 2022													
							Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	

Se realizó una cotización vía online y se identificó los materiales necesarios para la realización de las diferentes actividades propuestas (tabla 5.5).

Tabla 5.5: Costos de los materiales necesarios para el plan de reciclaje (elaboración propia)

RECURSO	CANTIDAD	PROVEEDOR	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
TOTAL (UF)				

Finalmente se evaluó económicamente el proyecto, mediante un flujo de caja dónde se identificaron:

- Ingresos de venta, que se realizó mediante vía online para identificar el valor del pellet de polipropileno.
- Inversión inicial, donde se identificaron los costos asociados a equipos, materiales necesarios, y equipamiento.

- Costos fijos, que correspondieron a los costos de mantenimiento y operacionales.
- Depreciación, donde se calculó en base a los años de vida útil de los equipos mayores.

Una vez obtenido el flujo de caja se calculó el Valor Actual Neto (VAN) del proyecto, utilizando la Tasa de Descuento para proyectos sociales. Para ello se utilizó la función =VNA en Excel sobre los flujos de caja de cada año sin considerar la Inversión Inicial. Una vez obtenido estos valores se sumaron entre sí y se le restó la inversión inicial para determinar el VAN.

6. Resultados

6.1 Estimación población actual

En la tabla 6.1, se observa la recopilación de datos del Instituto Nacional de Estadísticas (INE), para proyectar la población actual de la comuna de Villa Alemana.

Tabla 6.1: Recopilación datos del INE

HOMBRES	MUJERES	CANTIDAD DE HABITANTES	AÑO
45.868	49.755	95.623	2002
59.756	66.762	126.548	2017

A partir de estos datos, se procedió a calcular la tasa de crecimiento, mediante la fórmula N°2. Por lo tanto, tenemos que:

$$TC = 100 * \left(\sqrt[15]{\frac{126.548}{95.623}} - 1 \right) = 1,8856\%$$

La tasa de crecimiento poblacional de la comuna es de 1,8856%.

Luego, para estimar la población total proyectada al año 2021, se aplicó la fórmula N°1 en Excel. Los resultados se observan en la tabla 6.2.

Tabla 6.2: Población total proyectada 2017-2021

AÑO	POBLACIÓN TOTAL
2017	126.548
2018	128.934,18
2019	131.365,37
2020	133.842,39
2021	136.366,13

Se calculó que la población total actual de la comuna de Villa Alemana para el año 2021 es de 136.366 habitantes.

Para estimar la población total de hombres y mujeres por separado, se aplicó la fórmula N°3 para obtener la tasa de crecimiento de la población de hombres y mujeres.

$$TC \text{ HOMBRES} = 100 * \left(\sqrt[15]{\frac{59.756}{45.868}} - 1 \right) = 1,7789\%$$

La tasa de crecimiento de hombres equivale a 1,7789%.

$$TC \text{ MUJERES} = 100 * \left(\sqrt[15]{\frac{66.762}{49.755}} - 1 \right) = 1,9794\%$$

La tasa de crecimiento de mujeres equivale a 1,9794%.

Una vez obtenidas las tasas de crecimiento, a través de Excel, se aplicó la fórmula N°1, y se obtuvo la población total proyectada de hombres y mujeres para el año 2021. En la tabla 6.3 se presentan los resultados.

Tabla 6.3: Población total proyectada de hombres y mujeres 2017-2021

AÑO	POBLACIÓN HOMBRES	POBLACIÓN MUJERES
2017	59.756	66.762
2018	60.818,99	68.083,48
2019	61.900,90	69.431,13
2020	63.002,06	70.805,45
2021	64.122,80	72.206,97

6.2 Resultados de la Encuesta

Para que los resultados de la encuesta fuesen representativos de la población, mediante los valores obtenidos de la población actual proyectada, se procedió a estimar el tamaño de la muestra a través de la fórmula N°3, con un margen de error del 5%, con un nivel de confianza del 95% y con una puntuación z de 1,96.

$$Tamaño \ de \ la \ muestra = \frac{\frac{1,96^2 * 95\%(1-95\%)}{5\%^2}}{1 + \left(\frac{1,96^2 * 95\%(1-95\%)}{5\%^2 * 136.366} \right)} = 384$$

1. Género

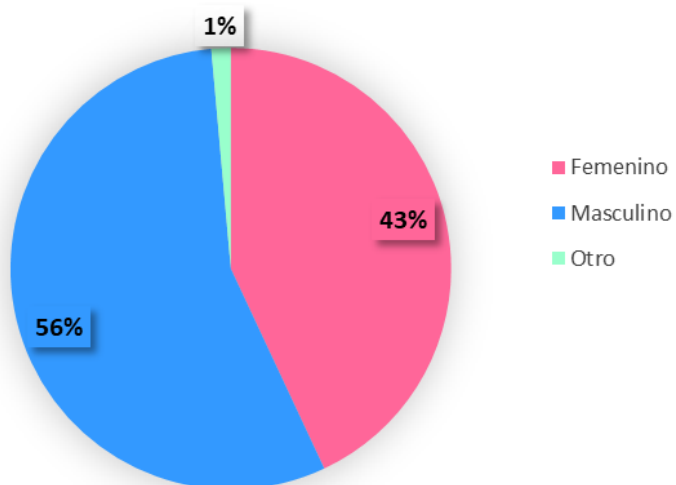


Figura 6.1: Porcentaje de resultados género.

En la figura 6.1 se puede observar que el 56% de la población encuestada son del sexo masculino y un 43% del sexo femenino.

2. Rango de edad al que pertenece

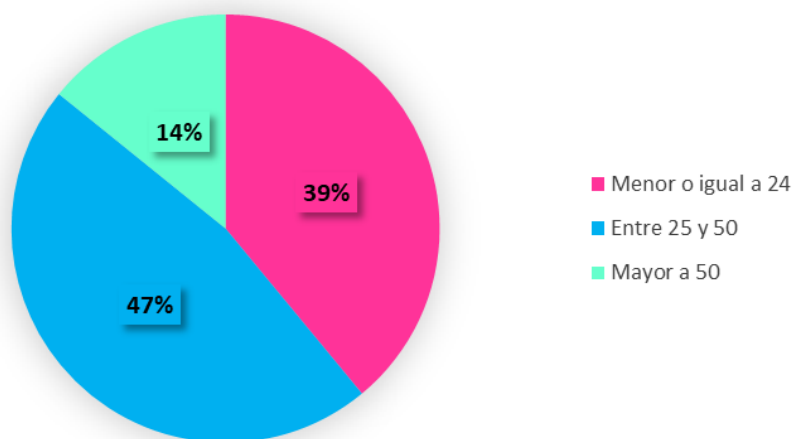


Figura 6.2: Porcentaje resultados rango de edad.

En la figura 6.2 se puede observar que el mayor rango de personas encuestadas correspondió a aquellas entre 25 y 50 años (47%) y un 39% está relacionado con las edades menores o iguales a 24 años.

3. ¿Qué tipo de mascarilla usa? Se puede marcar más de una opción*.

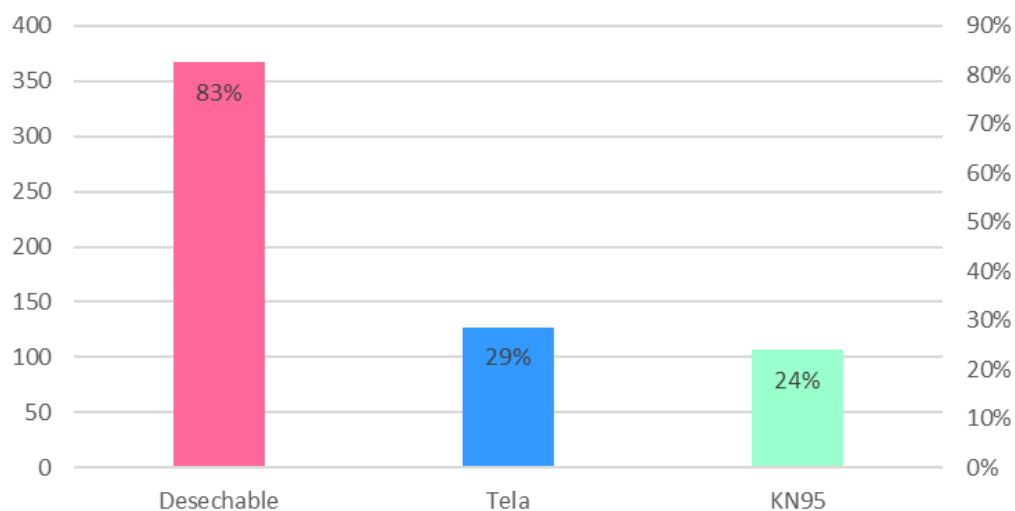


Figura 6.3: Porcentaje tipo de mascarillas usadas

En la figura 6.3 se puede apreciar que la mayor parte de las personas encuestadas utilizan mascarilla desechable (quirúrgica) correspondiendo a un 83%. En menor cantidad se puede evidenciar el uso de las de tipo KN95 (24%) y tela (29%).

4. En caso de ser desechable, ¿por cuánto tiempo la usa?

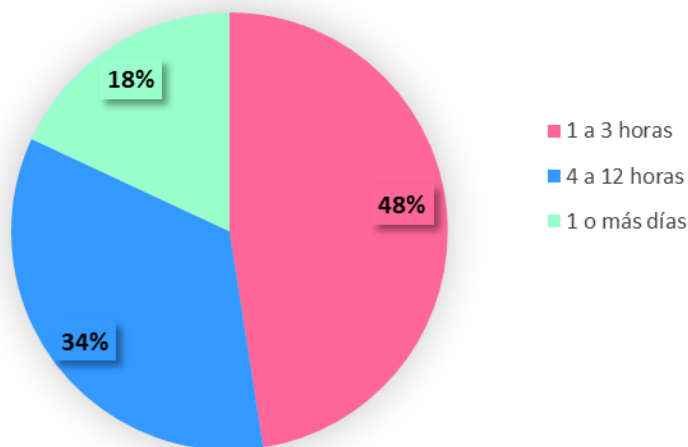


Figura 6.4: Porcentaje tiempo de uso mascarilla

En la figura 6.4 se pudo determinar el uso de las mascarillas desechables, arrojando los siguientes resultados: Entre 1 a 3 horas (48%); entre 4 a 12 horas (34%); mientras que un 18% la utilizaba más del tiempo que establece el MINSAL.

5. ¿Cuántas mascarillas desechables usa al día?

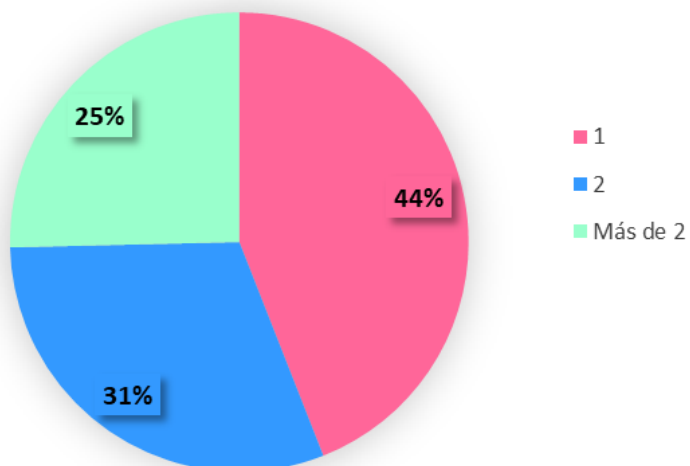


Figura 6.5: Porcentaje mascarillas diarias usadas

En la figura 6.5 se muestra que un 44% de las personas encuestadas utilizan 1 mascarilla diaria, un 31% utiliza 2 diarias y un 25% utilizada más de 2 diarias.

6. ¿Dónde elimina su mascarilla?

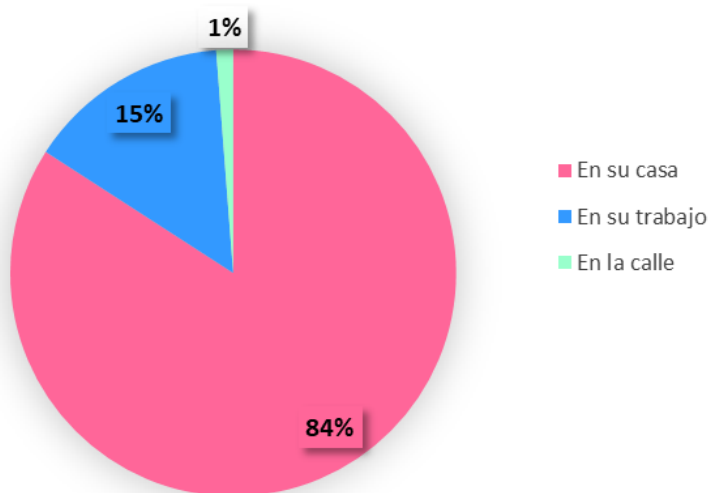


Figura 6.6: Porcentaje del lugar de eliminación.

En la figura 6.6 se puede apreciar que la mayor parte de las personas encuestadas eliminan sus mascarillas de forma domiciliaria (84%) y un porcentaje menor la elimina en su trabajo (15%).

7. ¿Reciclaría su mascarilla desechable?

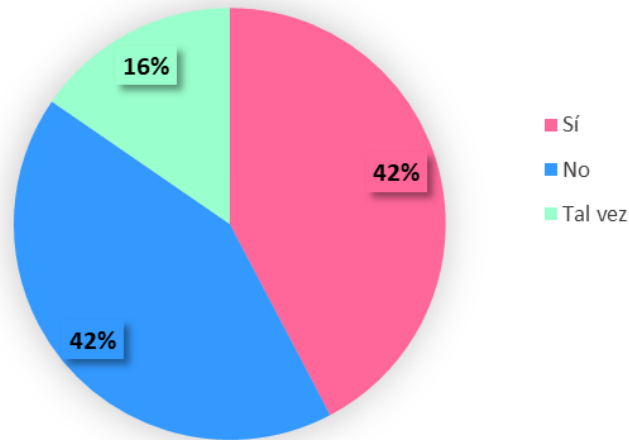


Figura 6.7: Porcentaje disposición de reciclaje

En la figura 6.7 se muestra una equidad entre las personas encuestadas, teniéndose un 42% en ambos casos.

El número total de respuestas obtenidas por cada pregunta se presentan en el ANEXO N°1.

6.3 Empleo de mascarillas desechables

El 17 de Abril del año 2020 entró en vigencia la Resolución Exenta N°282 que establece el uso obligatorio de mascarillas en lugares públicos cerrados por parte del Ministerio de Salud (MINSAL, 2020).

Para determinar la cantidad de personas que utilizan mascarilla desechable en la comuna, una vez obtenido los resultados de la encuesta, se tuvo que, de las 423 personas encuestadas, en relación a la pregunta N°3, 349 las utilizaban. A partir de esto, y en base a la proyección de la población actual, se aplicaron los porcentajes obtenidos a la población. En la tabla 6.4 se presentan los resultados de la cantidad de personas que estarían utilizando mascarillas desechables en la comuna de Villa Alemana.

Tabla 6.4: Resultados población estimada que usa mascarilla desechable

POBLACIÓN ACTUAL	PORCENTAJE OBTENIDO DE ENCUESTA	POBLACIÓN ESTIMADA QUE USA MASCARILLA DESECHABLE
136.366 hab.	82,5%	112.510 hab.

A partir de la población estimada que utiliza mascarillas desechables, y en relación a la pregunta N°5, se tuvo que, de las 402 respuestas obtenidas, un total de 177 personas usan 1 mascarilla desechable al día, 123 personas usan 2 al día, y 102 individuos usan más de 2 al día. Por lo que, a partir de estos datos, se aplicó el porcentaje obtenido de cada respuesta en la población estimada que usa mascarilla desechable, y se presenta en la tabla 6.5.

Tabla 6.5: Resultados de cantidad de individuos que usan mascarilla desechable según su uso diario.

POBLACIÓN ESTIMADA	USO DE MASCARILLA DESECHABLE	PORCENTAJE	INDIVIDUOS QUE USAN MASCARILLA DESECHABLE
112.510 hab.	1	44,0%	49.504 hab.
112.510 hab.	2	30,6%	34.428 hab.
112.510 hab.	Más de 2	25,4%	28.577 hab.

Finalmente, para estimar la cantidad de mascarillas desechables utilizadas por día, se aplicó la fórmula N°4. En la tabla 6.6 se presentan los resultados.

Tabla 6.6: Resultados cantidad de mascarillas diarias utilizadas.

INDIVIDUOS QUE USAN MASCARILLA DESECHABLE.	USO DE MASCARILLAS DIARIO.	CANTIDAD DE MASCARILLAS DIARIAS UTILIZADAS.
49.504 hab.	1	49.504
34.428 hab.	2	68.856
28.577 hab.	Más de 2	85.732
TOTAL		204.093

Se obtuvo un total de 204.093 mascarillas desechables utilizadas de forma diaria por los habitantes de la comuna de Villa Alemana. Esto estaría implicando que, si el peso de una mascarilla es en promedio de 3,5* gramos, se puede estimar que se estarían desechando 714kg/día o 0,7 ton/día de éstas.

Para estimar la cantidad de mascarillas desechables empleadas desde el comienzo de la pandemia hasta fines de 2021, se estableció como fecha de inicio la vigencia de la Resolución Exenta. De ahí, se calcularon los días hasta la fecha actual y se estimó la cantidad de mascarillas total utilizadas. En la tabla 6.7 se presentan los días totales.

Tabla 6.7: Días totales desde Resolución Exenta promulgada hasta la fecha actual

FECHA INICIO	FECHA ACTUAL	DÍAS TOTALES
17/04/2020	16/11/2021	578

A partir de los días totales, se calculó la cantidad de mascarillas desechables empleadas hasta la fecha actual, presentándose en la tabla 6.8.

Tabla 6.8: Total de mascarillas desechables empleadas hasta la fecha actual en comuna de Villa Alemana.

MASCARILLAS DESECHABLES EMPLEADAS DE FORMA DIARIA	DÍAS TOTALES	MASCARILLAS DESECHABLES EMPLEADAS HASTA LA FECHA
204.093	578	117.965.754

El total de mascarillas desechables empleadas hasta la fecha actual es de 117.965.754, y teniendo en cuenta que el peso promedio de una mascarilla es de 3,5 gramos. A través de esto, se puede estimar que a la fecha se han desechado un total aproximado de 412,8 toneladas de mascarillas.

* Valor obtenido de manera experimental pesando varias mascarillas desechables, obteniéndose un promedio de 3,5 gramos.

6.5 Reciclaje de las mascarillas desechables a nivel nacional.

En un inicio el Ministerio del Medio Ambiente realizó un llamado a la ciudadanía a no reciclar las mascarillas desechables, debido al alto riesgo de contagio que éstas podrían generar en la vía pública (MMA, 2020). Sin embargo, debido al aumento considerable de estos residuos y al no existir soluciones a nivel gubernamental, se generaron soluciones a través de organizaciones externas. Es así que, en las pesqueras ubicadas en la región del Bio-Bío se comprobó que se desechaban más de 20.000 mascarillas quirúrgicas cada semana, por lo que, en conjunto con la Asociación de Industriales Pesqueros (ASIPES) y la Unidad de Desarrollo Tecnológico (UDT) de la Universidad de Concepción, se comenzó a liderar un proyecto piloto para el reciclaje de estos elementos (UDT, 2020). Los buenos resultados de este proyecto piloto permitieron ampliarlo y formalizar un servicio de valorización del desecho, mediante la producción de pellet de polipropileno, el que podría servir para el desarrollo de otros productos plásticos, como bandejas o macetas. Por otra parte, en la región de La Araucanía, la Fundación Karükeche está gestionando una fábrica de reciclaje mecánico a pequeña escala, y actualmente se encuentran trabajando en la implementación de reciclaje de mascarillas desechables, para sumarlo a la producción de madera plástica (Parra, 2021).

Sin embargo, en la comuna de Villa Alemana se ha podido observar que no existen plantas de reciclaje de residuos plásticos y menos una que se encargue en específico de los residuos generados producto del COVID-19, teniendo en cuenta el DECRETO ALCALDICIO N° 838, el cual aprobó la Ordenanza Municipal “Sobre Uso Obligatorio de Mascarillas en la Comuna de Villa Alemana”, por lo que el uso de éstas ha generado un aumento considerable, desde que se promulgó esta ordenanza.

Cabe señalar que dentro de la comuna existe una planta de reciclaje para residuos orgánicos, denominado “**Programa Separación en Origen**”, el cual abarca desechos exclusivamente orgánicos generados por la población (El Observador, 2021). Además, el municipio cuenta con el servicio de una empresa externa denominada GEOCICLOS, la cual se encarga del reciclaje de plásticos, vidrios, papeles y cartones, sin tomar en cuenta los desechos generados por la pandemia COVID-19.

6.6 Comparaciones generales entre métodos de reciclaje

6.6.1 Reciclaje termoquímico (Pirólisis)

Para realizar el proceso completo de reciclaje termoquímico, se realizó una cotización económica respecto a los equipos necesarios para su funcionamiento.

Dentro del plano nacional, sólo se cuentan con equipos para el proceso de esterilización de las mascarillas desechables, pero no se cuenta con fabricantes de equipos para el funcionamiento de una planta de pirólisis. En la tabla 6.9 se presenta la cotización nacional del equipo esterilizador de mascarillas, en la figura 6.8 se visualiza, y las especificaciones técnicas del equipo se pueden ver en el ANEXO N°2.

Tabla 6.9: Cotización dentro del plano nacional para planta de pirólisis (Elaboración propia)

EQUIPO	PROVEEDOR	PRECIO	IMAGEN REFERENCIAL
Horno Electrolux SkyLine ProS Electric Combi Oven 10GN1/1 ProS 101	Ventus Corporación	373,58 UF	 <p>Figura 6.8: Horno eléctrico esterilizador (Ventus Corp.)</p>
TOTAL (UF)		373,58 UF	

A nivel internacional a través de la red se contactó a la empresa BESTON (HENAN) MACHINERY CO., LTD, encargada de la venta de equipos para plantas de pirólisis. En el ANEXO N°2 se presenta la cotización realizada, junto a las especificaciones técnicas del

equipo. En la tabla 6.10 se observa el valor de la planta cotizada y en la figura 6.9 su respectiva imagen.

Tabla 6.10: Cotización internacional de planta de pirólisis (Elaboración propia)

EQUIPO	PROVEEDOR	PRECIO
Pyrolysis Plant BLJ-6	BESTON (HENAN) MACHINERY CO., LTD	1.957,74 UF
VALOR APROXIMADO DE IMPORTACIÓN		489,43 UF
TOTAL (UF)		2.447,17 UF



Figura 6.9: Planta de pirólisis (BESTON (HENAN) MACHINERY)

Además, se contempló la valorización de la mano de obra para el armado y funcionamiento de la planta termoquímica. En la tabla 6.11 se entrega un estimativo de los salarios mensuales de los trabajadores.

Tabla 6.11: Cotización mano de obra planta de pirólisis (Computrabajo, 2021)

<u>MANO DE OBRA</u>	CANTIDAD ⁵	TARIFA MENSUAL POR PERSONA (UF)
Maestro de obra	4	17,72
Ingeniero químico	1	42,38

⁵ Cantidad de trabajadores en base a proyectos de plantas de pirólisis.

<u>MANO DE OBRA</u>	CANTIDAD ⁵	TARIFA MENSUAL POR PERSONA (UF)
Ingeniero mecánico	1	32,00
Operador de máquina	4	17,48
Electricista	1	21,11
VALOR TOTAL MENSUAL (UF)		236,29 UF

Debido a que se necesitan de profesionales específicos, como ingenieros químicos y mecánicos para la operación de las diferentes maquinarias, la complejidad tecnológica para el funcionamiento de esta planta de reciclaje es alta.

Dentro de los posibles aspectos ambientales afectados por el proceso de reciclaje termoquímico, se tomaron de referencia proyectos presentados al Servicio de Evaluación Ambiental (SEA), para la identificación de impactos ambientales. En cuanto al aspecto aire, el proceso no genera emisiones atmosféricas debido a que es cerrado en su totalidad. No obstante, sí posee un punto emisión de gases de combustión, que corresponde al calentamiento del reactor de pirólisis. La emisión de ruido sólo es considerada en la etapa de construcción de la planta, y se espera un nivel de ruido menor a 60 db (Farfán, 2019). Para el factor ambiental de agua, se señala que el proceso no genera residuos industriales líquidos (RILES) de ningún tipo. Pero de manera externa se generan residuos líquidos domésticos, correspondientes a los servicios higiénicos, que son descargados al alcantarillado público del sector. Y para el aspecto suelo, se identifican residuos sólidos asimilables a urbanos, por lo que no son significativos (SEA, 2020).

De acuerdo a la opinión de expertos (ANEXO N°4), y tomando en consideración los aspectos ambientales afectados, el reciclaje de mascarillas desechables mediante un tratamiento de pirólisis es clasificada como industria molesta.

6.6.2 Reciclaje mecánico

Al igual que en el método del reciclaje anterior, se realizó primeramente una cotización económica a nivel nacional de los equipos necesarios para este proceso, de dónde se obtuvieron los valores de los equipos para el proceso de esterilización y triturado. Ambos equipos se presentan en la tabla 6.12, y se pueden observar en las figuras 6.10 y 6.11. En el ANEXO N°3 se presentan las especificaciones técnicas.

Tabla 6.12 Cotización nacional para reciclaje mecánico (Elaboración propia):

EQUIPO	PROVEEDOR	PRECIO (UF)	IMAGEN REFERENCIAL
Horno Electrolux SkyLine ProS Electric Combi Oven 10GN1/1 ProS 101	Ventus Corporación	373,58	 <p>Figura 6.10: Horno eléctrico esterilizador (Ventus Corp.)</p>
Máquina trituradora de plásticos KSN-400	Kösner	139,90	 <p>Figura 6.11: Trituradora (Kösner)</p>
TOTAL (UF)		513,48 UF	

Internacionalmente se obtuvo la cotización de los equipos encargados del proceso de extrusión y peletización. En la tabla 6.13 se presenta la cotización realizada, y en la figura 6.12 se aprecia su imagen. En el ANEXO N°3 se presentan las cotizaciones realizadas, junto a las especificaciones técnicas de cada equipo.

Tabla 6.13: Cotización internacional para planta de reciclaje mecánico (Elaboración propia)

EQUIPO	PROVEEDOR	PRECIO
Peletizadora extrusora VMJ-130A	ASIAN MACHINERY USA	887,12 UF
VALOR APROXIMADO DE IMPORTACIÓN		221,88 UF
TOTAL (UF)		1.109 UF



Figura 6.12: Peletizadora-Extrusora (Asian Machinery USA)

Además, se contempló la valorización de la mano de obra para la fabricación y funcionamiento de la planta de reciclaje mecánico. En la tabla 6.14 se observa un estimativo de los salarios mensuales de los trabajadores.

Tabla 6.14: Valorización mano de obra planta de reciclaje mecánico (Fuente: Computrabajo, 2021)

<u>MANO DE OBRA</u>	CANTIDAD	TARIFA MENSUAL POR PERSONA (UF)
Maestro de obra	2	17,72
Operador de máquina	2	17,48
Técnico mecánico	1	21,85

<u>MANO DE OBRA</u>	CANTIDAD	TARIFA MENSUAL POR PERSONA (UF)
Electricista	1	21,11
VALOR TOTAL MENSUAL (UF)		113,36 UF

Esta planta de reciclaje no necesita de profesionales específicos para su funcionamiento, por lo que la complejidad tecnológica es considerada como intermedia.

En base a los proyectos de plantas de reciclaje mecánico presentados al SEA, se obtuvo que dentro del factor ambiental aire, existen emisiones atmosféricas de forma despreciables para el proceso (menor a $50^6 \mu\text{g}/\text{m}^3$), debido a que se deben a la etapa de construcción de la planta, y en cuanto a ruido, se estima que se generará emisión de ruido durante el proceso de reciclaje, sin embargo, se espera cumplir con el Decreto Supremo N°38/2011 del Ministerio del Medio Ambiente (menor a 65 db). Para el factor ambiental agua, la producción de la planta cuenta con dos procesos como sistemas cerrados e individuales entre sí. Por lo que sólo se generan residuos líquidos domésticos, los cuales pueden ser descargados al alcantarillado público del sector. Y para el factor ambiental suelo, se identificó únicamente residuos sólidos asimilables urbanos.

A partir de lo anteriormente descrito, y en base a la opinión de expertos (ANEXO N°4), la planta de reciclaje mecánico puede ser definida como industria clasificada inofensiva.

⁶ Valor establecido en base a D.S N°12/11

6.6.3 Tabla comparativa pirólisis vs mecánico.

A modo de resumen, se realizó una tabla comparativa (tabla 6.15) entre los métodos de reciclaje de las mascarillas desechables.

Tabla 6.15: Tabla comparativa entre métodos de reciclajes analizados (Elaboración propia)

CRITERIOS ANALIZADOS	RECICLAJE TERMOQUÍMICO	RECICLAJE MECÁNICO
Presente en Chile	No, solo hay proyectos.	Si, en distintas regiones.
Valor total de la compra (UF)	3.057,04 UF	1.735,84 UF
Espacio requerido mínimo.	360 m ²	76 m ²
Personal	6 trabajadores	4 trabajadores
Complejidad tecnológica	Alta	Media
Consumo de combustible	Sí (Gas Natural)	No
Gasto energético	48,95 kW	66,60 kW
Funcionamiento maquinaria	Continuo (24 horas)	Jornada laboral (8 horas)
Calificación industrial	Molesta	Inofensiva

6.7 Aplicabilidad del método de reciclaje a la Comuna de Villa Alemana

El Plan Regulador Comunal (PRC) de Villa Alemana data del año 2002. Este instrumento zonifica el territorio en diferentes categorías y establece los usos de suelo permitidos según el sector. A partir de esto, se identificaron los uso de suelos permitidos con categoría industrial, resumidos en la tabla 6.16.

Tabla 6.16: Usos de suelos permitidos con categoría industrial en Villa Alemana (Plan Regulador Comunal, 2002)

USOS DE SUELO IDENTIFICADOR	CATEGORIZACIÓN
E3-a / E3-b / EX-I1	Establecimientos Industriales con calificación inofensiva.
EX-I2	Establecimientos Industriales con calificación Inofensiva y molesta.

Debido a la clasificación previamente declarada para los distintos métodos de reciclaje, se identificó cómo posible lugar de construcción de la planta de reciclaje el sector EX-12, ubicado en la zona sur de la comuna, la que se puede apreciar en la figura 6.13 y 6.14.

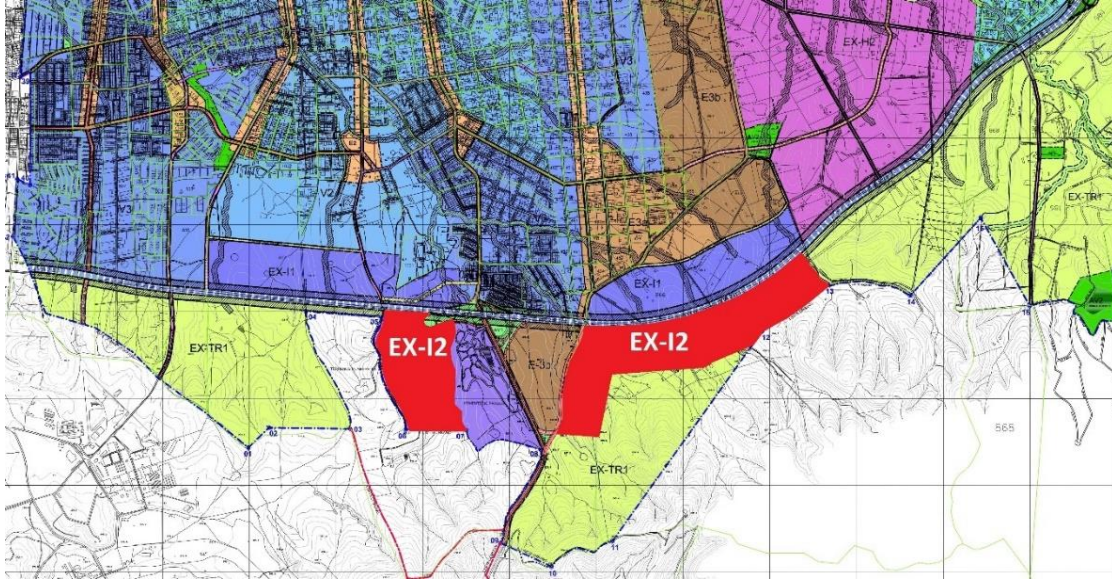


Figura 6.13: Posible ubicación de planta de reciclaje (Elaboración propia)

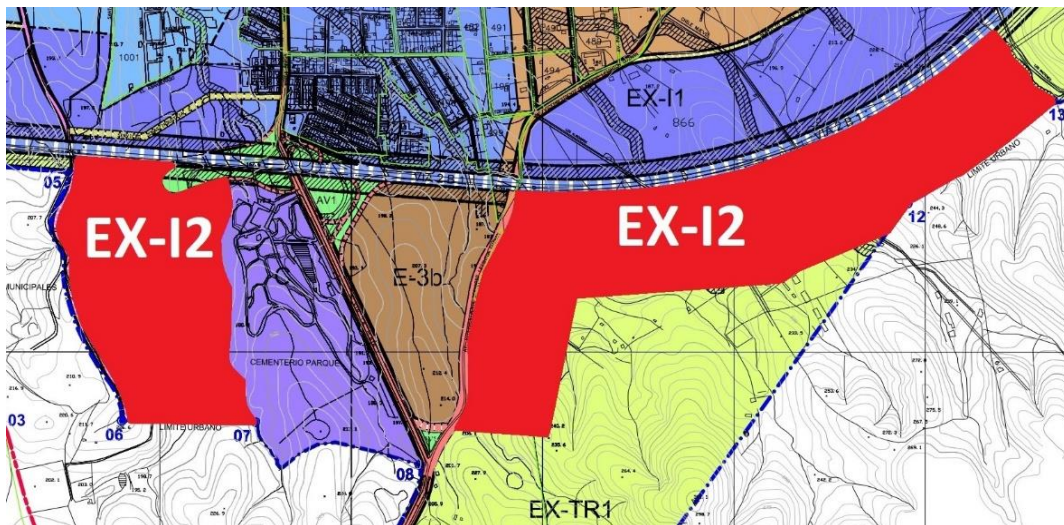


Figura 6.14: Posibles ubicaciones de la planta de reciclaje, asignadas con la simbología EX-12 (Elaboración propia)

Teniendo en cuenta que en Chile aún no se implementan de forma oficial plantas para el tratamiento de plásticos mediante el proceso de pirólisis, y sumado al costo de los equipos necesarios para el proceso, este método se descarta como propuesta de reciclaje para la comuna de Villa Alemana.

6.8 Plan de reciclaje insertado en la comuna de Villa Alemana

Para la creación del plan de reciclaje se consideran 3 partes:

6.8.1 Primera etapa del plan (proceso de inicio)

Para el correcto funcionamiento del **plan de reciclaje a la comuna de Villa Alemana**, es necesaria la realización de ciertas actividades, dentro de las cuales se consideran las siguientes:

- Legislación ambiental aplicable

Se identificó la legislación aplicable mediante una revisión de normativas ambientales relacionadas con el Ministerio del Medio Ambiente (MMA) presentes en la Biblioteca del Congreso Nacional, y la identificación de requerimientos específicos aplicables.

En base a los criterios mencionados, las normas aplicables a las actividades realizadas por la planta de reciclaje se muestran en la tabla 6.17.

Tabla 6.17: Legislación ambiental aplicable al método de reciclaje mecánico (Elaboración propia)

NORMATIVA	NOMBRE	MINISTERIO	FECHA DE PUBLICACIÓN
Decreto 6	Aprueba reglamento sobre manejo de residuos de establecimientos de atención de salud (REAS).	Ministerio De Salud; Subsecretaría De Salud Pública	04-DIC-2009
Decreto 38	Establece norma de emisión de ruidos generados por fuentes que indica	Ministerio del Medio Ambiente	12-JUN-2012
Ley 20.920	Establece marco para la gestión de residuos, la responsabilidad extendida del productor y fomento al reciclaje.	Ministerio del Medio Ambiente	01-JUN-2016

NORMATIVA	NOMBRE	MINISTERIO	FECHA DE PUBLICACIÓN
Decreto 12	Establece norma primaria de calidad ambiental para material particulado fino respirable MP 2,5.	Ministerio del Medio Ambiente	09-MAY-2011
Decreto 7	Establece norma de emisión de ruido para vehículos livianos, medianos y motocicletas.	Ministerio del Medio Ambiente	01-DIC-2015

- Pertinencia de ingreso al SEIA como un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) o Declaración de Impacto Ambiental (DIA)

Para la instalación de la planta de reciclaje, es necesario determinar la realización de un EIA o DIA, teniendo en cuenta que, corresponden a un documento técnico que se realiza para la evaluación del impacto ambiental que pueda generar la actividad presentada. La realización de un EIA depende si el proyecto genera o presenta a lo menos uno de los efectos, características o circunstancias establecidas en el Artículo N° 11 de la Ley 19.300 sobre “Bases Generales del Medio Ambiente”, en el caso que no presente ninguna, se recurre a un DIA (Chile Atiende, 2021).

Para determinar la creación de un EIA o DIA de la planta de reciclaje, se recurrió a la Ley 19.300 sobre “Bases Generales del Medio Ambiente”, donde se especifican las condiciones de aquellos proyectos que deben someterse al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) para evaluar los impactos ambientales. Debido a que este método de reciclaje no cumple con las condiciones señaladas en el Art. 11 de la Ley 19.300 (tabla 6.18), éste debe ser ingresado al Servicio de Evaluación Ambiental como una Declaración de Impacto Ambiental (DIA).

Tabla 6.18: Criterios para la elaboración de un EIA o DIA (Elaboración propia)

ACTIVIDADES SUSCEPTIBLES	APLICA	JUSTIFICACIÓN
Art. 11 letra a) Riesgo para la salud de la población, debido a la cantidad y calidad de efluentes, emisiones o residuos.	No	Las emisiones teóricas generadas por parte de la planta de reciclaje son insignificantes para llegar a ser capaces de generar un riesgo para la salud de la población.
Art. 11 letra b) Efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluidos el suelo, agua y aire.	No	Se estima que no se generarán efectos adversos en los recursos naturales renovables, debido al cumplimiento de las normas de emisión.
Art. 11 letra c) Reasentamiento de comunidades humanas, o alteración significativa de los sistemas de vida y costumbres de grupos humanos.	No	La ubicación del proyecto no provoca reasentamiento de comunidades.
Art. 11 letra d) Localización en o próxima a poblaciones, recursos y áreas protegidas, sitios prioritarios para la conservación, humedales protegidos, glaciares y áreas con valor para la observación astronómica con fines de investigación científica, susceptibles de ser afectados, así como el valor ambiental del territorio en que se pretende emplazar.	No	La instalación de la planta se emplaza en una zona de uso industrial exclusivo (EX-I2), según el plan regulador de Villa Alemana. Por lo tanto, no se localiza próximo a poblaciones.
Art. 11 letra e) Alteración significativa, en términos de magnitud o duración, del valor paisajístico o turístico de una zona.	No	No habrá alteración significativa del valor paisajístico.
Art. 11 letra f) Alteración de monumentos, sitios con valor antropológico, arqueológico, histórico y, en general, los pertenecientes al patrimonio cultural.	No	La instalación de la planta se emplaza en una zona de uso industrial exclusivo (EX-I2), donde no se presentan sitios con valor de patrimonio cultural.

- Zonificación de puntos limpios

Fue necesaria la identificación de la zonificación de los puntos limpios en donde serían puestos los contenedores que almacenarán las mascarillas desechables. Para esto se tomó de referencia la división de unidades vecinales de la comuna de Villa Alemana (figura 6.15), para proponer la integración de un punto limpio para cada unidad vecinal. Por lo que se

establecerían como puntos limpios prioritarios a las entradas de los clubes deportivos, de las sede vecinales, de los colegios y de estaciones de metro. La razón de colocarlos en la entrada de estos lugares permitiría una mayor vigilancia para mantenerlos bien cuidados y limpios por personas capacitadas. Se exceptúa el CENTRO, ya que, al ser la zona más concurrida de Villa Alemana, se propone dos puntos limpios. En la tabla 6.19 se resume la ubicación de cada punto limpio.

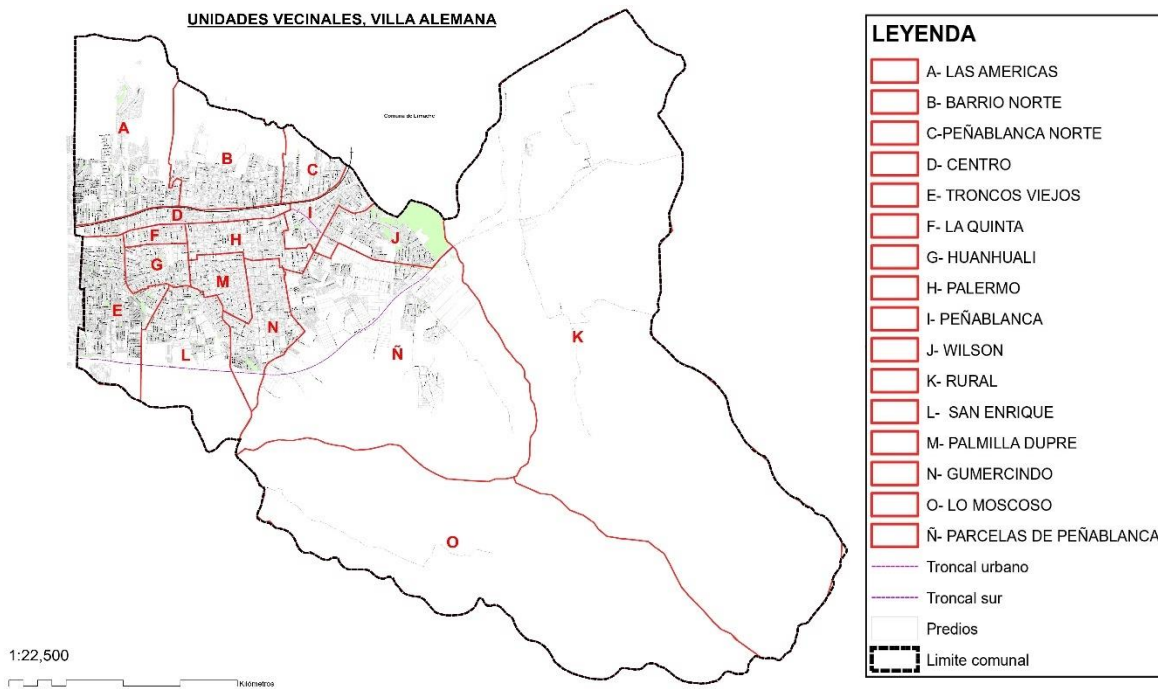


Figura 6.15: Unidades Vecinal de Villa Alemana (IMVA)

Tabla 6.19: Localización de puntos limpios (Elaboración propia)

	UNIDAD VECINAL	UBICACIÓN PUNTO LIMPIO
A	LAS AMÉRICAS	SEDE VECINAL ARMAT – Lago Todos Los Santos #197
B	BARRIO NORTE	ESTADIO MARISTA – Lima #600
C	PEÑABLANCA NORTE	ESTACIÓN PEÑABLACA – Sgto. Aldea #285
D	CENTRO	PLAZA BELÉN – Buenos Aires #701
		ESTACIÓN LA CONCEPCIÓN – Carlos Ibáñez del Campo #1497

	UNIDAD VECINAL	UBICACIÓN PUNTO LIMPIO
E	TRONCOS VIEJOS	COLEGIO NUEVA ESPERANZA – Los Algarrobos #950
F	LA QUINTA	LICEO MARY GRAHAM – Porvenir #1140
G	HUANHUALI	JUNTA DE VECINOS VILLA AURORA – Serena #600
H	PALERMO	COLEGIO NACIONAL NACIONALITO – Maturana #293
I	PEÑABLANCA	CLUB DEPORTIVO PEÑABLANCA – Manuel Montt #645
J	WILSON	CLUB DEPORTIVO ATLÉTICO WILSON – El Caracol #699
K	RURAL	ESCUELA EL PATAGUAL – Tomás Hurtado
L	SAN ENRIQUE	JUNTA DE VECINOS VALLE DEL MARGA MARGA I – Calle España #1753
M	PALMILLA DUPRE	CLUB DEPORTIVO LA PALMILLA – Veteranos del 79 #1259
N	GUMERCINDO	CLUB DEPORTIVO ARTURO PRAT – Andrés Bello #387
O	LO MOSCOSO	UNIDAD VECINAL NO POSEE POBLACIÓN ESTABLECIDA (SECTOR RURAL).
Ñ	PARCELAS DE PEÑABLANCA	COLEGIO PARTICULAS ALTO MONTE – El Rincón #881

A partir de lo anterior, se elaboró un mapa con la zonificación de los puntos limpios establecidos, observándose en la figura 6.16.

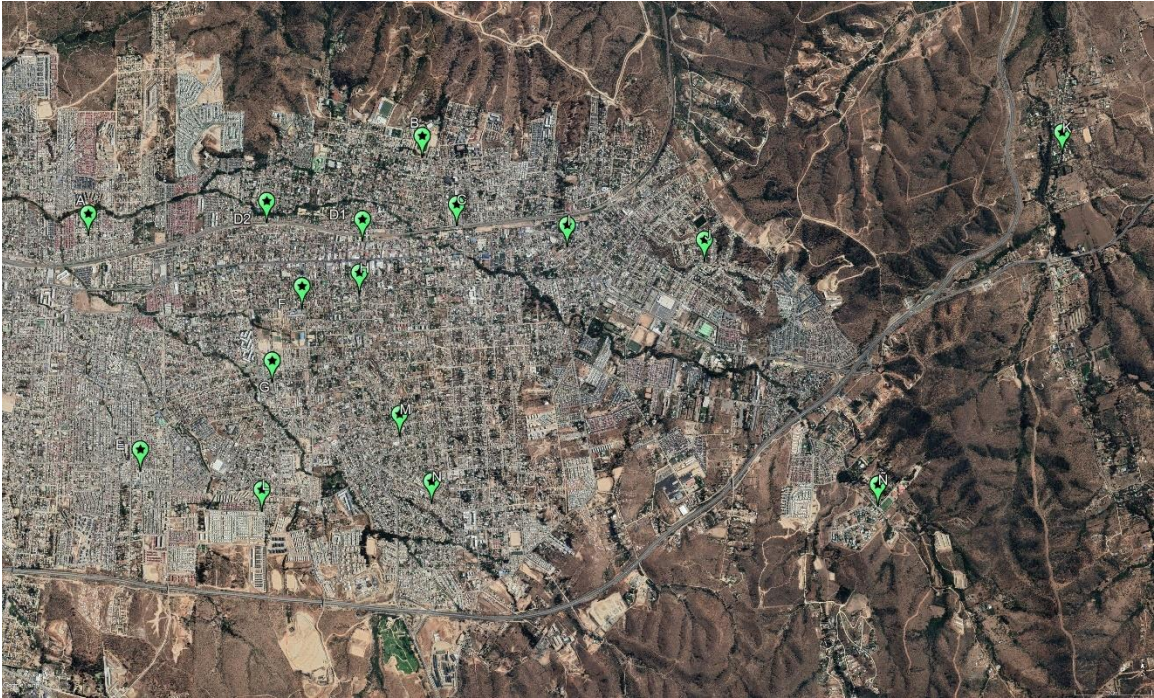


Figura 6.16: Localización de puntos limpios en la comuna de Villa Alemana (Elaboración propia)

- Capacitaciones

En una primera instancia se realizarían capacitaciones a los funcionarios municipales de la comuna de Villa Alemana, para que puedan distribuir y entregar mayor información a la población en relación al correcto proceso de reciclaje de las mascarillas desechables, teniendo en cuenta cuales pueden ser recicladas.

Así como también, se realizarían capacitaciones en las sedes deportivas, juntas vecinales, colegios, y a los funcionarios de metro que se encuentren cercanos a los puntos limpios de reciclaje de las mascarillas desechables. A quienes se les informará sobre qué tipo de mascarillas pueden ser dispuestas para reciclaje, y tendrán a su disposición un número telefónico para notificar a la planta de reciclaje en caso de saturación de las mascarillas en el punto limpio establecido.

- Actividades de concientización ambiental

También se podrán realizar actividades de educación ambiental, para lograr concientizar a los distintos grupos etarios de la población de Villa Alemana sobre la importancia del

reciclaje de residuos plásticos, enfatizando la problemática actual de la contaminación por el uso de las mascarillas desechables en la pandemia COVID-19.

En la tabla 6.20 se detallan las charlas que se programan para antes de la ejecución del plan de reciclaje.

Tabla 6.20: Actividades previas al plan de reciclaje mecánico en la comuna (Elaboración propia)

ACTIVIDAD	LUGAR	RECURSOS
Exposición de importancia del reciclaje de plásticos, y los efectos negativos de la mascarilla desechable en el medio ambiente. Sumado a la información de reciclaje que se realizará en la comuna.	Diferentes colegios de Villa Alemana cercanos a los puntos limpios dispuestos.	<ul style="list-style-type: none"> • PC • Proyector • Imágenes de efectos negativos de mascarilla desechable.
	Diferentes jardines de Villa Alemana cercanos a los puntos limpios dispuestos.	
	Juntas vecinales cercanas a los puntos limpios dispuestos en la comuna de Villa Alemana.	
	Clubes deportivos cercanos a los puntos limpios dispuestos en la comuna de Villa Alemana.	
Realización de stands didácticos, explicando la importancia del reciclaje de plásticos y enfatizando en las mascarillas desechables, mostrando los efectos positivos de su reciclaje, enseñando muestras de pellet de polipropileno y productos realizados con este plástico.	Plaza Belén, centro de Villa Alemana.	<ul style="list-style-type: none"> • Toldo • Mesa • Silla • Flyers • Muestras de plástico reciclado
Creación de una red social (Instagram, Facebook, Tiktok) por parte de la planta de reciclaje con la ciudadanía, para entregar información respecto al correcto reciclaje y la zonificación de los puntos limpios, en	Planta de reciclaje	<ul style="list-style-type: none"> • Celular • Internet

ACTIVIDAD	LUGAR	RECURSOS
relación al uso de las mascarillas desechables.		

6.8.2 Segunda etapa del plan (ejecución)

Durante la ejecución del plan de reciclaje seleccionado para las mascarillas desechables, es necesario establecer lo siguiente:

- Instalación de contenedores de mascarillas desechables

Debido a que las mascarillas desechables se encuentran clasificadas según el REAS como residuos especiales, ya que pueden ser sospechosas de contener patógenos, que generarían alteraciones al organismo, serán colocados en contenedores amarillos con una capacidad de 240 litros, que tendrán en su interior una bolsa del mismo color, etiquetadas con su respectiva identificación (figura 6.18).

Considerando que el volumen de una mascarilla corresponde a 0,02L se dispondrá de un total de 17 contenedores equivalente a los puntos limpios, observándose en la figura 6.17.



Figura 6.17: Contenedor para los puntos limpios (RECILOCK)



Figura 6.18: Bolsas para residuos especiales (Creatividad Positiva)

También se propone la colocación de un cartel sobre cada punto, a fin de que se evidencie su existencia, en la figura 6.19 se diseña un prototipo.



Figura 6.19: Prototipo de diseño de cartel para puntos limpios (Farías C.)

- Recolección de mascarillas

Considerando lo dispuesto en el Artículo N°16 del REAS, donde establece que los contenedores deben retirarse diariamente o una vez cumplida el $\frac{3}{4}$ de su capacidad, se estipula que la recolección de mascarillas desechables será de forma diaria, por la misma planta de reciclaje en horario vespertino, de forma que se evite el choque de horarios con el personal recolector de basura.

El vehículo utilizado para la recolección y transporte debe poseer las siguientes características, según el artículo N° 37 del REAS:

- Los vehículos empleados en el servicio de transporte de residuos especiales deberán ser de uso exclusivo para ello.
- La caja de carga debe ser completamente cerrada y estanca para impedir el derrame de sólidos y/o líquidos. Su interior deberá ser liso, fácilmente lavable y de material impermeable y resistente a la corrosión.
- Contar con equipamiento para el control de derrames, que debe consistir, a lo menos, en material absorbente, desinfectante, bolsas o contenedores y equipos de protección personal.

Por lo anterior, se propone que las mascarillas desechables serán transportadas mediante una “Renault Dokker Van” a la bodega de almacenamiento de la misma empresa. En la figura 6.20 se aprecia el medio de transporte.



Figura 6.20: Vehículo propuesto para el retiro de las mascarillas desechables (Fuente: Motorpasión)

- Actividades de educación ambiental

Al igual que en la etapa previa al plan de reciclaje, se realizarían charlas de educación ambiental sobre la importancia del reciclaje de mascarillas desechables, y la correcta segregación del residuo en los contenedores dispuestos alrededor de la comuna a los diferentes colegios, sedes vecinales, y clubes deportivos de la comuna. Además, se

realizarían constantes publicaciones a través de las redes sociales creadas por la planta de reciclaje (Instagram, Facebook, Tiktok), de forma que se difunda aún más la información, y se señale la ubicación de los puntos limpios.

6.8.3 Tercera etapa del plan (proceso de finalización)

Una vez puesto en ejecución el plan de reciclaje, se establecerán las siguientes actividades a realizar:

- Entrega de información del avance.

En la planta de reciclaje se realizaría un conteo de los kilos de mascarillas desechables reciclados, y en base a las cantidades obtenidas, se entregaría la información del avance a los diferentes servicios que fueron capacitados, tales como colegios, sedes vecinales, clubes deportivos y funcionarios municipales de la comunidad, de forma que se impulse y siga fomentando el reciclaje de las mascarillas desechables.

- Fiscalización constante del buen uso del proyecto.

A nivel de planta de reciclaje, se realizarían constantes fiscalizaciones en cuanto a la maquinaria utilizada para alargar su vida útil.

Para la mantención del horno esterilizador se recomienda vigilar constantemente el suministro eléctrico de la planta. Procurando conectar el equipo a enchufes trifásicos industriales según la Norma Chilena 4 de 2003 (Superintendencia de Electricidad y Combustible, 2003).

Para la mantención de la trituradora se recomiendan las indicaciones, que se muestran en la tabla 6.21.

Tabla 6.21: Recomendaciones para alargar vida útil de trituradora (Bruna & Suárez, 2016)

SEMANTALMENTE	MENSUALMENTE
Limpiar profundamente el equipo.	Desmontar los engranajes, limpiarlos y volver a montarlos con grasa nueva.
Inspeccionar la cuchilla fija como la móvil, ya que no deben tener ningún rasguño. Si se ven rayones, se deberá desmontar la trituradora y afilar las cuchillas dañadas.	Inspeccionar los cojinetes en busca de grietas y agregar grasa adicional si es necesario.
	Inspeccionar si los dientes están demasiado dañados, en el caso que sí reemplazarlos.
Comprobar si hay plástico atascado entre las cuchillas. Si este es el caso, desmontar el eje, limpiar la hoja.	Revisar la pintura y volver a pintar los daños para evitar problemas de corrosión a largo plazo.

Para la mantención de la extrusora-peletizadora, se recomiendan las indicaciones, observadas en la tabla 6.22.

Tabla 6.22: Recomendaciones para alargar la vida útil de una extrusora-peletizadora (Proaño, 2013)

SEMANTALMENTE	MENSUALMENTE
Verificar continuamente el sistema de enfriamiento con agua para impedir la fundición de plástico a la entrada de la tolva y el paso de temperatura hacia los rodamientos.	Vigilar la condición de los interruptores eléctricos dónde se encuentra conectado el equipo.
Verificar la temperatura de operación, ya que si se encuentra baja puede dañar el cañón de la máquina.	Verificar que el equipo esté alineado, una mala instalación o un mal alineamiento causará un gran impacto en la vida útil de la extrusora.
Verificar si el interior y exterior del motor se encuentran libres de suciedad, aceite, grasa, agua, etc.	Realizar mantenimiento al motor del equipo cada 3 meses o cada 600 horas de funcionamiento.
Limpiar el panel de control de manera interna y externa.	Reemplazar rodamientos cada 4800 horas de funcionamiento.
	Verificar el diámetro del cilindro calefactor y el husillo, y realizar mantenimiento cada 2500 horas de operación.

SEMANALMENTE	MENSUALMENTE
	Limpiar filtros y realizar su respectivo cambio cada 160 horas de operación.

A nivel poblacional, se realizarían fiscalizaciones mensuales de las distintas ubicaciones de los puntos limpios, en el caso que se encuentren en condiciones deterioradas se sugiere el cambio del contenedor, y en el caso que exista poco uso del punto limpio se evaluará una relocalización de éste.

- Actividades de Educación Ambiental

Al igual que en las dos etapas anteriores, se realizarían constantemente charlas de educación ambiental sobre la importancia del reciclaje de mascarillas desechables, y enfatizándose en la correcta segregación del residuo en los contenedores dispuestos alrededor de la comuna. Además, se realizarían constantes publicaciones a través de las redes sociales creadas por la planta de reciclaje, así como también de la Municipalidad, de forma que se difunda aún más la información sobre el reciclaje realizado a nivel comunal y los avances que éste ha tenido desde su implementación, exponiéndose los beneficios de este proceso, como por ejemplo las emisiones de CO₂ reducidas.

6.8.4 Carta Gantt

El plan de reciclaje se resume en la siguiente Carta Gantt (tabla 6.23).

Tabla 6.23: Carta Gantt de plan de reciclaje (Elaboración propia)

Etapa	Actividad	Objetivos	Responsables	Indicador de cumplimiento	% L O G R O	Recursos	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES AÑO 2022																			
							Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero							
PREVIA	Capacitaciones a funcionarios municipales	Facilitar la inserción del plan de reciclaje	Personal de la planta de reciclaje	Cantidad de funcionarios municipales capacitados	COMPUTADOR PROYECTOR	█																				
	Capacitaciones a funcionarios de metro			Cantidad de funcionarios de metro capacitados		█																				
	Capacitaciones a clubes deportivos			Cantidad de clubes deportivos capacitados		█																				
	Capacitaciones a sedes vecinales			Cantidad de sedes vecinales capacitadas		█																				
	Capacitaciones a colegios			Cantidad de colegios capacitados		█																				
	Charlas de educación ambiental a colegios	Promover el reciclaje de las mascarillas desechables	Personal de la planta de reciclaje y funcionarios municipales (DAM)	Cantidad de charlas realizadas	TOLDO - SILLA - PELLET DE POLIPROPILENO - MESA - FLYERS	█																				
	Charlas de educación ambiental a sedes vecinales			Cantidad de charlas realizadas		█																				
	Charlas de educación ambiental a clubes deportivos			Cantidad de charlas realizadas		█																				
	Charlas de educación ambiental a jardines			Cantidad de charlas realizadas		█																				
	Realización de stands didácticos			Cantidad de asistentes presentados		█																				
Creación de red social de planta de reciclaje		Personal de la planta de reciclaje	Cantidad de seguidores alcanzados	CELULAR	█																					
EJECUCIÓN	Instalación de contenedores en puntos limpios	Segregar las mascarillas desechables	Personal de la planta de reciclaje	Cantidad de contenedores instalados	CONTENEDORES																					
	Instalación de carteles en puntos limpios			Cantidad de carteles puestos	CARTELES																					
	Recolección de mascarillas en puntos limpios	Reciclar las mascarillas desechables	Personal de la planta de reciclaje	Cantidad de veces recolectadas las mascarillas	MEDIO DE TRANSPORTE (VAN)																					
	Charlas de educación ambiental a colegios	Promover el reciclaje de las mascarillas desechables	Persona de la planta y funcionarios municipales (DAM)	Cantidad de colegios capacitados	COMPUTADOR PROYECTOR																					
	Charlas de educación ambiental a sedes vecinales			Cantidad de sedes vecinales capacitadas																						
	Charlas de educación ambiental a clubes deportivos			Cantidad de clubes deportivos capacitados																						
Difusión de información a través de redes sociales	Cantidad de seguidores nuevos alcanzados			CELULAR																						
POSTERIOR	Difusión de avance de reciclaje a colegios	Promover el reciclaje de las mascarillas desechables	Personal de la planta y funcionarios municipales (DAM)	Cantidad de colegios capacitados	COMPUTADOR PROYECTOR																					
	Difusión de avance de reciclaje a sedes vecinales			Cantidad de sedes vecinales capacitadas																						
	Difusión de avance de reciclaje a clubes deportivos			Cantidad de clubes deportivos capacitados																						
	Difusión de avance de reciclaje por redes sociales		Personal de la planta	Cantidad de seguidores nuevos alcanzados	CELULAR																					
	Fiscalización a puntos limpios	Mejorar plan de reciclaje	Funcionarios municipales	Cantidad de puntos limpios fiscalizados	COMUNIDAD																					
Fiscalización a equipos de la planta de reciclaje	Mejorar productividad de planta de reciclaje	Personal de la planta	Cantidad de veces realizada la mantención	MANO DE OBRA																						

6.9 Evaluación económica del plan

6.9.1 Cotización del plan de reciclaje

En la tabla 6.24 se resume la inversión inicial de los materiales necesarios para el funcionamiento del plan.

Tabla 6.24: Cotización de los materiales necesarios para las actividades del plan de reciclaje (Elaboración propia)

RECURSO	CANTIDAD	PROVEEDOR	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Proyector 1600 Lumen - Blanco	1	Ripley	3,66	3,66
Notebook Lenovo 100e	1	Paris	8,98	8,98
Celular ZTE Blade A5	1	Linio	2,99	2,99
Toldo plegable 3x3mts	1	Linio	1,86	1,86
Mesa plegable para exterior	1	Linio	0,93	0,93
Silla plegable	2	Líder	0,27	0,53
Contenedores amarillos 240 L	17	Recilock	2,22	37,69
Bolsas amarillas extragrandes (5 unidades)	4	Hygiene	0,20	0,79
Carteles (42 x 59,4 cm)	17	dospuntocero	0,10	1,78
Etiquetas (500 UN)	1	todotoner	0,17	0,17
Flyers 10x14 cm (1000 un)	3	Cotiza Gráfica	0,59	1,77
Renault Dokker Van	1	Renault	514,37	514,37
TOTAL (UF)				575,52

En cuanto a los costos de la mano de obra para la realización de las actividades del plan, se incluye sólo el personal de la planta a cargo de las actividades de educación ambiental. Y de forma externa con la ayuda de los funcionarios de la Dirección Ambiental Municipal (DAM) de la Ilustre Municipalidad de Villa Alemana, los cuales no son incluidos en los costos. En la tabla 6.25 se resume lo anterior.

Tabla 6.25: Costos por mano de obra del plan de reciclaje (Fuente: computrabajo)

MANO DE OBRA	CANTIDAD	TARIFA MENSUAL POR PERSONA (UF)
Ingeniero ambiental (Planta)	1	40,31
VALOR TOTAL MENSUAL (UF)		113,36 UF

6.9.2 Flujo de caja

Para la realización del flujo de caja se consideró una vida útil del proyecto de 10 años, y así como también lo siguiente:

A) Inversión inicial:

- Equipos mayores: Relacionado con la cotización de los equipos necesarios para el reciclaje mecánico (tabla 6.12 y 6.13), equivaliendo a un total de 1.622,48 UF.
- Materiales para el plan de reciclaje: Que corresponde a la cotización de los materiales necesarios para las distintas actividades contempladas dentro del plan de reciclaje (tabla 6.24), el cual equivalió a 575,52 UF.
- Costos de equipamientos: Que corresponde al 60% del costo total de los equipos necesarios para el reciclaje mecánico, el cual equivalió a 973,49 UF.

B) Costos fijos:

- Costos de mantenimiento: Que correspondió a un 7% del costo total de los equipos necesarios para el reciclaje mecánico, equivaliendo a 113,57 UF.
- Costos operacionales: Que se refieren al valor por la recolección de las mascarillas desechables, el cual equivalió a 10,08 UF. Para el costo del combustible, se tomó de referencia los valores de los precios sociales, el cual equivalió a un total de 0,014 UF. Y se estimó en promedio una distancia recorrida de 30km al realizar la recolección diaria de las mascarillas desechables.

C) Depreciación:

- Para el equipo necesario para el reciclaje mecánico, se estimó una vida útil de 10 años.
- Para el vehículo encargado de la recolección de las mascarillas, se estimó una vida útil de 7 años (SII, 2021).

D) Ingresos:

- Mediante la cotización online se obtuvo que el valor de pellet del PP reciclado por kilogramo es de 0,023 UF (Alibaba, 2021).
- Se planteó la suposición que la mitad de la población recicla su mascarilla desechable.

En la tabla 6.26 se observa el flujo de caja del plan de reciclaje.

Tabla 6.26: Flujo de caja (Elaboración propia)

FLUJO DE CAJA											
Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ventas		1.697,67	1.697,67	1.697,67	1.697,67	1.697,67	1.697,67	1.697,67	1.697,67	1.697,67	1.697,67
Venta de activos	-	-	-	-	-	146,96	-	-	-	-	146,96
Inversión inicial	- 3.110,34										
Inversión de reemplazo						- 514,37					
Costos fijos	-	123,65	123,65	123,65	123,65	123,65	123,65	123,65	123,65	123,65	123,65
Depreciación	-	235,73	235,73	235,73	235,73	235,73	235,73	235,73	235,73	235,73	235,73
R° ANTES DE IMPUESTOS	- 3.110,34	1.338,29	1.338,29	1.338,29	1.338,29	970,88	1.338,29	1.338,29	1.338,29	1.338,29	1.485,25
Impuesto	-	361,34	361,34	361,34	361,34	262,14	361,34	361,34	361,34	361,34	401,02
Flujo del año	- 3.110,34	976,95	976,95	976,95	976,95	708,75	976,95	976,95	976,95	976,95	1.084,24
Flujo acumulado	- 3.110,34	-2.133,39	-1.156,43	-179,48	797,48	1.506,23	2.483,18	3.460,14	4.437,09	5.414,05	6.498,28
Saldo actualizado al 6%	- 3.110,34	921,66	869,49	820,27	773,84	529,62	688,71	649,73	612,95	578,26	605,43
Saldo actualizado acumulad	- 3.110,34	-2.188,68	-1.319,20	-498,93	274,91	804,53	1.493,24	2.142,97	2.755,93	3.334,19	3.939,62

En base a lo anterior, se observa que a partir del 4to año se recupera la inversión inicial.

6.9.3 Valor Actual Neto (VAN)

Se calculó la VAN utilizando una Tasa de Descuento del 6%, la cual corresponde a la tasa de descuento utilizada para proyectos sin fines de lucro (Ministerio de Desarrollo Social y Familia, 2021). Se obtuvo una VAN de 3.939,62 UF al final del proyecto, lo cual significa que se recupera la inversión inicial para la tasa de descuento que se está utilizando (tabla 6.27).

Tabla 6.27: Calculo de VAN (elaboración propia)

Saldo actualizado al 6%	- 3.110,34	921,66	869,49	820,27	773,84	529,62	688,71	649,73	612,95	578,26	605,43
Saldo actualizado acumulad	- 3.110,34	-2.188,68	-1.319,20	-498,93	274,91	804,53	1.493,24	2.142,97	2.755,93	3.334,19	3.939,62
VAN	3.939,62										

7. DISCUSIÓN

Considerando que la comuna de Villa Alemana ha experimentado un crecimiento poblacional en los últimos años (PURANOTICIA, 2019), se esperaría que el valor real de la población sea aún mayor al valor estimado proyectado (136.366 habitantes), lo que provocaría un aumento en el número de mascarillas desechables utilizadas de forma diaria calculado.

En relación a las respuestas obtenidas de las personas encuestadas, un 83% utiliza mayoritariamente mascarillas desechables, o bien llamadas quirúrgicas. Esto puede deberse a que el valor de una caja de mascarillas desechable es mucho más asequible para la población, a diferencia de las mascarillas KN95, cuyo valor se cuadriplica (Montes, 2020). La asequibilidad del precio podría generar que el uso de mascarillas desechables aumente por la población. Del total de las personas que emplean mascarillas quirúrgicas, un 44% utiliza una diaria, otros emplean dos diarias (31%), y un 25% utiliza más de dos diarias, lo cual influye directamente en la cantidad desechada por día.

Por otro lado, producto del plan paso a paso publicado por el MINSAL, la comuna de Villa Alemana se ha encontrado en diferentes fases, yendo desde “Fase 1 (Restricción)” hasta “Fase 4 (Apertura inicial)”. Las alzas y bajas de contagios se encuentran estrechamente relacionados con estos cambios, otorgando mayores libertades y actividades a la población. La encuesta se realizó en junio de 2021 durante la “Fase 2 (Transición)” y con “estado de excepción”, y a noviembre del mismo año, la comuna ya se encuentra en “Fase 4 (Apertura Inicial)” y sin “estado de excepción”. Debido a estos cambios, y producto de las bajas de las cantidades de contagios, se esperaría que el uso de las mascarillas desechables de forma diaria fuera en disminución. Sin embargo, el uso obligatorio de ellas en la vía pública sigue vigente, por la Ordenanza Municipal N°838 y aún hay variantes del virus Sars-Cov-2 activas, lo que podrían generar un retroceso en las fases de la comuna, generando un alza en el aumento del uso de estos barbijos.

Teniendo en cuenta que la población estimada de Villa Alemana fue de 136.366 habitantes, y un 83% utiliza mascarillas desechables, implicaría que se están empleando por lo menos

0,7 toneladas diarias totales. Sin embargo, considerando que la población real podría ser mayor, las toneladas diarias de mascarillas empleadas serían proporcionales a su uso. Debido a esto, sería necesario implementar un sistema de reciclaje.

En relación a la selección del método de reciclaje más adecuado a la comuna de Villa Alemana, se realizó una comparación a partir de diferentes criterios generales, los cuales permitieron identificar el más adecuado. A continuación, se señalan los siguiente aspectos más relevantes:

Dentro del criterio “Presencia en Chile”, se identificó que no existen plantas de reciclaje termoquímico para el tratamiento de residuos plásticos, ya que solamente se encuentran presentados como futuros proyectos al SEA. No obstante, sí se pudo observar que en la región del Biobío se ha implementado el primer proyecto pionero de reciclaje de las mascarillas desechables, a través de un sistema de reciclaje mecánico, dónde esterilizan las mascarillas, luego las trituran, y finalmente las convierten en pellet, el cuál servirá de base para el desarrollo de nuevos productos. Los resultados obtenidos de este proyecto han sido positivos, expandiéndose a diferentes empresas cercanas de la zona, lo que demuestra la viabilidad del proyecto como solución a la problemática del aumento de residuos debido a la contingencia COVID-19.

En cuanto al criterio “valor total de la compra”, el reciclaje de pirólisis tiene un costo total de 3.057 UF, mientras que el reciclaje mecánico es de un total de 1.735 UF, siendo este último mucho más asequible para su implementación en la comuna de Villa Alemana. Sin embargo, los valores podrían estar sujetos a cambios, tomando en cuenta los costos de importación y seguros de transporte.

Con respecto al “Funcionamiento de la maquinaria”, el equipo de pirólisis realiza un proceso continuo de 24 horas y además posee una capacidad de producción de 3 ton/día. En el caso más favorable sólo se reciclarían 0,7 ton/día de mascarillas desechables, por lo que existiría una pérdida de la capacidad productiva del equipo pirolítico. A diferencia del reciclaje mecánico que posee una capacidad de producción de 200 kg/h en una jornada laboral de 8

horas, logrando reciclar de manera efectiva y sin pérdidas de productividad, las cantidades totales de mascarillas recicladas.

Finalmente, para el criterio de “Calificación industrial” fue necesario recurrir al Plan Regulador Comunal (PRC) establecido el año 2002, el cual detalla la zonificación de los usos de suelos distribuidos en la comuna. Cabe destacar, que actualmente el PRC se encuentra en actualización, luego de casi 20 años sin ser modificado. Por lo que los usos de suelos utilizados para este trabajo podrían estar sujetos a cambios. A partir de lo anterior, se identificó la existencia de “usos de suelos” exclusivos al ámbito industrial, pudiendo ser industrias clasificadas como “Molestas” o “Inofensivas” según la definición estipulada en la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción (OGUC), en base a los impactos ambientales que generen. Debido a la poca claridad de la definición de la Ordenanza, fue necesario recurrir a expertos al momento de clasificar a ambos métodos de reciclaje, donde se evidenció la existencia de normas no concretas por parte del Gobierno de Chile, ya que, se presta a diferentes interpretaciones, como se puede apreciar en el ANEXO N°4, dónde expertos difieren en la clasificación industrial. De forma general ambos procesos pueden ser clasificados como industrias molestas o inofensivas. Pero, debido a que se reciclarán las mascarillas desechables producto de la pandemia, y el REAS ha clasificado a estos desechos como residuos especiales, en base a esto, ambos métodos pueden ser clasificados también como industrias peligrosas. Sin embargo, teniendo en cuenta que las mascarillas serán sometidas a un tratamiento previo de esterilización, éstas dejarían de ser contaminantes, ya que se estaría provocando la inactivación viral. Por otro lado, el personal a cargo cumpliría con todos los requisitos de protección para la manipulación de estos desechos. En relación a lo anteriormente mencionado, se recalca que ambos métodos de reciclaje pueden ser igualmente clasificados como molestos o inofensivos. Teniendo en cuenta la clasificación que hicieron los expertos de estos procesos de reciclaje, se tomó como referencia prioritaria la opinión del Sr. Alejandro Vives, el cual es director de la Dirección Ambiental Municipal (DAM) de la comuna de Villa Alemana, debido a la cercanía con la comuna, clasificándose de industria inofensiva para el reciclaje mecánico. Y para el tratamiento de pirólisis se coincide con la clasificación de industria molesta de otro experto.

No obstante, suponiendo el caso más desfavorable, en donde sería clasificada como industria peligrosa, Villa Alemana cuenta con una zona de uso de suelo “Sanitario” establecido por el Plan Regulador Metropolitano de Valparaíso, el cual permitiría el desarrollo de actividades asociadas a lo sanitario y energético, por lo que se propone la ubicación de la planta de reciclaje en ese sector.

Con respecto a los impactos ambientales, se pudo determinar que ambos métodos de reciclaje pueden generar emisiones atmosféricas debido a la fase de construcción de la planta, pero además el reciclaje termoquímico podría emanar gases de combustión debido al proceso de calentamiento del reactor pirolítico. Sin embargo, el reciclaje mecánico sólo generaría ruidos, por lo que se sugiere la implementación de aislantes acústicos como medida de mitigación a este impacto ambiental.

Finalmente se seleccionó el reciclaje mecánico como el método más adecuado para la comuna de Villa Alemana, desde el punto de vista productivo, económico y ambiental. Mientras que las mascarillas desechables, serían sometidas al proceso de esterilización por calor seco, ya que el horno puede abarcar una mayor cantidad y generar una homogeneidad en el secado de estos barbijos. No ocurre lo mismo con la radiación UV, debido a que debe emplearse una menor cantidad de mascarillas, y el foco de radiación es dirigido solo hacia un punto, siendo el proceso de esterilización más deficiente.

Si bien este trabajo fue enfocado en el reciclaje de las mascarillas quirúrgicas, también está comprobado que las mascarillas KN95 pueden ser igualmente recicladas debido a su composición similar, casi en su totalidad de polipropileno. Y en cuanto a los elementos de las mascarillas no considerados para el reciclaje, se propone contactar con empresas que reciclen metal para la gestión de las tiras maleables nasales obtenidas de éstas, para así no generar residuos dentro de la planta de reciclaje. El elástico de sujeción está compuesto de polipropileno, por lo que se propone incluirlo dentro del reciclaje mismo.

Una vez finalizada la pandemia se sugiere que el método de reciclaje planteado se expanda a productos de polipropileno y/o también a productos de polietileno, ya que el equipo

extrusor-peletizador cotizado tiene la característica de poder trabajar con ambos tipos de plásticos.

Teniendo en cuenta lo anteriormente mencionado, la concientización ambiental resulta ser un pilar fundamental para la inserción de un método de reciclaje en la comunidad. El MMA elaboró una “Guía de Educación Ambiental y Residuos”, donde señala la importancia de la implementación de programas de educación ambiental para el manejo y valorización de los residuos (MMA, 2015). Por esta razón, el plan de reciclaje elaborado centra sus actividades, en las distintas etapas propuestas, en actividades de educación ambiental, como charlas en las organizaciones aledañas a las distintas ubicaciones de los puntos limpios, y la realización de Stands en la vía pública para los puntos limpios propuestos en la zona más concurrida de Villa Alemana. Por lo mismo, es necesario el apoyo de actores municipales, con el fomento de las distintas actividades, y difusión de la información.

Por otro lado, en base a los resultados obtenidos en la encuesta, se obtuvo que un 84% de la población elimina su mascarilla desechable de manera domiciliaria, por esta razón, se propone la ubicación de un contenedor en cada una unidad vecinal, de forma que el reciclaje pueda ser llevado a cabo de forma equitativa en los distintos sectores de Villa Alemana.

Si el 83% de la población reciclase sus mascarillas, sería necesario realizar una recolección diaria a cada punto limpio. Sin embargo, en el caso que no suceda esto, se realizaría 2 veces a la semana, de forma que se evite que el contenedor sobrepase los $\frac{3}{4}$ de su capacidad.

El valor estimado de la inversión inicial del plan se realizó en base a los costos de los equipos mayores, es decir aquellos necesarios para la implementación del reciclaje mecánico. Los costos del equipamiento extra, en donde se consideró un valor del 60% del total del costo de los equipos mayores. También en base a los recursos necesarios para la ejecución de las diferentes actividades contempladas en el plan de reciclaje, obteniéndose un valor total de 3.110,84 UF.

Finalmente se realizó una estimación de los costos fijos anuales, que correspondió a los costos de mantenimiento y de operación. Por lo tanto, se consideró un valor de

mantenimiento del 7% del total de los costos de los equipos mayores, para aquellos que puedan llegar a presentar un deterioro por situaciones externas, como el mal uso o destrucción de los contenedores. Estos costos tendrían un valor anual de 123,65 UF.

En relación al flujo de caja, a partir del cuarto año se esperaría recuperar el monto de la inversión realizada, y además se generarían ganancias. En cuanto al indicador económico (VAN) se dio a conocer que la ganancias del proyecto, en base a sus 10 años de vida útil, sería de 3.938,62 UF, lo que corresponde a un monto mayor al invertido, demostrando así la viabilidad económica del proyecto.

Dentro de las formas de financiamiento para el método de reciclaje seleccionado, y su inserción dentro de la comuna de Villa Alemana, se propone la postulación a los Fondos de Protección Ambiental (FPA), que apoyan iniciativas ciudadanas y financian parcialmente proyectos orientados a la protección del medio ambiente y el desarrollo sustentable. También se propone la postulación a los Fondos Nacional de Desarrollo Regional (FNDR), que financian proyectos en los distintos ámbitos de infraestructura social y económica de la región, con el objetivo de obtener un desarrollo territorial armónico y equitativo. Y, por último, se podría postular al Programa Nacional de Residuos Sólidos (PNRS), el cual fomenta iniciativas de inversión destinadas a la gestión y manejo de residuos sólidos, haciéndose énfasis en su financiamiento ya que incluye la compra de terrenos y equipamiento que sea parte del proyecto.

8. CONCLUSIÓN

Con respecto a esta propuesta de reciclaje para las mascarillas desechables empleadas durante la contingencia COVID-19 en la comuna de Villa Alemana, se llegó a la conclusión que, diariamente se emplean un total de 0,7 toneladas de mascarillas desechables por los Villalemaninos/as, y desde el inicio de la pandemia hasta ahora, se estima un total de 412 toneladas de mascarillas desechadas en la comuna.

Frente al análisis del método de reciclaje más adecuado para Villa Alemana, se identificó a través de los costos, una diferencia notoria en los valores totales entre los dos métodos de reciclajes estudiados, siendo el reciclaje mecánico el más asequible, con un total de 1.735 UF. Además, se llegó a la conclusión que el reciclaje termoquímico, no es viable debido a la alta capacidad de producción, el cual supera en más del doble, a la cantidad de toneladas de mascarillas desechadas de forma diaria. Por lo que la planta de reciclaje mecánico corresponde al método más adecuado para la comuna.

Con respecto al plan de reciclaje propuesto, es necesario el apoyo de programas y actividades de educación ambiental de manera formal e informal. De esta forma se logra transmitir y crear conciencia ambiental en la comunidad sobre la generación de residuos y su valorización. Por lo mismo, parte de las actividades del plan contemplan la realización de charlas y de stands didácticos a los habitantes de Villa Alemana, desde la preinstalación de la planta, hasta su post ejecución. Y a partir de las diferentes actividades propuestas, se pudieron identificar los recursos necesarios, y se estimó el valor de la inversión inicial del plan, siendo un total de 3.110,64 UF, con un valor de costos fijos anuales de 123,65 UF. Y de acuerdo a la evaluación económica realizada, se recuperaría la inversión inicial realizada alrededor del año 4, y la ganancia monetaria generada por su operación permitiría obtener alrededor de 3.939 UF actualizados al valor según el VAN al finalizar la duración del proyecto. Finalmente, es necesario señalar que es importante implementar un sistema de reciclaje para las mascarillas desechables en la comuna de Villa Alemana, debido a que el pronóstico actual y futuro indican que el uso obligatorio de las mascarillas desechables en la vía pública

seguirá presente por un largo tiempo más. Actualmente los casos activos de COVID-19 han ido en aumento, por lo que aún es necesario el uso de estos barbijos como prevención.

Por lo que, la propuesta de alternativa de reciclaje planteada en este trabajo de título permitiría asentar las bases para la implementación de este sistema de reciclaje para las mascarillas desechables y/o otros productos plásticos en la comuna de Villa Alemana, así como también en la región de Valparaíso.

9. REFERENCIAS

Aguilar J., (2005). "PROTOCOLO DE LIMPIEZA, DESINFECCION Y ESTERILIZACIÓN DEL MATERIAL, EQUIPAMIENTO Y VEHÍCULOS SANITARIOS". [En Línea] < <http://www.medynet.com/usuarios/jraguilar/esteril.pdf>> [Consulta 13/10/21]

Alibaba, (2021). Pellets reciclados de plástico PP aislados, fabricados en China. [En línea] < <https://spanish.alibaba.com/product-detail/made-in-china-insulated-pp-plastic-recycled-pellets-1600119060405.html?spm=a2700.8699010.29.16.3314530d7400Fk>> [Consultado 13/12/21]

ALNICOLSA, (2011). "Molinos de Martillos". [En línea] < <https://taninos.tripod.com/molinosmartillo.htm>> [Consultado 16/10/21]

Amar S., Ardila A. & Barrera R. (2020). Simulation and obtaining of synthetic fuels from the pyrolysis of plastic wastes. *Ingeniería y Desarrollo*, 37(2), 306–326. <<https://doi.org/10.14482/inde.37.2.1285>>

Aparicio C., et al., (2017). "Sistema de Trituración, disolución y planchado para el reciclaje de papel." Instituto Politécnico, Ciudad de México.

Aravena, I. (2020). "Cuarentena parcial en el Gran Valparaíso." Fundación P!ensa. [En línea] <<https://www.fundacionpiensa.cl/inicio/cuarentena-parcial-gran-valparaiso/>> [Consultado 29/09/21]

Baño E, (2019). "Extrusora para grancear plástico ¿Qué es y cómo funciona?". [En línea] < <https://www.interempresas.net/Plastico/Articulos/260036-Extrusora-para-grancear-plastico-Que-es-y-como-funciona.html>> [Consultado 10/10/21]

Baño E., (2020). " Producción de pellets ¿Cómo realizarlo correctamente y detectar defectuosidades?" [En línea] < <https://www.interempresas.net/Plastico/Articulos/266861-Produccion-de-pellets-Como-realizarlo-correctamente-y-detectar-defectuosidades.html>> [Consultado 18/10/21]

Beltrán M., & Marcilla A., (2012). "Tecnología de Polímeros. Procesado y Propiedades". Alicante, España. Unión de Editoriales Universitarias Españolas.

Benavente, M. (2011). "¿Para qué sirven las máquinas extrusoras de plástico? El blog de omnitemático" [En línea] <<http://omnitematico.over-blog.com/article-para-que-sirven-maquinas-extrusoras-plastico-85844948.html>> [Consultado 12/10/21]

Bengali, S. (2020). La pandemia de COVID-19 está provocando una marejada de desechos plásticos - Los Angeles Times en Español. [En línea] <<https://www.latimes.com/espanol/internacional/articulo/2020-06-14/la-pandemia-de-covid-19-esta-provocando-una-marejada-de-desechos-plasticos>> [Consultado 29/05/21]

Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. (2021). "Reportes Estadísticos 2021 de Villa Alemana Biblioteca del Congreso Nacional de Chile." [En línea]. <https://www.bcn.cl/siit/reportescomunales/comunas_v.html?anno=2021&idcom=5804> [Consultado 2/10/21]

Bruna R., & Suárez J., (2016). "Diseño de Trituradora de Botellas PET". Universidad Técnica Federico Santa María. Chile.

Bustos M., (2021), "¿Qué son las gotas de Flugge?", Centro del Alérgico, [En línea] <<https://centrodelaalergico.cl/que-son-las-gotas-de-flugge/>> [Consultado el: 20 de Abril, 2021]

Camps, M. (2020). "Sabías que. . . es importante gestionar correctamente el reciclaje de mascarillas". [En línea] <<https://mcamps.com/reciclaje-de-mascarillas-sabias-que/>> [Consultado 19/05/21]

Canal 9, (2021). "Fundación Karukeche promueve el reciclaje de las mascarillas desechables". [En línea] <<https://www.canal9.cl/programas/nuestra-casa/2021/08/18/fundacion-karukeche-promueve-el-reciclaje-de-las-mascarillas-desechables.shtml>> [Consultado 07/09/21]

Castro L. Ricardo (2020), "Coronavirus una historia en desarrollo", Revista Médica Chile. 148; 143-144. [En línea] < <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rmc/v148n2/0717-6163-rmc-148-02-0143.pdf> >

Castro, A. (2021). "Con pirólisis, tecnología iCycle da una segunda vida a las mascarillas faciales" Plastics Technology México. [En línea] <<https://www.pt-mexico.com/noticias/post/con-pirolisis-tecnologia-icycle-da-una-segunda-vida-a-las-mascarillas-faciales>> [Consultado 1/10/21]

Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX), (2013). "Reciclaje Mecánico". [En línea] < <http://www.cedexmateriales.es/catalogo-de-residuos/37/residuos-plasticos/gestion-del-residuo/valorizacion-material/249/reciclaje-mecanico.html> > [Consultado el 13/09/21]

Chile Atiende, (2021). "Estudio de Impacto Ambiental (EIA) y Declaración de Impacto Ambiental (DIA)". [En línea] < <https://www.chileatiende.gob.cl/fichas/2638-estudio-de-impacto-ambiental-eia-y-declaracion-de-impacto-ambiental-dia> > [Consulta 17/10/21]

CNN, (2020), "Cronología del coronavirus: así comenzó y se extendió el virus que tiene alerta al mundo", [en línea] < <https://cnnespanol.cnn.com/2020/02/20/cronologia-del-coronavirus-asi-comenzo-y-se-extendio-el-virus-que-pone-en-alerta-al-mundo/> > [Consultado el 23/04/2021]

cnos C., (2011). "Diseño de un Sistema de Extrusión-Peletizado para el Procesamiento de los Residuos Plásticos para la Empresa Municipal de la Ciudad de Cuenca EMAC". Universidad Politécnica Salesiana. Ecuador.

Color Plastic, (2021). "¿Qué es el proceso de peletización del plástico?". [En línea] < <https://colorplasticcolombia.com/2021/02/11/peletizacion-del-plastico/> > [Consultado 28/09/21]

Córdova, M. (2020). La pandemia plástica provocada por el Covid-19. La Tercera. [En línea] <<https://www.latercera.com/tendencias/noticia/la-pandemia-plastica-provocada-por-el-covid-19/47PNG5X67JHP3MVM77QHOMP4/>> [Consultado el 1/06/21]

Criado-Alvarez, D. (2020). Reutilización y desinfección de mascarillas. El autoclave. [en línea] <<https://elautoclave.wordpress.com/2020/03/22/reutilizacion-de-mascarillas/>> [Consultado 12/05/21]

Diario Sustentable., (2021). Campaña Bota Responsable del Ministerio del Medio Ambiente llama a botar de forma responsable las mascarillas desechables. Diario Sustentable. [En línea] <<https://www.diariosustentable.com/2021/02/campana-bota-responsable-del-ministerio-del-medio-ambiente-llama-a-botar-de-forma-responsable-las-mascarillas-desechables/>> [Consultado 3/05/21]

El Observador, (2021). “Municipio de Villa Alemana mostrará el proceso compostaje en Villa Alemana por visitas guiadas” [En línea] < http://www.observador.cl/municipio-de-villa-alemana-mostrara-el-proceso-compostaje-en-villa-alemana-por-visitas-guiadas/#google_vignette> [Consultado 3/10/21]

Elcacho, J. (2020). EFECTO AMBIENTAL DEL COVID-19: Descubren miles de mascarillas convertidas en residuos en islas deshabitadas. La Vanguardia. [En línea] <<https://bit.ly/2ObeFlp>> [Consultado 17/05/21]

Euronews. (2020). Una segunda vida para las mascarillas desechables. [En línea] <<https://es.euronews.com/2020/08/26/una-segunda-vida-para-las-mascarillas-desechables>> [Consultado 10/05/21]

Farfán F., Peña D., & Prieto M. (2019). “IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLANTA PARA LA GENERACIÓN DE DIESEL SINTÉTICO A PARTIR DE LLANTAS USADAS POR MEDIO DEL PROCESO DE PIROLISIS, EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ”. Universidad Piloto de Colombia. Bogotá.

Fischer R., et al., (2020). “Assessment of N95 respirator decontamination and re-use for SARS-CoV-2. MedRxiv. <https://doi.org/10.1101/2020.04.11.20062018>

Fita, J. (2020). La ciencia valida el sistema de desinfección de mascarillas a través de luz ultravioleta. La Vanguardia. [En línea] <<https://www.lavanguardia.com/vida/20200419/48582822609/coronavirus-ciencia-valida-sistema-desinfeccion-mascarillas-ultravioleta.html>> [Consultado 14/05/21]

Galvis N., (2014). "CARACTERIZACIÓN DEL POLIPROPILENO RECICLADO DISPONIBLE A PARTIR DE TAPAS, PARA REINCORPORARLO EN PROCESOS PRODUCTIVOS, MEZCLADO CON POLIPROPILENO VIRGEN". Universidad EAFIT. Medellín, Colombia.

Gester, (2021). "¿En qué consiste el proceso de Peletización del plástico?" [En línea] <<https://gester.es/blog/en-que-consiste-el-proceso-de-peletizacion-del-plastico/>> [Consultado 05/10/21]

Gómez J., & Gutiérrez J., (2007). "Diseño de una extrusora para plásticos". Universidad Tecnológica Pereira. Colombia.

Hernández L., De La Cruz A., & Valdez D., (2015). "Operaciones Unitarias I" [En línea] <<https://es.slideshare.net/sharo007/trituracin-y-moliendas>> [Consulta 21/10/21]

Iltefat H., et al., (2020). "Ultraviolet germicidal irradiation: Possible method for respirator disinfection to facilitate reuse during the COVID-19 pandemic." *Journal of the American Academy of Dermatology*, VOL 82(6), 1511–1512. <https://doi.org/10.1016/j.jaad.2020.03.085>

Ilustre Municipalidad de Villa Alemana (IMVA). (2020). Decreto alcaldicio n° 838 Sobre Uso Obligatorio de Mascarillas en la Comuna de Villa Alemana. [En línea] <<https://bit.ly/30sUPIJ>> [Consultado el 8/05/21]

Ilustre Municipalidad de Villa Alemana, (2002). "Ordenanza Local | Formulación Plan Regulador Comunal". Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. <<https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=200747>>

Italesmex, (2018). "Tipos de trituradoras para un reciclaje óptimo". [En línea] <<https://italesmex.com/tipos-de-trituradoras-reciclaje-optimo/>> [Consultado 1/10/21]

Kassam, A. (2020). "El riesgo de tener más mascarillas que medusas": los residuos del coronavirus acaban en los océanos. *elDiario.es*. [En línea] <<https://bit.ly/31TSvT3>> [Consultado 21/05/21]

Linares V. (2020), “Una empresa francesa recicla las mascarillas desechables usadas”, Rfi, [En línea] < <https://www.rfi.fr/es/francia/20200831-una-empresa-francesa-recicla-las-mascarillas-desechables-usadas>> [Consultado el 25 de Abril, 2021]

Lizana F., (2016). “Diseño de un equipo triturador para el reciclaje de madera”. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Chile.

Lopez, A. (2021). “Wu-Lien-teh, el primer médico que utilizó la mascarilla para luchar contra una pandemia” El País. [En línea] < <https://elpais.com/sociedad/2021-03-10/dr-wu-lien-teh-el-primer-heroe-que-utilizo-mascarillas-contr-una-pandemia.html>> [Consultado 05/08/21]

Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, (2021). “Científicos y gremios pesqueros colaboran en BíoBio para el reciclaje de mascarillas”. [En línea] <<https://www.minciencia.gob.cl/noticias/cientificos-y-gremio-pesquero-colaboran-en-biobio-para-el-reciclaje-de-mascarillas/>> [Consultado 14/09/21]

Ministerio de Desarrollo Social y Familia, (2021). “Precios Sociales (2021)”. [En línea] < http://sni.gob.cl/storage/docs/Precios_Sociales_Vigentes.pdf> [Consultado 15/12/21]

Ministerio de Salud (2020). “Protocolo de referencia para correcto uso de equipo de protección personal en acientes sospechosos o confirmados de COVID-19”. < <https://www.minsal.cl/wp-content/uploads/2020/03/PROTOCOLO-DE-USO-DE-EQUIPOS-DE-PROTECCI%C3%93N-PERSONAL-EN-LA-PREVENCI%C3%93N-DE-TRANSMISI%C3%93N-COVID19-versi%C3%B3n-24-03-2020-corregido-%C3%BAltima-p%C3%A1gina.pdf>>

Ministerio de Salud, (2009). “Reglamento Sobre Residuos de Establecimientos de Atención de Salud (REAS)”. < <https://www.minsal.cl/sites/default/files/files/REAS.pdf>>

Ministerio de Salud. (2020). “Sobre algunas medidas para la protección del personal de salud en contexto de la atención de establecimientos de salud durante la pandemia de COVID-19”. < <https://www.minsal.cl/wp-content/uploads/2020/05/CIRCULAR-04-SUBSECRETARIA-DE-REDES-ASISTENCIALES.pdf>>

Ministerio de Salud. (2020). Comienza uso obligatorio de mascarilla en lugares públicos cerrados. Ministerio de Salud – Gobierno de Chile. [En línea]

<<https://www.minsal.cl/comienza-uso-obligatorio-de-mascarilla-en-lugares-publicos-cerrados/>> [Consultado 11/05/21]

Ministerio de Vivienda y Urbanismo; Subsecretaria de Vivienda y Urbanismo, (1990). “DECRETO 10 MODIFICA PLAN REGULADOR INTERCOMUNAL DE SANTIAGO. ZONIFICACION Y NORMATIVA INDUSTRIAL”. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile [En línea] <<https://www.bcn.cl/leychile/navegar?org=&idNorma=90019>> [Consultado 12/09/21]

Ministerio del Medio Ambiente, (2021), “Ministerio del Medio Ambiente llama a botar de forma responsable las mascarillas desechables”. [En línea] <<https://mma.gob.cl/ministerio-del-medio-ambiente-llama-a-botar-de-forma-responsable-las-mascarillas-desechables>> [Consultado el: 5 de Mayo 2021]

Ministerio del Medio Ambiente. (2021). Campaña “Bota responsable” busca reducir la contaminación por el mal manejo de la basura COVID-19. [En línea] <<https://mma.gob.cl/campana-bota-responsable-busca-reducir-la-contaminacion-por-el-mal-manejo-de-la-basura-covid-19/>> [Consultado 5/05/21]

Ministerio Para La Transformación Ecológica Y El Reto Demográfico. (2021). “Sistemas de tratamiento.” [En línea] <<https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/prevencion-y-gestion-residuos/flujos/domesticos/gestion/sistema-tratamiento/Pirolisis.aspx>> [Consultado 15/09/21]

Montes, C. (2020). “Hasta \$2.300.000 por cajas de mascarillas y \$6.000 por un alcohol gel: continúa la escasez de suministros.” La Tercera. [En línea] <<https://www.latercera.com/que-pasa/noticia/hasta-2300000-por-cajas-de-mascarillas-y-6000-por-un-cohol-gel-continua-la-escasez-de-suministros/BJ2XEDAJMZBG7OFFX2UXIB6Q3M/>> [Consulta 1/11/21]

MundoPlast, (2019). “La producción mundial de plásticos creció un 3,16% en 2018”. [En línea] <<https://mundoplast.com/produccion-plasticos-2018/>> [Consultado 12/08/21]

Municipalidad de Viña del Mar, (2020). “Municipio de Viña del Mar Inició fiscalización de uso obligatorio de mascarilla en la vía pública”. [En línea] <<https://m.vinadelmarchile.cl/articulo/municipio/1/6554/articulo/municipio/1/6556/muni>>

cipio-de-vina-del-mar-inicio-fiscalizacion-de-uso-obligatorio-de-mascarilla-en-la-via-publica.html> [Consultado 12/06/21]

MyChef. (2021). “Consejos para alargar la vida útil de tu horno profesional” [En línea] <<https://mychef.distform.com/consejos-para-alargar-la-vida-util-de-tu-horno-profesional/>> [Consultado 20/10/21]

Organización Mundial de la Salud. (2020). Preguntas y respuestas sobre la enfermedad por coronavirus (COVID-19): ¿Cuáles son los síntomas de la COVID-19?. [En línea] <<https://bit.ly/31b02L6>> [Consultado 29/04/21]

Organización Naciones Unidas (ONU). (2021). El uso exagerado del plástico durante la pandemia de COVID-19 afecta. Noticias ONU. [En línea] <<https://news.un.org/es/story/2021/03/1490302>> [Consultado 23/05/21]

Ozog D., et al., (2020). “The Effect of Ultraviolet C Radiation Against SARS-CoV-2 Inoculated N95 Respirators”. International Journal of Infectious Diseases, 100, 224–229. <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2020.08.077>.

Parker, L. (2020). Gran parte del planeta está plagado de plástico, que afecta a los animales y quizá a la salud humana. ¿Podremos limpiarlo? National Geographic. [En línea] <<https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/2019/06/te-explicamos-la-crisis-mundial-de-contaminacion-por-plastico>> [Consultado 8/05/21]

Petroquim. (2018). QUÉ ES EL POLIPROPILENO | PETROQUIM. [En línea] <<http://www.petroquim.cl/que-es-el-polipropileno/>> [Consultado 12/05/21]

Plastigen, (2021). “POLIPROPILENO”. [En línea] <<https://plastigen.cl/producto/polipropileno/>> [Consulta 12/06/21]

Plaxtil. (2020). “PLAXTIL recycle les Masques”. [En línea] <<https://www.plaxtil.com/recyclagemasques>> [Consultado 14/05/21]

Proaño R., (2013). "MÁQUINA EXTRUSORA CON SOPLADO CONTINUO PAR A FABRICACIÓN DE MANGUERA DE 1/2"CON PLÁSTICO RECICLADO.". Universidad Técnica del Norte. Ecuador.

Pura Noticia, (2019). "Explosivo crecimiento poblacional en Villa Alemana motiva a actualizar su Plan Regulador Comunal". [En línea] <<https://www.puranoticia.cl/noticias/regiones/explosivo-crecimiento-poblacional-en-villa-alemana-motiva-a-actualizar/2019-08-09/110903.html>> [Consulta 02/11/21]

Reciclario. (2015). Polipropileno o PP (5). [En línea] <<http://reciclario.com.ar/indice/plastico-2/polipropileno-o-pp-5/>> [Consultado 2/05/21]

Recytrans, (2015). "Trituración de plástico". [En línea] <<https://www.recytrans.com/blog/trituracion-de-plastico/>> [Consultado 11/09/21]

Residuos Profesional. (2021). La empresa Nantek desarrolla un sistema de reciclaje de mascarillas. [En línea] <<https://www.residuosprofesional.com/nantek-sistema-reciclaje-mascarillas/>> [Consultado 20/05/21]

Retamal F., (2020), "Una máscara para la peste y la muerte: historia de los trajes médicos", La Tercera. [En línea] <<https://www.latercera.com/culto/2020/05/23/una-mascara-para-la-pestes-y-la-muerte-historia-de-los-trajes-medicos/>> [Consultado el: 29 de Abril, 2021]

Sánchez E., (2015). "Estudio de la factibilidad de una empresa de elaboración de pellets a partir de plástico reciclado". Universidad Politécnica Salesiana. Ecuador.

SANTOS M.; JAQUE, D. & SERRANO S. (2020). "Métodos de desinfección y reutilización de mascarillas con filtro respirador durante la pandemia de SARS-CoV-2." Int. J. Odontostomat., 14(3):310-315, (2020).

Sapna J., et al., (2020). "Strategy for repurposing of disposed PPE kits by production of biofuel: Pressing priority amidst COVID-19 pandemic". Biofuels, 1-5. <<https://doi.org/10.1080/17597269.2020.1797350>>.

Servicio de Evaluación Ambiental, (2020). “Resuelve Consulta de Pertinencia de Ingreso al SEIA, Proyecto “Planta de Pirólisis Para Tratar Plásticos Reciclados y Producir Diesel”. Resolución Exenta N° 0171”. <<https://pertinencia.sea.gob.cl/sea-pertinence-web/services/public/document/OE02C094-F927-423D-B7A0-7ECB642B6116>>

Servicio de Impuestos Internos, (2021). “Nueva tabla de vida útil de los bienes físicos del activo inmovilizado”. [En línea] <https://www.sii.cl/valores_y_fechas/tabla_vida_util_activo_inmovilizado.html> [Consultado 14/12/21]

Sociedad Española de Medicina Preventiva Salud e Higiene (SEMPSH)., (2020). “Descontaminación de respiradores de partículas ante el desabastecimiento debido a la pandemia por Covid-19”. [En línea] <<https://www.sempsph.com/es/noticias/118487-descontaminacion-de-respiradores-de-particulas-ante-el-desabastecimiento-debido-a-la-pandemia-por-covid-19.html>> [Consulta 12/10/21]

Song Wuhui., et al., (2020). “Evaluation of heat inactivation of virus contamination on medical mask”. JOURNAL OF MICROBES AND INFECTIONS VOL 15. (1). 31-35 <<http://jmi.fudan.edu.cn/EN/10.3969/j.issn.1673-6184.2020.01.006>>

Squeasy, (2018), “Qué es el polipropileno: Toxicidad, usos, propiedades y más”. [En línea] <<https://www.squeasy.es/que-es-el-polipropileno-toxicidad-usos-propiedades-y-mas/>> [Consultado el: 1 de Mayo, 2021]

SUPERINTENDENCIA DE ELECTRICIDAD Y COMBUSTIBLES, (2003). “NCh 4/2003. ELECTRICIDAD INSTALACIONES DE CONSUMO EN BAJA TENSIÓN”. <https://www.sec.cl/sitioweb/electricidad_norma4/norma4_completa.pdf>

Tecnología Farmacéutica, (2012). “Operaciones Unitarias MEZCLADO Y MOLIENDA” [En línea] <<http://tecnofarma1.blogspot.com/2012/09/operaciones-unitarias-mezclado-y.html>> [Consultado 21/10/21]

Unidad de Desarrollo Tecnológico, (2021). “Innovador proyecto consigue reciclar mascarillas plásticas y las convierte en nuevos productos”. [En línea] <

<https://www.udt.cl/innovador-proyecto-consigue-reciclar-mascarillas-plasticas-y-las-convierte-en-nuevos-productos/>> [Consultado el 05/09/21]

Unidad de Epidemiología Clínica y Biblioteca Hospital Universitario Donostia, (2020). “LAS MASCARILLAS FFP2 (o N95) PUEDEN REUSARSE TRAS UNA ADECUADA DESINFECCIÓN (AIRE 75°C o Luz UV)”. [En línea] <https://es.cochrane.org/sites/es.cochrane.org/files/public/uploads/COVID-19/hudonostia_reutilizacion_mascarillas.pdf> [Consultado 10/10/21]

Universidad de Chile. (2020). ¿Cuáles han sido las consecuencias medioambientales del covid-19 en la gestión de residuos? Unegocios. [En línea] <<https://unegocios.uchile.cl/cuales-han-sido-las-consecuencias-medioambientales-del-covid-19-en-la-gestion-de-residuos/>> [Consultado 25/5/21]

Urrutia J., (2021). “UdeC suscribió convenio para desarrollar el primer plan comunal de reciclaje de mascarillas”. [En línea] <<https://www.radioudec.cl/tag/mascarillas/>> [Consultado 28/10/21]

10. ANEXOS

ANEXO N°1: Número de votos obtenidos por respuesta en encuesta realizada.

1. Género:

ALTERNATIVAS	FEMENINO	MASCULINO	OTRO
Número de votos	182	235	6

2. Rango de edad:

ALTERNATIVAS	MENOR O IGUAL A 24	ENTRE 25 Y 50	MAYOR O IGUAL A 51
Número de votos	165	198	60

3. Tipo de mascarilla que usa (se puede marcar más de una opción):

ALTERNATIVAS	DESECHABLE	TELA	KN95
Número de votos	349	121	101

4. Tiempo de uso de mascarilla desechable:

ALTERNATIVAS	1 A 3 HORAS	4 A 12 HORAS	1 O MÁS DÍAS
Número de votos	192	139	73

5. Cantidad de mascarillas desechables utilizadas al día:

ALTERNATIVAS	1	2	MÁS DE 2
Número de votos	177	123	102

6. Lugar de eliminación de la mascarilla desechable:

ALTERNATIVAS	EN SU CASA	EN EL TRABAJO	EN LA CALLE
Número de votos	344	60	5

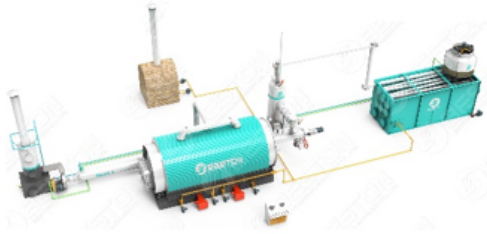
7. Reciclaría su mascarilla desechable:

ALTERNATIVAS	SI	NO	TAL VEZ
Número de votos	173	173	63

ANEXO N°2: Especificaciones técnicas y cotizaciones de los diferentes equipos para la planta de pirólisis.

1. ESPECIFICACIONES Y COTIZACIÓN DE PLANTA DE PIRÓLISIS:

BLJ-6 CONFIGURACIÓN ESTÁNDAR



Modelo: BLJ-6

Área requerida: L30m * W12m * H8m

Potencia total: 37.85Kw

Tamaño del Reactor(mm):

Ø2200*L6000*16

Capacidad:

Neumáticos / lodo de petróleo: 5-6 Ton/lote.

Plásticos: 3 Ton/lote.

Mano de obra: 2-3 obreros/turno

Tiempo de fabricación:

30 días laborales

Tiempo de instalación:

45 días laborales

Requerimiento de Cimentación: Sí

Transporte: 40HQ*1+40FR*1+20GP*1



Anita He <sales54@bestongroup.com>
para mí ▾

sáb, 18 sept 2:22 ☆ ↶ ⋮

Hola Flavia,

Le adjunto la información básica de BLJ-6. El precio proximo es 75,000(USD)

BLJ-6 CONFIGURACIÓN ESTÁNDAR

Modelo: BLJ-6

Área requerida: L30m * W12m * H8m

Potencia total: 37.85Kw

Tamaño del Reactor(mm):

Ø2200*L6000*16

Capacidad:

Neumáticos / lodo de petróleo: 5-6 Ton/lote.

Plásticos: 3 Ton/lote.

Mano de obra: 2-3 obreros/turno

Tiempo de fabricación:

30 días laborales

Tiempo de instalación:

45 días laborales

Requerimiento de Cimentación: Sí

Transporte: 40HQ*1+40FR*1+20GP*1



2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE EQUIPO ESTERILIZADOR:



SkyLine ProS Electric Combi Oven 10GN1/1

ARTÍCULO # _____
 MODELO # _____
 NOMBRE # _____
 SIS # _____
 AIA # _____



- 217612 (ECO10K2C0)** SkyLine ProS Horno mixto SIN BOILER con control de pantalla táctil, 10 GN 1/1, eléctrico, 2 modos de cocción (programa de recetas, manual), limpieza automática
- 217622 (ECO10K2A0)** SkyLine ProS Horno mixto SIN BOILER con control de pantalla táctil, 10 GN 1/1, eléctrico, 2 modos de cocción (programa de recetas, manual), limpieza automática

Descripción

Artículo No.

Horno mixto con interfaz de pantalla táctil completa de alta resolución, multilinguaje.

- Función de vaporización sin caldera para añadir y retener la humedad.
- Sistema de distribución de aire OptiFlow para lograr el máximo rendimiento con 7 niveles de velocidad del ventilador.
- SkyClean: Sistema automático e integrado de autolimpieza. 5 ciclos automáticos (suave, medio, fuerte, extra fuerte, solo enjuague) y funciones verdes para ahorrar energía, agua, detergente y abrillantador.
- Modos de cocción: programas (se puede almacenar y organizar un máximo de 1000 recetas en 16 categorías diferentes); Manual (ciclos de vapor, combi y convección); Ciclo de cocción EcoDelta.
- Funciones especiales: cocción MultiTimer, Plan-n-Save para reducir los costos de funcionamiento, Make-it-Mine para personalizar la interfaz, SkyHub para personalizar la página de inicio, agenda MyPlanner, conexión SkyDuo a SkyLine ChillerS, modo de copia de seguridad automática para evitar el tiempo de inactividad.
- Puerto USB para descargar datos HACCP, programas y configuraciones. Conectividad lista.
- Sonda de temperatura de un solo sensor.
- Puerta de doble cristal con luces led.
- Construcción de acero inoxidable en todo.
- Se suministra con una bandeja n.1 1/1 GN, 67 mm de paso.

Aprobación:

Características técnicas

- Interfaz de pantalla táctil completa de alta resolución (traducida a más de 30 idiomas) - panel amigable para las persianas de color.
- Función de vaporización sin caldera para agregar y retener la humedad para obtener resultados de cocción consistentes y de alta calidad.
- Ciclo de convección en seco (máx. 300 ° C) ideal para cocción con baja humedad. Humectante automático (11 configuraciones) para la generación de vapor sin caldera: -0 = sin humedad adicional (dorado, gratinado, horneado, alimentos precocinados)-1-2 = baja humedad (pequeñas porciones de carne y pescado) -3-4 = humedad media baja (trozos grandes de carne, recalentamiento, pollo asado y prueba)-5-6 = humedad media (vegetales asados y primer paso de carne y pescado asados)-7- 8 = humedad media-alta (verduras guisadas)-9-10 = humedad alta (carne escalfada y papas)
- Cocción EcoDelta: cocción con sonda de temperatura que mantiene una diferencia de temperatura preestablecida entre el núcleo de los alimentos y la cámara de cocción.
- Modo de programas: se puede almacenar un máximo de 1000 recetas en la memoria del horno, para recrear exactamente la misma receta en cualquier momento. Las recetas se pueden agrupar en 16 categorías diferentes para organizar mejor el menú. Programas de cocina de 16 pasos también disponibles.
- Función MultiTimer para gestionar hasta 20 ciclos de cocción diferentes al mismo tiempo, mejorando la flexibilidad y garantizando excelentes resultados de cocción. Se pueden guardar hasta 200 programas MultiTimer.
- Con el sistema de distribución de aire OptiFlow se logra el máximo rendimiento en la uniformidad de cocción y el control de la temperatura, gracias a un diseño especial de la cámara de cocción que combina un ventilador de velocidad variable de alta precisión y una válvula de ventilación.
- Ventilador con 7 niveles de velocidad de 300 a 1500 RPM y rotación inversa para una uniformidad óptima. El ventilador se detiene en menos de 5 segundos cuando se abre la puerta.
- Sonda de temperatura de un solo sensor incluida.
- Imágenes cargadas para personalización completa de los ciclos de cocción.
- Enfriamiento rápido automático y función de precalentamiento.
- Función de potencia reducida para ciclos de cocción lenta personalizados.
- SkyClean: Sistema automático e integrado de autolimpieza. 5 ciclos automáticos (suave, medio, fuerte, extra fuerte, solo enjuague) y funciones verdes para ahorrar energía, agua, detergente y abrillantador. También programable con inicio diferido.
- 3 opciones de químicos diferentes disponibles: sólido, líquido (requiere accesorio opcional), enzimático.
- La función Plan-y-guarda organiza la secuencia



Electrolux

SkyLine ProS
Electric Combi Oven 10GN1/1



Experience the Excellence
www.electrolux.es/professional
foodservice@electrolux.es

ANEXO N°3: Especificaciones técnicas y cotizaciones de los diferentes equipos para la planta de reciclaje mecánico.

1. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE EQUIPO TRITURADOR:



Menú

KÖSNER

DESCRIPCIÓN DE MÁQUINA CHIPEADORA TRITURADORA DE PLÁSTICO KSN-400 KOSNER

Máquina Chipeadora Trituradora de Plástico KSN-400 Kosner

Descripción chipeadora trituradora de Plástico KSN-400

Modelo KSN-400

Potencia Motor 7,5 KW

Tensión 380 V 50 HZ

Cuchillos Giratorios 12

Cuchillos Fijos 2

Dimensión Plástico de Salida 10 mm

Peso 580 KG

Capacidad Máxima 300 KG/HORA

Tamaño Tolva 410 X 240 mm

Tamaño Máquina 1360 X 930 X 1400 mm

Características chipeadora trituradora de Plástico KSN-400

La Chipeadora de Plástico KSN-400 Kosner está diseñada para triturar tapas y botellas plásticas, tales como tapas de botellas de bebida, aguas, aceite, etc. Especial para reducir volumen de recipientes plásticos y para el reciclaje de estos mismos. Ocupa corriente trifásica de 380v.

2. ESPECIFICACIONES Y COTIZACIÓN DE EQUIPO EXTRUSOR-PELETIZADOR:



ESPECIFICACIONES

PRODUCCION:	180-200 KG/HR
CAJA REDUCTORA:	#550
EXTRUSOR:	
DIAMETRO DEL TORNILLO:	130 MM
LARGO DEL TORNILLO:	2600 MM
TIPO VENTILADO:	ESCAPE SINGULAR
MOTOR PRINCIPAL:	45KW#4 POLARIZACION CON INVERSOR ALPHA
ZONAS TEMPERATURA EN EL BARRIL:	7
MALLA FILTRADORA TIPO:	HIDRAULICA DOBLE ESTACION
MALLA DE FILTRO:	250 MM X 250 MM
MATERIAL DEL TORNILLO:	38CRMOA1A
MATERIAL DEL BARRIL:	40Cr
INCLUYE:	
ALIMENTADOR FORZADO	
TANQUE DE ENFRIAMIENTO:	2.5MT LARGO DE ACERO INOXIDABLE CON GUIADORES



ASIAN MACHINERY USA INC
3 SW 129th AVE, SUITE 201 PEMBROKE PINES, FL 33027
Tel: 305-594-1075 www.asianmachineryusa.com
EMAIL: ventas@asianmachineryusa.com

SECADORA DE PELLTES	SI
PICADOR PELETIZADOR	3KW CON VELOCIDAD VARIABLE
#24 CUCHILLAS CORTA GRANULADO:	SI
PANEL DE CONTROL INDEPENDIENTE:	SI
SISTEMA ELECTRICO:	A ELECCION DEL CLIENTE

PRECIO FOB CHINA US\$ 34,000.00

Términos de Ventas

DESPACHO.-En 60 a 90 días de recibido orden de compra con 40% de depósito inicial mediante transferencia bancaria, y balance del 60% mediante transferencia o carta de crédito confirmada e irrevocable pagadera a presentación de documentos de embarque.

GARANTIA.- De un año en elementos mecánicos y 180 días en componentes eléctricos.

INSTALACION.- Los Gastos de Instalación corren por cuenta del comprador y/o a tratar.

VALIDEZ.- Esta cotización es válida por 30 (treinta) días.

DATOS BANCARIOS.- Transferir a:

Beneficiario:	ASIAN MACHINERY USA, Inc.
Dirección Beneficiario:	3 SW 129 Ave, Suite 201, Pembroke Pines, FL 33027
TAX ID, RFC, NIT Beneficiario:	65-080-1330 (Desde: 09 de diciembre de 1997)
BANCO DEL BENEFICIARIO:	BANK OF AMERICA, N.A.
Dirección de Banco:	222 BROADWAY, NEW YORK, NY 10038
Número de Cuenta:	898099351176
Código Swift:	BOFAUS3N
Routing Number:	026009593

RECICLADO – TERMOFORMADO – BOLSAS – SOPLADO – INYECCION – EMBOTELLADO – RAFIA - EXTRUSION

ANEXO N°4: Consultas a Expertos.

1. CONSULTA A EXPERTO N°1 (INGENIERO CIVIL BIOQUÍMICO – HÉCTOR ANDRADE C.):



Hector Andrade
para mí ▾

mié, 3 nov 12:52 (hace 12 días) ☆ ↶ ⋮

Estimada Flavia,

En relación a tu consulta, a mi juicio, ambas alternativas presentan en general efectos similares sobre la comunidad. Efectos relacionados principalmente por actividades de ingreso de neumáticos a la planta y bodegaje. Incliniéndome por una calificación "actividad incómoda o molesta", dado que presentan una alta potencialidad de provocar excesivas concentraciones de tránsito o estacionamientos en las vías de uso público .

Lo anterior en consideración a que ninguna de las éstas tiene la potencialidad de causar daños de carácter catastróficos, así como tampoco cambios significativos sobre la calidad y/o cantidad de los recursos naturales que sean atribuibles a los consumos ni emisiones de las alternativas evaluadas.

Quedo atento a tus comentarios,

...

2. CONSULTA A EXPERTO N°2 (INGENIERA AMBIENTAL – CAROLINA SILVA G.):



carolina silva galarce
para mí ▾

jue, 4 nov 17:01 (hace 11 días) ☆ ↶ ⋮

Estimada Flavia un gusto saludarte, según la OMS las mascarillas estarían clasificadas como desechos infecciosos ya que contienen patógenos que pueden causar enfermedades en huéspedes susceptibles. La EPA usa el término como desechos médicos regulados que pueden tener una remota posibilidad de transmisión de infecciones.

A mi parecer podría ser actividad peligrosa pero te aconsejo que consultes con Seremi de Salud para conocer cómo clasifican las mascarillas. y revisa bien el Plan Regulador de la Comuna porque ahí aparecen las zonificaciones y los seccionales que involucran la zona donde tu quieres realizar el proyecto.

Espero haya sido de ayuda.

Saludos cordiales.

...

Atte.

Carolina Silva Galarce
Ingeniera Ambiental
Ilustre Municipalidad de Viña del Mar.

3. CONSULTA A EXPERTO N°3 (INGENIERA CIVIL QUÍMICO – LORENA ALVAREZ S.):



lorena alvarez
para mí ▾

15 nov 2021 21:25 (hace 3 horas) ☆ ↶ ⋮

Estimada Flavia:

Te contesto fuera de horario laboral, porque entiendo tu urgencia.

Trituración y Peletizado: Los aspectos ambientales son ruidos y tal vez emanación de MP2,5 en el lugar de trabajo.

Pirólisis: Aspectos ambientales: Emisión de gases y tal vez emanación de MP2,5 en el lugar de trabajo.

Luego desde el punto de vista ambiental, la trituración y peletizado sería mi opción. Pero no sólo hay que analizar ese punto de vista.

Los gases de la pirólisis contienen algún elemento que puede ser "no amigable" con el medio ambiente, pero hay alguna tecnología que pueda abatir esta posible consecuencia. Entonces debería analizar, cuál de los 2 tratamientos me entrega mayor beneficio económico:

Preguntas

-1 ton de plástico ¿a cuánto puedo valorar el pellet de este material? ¿Cuántas son las pérdidas en el proceso?

-1 ton de plástico si lo someto a pirólisis... ¿Qué obtengo?... ¿Algún subproducto valorable económicamente? ¿Cuánta energía necesito para realizar la pirólisis? .

¿El balance entre la energía que necesito para realizar la pirólisis es menor que el valor económico que puedo obtener?. La inversión de los equipos para obtener mis productos ofrecen un retorno positivo?

Otra variable a considerar: Un horno de pirólisis debe funcionar los 7 días de la semana, 24 horas al día. Estamos trabajando a 500°C o más, entonces no es posible llevar el horno a temperatura de operación y luego apagarlo.

Ambos procesos, para mí, son inofensivos. Hay que evaluar económicamente los procesos. Por la masa a tratar por día.... a simple vista creo que el peletizado es mejor.... Sólo por una razón de costos.

Si necesitas más fundamento, te contesto mañana

Saludos

4. CONSULTA A EXPERTO N°4 (INGENIERO CIVIL EN SISTEMAS URBANOS – FRANCISCO RAMIREZ S.):



Asesoría Urbana Municipalidad de Villa Alemana

para mí

9:29 (hace 3 horas)



Estimada Flavia,

En cuanto a tu consulta, podemos señalar lo siguiente:

La Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones establece en su articulado que será la Autoridad Sanitaria (SEREMI Salud) la encargada de calificar los establecimientos industriales o bodegaje para efectos de su respectiva patente y ubicación, lo que queda reflejado en los siguientes artículos:

Artículo 2.1.27. "El tipo de uso Equipamiento se refiere a las construcciones destinadas a la prestación de servicios necesarios para complementar el resto de las actividades, como son las residenciales y las productivas, incluyendo las interrelaciones y actividades anexas que se generan a partir de ellas.

Artículo 2.1.28. El tipo de uso Actividades Productivas comprende a todo tipo de industrias y aquellas instalaciones de impacto similar al industrial, tales como grandes depósitos, talleres o bodegas industriales. El Instrumento de Planificación Territorial podrá establecer limitaciones a su instalación, sin perjuicio del cumplimiento de las normas ambientales y demás disposiciones pertinentes.

Las actividades productivas señaladas en el inciso anterior pueden ser calificadas como inofensivas, molestas, insalubres, contaminantes o peligrosas por la Secretaría Regional Ministerial de Salud correspondiente. Sin embargo, las que cuenten con calificación de dicha Secretaría Regional Ministerial como actividad inofensiva podrán asimilarse al uso de suelo Equipamiento de clase comercio o servicios, previa autorización del Director de Obras Municipales cuando se acredite que no producirán molestias al vecindario."

Artículo 4.14.2. *Los establecimientos industriales o de bodegaje serán calificados caso a caso por el Secretaría Regional Ministerial de Salud respectiva, en consideración a los riesgos que su funcionamiento pueda causar a sus trabajadores, vecindario y comunidad; para estos efectos, se calificarán como sigue:*

1. Peligroso: el que por el alto riesgo potencial permanente y por la índole eminentemente peligrosa, explosiva o nociva de sus procesos, materias primas, productos intermedios o finales o acopio de los mismos, pueden llegar a causar daño de carácter catastrófico para la salud o la propiedad, en un radio que excede los límites del propio predio.
2. Insalubre o contaminante: el que por destinación o por las operaciones o procesos que en ellos se practican o por los elementos que se acopian, dan lugar a consecuencias tales como vertimientos, desprendimientos, emanaciones, trepidaciones, ruidos, que puedan llegar a alterar el equilibrio del medio ambiente por el uso desmedido de la naturaleza o por la incorporación a la biósfera de sustancias extrañas, que perjudican directa o indirectamente la salud humana y ocasionen daños a los recursos agrícolas, forestales, pecuarios, piscícolas, u otros.
3. Molesto: aquel cuyo proceso de tratamientos de insumos, fabricación o almacenamiento de materias primas o productos finales, pueden ocasionalmente causar daños a la salud o la propiedad, y que normalmente quedan circunscritos al predio de la propia instalación, o bien, aquellos que puedan atraer insectos o roedores, producir ruidos o vibraciones, u otras consecuencias, causando con ello molestias que se prolonguen en cualquier período del día o de la noche.
4. Inofensivo: aquel que no produce daños ni molestias a la comunidad, personas o entorno, controlando y neutralizando los efectos del proceso productivo o de acopio, siempre dentro del propio predio e instalaciones, resultando éste inocuo.

Artículo 4.14.3. Los establecimientos a que se refiere este Capítulo deberán cumplir con todas las demás disposiciones de la presente Ordenanza que les sean aplicables y sólo podrán establecerse en los emplazamientos que determine el instrumento de planificación territorial correspondiente, y a falta de éste, en los lugares que determine la autoridad municipal previo informe favorable de la Secretaría Regional Ministerial de Vivienda y Urbanismo y Secretaría Regional Ministerial de Salud, respectivas.

Artículo 4.14.4. Para el emplazamiento de estos establecimientos, podrá requerirse la presentación previa de un estudio de impacto ambiental, elaborado por profesionales especialistas, en razón entre otras, de su envergadura, o la acumulación de desechos o volumen de almacenamiento de elementos, o la frecuencia, tipo y cantidad de vehículos que ingresan o salen de ellos, o las concentraciones de tránsito que provoquen.

Este estudio deberá contar con la conformidad de la Secretaría Ministerial de Vivienda y Urbanismo y demás organismos competentes según el rubro del establecimiento, entre otros, Transporte, Defensa, Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC).

Si el mencionado estudio indicara que se produce impacto en el entorno, el respectivo establecimiento se deberá ubicar en las zonas de actividades molestas, insalubres o peligrosas, de acuerdo a la magnitud y características del impacto.

Artículo 4.14.5. Para la localización de estos establecimientos en el área rural, se estará a lo previsto en el artículo 55 de la Ley General de Urbanismo y Construcciones.

Adicionalmente, como antecedente para el ejercicio académico, Villa Alemana cuenta con una zona con uso de suelo Sanitario (Zona de Infraestructura Sanitaria ZI S1) establecido por el Plan Regulador Metropolitano de Valparaíso, el cual permite el desarrollo de actividades asociadas a lo sanitario y energético, donde se podría instalar la planta de reciclaje planteada. Este terreno corresponde al sector del ex vertedero de Villa Alemana, ubicado en la prolongación de calle San Enrique, al sur del Troncal Sur.

PREMVAL:

Artículo 41: ZONA DE INFRAESTRUCTURA SANITARIA ZI S1:

Comuna de Villa Alemana: Sector sur Área Urbana

Las normas urbanísticas que deberán cumplir en esta zona las instalaciones y edificaciones asociadas a infraestructura de impacto intercomunal son las siguientes:

- Usos de suelo permitidos: Infraestructura sanitaria y energética inofensiva y molesta
- Usos de suelo prohibidos: Todos los no indicados precedentemente.

Finalmente, cabe señalar que, al no ser atribución de la Asesoría Urbana el clasificar las actividades productivas, no podríamos pronunciarnos si la actividad señalada corresponde a industria peligrosa, contaminante, molesta o inofensiva, aún más cuando no contamos con proyectos e infraestructura de este tipo en la comuna que se pueda usar como referencia para un pronunciamiento (solo contamos con una planta de compostaje, que se encuentra emplazada en el sector señalado precedentemente, ex vertedero).

Este informe fue preparado por el profesional Francisco Ramírez Soto, Ingeniero Civil en Sistemas Urbanos.

Saludos cordiales.

5. CONSULTA A EXPERTO N°5 (DIRECTOR DAM, INGENIERO AMBIENTAL – ALEJANDRO VIVES J.):



alejandro vives jamett

para mí ▾

13:10 (hace 1 minuto) ☆ ↶ ⋮

Estimada Flavia buenas tardes, junto con saludar te comento que en referencia a tu consulta a los procesos industriales asociados a dos procesos productivos que planteas en tu estudio de tesis, te puedo mencionar lo siguiente.

En referencia al proceso de triturado te comento que es el idoneo para los espacios estipulados en el PRC de la comuna de Villa Alemana, ya que al ser maquinaria de bajo impacto sonoro como tambien que no genera una fuente de contaminacion atmosferica. Por lo tanto no generara riesgos en la poblacion circundante. Situacion que podra potencialmente afectar la sustentabilidad de tu proceso.

A este proceso lo clasificaria como industrial inofensivo. Ya que su nivel de impacto es muy bajo y con un alto porcentaje de mitigacion.

En referencia al proceso de pirolisis no lo recomendaria si esta no recupera toda la combustion y lo clasificaria segun el flujo de proceso como industrial contaminante.

Saludos y que tengas un buen procedo educativo

—

Alejandro Vives J.

Ingeniero Ambiental

DIRECTOR AMBIENTAL MUNICIPAL