

**UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE VIÑA DEL MAR – JOSÉ MIGUEL CARRERA**

**DISEÑO DE SISTEMA MODULAR DE RECOLECCIÓN DE AMPOLLETAS
DE ILUMINACIÓN LED, HALURO METÁLICO E INCANDESCENTE, PARA
LA REGIÓN DE VALPARAÍSO-CHILE**

Trabajo de Titulación para optar al Título de
Ingeniero en FABRICACIÓN Y DISEÑO
INDUSTRIAL con Licenciatura en
Ingeniería en Fabricación y Diseño
Industrial.

Alumno:

Elena Belén Rojo Vega.

Profesor Guía:

Dr. Carlos Antillanca Espina



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN Y CONFIDENCIALIDAD DE MONOGRAFÍA A REPOSITORIO ACADÉMICO

1.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO ACADÉMICO

Tipo de monografía (marcar una opción): ☒ Memoria o trabajo de título; ☐ Tesis de Postgrado;

Título del trabajo: Diseño de sistema modular de recolección de ampolletas de iluminación LED, Hlaturo Metálico e Incandescente, para la región de Valparaíso- Chile

Nombre del candidato(a): Elena Belén Rojo Vega

Carrera / Grado: Ingeniería en Fabricación y Diseño Industrial

Campus: Viña del Mar; Departamento: Diseño y Manufactura

2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

Yo, _____, en mi calidad de profesor(a) guía/director(a) del trabajo académico mencionado anteriormente **DEJO CONSTANCIA** que:

- He revisado esta versión del documento y corresponde a la versión final aprobada del trabajo.
- El trabajo cumple con los requisitos académicos y de formato establecidos por la institución

3.- EVALUACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD POR PROPIEDAD INDUSTRIAL

☒ El trabajo **NO** contiene información que amerite confidencialidad y puede ser publicado de inmediato en repositorio con acceso abierto.

☐ El trabajo **CONTIENE** información con potenciales implicancias de propiedad industrial o intelectual y requiere un periodo de confidencialidad (embargo) por:

☐ 6 meses; ☐ 12 meses; ☐ 2 años; ☐ 3 años; ☐ 5 años; ☐ 10 años

Fundamentación de la necesidad de confidencialidad (obligatorio si se solicita embargo):

4.- FIRMAS

Profesor(a) guía o director(a) de memoria o tesis:

Fecha:

Firma:

Estudiante o Candidato(a):

Fecha: 31-07-2025

Firma:

Este formulario debe ser insertado como página 2 de la memoria o tesis, completado y firmado por estudiante y profesor(a) antes de la entrega en portal PRISMA de Biblioteca USM.

DEDICATORIA

A la vida por haberme permitido vivir esta tremenda aventura, mi familia, específicamente, mi madre por dejar que viva mi historia, mientras me esperaba con una sonrisa al llegar a casa, mi padre por hacer de sus años el trabajo hasta que la edad le dijera basta, para darnos un futuro mejor. A mi hermana mayor por ser aquella que siempre confío en mí, gracias por ayudarme en todo caminando junto a mi sendero, mi hermano mellizo porque a veces un antónimo si te ayuda a crecer. También a mi peludo Pupu, por acompañarme cada madrugada, ronroneando sobre mis cuadernos y sueños.

A mis dos abuelas, sé que me acompañarán ese día y mis hermosas tías, gracias por creer en que yo lo lograría.

A los amigos que apoyé hasta el final, cumplí mi promesa ustedes saben lo importantes que son, gracias por tantas risas, momentos y recuerdos.

A mis profesores por enseñarme de sus conocimientos y experiencias, así como también al profesor guía, gracias por la paciencia.

Fe, a mi versión de infancia por ser la razón por la que nunca dejé de levantarme, y a mi yo de hoy, por ser aquella que imaginé en mi infancia.

KEYWORDS: RECICLAJE, RESIDUOS-E, AMPOLLETA LUMÍNICA, CONTENEDOR INTELIGENTE, LEY REP.

RESUMEN

En la Región de Valparaíso y a nivel nacional no existen contenedores para residuos lumínicos ni un programa de gestión adecuado para su manejo. La Ley de Responsabilidad del Productor (REP) establece la administración de estos residuos bajo la clasificación de residuos electrónicos.

Este proyecto soluciona la problemática bajo el diseño de un contenedor de reciclaje modular inteligente para residuo lumínico (haluro metálico, LED e Incandescente), cumpliendo con la exigencia legal y su gestión. El diseño se elaboró con tecnologías CAD, bajo metodologías como Design Thinking, Munari y PJ5 El resultado del proyecto, junto al equipo multidisciplinario, culminó en un diseño innovador y adaptable, que se sincroniza con una aplicación móvil, para la gestión eficiente del residuo. Esta solución se presenta como una opción innovadora, dado el bajo retorno de ampollas lumínicas entregando un diseño adaptable, vinculado con IoT, como referencia para la creación de nuevos contenedores modulares inteligentes, gestión de residuos y reubicación según su demanda territorial.

ÍNDICE

RESUMEN

SIGLAS Y SIMBOLOGÍA

INTRODUCCIÓN 1

CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES DEL PROYECTO 3

1. ANTECEDENTES DEL PROYECTO 4

1.1.1. Aparatos eléctricos y electrónicos 4

1.1.2. Lámparas 5

1.1.3. Ampolletas Incandescentes 6

1.1.4. Ampolletas LED 6

1.1.5. Lámpara Haluro Incandescente 6

1.1.6. Material de los componentes de residuos lumínicos 7

1.1.7. Riesgos de la salud y medio ambiente por residuos 8

1.1.8. Estado de técnica 8

1.1.9. Patentes 11

1.1.10. Antecedentes de desarrollo 10

1.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA U OPORTUNIDAD DE DISEÑO 11

1.2.1. Oportunidad de diseño 13

1.3. CONTEXTO DEL PROBLEMA U OPORTUNIDAD 14

1.3.1. Restricciones y obligaciones legales y ambientales 14

1.4.	ANÁLISIS ESTRATÉGICO DEL PROBLEMA	14
1.4.1.	Análisis estratégico del problema	14
1.4.2.	Análisis estratégico PORTER	17
1.5.	COMPRESIÓN DEL MERCADO	18
1.5.1.	Definición del modelo o estrategia de negocio	20
1.5.2.	Definición de mercado, usuario y/o clientes	22
1.5.3.	Cuantificación estimada del mercado	24
1.6.	DIMENSIÓN TECNOLÓGICA	25
1.6.1.	Análisis y definición funcional	28
1.6.2.	Propuestas morfológicas y tecnológicas	37
1.7.	DEFINICIÓN DE OBJETIVOS DEL PROYECTO	40
CAPÍTULO 2:	DISEÑO DE INGENIERÍA	44
2.1	DEFINICIÓN Y DESARROLLO DEL PRODUCTO	45
2.2	ALTERNATIVAS MORFOLÓGICAS Y TECNOLÓGICAS	67
2.3	PARTES, COMPONENTES Y DEFINICIÓN DE MATERIALES	70
2.3.1.	Análisis de procesos de manufactura	71
2.3.2.	Análisis técnico y estructural	73
2.3.3.	Diseño para fabricabilidad resuelto en modelados tridimensionales	83
CAPÍTULO 3:	EVALUACIÓN DE PRODUCTO	88
3.1.	EVALUACIÓN FUNCIONAL DEL PROTOTIPO DIGITAL	89

3.1.1.	Consideraciones del diseño del contenedor	89
3.1.2.	Optimización de la propuesta de diseño	90
3.1.3.	Consideraciones diseño de sistema electrónico	95
3.2.	COSTOS Y VIABILIDAD ECONÓMICA	100
3.2.1.	Costos contendor	100
3.2.2.	Costos de puesta en marcha	102
3.2.3.	Costos variables	108
3.3	COSTO TOTAL CONTENEDOR PUESTA EN MARCHA	114
3.4.	PRECIO DE RESIDUOS POR KILOGRAMO	116
3.5.	ESTIMACIÓN DE GANANCIA POR RECOLECCIÓN	117
3.6.	PERFILES DE CARGO	118
3.7.	ESCALABILIDAD DE DISEÑO DE CONTENEDOR MODULAR	121
3.7.1.	Escalabilidad respecto a ganancia por recolección	124
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	124
	ANEXO GENERAL	125
	ANEXOS DE PLANIMETRÍA	155
	ANEXO DE IMÁGENES PROTOTIPO DIGITAL	160

ÍNDICE DE ANEXO GENERAL

Anexo A. Línea de tiempo uno	135
Anexo B. Línea de tiempo dos	136
Anexo C. Material Incandescente	137
Anexo D. Material ampolleta LED	137
Anexo E. Material Haluro Metálico	138
Anexo F. Exposición contaminación uno	139
Anexo G. Exposición contaminación dos	140
Anexo H. Riesgo en niños	141
Anexo I. Riesgo trabajadores reciclaje-e	141
Anexo J. Contendor inteligente	142
Anexo K. Patentes	143
Anexo L. Porter	144
Anexo M. Modelo Canvas	145
Anexo N. Mercado contendores	146
Anexo O. Antecedente encuesta uno	147
Anexo P. Antecedente encuesta dos	147
Anexo Q. Alternativa de innovación	148

Anexo R. Alternativa uno	148
Anexo S. Alternativa dos	149
Anexo T. Alternativa tres	149
Anexo U. Lámina contexto estratégico	150

ÍNDICE DE ANEXO PLANIMETRÍA

Anexo A. Módulo general ensamblado	154
Anexo B. Módulo optimizado izquierda	154
Anexo C. Módulo optimizado derecha	155
Anexo D. Triángulo tapa módulo	155
Anexo E. Base porta sensores cajonera	156
Anexo F. Paredes interna cajonera	156
Anexo G. Paredes laterales cajonera	157
Anexo H. Base inferior cajonera	157
Anexo I. Plano estructural general	158
Anexo J. Estructura por modulo	159

ÍNDICE DE ANEXO IMÁGENES PROTOTIPO DIGITAL

Anexo A. Módulo optimizado	160
Anexo B. Estructura ensamble módulos	161
Anexo C. Cajonera	162
Anexo D. Porta sensores	162
Anexo E. Sujeciones cajonera	163
Anexo F. Sensores	163
Anexo G. Módulo no optimizado	164

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1. Tipología de contenedores.	9
Tabla 1-2. Tipología de contenedor inteligente 1	10
Tabla 1-3. Contenedores en el mercado.	11
Tabla 1-4. Oportunidades de mercado	14
Tabla 1-5. Oportunidades de mercado	16
Tabla 1-6. Resumen kg entre 2022-2023	23
Tabla 1-7. Oportunidades de mercado	26
Tabla 1-8. Precio contenedor inteligente	27
Tabla 1-9. Clasificación y puntuación total, criterios con funciones	31
Tabla 1-11. Valores PJ Contener	32
Tabla 1-10. Valores PJ Contener	32
Tabla 1-12. Método SCAMPER	36
Tabla 2-1. Nivel de preparación tecnológica	45
Tabla 2-2. Metodología Munari.	47
Tabla 3-1. Argumento por componentes	89
Tabla 3-3. Costo MVP sensores contenedor	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 3-2. Costo manufactura prototipo	99
Tabla 3-4. Costo final MVP	100

Tabla 3-5. Costos máquinas y herramientas	104
Tabla 3-6. Costos en equipamiento	104
Tabla 3-7. Sueldo equipo original	105
Tabla 3-8. Sueldos etapa maduración	106
Tabla 3-9. Sueldos terciarización de manufactura.	108
Tabla 3-10. Costo sensores electrónicos	108
Tabla 3-11. Precios materiales y/o equipo	112
Tabla 3-12. Costo total producción contenedor	114
Tabla 3-13. Costos asociados a diseño	114
Tabla 3-14. Costos ejecución proyecto	115
Tabla 3-15. Precios por kilo	116
Tabla 3-16. Entrada LED unitaria	117
Tabla 3-17. Cantidad LED para 1kg	118
Tabla 3-18. Costos materiales y/o equipos modulo Universal	126
Tabla 3-19. Costos Sensores contenedor universal mixto	127
Tabla 3-20. Costo manufactura contenedor universal	127
Tabla 3-21. Costo ganancia latas	129

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1. Componentes de la lámpara Haluro metálico	7
Figura 1-2. Contenedor comuna limpia	29
Figura 1-3. Contenedor comuna limpia	30
Figura 1-4. Concepto modular	38
Figura 1-5. Sujeción abierta	38
Figura 1-6. Modular a pared	39
Figura 1-7. Modular a pared 1	40
Figura 1-8. Modular en estructura 1	40
Figura 1-9. Modular apilable 1	41
Figura 1-10. Modular apilable 2	42
Figura 2-1. Etapas Munari	46
Figura 2-2. Bosquejo versión 1	52
Figura 2-3. Modelo versión 1	53
Figura 2-4. Bosquejo versión 2	54
Figura 2-5. Bosquejo 2	54
Figura 2-6. Versión modulo 2	55
Figura 2-7: Barra ampollita-sensores	55
Figura 2-8. Representaciones correderas	56

Figura 2-10. Visualización idea 3	57
Figura 2-9. Boceto versión 3	57
Figura 2-11. Boceto cuarto propuesta	58
Figura 2-12. Boceto quinto, propuesta	58
Figura 2-13. Modelo 1	61
Figura 2-14. Frente modelo	62
Figura 2-15. Modelo 2	62
Figura 2-16. Caja modelo 2	63
Figura 2-17. Modelo 3	63
Figura 2-18. Modelo 3 ventana	64
Figura 2-19. Modelo 4	64
Figura 2-20. Modelo 5	65
Figura 2-21. Modelo frontal	66
Figura 2-22. Modelo 6	66
Figura 2-23. Red de sensores	68
Figura 2-24. Sistema de sensores	68
Figura 2-25: Módulo	69
Figura 2-26. Cajonera	69
Figura 2-27. Estructura	70

Figura 2-28. Diagrama proceso 1	71
Figura 2-29. Diagrama Flujo 1	71
Figura 2-30. Consideración técnica del Acrílico	74
Figura 2-31. Esfuerzo estructura cajonera	75
Figura 2-32. Estructura componente triangular	75
Figura 2-33. Ensayo módulo	76
Figura 2-35. Antecedentes modulo	77
Figura 2-36. Análisis 4 módulos	78
Figura 2-35. Análisis estructural	79
Figura 2-36. Rediseño esfuerzo	80
Figura 2-38. Re-estudio estrés	81
Figura 2-39. Esfuerzo estructura optimizada	82
Figura 2-40. Isométrica Módulo	84
Figura 2-41. Estructuración gaveta	84
Figura 2-42. Estructuración gaveta 2	85
Figura 2-43. Frontal con tornillos	85
Figura 2-44. Sistema con tornillos total	86
Figura 2-45. Propuesta del contenedor final	87
Figura 3-1. Módulo optimizado	90

Figura 3-2. Mitad módulo	90
Figura 3-3. Simulación Cura 1	91
Figura 3-4. Costo modulo optimizado	92
Figura 3-5. Dólares optimizados 1	93
Figura 3-6. Cajonera optimizada	94
Figura 3-7. Cajonera optimizada 2	95
Figura 3-8. Sistema de sensores final	96
Figura 3-10. Paso Láser	99
Figura 3-9. Corte láser MVP	98
Figura 3-11. Etapa 1 y 2.	101
Figura 3-12. Costo doblado	109
Figura 3-13. Base soldador	110
Figura 3-14. Parámetros corte láser	110
Figura 3-15. Tiempo manufactura	111
Figura 3-16. Corte en laser	111

SIGLAS Y SIMBOLOGÍA

A. SIGLAS

AEE	Aparatos Eléctricos y Electrónicos.
GEM	Observatorio Mundial de Residuos.
Iot	Internet de las Cosas
MMA:	Ministerio del Medio ambiente.
MINSAL:	Ministerio de salud.
NCH	Norma Chilena.
REP:	Responsabilidad del Productor.
RAEE	Residuo de Aparatos Eléctricos y Electrónicos.
UIT	Unión Internacional de Telecomunicaciones.
W	Watts.
IoT	Internet de las Cosas
HDPE	Polietileno de Alta densidad

B. SIMBOLOGÍA

\$:	Peso chileno
%	Porcentaje
x	Multiplicación

INTRODUCCIÓN

La investigación desarrollada pretende convertir una empresa de luminaria en gestora de residuos, bajo el contexto de la Ley de Responsabilidad Extendida del Productor, en desechos de tipo lumínico, específicamente, ampolletas, iluminación LED, Haluro Metálico e Incandescente. Esto, por medio, del diseño de un sistema que logre implementar el reciclaje de dichos residuos, en conjunto con la programación, comunicación y educación de las personas pertenecientes a la región de Valparaíso.

El reciclaje de residuos lumínicos es importante, entre las razones cabe destacar, la peligrosidad de gases que generan contaminación de los suelos y medio ambiente, cuyas consecuencias son perjudiciales. Actualmente, no hay gestión acerca de este tipo de residuos en específico, pese a que forma parte de la clasificación de residuos electrónicos, por ello, su tratamiento no es especial.

El proyecto buscará solucionar el desafío planteado por la empresa mandante Prevención e Iluminación LTDA, realizando recogimiento de información de forma cuantitativa y cualitativa, desde revisión bibliográfica, la empresa mandante, entes participantes de la Ley REP, los que serán de utilidad para diseñar la metodología para la gestión de residuos, realizar diseño conceptual, prototipo digital y físico.

Cabe destacar que el desafío será abordado por un equipo de estudiantes de las carreras Ingeniería Civil Telemática, Ingeniería en Fabricación y Diseño Industrial e Ingeniería en Proyectos de Ingeniería, de la Universidad Técnica Federico Santa María, bajo el programa Memorias Multidisciplinarias. Los estudiantes desarrollarán la investigación, diseño y soluciones, en torno a la problemática planteada, que serán presentadas a la empresa bajo avances que se irán corrigiendo por esta. Por último, cada memoria será individual bajo los temas asociados a la malla curricular. Por ende, este trabajo de titulación poseerá soluciones frente a las problemáticas de diseño, ciencias de los materiales, economía circular y rediseño.

CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES DEL PROYECTO

1. ANTECEDENTES DEL PROYECTO

Este Capítulo tiene por finalidad presentar los antecedentes para plantear la problemática y objetivos del proyecto para finalmente lograr comprender el desarrollo de este.

El proyecto se basa en torno a la Ley de Responsabilidad del Consumidor comúnmente llamada LEY REP, abordando la clasificación de residuos Eléctrico y Electrónicos, específicamente enfocado en las ampolletas, incandescentes, y Haluro metálico.

1.1. ANTECEDENTES ESPECÍFICOS

En Chile, el año 2020 se generaron alrededor de 18 millones de toneladas de residuos, de estos, el 96,7% no son peligrosos. El 80% de estos se eliminó y solo el 20% se valorizó. (Ministerio del Medio ambiente. Reporte del Medio Ambiente, 2022) Esto supone que, ese año, cerca del 3,9 % de los residuos eran peligrosos, y del 80 % eliminados, el 60 % no se valorizó, provocando daño al medio ambiente, sin mencionar, que sucedió con los residuos peligrosos después.

Según la Ley 20920, de Fomento al Reciclaje y Responsabilidad Extendida del Productor (REP), se define residuo como una sustancia u objeto que su generador desecha o pretende desecha de acuerdo con la normativa vigente. Esta, clasifica ciertos desechos como productos prioritarios, debido al alto consumo, tamaño y toxicidad que poseen. Estos son: Aceites Lubricantes, Baterías, Pilas, Aparatos Electrónicos, Envases y Embalajes, Neumáticos, Diarios y revistas. Esta investigación ahondará en el apartado de Aparatos Eléctricos y Electrónicos.

1.1.1. Aparatos eléctricos y electrónicos

Un Aparato Eléctrico o Electrónico son todos los aparatos que para funcionar necesitan corriente eléctrica o campos electromagnéticos, y los aparatos necesarios para generar, transferir y medir tales corrientes y campos electromagnéticos, que están destinados a utilizarse con una tensión nominal no superior a los 1.000 voltios en corriente

alterna y 1.500 voltios en una corriente continua (Super intendencia de electricidad y combustible., s.f.)

Se considera en la ley los residuos eléctricos y electrónicos puesto que la generación de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) se relaciona con el crecimiento del PIB. El aumento acelerado del uso de tecnologías y su obsolescencia respecto a nuevos modelos atractivos de tecnologías, generan alta demanda, que se ofertan mucho más, generando un mercado muy competitivo. Lo que en definitiva trae altas tasas de residuos no gestionados, para ejemplificar, solo en el año 2022, se generaron 62 millones de toneladas de residuos electrónicos (Naciones Unidas., s.f.).

La Ley REP categoriza este tipo de residuos en 6 categorías que se presentan a continuación:

- Categoría 1: Aparatos de intercambio de energía
- Categoría 2: Monitores, pantallas y aparatos con pantallas de superficie mayor de 100 cm²
- Categoría 3: Paneles Fotovoltaicos grandes con una dimensión superior a 50 cm
- Categoría 4: Lámparas.
- Categoría 5: Grandes aparatos con una dimensión exterior o superior a los 50 cm.
- Categoría 6: Pequeños aparatos sin ninguna dimensión superior a los 50 cm.

Para el interés de este proyecto, es importante mencionar que se abordará únicamente la categoría 4, de lámparas, que se referirá a diferentes tipos de ampollitas.

1.1.2. Lámparas

El desafío propuesto por la empresa PREVILUM, compete 3 tipos de lámparas diferentes: LED, Incandescente y Haluro metálicos. A continuación, se presentará detalles técnicos sobre estas a fin de lograr comprender su materialidad, partes y componentes,

para lograr dimensionar, comprender y poseer antecedentes para el desarrollo técnico del proyecto.

Para tal cometido, se presenta inicialmente en el ANEXO A y ANEXO B, una reseña de la historia de las lámparas y su ilustración.

1.1.3. Ampolletas incandescentes

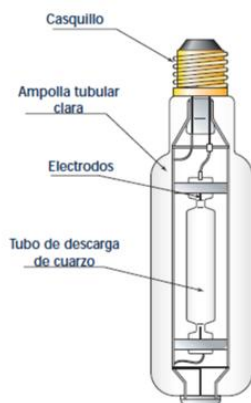
En 1880 Thomas Alva Edison patentó la ampolla Incandescente de filamento de Carbono. Actualmente la ampolla Incandescente está constituida en base de un filamento fino de Tungsteno, encerrado en una ampolla de vidrio, cuyo interior está relleno de un gas inerte para evitar que se volatilice de la fibra. Todo esto, está unido a una base metálica que une las conexiones eléctricas. (Canziani, 2017). En cuanto a su composición, el Filamento de Tungsteno de una lámpara de 25 Watts contiene unos 75 cm de alambre fino. Por otra parte, respecto a los gases inertes presentes en la ampolla, suelen ser Nitrógeno y Argón (Solivárez., pág. 5).

1.1.4. Ampolletas LED

La tecnología LED (Light Emitting Diode). Para la generación de colores se utilizan diferentes gases: Nitruro de Galio (GaN), Carburo de Silicio (SiC) para el color azul, y Arseniuro de Fosforo de Galio (GaAsP) para el color rojo. (Canziani, 2017, pág. 52) También considerar su estructura, y componente estructural de material reflector hecho de policarbonato mate. (Ecosis, s.f.)

1.1.5. Lámpara haluro incandescente

También llamadas como lámparas de Halogenuros Metálicos, se clasifica como un tipo de lámpara de vapor de Mercurio. En el interior del tubo de descarga se añaden aditivos metálicos para aumentar su rendimiento de color como de luminosidad, Su composición espectral depende del usuario y los metales que añada. A continuación, se presenta la Figura 1-1.



Fuente: Manual de Iluminación INDAL, una ilustración de las partes de la lámpara.

Figura 1-1. Componentes de la lámpara Haluro metálico

Como es posible observar en Figura 1-1, sus componentes principales son: el Casquillo, La ampolleta Tubular clara, Electrodo y el Tubo de Descarga de Cuarzo. En cuanto a este último, se puede añadir que es un tubo de cristal de cuarzo o cerámico que contiene dos electrodos hechos de Tungsteno. La ampolleta está rellena de gases como el Argón, Neón, Mercurio además debe añadirse el componente de Halogenuro que realizará la función de lámpara, es decir, iluminar, los que suelen ser Ioduros de Índio, Sodio, Talio, Escandio y Litio.

1.1.6. Material de los componentes de residuos lumínicos

En esta sección se presentan los componentes con las ampolletas nombradas para el análisis de componentes, a fin de conocer que componentes podrían extraerse para reutilizarse, o reconocer cuáles podrían requerir un tratamiento especial. Para ello se encuentra en el Anexo C, Anexo D y Anexo E.

Es posible observar dada las tablas presentadas que dichos residuos lumínicos poseen en sus componentes sustancias de diversa naturaleza, no obstante, es importante

presentar, la existencia de elementos tipo Gases y Gases inertes que pueden suponer riesgo a la salud y al medio ambiente, si estas se rompen en los contenedores o en los vertederos.

1.1.7. Riesgos de la salud y medio ambiente por residuos

La existencia de los residuos lumínicos que son clasificados como residuos electrónicos o Residuos-e, significan riesgos para la salud y medio ambiente. Según el informe Observatorio Mundial de los Residuos Electrónicos, elaborado por el Observatorio Mundial de Residuos (GEM) y la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), los riesgos provocados por los Residuos Lumínicos surgen cuando no son tratados y se encuentran en el medio ambiente, o cuando estos son tratados para su reciclaje, en un contexto informal no legalizado, que conlleva a trabajos que no consideran los Equipos de Protección Personal (EPP) necesarios, protocolos de seguridad o diseño de espacio especiales para tratamientos de componentes tóxicos. Por ello es importante generar reciclaje seguro para los residuos-e bajo dos instancias, la primera acerca del cuidado del residuo con el medio ambiente (que logren recolectarse) como segunda instancia, asegurarse de que su tratamiento pueda ser legalizado ya que conlleva a buenas prácticas. Este proyecto se enfocará en la primera instancia, para más información sobre riesgos de la salud, se encuentra el Anexo F, Anexo G, Anexo H y Anexo I.

1.1.8. Estado de técnica

En relación con el estado de técnica se analizó con mercado actual, que ofrece una diversidad de contenedores con diferentes características. A continuación, se presenta la clasificación de diferentes contenedores presentes en el mercado, rescatadas de revisión bibliográfica, resumidas en la Tabla 1-1.

Por otra parte, existe un tipo de contenedor de reciclaje que responde al desarrollo de la industria 4.0 e internet de las cosas. Estos son llamados en general como Contenedores Inteligentes. Estos pueden tener diferentes características, pero su presencia en el mercado

es incipiente. A razón de ello, para este trabajo se considerará contenedores clásicos a la familia de contenedores no inteligentes presentados en la Tabla 1-1 Mientras que, los contenedores inteligentes serán aquellos que tengan por añadidura a su funcionalidad características de funcionamiento autónomo

Tabla 1-1. Tipología de contenedores.

Tipo de contenedor	Imagen de tipología	Característica
Industriales		Contenedores con gran capacidad de volumen de residuo. Para fines de este trabajo, se considerará poseer en una misma estructura diferentes secciones para diferente clasificación de residuos.
Soterrados		Destinados a residuos urbanos, esconden la parte del contenedor que contiene los residuos bajo tierra, quedando visible, la parte para introducción de residuo.
De campana		Tienen estructura convexa, suelen tener un pequeño agujero para depositar el residuo. Su materialidad suele ser alguna aleación de metal. Actualmente suelen utilizarse para botellas de vidrio.
Metal polibrazo		De gran volumen, posee una estructura en los laterales vertical para ser transportados. Son estructurados con algún tipo de aleación de la familia de los metales. Están diseñados para almacenar gran cantidad de residuos. Suele usarse para depositar escombros o residuos de gran volumen.
Jaula		Se estructuran con una especie de malla. Suelen utilizarse para almacenar gran cantidad de residuos, o que se espera que puedan recolectar gran volumen por cantidad de unidad, como por ejemplo, botellas PET.
Polimero tipo basurero		Estructurados por diferentes tipos de polímeros. Suelen ser transportables.
Apilable desmontable		Contenedores unitarios, funcionan de forma modular, por lo que se le pueden añadir y quitar unidades o partes. Son montables y desmontables.
De pedestal.		Poseen una estructura que los sostiene desde el suelo. Pueden funcionar como punto de reciclaje de distintos residuos. Suelen portar poca capacidad de volumen de residuo.

Fuente: Tabla elaborada por la autora, la fuente de las imágenes se encuentra en la sección de bibliografía.

Dicho esto, se presenta la Tabla 1-2; en la que se presenta la descripción de los 3 tipos de contenedores inteligentes vistos en el mercado. Esta tabla no presenta imágenes de caracterización puesto que todos son muy similares, no dejan ver el residuo, suelen ser cuadrados herméticos, algunos cuentan con pantallas interactivas. En el Anexo J, se presenta un ejemplo grafico de estos.

Tabla 1-2. Tipología de contenedor inteligente 1

Tipo de contenedor inteligente	Característica.
Separador	Contenedores que usan tecnología como sensores de IA para dividir automáticamente la clasificación del residuo.
Compactador	Utiliza sensores y mecanismos para compactar los residuos, disminuir el volumen ocupado y lograr mayor eficiencia.
Contador	Poseen sensores que realizan conteo de cantidad de residuo que entra o que hay en el contenedor de reciclaje.
Mixto	Posee una mezcla de estas características.
Máquinas de recolección inversa (RVMS)	Poseen un valor agregado que atrae al cliente a reciclar porque tiene adjunto un programa que incentiva la cantidad de volumen reciclado por usuario por medio de un sistema de cupones o premios por uso. Entonces, tiene sistema de pantalla, botones y en algunos, automatización en la recepción de residuo.

Fuente: Elaboración propia.

Considerando estas tipologías, se desarrolló la Tabla 1-1. Contenedores en el Mercado actual, a fin de determinar qué tipo de contenedores hay en diferentes marcas y competencia, además de determinar comparativas como tipología más reproducida, tipología menos replicada en el mercado.

Tabla 1-3. Contenedores en el mercado.

Tipo/ Marcas	Eco-contenedores	Gert	Pesco	Plastigen	Sulo	Ingequipos	Vigatec	Wenco
Industrial	x		x					
Soterrado	x		x					
Campana	x		x					
Metálico poli-brazo	x							
Jaula	x							
Pedestal	x							
Basurero polímero		x		x	x	x		x
Apilable desmontable		x			x	x		x
Inteligente							x	

Fuente: Elaboración propia.

Como conclusión de la Tabla 1-3, es posible mencionar que, tras indagar 9 marcas, los contenedores más comunes son los contenedores de tipo polímero teniendo 7/8 marcas este tipo de contenedor. A su vez, cabe recalcar que el contenedor menos explorado en el mercado es de tipo Apilable/Desmontable, que solamente una empresa los comercializa. Finalmente, el contenedor menos recurrente es el contenedor de tipo Inteligente o comúnmente llamado SmartBin, o Bin, que es comercializado por la marca Vigatec, que no se especializa únicamente en diseño de contenedores, sino más bien en soluciones tecnológicas.

1.1.9. Patentes

En cuanto a las patentes existentes sobre diseño de contenedores para residuos lumínicos, se presenta en el anexo de tablas el Anexo K en donde es posible visualizar creaciones anteriores con similitud al proyecto a abordar.

1.1.10. Antecedentes de desarrollo

En cuanto a los antecedentes de desarrollo, se consideran proyectos existentes por gestores de residuos, que intenten administrar y gestionar la cantidad de residuos

recolectados, o que busquen administrar todo el proceso del reciclaje. Para ello se presentan los siguientes proyectos en el marco nacional:

- Empresa aplicación AppRe de la Empresa Triciclo.

La empresa Triciclo tiene como misión eliminar el concepto de basura bajo el concepto de la economía circular. El año 2020, a fin de crear una metodología de recolección eficaz, crearon la aplicación AppRe, esta registra disponibilidad de horarios, información educativa sobre reciclaje y tip's para preparar la visita para reciclar.

- Empresa de contenedores de reciclaje Redciclach.

Es el primer proyecto chileno de contenedores inteligente, fue creado por estudiantes de la Universidad de Santiago, su propósito es que el usuario pueda recuperar el valor al reciclar, la empresa deposita mensualmente al cliente por una proporción de cantidad reciclada, cuyo dinero puede donarlo a fundaciones o guardarlo. Su funcionamiento se basa en un sistema de sensores que detectan el desecho en el contenedor. Esto se suma a una base de datos que permite enviar la información a la nube y valorizar los desechos. Luego una pantalla táctil crea un código QR para el usuario, por donde se contabiliza la cantidad de residuo v/s ganancia.

1.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA U OPORTUNIDAD DE DISEÑO

Si bien Chile posee normativa para la regulación de residuos como es la Ley 20.920 de Responsabilidad del Productor, o la Ley 21.368 de Plásticos de un solo uso. Actualmente no hay una regulación acerca el uso de residuos Lumínicos en específico. La realidad local de la región de Valparaíso respecto a esto es la inexistencia de puntos de reciclaje para residuos de iluminación. No obstante, a nivel mundial, y patentes que han diseñado y desarrollado este proceso. A pesar de ello, actualmente, los sistemas de iluminación siguen reciclándose como cualquier otro residuo electrónico. Siendo esto parte de las deficiencias que busca abordar este proyecto.

La problemática que se busca responder aborda la deficiencia actual de los contenedores de reciclaje, frente a residuos que al romperse pueden generar daños ambientales. Enfrentando el desafío de la baja cultura de reciclaje presente en el país. A continuación, se presenta la problemática general que busca responder el diseño a desarrollar:

Problemática general: Carencia de sistema para la recolección de residuos lumínicos LED, Haluro Metálico e Incandescente en la región de Valparaíso, Chile

Problemáticas específicas:

- Ausencia de sistema de reciclaje que se adapte al residuo lumínico (ampolleta Led, Haluro Metálico e Incandescente)
- Riesgo de quiebre o rotura de residuos en los sistemas de contenedores de reciclaje actual.
- Deficiencia en sistema de sujeción y estructurabilidad para sostener un residuo delicado.
- Ineficacia de gestión de residuos en nuevos proyectos de reciclaje para proyectos de diseño y gestión de gestores de residuo.

1.2.1. Oportunidad de diseño

A continuación, se presenta la oportunidad que puede ofrecer este proyecto a la empresa frente al mercado. Expresada en la tabla 1-4 de la que se concluye que:

Actualmente, no existen en la Región de Valparaíso centros de reciclaje, o que se dediquen específicamente a residuos lumínicos. Por lo tanto, existe la oportunidad de aventurarse en el campo de reciclaje de estos. Siendo una ventaja, que la empresa a futuro tenga la opción de la reutilización de componentes, rediseño a través del ecodiseño, o venta de componentes que tengan las ampolletas.

Oportunidad, de realizar una estrategia de marketing que logre aprovechar la Ley REP, además de la oportunidad de poder trabajar en conjunto con entes sociales como Municipios, junta de vecinos, organizaciones medioambientales, ente otros. En segundo lugar, dar mayor valor a la empresa de ser gestores de residuos, y aprovechar las ventajas de cumplimiento de metas de reciclaje, junto a una visión valórica positiva a los clientes de la empresa, que logre generar que la empresa tenga una mayor cobertura y logre llegar a un “apropiamiento” de mercado respecto a la temática.

Respecto a la Tabla 1-4 se concluye que:

El mercado actual casi no posee contenedores con sistemas automáticos asociados, siendo una tecnología emergente en Chile, además, el residuo lumínico no es de un solo uso surgiendo la necesidad de los índices de reciclaje, para poder gestionar el sistema. Por ello, surge la oportunidad de innovar en este campo unificando la gestión con el reciclado, realizando un sistema completo en base al contenedor, y aplicación móvil, que dotaría a la empresa la oportunidad de recolección, datos para administración y gestión para la toma de decisiones, y fidelización del cliente. Que como es inexistente en el reciclaje lumínico

Tabla 1-4. Oportunidades de mercado

Antecedente	Oportunidad
Inexistencia de contenedores de reciclaje y puntos de reciclaje de residuo lumínico.	Oportunidad de innovación, apertura de nicho de mercado y apropiamiento por parte de la empresa.
Bajo marketing en proyectos anteriores similares	Utilización de marketing para posicionamiento positivo de la empresa.
Escasez de mercado nacional de contenedores SmartBin	Posibilidad de apropiamiento del mercado por parte de la empresa.
Desconocimiento de índices de reciclaje en el residuo lumínico	Desarrollo de diseño innovador utilizando el concepto de diseño Modular y concepto inteligente IoT.
Alta capacidad de prospectiva tecnológica	Estrategia como prospectiva tecnológica de ampliamiento de cobertura de reciclaje hacia otro tipo de residuos
Inexistencia de SmartBin relacionados específicamente a residuos lumínicos	Apropiamiento del mercado. Ser reconocidos por dar avance de desarrollo tecnológico orientado a las ciudades inteligentes.

Fuente: Elaboración propia.

añade al proyecto un factor de diseño innovador. Además, generar una visión positiva de la empresa por aportar al desarrollo de la ciudad por medio de la respuesta de un diseño IoT que es un elemento para ciudades inteligentes.

La oportunidad de prospectiva tecnológica de ampliación de cobertura del proyecto para otro tipo de residuos, para suplir la necesidad de gestionar el llenado del contenedor por alta cantidad de demanda y sobrellenado de contenedores.

1.3. CONTEXTO DEL PROBLEMA U OPORTUNIDAD

Las ampolletas poseen diferentes tipos de componentes tipos de gases, que al ser desechadas como cualquier otro residuo en los contenedores de reciclaje de residuo eléctrico y electrónico genera riesgo ambiental.

El mercado actual no posee contenedores específicos para este tipo de residuos aun sabiendo que algunos de estos son fáciles de romper generando un gran impacto ambiental. De este modo, surge la oportunidad de general un sistema de reciclaje para residuos lumínicos. A pesar de ello, esto genera una condicionante: la luminaria tiene una vida útil medianamente larga comparada con los productos de un uso. Por eso, surge la necesidad de saber qué ocurre con el índice de llenado del contenedor, además de controlarlo administrando el proceso, para separación de material, creación de un ecodiseño o distribución de la materia recuperable relacionadas con la manufactura de dispositivos eléctricos o electrónicos.

1.3.1. Restricciones y obligaciones legales y ambientales

A continuación, se presentan las obligaciones y limitaciones que pueden y deben limitar el proyecto.

- Norma NCH 3322: Esta norma declara el color que debe poseer el contenedor, para cada tipo de residuo.

- Ley REP: Ley de Responsabilidad del productor, declara las responsabilidades y los actores sociales dentro del reciclaje.

1.4. ANÁLISIS ESTRATÉGICO DEL PROBLEMA

En este punto se detallará las metodologías aplicadas para responder al proyecto respecto al análisis comercial, entregando un análisis interno, externo y de medición del mercado, por medio de las herramientas FODA y PORTER.

1.4.1. Análisis estratégico del problema.

Es este apartado se desarrollará el análisis estratégico del problema, con dos metodologías, desde el enfoque estratégico interno, FODA, y enfoque estratégico externo, PORTER.

- Análisis estratégico interno:

Tabla 1-5. Oportunidades de mercado

Internos	
Fortaleza	Debilidad
• Equipo con alta destreza tecnológica. • Buen flujo comunicativo.	• Equipo de pocos integrantes (4 integrantes) • Equipo sin experiencia anterior en proyectos con empresa mandante.
Externos	
Oportunidad	Amenaza
• Nuevo mercado dentro de la Región de Valparaíso • No presencia de competitividad • Posibilidad de ser referentes en el reciclaje de ampolletas. • Posibilidad de crecimiento y expansión. • Gran cantidad de proveedores. • Oportunidad de fomentar el desarrollo de gestión de residuo-e en la región. • Desarrollo de un nuevo campo de contenedores inteligentes	• Trabajar con residuos que no es de un solo uso. • Ingreso de nuevos competidores al sector • Alta expertiz de empresas que realicen contenedores inteligentes en el extranjero (EcubeLabs, EcoEmbes, Vitia, DennisEagle, Sanimobel, entre otros)

Fuente: Elaboración propia.

Para analizar el riesgo que posee el proyecto respecto a sus características internas y externas, positivas y negativas, pero considerando una perspectiva del equipo, se utilizará la metodología estratégica Fortalezas y Debilidades. (FODA).

Respecto al análisis FODA, es posible analizar respecto a las características internas que el equipo con alta destreza en tecnología lo que puede significar una nueva forma de enfocar el reciclaje, de forma más eficiente e inteligente. Otro atributo es el buen flujo comunicacional lo que puede generar mejores acuerdos y desarrollo. Respecto a las debilidades internas, el equipo posee integrantes, cuya consecuencia puede ser un temprano desgaste frente a un proyecto que abarca mucho desarrollo. A su vez, el equipo no tiene experiencia anterior en proyectos lo que puede generar atrasos en el proyecto, o pérdida de tiempo en mayor investigación para la toma de decisiones y/o ejecución.

En relación con las características externas, entre las amenazas se considera que trabajar un residuo que no es de un solo uso es una amenaza dada la alta duración en buen estado de las ampolletas en su ciclo de vida para ser desechado, y poder ser aprovechado como un nuevo recurso como parte de su ciclo de vida; desde otra perspectiva, la alta expertiz de empresas que realizan contenedores inteligentes pueden competir con un producto similar o con mejores atributos y buscar la exclusividad del mercado, aunque a nivel nacional ese mercado sea casi completamente inexistente. Esto conlleva a la siguiente amenaza que es el posible ingreso de nuevos competidores al sector, esto se justifica dado que la sección oportunidades, se establece que podría ser referente la empresa frente a la gestión de residuos específico de ampolletas. No obstante, esto puede provocar que entren nuevos competidores a un mercado poco explorado que puedan llegar a nuevas soluciones o mejores soluciones que termine conquistando el mercado. Por lo tanto, esta amenaza debe enfrentarse con innovación, e inversión en marketing. Respecto a las oportunidades como característica externa se señala que es un nuevo mercado dentro de la Región de Valparaíso dado que no existe un Gestor de Residuos enfocado en el reciclaje de aparatos lumínicos, tampoco existe de contenedores inteligentes, lo que se conecta con la carencia de competitividad dada la no existencia de contenedores inteligentes acerca del reciclaje de aparatos para la iluminación. Esto, posibilita poder ser

referentes en el reciclaje de ampolletas junto con la inexistencia de plantas de reciclaje para residuos lumínico, puede provocar, ser referentes frente a esta temática. Esto podría significar entonces la posibilidad de crecimiento y expansión, prestando servicios a nuevas regiones, dado que, este tipo de contenedores no están presentes, y podría captar la atención desde otras empresas y/o municipios. Fuera de esta cadena de causas y posibles consecuencias a favor, existe una gran cantidad de proveedores ya que, al no haber competencia del sector, los residuos lumínicos, que son desechos y a la vez materia prima, llegarían fácilmente puesto que no hay otra planta de reciclaje de ampolletas. Por otra parte, los insumos para realizar en el diseño ecológico poseen gran cantidad de proveedores para comprar. Otra oportunidad desencadenante es fomentar el desarrollo de gestión de residuo de tipo eléctrico y electrónico en la región. Potenciando el reciclaje de residuos-e más específicos y provocar la creación de competencia, por ende, nuevos gestores de residuos en la región. Ahora bien, si se considera el valor agregado de ser un contenedor inteligente, el mercado actual no refleja la existencia de estos objetos a nivel nacional, es una buena oportunidad de abrirlo, ser referentes y tener apropiación del mercado.

1.4.2. Análisis estratégico PORTER

A continuación, se realizará el análisis estratégico externo del proyecto, a través de la metodología PORTER, que medirá el mercado en cinco factores: Rivalidad, Competidores, Clientes, Proveedores y Bienes Sustitutos. Para ello se encuentra el Anexo L, del que puede analizar los siguientes factores:

- Amenaza nuevos entrantes: Respecto a la amenaza de es destacable la gran regulación de la industria por parte del Gobierno, dado el proyecto, de reciclaje, y gestión de residuos peligrosos como gases, a través de la incorporación de sensores y tecnología a los contenedores, se puede considerar que podría haber mucha regulación para este tipo de diseños.

- Negociación de proveedores: Debido a que los proveedores de este proyecto son los consumidores, debido al concepto de reciclaje y ecodiseño, se observa una gran cantidad de proveedores, pero con gran amenaza sobre la voluntad de estos, y su fidelidad, sobre todo en la integración de amenaza hacia adelante, en dónde algún proveedor podría comenzar a reciclar por sí mismo. Además, se considera una gran cantidad de proveedores porque todos pueden reciclar, adicionalmente, la posibilidad de que haya empresas que sean socias, para que la empresa cliente (PREVILUM) pueda gestionar el residuo. Respecto a los proveedores para poder realizar el proyecto, no es complejo encontrar proveedores de insumos para esta innovación.
- Poder de negociación de clientes: El producto es único, aunque es conveniente mantener un buen diálogo con los clientes, ya que depende cuantos y dónde estén los contenedores inteligentes. No obstante, no resulta realmente crítico, dado que el servicio que se entrega es único, por lo tanto, hay poder de negociación.
- Amenaza de productos sustitutos: Respecto a la generación de productos de forma industrial, no se presenta sustituto, sin embargo, podría presentar sustitutos artesanales, sobre todo si la empresa mandante decidiese realizar ecodiseño. Por parte de sustitutos de reciclaje industrial de ampollitas, no se presenta sustituto.
- Rivalidad entre competidores: No hay presencia de rivalidad de competidores puesto que no hay competidores.

En conclusión, del análisis PORTER, es importante considerar un agente que cumple doble funcionalidad dentro del proyecto, que es el usuario-proveedor, ya que quienes usan el contenedor proveerán de materia prima para proyectos posteriores. Es decir, en este contexto se consideran dos proveedores, el primero que no posee gran poder de negociación que serían los proveedores para fabricar los contenedores y obtener componentes caja negra. El segundo, son los usuarios, en donde la empresa mandante, necesita de aquellos para obtener materia prima (ampollitas LED, Haluro Metálico e

Incandescente) para el éxito del proyecto. Dicho esto, es fundamental generar fidelidad hacia aquellos, de forma que opten por utilizar los contenedores de este proyecto y no así, acudir a posibles gestores de residuos que no tengan fiscalizaciones, y generen no solo pérdida a la empresa, sino que adicionalmente, contaminación por malas prácticas en el uso de la materia prima.

1.5. COMPRENSIÓN DEL MERCADO

Se presentará en esta sección el desarrollo de metodologías a fin de dar a conocer el mercado en el que podría encontrarse este proyecto.

1.5.1. Definición del modelo o estrategia de negocio.

A continuación, se presentará el análisis del modelo de negocio realizado con la metodología Canvas, la Tabla se encuentra en el ANEXO M, para permitir una mejor lectura por la posibilidad de anexarlo en un formato más grande que en los párrafos de desarrollo.

- Segmentos de clientes: Respecto al segmento de clientes, se consideran en 2 grupos:
Persona jurídica social: como a los municipios, juntas de vecinos, organizaciones medioambientales.
Persona Jurídica: empresas con alta capacidad económica y/o gestoras de residuos que son quienes pondrían tener un mayor valor al adoptar un servicio de reciclaje, o mejorar su capacidad de funcionamiento. Por otra parte, se considera el cliente actual directo que es la empresa PREVILUM como cliente, que se clasifican dentro del segmento de persona jurídica.
- Propuesta de valor: se plantea un sistema innovador de reciclaje que cuenta con sensores electrónicos, desarrollo de aplicación móvil, que generará gestión de residuos lumínicos, generando de información inmediata de todos los contenedores y una estructura que proteja al residuo siendo un factor diferenciador frente a otros contenedores. A su vez, es un servicio pionero respecto a la gestión de residuo lumínico, que es escalable a otros tipos de

residuos. Por último, es un sistema único de ensamble de contenedor de tipología existente, por lo tanto, es un sistema que reduce el costo de las empresas por recolectar los residuos.

- Canales: para que el producto llegue al cliente, los contenedores poseerán código QR, e infografía de la aplicación, y se desarrollará un espacio educativo sobre el contexto de los residuos lumínicos, exponiendo como solución el contenedor inteligente y aparición de contenedores, y empresas publicitadas en la aplicación por usarlos. También puede haber un medio de conexión por medio de ferias de emprendedores, y/o empresas ecológicas o gestoras de residuo.
- Relación con los clientes: Se desarrollará un programa de fidelización mediante la aplicación móvil propuesto como ofertas por la empresa PREVILUM, respecto a cumplimiento de metas de reciclaje para ciudadanos. Por otra parte, se desarrollará educación a las personas, por medio de la aplicación. También para atraer a clientes directos (quienes financian los contenedores), se desarrollará táctica de marketing, revelando que empresas utilizan este sistema de reciclaje para generar una visión positiva de los ciudadanos frente a esas empresas.
- Fuente de ingresos: una de ellas es a través de publicidad pagada en la aplicación, la que puede tener descuentos, por ejemplo, según cantidad de reciclado. Por suscripción, para poder optar a funciones dentro de la aplicación. Posibilidad de venta de contenedores, o venta de componentes de las ampolletas recolectadas.
- Recursos claves: se clasifica en dos grandes grupos, recursos materiales, y recurso de personas-intelectual. Se considera un perfil relacionado al diseño industrial para diseñar el contenedor, que posea conocimientos sobre diseño y metodologías como design thinking. Por otra parte, se considera un profesional relacionado al desarrollo de aplicación móvil, mantención de la interfase informática y programación de sensores electrónicos. Un ingeniero de proyecto, que abordará viabilidad y estructura de costos. Finalmente se

establece la necesidad de un perfil relacionado al marketing, para el desarrollo de publicidad y generación de la educación medioambiental. Los perfiles se cumplirán por medio de estudiantes, ya que es un proyecto de tesis, excepto el de publicista o marketing, ya que la universidad no posee estudiantes de tales carreras.

- Actividades claves: se consideró las actividades necesarias para llevar a cabo este proyecto. Por eso se establece el diseño de aplicación móvil y diseño de estructura del contenedor, investigación sobre viabilidad de proyecto. Este informe de proyecto de título tratará sobre el diseño de contenedor.
- Socios claves: se consideran instituciones, organizaciones relacionadas con el medio ambiente, como el ministerio de medio ambiente, municipalidades y organizaciones sociales, ya que pueden generar campañas de recolección, ayudar a habilitar espacios claves para la recolección, lo que conlleva a utilizar contenedores inteligentes, y por parte del ministerio, la utilización de la ley de reciclaje en Chile, optando a beneficios como gestor de residuos.
- Estructura de costos: en relación con los costos, cabe destacar, el gasto en transporte, dado que los residuos deben llegar a la empresa, por otra parte, el gasto de la creación y fabricación del equipo industrial de reciclaje de luminaria, y la inversión de contenedores de reciclaje o su diseño y fabricación. A su vez, costo asociado a la tecnología para poder desarrollar programación, y diseño de aplicación móvil, además de los sensores electrónicos.

1.5.2. Definición de mercado, usuario y/o clientes

En relación con la definición de cliente, dado que es un desafío propuesto por la empresa PREVILUM, este es el cliente más directo, además de la empresa mandante. Respecto al usuario, se indagó datos de empresas gestoras de residuos, que tengan antecedentes sobre cantidad de residuos recolectados en dentro de la Región de Valparaíso, encontrando a la empresa gestora de residuos Triciclos. Entre sus estadísticas cabe destacar que:

Para el año 2024 se disponían en Chile, 22 puntos limpios, desde Arica hasta Castro. Dentro de la región de Valparaíso presentan los siguientes puntos limpios:

- En la Región de Valparaíso Sodimac Reñaca (Alessandri 1255 – Viña del Mar).
- Sodimac La Calera (J. J. Pérez 12010 – La Calera).
- Municipalidad de Zapallar (Sector El Maitén (camino a Chachagua) ruta E30F KM 30 – Zapallar). Puntos Limpios. (2020, March 19). Triciclos.1

Dicho esto, se da a conocer la Tabla 1-6, considerando que, para las comunas de

Tabla 1-6. Resumen kg entre 2022-2023

Localidad	Total kg recolectados
Zapallar	511.452,9
Reñaca	6.178,1
La Calera	10.881

Fuente: Manual didáctico (2019, diciembre 6). TriCiclos2

Reñaca y Zapallar, no se tomaron antecedentes de los meses de enero 2022, enero 2023, mientras que, para la comuna de la Calera, no registra datos del año 2023, adicionalmente, del año 2022, de los meses de enero, marzo, junio, octubre y diciembre no registran antecedentes, de hecho, se contempla que se cerró ese punto de reciclaje.

Para concluir, de esta tabla se puede extraer que la mayor cantidad de kilos de residuos recolectados están en orden descendente, primero Zapallar, luego Reñaca y finalmente La Calera. Si bien, esta información preliminar podría señalar que es conveniente dar inicio al proyecto en Zapallar, para determinar la ubicación se determinan otras condicionantes.

Una de ellas es la cercanía de la empresa respecto a la ubicación. En una reunión con la empresa mandante, estimaron desarrollar el proyecto en su nueva sede Reñaca a fin de comercializar ese lugar. Cabe destacar que en esta ciudad hay alto índice de cultura de

reciclaje evidenciado en el porcentaje de residuo recolectado. Ahora bien, también es interesante observar que la dirección del contenedor de reciclaje se encuentra a entradas de sectores residenciales como Gómez Carreño y Santa Julia. Sectores donde el perfil psicográfico de tipo integrado, el más abundante del país y que, por tanto, es interesante, como segundo paso, amplificar hacia el sector el proyecto. Por tanto, el perfil psicográfico del proyecto es un usuario tipo Reformador. A continuación, se entregará una referencia sobre la caracterización del usuario reformador a fin de tener mayor certeza de cómo es el tipo de usuario.

Predominantes en el segmento ABC1 son los menos materialistas de los siete tipos y se perciben como intelectuales. Son socialmente conscientes y se enorgullecen de su tolerancia. Asimismo, son individuos a los que no les gustan las cosas como están y quieren aportar lo suyo para modificarlas. Por lo mismo, no es raro que trabajen para organizaciones medioambientales o artísticas. Son todo lo contrario a los "integrados". Las marcas que sintonizan con ellos son inteligentes e innovadoras; auténticas y no pretenciosas, como Benetton o Apple.

1.5.3. Cuantificación estimada del mercado

El precio mercado de los contenedores de reciclaje, varían respecto a sus características, por ello, se presenta a tabla de clasificación de contenedores desarrollada anteriormente con la presentación de costos en general.

En el ANEXO N, se puede observar precios ofertados en plataformas como Mercado Libre, Alibaba, que trata de precio genéricos. Los precios considerados, son los más altos a fin de limitar el máximo que considera el mercado.

Respecto a los antecedentes más documentados y de mayor relevancia respecto a la temática del documento se encuentran los precios de los contenedores de reciclaje de tipo Polímero. Estos tienen diferencia de costo respecto a su tamaño, por ende, tras la investigación se desarrolló la Tabla 1-5, en dónde se investigaron ocho plataformas de

venta o marca de contenedores. Como es posible observar en la tabla 1-5, el valor del precio mercado de los contenedores de 50-60 litros está promediado en un rango de \$17.990 – \$24.990; los contenedores de 120 Litros tienen un rango promediado de precio de \$34990-\$62.980. Los contenedores entre 660 y 770 litros tienen un valor promedio entre \$279.990- \$399.990. Finalmente, los contenedores más grandes de tipo polímero son los de 1100 litros, los que tienen un rango promedio de \$383.356 - \$377.029. Ahora bien, es interesante analizar que el contenedor tipo apilable, tiene menor capacidad, pero el conjunto ensamblado (5 módulos), logra soportar 120 litros en total. Este valor es inferior al valor de 120 litros de un contenedor de tipo Polímero; cuya variable puede ser su tamaño (menos costo de material), reducción de componentes debido a su forma, además de su capacidad de resistencia por usabilidad puesto que este tipo de contenedores no están diseñados para estar en el exterior.

Con todo esto, una de las variables que hay que considerar para la variabilidad futura de costo del contenedor es el nivel de capacidad, la cantidad de material con que se estructura, la posibilidad de estar en el exterior, como antecedentes que pueden incidir en aumento o disminución en el precio final del contenedor para enfrentar el mercado.

Ahora bien, por contexto de esta memoria resulta importante destacar los precios de los contenedores inteligentes. Si bien el mercado de estos en Chile es escaso, se indagó el precio de contenedores en venta online presentes en la Tabla 1-6. Esos precios no contemplan el costo de envío.

Tabla 1-7. Oportunidades de mercado

Marca	Contenedor tipo polímero.							
	50- 60 litros		120 litros		660 -770 Litros		1100 Litros	
	Mayor precio en CLP	Menor precio en CLP	Mayor precio en CLP	Menor precio en CLP	Mayor precio en CLP	Menor precio en CLP	Mayor precio en CLP	Menor precio en CLP
Gert	\$27.251	\$27.251	\$35.093	\$29.738	\$446.238	\$445.048	\$292.621	\$303.331
Plastigen	-	-	\$56.956	\$56.956	\$313.011	\$313.011	\$495.505	\$485.336
Ingequipos	\$32.011	\$29.631	\$53.431	\$47.481	\$373.660	\$373.660	\$392.581	\$391.510
Saveline	\$17.850	\$14.280	\$168.780	\$38.080	\$285.600	\$305.592	\$295.120	\$295.120
Playplaza	\$32.990	\$32.990	\$49.990	\$49.990	\$279.990	\$279.990	\$349.990	\$349.990
Semasa	-	-	\$69.113	\$69.113	\$439.900	\$439.900	\$527.043	\$527.043
Tienda multienvases online	\$36.635	\$36.635	\$65.000	\$52.000	\$406.914	\$406.914	\$364.000	\$364.000
Plataforma Mercado Libre	\$24.990	\$17.990	\$62.980	\$34.990	\$399.990	\$279.990	\$349.990	\$299.900
Promedio costo	\$28.621	\$26.463	\$70.168	\$47.294	\$368.163	\$355.513	\$383.356	\$377.029

* Los costos tienen el IVA incluido. El iva considerado es a la fecha 14-10-2024, del 19%.

Fuente: Elaboración propia.

Se puede observar de la Tabla 1-7 que el precio mayoritariamente es sobre el millón de pesos chilenos, precio que excede respecto a un contenedor clásico, dado los atributos adicionales de funciones automáticas, y materiales en su estructura de mejor calidad como acero galvanizado. A su vez, es interesante detallar que los contenedores que no son comercializados desde China tienen un precio mayor, aun considerando que son de menor tamaño. Por otro lado, dentro de los contenedores manufacturados y ofertados desde China, existe una diferencia entre los contenedores de gran capacidad, que se distinguen

en la tabla como “Industrial” (semejante a un contenedor industrial clásico pero con tecnología de internet de las cosas) en dónde el precio máximo encontrado de 3.707.240 CLP cuya diferencia es de 1.507.240 respecto a un contenedor de 1100 L que es el tipo de contenedor de mayor capacidad, de tipo simple (como un contenedor de Polímero pero con tecnología IoT), cuyo valor es de \$2.200.000

Como Conclusión de la cuantificación estimada del mercado, se espera que el producto pueda tener un mayor costo elevado que un contenedor ensamblable, dada las consideraciones tecnológicas que se esperan realizar, no obstante, no mayor a las marcas ofertadas en Chile. La situación positiva es poder tener un buen retorno de dinero dado que el contenedor de reciclaje no será tan grande en volumen dado el tipo de residuo, como un contenedor de polímero de 1100 litros, cuyo valor máximo en promedio son \$383.356, pero tendrá un grado de innovación mayor a este. Por lo tanto, el diseño puede tener un valor mayor a un contenedor ensamblable pero menor, a lo que ofrece el mercado nacional por cantidad de volumen en contenedores inteligentes y menor al que ofrece el

Tabla 1-8. Precio contenedor inteligente

Contenedor inteligente en pesos Chilenos CLP.				
Marca	Tipo de contenedor inteligente.	Nombre fantasía producto.	Cantidad de litros	Precio en CLP
Multienvaseonline	Mixto	Bigbelly inteligente max.	570 L	\$8.338.806
	Compactador	Mr. Fill Ultra .	120 L	\$8.568.000
Sanguijuela , China (Alibaba)	Compactador	Solar BIN	1200 L	\$2.200.000
Signo COSUN, China (Alibaba)	Contador	-	12 L	\$1.018.564
Signo COSUN China (Alibaba)	Contador	-	<4L	\$925.883
Huayi China (Alibaba)	Mixto Industrial	-	-	\$3.521.817
Huayi China (Alibaba).	Contador Industrial	-	-	\$3.707.240

Fuente: Elaboración propia.

mercado en China de estos, para mantener la fidelidad del cliente, dada la alta oferta presente en dicho país

1.6. DIMENSIÓN TECNOLÓGICA

A continuación, se presenta el desarrollo del concepto del proyecto y maquetaciones virtuales de este.

1.6.1. Análisis y definición funcional

Para responder al diseño de conceptos y soluciones basado en métodos estructurados se desarrolló la metodología PJ5, esta metodología se relaciona con la fusión de planteamientos de dos autores: Cristopher Alexander con el Fraccionamiento de problemas (1964) y el Método de Proyección de Gui Bonsepe (1964). Por una parte, el primer autor propone una forma de desglosar los problemas complejos del diseño de forma deductiva en los elementos que los constituyen, para así encontrar soluciones. A su vez, el segundo autor se basa en el concepto de proyectar como sinónimo de diseñar, que se basa en planear, establece que la metodología entrega accesibilidad coherente a un problema. Lo metodológico contribuye al desglosamiento de la complejidad en el diseño dividiendo un problema en subproblemas jerarquizados (Bonsepe Gui, 1964), lo que soluciona el problema mencionado del autor, acerca de la problemática de la microestructura o el quehacer detallado en cada una de las etapas del diseño, por medio del desglosamiento y jerarquización. Dicho esto, la metodología a utilizar para análisis y definición funcional se basa en el primer lugar, observar un diseño, desglosar deductivamente funciones (planteamiento de Christopher Alexander), evaluar las funciones de forma deductiva-funcional y jerarquizar las funciones (planteamiento de Gui Bonsepe). La categorización es del 1-5 dónde 5 es evaluar la función más importante o vital, y 1 categorización de menor importancia; de ahí que la mezcla de teorías metodológicas es comúnmente llamada PJ5 en el estudiantado de la carrera. Ahora bien, con esta jerarquización se podrá ver el rendimiento de qué tan bien funciona un diseño, determinando una escala de PJ ideal (cuánto debiese cumplir un diseño en cuanto a

función) y PJ real (cuán eficaz es el diseño). Expresado lo anterior, para la determinación del contenedor a evaluar, se consideró que el proyecto que tiene como prospectiva contener grandes cantidades de residuos, por medio de un programa social, llegando a la iniciativa de un contenedor circundante que se cambia de lugar por diferentes sectores y poblaciones de la ciudad Quilpué. Por tal motivo, se desarrollará el análisis de funciones considerando el contenedor industrial, del programa Plan Comuna Limpia, de la Municipalidad de Quilpué, que se presenta a continuación:

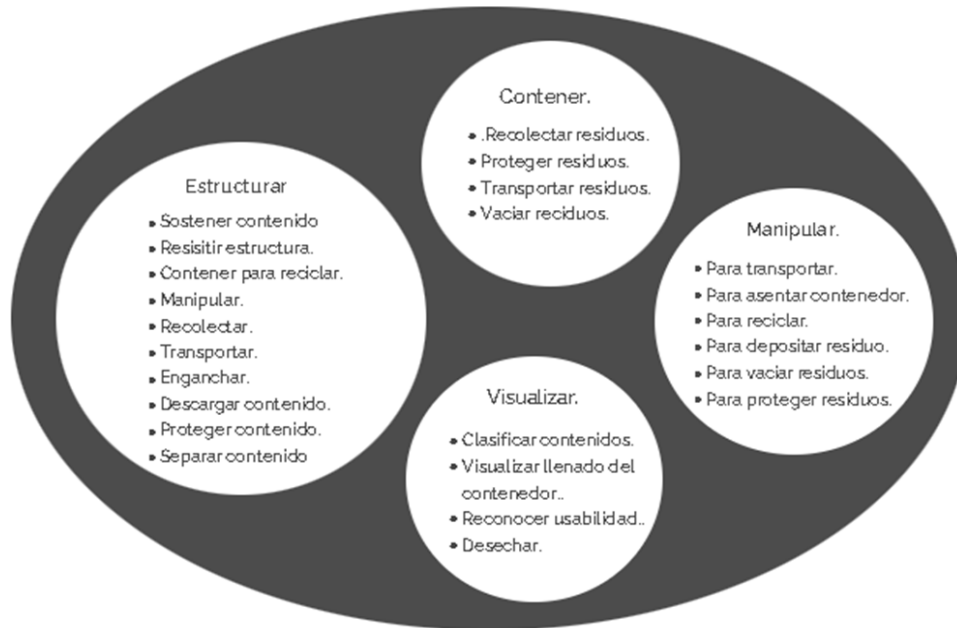


Fuente: Elaboración propia

Figura 1-2. Contenedor comuna limpia

Ahora bien, para comprender que familia de funciones existen se presenta a continuación del diagrama de Venn en la Figura 1-3 con las funciones extraídas del contenedor presentado.

Respecto al diagrama de Venn es posible extraer que las funciones más importantes corresponden a Estructurar, Contener, Manipular y Visualizar. Con ellos, se realizó una encuesta a dos agentes Gestoras de residuos para lograr un parámetro objetivo de la evaluación de las funciones extraídas. Los agentes encuestados son la empresa VRF Pallets, una empresa que trabaja en el marco REP; su criterio servirá para entender qué es importante diseñar un contenedor para una empresa que requiere contenedores para la llegada de materia prima a su empresa.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 1-3. Contenedor comuna limpia

Por otra parte, el segundo encuestado corresponde a una Organización con enfoque REP llamada Movimiento 0. El criterio de esta organización se utilizará para comprender la importancia de los diseños de contenedor bajo el criterio del llenado del contenedor, mirada frente al usuario ciudadano natural para la etapa anterior de la llegada de residuos a una empresa. Cabe destacar que se veló por realizar la encuesta a agentes, organizaciones o privados que trabajen en el marco REP, de la quinta región para obtener una mirada local bajo su experiencia, por lo tanto, el objetivo no es una evaluación técnica profesional, sino una evaluación cualitativa considerando la percepción, que se tradujo a una escala cuantitativa en donde el nivel de importancia o satisfacción se evalúan de una escala de 1 al 4 siendo, 1 no importante y 4 muy importante. No se consideró una escala que permitiera una evaluación que entregue una opinión en término medio, para incitar al encuestado una evaluación que determine estrictamente su experiencia. Esta evaluación se encuentra en la sección de Anexo O Y Anexo P.

Para poder comprender a qué categoría hace relación los criterios seleccionados, se presenta a continuación, la Tabla 1-9, en dónde se puede visualizar en la columna de la izquierda, las Funciones PJ5 más importantes, mientras que en la columna central se observa el criterio evaluado, de esta forma se enlazará cada función con su pregunta de clasificación de criterio correspondiente, y en la columna derecha se encontrará la sumatoria de la puntuación ejercida por los agentes REP.

En conclusión, con la Tabla 1-9 es posible concluir que los puntajes más altos corresponden a las funciones mejor evaluadas, en este sentido, las funciones Manipular y Estructurar son aquellas que no supondrán un mayor cambio, dado que cumplen con las funciones necesarias desde el punto de vista de los gestores de residuo. Por otra parte, las funciones peor evaluadas son Contener y Visualizar, por ello, esto plantea que existe una necesidad de mejora en el sistema actual.

Tabla 1-9. Clasificación y puntuación total, criterios con funciones

Funciones PJ	Criterio de evaluación	Puntuación total
Contener	-Traslado de residuos. -Seguridad de los residuos en los contenedores.	6 puntos
Estructurar	-Posición del residuo -Estructura contenedor del reciclaje (resistencia) -Rigidez o estructura para soportar residuos.	7 puntos
Manipular	-Ergonomía del contenedor -Manipulación del contenedor -Ergonomía para depositar residuos en el contenedor.	8 puntos
Visualizar	-Ubicación. -Indicaciones para dividir y/o separar residuos.	6.5 puntos

Fuente: Elaboración propia.

Ahora bien, estas puntuaciones servirán para tener una referencia real para evaluar los criterios PJ Reales, es decir, que tan bien funciona el sistema considerando una las características reales que este posee.

Tabla 1-10. Valores PJ Contener

Contener	Puntaje PJ real
Recolectar residuo	2
Proteger residuo	1
Transportar residuo	2
Vaciar residuo	1

Fuente: Tabla realizada por la autora.

Tabla 1-11. Valores PJ Contener

Estructurar	Puntaje PJ real	Puntaje PJ ideal
Separar contenido	2	3
Proteger contenido	1	5
Descargar contenido	2	4
Desenganchar	1	1
Enganchar	1	1
Transportar	2	4
Recolectar	2	2
Manipular	1	3
Contener para reciclar	3	4
Resistir estructura	5	2
Sostener contenido	2	5

Fuente: Elaboración propia.

Concluyendo lo expuesto respecto a los puntajes reales, se puede visualizar que los puntajes más altos, en el diseño de contenedores, respecto a los PJ reales siguen obteniendo valores de posiciones similares a la opinión de los encuestados, en dónde la

familia de funciones que componen estructurar supone una mejor evaluación, junto con manipular, seguido por visualizar y finalmente contener, esto quiere decir que si hay concordancia con la evaluación general que poseen los entes REP. Mientras que, no se considera como importante, el cuidado del contenido del residuo en el contenedor. Por otra parte, visualizando individualmente cada función, cumple de mejor forma el PJ Real a la resistencia estructural y clasificación de residuos. Ahora bien, podría estimarse que la función estructurar posee mejor calificación dado que en su familia hay muchas funciones en contraposición con la familia de funciones que componen a la función manipular, no obstante, en la Tabla 1-9, es posible observar que las opciones a evaluar en cantidad tienen un bajo diferencial entre ellos, por ejemplo: contener-manipular: 2 puntos; Manipular-visualizar: 1.5 puntos; Estructurar-visualizar: 1 punto, así como también, Estructurar-Manipular y Contener- estructurar; mientras que Contener-Estructurar: 0.5 puntos. Esto quiere decir que cumplen con un estándar de diseño similar. También es posible concluir de esta diferencia de puntos entre funciones que el puntaje mayor al restarse con el menor, comparando funciones, indica cuál fue la prioridad entre distintos parámetros de diseño, por lo que, si se tiene una diferencia de dos puntos en la comparativa de Contener-Manipular, constatando que Contener tiene 6 puntos y Manipular 8 puntos, sugiere que entre la función de que el contenedor pueda sostener bien el residuo en su interior (Contener) v/s que pueda ser manipulado ya sea para uso o traslado (Manipular), sugiere que en el contexto de diseño fue más importante que el contenedor pueda ser usado, por sobre la importancia de que el residuo pueda llegar en buenas condiciones. Este planteamiento resulta muy importante dado que es contrastante considerando el tipo de residuo a reciclar, por suponer, un Tetrapak no resulta importante si la caja se aplasta, no así, artículos electrónicos que pueden poseer gases, en dónde si resulta ser más importante la función Contener por sobre Manipular, al menos, desde la perspectiva de usuario. Si contrastamos las puntuaciones que tienen una diferencia de un punto, se puede señalar que: entre Contener-Estructurar, la estructura tiene un punto más sobre contener, lo que puede tener sentido, porque si no hay una buena estructura, no contiene bien el diseño, más allá de eso, guarda correlación la baja diferencia de puntos entre ellos, porque uno conlleva a otro. A su vez, entre Estructurar-Manipular, existe también la diferencia de 1

punto en donde el valor mayor es de la función es manipular, lo que quiere decir que, si bien el diseñador se preocupó de que el diseño pueda estructurar para contener el residuo, en realidad importó mayormente la experiencia del usuario frente a su uso, por tal motivo, podría primar no solo la ergonomía, sino la iconografía, colores, formas, pero para ello se debe analizar más profundamente la función de manipular. Esto tiene estrecha relación con el punto de Manipular-Visualizar, en donde la diferencia de puntos es de 1,5; que indagando profundamente la función visualizar, guarda contexto con la ubicación e indicaciones, mientras que manipular es mayormente relacionado al uso en sí del contenedor, entonces, se concluye que siendo Manipular la mayor puntuación con 8 puntos mientras que Visualizar 6,5 señala que el diseñador se enfocó en la experiencia de usuario en el uso, relacionado a la comodidad en estructura. Esto es traducible a que sea fácil de desechar el residuo. Ahora bien respecto a Estructurar-Visualizar, también posee una diferencia de 1 punto, lo que también tiene sentido contextual, dado que no fue prioridad de diseño conocer la ubicación del contenedor por su diseño como tal, así como respecto a ámbito técnico, se pensó en la estructuración siendo el límite que logre soportar, pero no más allá de un concepto innovador, por ello manipular fue más importante como se analizó más arriba, entonces, se puede mencionar que Estructurar pese a que es muy importante cumple su función técnica y visualizar su mínima función técnica, ambos fuera de conceptos comerciales o innovadores que busquen captar público o con algún valor agregado distintivo. Finalmente, las funciones que tuvieron menor diferencial entre ellos fue contener-visualizar, con 0.5 puntos de diferencia, siendo contener 6 puntos y visualizar 6.5, que revisando la Tabla 1-9 y buscando en qué consisten, el diseñador pudo haber dado mayor importancia a lo que conlleva que pueda ser manipulador, por ejemplo visualizar se relaciona con las indicaciones para separar residuos y la ubicación, que sea visible por ejemplo; mientras que contener no se refiere a los usuarios, sino al personal técnico que trabaja con el contenedor y/o características técnicas, como traslado de residuo y seguridad de los residuos del contenedor, esto hace retornar a la teoría inicial, en el que la experiencia de la persona fue más importante, considerando la experiencia principalmente en que se pueda usar bien el contenedor para depositar el residuo. Estas conclusiones son importantes y generan un antecedente importante para el proyecto, porque si bien es

importante considerar la fácil manipulación para el usuario del contenedor, depende de qué residuo se reciclará para considerar si realmente priorizar que sea fácil de manipular respecto al tipo de residuo, pudiendo enfocar la experiencia de usuario en otras circunstancias, como por ejemplo, aplicaciones de ubicación para detectar la ubicación y hacer más cómodo el proceso, campañas de retribución al usuario por el uso del contenedor, educación sobre reciclaje, para que respecto a la parte de diseño industrial, estructural del contenedor pueda enfocarse, siempre que se requiera como por ejemplo para contenedores de sustancias peligrosas, sistemas que logren responder de mejor modo al posicionamiento de residuo, su traslado o que no sea lanzado y que por gravedad se rompa.

Adicionalmente hay que considerar que el diseño establecido, somete funciones más importantes que otras dada la mayor cantidad de funciones frente a otras, esto depende a como haya sido pensado el diseño del contenedor, que dada su estructura es sumamente funcional, lo que quiere decir que su estructura y que pueda moverse es en sí mucho más importante, a funciones relacionadas a estilismo o generar nuevas innovaciones.

Con respecto a los puntajes ideales, corresponde a lo que se espera del desempeño de ese diseño, ponderando con más fuerza son sostener contenido, proteger contenido y depositar residuos.

La segunda metodología para definir el proyecto trata de la metodología SCAMPER, esta metodología consiste en generar una especie de lluvia de ideas frente al proyecto, respondiendo a los conceptos de Sustituir, Combinar, Adaptar, Modificar, Propósito, Eliminar/Minimizar, Reinvertir.

La Tabla 1-12 presenta soluciones resultado de la lluvia de ideas generada, estas fueron discutidas con la empresa PREVILUM y SEIN, con las que se llegaron a ajustes y decisiones. Las principales preocupaciones de la empresa mandante era que el residuo no se rompa y ver que acciones se pueden realizar a futuro; presentada la situación acerca de la presente problemática en gestores de residuos, les parece competente y aceptan la

solución de poder gestionar el residuo para análisis y proyecciones a fin de planificar el siguiente paso del proyecto intentando asegurar éxito de este.

En el Anexo Q, Anexo R y Anexo S da a conocer las tres ideas finales, presentadas en la columna izquierda, concluidas de las metodologías PJ5, SCAMPER, en conjunto con el análisis de información recolectada.

Tabla 1-12. Método SCAMPER

S	Sustituir	Sustituir proceso de separación de componentes, en el mismo contenedor.
C	Combinar.	Informática, programación y diseño de equipos.
A	Adaptar	Añadir sensores y componentes que puedan adaptar el proceso de recolección a un sistema inteligente de información en tiempo real para la toma de decisiones.
M	Modificar.	Sistemas de bolsas para contener residuos.
P	Propósito.	Llevar el Sistema de contención de residuos a un sistema inteligente, que cumpla con el propósito de 1) No permitir que se rompa los residuos.2) Rompa el residuo inmediatamente y categorice dentro del mismo contenedor.
E	Eliminar/ minimizar.	Fierro contenedor y bolsas para contener los residuos dentro del contenedor. Eliminar el contenedor en sí y reparar en el sistema inteligente, siendo el contenedor elemento caja negra.
R	Reinvertir	• Inversión en sistema informático: Lograr administrar eficazmente el sistema de reciclaje. • Inversión en sistema que no rompa residuos: reducción de riesgo de contaminación por gases. • inversión en sistema que rompa residuos inmediatamente dentro den contenedor: Ahorro de proceso de clasificación de materiales dentro de la planta. • Inversión de sistema inteligente con pieza de ensamble a contendor: Ahorro en la construcción, diseño y equipo industrial para la ejecución de contenedores, y ventaja adhesión de ventaja comparativa al generar tecnología de dispositivo innovador.

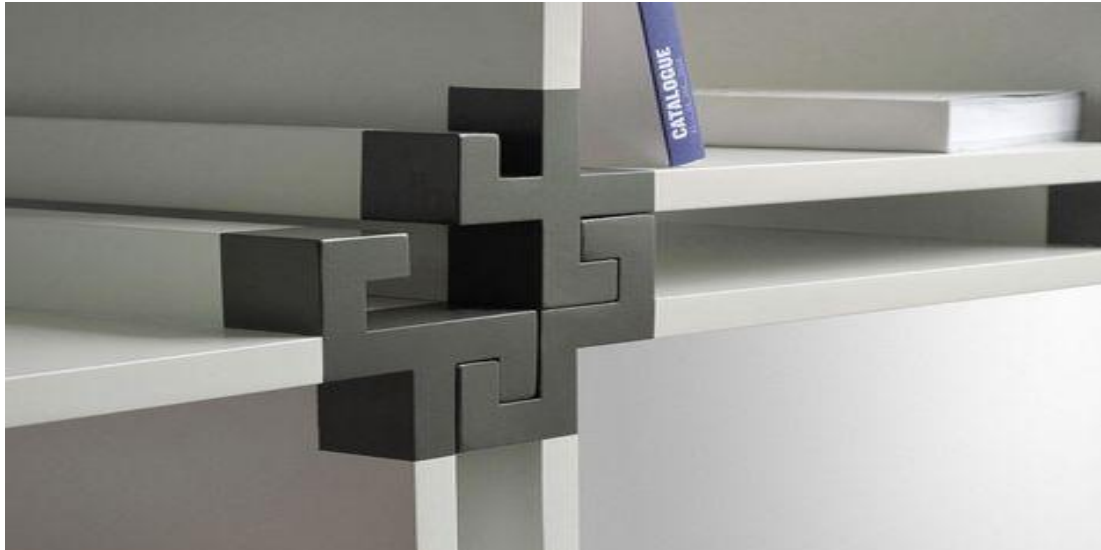
Fuente: Elaboración propia.

De las opciones entregadas, la empresa mandante escogió abordar la opción uno del diseño de sistema de depósito de residuo lumínico Haluro metálico, LED e Incandescente, y combinarlo con la idea tres, considerando la necesidad de poder establecer algún sistema de control para poder gestionar a fin de tener una toma de decisión en contexto con la respuesta de los usuarios y del cliente, se vinculará parte de la idea 3, integrando el sistema de sensores electrónicos para el diseño.

1.6.2. Propuestas morfológicas y tecnológicas.

Como propuesta tecnológica y/o morfológica, se presenta ideas morfológicas y/o tecnológicas que sirven como base para el desarrollo de ideas de diseño. Estas ideas son preliminares, y ayudarán a la conceptualización del diseño, que se presentará en el capítulo 2.

- Concepto modularidad: A continuación, se presentan diseños de ensambles o formas que funcionan modularmente a fin de generar la comprensión del tipo de formas que poseen los diseños y sus sujeciones. La imagen 1-4 hace referencia a un sistema de sujeción que se inserta en la esquina del material, tiene un sistema de brazos cerrados que toma el siguiente módulo. Mientras que la Figura 1-5 muestra un sistema de brazos similar, pero abierto en sus extremos, en donde los brazos permiten la estructuración de la forma, en comparación con la Figura 1-4, la forma está hecha, pero los brazos estructuran la unión de más cuerpos por si solos.



Fuente: página web revistamuebles.com

Figura 1-4. Concepto modular



Fuente: página web Pinterest

Figura 1-5. Sujeción abierta

Respecto a otro tipo de sujeciones se puede observar un tipo externo a la estructura del diseño, esto se presenta en Figura 1-6, en donde una estructura posee agujeros, y se introduce un eje dentro de este, como en este ejemplo en dónde cuelga de la pared, y la cantidad de módulos dependen de los agujeros que posee la pared. Ahora bien, si se analiza este tipo de diseño se debe considerar un peso y una distancia necesaria para que, con el torque más distante, logre soportar la estructura misma. En este caso el diseño es sujeto a la pared, lo que genera una situación a favor de la carga a distancia, y a la vez, la estructura tiene poca profundidad, por lo tanto, el diseño logra resistir a la posible exigencia.



Fuente: página web Pinterest

Figura 1-6. Modular a pared

Otro sistema de sujeción para modularidad se encuentra la Figura 1-7 que da a conocer un diseño en el que la misma forma del objeto crea una pestaña para sujeción, entonces el cuerpo crea la sujeción entre sí. Cabe destacar que para el uso de esa sujeción se debe considerar, por ejemplo, el tipo de material, la carga que tendrá para analizar su deformidad, dado que podría afectar la estructura, y posiblemente la sujeción.



Fuente: página web Tsumbame Architects

Figura 1-7. Modular a pared 1



Fuente: página web tienda Maison Du Monde

Figura 1-8. Modular en estructura 1

Desde otro concepto, hay un sistema de modularidad de apilamiento, por medio de componente que cumple una función estructural, que al ser montado posibilita el montaje de módulos, es decir, no es parte del cuerpo como una pestaña, pero si es parte del sistema estructural, dando origen así a sistemas apilables, un ejemplo encuentra retratado en la Figura 1- 8 y Figura 1-9 creada por el diseñador Jonas Lyndby Jensen. Y también en la Figura 1-10 de autor desconocido



Fuente: web diseñador Jonas Lyndby Jensen

Figura 1-9. Modular apilable 1



Fuente: web diseñador Jonas Lyndby Jensen

Figura 1-10. Modular apilable 2

Como conclusión de las propuestas morfológicas y tecnológicas, existen 3 tipos muy importantes, la primera presentada, que generan modularidad por añadidura de piezas, la segunda que es por diseño de pestañas en el cuerpo del objeto y la tercera que se genera por medio de la configuración de su sistema estructural. Cabe destacar que pareciera ser muy similar el sistema modular en el cuerpo como en su estructura, pero se diferencia en que, el sistema modular en su estructura, su forma en sí cambia para generar pestañas, mientras que la última, son partes ya existentes que se usan para generar modularidad, en general, por apilamiento.

1.6. DEFINICIÓN DE OBJETIVOS DEL PROYECTO

Objetivo general: Diseñar un sistema de recolección de residuos para gestionar el reciclaje de ampolletas Led, Haluro Metálico e Incandescente, para la Región de Valparaíso, Chile.

Objetivos específicos:

- Proponer un sistema que posibilite el reciclaje de ampolletas Led, Haluro Metálico e Incandescente
- Modificar el sistema de contenedores actuales, a un sistema estructural que logre portar residuos y sensores electrónicos.
- Adaptar el sistema de diseño de contenedores actuales a un sistema progresivo de reciclaje.
- Idear sistema de estructural para proteger el residuo lumínico.

CAPÍTULO 2: DISEÑO DE INGENIERÍA

2. DISEÑO DE INGENIERÍA

Esta sección se relaciona con el desarrollo del producto mismo, comenzando con la definición de este por medio de metodologías de diseño, para luego entrar a la fase técnica de factibilidad del producto.

2.1 DEFINICIÓN Y DESARROLLO DEL PRODUCTO

Para dar a conocer el nivel de desarrollo tecnológico del proyecto que se buscará realizar, se definirá por medio de la metodología TLC (Technology Readiness Levels). En relación con ello se presenta la Tabla 2-1.

Tabla 2-1. Nivel de preparación tecnológica

Descripción nivel TRL
TRL 1 - Principios básicos estudiados: Este corresponde al nivel más bajo en cuanto al nivel de maduración tecnológica. Comienza la investigación científica básica. La investigación comienza a traducirse en investigación aplicada. En esta fase de desarrollo no existe todavía ningún grado de aplicación comercial
TRL 2 - Concepto tecnológico formulado: En esta fase pueden empezar a formularse eventuales aplicaciones de las tecnologías y herramientas analíticas para la simulación o análisis de la aplicación. Sin embargo, todavía no se cuenta con pruebas o análisis que validen dicha aplicación
TRL 3 - Prueba de concepto experimental: Esta fase incluye la realización de actividades de investigación y desarrollo (I+D) dentro de las cuales se incluye la realización de pruebas analíticas y pruebas a escala en laboratorio orientadas a demostrar la factibilidad técnica de los conceptos tecnológicos. Esta fase implica la validación de los componentes de una tecnología específica, aunque esto no derive en la integración de todos los componentes en un sistema completo.

Fuente: datos extraídos de *Niveldemadureztecnologica*. (s/f).

Como se puede observar en la Tabla 2-1, el proyecto desde el área de diseño cumplirá hasta el nivel TRL 3, en donde existirá el concepto de diseño, el proyecto digital, análisis de esfuerzo, diagramas de flujo, y todo lo que concierne a este, antes de ser

manufacturado. Se contarán por parte del área de telemática la prueba del circuito de sensores y/o programación de la aplicación móvil. Por este motivo queda clasificado en TRL 3 porque no alcanza a tener todos los aspectos físicos de un TRL 4, pero si hay partes del proyecto que se presentan el físico, como es la elaboración del sistema de sensores realizado por estudiantes del área telemática.

En relación con el desarrollo del producto a realizar, en contexto a la metodología para su desarrollo, se estableció en el primer capítulo que para encontrar las problemáticas y/o deficiencias se usó el sistema PJ5 en base al método de Fraccionamiento de problemas establecido por Cristopher Alexander (1964) y el Método de Proyección de Gui Bonsepe (1964). Pues bien, posterior a estos postulados, Bruno Munari, en su obra “Como nacen los objetos”, recoge los postulados de tales autores. Cualquier problema puede ser descompuesto en sus elementos. Esta operación facilita la Proyección porque tiende a descubrir los pequeños problemas particulares que se ocultan tras los subproblemas (Munari, Bruno, 1983). Para el desarrollo metodológico del diseño mismo, se desarrollará



Fuente: <https://comofundamentosteoricosedeldisenio2.wordpress.com/2020/03/12/metodologia-bruno-munari/>

Figura 2-1. Etapas Munari

la metodológica de Bruno Munari, en dónde fragmenta la solución de diseño en diferentes etapas para hallar de un problema particular sus subproblemas, cuyo fin es diseñar un producto para la Industria.

Presentada la Figura 2-1, se presenta a continuación la Tabla 2-2, cuya función es entregar la resolución metodológica de Bruno Munari desarrollada en este trabajo, se considera una tabla, para no quebrar el orden metodológico establecido para el formato.

Tabla 2-2. Metodología Munari.

Descripción.	Desarrollo y/o ubicación de desarrollo.
P (problema)	Diseño de sistema de recolección de ampolletas Haluro Led e Incandescente para la región de Valparaíso, Chile.
DP (definición del problema)	Capítulo 1; sección 1.2. Se establecen las deficiencias del sistema, por medio de la problemática general y específica.
CP (componentes del problema)	Capítulo 1; sección 1.6.2 Análisis y definición funcional. Se presentan los componentes por medio de subsistemas.
RD (recolección de datos)	Capítulo 1; sección 1.1.8 Estado de la técnica. Se presentan los contenedores del mercado.
AD (análisis de datos)	Capítulo 1; sección 1.6.1 Análisis y definición funcional; Se presenta el análisis de las funciones de proyectos existentes.
C (creatividad)	Capítulo 1; sección 1.6.2 Propuestas morfológicas y tecnológicas. Se presentan las ideas y soluciones.
MT (materiales y tecnología)	Capítulo 2: sección 2.1 y 2.2 Definición de partes, piezas y componentes. Se presenta la tecnología desarrollada por el equipo de telemática que condiciona el diseño. La tecnología a utilizar para la manufactura y procesos productivos.
SP (pruebas y ensayos)	Capítulo 2: sección 2.3.2 Análisis técnico y estructural. Se presenta el análisis de esfuerzo por medio de Software para los componentes y diseño elaborado.
M (muestra definitiva)	Capítulo 3. Se presentan imágenes del modelo digital final y sus partes.
V (verificación)	Capítulo 3. Se presenta la argumentación de partes y componentes. Y la evaluación de metodología Triz de diseños anteriores respecto al nuevo diseño para evaluación de consideraciones mejoradas y futuras.

Fuente: Imagen elaborada por la autora.

Respecto a la Tabla 2-2, cabe destacar que, dado que se realizará prototipo digital, la verificación se realizará respecto a temáticas como argumentación de partes y componentes y uso de metodologías a fin de realizar un análisis respecto a la solución presente en el modelo digital.

Dada la Tabla 2-2, a continuación, se presenta el desarrollo metodológico de Bruno Munari para la propuesta de diseño:

- P(Problema): Para definir el problema, se consideró como “Carencia de sistema para la recolección de residuos lumínicos LED, Haluro Metálico e Incandescente en la región de Valparaíso, Chile”; se refiere a una carencia, dado que no hay contenedores para residuos lumínicos específicos.
- D (Definición del problema): Ahora bien, el problema nace a razón del desafío planteado por la empresa premium sobre cómo gestionar los residuos lumínicos Haluro Metálico, Led e Incandescente, en donde se detectó que no existe ningún punto para aquellos, y que el modo de reciclarlos es depositándolo en cualquier contenedor de residuo eléctrico, en donde la partes terminan perdiéndose porque se rompen, es decir, baja adaptabilidad del contenedores para los tipos de residuos, además del posible daño a la salud y/o contaminación, dependiendo del tipo de ampollita lumínica que sea. Todo esto se resume en los problemas específicos:
 - Carencia de sistema de reciclaje que se adapte al residuo lumínico (ampolleta Led, Haluro Metálico e Incandescente)
 - Riesgo de quiebre o rotura de residuos en los sistemas de contenedores de reciclaje actual.
 - Deficiencia en sistema de sujeción y estructurabilidad para sostener un residuo delicado.
 - Ineficacia de gestión de residuos en nuevos proyectos de reciclaje para proyectos de diseño y gestión de gestores de residuo.

- CP (Componentes del problema): Respecto a los componentes o partes del problema, puede resumirse en diferentes factores: Estructurabilidad-Adaptabilidad, es decir que el diseño de un contenedor pueda contener el residuo, pero también se adapte a este. Por otra parte, el transporte del residuo. Los contenedores de tipo campana son vaciados y su contenido se quiebra. El ultimo componente del sistema que se detecta es la viabilidad de llenado, los residuos que generalmente se reciclan son de alto retorno, es decir, que tienen por lo general muy poco uso para que el objeto o su empaque pueda ser desechado, un ejemplo de objeto de alto retorno es la caja Tetrapak, dado que se consume el contenido y ya es desechado su empaque. Pues bien, las ampollitas tienen una larga vida útil, por lo tanto, bajo retorno, esto complica el llenado del contenedor, y el aprovechamiento de su residuo ya sea revendiendo componentes o reciclando. Si anexamos esta situación a la baja cultura ecológica existente, entonces el nuevo componente del problema es suplir la capacidad de flexibilidad del sistema, o sea Facilitar su Transporte, y generar una instancia de prueba de Viabilidad a fin de hallar un foco atractivo de perfil psicográfico que si este interesado en reciclar un residuo de bajo retorno. Por lo tanto, el proyecto tiene el desafío de lograr ser adaptable estructuralmente al tipo de residuo, que lo proteja, que lo pueda soportar, y además se pueda transportar fácilmente. Ahora bien, el desafío se enfrentó globalmente en 3 ejes: 1) Datos electrónicos: que responde a la necesidad de saber los porcentajes de llenados para toma de decisiones y factibilidad económica, por medio de diseño de sistema de circuitos y plataforma para estadística; 2) Diseño: presenta los puntos recientemente mencionados respecto a diseño industrial, donde juega un vital papel la adaptabilidad de estructura para portar el residuo, así como para protegerlo, y adicionalmente dado el punto 1, adaptabilidad para portar sensores electrónicos, 3) Análisis de antecedentes para concluir la viabilidad del proyecto. La metodología tratará específicamente del punto 2.
- RD (Recolección de Datos): Respecto a la recolección de datos, cobra importancia la realidad actual de los contenedores de reciclaje, estos se categorizaron en dos:

La primera categoría son los contenedores tradicionales, en dónde se destacaron los siguientes contenedores: Industriales, Soterrados, De Campana, Metal Polibrazo, Jaula, Polímero tipo basurero, Apilable-Desmontable, De pedestal. Estos contenedores cumplen con la funcionalidad básica de Contener Residuo, cuya diferencia global es el material con el que está hecho y su capacidad. La segunda categoría son los contenedores inteligentes, los que básicamente son todos cuerpos cuadrados o rectangulares, pero su atractivo se halla en su funcionamiento y en el servicio que logran entregar. Todos estos tienen sensores, unos sirven para separar, compactar, otros para cuantificar cantidad de residuo, también para incentivar el reciclaje por sistemas de puntos y premios, además de los mixtos que mezclan funciones. Estos fueron categorizados como: Soterrado, Compactador, Contador, Mixto y Máquina de Recolección Inversa (RVM). Ahora bien, entre estas dos tipologías generales, se concluye que, en comparación, hay una gran diferencia en el costo, pero a la vez, una gran diferencia directamente relacionada a la cantidad o calidad de servicio que logra entregar el contenedor. En relación con lo expuesto, los precios menos costosos son los contenedores sin capacidad inteligente, cuyo precio dentro de esta tipología varía en general, dado el material del que está compuesto, además, su capacidad en volumen. Mientras que, los contenedores Inteligentes mantienen un precio mucho más elevado, cuya diferencia de precio dentro del mercado guarda relación con la cantidad de funciones que pueden tener, y al lugar de fabricación, pareciendo que el país más industrializado tiene la capacidad de vender mayor complejidad de funciones en menor precio, y a su vez, mayor variedad generando una gran competencia. Dicho esto, resulta interesante lograr un contenedor comparativamente con los precios del mercado, no tan costoso, para ser atractivo en la mirada del mercado local, y a la vez, no generar una gran inversión en un proyecto que es el primer pie, o puesta en marcha, para estudio de factibilidad.

- AD (análisis de Datos): Considerando los contenedores existentes presentados en la sección 1.1.8 del capítulo 1, se puede mencionar que hay solución técnica en los

contenedores, considerando los desafíos recientemente mencionados, pero por si solos, exceptuando la adaptabilidad estructural hacia el residuo. Dado el análisis de mercado que se entregó, es posible observar que la estructura de los contenedores si logran soportar la carga de los residuos, por otra parte, respecto a la transportabilidad del residuo, los contenedores como solución se limitan a la instalación de ruedas para mejorar su traslado, no obstante, los contenedores industriales requieren de gran inversión para la recolección de sus residuos utilizando camiones para el retiro del contenido de estos. Desde otro ámbito, existe un diseño muy incipiente respecto a la adaptabilidad y a la cantidad de llenado, resuelto en contenedores apilables, no obstante, el contenedor que se presenta en el análisis de mercado no logra proteger el residuo, dado que estos no tienen una estructura que les entregue un techo. Por lo tanto, la solución de adaptabilidad por medio de un tipo de sujeción modular, resta protección y seguridad ambiental al diseño.

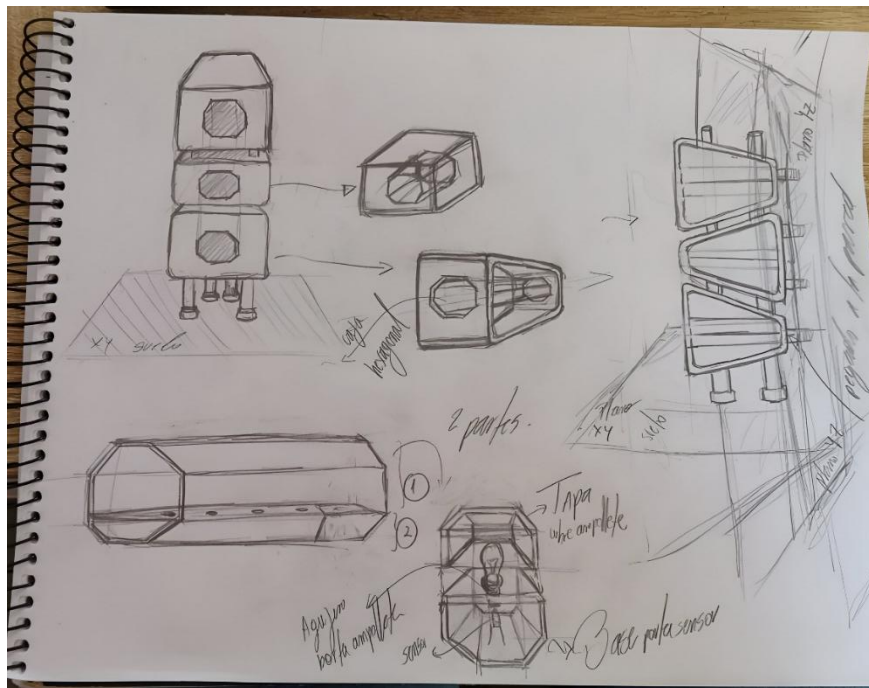
- C (creatividad): Para llevar a cabo el proceso de creatividad, inicialmente se generaron metodologías como PJ5 presentadas en el primer capítulo, metodologías que respondieron al desafío de forma teórica. En este apartado se entregará el desarrollo de propuestas de diseño no teóricas, cuyo resultado son las propuestas de diseño, dada las conclusiones del análisis metodológico de funciones y/o lluvia de ideas. Esta etapa de bosquejo y primeros modelos 3D que fueron comentados y mejorados entre el equipo, y la empresa mandante a favor de una mejor resolución de diseño. Cabe destacar que se realizó modelado 3D para mejorar la comunicación de ideas visuales, respecto a las propuestas creativas.

Primera propuesta de diseño: la imagen 9 y 10 muestran el primer contendor, es un pequeño modulo triangular, con una barra hexagonal interna porta ampollita y sensores, se afirma los módulos con 4 barras internas Esta versión es modificada para mayor capacidad. Cabe destacar que en general, todos los diseños presentan una idea base que se sustenta en la solución de un sistema de contabilidad de ampollitas por medio de sensores que, al ser colocados, son detectados por un sensor, que mandan una señal al sistema, la que se integra en una aplicación móvil

desarrollada por los estudiantes de Telemática. Con la estructurabilidad por módulos intenta resolver la adaptabilidad del proyecto, y con ello, la posibilidad de reducción de costo de fabricación, de movilidad del contenedor y de ahorro económico en la recogida de residuos, conteo unitario de bombillas, considerando proteger el residuo.

Con ello se presenta un diseño de contenedor modular de 3 partes básicas como es posible visualizar en la Figura 2-3:

- Sistema estructural triangular.
- Sistema estructural porta sensores y ampolleta.
- Sistema de sujeción de estructura.



Fuente: imagen realizada por la autora.

Figura 2-2. Bosquejo versión 1

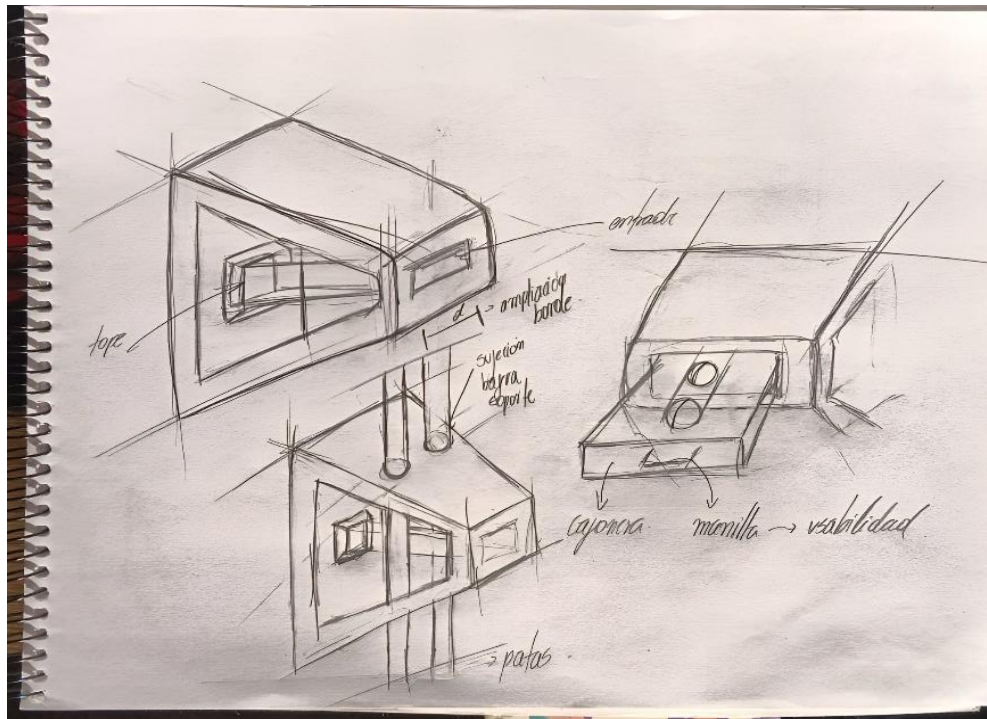


Fuente: imagen realizada por la autora.

Figura 2-3. Modelo versión 1

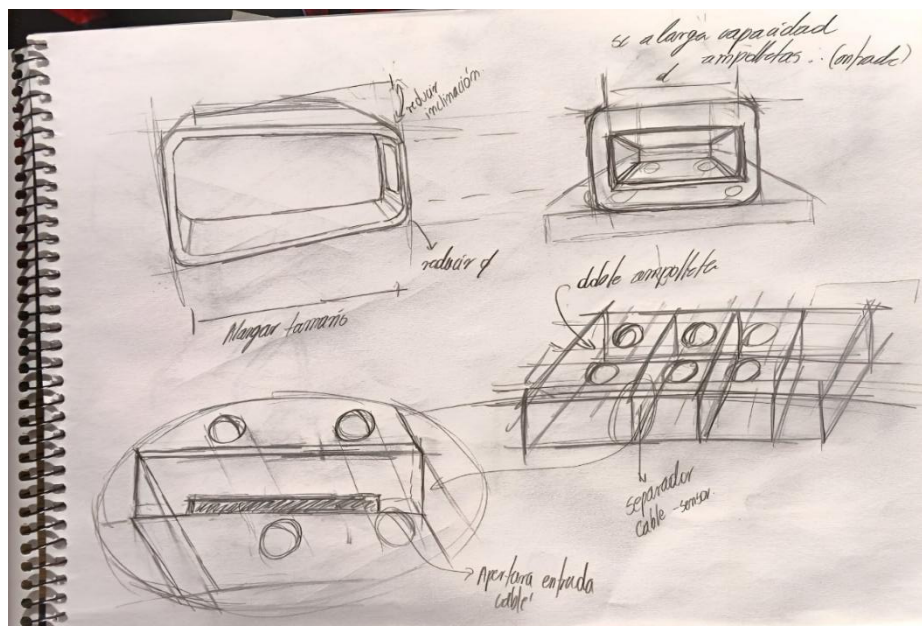
Segunda propuesta: La segunda propuesta surge a razón de reuniones desarrolladas con el equipo multidisciplinario en las que surgió la necesidad de amplificar la cantidad al doble de su capacidad, para lograr más viabilidad respecto al costo de manufactura y costo total del producto v/s cantidad de ganancia por recolección, es decir, mientras más capacidad tenga más rentable puede ser, dado el retorno de dinero por venta de componentes y/o utilidad de materia prima recolectada para proyectos ecológicos posteriores. Por tal motivo, se acuerda en aquellas reuniones, que cada módulo poseerá 8 ampollitas. Cabe destacar que el diseño se venderá inicialmente con 4 módulos, es decir, una estación de contenedor lumínico portará 32 ampollitas.

La Figura 2-4 y la Figura 2-5 representan la ideación de transformación del módulo triangular, a un tamaño mayor, el cambio de gaveta hexagonal a uno rectangular para simplificación de manufactura, y a la vez, el aumento de agujeros para las ampollitas.



Fuente: Imagen realizada por la autora.

Figura 2-4. Bosquejo versión 2



Fuente: Imagen realizada por la autora.

Figura 2-5. Bosquejo 2

A su vez, la Figura 2-6, Figura 2-7 y la Figura 2-8 dan a conocer el modelado 3D presentado en las reuniones hito. Este da una cercanía mayor a la idea creada.



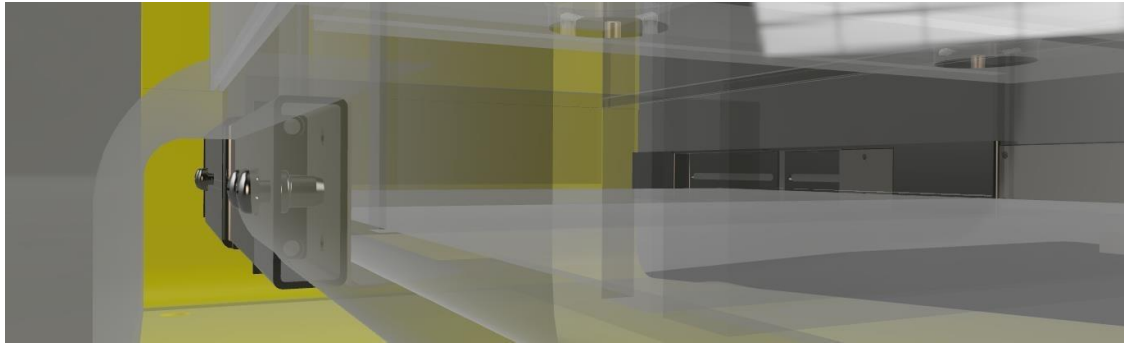
Fuente: Imagen realizada por la autora.

Figura 2-6. Versión modulo 2



Fuente: Imagen realizada por la autora.

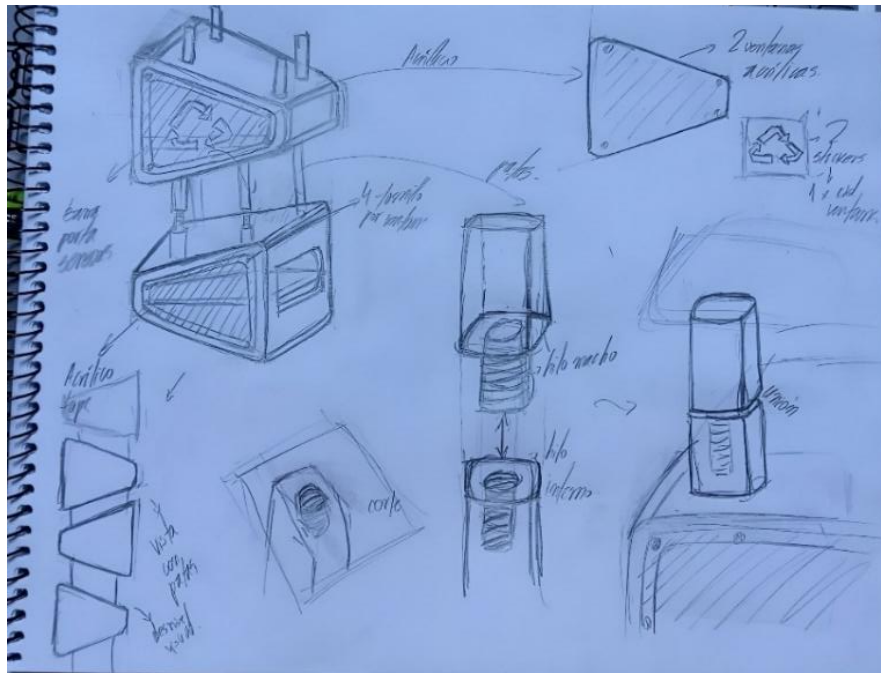
Figura 2-7: Barra ampolleta-sensores



Fuente: Imagen realizada por la autora.

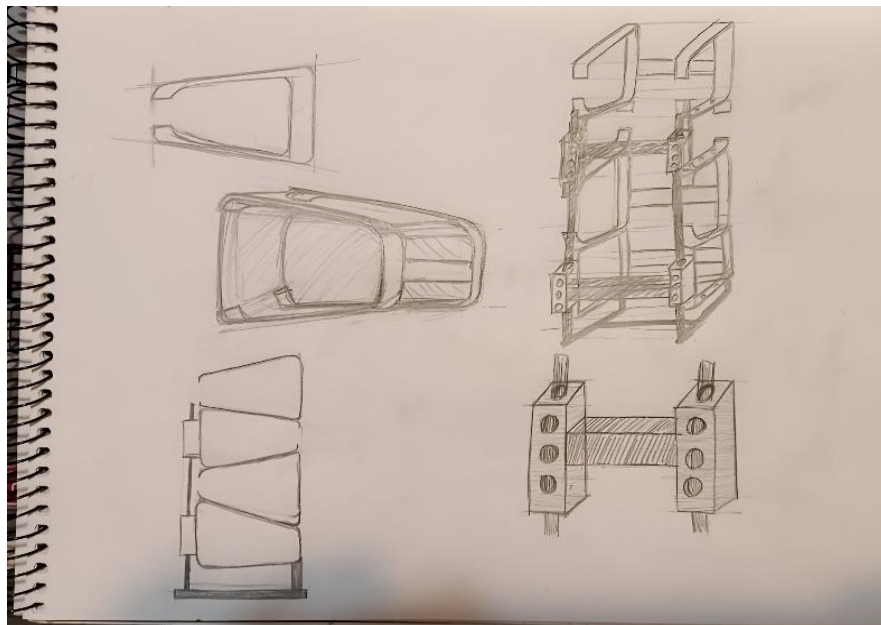
Figura 2-8. Representaciones correderas

Tercera propuesta: esta propuesta contempla el primer diseño estructural del contenedor. Esta idea es finalmente rechazada, post presentación a la empresa, quienes no entregaron retroalimentación estructural del diseño. Fue descartado dada la posibilidad de aflojamiento del material por esfuerzo de las patas y adicionalmente, porque las patas se ven desniveladas porque siguen la forma triangular del contenedor, esto visualmente no provoca la confianza acerca de que realmente pueda resistir su carga, lo que no es conveniente para el proyecto, confianza de usuarios e inclusive posibles inversionistas. De este diseño cabe destacar, la añadidura del símbolo de reciclaje y color según la norma, y paredes con ensamble, para protección del sistema electrónico y del residuo mismo, estas se encuentran ilustradas en la Figura 2-9, Figura 2-10



Fuente: Imagen realizada por la autora.

Figura 2-9. Boceto versión 3



Fuente: Imagen realizada por la autora.

Figura 2-10. Visualización idea 3

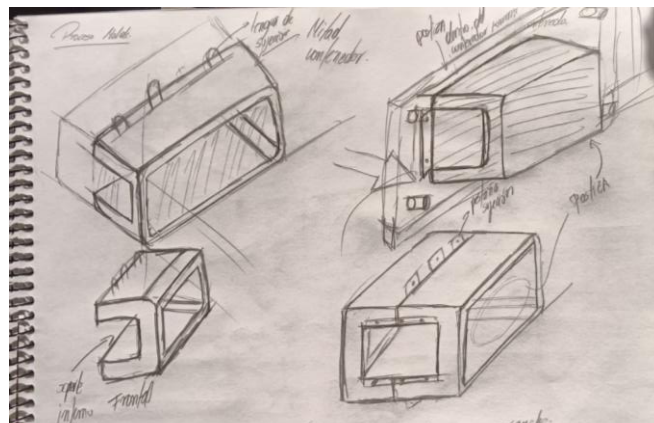
Cuarta propuesta: esta propuesta mantiene el diseño del módulo, pero mejora el sistema estructural, abrazando el sistema, y no dejando la sujeción del sistema estructural en el módulo para evitar deformación, puesto que requisito del diseño es evitar metales. El sistema está representado por la Figura 2-11.



Fuente: Imagen realizada por la autora.

Figura 2-11. Boceto cuarto propuesta

Quinta propuesta: esta propuesta es diseñada pensando en la posibilidad de manufactura. Dada la estructura se evalúa la posibilidad de desarrollo por sistema de moldeo. Dado que es un sistema simétrico. Puede visualizarse en la Figura 2-12.



Fuente: Imagen realizada por la autora

Figura 2-12. Boceto quinto, propuesta

- MT (Materiales y Tecnología)

Respecto a su materialidad se considera la familia de materiales Termoplásticos, dado que en un inicio se estableció el acero dada su alta resistencia, pero este material generaba bloqueo de en las señales del sistema de sensores, siendo requerimiento desde el área de telemática evitar esa familia de materiales.

En relación con otros elementos y materiales, cuenta con elementos caja negra, que son las correderas para introducir y extraer las ampolletas. Cane hay que destacar que se desarrolló una nueva corrección en donde se pensó en detalles, tales como:

- Color del contenedor según la norma
- Indicador de reciclaje que es el símbolo de Möbius
- Creación de porta sensores
- Paredes para sujeción de componentes electrónicos

Este diseño fue el escogido finalmente, la empresa no agregó nuevos comentarios a este. A pesar de ello, para la fase de Prototipado, cabe destacar que podría generarse nuevas condiciones como la reducción de los diámetros en las esquinas a vértices de ángulos rectos para facilitar el proceso de manufactura del Prototipado.

A. SP (Experimentación)

Esta sección trata sobre la experimentación, proceso de sugerencia y cambio frente al diseño, por tal motivo, se presentan las ideas que tuvieron cambios como parte de experimentar solución para el diseño.

Experimentación en materiales: En un principio se consideró un contenedor de la familia de los aceros dada su alta resistencia frente a esfuerzos, junto con el ambiente; posteriormente se declaró la imposibilidad dada la interferencia de señal. Luego se

consideró un contenedor de acrílico porque es un material que no se traduce en grandes costos de manufactura, considerando técnicas de corte laser y termoformado, su ligereza para transporte, además, de su translucidez, lo que permite que pueda verse su interior. Finalmente, se cambió a un termoplástico como HDPE, porque industrialmente, para fabricación masiva es mejor realizar el proceso por molde de inyección, en el que el HDPE suele ser trabajado, posee mejores características técnicas para el ambiente, y dado que la sumatoria del esfuerzo de un contenedor tras otro, se traduce a un mayor esfuerzo, que el HDPE puede soportar mejor que el acrílico (Polimetilmetacrilato), cuya evidencia es su alto uso en contenedores de reciclaje.

Experimentación en sistema estructural: se experimentó diferentes diseños de la estructura del contenedor, al principio se consideró solo unas patas bajo el contenedor, no obstante, esto con el tiempo y el peso sucesivo de un contenedor tras otro contenedor, conllevó a concluir que, con el tiempo, este material podría verse afectado, generando deformación por el peso centrado en la sujeción de las patas, además de la inestabilidad que generaba el ángulo triangular del contenedor.

Experimentación en la forma del contenedor: se consideró a lo largo de todo el proyecto una forma triangular, para generar un diseño atractivo visualmente, no obstante, en la etapa posterior al proyecto de diseño, que se relacionaba a la etapa de respuesta de ingeniería en diseño, se concluyó que esto no es la mejor opción, dado que genera conflictos en la sujeción estructural, y pérdida de material. Tras esto con el fin de reducir las cargas de un contenedor sobre otro, finalmente se decide un diseño rectangular de la forma externa del contenedor.

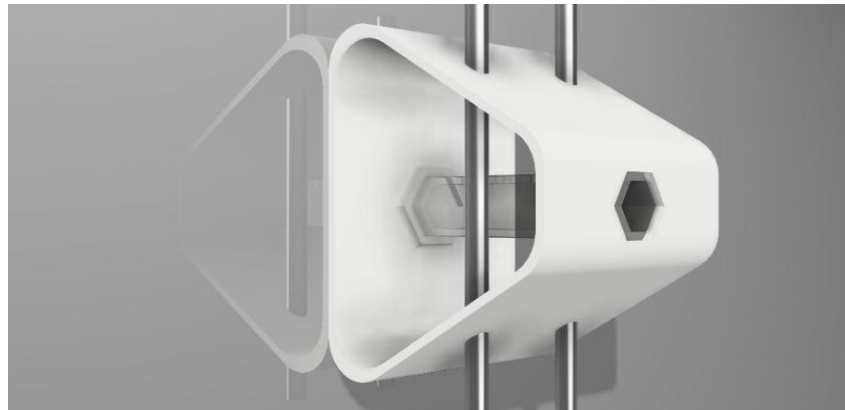
Experimentación de color: en un comienzo se consideró un contenedor de color blanco porque genera un buen contraste con el material que era acrílico, finalmente, la norma estipulaba que los contenedores de Residuos-e debían ser de un color determinado.

Experimentación en las patas de sujeción sistema estructural: para el diseño de las patas del contenedor, se estableció inicialmente, pasantes por el interior de los módulos, pero dado que tenían las paredes un ángulo en declive, esto se configuró para reducir el

esfuerzo cortante, con ello, se consideró patas atornilladas a ambas bases. Luego para poder modificar las alturas, se consideró que las patas tuvieran ejes con hilo para poder sacarlas fácilmente y adaptar la altura. Esta solución se cambió dado que al ser apilable el contenedor, ya ofrece en si diferentes alturas, en dónde la forma da lugar a la función. Luego se consideró un sistema que abrace a los contenedores por fuera y que se sostenga cada una por si sola, pero el acero ayudaba solo a que el esfuerzo se disipara a través de él, pero las partes traseras que sujetaban el sistema se exigían demasiado a razón del torque, finalmente se establece que el sistema de módulos tenga una parte sobresaliente en donde pueda entrar las columnas que puedan sostenerlas, de modo que fuese un sistema modular apilable, inspirado en la propuesta del capítulo 1, sección 1.6.2, del diseñador Jonas Lyndby Jensen.

B. M (Modelos)

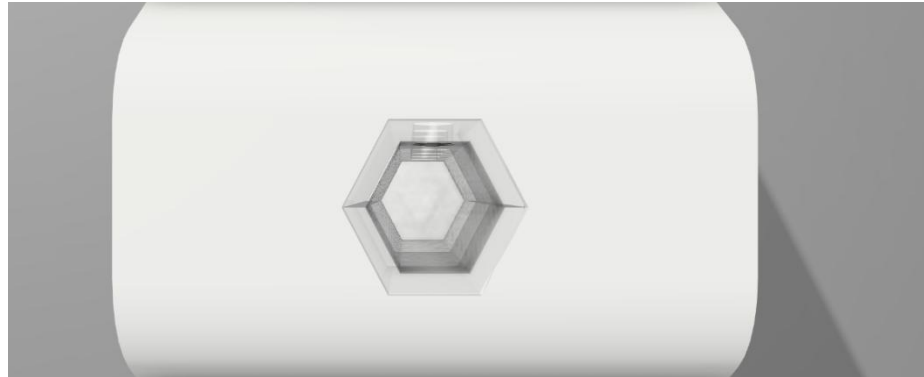
Sobre la sección de modelos se dan a conocer los modelos de cada etapa de diseño, con conclusiones de sus modificaciones.



Fuente: Imagen realizada por la autora.

Figura 2-13. Modelo 1

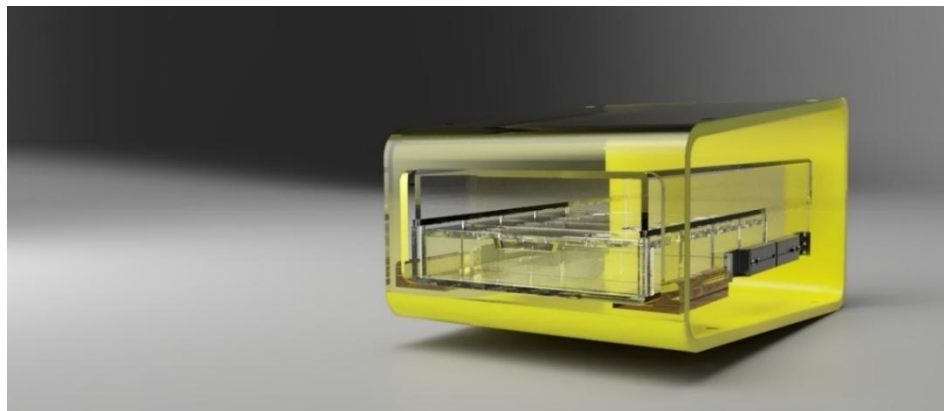
La Figura 2-13 representa el primer modelo elaborado de contenedor modular, este fue cambiado por su baja capacidad, situación que puede visualizarse en la Figura 2-14 en donde se aprecia un pequeño espacio para ampolletas y sensores, se había pensado en un modelo simple vanguardista, sin embargo, funcionalmente no fue la mejor opción. Por ende, se siguió al modelo 2.



Fuente: Elaboración propia.

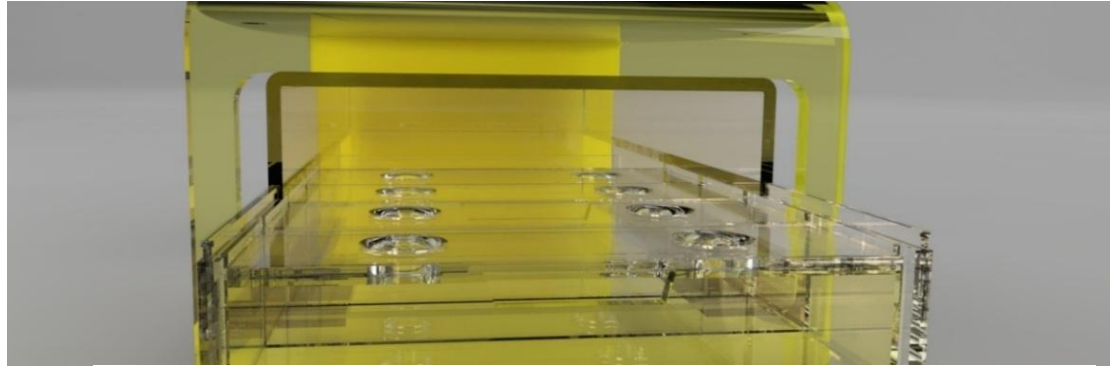
Figura 2-14. Frente modelo

La Figura 2-15 hace referencia a la solución del primer modelo en donde se puede observar el cambio a un módulo más largo y transparente. La Figura 2-16 representa el sistema nuevo de caja porta ampolletas y sensores.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2-15. Modelo 2



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2-16. Caja modelo 2

Dentro de las correcciones de este sistema, que se presenta luego, fue seguir la colorimetría establecida por la norma Nch3322 que establece color burdeo para contenedores de Residuos-e.

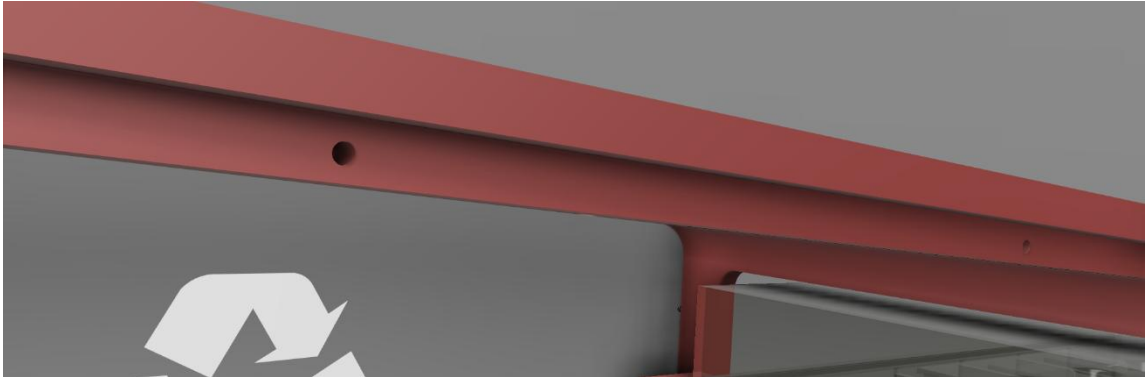
El modelo de la Figura 2-17 representa el nuevo módulo por sí solo, en donde se puede visualizar el cambio de color del contenedor, la añadidura del símbolo de reciclaje que, por norma, debe estar incorporado, además, la añadidura de ventanas laterales cuya situación en detalle se muestra en la



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2-17. Modelo 3

Figura 2-18 representando los agujeros para sujeción, que crea el cierre de la ventana y el módulo completo.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2-18. Modelo 3 ventana

La Figura 2-19 muestra el primer sistema estructural oficial, se cambió dado que provoca, en sumatoria de filas, mucho esfuerzo al contenedor. A su vez, el sistema no se ve visualmente estable dado el ángulo que posee el módulo, por ende, es modificado.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2-19. Modelo 4

La Figura 2-20 representa el cambio estructural del contenedor, en donde retrata una modificación al sistema estructural, posee la ventaja de añadir más variación de altura y a su vez, mostrar un sistema estructural que se ve más firme dado que la distancia de los hilos ayuda a crear una diferencia de alturas que compensa la diferencia angular del contenedor, eso es lo que retrata la Figura 2-21. No obstante, se estima que la sumatoria de cargas generará desgaste en el sistema de hilo y rodamiento, y a su vez, mucha carga en un eje muy pequeño, por eso se decide volver a cambiar a un sistema cuyo esfuerzo se disipe no en un punto focalizado.

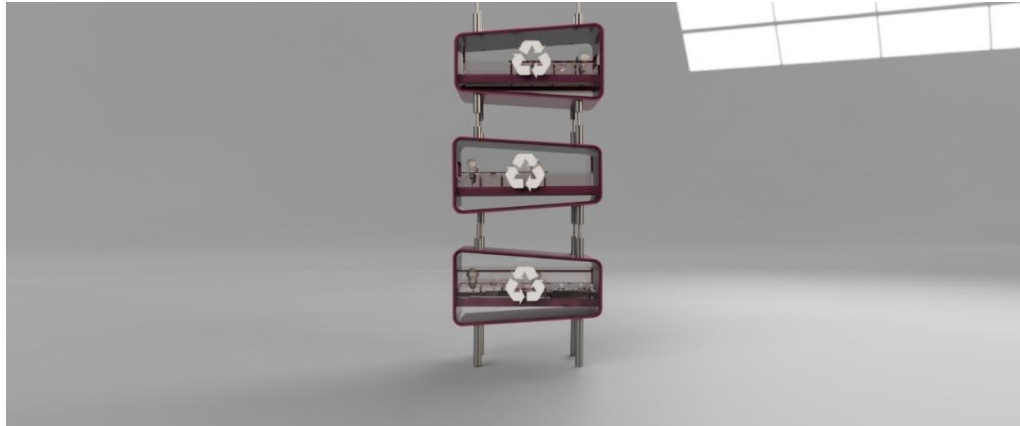


Fuente: Elaboración propia.

Figura 2-20. Modelo 5

En relación con la Figura 2-22 muestra el modelo 6 en donde el sistema estructural se traduce a un sistema que abraza al contenedor para disipar los esfuerzos. Posee una H por la parte de atrás que crea una fijación y soporte para

el sistema estructural, cada dos módulos, ayudando a disipar el esfuerzo contenido cada dos módulos, y a su vez, generar el sistema de ensamble



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2-21. Modelo frontal



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2-22. Modelo 6

C. S (Solución).

Finalmente, la solución presentada a la empresa mandante a finales del año 2023 en la ceremonia de finalización del programa memorias multidisciplinarias corresponde al sistema presentado en la Figura 2.21, diseño

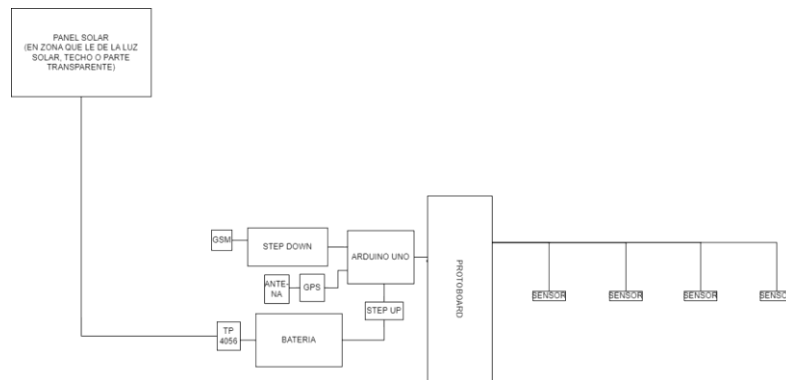
que fue aceptado por la empresa mandante. Si bien, se estima que el sistema modular puede deformarse con el paso del tiempo, el sistema fue diseñado para la prueba de puesta en marcha para poner a prueba el proyecto dado el bajo retorno de ampollitas lumínicas, por ello, se apostó por un diseño que considere un menor costo en manufactura. Por tal motivo, si el proyecto es viable bajo la tasa de llenado del contenedor que pueda comprobar una ganancia que sustente el proyecto, entonces se sugiere el modelo estructural de la Figura 2-22 para considerar la durabilidad de la estructura del contenedor.

2.2. ALTERNATIVAS MORFOLÓGICAS Y TECNOLÓGICAS

Respecto a la definición tecnológica, se restringe el uso de material, dada las reuniones multidisciplinarias desarrolladas, en las que se concluyó que no es posible realizar el contenedor con materialidad de la familia de aleaciones ferrosas como acero, hierro, dado que el diseño debe lograr transmitir señales informáticas, en donde dichos materiales crean interferencias a las señales, y por las sugerencias de telemática se concluye que no es conveniente. Además, se considera que el material debe resistir condiciones ambientales como la humedad, el frío y el calor, considerando HDPE, un material viable y ampliamente utilizado en la industria de contenedores de residuo. Respecto a las condiciones ergonómicas, el contenedor tiene fácil adaptabilidad a la altura de las personas puesto que es el conjunto de diversos módulos, ensamblados, por tal motivo se considera 1 metro de altura mínimo, para brindar altura necesaria para niños y/o personas en silla de ruedas.

Respecto a las alternativas tecnológicas, se presenta el avance realizado por los estudiantes de telemática, que representa un condicionante para componentes del diseño del contenedor. Por lo anterior, se presenta la solución de Telemática respecto a la elección de sensores electrónicos, presentados en la Figura 2-23, en la que se aprecia un sistema de red de sensores compuesto por un sensor Arduino, un sistema GPT, una Protoboard, un sensor de proximidad, una antena, un GSM, un Step Down, TP 4056, y como diseño

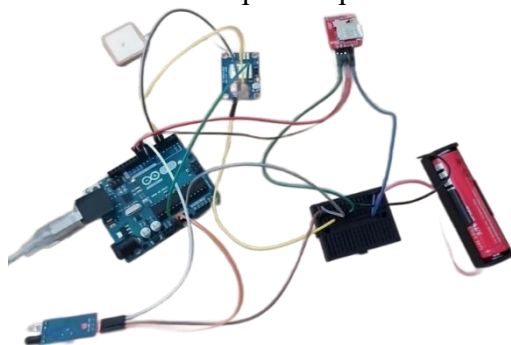
de concepto un panel solar, que no se dispondrá para la prueba de simulación dado el costo de éstos.



Fuente: Elaboración equipo telemática.

Figura 2-23. Red de sensores

Respecto a lo anterior, en la figura 2-23 se observa un prototipo del sistema de la red de sensores. El sistema tiene un sistema de carga independiente. Pero, cuando no se encuentra disponible, se le dará energía por medio de una batería de respaldo de unas 9 horas. Por otro lado, se tienen sensores de proximidad infrarrojo que tendrán la función de detectar la presencia o ausencia de las ampolletas. Cada sensor tendrá asignada una sección específica, donde podrá guardarse una ampolleta. Para que el sistema se conecte a la red móvil se utiliza el módulo GSM/GPRS 800L. Finalmente, cada contenedor tendrá un módulo GPS para detectar la ubicación del contenedor, esto es principalmente para entregar la ubicación de los contenedores por la aplicación móvil.



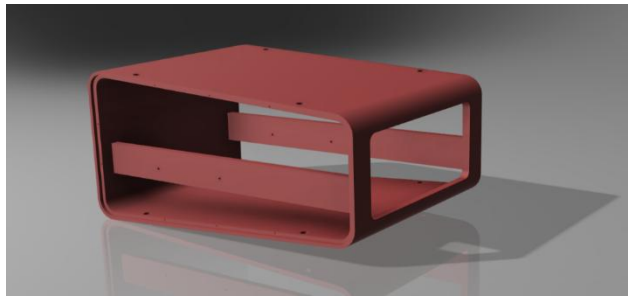
Fuente: Elaboración equipo telemática.

Figura 2-24. Sistema de sensores

La Figura 2-24 muestra el sistema implementado. Cabe destacar que este testeo es para un solo sensor de proximidad y no será implementado el sistema de carga con panel solar.

Para el desarrollo de partes y estructuras, se dará a conocer las 4 partes principales del diseño.

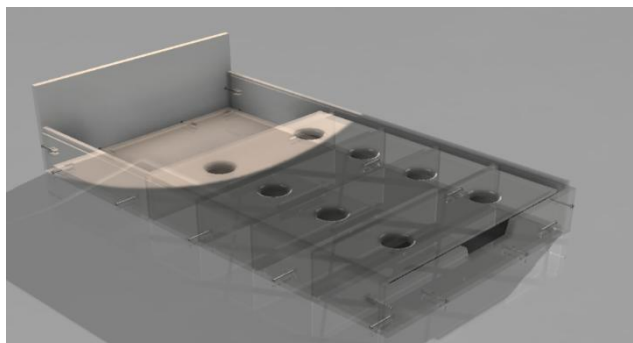
- D. Módulo: Su función es portar la cajonera, y proteger los sistemas internos, como un subsistema de carcasa o envoltente. Es el cuerpo principal externo para la visualización del sistema. Este componente se encuentra expuesto en la Figura 2-25.



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-25: Módulo

- E. Cajonera: Su función es portar sensores y ampolletas. Se encuentra representado en la Figura 24. Cumple con ser el subsistema funcional, dado



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2-26. Cajonera

que en este ocurre el funcionamiento que es portar las ampolletas, y realizar la detección de señales para contabilizarlas.

- F. Sistema estructural: corresponde a la estructura que da soporte al sistema entero, por lo tanto, es el subsistema estructural. Como se mencionó anteriormente, se considera el sistema estructural para prueba en marcha, y un sistema estructural que considera mejor estructura, pero mayor costo, el primero se encuentre representado en la Figura 2-27 para prueba en marcha y el segundo en la Figura 2-28



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2-27. Estructura

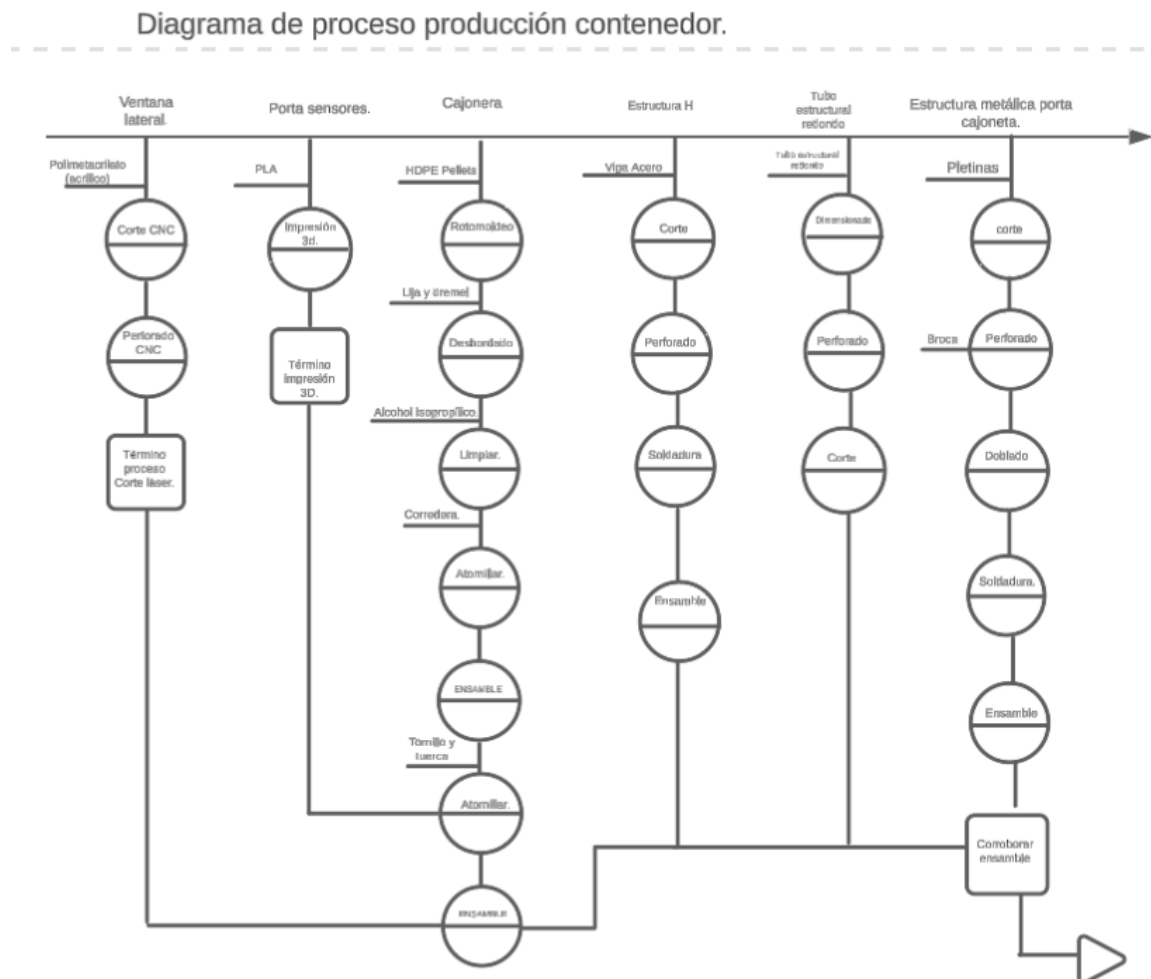
2.3. PARTES, COMPONENTES Y DEFINICIÓN DE MATERIALES

En esta sección se dará a conocer el análisis técnico respecto al proceso de manufactura y estructural a base de análisis de software.

2.3.1. Análisis de procesos de manufactura

Para la definición del proceso en general se presenta un diagrama de procesos general, que responde al cómo, de los procesos productivos planteado para el diseño. En la Figura 2-28 es posible observar el proceso productivo ideal, en donde se plantea el proceso productivo por componente, cabe destacar que se presenta la resolución del sistema estructural 1.

Adicionalmente, por las dudas de la empresa mandante se adjunta el diagrama de procesos ideal general, para el proceso de manufactura del contenedor bajo el sistema estructural 2.



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-29. Diagrama Flujo 1

En relación con la manufactura del sistema estructural para la prueba en marcha, se observa en la Figura 2-28 los procesos de corte laser CNC, Impresión 3D, Torno CNC, perforado; mientras que en la Figura 2-29, entre los procesos productivos es posible destacar el plegado de chapa metálica para la estructura que sostiene cada módulo, perforado, corte láser, impresión 3D, moldeo por rotomoldeo; respecto a las ventanas y cajonera se considera el corte en cortadora láser dado el buen acabado que puede entregar y el bajo costo que representa su proceso productivo.

Ahora bien, se adjuntó ambos procesos productivos a fin de que la empresa mandante pueda tener una referencia de los procesos productivos que pueden realizarse, los que tienen factores que crean diferenciación de precios, por ejemplo, el proceso productivo 1 presenta el módulo impreso en 3D, ahora bien dado el tamaño se requiere una impresora 3D de tamaño medio-grande, por lo tanto, mayor inversión ya sea en su obtención o en mandar a fabricarla como caja negra, esto genera aumento de costo en transporte, pero ahorro en los costos de energía y operador con conocimiento CNC. Por otra parte, el diagrama de procesos presente en la Figura 2-29 del sistema estructural dos, somete un costo elevado en cuanto a la realización de rotomoldeo, no obstante, este costo es inicial ya que, realizado el molde, el costo por pieza resulta mucho menos en comparación con el proceso de impresión 3D, considerando un alto volumen de manufactura v/s cantidad de tiempo por pieza. Considerando esto, resultaría muy conveniente mandar a fabricar un molde y externalizar la fabricación de los contenedores por rotomoldeo ya que las piezas en HDPE no resultan de gran valor. Ahora bien, así como en la opción de externalizar la impresión 3D industrial, también habría que considerar el costo en transporte, así como el tiempo en logística de la llegada de los módulos para ensamblado. Por otra parte, considerando que la empresa no tiene el espacio suficiente para manufacturar, es una posible opción externalizar completamente el sistema productivo bajo el nombre de la marca PREVILUM y SEIN, dado que, al ser un proyecto inicial, es una alta inversión considerar comprar un terreno o arrendar un galpón para comprar máquinas, invertir en el

personal para manufactura sin dejar de considerar la persona de logística y gestión. De todas formas, la temática de costos se profundizará en el capítulo 3.

2.3.2. Análisis técnico y estructural

Para realizar la prueba de análisis de esfuerzo del diseño, es necesario conocer cuanto esfuerzo someten las personas para abrir y cerrar un cajón, además de conocer cuánto masa cada componente, junto con un factor de seguridad. La fuerza es mayor en la mano derecha que la izquierda, con ambos sexos, con una medida de 27,5 kg y 16,7 kg en mujeres (Lázaro M, Lazaro M.A, Losantos F, Plaza A, 2008). Respecto al factor de seguridad se considerará 2,5 que es un factor utilizado para objetos expuestos en condiciones severas, esto pensando en que debe lograr resistir condiciones climáticas de todo tipo. No se considera un factor más alto dado que el material y la estructura no presenta una condición importante sobre seguridad de personas, como sería por ejemplo una construcción o una máquina, en dónde el factor de seguridad podría ser mayor. Finalmente, respecto a la masa que en conjunto los sensores pesan 200 gramos, (información aproximada entregada por el equipo de telepática de proyecto); para el peso de la ampollita, tras revisión bibliográfica se determina que masan menos de un kilogramo, por este motivo, su valor será amplificado a 1 kg. A continuación, se presenta la suma de los pesos necesarios para poder añadir carga al análisis de esfuerzo, en kilogramos, para ello se consideró la fuerza en las manos de 25,5 kg de los hombres, además del cambio de unidad de la masa de los sensores 200gr a 0,2 kg.

Peso para calcular= 25,5(fuerza manos) +0,2(peso sensores) +2,5 (factor de seguridad) =28,2 kg aprox.

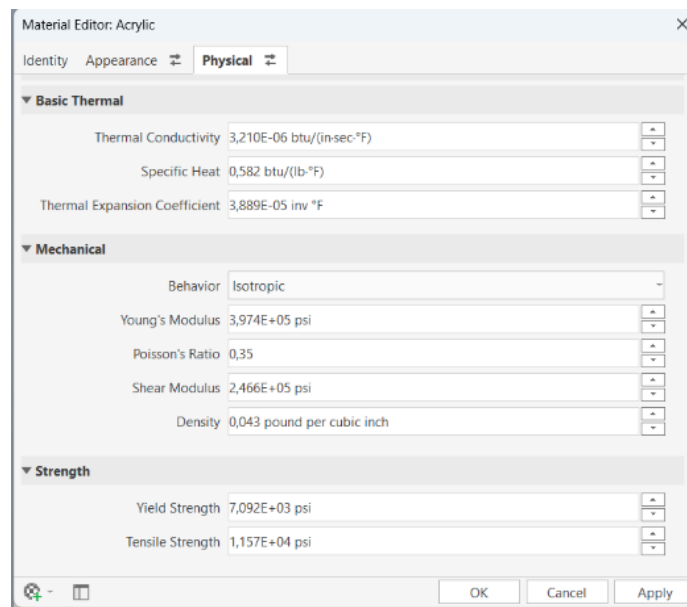
Luego, se convierten los kg a Newton, multiplicando la fuerza en kilogramos por las constante gravitacional.

$$\text{Conversión Kg-Kgf} = 28,2 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 = 276,36 \text{ N}$$

Para conocer el análisis de resistencia, se debe tener en consideración que se realizará por medio del Software Inventor, en el que se considerará las características técnicas asociadas al material. En este caso, acrílico. La Figura 2-10 establece los parámetros considerados para tal análisis.

La Figura 11, es posible observar que, bajo el análisis de estrés de Von Misses, el límite elástico del acrílico es aproximadamente 48,9 MPa (7,092 Psi), información presentada en la Figura 2-30. El resultado de análisis dice que el momento de máxima tensión, se alcanza en 1,359 MPa, por lo tanto, el diseño es admisible porque la tensión es inferior al límite elástico que sufre el material, no alcanzando el esfuerzo la zona plástica ni la fractura.

Respecto al análisis del componente triangular, el material que finalmente se determina a usar es HDPE (Poliestireno de alta densidad) que es un plástico de la familia de los termoplásticos. Los datos entregados por el Software recientemente mencionado, para el análisis de resistencia, se presentan en la Figura 2-30.



Fuente: Antecedes extraídos de Software Inventor Autodesk

Figura 2-30. Consideración técnica del Acrílico

A su vez, respecto al análisis de esfuerzo del componente cuerpo triangular, considerando 276 N de carga, y considerando el límite elástico del HDPE de 30 MPa (Infinita Lab. (n.d.). ASTM D638 Plastic Tensile Testing), que transformado a Psi (datos que trabaja el software), representa aproximadamente 4351 Psi, esto es visible en el recuadro de Yield Strength. La información fue modificada al dato bibliográfico de límite de elástico del material. Cabe destacar que el dato mencionado es el mismo, salvo que el Software transforma la cifra en potencia de diez (eso significa E), así que 4,351E+03 significa $4,351 \times 10^3$, es decir 4351 Psi

Material Editor: Polyethylene, High Density

entity Appearance **Physical**

Keywords HDPE,structural,Plastic

Type Plastic

Subclass Thermoplastic

Source Autodesk

Source URL

Basic Thermal

Thermal Conductivity 2,822E-06 btu/(in-sec.*F)

Specific Heat 0,683 btu/(lb.*F)

Thermal Expansion Coefficient 5,556E-08 inv *F

Mechanical

Behavior Isotropic

Young's Modulus 1,321E+05 psi

Poisson's Ratio 0,39

Shear Modulus 4,641E+04 psi

Density 0,037 pound per cubic inch

Strength

Yield Strength 4,351E+03 psi

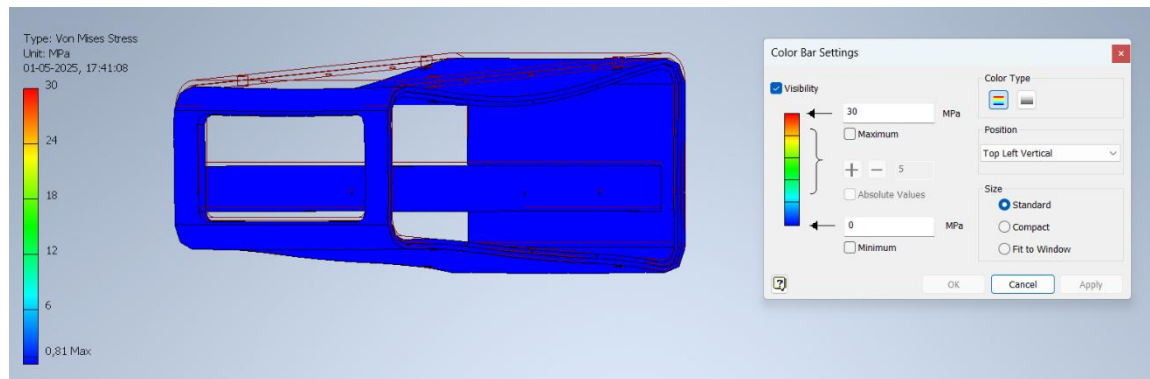
Tensile Strength 2,998E+03 psi

OK Cancel Apply

Fuente: Software Inventor Autodesk

Figura 2-32. Estructura componente triangular

El análisis de esfuerzo de máxima tensión respecto al esfuerzo que somete al contenedor, la fuerza del brazo y mano se encuentra en la Figura 2-32, en la que se extrae que alcanza un valor muy bajo frente al límite elástico. Se ajustó la barra de niveles de colores en una escala de 0 MPa a 30 MPa (el límite elástico) para lograr una mejor visualización de la lectura, en dónde se observa que, considerando solo el esfuerzo del brazo y la mano, el material alcanza un esfuerzo de 0,81 MPa muy inferior, por lo tanto,



Fuente: Software Inventor Autodesk

Figura 2-33. Ensayo módulo

es casi no exigido. Ahora bien, se podría suponer que es un diseño sobredimensionado o diseño sobrado considerando que:

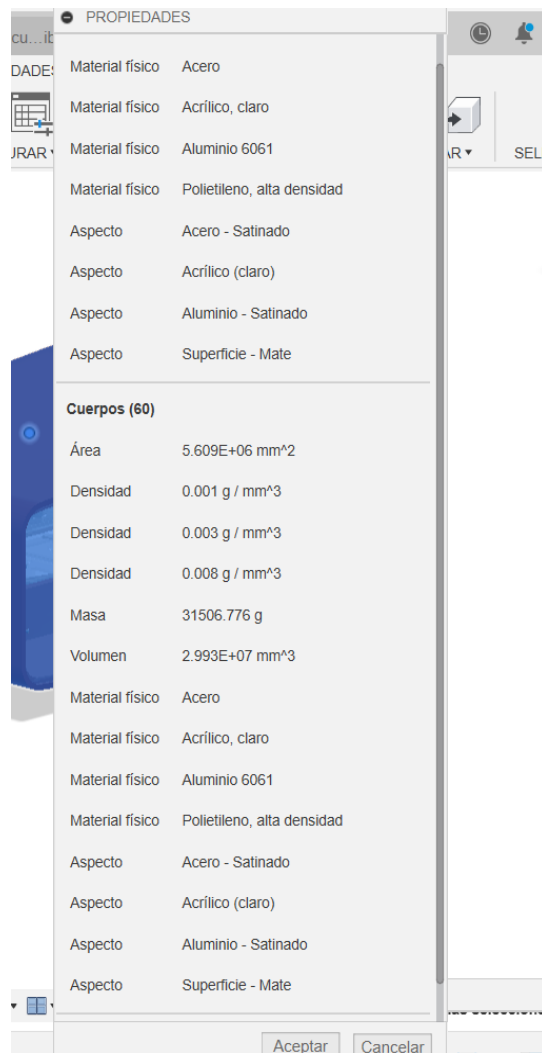
Ahora bien, se podría suponer que es un diseño sobredimensionado o sobrado mediante la siguiente relación:

$$\frac{\text{Esfuerzo máximo real}}{\text{Límite elástico}} = \frac{0,8121}{30} = 0,021 = 2,7 \%$$

Esta relación quiere decir que se está usando aproximadamente solo el 3% de la capacidad de resistencia de material, por lo que podría rediseñar para optimizar el material, producción y costos, no obstante, se está considerando sólo la fuerza de la mano y el peso de sensores y/o ampolletas, por ende, se está considerando solo el funcionamiento unitariamente pero no como parte de un sistema de apilamiento.

El comportamiento es aprobado respecto al análisis de límite de elasticidad unitario del módulo triangular. A continuación, se presenta el análisis respecto al sistema.

En relación con lo señalado anteriormente, se presenta los antecedentes del módulo con cada uno de sus componentes, los datos se utilizarán para encontrar el peso total del



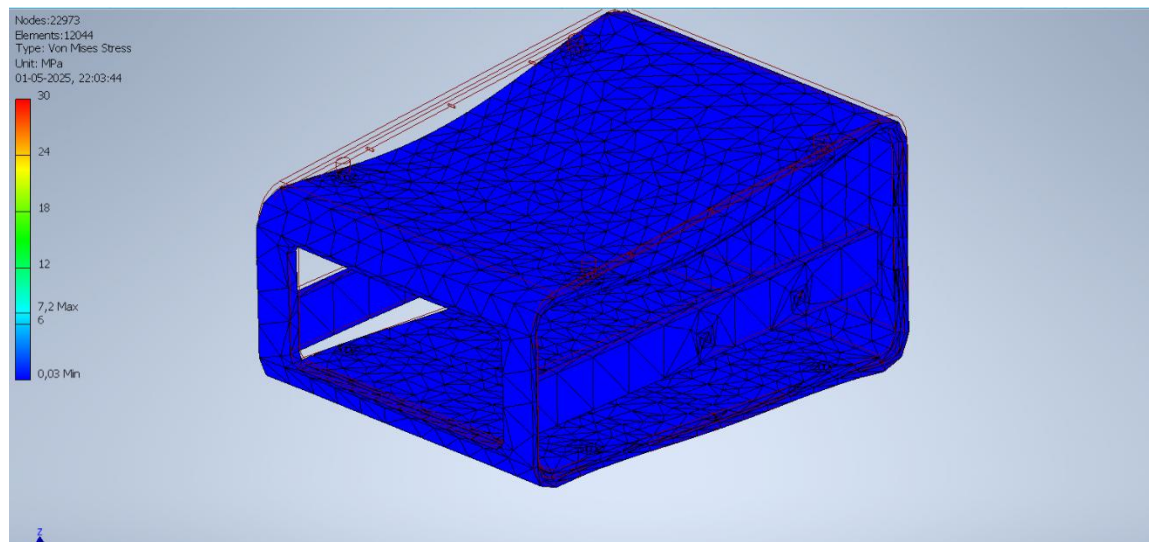
Fuente: Software Fusion 360 Autodesk

Figura 2-35. Antecedentes modulo

módulo individualmente, para hacer un análisis de exigencia de un módulo considerando el peso de los módulos anteriores (concepto de apilamiento)

Respecto a los antecedentes entregados por la Figura 2-35, se observa que la masa total del contenedor es de 31506,775 gr que al convertir a kg $\frac{31506.776g}{1000} = 31,51 \text{ kg}$

Ahora bien, considerando los 31,51 kg, se debe transformar a Newton considerando la constante de gravedad: $31,51 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 = 309,1 \text{ N}$. Con esto, se debe multiplicar esta cifra por cuatro considerandos que se deben soportar 3 módulos y adicionalmente el propio peso de este módulo, es decir, multiplicar por 4, obteniendo que la carga a someter en el siguiente análisis es de 1236,4 N Esta es la carga que se considerará en el siguiente análisis de Von Misses.



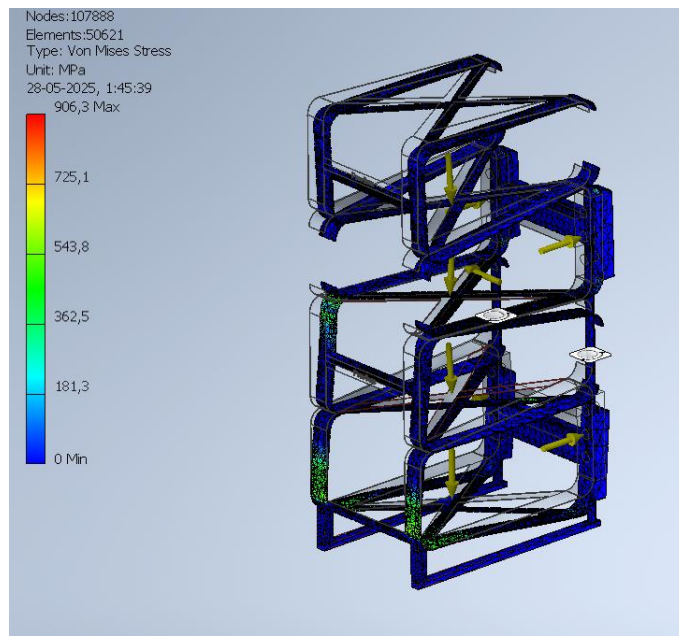
Fuente: Software Fusion 360 Autodesk

Figura 2-36. Análisis 4 módulos

Como es posible observar en la Figura 2-36, bajo el análisis de esfuerzos de Von Misses, considerando la escala de colores modificada con un mínimo de 0 MPa y un máximo de 30 MPa (máximo límite elástico del HDPE) es posible observar que el componente modular tiene muy buen comportamiento frente al peso de los 3 módulos más el ultimo que es el cuarto, que es el peso de sí mismo.

En relación con el análisis de esfuerzo estructural se calculó el total de kg y Newton de cada componente considerando 4 cajoneras, 4 módulos y la totalidad completa de la masa de los sensores; con ello se tiene que: 126,61 N la cajonera multiplicado en 4 son

506,44 N y 0,6392 N sensor de proximidad con soporte, 1236,4 N los 4 módulos, y 2,89 N la sumatoria de los sensores individuales, por ende, la sumatoria es de 1748,29 N.



Fuente: Antecedes extraídos de Software Inventor Autodesk

Figura 2-35. Análisis estructural

El resultado del análisis de esfuerzo es positivo, pero preocupa la gran cantidad de pandeo, por tal motivo se fortalece las zonas más débiles. A razón de esto, se presenta la Figura 2-36 con mayor cantidad de soportes, generando entonces mayor apoyo, el sistema estructural queda entonces como se muestra en la Figura 2-36, buscando reducir el pandeo, considerando que mientras más robusto, es mejor dado que estará en el ambiente de la calle el sistema.

Respecto a análisis de esfuerzo del nuevo sistema reforzado, cabe destacar que se usan pletinas de acero estructural, cuyo limite elástico son aproximadamente 250 MPa,

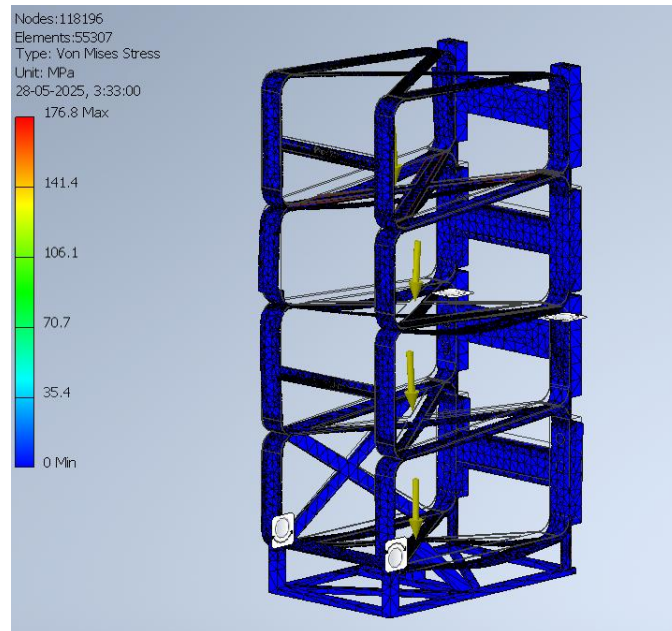
mientras que el diseño, el esfuerzo más focalizado es de 176,8 MPa, por lo tanto, es admisible. Además, se reduce notoriamente el pandeo, logrando el objetivo esperado.



Fuente: Elaboración propia

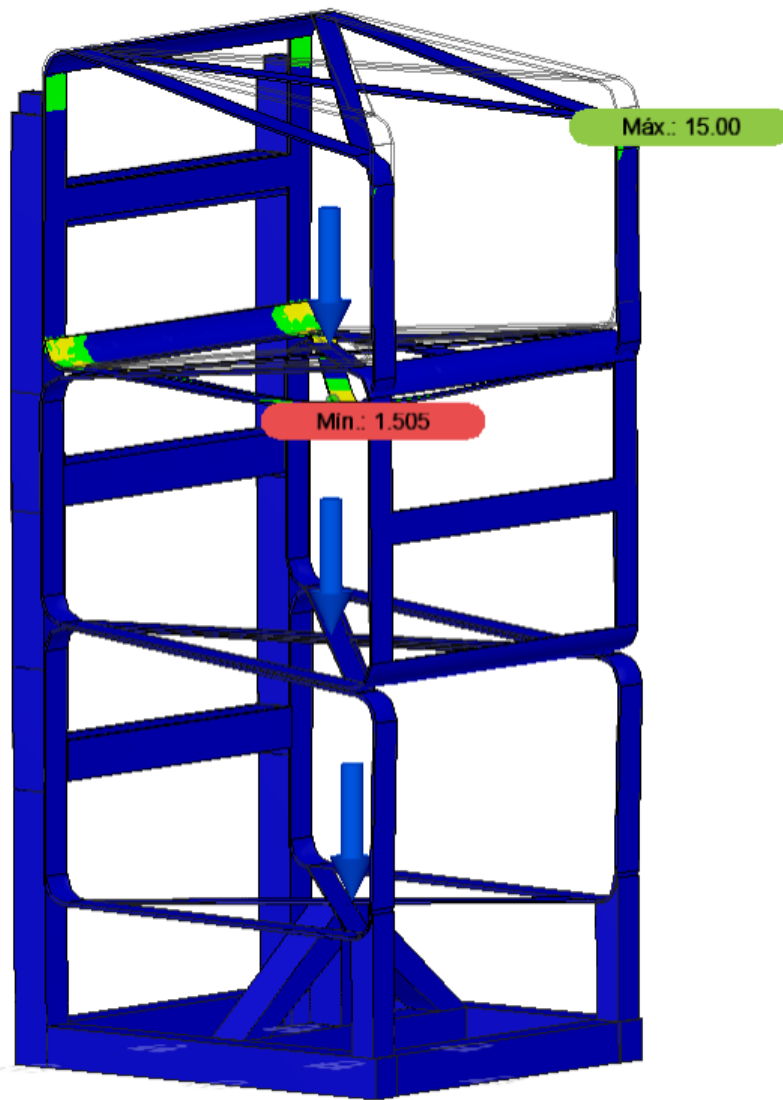
Figura 2-36. Rediseño esfuerzo

Respecto al sistema estructural del contenedor en formato optimizado, se presenta la Figura 2-39



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-38. Re-estudio estrés



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-39. Esfuerzo estructura optimizada

Se puede observar que el diseño resiste mecánicamente al peso total aplicado de 1321.44 N, peso de todos los componentes, en formato más pequeño. La máxima deformación es de 15 mm, que es un rango esperable, que no rompe con el límite elástico

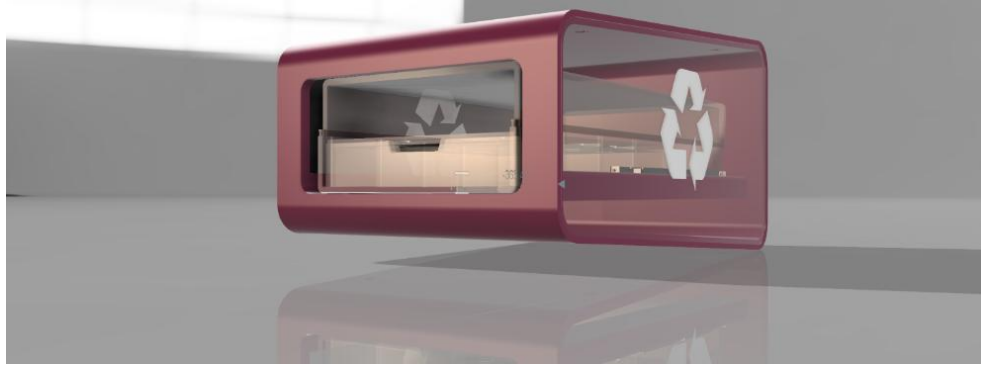
y vuelve a su posición original. De todas formas, como corrección de diseño, para el sistema de H modular se aconseja agregar laterales soldadas desde la base al techo, a fin de lograr mayor resistencia. El diseño del acabado del contenedor optimizado se tratará al comienzo del capítulo 3 porque responde a temáticas de costo.

2.3.3. Diseño para fabricabilidad resuelto en modelados tridimensionales

Para el desarrollo de fabricabilidad, se considera 3 partes principales del diseño, el primero es el módulo, el segundo es la cajonera y el tercero es la estructura que contiene y soporta a los otros dos componentes, representado en imágenes renderizadas del diseño.

A) Módulo: Respecto al módulo, la Figura 2-40 presenta la vista Isométrica del módulo que se reiterará en la estructura del punto de reciclaje. Es posible observar que posee color bordeado, dada la Norma 3322 de la Constitución Chilena, que define los colores bajo código RAL, para los contenedores de reciclaje, siendo catalogado los residuos electrónicos y eléctricos bajo este color. Se puede observar a su vez, la definición de un color uniforme para la estructura externa, y cambio de materialidad por PLA o Ácido Poli láctico dado que es un material más simple de trabajar, y adicionalmente, es considerado como más amigable con el medio ambiente. Por otra parte, la lateralidad del contenedor se decide cerrar, por razones de protección de los sensores, siendo estas caras de Polimetilmetacrilato (acrílico), como factor estético, y el símbolo de reciclaje en el medio de esta, para indicar que es un contenedor de reciclaje, adicionalmente, la transparencia de la lateralidad puede ayudar a los usuarios a saber qué tipo de residuos corresponde, o,

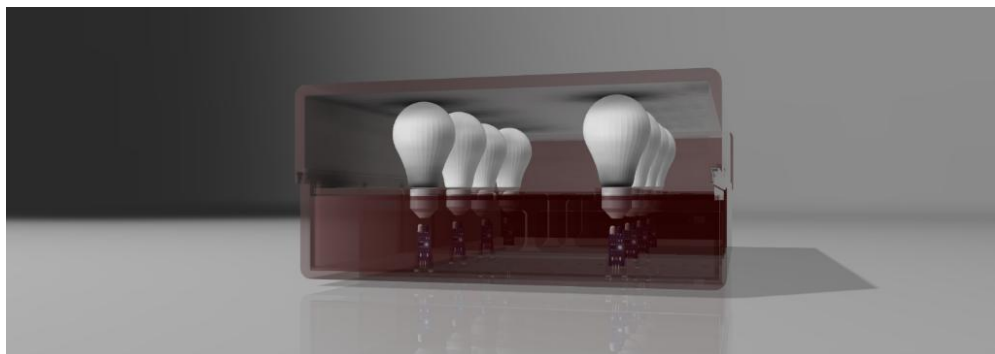
captar la curiosidad de estos sobre el sistema mismo. Este componente se observa en la Figura 2-40.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2-40. Isométrica Módulo

B) Cajonera: respecto al módulo o gaveta se presentan las Figura 2-41 y la Figura 2-42 que representa la extracción de las ampolletas dentro del contenedor; mientras que la Imagen 19 representa los sensores portados por un soporte que se une con el contenedor,



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2-41. Estructuración gaveta

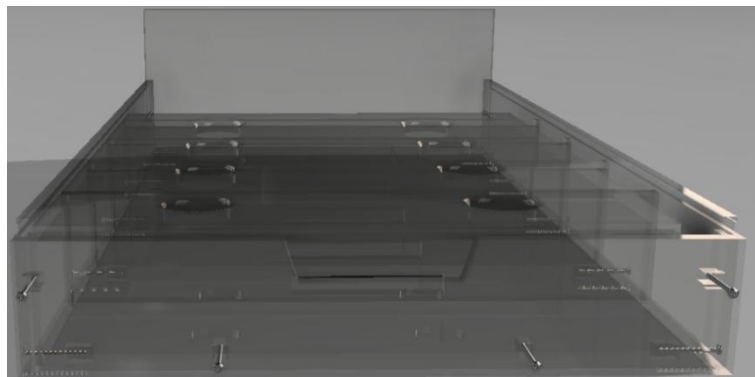


Fuente: Elaboración propia.

Figura 2-42. Estructuración gaveta 2

además, las ampollitas van posadas bajo la tapa superior, mientras que los sensores se extraen desde la parte inferior del contenedor

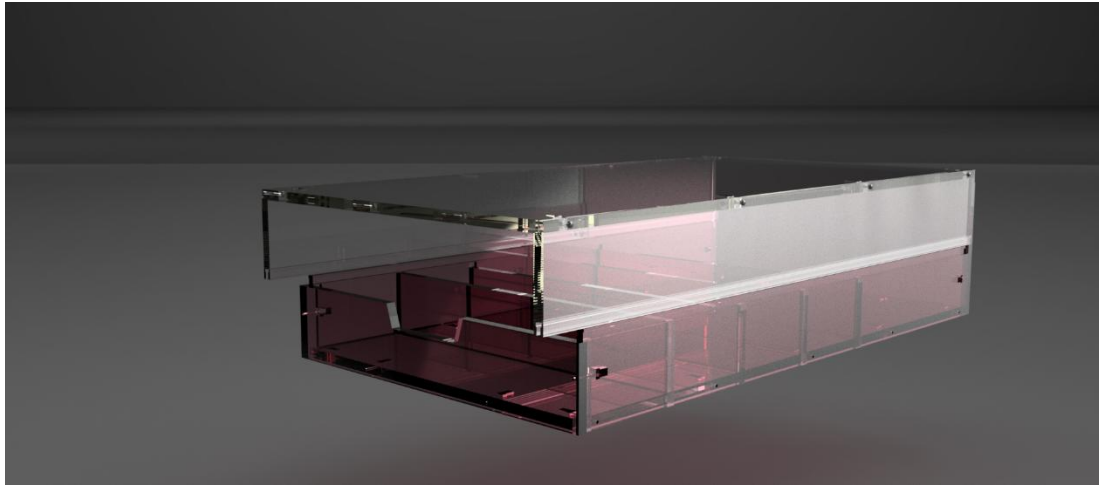
Ahora bien, considerando la tecnología de manufactura, respecto a la gaveta, se modifican los radios dado que se escogió un tipo de sujeción en base a tornillos. En dónde es prioridad asegurar los bordes del material con una holgura para evitar su rompimiento. El tipo de ensamble y la modificación en cuanto a estética se puede observar en la Figura 2-43 y Figura 2-44.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2-43. Frontal con tornillos

En relación con la Figura 2-44 se representa el cajón sin sensores, con la tapa superior desplazada para una visualización general.



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-44. Sistema con tornillos total

C) Estructura: respecto al diseño de la estructura del contenedor, consta de una estructura de tipo esqueleto, que abraza cada módulo de ampollitas. Como es posible observar en la Figura 2-45. Las abrazaderas están hechas por pletinas dobladas de acero estructural 25mmx 3mm, mientras que la forma tipo H está hecha de un perfil H de 50x30x2 mm. Su deficiencia frente a la corrosión, además de las posibles interferencias de señales que pueden dar a lugar por ser un tipo de metal, se resuelven bajo una revisión bibliográfica que establece la viabilidad de utilizar una capa de resina delgada, la que puede proteger contra las condiciones climáticas externas, la corrosión, además evitar las interferencias de señales por los sensores dispuestos por el equipo de telemática. Se considera utilizar este tipo de estructura para reducir la cantidad de material y a la

vez, cumplir con el concepto de modularidad puesto que son ensamblables y descentraliza el esfuerzo que se sometía en la propuesta anterior, en el cuerpo de PLA del módulo. Esta se puede observar en la Figura 2-45



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-45. Propuesta del contenedor final

CAPÍTULO 3: EVALUACIÓN DEL PRODUCTO Y COSTOS

EVALUACIÓN DEL PRODUCTO Y COSTOS

Este capítulo abordará toda la información referente a la evaluación funcional del producto en torno a su optimización para mejorar tiempos productivos que involucra costos. Respecto a esto último, se dará a conocer cuánto costaría llevar a cabo el diseño desde diferentes ámbitos para finalmente dar a conocer el prototipo digital.

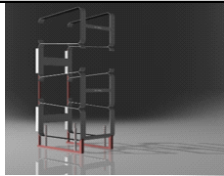
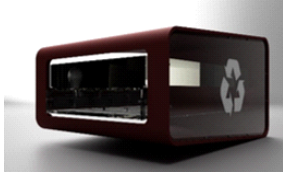
3.1. EVALUACIÓN FUNCIONAL DEL PROTOTIPO DIGITAL

Para la evaluación funcional del producto, se dará a conocer diferentes parámetros que afectan al funcionamiento técnico del diseño del sistema. Por lo tanto, se presentarán las características tanto de decisiones de diseño, cómo el funcionamiento del sistema de sensores.

3.1.1. Consideraciones del diseño del contenedor

Respecto al diseño en general del contenedor a continuación se presenta la Tabla 3-1 de justificación de sus partes.

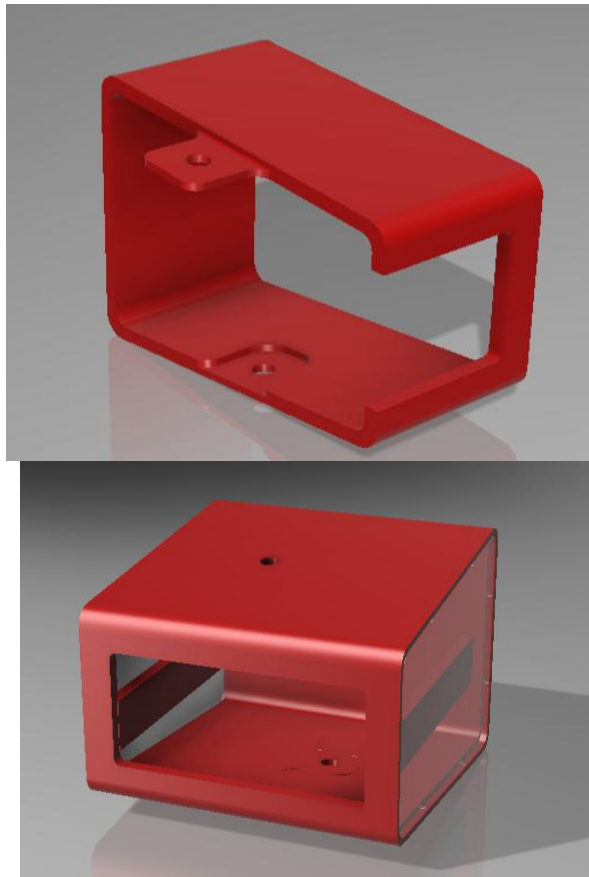
Tabla 3-1. Argumento por componentes

Nombre o descripción del	Especificación	Figura del componente
Estructura	Reducción de material, simplicidad de manufactura, concepto de modularidad y diseño innovador	
Módulo triangular.	Diseño innovador, comodidad de transporte, concepto de modularidad, simplicidad de forma y uso.	
Cajón	Sistema de ensamble simplificado, ahorro de costo de manufactura, materialidad no compleja de trabajar, diseño simplificado para evitar mayor peso, y unicidad de un componente en tres funciones: soportar ampollitas, cargar sensores y proteger sensores.	

Fuente: Elaboración propia.

3.1.2. Optimización de la propuesta de diseño

Teniendo en consideración las partes y componentes justificadas en la sección anterior, se rediseñó el sistema bajo el mismo concepto de diseño. Para ello se consideró como referencia Software automáticos de costo de contenedores. Estos se encuentran en valores monetarios europeos, no obstante, sirve para entregar una referencia de la reducción de costos del contenedor a fin de optimizar costos, tiempo de manufactura, y poder realizar el proyecto de la forma más viable posible. Esto no justifica que finalmente el proyecto sea viable, sino más bien, brindar una propuesta de diseño como respuesta no solo a la funcionalidad, sino al contexto completo del proyecto.

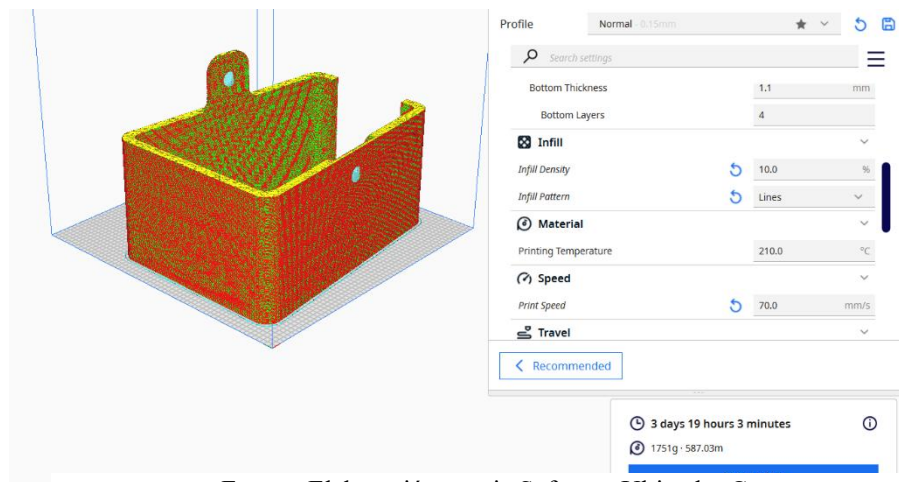


Fuente: Elaboración propia.

Figura 3-2. Mitad módulo

Se puede visualizar en la Figura 3-1 y la Figura 3-2, el diseño optimizado, este diseño fue pensado en la reducción del espacio del sistema de cajonera. Antiguamente el módulo triangular medía 546x392x758 mm; mientras que el sistema actual plantea la medida de 500x386x519 mm en total, que estratégicamente, al ser un ensamble, la pieza separada en dos propone la medida total de 350x386x519 mm. Esta medida considera la pestaña, pero si se considera que la pieza es posible posicionarla en diagonal en la impresora, considerando el cuerpo mayor del contenedor (ignorando la pestaña), el grueso del cuerpo del contenedor por la mitad mide 250x386x519 mm. De todas formas, las medidas del sistema se precisan en el Anexo de Planimetría. Por otra parte, la dificultad de este sistema se relacionaba en cuanto a costo de manufactura por su tamaño y adicionalmente en encontrar una máquina de impresión 3D de ese tamaño. Es por ello se encontró la página de simulador, en donde se realizó contacto con proveedores que tenían la capacidad de tamaño de máquina para imprimir esta parte en 3D. La impresora considerada es Modix Big-60 de medidas 600x600x650 mm, A continuación, se entrega el costo de manufactura en base a la simulación por medio de UltimakerCura.

Para lograr optimizar lo más posible, pero considerando las características como resistencia, a continuación, se presentan los antecedentes con los que serán simulados los costos de la impresión del módulo.



Fuente: Elaboración propia Software UltimakerCura

Figura 3-3. Simulación Cura 1

- Layer Height: 0.28 mm
- Infill Density: 10% tipo Line
- Wall Thickness: 0.84 mm
- Print Speed: 70 mm/s
- Tiempo estimado: 3 días y 19 horas.
- Material: Pla o ABS

JOSEF PRUSA Español Iniciar sesión	
Modulo por mitad	
Print Info	
Printing Time: 91 h 3 m	Filament Weight: 1751 g
Filament	
Filament Type: PLA	Markup: 20 %
Spool Price: CLP 14990	Spool Weight: 751g
Total filament cost: CLP 41940.06	
Labor Cost	
Print Preparation Time: 10 min	Print Preparation Cost: CLP 8661 per Hour
Postprocessing Time: 40 min	Postprocessing Cost: CLP 8661 per Hour
Total labor cost: CLP 7217.50	
Final Calculation	
VAT: 19 %	Final price: CLP 58497.51

Fuente: Elaboración propia

Figura 3-4. Costo modulo optimizado

La Figura 3-4 presenta el costo total de producir el contenedor, en donde es posible observar que la mitad del módulo representa un valor de 58.498 CLP estando el módulo optimizado. A su vez, hay que considerar que, en realidad para la obtención de un módulo triangular completo, el precio asciende a 116,996 CLP. Cabe destacar que el concepto de modularidad juega un papel crucial en la posibilidad de ahorro de costos, puesto que, de no ser considerada la instancia de armado, desarmado, apilamiento, como concepto (de no ser concepto podría ser un problema de manejo de diseño), no se pudiese optar a reducir tamaños por medios de piezas ensamblables, por tal motivo, se tendría que contar con impresoras de mayor tamaño, mayores tiempos de producción, y costos más elevados, por carencia de maquinaria de menor tamaño que se encuentran en mayor medida en el extranjero. Esta situación hubiese dado la antesala a precios más elevados no solo por tamaño de máquina, sino más bien, el alto valor que supone solo manufacturar en el extranjero, sin considerar costo de envío. Esto se evidencia por medio la simulación de manufactura por el software Xometry, plataforma que simula el costo de manufactura aditiva y ofrece oferta de fabricantes reales.

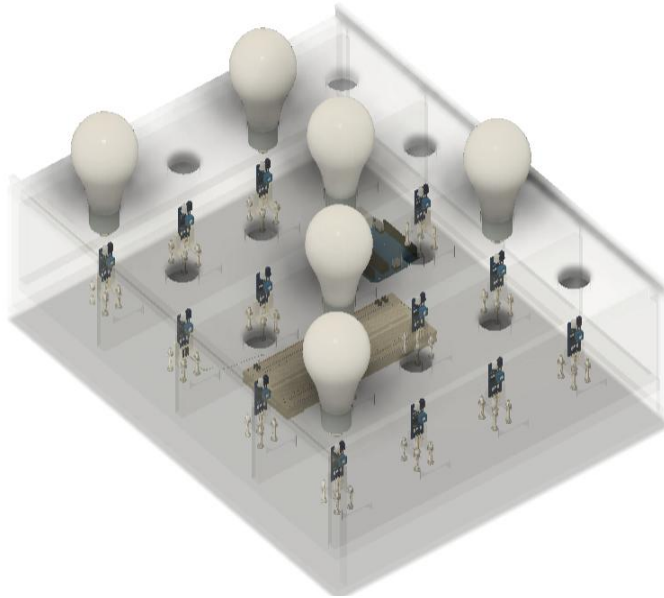


Fuente: Elaboración propia

Figura 3-5. Dólares optimizados 1

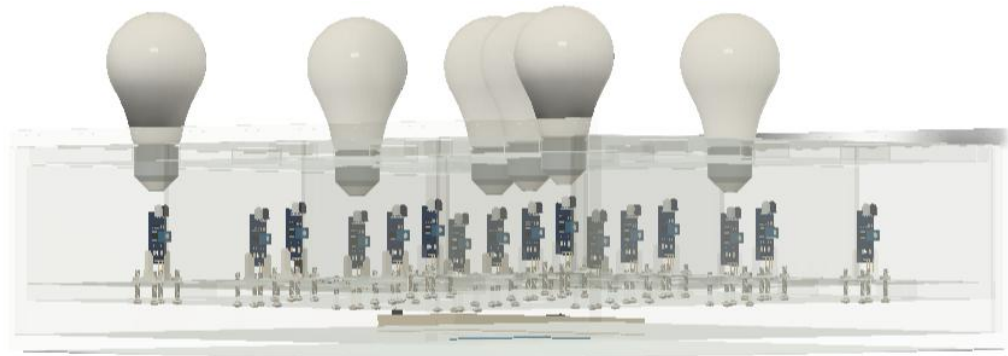
Al haber hecho comparativa con precios del extranjero, el valor de la mirada del contenedor asciende a 1,600.44 dólares, que en pesos chilenos son 1.440.369 CLP. Esta información se detalla en la Figura 3-5. A su vez, se presenta el costo de manufactura del contenedor antes de optimizar. En esta, se puede observar que hay una reducción considerable del costo de manufactura del módulo.

Respecto al diseño de cajonera, esta fue rediseñada para disminuir la profundidad del contenedor, y a la vez se aumentó la capacidad de ocupación de ampolletas a 16 por modulo, dado que, no necesariamente se debe distanciar cada agujero para entrada de la ampolleta por si alguna llegase a tener un difusor más grande, puesto que basta con ser colocada (lo que importa es el tamaño de rosca), y seguir poblando con ampolletas tanto sea posible el número de espacios disponibles. Con esto, se creó un segundo piso interno al sistema. El rediseño es posible observar en la Figura 3-6 y la Figura 3-7. Cabe destacar que se eliminaron toda la posibilidad de rebordes, o geometrías semi curvas en el prototipo para evitar la refracción o concentración de la luz y que genere una reacción como la luz con un vidrio o la luz con un lente de lupa.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 3-6. Cajonera optimizada



Fuente: Elaboración propia.

Figura 3-7. Cajonera optimizada 2

Respecto a esto, el costo de manufactura de la cajonera aumentó, pero el costo por tiempo de producción de manufactura resulta un costo inferior al de impresión 3D, además, por la forma de fabricar, es mucho más viable agrandar la superficie a cortar del acrílico la cortadora láser, ya que es mucho más adaptable el posicionamiento del material y la utilización del espacio que el de la impresión 3D. El costo de la cajonera se verá en la sección de costo de manufactura que se verá más adelante.

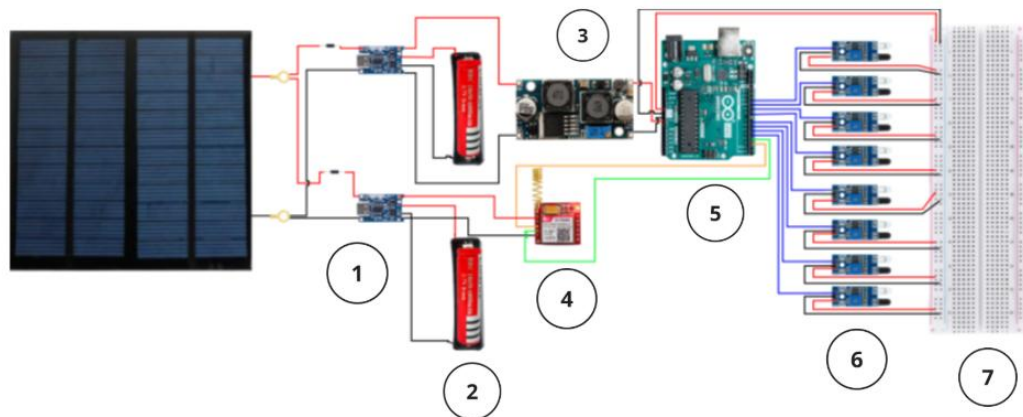
3.1.3. Consideraciones diseño de sistema electrónico

Ahora bien, se ha comentado a lo largo de este documento, la información desde la perspectiva de la carrera de ingeniería en fabricación y diseño, no obstante, es importante señalar cómo funciona el sistema electrónico, dado que esto conlleva la antesala de las decisiones tomadas de diseño, que condiciona algunas medidas, como, por ejemplo, la cajonera que, a su vez, condiciona el tamaño de la carcasa estructural triangular, que por consecuencia afecta en el costo. A razón de ello, a continuación, se presentará explicada en términos sencillos, la información que fue declarada por la Ingeniera Civil Telemática Phillipa Paredes en su memoria personal del proyecto.

La Figura 3-8 hace referencia al sistema final desarrollado por el equipo de telemática compuesto por Phillipa Paredes y Franco Fierro. Estos fueron enumerados por la autora,

a fin de dar a conocer qué tipo de sensores son y cuáles son sus funciones. Cabe destacar que el sistema final considerado no se cuenta con el panel solar dado el alto costo que puede conllevar, por ende, este será considerado sólo cuando el sistema haya pasado por su etapa temprana con Early Adopters, y pueda estudiarse continuar o no con el proyecto dado el porcentaje de retorno de ampolletas lumínicas.

A continuación, se da a conocer la explicación de los sensores electrónicos finales y su funcionamiento:



Fuente: Elaboración propia equipo de Telemática.

Figura 3-8. Sistema de sensores final

- 1) Booster STEP-UP XL6009 con Display: dispositivo que eleva el voltaje de la tensión de la batería (3,7 V) a un valor adecuado para alimentar el Arduino y otros sistemas. El Display sirve para monitorear el voltaje de salida.
- 2) Pila de Litio: fuente de energía del sistema. Tiene da una tensión nominal de 3,7 V.
- 3) Controlador TP4056: Es el módulo de carga de las baterías de litio. Además, sirve para proteger el sistema de sobrecargas y cortocircuitos. Sirve para recargar la pila de forma segura, más aún cuando se instale el panel solar.
- 4) Módulo SIM 800L GSM/GSPR: sistema que llevará las señales obtenidas por los sensores a la aplicación móvil del usuario- cliente B2B.

- 5) Arduino Uno: es el procesador del sistema, ejecuta el programa inicial, interpreta las señales de los sensores y controla los módulos de comunicación y energía. Medidas: 68,6 x 53,4 mm
- 6) Sensor de proximidad Infrarrojo HW-201: es el sensor encargado de mandar una señal al Arduino cuando se acerque un objeto. Su rango máximo programable son 30 cm. Sus medidas son de 31x 15 x 7 mm
- 7) Protoboard: Placa de pruebas utilizada para poder hacer conexiones rápidas y seguras entre los módulos sin necesidad de soldar. Facilita el desarrollo y testeo del circuito electrónico.

Comprendiendo entonces como es cada sensor y que función cumple en el contenedor, es posible presentar entonces cómo interactúa la cajonera con los sensores:

- 1) Persona (usuario) deposita ampolleta en el contenedor.
- 2) Sensor de distancia manda señal al Arduino Uno para ser detectada.
- 3) Arduino Uno manda una señal al Módulo SIM 800L GSM/GSPR, quien enviará señal a la aplicación móvil, generando una estadística de llenado en tiempo real.

Todo esto ocurre en tiempo real siempre que:

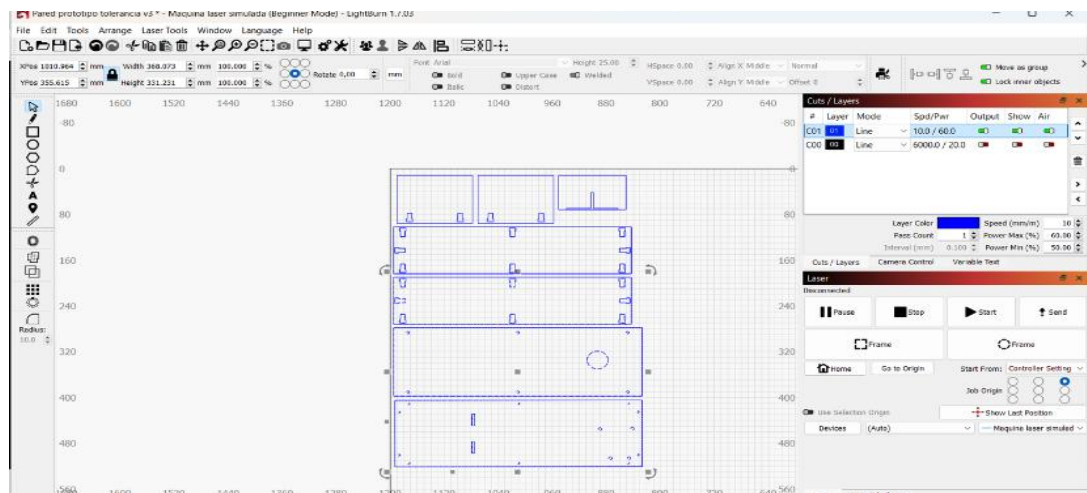
- 1) La batería de Litio esté cargada y entregue en energía al sistema.
- 2) El Booster STEP-UP XL6009 eleve el voltaje de tensión de la pila a un valor adecuado para alimentar el sistema.
- 3) El controlador TP4056 controle la carga y proteja el sistema ante posibles fallas eléctricas.

3.2. COSTO POSIBLE PROTOTIPO MVP

A continuación, se darán a conocer los costos de manufactura del diseño y prototipo pensado como posible de manufacturar, mínimo viable.

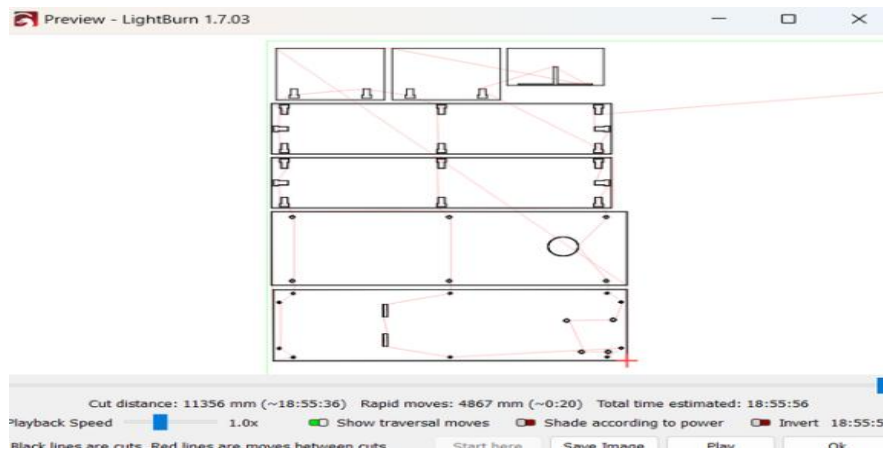
Costo de prototipo mínimo viable: para el prototipo mínimo viable, se consideró el desarrollo de la caja porta sensores. Dado que es el componente que posee la mayor funcionalidad y con mayor complejidad, en el aspecto de sujeción de componentes. El desarrollo de simulación por corte láser fue desarrollado en el software LightBurn. Para condiciones de prototipo se consideró 0.5 mm de adición a las medidas, por la zona de pérdida o Kerf que produce el láser al pasar con el corte, en medidas concéntricas, operaciones. A su vez, se consideró 1 mm por lado, en total 2 de adición a las medidas, por la zona de pérdida de material o Kerf que produce el láser al pasar con el corte. Con todo esto, la Figura 3-10 retrata el paso de corte de las piezas de la caja de prototipo.

Para establecer los costos, se consultó con empresas proveedoras dentro del mercado regional, que realizan corte láser, presente en la Tabla 3-2. De la Figura 3-9 y 3-10, se puede observar la disposición de las piezas en el software de cortadora láser. Mientras que de la Figura 2-47 se puede extraer que el tiempo de fabricación es de 18:55 minutos entre las empresas dadas a conocer son de 8935 CLP mientras que el más bajo es de 6300 CLP.



Fuente: Tabla elaborada por la autora

Figura 3-9. Corte láser MVP



Fuente: Software LightBurn

Figura 3-10. Paso Láser

Tabla 3-2. Costo manufactura prototipo

Nombre empresa	Costo por minuto CLP	Total costo diseño en CLP	Total costo UF
Corteenlaser.cl	350	6300	0,16
Novoacril	350 + IVA	7497	0,19
Cimech	417 + IVA	8925	0,23

Fuente: Elaboración propia

Ahora bien, considerando el costo de los sensores involucrados en el prototipo MVP mínimo viable, se confeccionó la Tabla 3-3 que considera tales costos, de la que se puede extraer que el costo total de sensores electrónicos por un módulo es de 33156 CLP.

Tabla 3-3. Costo MVP sensores contenedor

Componente electrónico de cajonera MVP	Cantidad	Precio Unitario CLP	Costo CLP	Costo UF
Sensor proximidad infrarrojo	1	1490	1490	0,04
Módulo GSM/GPRS 2G	1	11238	11238	0,29
Módulo TP 40-56	1	1434	1434	0,04
Batería de Litio	1	2499	2499	0,06
Arduino Uno	1	8490	8490	0,22
Booseter Step Up XL6009	1	4015	4015	0,10
Módulo cargador Li Po TP40	1	3990	3990	0,10
Total			33156	0,85

Fuente: Tabla e imágenes elaboradas por la autora.

Finalmente, la Tabla 3-4 presenta el costo de elementos caja negra como los tornillos y tuercas a utilizar. Se considera para el MVP 22 tornillos y 22 tuercas. Para el desarrollo del prototipo se consideró pernos de dos tipos, M3x10 mm para la cajonera, por tanto, tuercas para M3. Se consideró para las tuercas el valor entregado por la tienda Cimech 3D, perno M3x 10 mm zincado a 2890 CLP el pack de 50 unidades. Respecto a las tuercas, respecto a las tuercas de acero, se considera el valor de la tienda Altronics, Set de Tuercas de Acero (50 unidades) a 2891 CLP. Así que unitariamente, se considera que tanto los pernos como las tuercas cuestan 1272 CLP dado su cercano valor, cuyo valor final es 2544. Respecto a la Figura 3-4 presenta el costo final unitario de \$42000.

Tabla 3-4. Costo final MVP

Componente MVP	Costo total	Costo unitario CLP	Costo unitario UF
Cajonera	6300	6300	0,16
Sensores	33156	33156	0,84
Elemento sujeción	5781	2544	0,06
Totales	45237	42000	1,06

Fuente: Tabla e imágenes elaboradas por la autora.

3.3. COSTOS Y VIABILIDAD ECONÓMICA

A continuación, se dará a conocer la información necesaria respecto al costo del contenedor a realizar, su viabilidad económica y/o proyecciones.

3.2.1. Costos contendor

En relación con los costos que contempla la manufactura del contenedor, así como también sus parte y componentes, considerando, por ejemplo, elementos caja negra como los electrónicos, tornillos. También todo lo considerado para su funcionamiento, vale decir, mano de obra para manufacturar, costos fijos y variables, ente otros. Respecto a lo anterior considerarán diferentes instancias presentes en la Figura 3-9, que surgen a raíz de las posibles decisiones estratégicas que pueda escoger la empresa mandante, por ello, se



Fuente: Imagen realizada por la autora.

Figura 3-11. Etapa 1 y 2.

realizará el costo de cada una de las posibles instancias a fin de realizar una conclusión que refleja la mejor opción respecto a la viabilidad. Cabe destacar que la Figura 3-11 es parte de la lámina confeccionada acerca de decisiones estratégicas dado el diseño del contenedor. Esta lámina es posible visualizarla en el Anexo U.

Como es posible visualizar en la Figura 3-11, la etapa 1 es acerca de cómo gestionar luego de la propuesta de diseño, instancia que se relaciona a este capítulo. La viabilidad del diseño se determinó como la etapa de ingeniería en diseño, en la que destaca principalmente la etapa de análisis de esfuerzo presentes en el Capítulo 2. Posteriormente, se consideran los costos posibles, ya teniendo determinado el proceso de manufactura aplicable para el contenedor de puesta en marcha. Desde esa etapa comienza el desarrollo de este capítulo.

Para el análisis de costo, se considera el Software Craftcloud que es una plataforma online de impresión 3D que estima los costos de forma automática, considerando el tiempo de manufactura, el tipo de material, el porcentaje de relleno interno (Infill). Cabe destacar

que son precios reales del mercado puesto que luego de la cotización se puede enviar a fabricar. También se considerará la utilización de Xometry, plataforma similar a la anterior, pero que sirve para diferentes tipos de manufactura, que al igual que Craftcloud, son precios reales al mercado puesto que se pueden enviar a manufacturar.

Considerando la Figura 3-9, se darán a conocer los costos de forma separada, por medio de costos fijos y variables.

3.2.2. Costos de puesta en marcha

Para el desarrollo de este proyecto, se considerará los costos de puesta en marcha como todos aquellos que se consideran para comenzar el proyecto o empresa, es decir, aquellos costos iniciales que no permanecen en el tiempo, pero cuya inversión es necesaria para la existencia de dicho proyecto u empresa. Por ello, a continuación, se detallará los costos de la inversión de máquinas necesarias para el proyecto, considerando que el proyecto logre superar la etapa de infancia, proyectando hacia la etapa de madurez.

Respecto a lo anteriormente mencionado, si la empresa mandante decidiese invertir en equipos y generar su propia producción para el contenedor diseñado, se recomiendan los siguientes procesos productivos:

- Rotomoldeo para manufacturar módulos: proceso productivo en el que se añade termoplástico en formato polvo en un molde cerrado que se introduce dentro de la máquina. El molde gira mientras aumenta de temperatura, generando que el polvo se añada a las paredes del molde. Al enfriarse, el termoplástico adquiere la forma de las paredes de este de forma que se obtiene la pieza requerida. Se opta por este tipo de manufactura porque el módulo triangular es una pieza hueca, simple, de tamaño grande, y también es una decisión estratégica dado que resulta más accesible el costo del molde de rotomoldeo que el molde de pieza de inyección, no requiere pensar en parámetros como presión y escapes de aire o globos como ocurre con el molde de inyección.

- Impresión 3D para manufacturar piezas de soporte: se opta la impresión de FDM, se trata de un proceso por el que una fibra de termoplástico pasa por una boquilla que calienta el material, esta boquilla se desplaza por medio de una correa en los ejes x, y, z, extruyendo material y generando la forma diseñada por medio de software CAD, a través de la lectura de código G que se realiza al configurar la pieza por medio de Software CAM. Se escoge impresión FDM porque logra buena tolerancia mecánica, no requiere grandes costos de inversión ni de material. Se busca utilizar solo para las piezas pequeñas, dado que para piezas grandes es muy lenta para producción en serie.
- Termoformado para cajonera: proceso en el que se debe poseer un molde anteriormente, pero somete bajo costo. Se coloca una lámina de termoplástico sobre el molde, luego se utiliza presión o vacío y la pieza adquiere la forma del molde. Suele utilizarse para paredes delgadas. Se escoge termoformado por ser un proceso más barato en cuanto a confección de molde, es una producción rápida y económica.

También hay que considerar las herramientas a utilizar para el desarrollo de la estructura del contenedor.

- Dobladora de banco para doblado de pletinas
- Guillotina compacta eléctrica para corte de pletinas.
- Máquina soldadora MIG
- Taladro

Adicionalmente, para la etapa de producción se considera un caudín para soldadura de sensores.

La Tabla 3-5 presenta los costos totales de más máquinas y herramientas a utilizar para considerar que la empresa manufacture sus propios contenedores, cuya suma es aproximadamente 12.597.265 CLP o 320,74 UF.

Tabla 3-5. Costos máquinas y herramientas

Nombre máquina	Cantidad	Costo unitario CLP	Costo de envío CLP	(Costo IVA + Aduana)	Costo total CLP	Costo total UF
Termoformadora	1	2015000	550000	3334500	3485000	88,73
Impresora 3D FDM	1	149990	-	-	149990	3,82
Rotomoldeadora	1	4382700	679000	6580210	6580210	167,54
Dobladora de banco	1	339980	-	-	339980	8,66
Guillotina eléctrica	1	1307000	-	1699135	1699135	43,26
Cautín	1	16990	-	-	16990	0,43
Maquina soldadora MIG	1	183990	5990	-	189980	4,84
Taladro	2	67990			135980	3,46
Total :					12597265	320,74

Fuente: Imagen realizada por la autora.

Cabe destacar que los gastos de Costo, seguro y flete corresponden a un porcentaje añadido sobre el costo del artículo que se compra, que reflejan los gastos de costo+ costo de seguro de envío+ flete. Este reflejará el costo más cercano posible al costo real de lo que se compra en el extranjero, el 30% representa una medida de holgura dado que, por lo general, estos costos no superan el 30%.

Ahora bien, también hay que considerar los gastos respecto a equipamiento de trabajo que podrían llegar a lugar para un nuevo proyecto relacionado con este mismo, realizado en planta.

Tabla 3-6. Costos en equipamiento

Nombre máquina	Cantidad	Costo unitario	Costo de envío	Costo total CLP	Costo total UF
Escritorio	4	169990	20990	700950	17,85
Laptop i5	4	699000	-	2796000	71,19
Impresora oficina	1	199990	-	199990	5,09
Silla de escritorio	5	30490	6990	159440	4,06
Lámpara Tubo led	6	2629	-	15774	0,40
Block Casillero	1	115990	72909	188899	4,81
Silla	4	24180	18000	114720	2,92
Total:				4175773	106,32

Fuente: Tabla realizada por la autora.

Respecto a los costos de equipamiento, se puede observar que la Tabla 3-6, para el funcionamiento de equipamiento básico, poniendo en situación que fuese presencial, considerando un edificio ya de propiedad de la empresa, es decir, restando gastos básicos de funcionamiento, como, por ejemplo, lavamanos, inodoros, se considera que el gasto total es de aproximadamente \$ 4.175.773

En relación con los costos reales de la ejecución del proyecto respecto al equipamiento, para la empresa significaron 0 pesos puesto que el equipo contaba con sus propios equipamientos y licencias de software para diseño bajo licencia estudiantil.

3.2.3 Costos fijos

Se entiende como costo fijo a todos los costos que permanecen fijos en el tiempo, o más bien, gastos que debe incurrir la empresa sin considerar la producción y actividad.

Se considerará parte de costos fijos los sueldos de los trabajadores, para ello se presentarán dos escenarios. Los sueldos ficticios de quienes desarrollaron el proyecto hasta el contenedor para la prueba experimental, y los sueldos esperables para una producción propia de la empresa.

- Costo fijo en sueldo de equipo multidisciplinario.

Como es posible observar en la Tabla 3-7, el gasto por los 9 meses de proyecto acumula un total de \$ 19.800.000 gasto que mensualmente se debe considerar correspondiente a \$ 2.200.000.

Tabla 3-7. Sueldo equipo original

Perfil	Modalidad trabajo	Sueldo mensual CLP	Sueldo mensual UF	Total 9 meses CLP	Total 9 meses UF
Ingeniero Civil Telemático	Freelance	600000	15,28	5400000	137,49
Ingeniero civil telemático	Freelance	600000	15,28	5400000	137,49
Ingeniería en Fabricación y Diseño	Freelance	500000	12,73	4500000	114,58
Ingeniería en Evaluación de Proyectos	Freelance	500000	12,73	4500000	114,58
Total	-	2200000	56,02	19800000	504,14

Fuente: Tabla realizada por la autora.

Cabe destacar que dichos sueldos son justificados bajo las funciones que se describen en la sección de descripción de cargos. Respecto al valor del sueldo como tal, se simulan considerando la situación realista que fue un trabajo Freelance de estudiantes. Estos valores son referenciales puesto que el proyecto no tuvo remuneración. Estas cifras son extraídas por investigación de estadísticas promedio en la web de profesionales, y luego, generando comparativas respecto a la experiencia como no egresados y modalidad de trabajo.

- Costo sueldo fijo para proyección de madurez.

Respecto al costo fijo de sueldos para el proyecto, consideración que la empresa decida fabricar en serie este proyecto, entonces, se deben considerar los siguientes perfiles

Tabla 3-8. Sueldos etapa maduración

Perfil	Nº colaborador	Horario	Cantidad de meses	Días semanal / Horas diarias	Costo sueldo mensual CLP (unitario)	Costo sueldo mensual UF	Costo sueldo total por meses de trabajo unitario (CLP)	Costo sueldo total un año CLP	Costo sueldo total un año UF
Ingeniero Industrial	1	Full time	12	5 D / 8 Hrs	\$1.300.000	33,10	\$15.600.000	\$15.600.000	397,20
Ingeniero civil telemático - Ingeniero informático	1	Part-time	12	5 D / 4 Hrs	\$850.000	21,64	\$10.200.000	\$10.200.000	259,71
Ingeniero comercial	1	Part-time	4	5 D / 4 Hrs	\$850.000	21,64	\$3.400.000	\$3.400.000	86,57
Técnico en Administración	1	Full time	12	5 D / 8 horas	\$800.000	20,37	\$9.600.000	\$9.600.000	244,43
Técnico Mantenimiento industrial	1	Full time	2	5 D / 4 Hrs	\$750.000	19,10	\$1.500.000	\$1.500.000	38,19
Técnico Mecanica Industrial	1	Part-time	12	5 D / 8 Hrs	\$750.000	19,10	\$9.000.000	\$9.000.000	229,15
Operador	4	Full time	12	5 D / 8 Hrs	\$630.000	16,04	\$7.560.000	\$30.240.000	769,96
Personal de Limpieza	1	Part time	12	5 D / 4 Hrs	\$300.000	7,64	\$3.600.000	\$3.600.000	91,66
Chofer logístico.	1	Part time	12	5 D / 4 Hrs	\$450.000	11,46	\$5.400.000	\$5.400.000	137,49
Totales:	12	-	-	-	\$6.680.000	170,09	\$65.860.000	\$88.540.000	2254,36

Fuente: Tabla realizada por la autora.

Respecto a los sueldos considerados en la Tabla 3-8 para la etapa de maduración, se considera como gasto mensual \$6.680.000. Estos sueldos están considerados por medio de sueldos promedios buscados en plataformas de empleabilidad como Chiletrabajos, Indeed y Glassdoor. En general todos los trabajadores laborarán los 12 meses del año, exceptuando el técnico en mantenimiento industrial, que se considera trabaje 1 mes cada semestre a fin de cuidar los equipos, dado que no se tiene gran volumen de maquinaria, pero si mantenimiento preventivo para evitar incurrir en el fallo de la producción por ser solo una maquina o posible situación de inversión para reemplazo de la única máquina y del ingeniero comercial, que se espera pueda apoyar a final de cada semestre y comienzo del siguiente por dos meses, es decir dos meses al comienzo, y dos meses al fin de semestre.

A su vez, el prevencionista contempla un sueldo a simple vista inferior, no obstante, en realidad es el escalamiento del sueldo de los Ingenieros no Civiles, considerando que trabajará 1 día, medio día en la semana. Dado que no es una empresa grande, considerando que son 10 trabajadores, la Ley N° 16.774 sobre Seguro Social Contra Riesgos de Accidentes del Trabajo y Enfermedades Profesionales, no obliga que deba haber un prevencionista de riesgo en planta todo el tiempo. Dada el pequeño tamaño de la empresa, se considera un trabajo freelance, idealmente con una visita semanal de 8 horas.

Ahora bien, respecto a la Tabla 3-9, si se considera la terciarización de la manufactura, el valor mensual a pagar por sueldos disminuye considerablemente dada la situación de reducción de perfiles profesionales, y a su vez, reducción en consumo de energía. La Tabla 3-8 representa la situación descrita en la que se puede visualizar que se deben contar mensualmente con 3.100.000 CLP 4 meses del año, y 2.350.000 el resto de los meses en los que no se encuentre el Ingeniero Comercial.

Tabla 3-9. Sueldos terciarización de manufactura.

Sueldos trabajadores con terciarización de manufactura	Nº colaborador	Horario	Cantidad de meses	Días semanal / Horas diarias	Sueldo mensual en CLP	Sueldo mensual en UF	Costo total por meses trabajados CLP	Costo total por meses trabajados UF
Ingeniero civil telemático - Ingeniero informático	1	Part-time	12	5 D / 4 Hrs	750000	19,10	9000000	229,15
Ingeniero comercial	1	Part-time	4	5 D / 4 Hrs	750000	19,10	3000000	76,38
Técnico en Administración	1	Full time	12	5 D / 8 horas	800000	20,37	9600000	244,43
Operador (Ensamblador)	1	Part-time	12	5 D / 4 Hrs	350000	8,91	4200000	106,94
Chofer logístico.	1	Part time	12	5 D / 4 Hrs	450000	11,46	5400000	137,49
Totales:	5	-	-	-	3100000	78,94	31200000	794,39

Fuente: Elaboración propia.

3.2.3. Costos variables

Se entiende como costo variable a todo gasto que varía en función de una actividad o función y volumen de producción de una empresa. Dicho esto, se considerará los costos de producción del contenedor en su primera puesta en marcha, como variable, puesto que no se tiene certeza de que se vayan a manufacturar en promedio semanal, mensual, anual o por semestre o trimestre.

- Costo de manufactura de la cajonera: a continuación, se presenta la Tabla 3-10 que contiene los elementos caja negra del sistema, en dónde es posible visualizar que los costos de los elementos electrónicos por módulos son 87.795 CLP, mientras que el sistema completo es un total de 399.360 CLP.

Tabla 3-10. Costo sensores electrónicos

Componente electrónico de cajoneta optimizada	Precio Unitario en CLP	Cantidad por módulo	Cantidad sist. Completo	Costo por modulo	Costo sistema completo	Costo sistema completo UF
Sensor de proximidad Infrarrojo	\$1.490	16	64	23840	95360	2,43
Módulo GSM/GPRS 2G	\$11.238	1	4	11238	44952	1,14
Módulo TP 40-56	\$1.434	4	16	5736	22944	0,58
Baterías de Litio	\$2.499	4	16	9996	39984	1,02
Arduino Uno	\$24.990	1	4	24990	99960	2,55
Booster Step Up XL6009	\$4.015	4	16	4015	64240	1,64
Módulo cargador LiPo TP4056	\$3.990	2	8	7980	31920	0,81
Total de costo en sensores electrónicos.				87795	399360	10,17

Fuente: Elaboración propia.

- Costo de manufactura Módulo.

El costo de manufactura del Módulo se encuentra precisado en la sección de optimización, específicamente en la Figura 3-4. Se detalla que el costo de manufacturar ambos módulos equivale a 116.994 CLP, por lo tanto, el cálculo de los módulos es de 467.464 CLP.

- Costo de manufactura sistema estructural.

En relación con el costo de manufactura de la estructura del contenedor, se tiene que en total sin doblar la pletina son 7 metros totales. Respecto a los dobleces, dado que son simples, se considera que se utilizará el costo del precio estándar, equivalente a 4650, información extraída de la Figura 3-12, con ángulos de 95,5 aproximadamente 96 grados la parte más grande, y la parte más pequeña 85 grados. Cada módulo tiene aproximadamente 16 curvas, y se aproxima el valor de 4650 a 5000 para tener una holgura. Por ende, el costo rodea los 80.000

VALOR CURVADO	
	Unidad
Curvado Estandar (cualquier radio)	\$ 4.650
Doblado Estandar (radio segun matriz disponible)	\$ 3.351

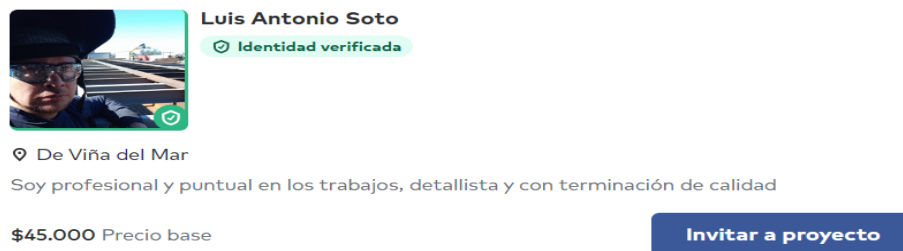
Fuente: Empresa tufabrica.cl

Figura 3-12. Costo doblado

Respecto al costo de corte y soldadura, se investigó precios reales de trabajadores del área, en dónde se halló la plataforma 2x3 de ofrecimiento de servicios, se puede observar que el trabajador, cobra 45.000 base por proyecto, información verificable en la Figura 3-13. A su vez, la plataforma Chiletrabajos de empleabilidad estima que el sueldo anual de un soldador es \$ 773.343 por mes. Si se realiza el cálculo, por 23 días al mes, es decir, sólo los días trabajados del mes, el valor es aproximadamente \$

33.623. Considerando el monto que pide el trabajador, y la adhesión de corte al proyecto, se considera ofertar el trabajo de un día a \$ 55.000.

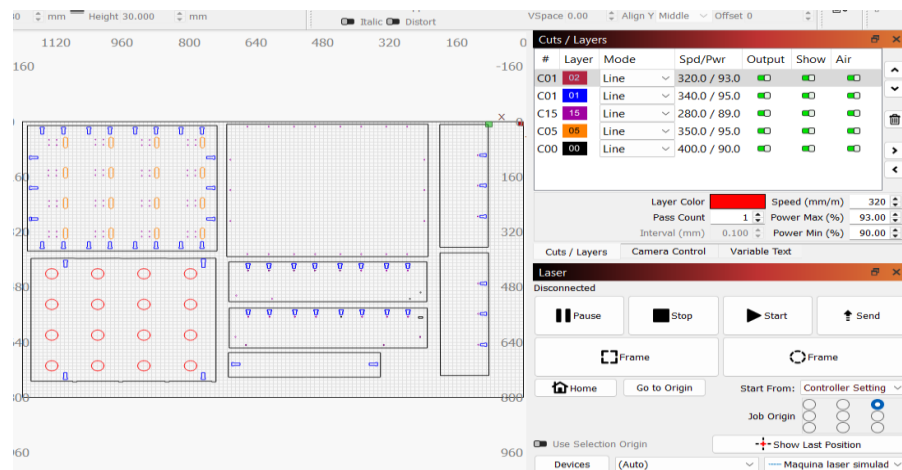
Por tanto, el costo final de manufactura de la estructura es aproximadamente \$ 80000 de doblado y \$ 55.000 de mano de obra, resultando un valor de \$ 135.000.



Fuente: Plataforma 2x3

Figura 3-13. Base soldador

- Costo de manufactura cajonera. Respecto al costo de manufactura de la cajonera, la Figura 3-14, se usaron diferentes parámetros, considerar, negro para corte de pieza en general, los valores más altos de potencia fueron entre el 100% a una velocidad de 400mm/min para corte general como borde de piezas, y la potencia

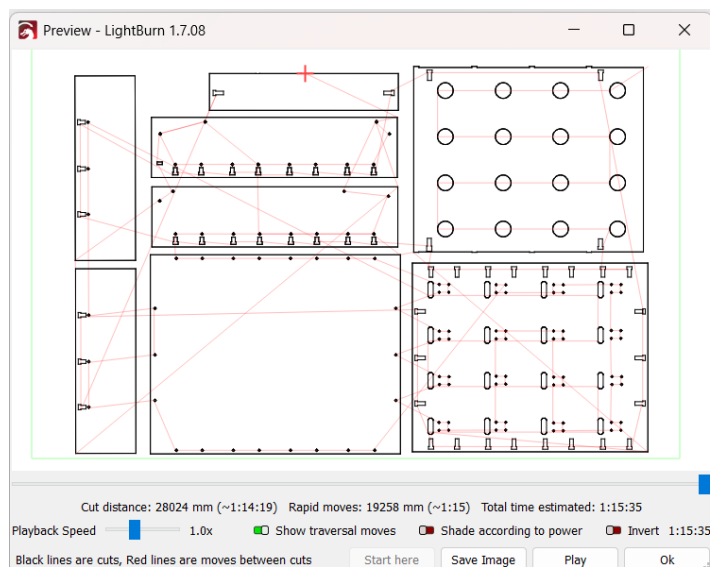


Fuente: Elaboración propia

Figura 3-14. Parámetros corte láser

fue del 85% a una velocidad de 280 mm/min. Las piezas alcanzan a posicionarse en una cortadora laser que supere los 1250x850 mm

Como es posible observar en la Figura 3-15, el paso de láser tarda 1:15:35, ahora bien, cabe destacar que este tiempo es reducible, pero el software no permitió optimizar el paso del láser dado que se está usando una funcionalidad de prueba, sin una maquina en específico.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3-15. Tiempo manufactura

Respecto al costo final, se consideran los antecedentes de la Tabla 3-16, sobre los costos por tiempos, en la que se determina que la empresa de mayor tarifa es cortenlaser.cl,

Valores por servicio en CLP	
Valores servicio por minuto (corte o grabado)	\$350
Valor servicio por Hora (Corte o grabado)	\$21.000

Fuente: Empresa corteenlaser.cl

Figura 3-16. Corte en laser

Como es posible observar en la Figura 3-16, el costo es según el servicio a tomar, si se toma el servicio por minuto resulta menos costoso, siendo un total a pagar de \$ 23.100, pero si se toma por hora, entonces aumentaría a \$ 26. 460 considerando 1,25 horas x \$ 21.000. Bajo este contexto, hay que considerar que son 4 cajoneras, entonces, el costo total, considerando tomar el servicio por minutos, serían \$ 105.000, considerando 75 minutos x 4 (repeticiones)= 300 min x \$ 350 = costo final.

- Costo de material para contendor puesta en marcha.

Respecto al costo de material del contenedor, se presenta la Tabla 3-11, que representa la cantidad de material que se debe utilizar para la construcción del contendor. Se consideró para el tratamiento externo de los módulos triangulares la utilización de la resina XTC-3D de 181 gr, porque permite obtener una capa de textura uniforme, brillante. A la misma vez, se adiciona el costo de guantes de Látex por el uso de la resina recientemente señalada, considerando también una mascarilla PC y Antiparras, para no inhalar gases y/o evitar que el producto pueda caer accidentalmente en los ojos.

Tabla 3-11. Precios materiales v/o equipo

Material y/o elemento.	Precio	Cantidad	Total CLP	Total UF
Tubo Aluminio 30 mmx1000m (Tienda MastilBoom)	\$53.103	1	53103	1,35
Perfil cerrado 50x30 mmx6 mm	\$16.990	1	16990	0,43
Pletina (3x25x6)- Tienda Sodimac	\$8.690	2	8690	0,23
PLA Rojo 1kg -Tienda Todo Tor	\$10.000	14	140000	3,56
Tornillos M3x10 10 UNID (Tienda Rambal)	\$1.200	5	6000	0,15
Brocha (Tienda Sodimac)	\$2.804	1	2804	0,07
Lijadora pulidora pequeña (Tienda Mercado Libre)	\$11.431	1	11431	0,29
Taladro (Tienda Sodimac)	\$18.990	1	18990	0,48
Antiparra (Tienda Sodimac)	\$1.415	1	1415	0,04
Pack Lija velcro 40 60 80 100 (Tienda Mercado Libre)	\$5.790	1	5790	0,15
Total:			265213	6,75

Fuente: Elaboración propia

Puesto que, se manda a externalizar la producción, el único trabajo del equipo de Diseño debiese ser, ensamblar partes y componentes, y/o, hacer el acabado superficial del módulo. No se considera zapatos de seguridad porque el equipo ya cuenta con ellos.

- Consumo eléctrico: Respecto al costo eléctrico se considera el uso de la herramienta de Lijado y Taladro, para ello se considera la ficha técnica de los elementos. Para el cálculo se considera que Potencia (P) en Watts. A continuación, se presentan las fórmulas utilizadas para el cálculo de costo de electricidad.

La potencia de la maquina generalmente se entregan en W, para la cuenta de la luz se debe transformar este valor a kW, para eso entonces, se debe:

$$Potencia (kW) = \frac{Watts (W)}{1000}$$

Con la potencia en KW, se debe calcular por el tiempo en que se utiliza, por ello, el consumo por tiempo se hace como:

$$Consumo\ hora = kW \times hora$$

Finalmente se vincula el consumo por la cantidad de pesos.

$$Costo\ electricidad: \frac{kW}{h} \times pesos$$

Como dato adicional, la empresa Chilquinta, cobra \$192 CLP el consumo de BT1 domiciliario, (2025.chiquinta.cl), se considerará este, dado que el uso de electricidad será menor, con un solo uso. Por ende, considerando que la lijadora consume 700 W y el taladro 2,8 W, se extrae entonces que:

- Costo energía Lijadora: \$577,6 por un uso aproximado de 4 horas.
- Costo energía taladro: \$1,08 por un uso de dos horas
- Total: \$623.8, aproximadamente el total en consumo de electricidad es de \$624.

3.3. COSTO TOTAL CONTENEDOR PUESTA EN MARCHA

Dado todos los antecedentes recolectados, entonces es posible obtener finalmente el costo del contenedor para la puesta en marcha, para ello, a continuación, se presenta la Tabla 3-12, en la que se extrae que el costo total del contenedor para puesta en marcha es de 1607974 CLP

Tabla 3-12. Costo total producción contenedor

Totales	Materia	Total CLP	Total UF
	Manufactura Cajonera	105000	2,67
	Manufactura Estructura	135000	3,44
	Manufactura Módulos	467864	11,91
	Costo sensores	399360	10,17
	Material y/o equipos	497630	12,67
Total sin consumo eléctrico	-	1604854	40,86
	Consumo eléctrico	624	0,02
Total con consumo eléctrico	-	1607974	40,94

Fuente: Tabla elaborada por la autora

Antes de concluir se precisan los costos relacionados a diseño, presentes en la Tabla 3-13, que contempla costos extraídos solo del área de diseño, considerando la información entregada en la Tabla 3-6 y Tabla 3-7, bajo la condición real de estudiante egresada de Ingeniería en Fabricación y Diseño, en trabajo Freelance, suponiendo que la empresa entregó el equipo básico necesario, por ejemplo, un computador o laptop y licencia de software de diseño, para poder ejecutar las actividades asociadas a diseño.

Tabla 3-13. Costos asociados a diseño

Tabla costos diseño	Costo CLP	Costo UF
Sueldo en el proyecto 9 meses	5400000	137,49
Licencia Software	632393	16,1
Laptop	699000	17,8
Total	6731393	171,39

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, se presenta una Tabla 3-14 resumen de los costos para la ejecución del proyecto, considerando los costos finales de manufactura del contenedor presentes en la Tabla 3-12, los costos en base a la Tabla 3-7 de sueldos en situación presente del equipo multidisciplinario.

Tabla 3-14. Costos ejecución proyecto

Tabla resumen costos	Costo en CLP	Costo en UF
Sueldo equipo original	19800000	504,14
Costo total producción contenedor	1607974	40,94
Costo licencia Software	632393	16,1
Total:	22040367	561,18

Fuente: Elaboración propia

Como es posible visualizar en la Tabla 3-14 presenta un total de costos en la ejecución del proyecto, contemplando un sueldo anual, licencia de software de diseño anual y el costo total de producción que suman un total de 22.040.367 CLP. Este valor no suma los costos presentes de todas las tablas entregadas en esta sección, dado que se arrojaron supuestos, como, por ejemplo, si el proyecto crece a etapa de maduración, o si la empresa tuviera que invertir en equipos como escritorios, sillas, laptop, etc. No obstante, el proyecto en base real para estudio de costos solo contempla el sueldo de estudiantes egresados en formato freelance, sin inversión por parte de la empresa en equipos, o procesos de manufactura, estos procesos son ideales a fin de entregar una resolución cercana a la realidad. El proyecto real no conllevó costos para la empresa. Pero se realiza un acercamiento a fin de dotar información necesaria para la toma de decisiones, por parte de la empresa mandante.

3.4. PRECIO DE RESIDUOS

Se ha considerado hasta el momento, los posibles costos referente a las diferentes decisiones posibles que pueda tomar la empresa mandante, una vez puesto el contenedor ensamblable a disposición del público. Entre las decisiones posibles cabía la posibilidad de usar los residuos recolectados, vender por kilo los componentes que se compren, y el resto, depositarlos en contenedores de reciclaje según su categoría. En contexto con lo anterior mencionado, a continuación, se presenta la Tabla 3-15 con los precios que podría cobrar la empresa mandante, si llegaran a poner a disposición vender los componentes recolectados.

Tabla 3-15. Precios por kilo

Componente	Material	Precio por kilogramo
Casquillo	Aluminio	1000 kg
	Latón	3600 kg
	Cobre	7100 kg
	Acero Niquelado	2500 kg
Disipadores metálicos fundidos	Aluminio	1000 kg
Radiadores de CU	Cobre	3900 kg
Difusor	Policarbonato	
	Acrílico	2700 kg
	Vidrio común	90 kg
Cableado interno (Haluro metálico)	Cu de tercera o Esmaltado	7100 kg
PCBS	-	9000 kg
Cristal de cuarzo técnico		\$6000 kg
Baquelita		\$1000 Kg

Fuente: Elaboración propia

Cabe destacar que, para encontrar dichos antecedentes, se consideraron los precios entregados por la empresa Reciclean, San Francisco y Upcycle.global. Respecto a los precios del Cristal de Cuarzo y Baquelita, son precios obtenidos como referencia de precios de estas piedras en el mercado, por ejemplo, para el Cristal de Cuarzo se consideró

como tubo de baquelita técnico usado, en donde los valores del mercado varían entre 6.000 a 12.000 pesos chilenos, considerando el precio menor obtenible. Mientras que, para la Baquelita, como reciclada o post uso sus precios podrían variar entre 1.000 y 2500, para este, se consideró, también el valor mínimo estimable.

3.5. ESTIMACIÓN DE GANANCIA POR RECOLECCIÓN

Para la estimación de ganancia por recolección, se estimarán los gramos de cada componente, considerando la ampollita más común en las casas que son las ampollitas LED. Para ello, entonces se presenta la tabla 3-8, que muestra el dinero entrante por la venta en los componentes vendidos en kilogramos.

Tabla 3-16. Entrada LED unitaria

Componente	Material	Peso en Gramos	Precio CLP por 1 kg	Valor en CLP
Casquillo	Aluminio	3 gr	1000	\$3
Disipador metalico	Au fundido	10 gr	1000	\$10
Difusor	Policarbonato	5 gr	2700	\$14
Placa PCB	PCB	4 gr	9000	\$36
Cableado interno	Cu esmaltado	1,5 gr	7100	\$11
Total estimado			-	\$74

Fuente: Elaboración propia

Cómo es posible observar en la Figura 3-16, el costo de entrada por venta de componentes es de 74 CLP, que es por 1 ampollita LED. Si se considera que un módulo tiene 16 entradas, en la posición de que todas sean LED, la entrada es de \$ 1184 CLP. Además, considerando que son 4 módulos, en la situación más favorable, se puede considerar que, con los 4 módulos completos hay una ganancia de \$ 4736 CLP. Esta ganancia representa ser muy baja respecto a los costos iniciales.

Ahora bien, suponiendo si se tuviera 1 kg por cada familia de material de cada componente, el total de ganancia subiría a 20.800 CLP, pero para lograr aquello hay que tener un volumen mínimo. Con este contexto se presenta la Figura 3-17.

Tabla 3-17. Cantidad LED para 1kg

Componente	Material	Peso en Gramos	Precio en kg CLP	Cantidad en kg para 1 kg
Casquillo	Aluminio	3 gr	1000	334
Disipador metalico	Au fundido	10 gr	1000	100
Difusor	Polycarbonato	5 gr	2700	200
Placa PCB	PCB	4 gr	9000	250
Cableado interno	Cu esmaltado	1,5 gr	7100	667
Total de ganancia estimada			20800	-

Fuente: Elaboración propia

Respecto a la Figura 3-17, se puede observar que se requieren a lo más 334 ampollitas Led para lograr 1 kg en cada ampollita, considerando que con 334 ampollitas se tiene el mínimo de Casquillos y holgura con los otros componentes. La tabla presenta la cantidad necesaria de ampollitas LED para lograr tener al menos 1kg de cada componente. Se estima que, teniendo 334 ampollitas, para lograr tener 1 kg en el componente que pesa menos y lograr tener como base el precio por kilogramo, teniendo mayor ganancia en el resto de componente con mayor peso la ganancia total es de 24.432 CLP. Se realizó el cálculo estimatorio con ampollitas LED dado que son las ampollitas más recurrentes en los hogares chilenos.

3.6. PERFILES DE CARGO

A continuación, se darán a conocer los posibles perfiles de cargo, de ser que la empresa logre la etapa de maduración. Esta sección fue confeccionada al fin de dar a conocer el porqué de cada perfil considerado y qué rol cumplirían en la empresa. mencionado se presentaba en la Tabla 3-7, en dónde se daba a conocer el costo de personal en una supuesta etapa de maduración. Cabe destacar que lograr llegar a esta etapa, depende

de las decisiones que tomen y ejecute la empresa mandante con las soluciones y resultados propuestos por el equipo.

Perfil de cargo 1: Ingeniero Civil industrial

Área: Producción y Operaciones

Objetivo del cargo: Supervisar, controlar y gestionar la producción de la empresa, y estar a cargo de la producción CNC.

Funciones principales: Planificar y coordinar los procesos productivos, gestionar pedidos, supervisar el cumplimiento de tiempos productivos. Implementar mejoras en el proceso productivo y calidad de producto. Guiar el proceso de manufactura CNC y cumplimiento de norma de seguridad.

Requisito del cargo: Titulado de estudios universitarios en Ingeniería Civil Industrial, idealmente con práctica o experiencia en CNC. Deseable con cursos de gestión de producción.

Modalidad: A tiempo completo, 8 horas diarias de lunes a viernes

Renta estimada: \$1.300.000 mensuales.

Perfil de cargo 2: Ingeniero Civil Telemático

Área: informática y electrónica

Objetivo del cargo: Mantenimiento de plataforma APP y armado de sistema electrónico.

Supervisión de conectividad de sistema con APP

Funciones principales: Realizar mantenimiento de la aplicación móvil, realizar conectividad de sensores electrónicos, realizar pruebas de conectividad de sensores con el sistema APP.

Requisito del cargo: Titulado de la carrera Ingeniería Civil Telemática, compatible también Ingeniería Electrónica.

Modalidad: Part-time 4 horas, de lunes a viernes.

Renta estimada: \$850.000

Perfil de cargo 3: Ingeniería comercial

Área: Planificación estratégica y Comercial

Objetivo del cargo: Apoyar la planificación estratégica del proyecto por medio de análisis de costos, ventas, evaluación de oportunidades y escalamiento. Se enfoca en cierres de semestres para aportar la toma de decisiones clave.

Funciones principales: Realizar análisis de costos, análisis de ventas y metas para el siguiente semestre, proponer estrategias de mejora o nuevos canales de comercialización, estudiar el análisis de recolección del semestre y presentar informes sobre recomendaciones estratégicas semestrales.

Requisito del cargo: Título universitario de Ingeniería Comercial, deseable manejo avanzado de Excel y conocimiento de análisis de data

Modalidad: 2 meses por semestre, extensibles a 3. Part-time, 5 días a la semana de lunes a viernes.

Renta estimada por dos meses: \$850.000, de extenderse el periodo se calcula proporcionalmente

Perfil de cargo 4: Técnico Universitario en Administración.

Área: Gestión y Finanzas

Objetivo del cargo: Mantener el control de las áreas de administración y gestión

Funciones principales: Realizar control de inventarios de insumo y productos, gestionar compra y ventas, incluyendo proveedores y cotizaciones, control de pagos y apoyo contable, manteniendo la base de datos de proveedores y cliente.

Requisitos del cargo: Título de Técnico en Administración, con formación en alguna de las siguientes áreas: control de Inventario o gestión de remuneración. Manejo de Excel.

Modalidad: Full-time 5 días a la semana de lunes a viernes, 8 horas diarias.

Renta estimada: \$800.000 mensuales

Perfil de cargo 4: Técnico Mecánico Industrial

Área: Operaciones

Objetivo del cargo: Realizar labores de manufactura y apoyo técnico, guiando a operadores y colaborando con manufactura especializada CNC y metalmecánica.

Funciones principales: Utilizar máquinas industriales, apoyar la manufactura CNC, uso de herramientas manuales mecánicas como esmeril angular. Soldadura MIG y lectura de planos. Cumplir con metas de producción.

Requisitos del cargo: Título de Técnico Industrial.

Modalidad: Full-time, 5 días a la semana, lunes a viernes, 8 horas diarias.

Renta estimada: \$750.000

Perfil de cargo 5: Técnico en mantenimiento industrial.

Área: Mantenimiento

Objetivos del cargo: Realizar mantenimiento industrial protocolar a equipos de gran tamaño y CNC.

Funciones principales: Ejecutar plan de mantenimiento semestral a máquinas industriales grandes, o CNC como por ejemplo Roto moldeadora, Dobladora, Impresora 3D, entre otros. Generar informes y documentación de respaldo por equipo del trabajo realizado.

Requisito del cargo: Técnico Universitario en mantenimiento industrial, con experiencia en máquinas industriales de al menos un año.

Modalidad: Part-Time, un mes al final de semestre, A tiempo completo: 8 horas.

Renta estimada: \$750.000

Perfil de cargo 6: Operador.

Área: Operaciones

Objetivos del cargo: Apoyar al equipo de producción mediante la fabricación de componentes, cumpliendo con metas establecidas, manteniendo el orden y seguridad.

Funciones principales: Utilizar maquinas industriales y manuales, realizando: cortes, doblados, pintado, lijado entre otras actividades. Seguir las órdenes del Técnico Mecánico a cargo. Cumplir con metas de producción utilizando los elementos de protección personal.

Requisito del cargo: Deseable con experiencia en producción. Habilidades manuales y disposición para aprender.

Modalidad: A tiempo completo 8 horas, de lunes a viernes

Renta estimada: \$630.000

Perfil de cargo 7: Personal de limpieza

Área: Mantenimiento

Objetivos del cargo: Apoyar al equipo de diversas áreas por medio de tareas de higienización de espacio y orden.

Funciones principales: Realizar rondas de limpieza como superficie, suelo, muebles, exceptuando las máquinas de producción. Limpieza de áreas como baño, oficinas, pasillos, entre otros. Manejo de químicos de limpieza.

Requisito del cargo: Responsabilidad, y atención a detalles.

Modalidad: Part time 4 horas diarias, de lunes a viernes (horario mañana o tarde conversable)

Renta estimada: \$300.000

Perfil de cargo 8: Chofer logístico

Área: logística- transporte

Objetivos del cargo: Brindar traslado a los contenedores modulares para ser entregados según el cliente indique, de forma segura y puntal.

Funciones principales: Realizar traslado de sistemas, recambio de cajoneras de contenedores asistiendo a sus ubicaciones en donde se encuentren ubicadas, realizar entrega de contenedores directamente a clientes o a los lugares solicitados.

Requisito del cargo: Licencia de conducir clase B.

Modalidad: Part time 4 horas diarias, de lunes a viernes horario mañana (9:30 AM-13:30 PM)

Renta estimada: \$450.000

3.7. ESCALABILIDAD DE DISEÑO DE CONTENEDOR MODULAR

En relación a la escalabilidad de la propuesta de diseño de contenedor modular, se considerará poner a prueba el volumen interno del contenedor modular, eliminando el elemento de la cajonera, por medio de cálculo de volumen, para analizar el posible porcentaje de ganancia respecto a otros residuos, de modo que, logre potenciarse este concepto de diseño en residuos de otra clasificación y mayor retorno, para o compensar el bajo retorno de las ampollitas lumínicas, convirtiendo el sistema vertical en un punto de reciclaje de diversos residuos, o la transformación del tipo de residuo que se busque reciclar.

Para tal motivo se considera que el volumen del contenedor modular es de aproximadamente $18.970.000 \text{ mm}^3$. Considerando que 1 litro son $1.000.000 \text{ mm}^3$, entonces, tendremos que:

$$\frac{18.970.000 \text{ L} * \text{mm}^3}{1.000.000 \text{ mm}^3} = 18,97 \text{ Litros}$$

Por ende, el contenedor tiene una capacidad aproximada en litros de 18,97. Ahora bien, se considerará para los siguientes ejemplos, la eliminación de la cajonera, puesto que no son residuos delicados los que se pondrán a prueba, y por lo mismo la eliminación de la barra interna del módulo, así como también la modificación de sistema de sensores, reemplazando el sensor de proximidad por un sensor ultrasónico HC-SR04. Este sensor lo que provoca es que medirá la distancia desde el techo del contenedor hasta el suelo, de modo que a medida que se acorte la distancia, significará que aumentará el índice de llenado. Para ello entonces, el precio de sensores disminuye, así como también el costo de manufactura del contenedor de residuo. En la Tabla 3-16 se presentan los costos de materiales del módulo universal, en dónde se puede observar que el costo es de 261.613 CLP, costo que se reduce respecto al contenedor original por eliminar los tornillos de la cajonera y eliminación del Acrílico o Poli metacrilato. Esta situación se repite, por ejemplo, en la Tabla 3-18, cuyo costo total por modulo en cuanto a sensores es de \$49.970,

que, calculando, considerando 3 módulos (dejando uno para recolección de ampollitas), entonces el costo sería de \$149.910 en sensores.

Tabla 3-18. Costos materiales y/o equipos modulo Universal

Material y/o elemento.	Precio	Cantidad	Total CLP	Total UF
Tubo Aluminio 30 mmx1000m (Tienda MastilBoom)	\$53.103	1	53103	1,35
Perfil cerrado 50x30 mmx6 mm	\$16.990	1	16990	0,43
Pletina (3x25x6)- Tienda Sodimac	\$8.690	2	8690	0,23
PLA Rojo 1kg -Tienda Todo Tor	\$10.000	14	140000	3,56
Tornillos M3x10 10 UNID (Tienda Rambal)	\$1.200	5	6000	0,15
Brocha (Tienda Sodimac)	\$2.804	1	2804	0,07
Lijadora pulidora pequeña (Tienda Mercado Libre)	\$11.431	1	11431	0,29
Taladro (Tienda Sodimac)	\$18.990	1	18990	0,48
Antiparra (Tienda Sodimac)	\$1.415	1	1415	0,04
Pack Lija velcro 40 60 80 100 (Tienda Mercado Libre)	\$5.790	1	5790	0,15
Total:			265213	6,75

Fuente: Tabla realizada por la autora

En relación con la Tabla 3-17, se presenta el costo total de manufactura, considerando, el costo de 3 módulos universales y 1 módulo para ampollitas lumínicas, por ejemplo, en el costo de sensores, el total por módulo universal es 70.772 pesos, considerando 3 módulos asciende a 212.316 CLP, adicional, un módulo con sistema de ampollitas es un total de \$87.795, cuya sumatoria es de \$300111, en costo de sensores. Cabe destacar que se considera el mismo costo de manufactura del módulo, puesto que no se está considerando un cambio radical de este. De hecho, la apertura podría hacerse un poco más arriba, dado que ángulo de inclinación del triángulo posibilita una mejor dispersión del residuo dentro de este, generando una oportunidad de ergonomía para el llenado de residuo. Más allá de todo esto, esta etapa es algo estimada puesto que escapa

del tema específico de ampolletas, pero si se enlaza considerando una solución para mejor sobrevivencia del proyecto. Finalmente, el costo del contenedor universal es de 1.170.684 presentado en la Tabla 3-20.

Tabla 3-19. Costos Sensores contenedor universal mixto

Componente electrónico de modulo universal	Costo unitario en CLP	Cantidad por modulo	Cantidad sist. Completo	Costo por módulo CLP	Costo sistema completo CLP	Costo sistema completo UF
Sensor de proximidad	1950	4	16	7800	31200	0,79
Módulo GSM/GPRS 2G	11238	1	4	11238	44952	0,29
Módulo TP 40-56	1434	4	16	5736	22944	0,58
Batería de Litio	2499	2	6	4998	14994	0,38
Arduino Uno	24990	1	4	24990	99960	2,55
Booster Step Up XL 6009	4015	2	6	8030	24090	0,61
Módulo cargador LiPo TP4056	3990	2	8	7980	31920	0,81
Total costo sensores electrónicos				70772	270060	6,01

Fuente: Tabla realizada por la autora

3.7.1. Escalabilidad respecto a ganancia por recolección

Tabla 3-20. Costo manufactura contenedor universal

Costo manufactura contenedor universal	Materia	Total CLP	Total UF
	Manufactura estructura	135000	3,44
	Manufactura módulos	467864	11,91
	Costo sensores	300111	7,64
	Material y/o equipos	265213	6,75
Total sin consumo eléctrico	-	1168188	28,16
	Consumo eléctrico	624	0,02
Total con consumo eléctrico	-	1170684	57,92

Fuente: Elaboración propia

Habiéndose mencionado los costos de manufactura continuación, se presenta una estimación de ganancia con módulos universales, la modificación del sensor que toma las medidas de llenado y la capacidad en litros de un módulo universal (sin cajonera), a continuación se abordará el proyecto, bajo el porcentaje de ganancia, de un residuo de alto retorno, por cálculo de litros en llenado, (volumen ocupado), para estimar porcentaje de

ganancia que si asegura un mayor porcentaje de retorno, este sistema esta confeccionado como opción para apoyar el retorno, es decir, ingresos por cantidad de residuos vendidos en kilogramo, los costos se encuentran presentes en la Tabla 3-20. Y a su vez, potenciar el negocio de venta de contenedor modular para otro tipo de residuos, que, al ser universal, puede generar una mayor apertura en el mercado, que indirectamente, también afectará al uso de aplicación móvil, cobro por ella, ya sea por anuncios (al ser más usada cobra atractivo para anuncios) o por funciones premium para clientes B2B. Con esto estratégicamente se calculará el costo en kilogramo de latas, los que suelen estar en los listados de compra por kilogramo de residuo.

- Volumen de una lata aplastada: de forma una lata aplastada tiene un volumen de entre 30-60 cm^3 .
- Peso en gramos y kilogramos de Latas de bebida: una lata de 330 ml pesa 10,6 gr y de 335 ml pesa 11.5 o 12 gr aproximadamente, según la página Kade Aluminium.
- Volumen útil del contenedor: Respecto a la cantidad de cajas que entran por modulo se realizara por medio de la siguiente expresión: $Cantidad\ de\ Tetrapack = \frac{Volumen\ útil\ del\ contenedor}{volumen\ real\ de\ cajas}$. Para realizar dicho cálculo se establece que hay que restar cierta cantidad del volumen útil del contenedor dada la distancia que requieren los sensores, por ello, se considerará resguardar el 15 % de la cantidad de volumen útil. Por tal motivo, el volumen útil total del contenedor será aproximadamente 16.124 cm^3 .
- Cantidad de cajas Tetrapak que entran por módulo.
 - Lata volumen 30: $\frac{16.124\ cm^3}{30\ cm^3} = 531\ Latas$
 - Lata volumen 60: $\frac{16.214\ cm^3}{60\ cm^3} = 268\ Latas$

Considerando todos estos antecedentes mencionados, entonces se presenta la Tabla 3-21. Respecto a esta se concluye que el mayor valor a alcanzar es de \$ 2509, no obstante, un valor más realista debiese ser similar a \$2160 que es el 50 y 50, es muy difícil que el llenado sea así, pero puede ser un valor más arriba y más bajo que este. Por

lo mismo se reducirá el monto a 1980 CLP, considerado un 70% latas de 350 porque son las más comunes.

Tabla 3-21. Costo ganancia latas

Latas	Peso en gr / kg	Cantidad por módulo max	Precio CLP en kg	Cantidad de kg de lata	Total en CLP modulo completo	Cantidad kg, distribuidos en 50 y 50	Sólo mitad 330 ml	Sólo mitad 335 ml
330 ml	0.0105 kg	531	450	5,6	\$2.509	2,8	255	
335 ml	0.012 kg	268	450	4,0	\$1.447	2		134 latas
Total CLP	-		-			2160	1205	725
Total UF						0,05	0,03	0,02

Fuente: Elaboración propia

Si se considera una ganancia aproximada de 1980 CLP por módulo, entre los 3 módulos por primer llenado tendremos una ganancia de 5940 CLP, más los 1184 CLP de ganancia por el módulo de ampolleta, refleja un total de 7124 CLP. Cabe destacar que la cifra de llenado puede variar dado el tipo de lata, por ejemplo, en el mejor de los escenarios, se tendría una ganancia de 7521 pesos por los 3 módulos de latas más un módulo de ampolleta sería 8705 CLP. Si bien podría parecer que es una mala ganancia, la situación es distinta, porque las latas son un residuo de alto retorno, por ende, se espera mayor cantidad de retiro de material, y/o llenado.

Respecto a la plataforma planeta limpio, declara que cada chileno desecha 13 kilos de latas anuales, es decir, si una persona en un año reciclara las latas en el contenedor, se tendría una ganancia de 5850 CLP por persona. Considerando que la cantidad de habitantes a nivel nacional es de 18.480.432 para el Censo de 2024, adicionalmente, señalando el estudio de la encuesta CADEM que asevera que semanalmente solo un 22% de la población recicla latas semanalmente, entonces, 4.065.594 chilenos reciclan al menos una vez a la semana una lata. Ahora bien, si se considera que cada chileno anualmente desecha 13 kilos de lata, entonces la ganancia nacional por su reciclaje es \$ 23.784.900. Ahora bien, si se enfoca en el ámbito regional, considerando una cantidad de

1.967.331 habitantes, entonces el porcentaje de ganancia anual de reciclaje de latas en la región es de 2.500.000 millones. Ahora bien, por su puesto hay que considerar que no todos reciclaran exactamente tal cantidad y otras personas más que otras, y que existen otros contenedores de reciclaje en donde puede llegar la ganancia, no obstante, el asunto es demostrar hipotéticamente, cuanto puede aumentar la ganancia en el tiempo por cantidad de personas un residuo de alto retorno, en contraposición de la ampollita lumínica, que por lo bajo su vida son 50.000 horas encendida. También cabe destacar el lugar en dónde pueda situarse el contenedor, y qué residuos adicionales se puede agregar por modulo. Puesto que resulta interesante que cada módulo tenga un residuo distinto, de modo que se logre investigar que residuo genera más ganancia por llenado, acompañando al módulo de ampollita lumínica. No resulta una problemática que se llene prontamente un módulo de un tipo específico de residuo, dado que al ser modulares puede vaciarse hasta dos veces en un día de ser necesario, porque no incurre en gastos de transporte de camiones industriales. Por ende, la posible solución al bajo retorno de las ampollitas lumínicas es acompañar el módulo de ampollitas con residuos de alto retorno que generan mayor ganancia, llenado constante, en donde será mejor, que cada módulo sea un material distinto, para ampliar la base estadística y generar retorno aprovechando estratégicamente el espacio.

CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

Si bien la ley REP buscó generar mayor conciencia acerca de la responsabilidad de los residuos generados por las empresas, aún existe carencia, en los sistemas electrónicos y aparatos con sustancias riesgosas para la salud. Resulta complejo poder tomar acción de estos residuos dada la viabilidad del sistema de reciclaje, retorno o ganancia y sobrevivencia de estos, causado por sus rarezas, o por tener vidas útiles muy largas, además, por la voluntad de los usuarios. Un ejemplo demostrado de esto fue el presente proyecto. Si bien la ampolleta lumínica se encuentra en el diario vivir de las personas, pueden pasar años antes de cambiarlas, generando una dificultad para la sobrevivencia del proyecto. Ahora bien, el proyecto genera una nueva perspectiva e invitación hacia el diseño de contenedores, añadiendo la condición de modularidad inteligente, que apunta a la reducción de costos por traslado de grandes contenedores y a su vez inteligencia de datos para una mejor toma de, generando un sistema de proyectos de reciclaje estratégico viable, junto con la innovación del área de diseño industrial respecto a la ergonomía modular de módulos de reciclaje enfocado en el residuo.

Respecto a las soluciones y conclusiones enfocadas en este proyecto, se recomienda explotar el servicio de la aplicación móvil, hacia un sistema universal, por medio del desarrollo de sistema de contenedores de reciclaje modulares universales, porque amplía completamente la posibilidad de negocio, ya sea por un sistema innovador de contenedor bajo la gestión de residuos eficiente e inteligente, como para la diversificación de residuos, logrando optar a un mayor posicionamiento en el mercado. Se recomienda a su vez, respecto al diseño, escalar el prototipo desarrollado, que presente desarrollo electrónico en cuanto a sistema de enfriamiento para el cuidado del sistema. Dado lo anterior, se recomienda que el contenedor se ubique en zonas techadas dado los crecientes números de desastres climáticos. También, se sugiere, explotar el sector del marketing del sistema, dado que así se puede llegar a nuevos sectores, pero el equipo interno no posee tales conocimientos. Adicionalmente se recomienda optar por financiamiento público dado que el proyecto puede ser trabajado con municipalidades, comunas y departamentos sociales, logrando así un mayor alcance.

BIBLIOGRAFÍA

https://fch.cl/wp-content/uploads/2020/07/manual-rep-y-raee_digital.pdf

www.formatoverde.com/soterrados/que-es-un-soterrado.aspx

www.ecocontenedores.cl/productos/contenedor-iglu-campana/

www.ecocontenedores.cl/productos/fabricacion-de-contenedor-metalico-abierto-de-10m3/

<https://www.ecocontenedores.cl/productos/jaulas-para-reciclaje-de-materiales-como-cartón-y-plástico/>

www.technostore.cl/contenedor-basurero-plastico-con-ruedas-verde-660-lts-soin-copiar?gclid=Cj0KCQjwxuCnBhDLARIsAB-cq1qbtG3xrYACaDYuFDqRjp0hD0NaiSc6-eYzaTBuydJYA87fa8VNIXQaAgblEALw_wcB

www.apanio.com/reciecochile/producto/3021/contenedor-apilable-reciclaje

www.apanio.com/reciecochile/producto/3021/contenedor-apilable-reciclaje

<https://wapp4.corfo.cl/archivos/WCSCONTI/CONV/1476734111183/NiveldeMadurezaTecnologiaTRL.pdf>

https://articulo.mercadolibre.cl/MLC-1773487426-contenedor-industrial-1100-lts-verde-_JM#position=41&search_layout=stack&type=item&tracking_id=5865f1c6-009f-40e0-8d56-ced000691edc

https://articulo.mercadolibre.cl/MLC-555010413-5-contenedores-reciclaje-incluye-despacho-santiago-_JM#position=1&search_layout=stack&type=item&tracking_id=f70792a1-8c95-40b7-a24d-40df13504377

https://www.alibaba.com/product-detail/6cbm-marrel-skip-bins-steel-scrap_1600160937395.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_price.6e5a4739uyenzM

<https://spanish.alibaba.com/product-detail/RNKJ-recycling-recycling-smart-bin-sorting-1601224128956.html>

https://www.alibaba.com/product-detail/Garbage-Bin-Outdoor-LD-1100A-P_1600216412646.html?spm=a2700.galleryofferlist.p_offer.d_price.6e5a4739uyenzM&s=p

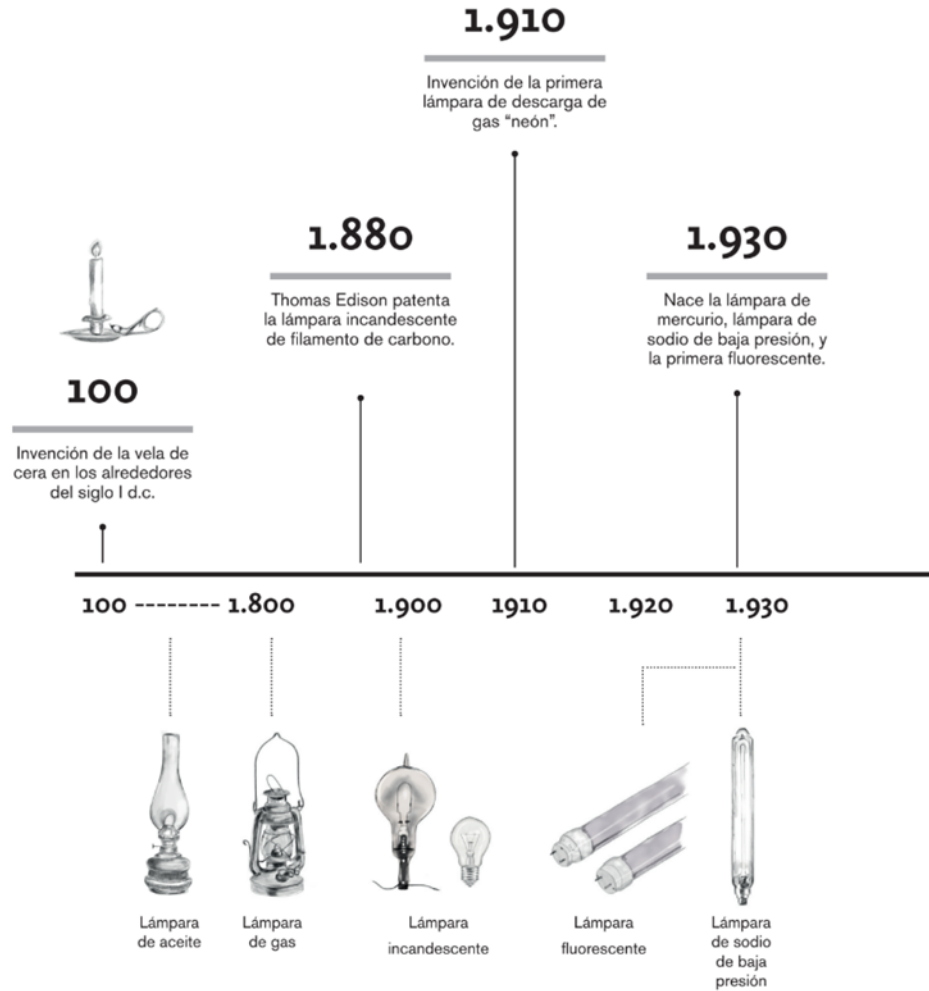
Link archivos prototipo virtual:

<https://myusm23.autodesk360.com/g/projects/20250707949172106/data/dXJuOmFkc2sud2lwcHJvZDpmcy5mb2xkZXI6Y28uLW5yLUxMZXFzMy0xM3E3NXVrcXlWUQ=>
=

ANEXOS.

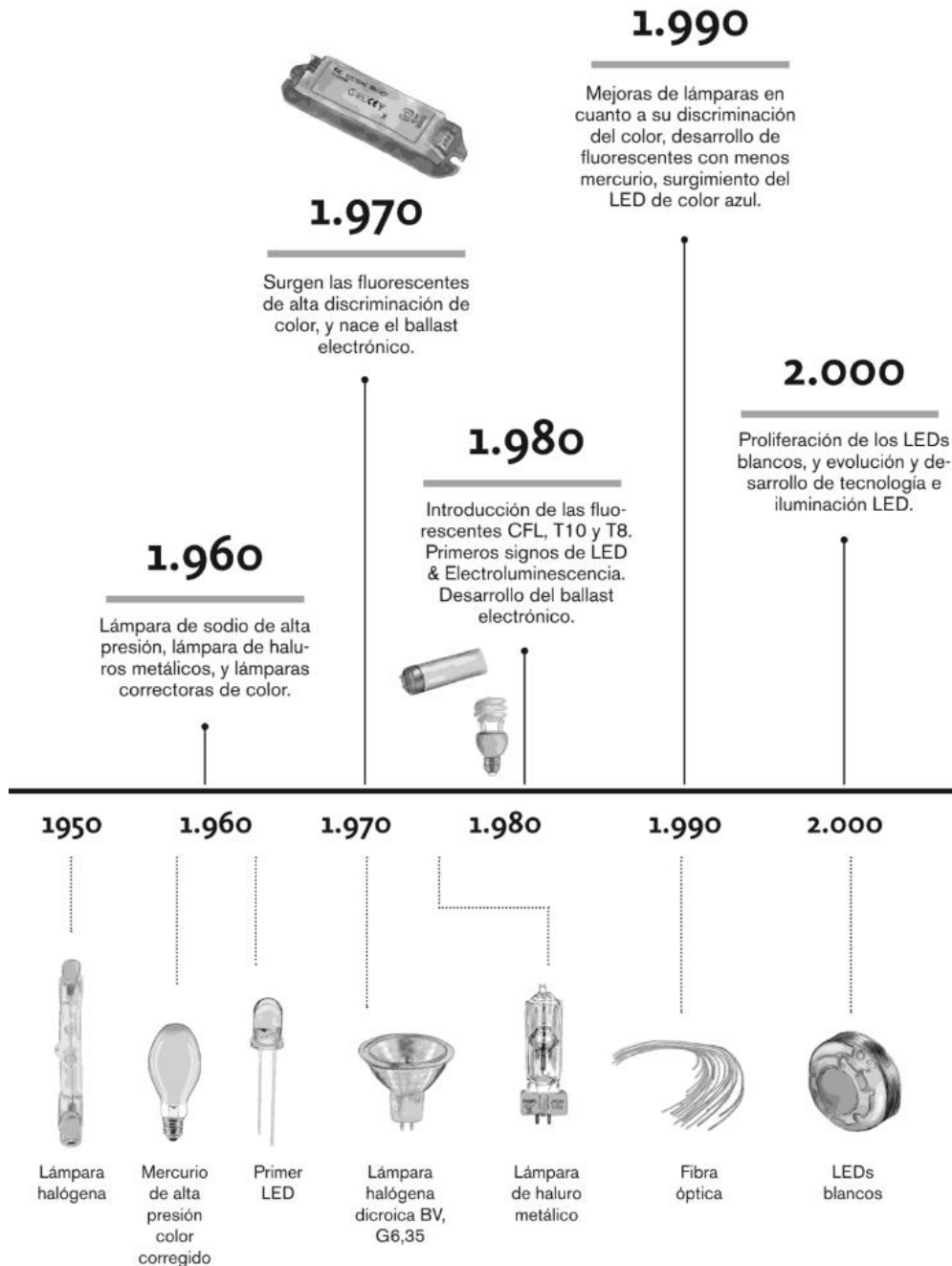
ANEXO DE IMÁGENES

Anexo A. Línea de tiempo uno



FUENTE: extraído de Covarrubias, D. L. (2019). Manual práctico de iluminación. Alpha Editorial.

Anexo B. Línea de tiempo dos



Philipps (1985) Pag. 7 - 27

Anexo C. Material Incandescente

Nombre tipo ampollita.	Componente	Materialidad
Incandescente.	Difusor o Ampolleta	Vidrio
	Filamento	Filamento de Tungsteno o Wolframio
	Gas Inerte	Nitrógeno y Argón.
	Casquillo	Latón, Aluminio, Baquelita.

Nota: tabla confeccionada por el autor.

ANEXO D. Material ampollita LED

Nombren ampolleta.	tipo	Componente	Materialidad
LED		Disipador.	Aluminio, Magnesio o Cerámica.
		Placa base	Aluminio o Cobre.
		Chip.	Carburo de silicio. Capa de protección de Policarbonato.
		LED	
		Disipador. Contactos	Cerámica o aluminio.
		Difusor.	Policarbonato o acrílico.
		Casquillo.	• Plástico termo resistente, como el policarbonato. • Aluminio.

FUENTE: Tabla realizada por la autora

Anexo E. Material Haluro Metálico

Nombren ampolleta.	tipo	Componente	Materialidad
Haluro Metálico.		Tubo de carga.	Cristal de Cuarzo.
		Electrodos.	Tungsteno.
		Gases Internos.	Argón/ Neón/ Mercurio Flúor.
		Gases	Cloro.
		Halógenos.	Bromo. Yodo. Ástato. Yoduro de Indio. Sodio. Talio. Escandio. Litio.

FUENTE: tabla confeccionada por el autor.

Anexo F. Exposición contaminación uno

Área.	Forma de contaminación.
Exposición a la comunidad	Exposición por comida, agua o aire.
Contaminación ambiental	Lixiviación de sustancias al vertedero o componentes electrónicos almacenados. Partículas, dioxonas, furanos obtenidos de desmantelar componentes electrónicos. Contaminantes que entran en los sistemas de agua y cadena alimentaria a través del ganado, los pescados y cultivos.
Exposición ocupacional	Inhalar gases de cables ardiendo y de circuitos de cocina. Mujeres embarazadas que trabajan como recicladoras (exposición de los fetos)
Niños	Ingestión de polvo contaminado en las superficies Jugar con elementos electrónicos desmantelados. Niños y adolescentes que trabajen en la recogida, desmantelamiento y reciclaje.

Nota: Datos extraídos de: (Vanesa Forti, 2020)

Anexo G. Exposición de contaminación dos

Área.	Forma de contaminación.
Exposición a la comunidad	Exposición por comida, agua o aire.
Contaminación ambiental	Lixiviación de sustancias al vertedero o componentes electrónicos almacenados. Partículas, dioxonas, furanos obtenidos de dismantelar componentes electrónicos. Contaminantes que entran en los sistemas de agua y cadena alimentaria a través del ganado, los pescados y cultivos.
Exposición ocupacional	Inhalar gases de cables ardiendo y de circuitos de cocina. Mujeres embarazadas que trabajan como recicladoras (exposición de los fetos)
Niños	Ingestión de polvo contaminado en las superficies Jugar con elementos electrónicos dismantelados. Niños y adolescentes que trabajen en la recogida, dismantelamiento y reciclaje.

Nota: Datos extraídos de: (Vanesa Forti, 2020)

Anexo H. Riesgo en niños

Grupo de personas.	Riesgos a la salud.
Niños.	Problemas de nacimiento. Efectos al sistema inmunológico. Aumento o disminución del crecimiento. Efectos sobre la función pulmonar Alteración al desarrollo neurológico, aprendizaje problemático y alteraciones conductuales. Pérdida en la memoria olfativa Cambios en el ADN y en la expresión genética Pérdida de audición. Coagulación súbita de la sangre Cambios en la regulación cardiovascular. Disfunción en la función Tiroidea.

Nota: Datos extraídos de: (Vanesa Forti, 2020)

Anexo I. Riesgo trabajadores reciclaje-e

Trabajadores de Reciclaje-e	Riesgos y causas en la salud.
	Estrés Dolores de cabeza Dificultad para respirar Dolor de pecho. Debilidad y mareos Daños en el ADN Función Hepática Trastornos reproductivos

Nota: Datos extraídos de: (Vanesa Forti, 2020)

Anexo J. Contendor inteligente

Pantallas Interactivas

- ▶ Información personalizable.
- ▶ Datos en vivo de los residuos desechados.

Apertura

- ▶ Sensor que detecta la entrada de un desecho.

Señalética

- ▶ Facilita la separación de residuos.
- ▶ Permite brandeo completo.



Anexo K. Patentes

Patente.	Inventor (es)	Identificador.	Fecha	CIP	CPC
Método de z Composición y Dispositivos para el Almacenamiento, Transporte, Eliminación y Reciclaje seguro de Bombillas de Luces que contienen Mercurio.		US2009905122A1	16-04-2009	A62D3/33; B65D81/18; B65D85/42; bC22B43/00	B65D85/42(EP, EE. UU); C22B3/24 (EP, EE. UU); C22B43/00 (EP, EE. UU); C22B7/005 (EP, EE. UU); B65F2240/148(EP, EE. UU); Y02P10/20 (EP, EE. UU);
Método de reciclaje de sustancias fluorescentes para lámparas fluorescentes recicladas y aparatos de iluminación que las utilizan.	TAMURA NOBUHIRO (JP); IZUMI MASAHIRO (JP); SHIOZAKI MITSURU (JP); HATAKEYAMA KEIJI (JP); YORIFUJI TAKASHI (JP); NAKAMURA MITSUMORI (JP); YOTSUYANAGI MASAHIKO (JP).	EP1138741A2 EP1138741A3 Kr100419741B1 KR20010095100A TW494438B	04-10-2001	C09K11/01; C09K11/02; H01J91/44; H01J9/52; (IPC1-7); CO9K11/01;	C09K11/01; (EPKr); C09k11/025 (EP); C0K911/08 (PE);H01J61/44 (PE);Y02W30/50 (PE);

Nota: Taba hecha por el autor.

Anexo L. Porter

Amenaza nuevos entrantes. BAJA.	-Regulación de la industria por parte del Gobierno. -Acceso a canales de distribución -Producto cuyo proceso es bajo normas legislativas. -Producto diferenciado. -Baja identificación de escala.
Poder de negociación de los proveedores. (ALTO)	-Gran cantidad de proveedores. -Amenaza de los proveedores de integración hacia adelante. -Empresas podrían ser socios para proveer.
Poder de negociación de los clientes. (MEDIO)	-Gran cantidad de proveedores. -Baja posibilidad de poder escoger otro producto igual. -Alta posibilidad de escoger productos genéricos.
Amenaza de productos sustitutos. BAJA	-Hasta el momento no existe producto industrial implementado en el mercado. -Podría haber productos artesanales implementado en el mercado.
Rivalidad entre competidores. BAJA.	No hay competidores acerca del reciclaje de ampollitas en la región.

Nota: Tabla confeccionada por el autor.

Anexo M. Modelo Canvas

8.Socios claves -Ministerio del Medio ambiente. -Municipalidades. -Organizaciones Sociales. -Inversionistas. -Lideres medioambientales. -Influencer medioambiental.	7.Actividades Claves. -Investigación de sistema de reciclaje actual, características de materialidad y cantidad de residuos estimados. -Estructuración de propaganda educativa. -Diseño de sistema de programación de sensores y aplicación móvil. -Diseño de estructura del contenedor. -Diseño de metodología y evaluación de viabilidad. -Desarrollo de tecnología diseñada. -Gestión de suscripciones y pagos. -Gestión de clientes. -Marketing y venta. 6.Recursos claves. Recurso material: -Insumos de materiales para fabricación. -Equipos para fabricación de contenedores. -Insumo de sensores electrónicos. -Insumo de tecnología para programación y mantención de aplicación. Recurso intelectual-personas: -Diseñador Industrial o Ing. en diseño. -Programador o ingeniero relacionado a desarrollo de aplicaciones y/o programación. -Ingeniero en administración, comercial o de proyecto. -Publicista o perfil relacionado al Marketing.	2.Propuesta de valor. -Diseño pionero a nivel nacional de sistema de reciclaje de luminaria. -Sistema de reciclaje de luminaria inteligente para mejorar la gestión de residuos. -Sistema de recolección asociado a app para una mejor retención de usuario y conectividad con ellos. -Disminuir el residuo contaminante lumínico. -Ayuda a la toma de decisión de diseño ecológico para gestionar residuos lumínicos y obtener eficiencia y eficacia. -Sistema desarmable único en contenedores inteligentes, lo que reduce el costo de recolección y mantenimiento de contenedores.	4.Relación con los clientes. -Programa de fidelización -Propagandas de educación y difusión. -Descuento en membresía de app los primeros meses. -Encuesta de Satisfacción por medio de la app. -Crear la visión de activismo por participación en el proceso del reciclaje. -Embajador de marca. -Capacitación de uso de aplicación móvil. 3.Canales. -Escaneo de Qr de aplicación en contenedores. -Web de ventas. -Por medio de la publicidad educativa. -Ferias de emprendimientos y/o empresas Gestoras o de Diseño ecológico. -Por medio de la aparición de contenedores inteligentes de otros clientes, los que darán antecedentes de existencia de ellos y empresa. -Redes sociales.	1.Segmento de clientes. <u>Persona jurídica:</u> Empresas privadas o estatal, con fines de lucro, interesadas en mejorar su gestión de residuos y mejorar su imagen para generar ventaja competitiva. Se caracteriza por tener alta capacidad económica, e interés en la innovación institucional. Se considera la empresa mandante dentro de este perfil. <u>Persona jurídica social:</u> Municipalidades, centro de vecinos, organizaciones medioambientales, que busquen mejorar una comunidad por medio del reciclaje, en la Región de Valparaíso, Chile. <u>Persona Jurídica Gestora de residuo:</u> empresas que ya sean gestoras de residuo que tengan interés en mejorar su capacidad administrativa, o implementar un nuevo rubro de reciclaje en sus servicios, en la Región de Valparaíso, Chile.
9.Estructura de Costos. -Transporte. -Gasto en equipo industrial de reciclaje. -Inversión en manufactura contenedores de reciclaje. -Inversión en mantención de aplicación. -Inversión en mantención de contenedores de reciclaje. -Inversión en el mantenimiento en equipo que posibilite la conexión de datos y redes. -Sueldos. -Servicios de luz, internet, agua, arriendo.			5.Fuentes de ingresos. -Ingreso por publicidad. -Suscripción. Por medio de la aplicación para empresas para tener mas funciones en la aplicación. -Arriendo de contenedores. -Pago por una vez. Por ejemplo, pagar una vez el o los contenedores. -Facturación mensual o anual.	

Anexo N. Mercado costos

Marca o plataforma.	Industrial.	Soterrado.	De campana	Metálico poli- brazo	De Jaula	De pedestal	Tipo basurero polímero.	Apilable desmontable.	SmartBin
Gert							\$154.990 CLP + IVA	-	
Plastigen							\$237.830 CLP		
Ingequipos.						\$353.900 CLP	\$249.990 CLP		
Tienda multi envases online [3]									\$8.338.806
Plataforma externa Mercado Libre. [1]							\$227.994 CLP	\$26.000 CLP	
Plataforma externa, Alibaba [1]	\$752.065 CLP	\$231.158 CLP					173.018 CLP		
Plataforma externa Alibaba [2]									\$2.500.000

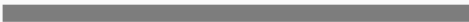
FUENTE: Extraído de plataformas Mercado Libre y Alibaba.

Anexo O. Antecedente encuesta uno

Pregunta	Recuento	Puntuación	No importante (1)	Poco importante (2)	Importante (3)	Muy importante (4)
Posición del residuo	2	3				
Traslado del residuo	2	3.5				
Estructura de contenedor de reciclaje (resistencia)	2	3.5				
Ergonomía del contenedor.	2	3.5				
Manipulación del contendor	2	4				
Promedio		3.5				

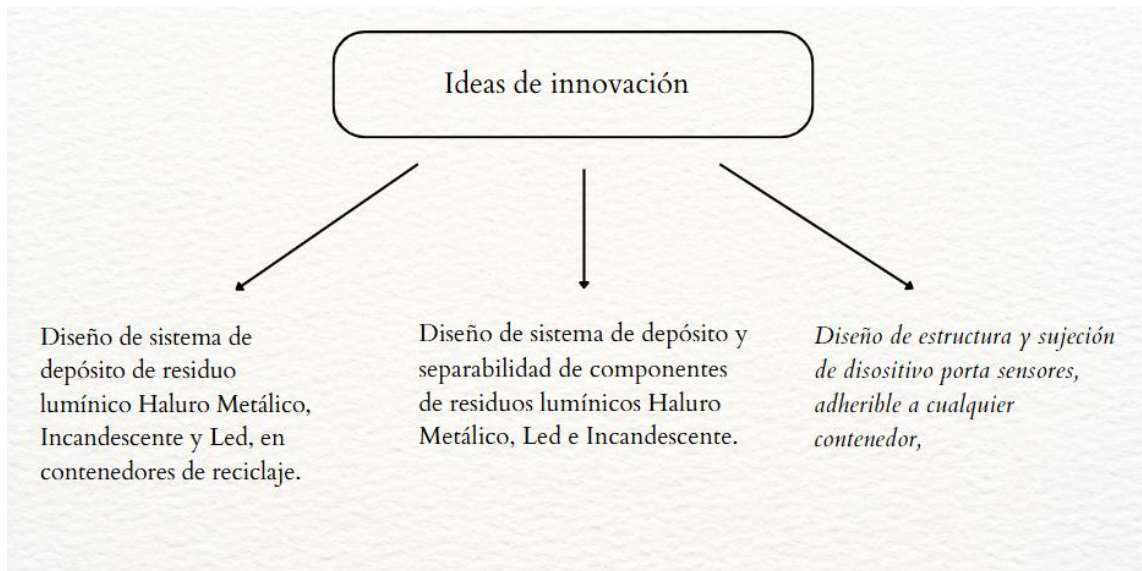
Fuente: Antecedentes generados por el autor

Anexo P. Antecedentes encuesta dos

Pregunta	Recuento	Puntuación	Muy Insatisfecho (1)	Insatisfecho (2)	Satisfecho (3)	Muy Satisfecho (4)
Seguridad de los residuos en los contenedores de reciclaje.	2	2.5				
Ergonomía para depositar residuo en el contenedor.	2	3				
Indicaciones para dividir y/o separar residuos.	2	3.5				
Ubicación.	2	3				
Rigidez o estructura para soportar residuos.	2	3				
Promedio		3				

Fuente: Antecedentes generados por el autor.

Anexo Q. Alternativas de innovación



Fuente: Antecedentes generados por el autor.

Anexo R. Alternativa uno.

	• Se debe considerar un sistema de depósito o que permita el posicionamiento de ampolletas en el contenedor.
Diseño de sistema de depósito de residuo luminoso Haluro metálico, LED e Incandescente, en contenedores de reciclaje.	• Se deberá considerar que el sistema de depósito no dañe los aparatos de luminaria. • Se deberá considerar que el diseño de sistema de posicionamiento de ampolletas no dañe el sistema de sensores del contenedor. • Se deberá considerar que el sistema de acomodación de ampolletas, o de almacenamiento, permita el traslado de las ampolletas sin que se rompan. • Se deberá considerar medidas de ergonomía y antropometría de usuarios bajo cualquier condición.

Fuente: Antecedentes generados por el autor.

Anexo S. Alternativa dos.

Diseño de sistema de depósito y separabilidad de componentes de residuo lumínico Haluro metálico, LED e Incandescente	• Se debe considerar un sistema de depósito o recepción para los principales componentes. • Se deberá considerar que el sistema de depósito sea hermético para evitar propagación de gases. • Se deberá considerar que el diseño del sistema posea un mecanismo de absorción de gases liberados. • Se deberá considerar que el sistema logre la separabilidad de los principales componentes. • Se deberá considerar que el sistema tenga un depósito para los componentes de los residuos separados. • Se deberá considerar en el diseño del sistema estructural la posibilidad de extracción de los elementos de los componentes separados sin mezclarse entre ellos. • Se deberá considerar que el diseño del sistema logre resistir el esfuerzo aplicado para separar componentes. • Se deberá considerar medidas de ergonomía y antropometría de usuarios bajo cualquier condición.
---	---

Fuente: Antecedentes generados por el autor

ANEXO T. Alternativa tres

Diseño de estructura y sujeción de dispositivo porta sensores adheribles a cualquier contenedor de reciclaje.	• Se debe considerar un sistema estructural del dispositivo que pueda resistir las cargas que sometan los sensores. • Se deberá considerar que el sistema de sujeción del dispositivo sea de fácil instalación. • Se deberá considerar que el dispositivo brinde las cualidades necesarias de funcionamiento de sensores, ya sea temperaturas, inclinación, posicionamiento, fuente de energía, necesarias para asegurar su funcionamiento. • Se deberá considerar medidas de ergonomía y antropometría de usuarios bajo cualquier condición.
---	--

Fuente: Antecedentes generados por el autor

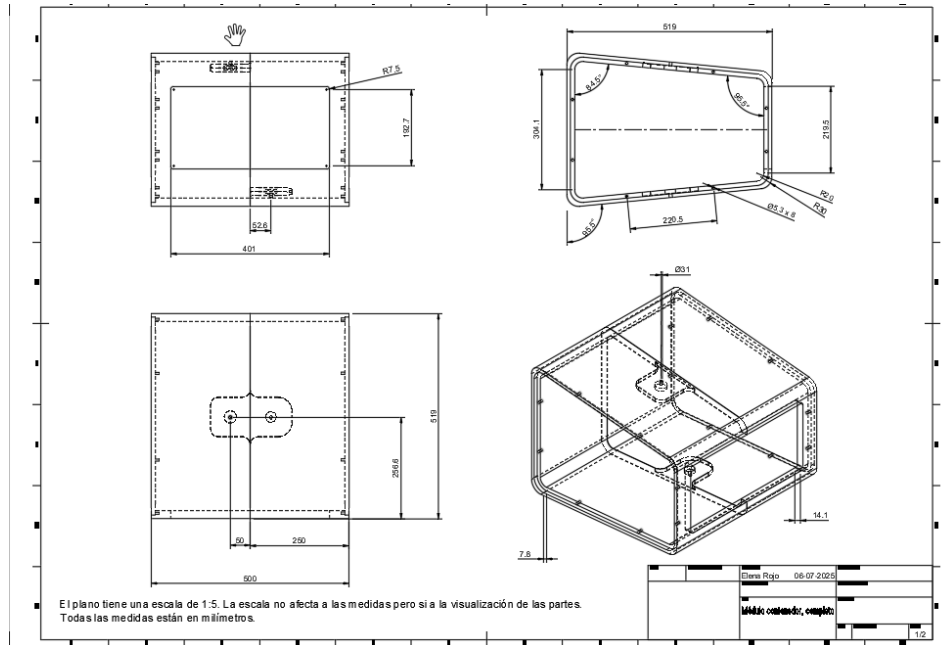
Anexo U. Lámina contexto estratégico



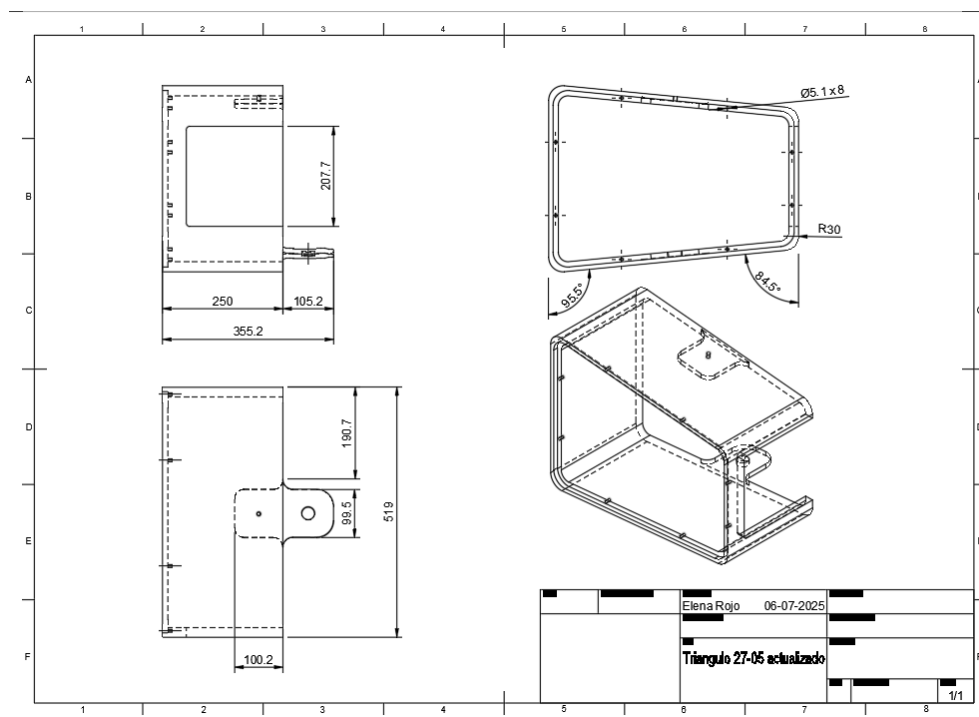
Fuente: Antecedentes generados por el autor

ANEXO DE PLANIMETRÍA

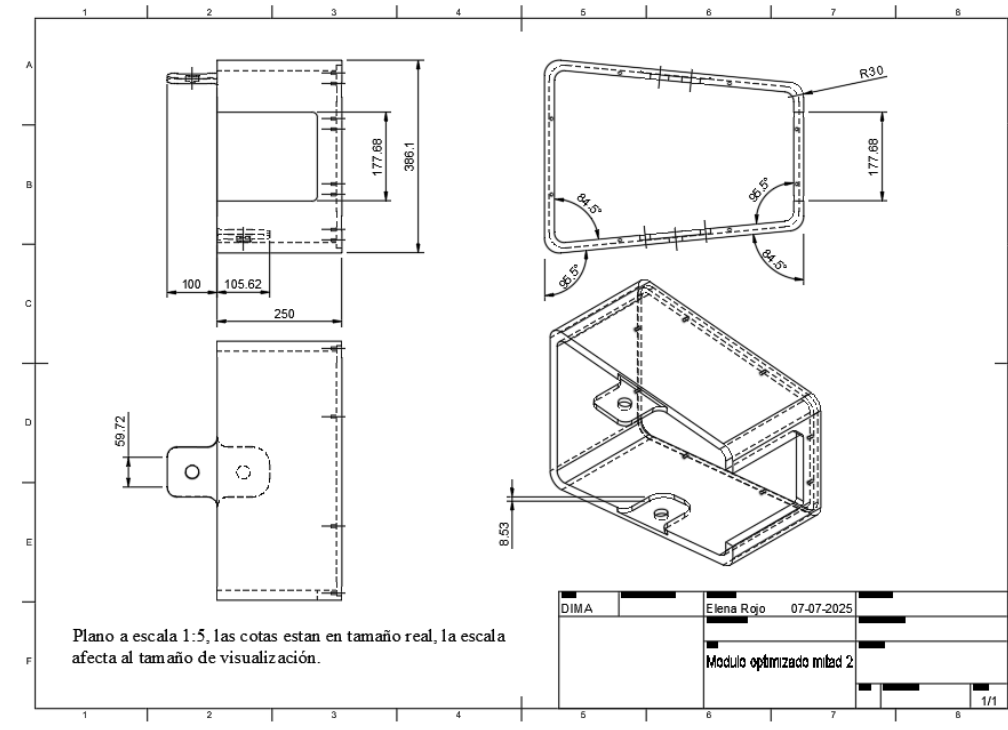
Anexo A. Modulo general ensamblado



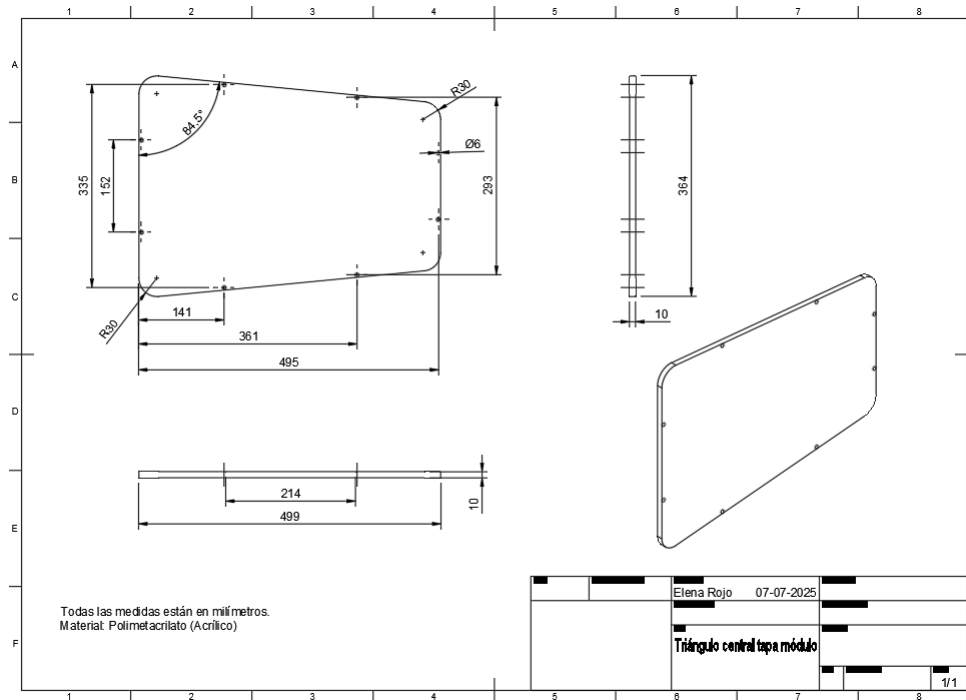
Anexo B. Módulo optimizado izquierda



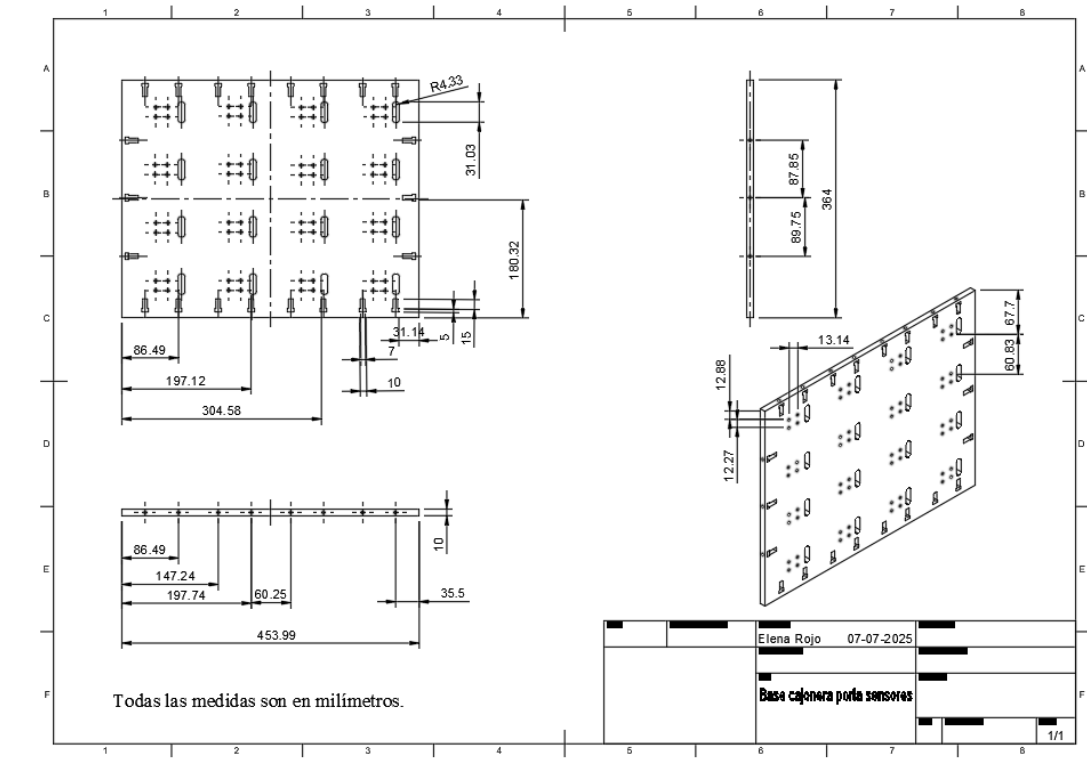
Anexo C. Módulo optimizado derecha



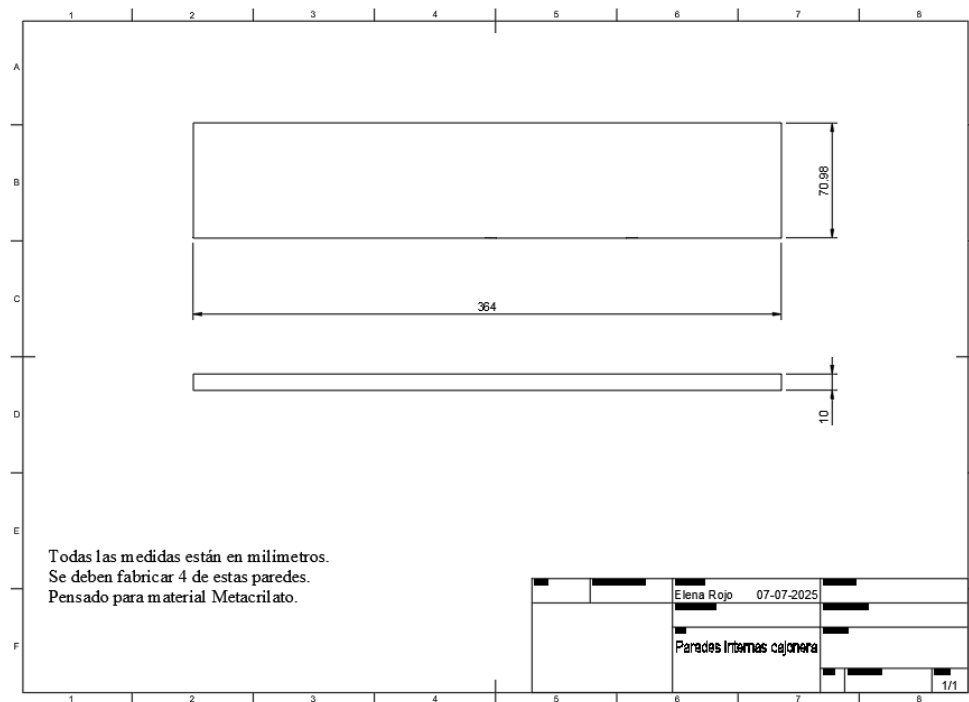
Anexo D. Triángulo tapa módulo



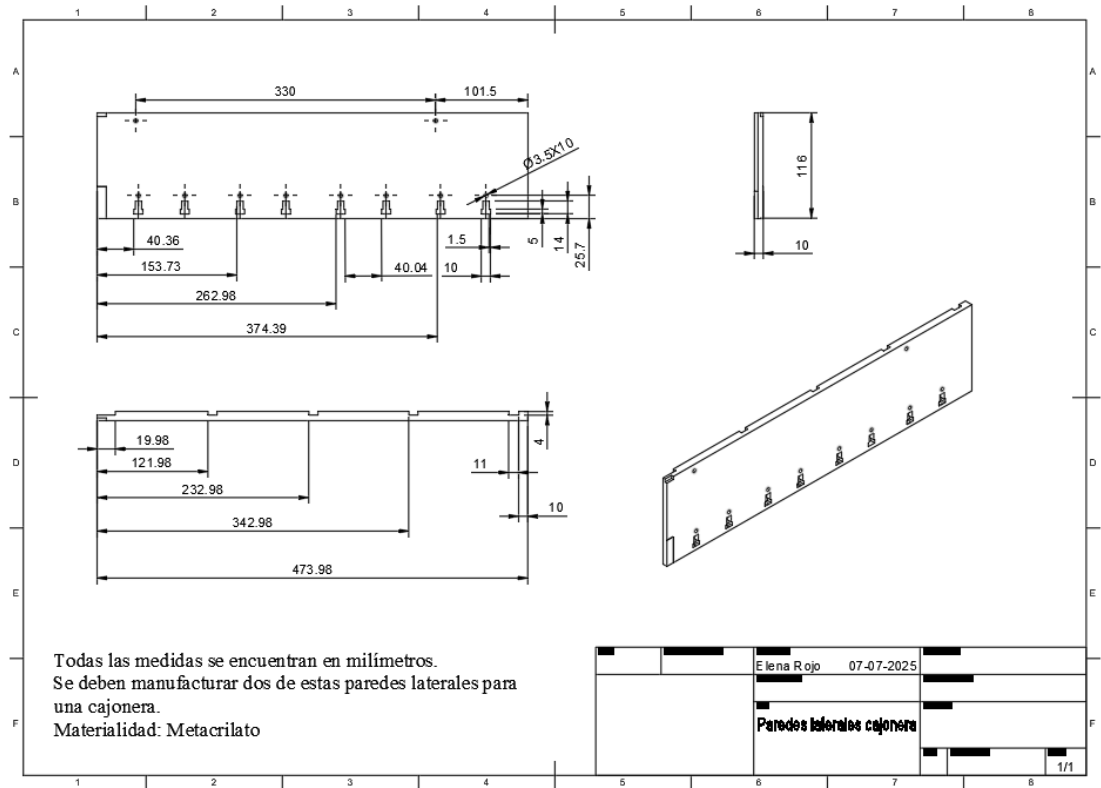
Anexo E. Base porta sensores cajonera



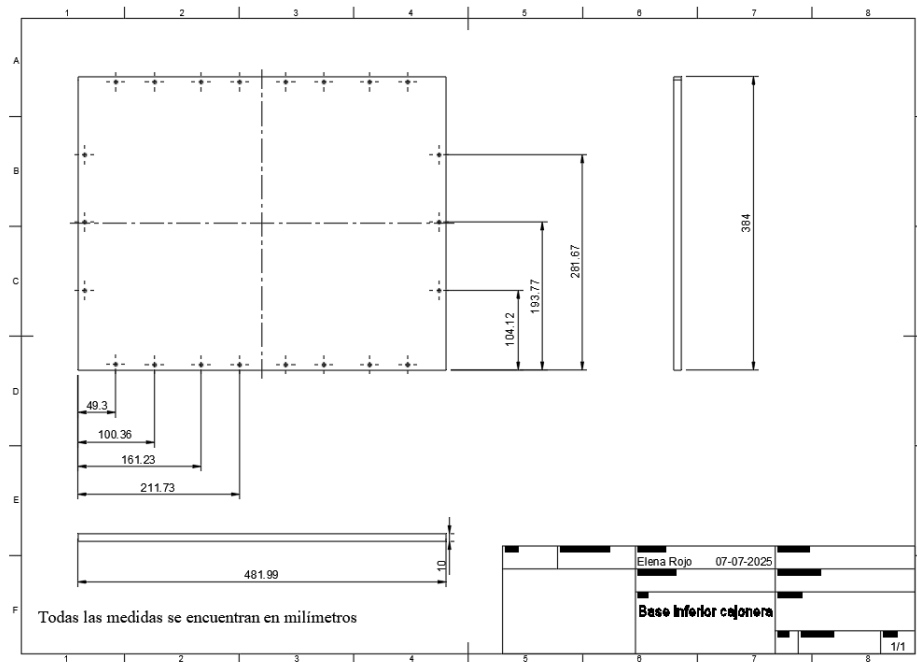
Anexo F. Paredes internas cajonera



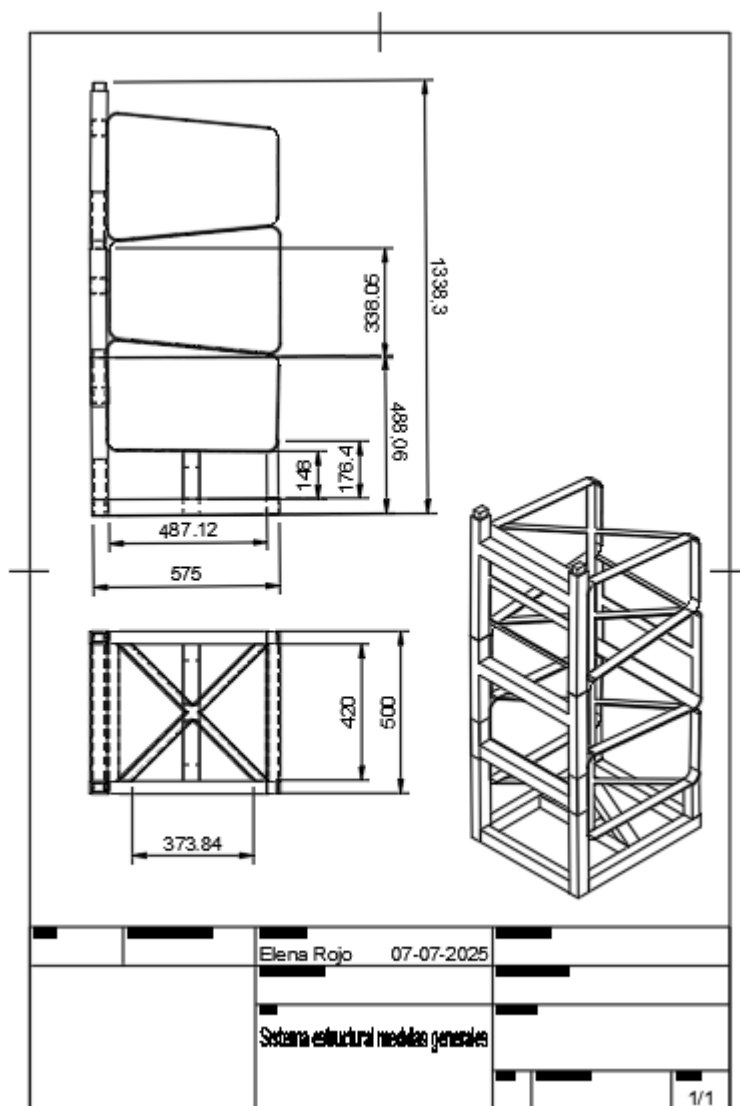
Anexo G. Paredes laterales cajonera



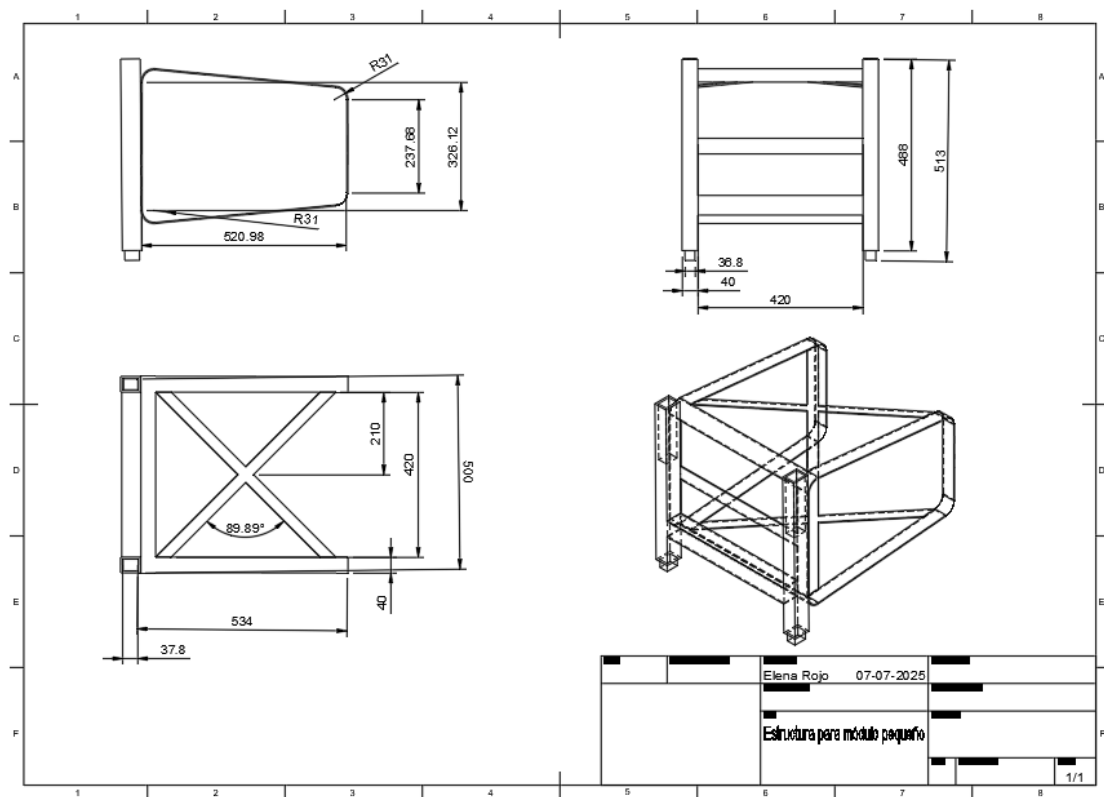
Anexo H. Base inferior cajonera



Anexo I. Plano estructura general

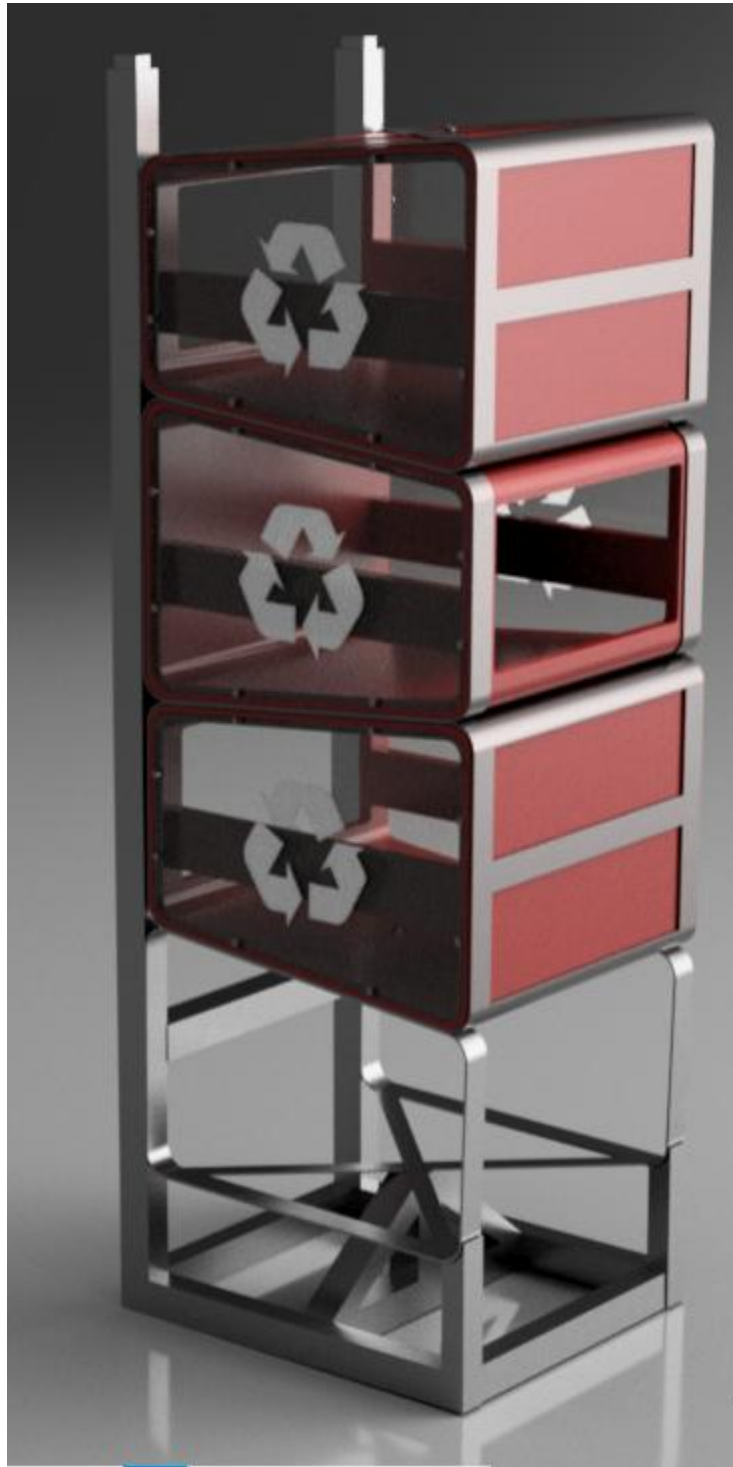


Anexo J: Estructura por módulo

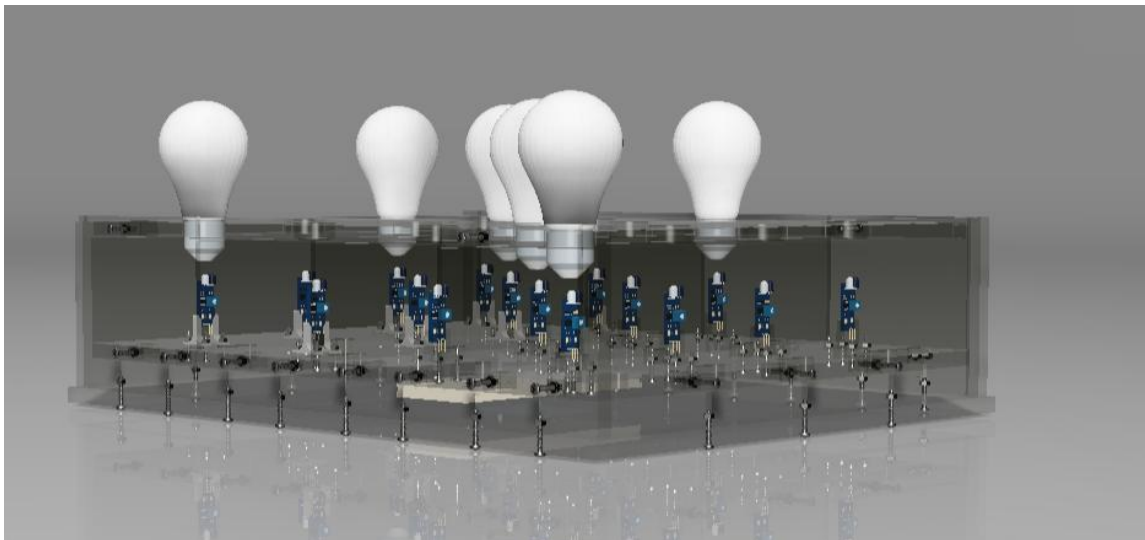


ANEXO DE IMÁGENES PROTOTIPO DIGITAL**Anexo A. Módulo optimizado**

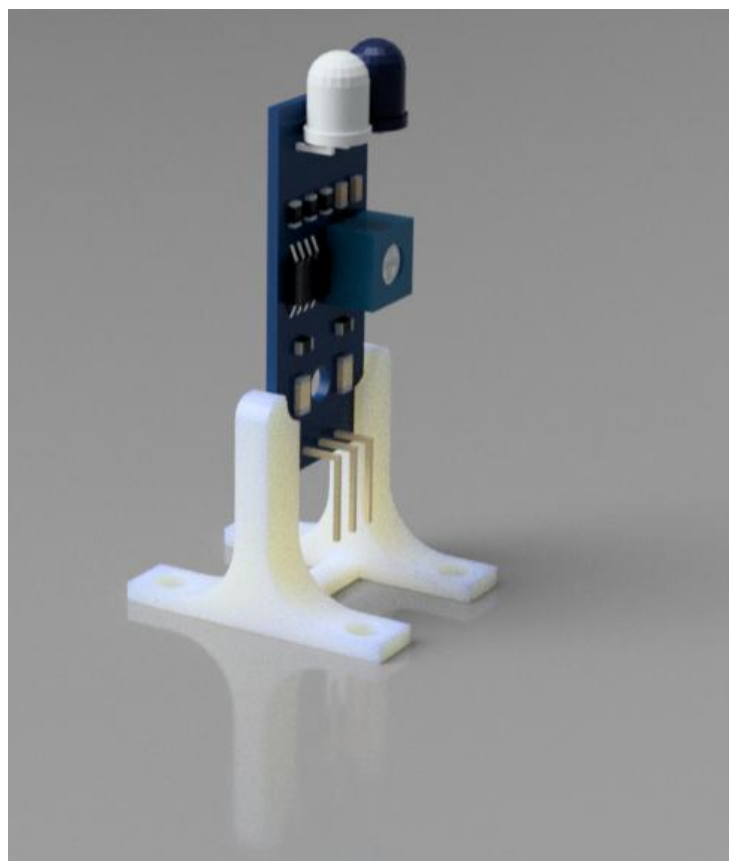
Anexo B. Estructura ensamble módulos



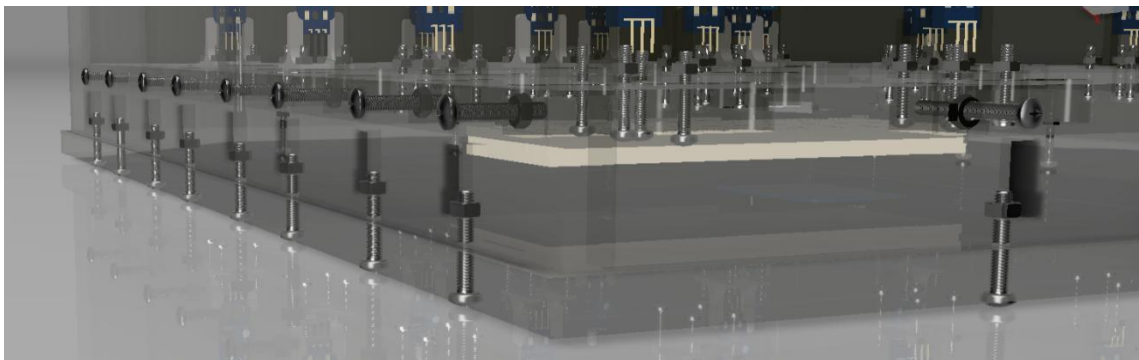
Anexo C. Cajonera



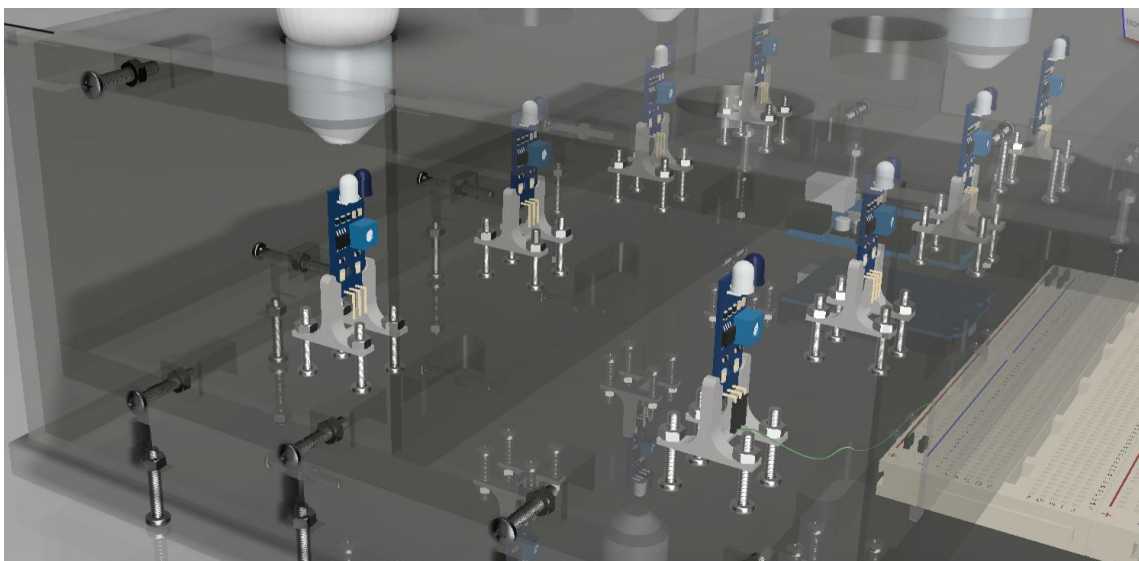
Anexo D. Porta sensores



Anexo E. Sujeciones cajonera



Anexo F. Sensores.



Anexo G. Módulo no optimizado

