

ENERBOX

Casillero para gimnasio
alimentado mediante
energía solar fotovoltaica

*Proyecto para
optar a Título de
Diseñadora Industrial*
VIVIANA RIVAS MAZA
Profesor Guía
Mauricio Tapia Reyes

Casillero para gimnasio con suministro de energía solar

Proyecto para optar a Título de Diseñadora Industrial

VIVIANA RIVAS MAZA

Profesor Guía

Mauricio Tapia Reyes

AGRADECIMIENTOS

§ A mis padres, por apoyarme desde el corazón en cada desafío.

§ A las mujeres power: Mercedes Maza, el pilar de mi vida; María y Norma Contreras, que donde quiera que se encuentren sigo sintiendo su apoyo y amor; Valeria Rivas, mi hermana y compañera; Rita Torres y Gabriela Salinas, por su empatía y oficio entregado haciendo real este documento.

§ A mis amigas y amigos que pusieron a disposición lo más valioso que se tiene: tiempo.

§ A mi profesor guía Mauricio Tapia, por darme el voto de confianza que necesitaba. A quienes aportaron con su experiencia al desarrollo de este proyecto. A Daniel S. y Boris H., por conectarse con mi proyecto y realizar desde su disciplina un trabajo impecable.

§ A Paolo Francino, por su entrega total y sincera en la realización de este proyecto, por creer en mí más de lo que yo misma creo, acompañándome a ser libre y feliz, por ser el compañero que camina junto a mí.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

13	INTRODUCCIÓN
	MARCO TEÓRICO
14	ENERGÍA <ul style="list-style-type: none">- Energía Renovable- Energías renovables no convencionales
15	POLÍTICA MEDIOAMBIENTAL EN CHILE <ul style="list-style-type: none">- Ley No 19.300
16	<ul style="list-style-type: none">- Conama- Ley No 20.257
17	<ul style="list-style-type: none">- Ley No 20.571
18	<ul style="list-style-type: none">- Energía 2050- ISO 50001
19	DESEMPEÑO ENERGÉTICO
20	<ul style="list-style-type: none">- Uso de la energía- Consumo de energía
21	<ul style="list-style-type: none">- Eficiencia energética
22	ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA <ul style="list-style-type: none">- Radiación Solar
23	<ul style="list-style-type: none">- Efecto fotovoltaico- Módulo fotovoltaico
24	<ul style="list-style-type: none">- Sistemas de conexión eléctrica<ul style="list-style-type: none">Sistema aislado (off grid)
25	<ul style="list-style-type: none"><ul style="list-style-type: none">Sistema conectado a la red (on grid)
26	<ul style="list-style-type: none"><ul style="list-style-type: none">Sistema híbrido
	<ul style="list-style-type: none">- Desarrollo de la energía solar fotovoltaica
28	<ul style="list-style-type: none">- Aplicaciones de la energía solar fotovoltaica<ul style="list-style-type: none">Obtención de energía
31	<ul style="list-style-type: none"><ul style="list-style-type: none">Distribución de energía
35	ESCENARIO ACADÉMICO
	PROYECTO PROTEAN <ul style="list-style-type: none">- Historia
36	<ul style="list-style-type: none">- Carrera Solar Atacama: contexto de prueba y testeo
38	<ul style="list-style-type: none">- Estación de carga solar para vehículo Ackiu<ul style="list-style-type: none">Instalación eléctrico y componentes
39	<ul style="list-style-type: none"><ul style="list-style-type: none">Morfología de estación de carga
47	<ul style="list-style-type: none">- Estudio energético para la Carrera Solar Atacama 2016
51	INVESTIGACIÓN PRELIMINAR <ul style="list-style-type: none">- Intervención punto solar
53	<ul style="list-style-type: none">- Resultados y evaluación
55	PROYECTO DE DISEÑO
	OBJETIVOS

	- Objetivos del Proyecto
	- Objetivos del Producto
56	PLANIFICACIÓN DEL PRODUCTO
	- Identificar oportunidades
	- Evaluar y dar prioridad
	- Asignar recursos y planear tiempos
57	DESARROLLO DE CONCEPTOS
	- Identificar contexto y usuario
58	POEMS
64	Sondeo de Usuario
70	GENERACIÓN DE CONCEPTOS
	- Aclarar el problema
71	- Buscar externamente
74	- Buscar internamente
	- Explorar sistemáticamente
78	SELECCIÓN DE CONCEPTOS
80	DISEÑO DE SISTEMA
	- Arquitectura del producto
81	Esquema del producto
	Agrupación de los elementos
84	Disposición geométrica
	Interacciones fundamentales e incidentales
86	- Prototipo
87	Desarrollo
89	Acabado final
92	DISEÑO DE DETALLE
	- Especificaciones técnicas
93	- Lógica de armado
94	ESCENARIO DE CONSUMO Y SUMINISTRO DE ENERGÍA
	- Consumo
95	- Arreglo eléctrico
96	COSTOS DE PRODUCCIÓN
97	RESULTADOS Y CONCLUSIONES
	- Validación del prototipo
99	- Resultados obtenidos
101	- Conclusiones
106	REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA
108	ANEXOS
	- Kit de Sondeo de Diseño
110	- Planos
123	- Cotizaciones

ÍNDICE DE FIGURAS

- 14 **Figura 1.** Esquema de energías renovables.
- 15 **Figura 2.** Energías renovables.
- 17 **Figura 3.** Sistema fv dentro de la ley 20.571.
- 19 **Figura 4.** Aspectos del desempeño energético.
- 22 **Figura 5.** Tipos de radiación.
- 23 **Figura 6.** Funcionamiento de una celda fotovoltaica.
- 24 **Figura 7.** Paneles fotovoltaicos.
Figura 8. Sistema conectado directamente a una carga.
- 25 **Figura 9.** Sistema con regulador y batería.
Figura 10. Sistema con regulador, batería e inversor.
Figura 11. Sistema conectado a la red.
- 26 **Figura 12.** Sistema híbrido.
- 28 **Figura 13.** Perspectiva de planta fotovoltaica Pozo Almonte en Chile.
Figura 14. Parque solar Carrera Pinto en Chile.
- 29 **Figura 15.** Calle solar en Tourouvre-au-Perche, Francia.
Figura 16. Instalación de SolaRoad en Holanda.
Figura 17. Tegolasolare, de Area industrie Ceramiche y otros diseños.
- 30 **Figura 18.** C21t de Solarcentury.
Figura 19. Cubierta Curva.
Figura 20. Cubierta Plana.
- 31 **Figura 21.** Fachada Continua.
Figura 22. Fachada Inclínada.
- 32 **Figura 23.** Instalación solar fv en Ruta 5 Norte en Región de Antofagasta.
Figura 24. Luminaria solar Los Álamos, Región del Bío-bío.
Figura 25. E-bike, Italia.
- 33 **Figura 26.** BMW Solar Charging Carport.
Figura 27. Estación solar ConneCTable.
Figura 28. City charge de Bryant Park.
- 34 **Figura 29.** Mochila Xtorm Helios.
Figura 30. Window socket.
- 35 **Figura 31.** Protean 1 en CSA.
Figura 32. Protean 2 en Desafío Cero.
- 36 **Figura 33.** Protean 3 en la CSA 2014.
- 37 **Figura 34.** Tramo del recorrido de la CSA 2016.
- 38 **Figura 35.** Estación solar durante la CSA 2016.
- 41 **Figura 36.** Estado del arte y referentes para Estación de carga.
- 42 **Figura 37.** Propuestas de la estación de carga Ackiu y forma final.
- 43 **Figura 38.** Fabricación estación de carga y montaje del vehículo Ackiu.
- 44 **Figura 39.** Estación de carga en carrera CSA.
Figura 40. Estación de carga en funcionamiento.
- 45 **Figura 41.** Gráfica de la CSA en sus seis días de competencia.
- 51 **Figura 42.** Punto solar en marcha.
- 55 **Figura 43.** Proceso genérico de desarrollo de producto.
- 56 **Figura 44.** Planeación del producto.
- 58 **Figura 45.** POEMS.

- 60 **Figura 46.** Instalaciones gimnasios evaluados.
- 63 **Figura 47.** Muestra color evaluada por usuarios, ordenada preferencia.
- 65 **Figura 48.** Design Probes.
- Figura 49.** Componentes del Kit para el Sondeo de Usuarios.
- 66 **Figura 50.** Registro de vestimenta proporcionado por los participantes.
- 67 **Figura 51.** Registro de equipo proporcionado por los participantes.
- 68 **Figura 52.** Registro de casilleros proporcionado por los participantes.
- 69 **Figura 53.** Evaluación final Kit de Sondeo.
- 70 **Figura 54.** Descomposición problema en base a aspectos funcionales.
- 71 **Figura 55.** Casillero Power Station de Armorgard.
- Figura 56.** Interior y puerta del casillero TechGuard. Pag 71
- 72 **Figura 57.** Distribución espacial y puerta del casillero fabricado en ABS por la empresa Malettek.
- Figura 58.** Interior y puerta del casillero con carga en Disneyland.
- Figura 59.** Casilleros de Atepa para Belinann Clib Fitness en París.
- Figura 60.** Aparador Cattelan Italia modelo Kayac.
- 73 **Figura 61.** Mouse facetado.
- Figura 62.** Caja fuerte como referente de seguridad.
- Figura 63.** Sala de baño con estética facetada diseñado por Luxum.
- 74 **Figura 64.** Dibujos para explorar la forma.
- 75 **Figura 65.** Dibujos de exploración formal.
- Figura 66.** Dibujos soporte para almacenar puerto USB y cable celular.
- 76 **Figura 67.** Propuestas de cerradura.
- Figura 68.** Desarrollo exploratorio del soporte de celular y almacenamiento de cable USB.
- Figura 69.** Maquetas exploratorias de soporte de celular y cable USB.
- 77 **Figura 70.** Elaboración de maquetas exploratorias de soporte de celular y cable USB.
- Figura 71.** Exploración de soporte para laptop en maquetas.
- Figura 72.** Árbol de clasificación de conceptos Aspectos de manufactura.
- 79 **Figura 73.** Árbol de clasificación de conceptos Transformación del ABS.
- 80 **Figura 74.** Árbol de clasificación conceptos Corte para plancha acero.
- 81 **Figura 75.** Esquema de producto.
- Figura 76.** Agrupación de elementos en trozos.
- 82 **Figura 77.** Maqueta nicho en una vista frontal (con soporte de laptop) y trasera respectivamente.
- Figura 78.** Maquetas de laptop.
- 83 **Figura 79.** Maquetas de celular.
- Figura 80.** Aproximación de forma, puerta del casillero.
- 84 **Figura 81.** Dibujo disposición geométrica casillero en tres dimensiones.
- 85 **Figura 82.** Diagrama de interacción.
- Figura 83.** Disposición de soportes dentro del casillero.
- 87 **Figura 84.** Detalle de la cubicación, bisagra y utilización de la pernería para modelo final.
- 88 **Figura 85.** Proceso elaboración prototipo final en PAI, nicho y puerta.

- 88 **Figura 86.** Elaboración de la puerta con soporte desmontable para el montaje eléctrico de las piezas.
- 89 **Figura 87.** Piezas proceso de cobertura con aparejo previo pintura final.
- 90 **Figura 89.** Detalles del acabado final.
- 91 **Figura 90.** Prototipo final.
- 92 **Figura 91.** Maquina plegadora para metal y soldadora de punto.
- 93 **Figura 92.** Vistas del modelo del soporte de laptop.
- 94 **Figura 93.** Componentes del casillero.
- 101 **Figura 94.** Interpretación esquema de tres círculos de Peter Morville.

ÍNDICE DE GRÁFICOS

- 18 **Gráfico 1.** Escenarios de generación eléctrica al año 2050.
- 20 **Gráfico 2.** Consumo final por sectores económicos en regiones del país.
- 21 **Gráfico 3.** Evolución consumo final en Chile entre 2005 y 2015 en TCal.
- 26 **Gráfico 4.** Producción de módulos fotovoltaicos.
- 27 **Gráfico 5.** Oportunidad de posicionamiento fotovoltaico.
- Gráfico 6.** Mapa de la energía solar a nivel mundial.
- 48 **Gráfico 7.** Radiación día 6: Oficina Victoria.
- 54 **Gráfico 8.** ¿Cuál es su postura frente a la implementación de más plataformas de carga como esta? Encuesta “Punto solar”.
- 61 **Gráfico 9.** Práctica de ejercicio y/o deportes en población según sexo.
- Gráfico 10.** Frecuencia de la practica según sexo.
- 62 **Gráfico 11.** Práctica de ejercicio y/o deporte en población según edad.
- Gráfico 12.** Práctica de ejercicio y/o deportes en la población según nivel socioeconómico.
- 63 **Gráfico 13.** ¿Utiliza los casilleros del gimnasio?
- Gráfico 14.** ¿Considera seguro los casilleros del gimnasio al que asiste?
- Gráfico 15.** ¿Considera seguro dejar su celular cargando dentro del casillero mientras entrena?
- 64 **Gráfico 16.** ¿Con qué nota evaluaría que un casillero cargara aparatos eléctricos mediante energía solar?

ÍNDICE DE TABLAS

- 47 **Tabla 1.** Recorrido de la CSA por día.
- 48 **Tabla 2.** Coordenadas punto de carga Ackiu.
- Tabla 3.** Promedio de radiación diaria, punto de carga Ackiu.
- 49 **Tabla 4.** Promedio radiación extraíble.
- Tabla 5.** Horario vehículo Ackiu para estrategia carrera.
- 50 **Tabla 6.** Proyección a 20km por hora.
- Tabla 7.** Proyección a 30km por hora.
- Tabla 8.** Proyección a 40km por hora.

52	Tabla 9. Preguntas y aspectos encuesta Experiencia “Punto solar”.
53	Tabla 10. Frecuencia carga para dispositivos electrónicos circulantes FAU
	Tabla 11. Dispositivos circulantes en FAU.
	Tabla 12. Dispositivos cargados en “Punto solar”.
57	Tabla 13. Declaración de la misión.
59	Tabla 14. Preguntas a encargados de gimnasios.
	Tabla 15. Resumen de POEMS.
78	Tabla 16. Combinación de conceptos para Aspectos de manufactura.
79	Tabla 17. Selección de conceptos de material.
	Tabla 18. Selección de conceptos de transformación del ABS.
80	Tabla 19. Selección de conceptos de Corte para plancha de acero.
94	Tabla 20. Consumo aproximado en un mes de un casillero.
96	Tabla 21. Resumen de costos y material de fabricación aproximados para 300 unidades.
97	Tabla 22. Diferencial semántico casillero convencional.
98	Tabla 23. Diferencial semántico casillero prototipo.
	Tabla 24. Diferencial semántico casillero convencional v/s prototipo.
99	Tabla 25. Objetivos del proyecto.
100	Tabla 26. Objetivos del producto.

INTRODUCCIÓN

“Nuestra dependencia de los combustibles fósiles va hacia una piromanía global y el único extintor que tenemos a nuestra disposición es la energía renovable”.

HERMANN SCHEER

La presente memoria, abarca el desarrollo de un casillero para gimnasio energizado mediante energía solar fotovoltaica, para cargar dispositivos electrónicos. Se considera su contexto y demases, mediante el uso de tecnologías actuales e incorporando tópicos y tecnologías contingentes como lo es el uso de energías limpias.

El contexto bajo el cual nace la idea de abordar estas temáticas, responde al trabajo y experiencia en la participación del proyecto *Protean* a cargo del académico Mauricio Tapia Reyes, parte de la Universidad de Chile y en particular de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Dentro de este proyecto clave la creación de un vehículo híbrido biomecánico, asistido por la fuerza de su piloto y un banco de baterías eléctricas, las cuales a su vez son alimentadas con energía solar fotovoltaica.

Posterior al contexto del escenario académico, se estructura el proyecto en base a la guía que propone Karl T. Ulrich y Steven D. Eppinger (*Diseño y desarrollo de producto, 2009*), que presenta un compendio de técnicas para desarrollar un producto. De estas, se utilizan 3 etapas claves:

1. PLANEACIÓN: mediante una investigación preliminar se determina una oportunidad de diseño y se plantean los objetivos del proyecto y producto, declarando la misión

2. DESARROLLO DE CONCEPTO: se identifica el contexto y usuario; posterior a ello, se genera y selecciona el concepto que guiará el proyecto y el desarrollo del producto.

3. DISEÑO DEL PRODUCTO: se define la arquitectura del producto a nivel sistema, luego se abarca el diseño a nivel de detalle.

MARCO TEÓRICO

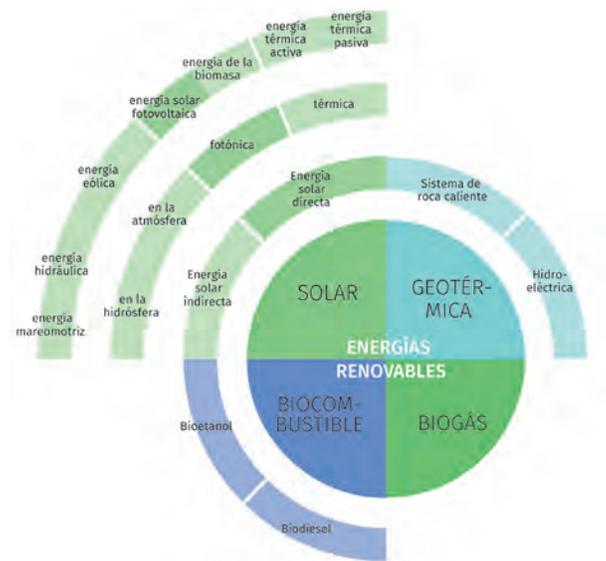
// ENERGÍA //

Aun cuando el término puede referirse a varias acepciones, energía es la capacidad de producir algún tipo de trabajo o poner algo en movimiento. Por ejemplo, la energía que pone en movimiento a la Tierra es el Sol. Ésta última es resultado de miles de años en que el material vegetal acumula carbono de la atmósfera y se deposita en las capas de la Tierra. Cuando la energía del sol es continua a través del tiempo se denomina energía renovable (Corominas & Puig, 1990).

Energía Renovable

Las energías renovables, como su denominación lo explicita, son aquellas que se producen constantemente, incluso más allá de lo que el ser humano puede apreciar; además, están en armonía con el medioambiente, sin embargo, al ser manipuladas por el hombre siempre existe un grado de impacto negativo, que puede ser despreciable en comparación a la explotación de energías combustibles fósiles.

Figura 1. Esquema de energías renovables. Distribución de los tipos de energías renovables, donde se especifica el tipo de energía pertinente al caso de estudio, la energía solar fotovoltaica.



Energías renovables no convencionales

En nuestro país, de acuerdo a la Ley de energías renovables no convencionales (ERNC) (Ley 20.257), se considera dentro de esta categoría a la eólica, la biomasa, el biogás, la geotérmica, la de los mares, la hidroeléctrica (siempre y cuando su potencia no exceda los 20[MW]), la energía solar y otros medios de generación que utilicen energía renovable para la generación de electricidad, determinados por la Comisión Nacional de Energía (CNE).

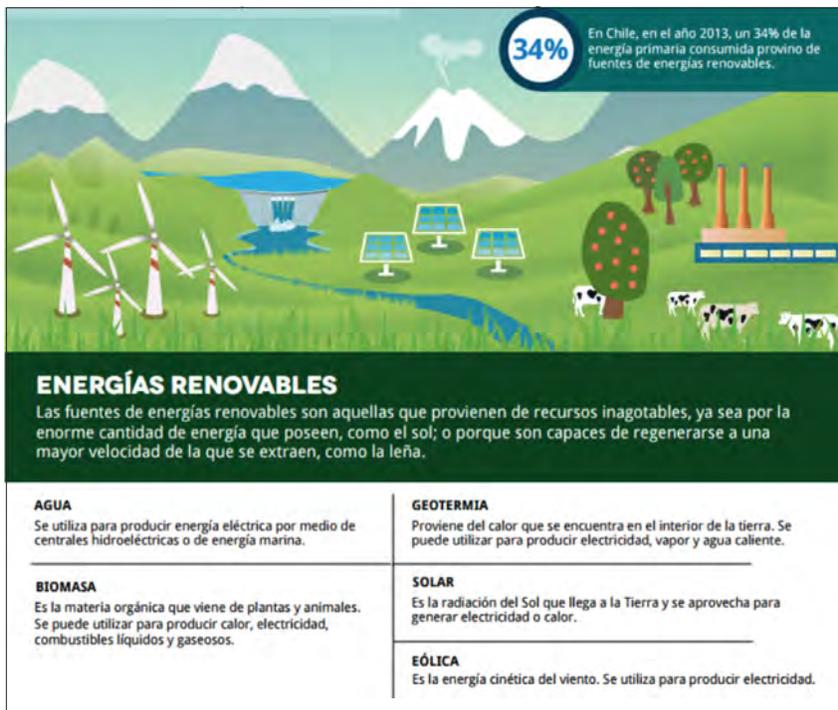


Figura 2. Energías renovables.

Fuente: <http://www.aprendeconenergia.cl/recursos-energeticos/>

// POLÍTICA MEDIOAMBIENTAL EN CHILE //

Desde la Constitución de 1980 se decretó el derecho de las personas a vivir en un medio ambiente limpio y libre de contaminación, sin embargo, en un contexto ambiguo. Sólo en 1990 se incorporan en la normativa marcos regulatorios que luego se transforman en cuerpos legales. En la actualidad se incorporaron más leyes al respecto y existen programas dependientes del Ministerio de Energía que fomentan el desarrollo e implementación de ERNC.

Ley No 19.300

En la misma década se promulga se la Ley No 19.300 o Ley de Bases Generales del Medio Ambiente, que fue un hito histórico nacional referente a temas ambientales. Los objetivos que procura cumplir son los siguientes:

§ Velar por el cumplimiento del art. 19 No 8, referido al derecho de cada ciudadano a vivir en un ambiente libre de contaminación.

- § Crear una institucionalidad que permita la coordinación en materia de conflictos ambientales desde el ámbito nacional, regional y local, siempre custodiando por los intereses superiores del Estado.
- § Establecer instrumentos o mecanismos que permitan darle cumplimiento a las normativas vigentes en temas ambientales.
- § Crear un cuerpo legal que sirva de referencia a la legislación ambiental sectorial, para permitir su aplicabilidad y dejar abierta la posibilidad de hacer las mejoras en los respectivos cuerpos legales.

Conama

Considerando el segundo objetivo de la Ley 19.300 se crea una institucionalidad que colabore con la coordinación de organismos del Estado y privados en la prevención y/o resolución en materias ambientales.

La Comisión Nacional del Medio Ambiente, creada en junio de 1990 (Decreto No 249, Ministerio de Bienes Nacionales) tiene como misión promover la sustentabilidad ambiental del desarrollo y coordinar las acciones de los distintos servicios públicos derivadas de las políticas y estrategias definidas por el gobierno en materia ambiental.

Vigilada por el presidente de la República a través del Ministerio Secretaría General de la Presidencia (Segpres), considera los siguientes objetivos:

- § Prevenir el deterioro ambiental.
- § Recuperar y mejorar la calidad ambiental
- § Fomentar la protección del patrimonio ambiental y el uso sustentable de los recursos naturales.
- § Introducir consideraciones ambientales en el sector productivo.
- § Involucrar a la ciudadanía en la gestión ambiental.
- § Fortalecer la institucionalidad ambiental a nivel nacional y regional.
- § Perfeccionar la legislación ambiental.
- § Desarrollar nuevos instrumentos de gestión.

En materias energéticas nacionales existen dos leyes que velan por la incorporación y promoción de energías renovables, sumándose al cambio global producido por el Calentamiento Global y además por un sentir colectivo relacionado al cuidado del medioambiente en todos sus procesos y productos.

Ley No 20.257

Hace casi 10 años rige la Ley de Energías Renovables no convencionales (ERNC), que establece desde el año en curso, el 5% de la generación eléctrica debe provenir de sistemas en base a energías renovables no convencionales, aumentando gradualmente hasta llegar a un 10% en el año 2024.

Ley No 20.571

La Ley de Generación Distribuida (2012) regula el pago de las Tarifas eléctricas de las generadoras residenciales. Esta ley supone la incorporación de 4 nuevos artículos a la Ley. *General de Servicios Eléctricos* y con ella se abre la puerta a que los pequeños productores de electricidad con energías renovables inyecten sus excedentes a la red eléctrica en Chile.

El Net Metering (NM) es un esquema de conexión a red mediante el cual una persona o empresa puede instalar un sistema de generación de Energías Renovable No Convencional (ERNC) en su propiedad y utilizar la energía producida para autoconsumo. Si produce excedentes puede inyectarlos a la red para recibir algún tipo de compensación por esa energía; recuperando energía cuando su sistema de energía renovable no produzca electricidad o por medio de una retribución económica. El cálculo de estos excedentes, se logra mediante la instalación de medidores eléctricos bidireccionales. Además, está el Net Billing que se diferencia del Net Metering por la valorización económica de la energía que se inyecta y la que se consume. Para el Net Metering la energía consumida e inyectada tiene el mismo valor, sin embargo, para el Net Billing estos valores son independientes.



Figura 3. Sistema fotovoltaico dentro de la ley 20.571. Fuente:

<https://www.chilquinta.cl/mihogar/hogar/seccion/163/informacion-net-billing.html>

A esta Ley pueden acogerse los clientes regulados por alguna compañía, ya sean residenciales, comerciales o industrias pequeñas, siempre y cuando tengan los siguientes requerimientos:

- § Que instalen equipos de generación de energía eléctrica con medios de ERNC o instalaciones de cogeneración eficiente.
- § Que la capacidad instalada del sistema de generación no supere los 100 [kW].
- § Que cumplan con los demás requisitos y protocolos establecidos en la ley y en el reglamento.

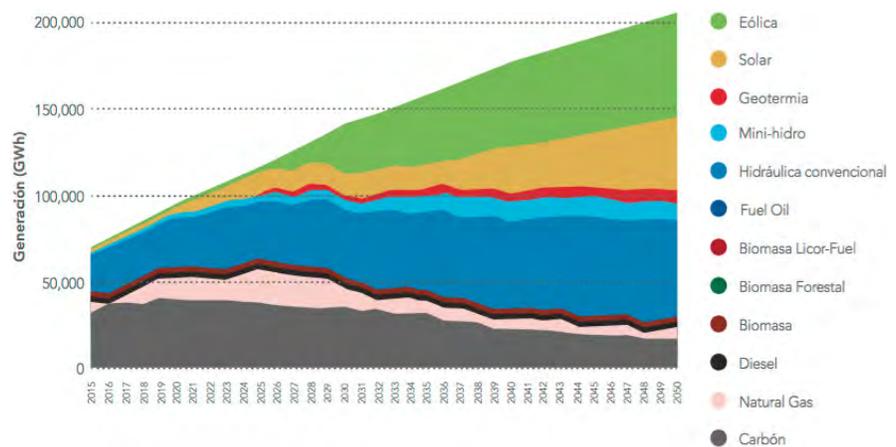
A futuro se busca estimular el uso de energías renovables no convencionales (ERNC) mediante créditos para su instalación y/o creación de programas especiales para las viviendas.

Energía 2050

Es un proceso de planificación participativa para la política energética cuyo objetivo es tener una visión común para el desarrollo futuro del sector energético, validado de manera social, política y técnica, esperando que las familias vulnerables tengan acceso a servicios energéticos de manera permanente; que la generación eléctrica provenga en más de un 70% de energías renovables y que las nuevas construcciones sean eficientes en el uso de energía.

Este proceso dura 18 meses e incluye instancias de participación de todos los sectores y contempla recomendaciones de la OECD. El esquema que se muestra en la Hoja de Ruta 2050, iniciativa de Energía 2050 con lineamientos y consideraciones, refleja una simulación del escenario de generación energética esperado. Concibe con gran énfasis la participación de la energía solar y eólica, que aportarían casi la mitad de la energía renovable.

Gráfico 1. Escenarios de generación eléctrica al año 2050.
Hoja de ruta 2050, Energía 2050.



ISO 50001

La norma ISO 50001 aprobada en 2011 en Chile, especifica los requerimientos para establecer, implementar, mantener y mejorar un sistema de gestión de la energía (SGE), de esta forma, una organización puede ir mejorando continuamente su desempeño energético, considerando sus tres factores: eficiencia energética, uso y consumo de energía.

Si una organización aplica esta norma, establece un piso desde donde ir mejorando según el propio escenario y recursos, ejecutando el principio de la misma: la continua mejora de los sistemas de gestión de energía. Asimismo, al implementar esta norma se visualizan los siguientes beneficios:

- § Conocer la cantidad de energía que consume en cada proceso, lo que le permitirá tomar las medidas correctivas pertinentes.
- § Incrementar el uso de energías renovables o energías excedentes propias o de terceros.
- § Buscar la certificación de su SGE por una organización externa.
- § Reducción de costos asociados al consumo energético.
- § Disminución del impacto sobre el cambio climático.
- § Optimización del uso de la energía (uso eficiente).
- § Mejora de los conocimientos y competencias en la eficiencia energética y la gestión de la energía en el personal de la organización.

// DESEMPEÑO ENERGÉTICO //

Por otra parte, el desempeño energético tiene relación con el nivel de eficiencia en el consumo de energía necesaria para satisfacer las diversas necesidades asociadas a la ocupación de dicha construcción o la cuantificación de diversos factores como:

- § **Uso de energía:** Se refiere al tipo de uso en el que se destina la energía. Puede ser en climatización, abastecimiento de agua, iluminación, etc.
- § **Consumo de energía:** Es la cantidad de energía que se utiliza de una fuente, puede medirse en varias unidades de medida, siendo el kilo Watt por hora (kWh) la más utilizada.
- § **Eficiencia energética:** Es la relación entre la energía requerida y la energía utilizada y consiste en utilizar la energía de manera más racional conforme a su condición de escasez y al carácter no renovable de algunas de sus fuentes de energía.



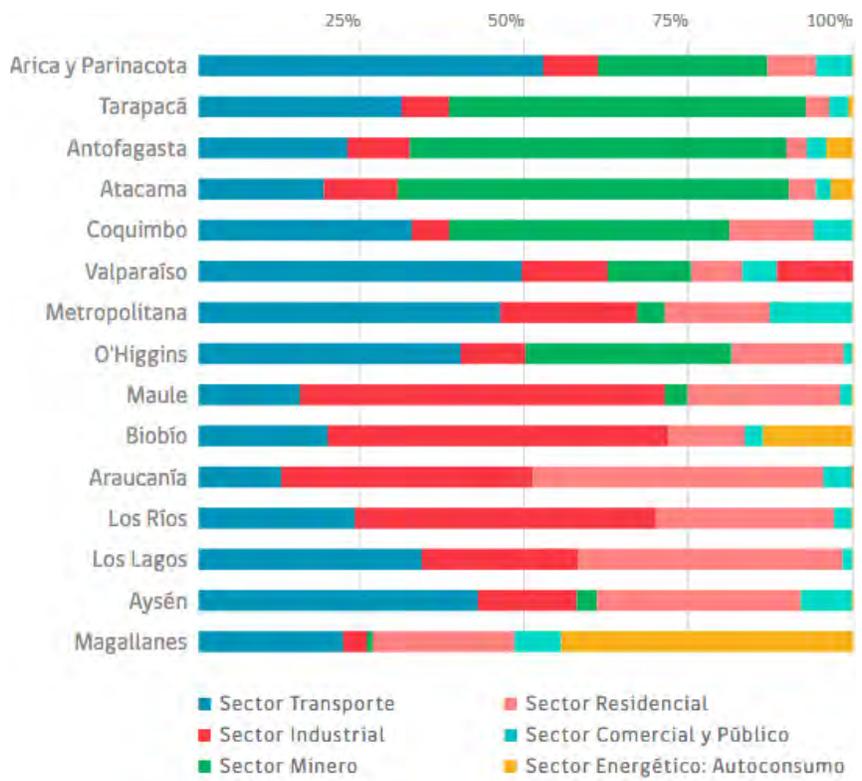
Figura 4. Aspectos del Desempeño energético. Fuente: Norma ISO 50001. Elaboración propia.

Uso de la energía

Señalado anteriormente, el uso de la energía tiene relación con el destino que se le da a esta última. En nuestro país el uso está determinado por las actividades predominantes que se realizan a lo largo del territorio. Como muestra el gráfico XX, se aprecia el uso de energía por parte de los sectores económicos de nuestro país donde, en la zona norte del país la participación de la minería es la preponderante, mientras que en la zona sur son los sectores industrial y residencial.

Transporte es un sector que tiene una participación relevante en casi todas las regiones, pero es mayor en las regiones de Valparaíso, Metropolitana y O'Higgins. El sector comercial no presenta una participación relevante a nivel global, dado que su funcionamiento no requiere de un uso intensivo de energía (Reporte BNE, 2015).

Gráfico 2. Consumo final por sectores económicos en cada región del país. Fuente: Reporte BNE, 2015.



Consumo de energía

El consumo de energía ha aumentado rápidamente a nivel mundial en las últimas décadas. En el gráfico XX, se muestra el consumo entre los años 2005 y 2015, donde desde 2005 ha aumentado en casi un 20% el consumo total; si bien ha tenido cifras a la baja, éstas no superan siquiera el 1%. Por otra parte, esta energía puede provenir de fuentes como los derivados del petróleo, carbón y sus derivados, electricidad, gas natural y biomasa.

EVOLUCIÓN DEL CONSUMO FINAL EN CHILE ENTRE 2005 Y 2015 EN TCal

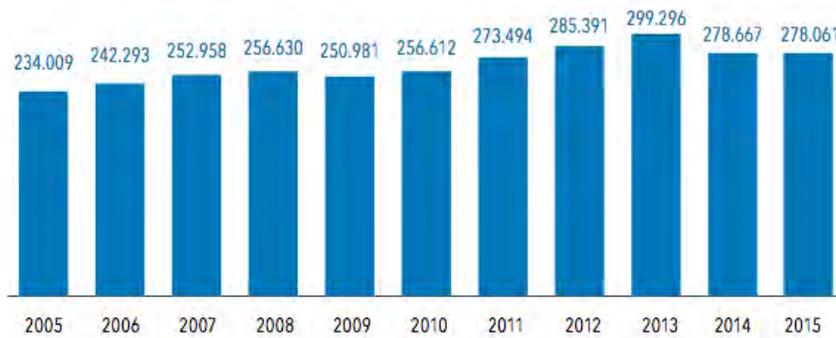


Gráfico 3. Evolución del consumo final en Chile entre 2005 y 2015 en TCal. Fuente: Anuario CNE, 2016. Elaboración propia.

Eficiencia energética

La Eficiencia Energética (EE) responde a una serie de acciones que al ejecutarse puedan optimizar la dualidad de cantidad de energía consumida productos o servicios finales obtenidos. Esto se puede lograr mediante la implementación de diversas medidas y cambios a nivel tecnológico, de gestión y hábitos culturales en la comunidad.

Además, busca ahorrar energía y consumo sin poner en riesgo la calidad en la obtención de los recursos, por ejemplo, un televisor de caja consume casi el triple de energía que un televisor de pantalla led, esta reducción es a nivel económico y medioambiental, sin embargo, la calidad audiovisual no se ve alterada, por el contrario, se ve favorecida por la tecnología. El uso eficiente de la energía permite, además de ahorrar, disminuir la dependencia energética, reducir la contaminación y mejorar la calidad de vida.

La idea es incentivar el uso e implementación de sistemas de energía solar fotovoltaica en todo el país; si bien el precio es alto en su implementación y el costo de inversión se ve reflejado a largo plazo, la contribución medioambiental es mucho mayor y con la ejecución de estas leyes al 100% se puede ayudar a la independencia energética de fuentes de energía no renovable.

El elevado precio de la electricidad y los altos niveles de radiación que existen en el norte de Chile, han promovido la apertura de un importante mercado libre de subsidios. Si en diciembre de 2013 la potencia instalada en energía solar fotovoltaica era de 6,7 MW, en diciembre de 2014 aumentó a 362 MW operativos.

El desafío entonces consiste en consolidar el desarrollo energético y sustentable mediante el equilibrio en materias de políticas y acción, de esta manera se estima un crecimiento económico y estancamiento de la crisis medioambiental.

// ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA //

“La cantidad de energía solar que llega todos los días a la superficie terrestre es 15 mil veces más grande que el consumo mundial total de energía”.

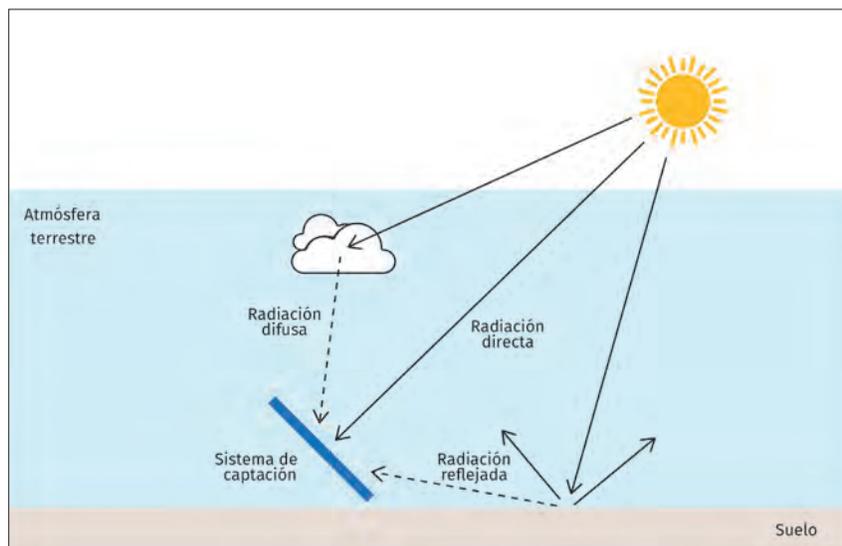
MARCOS CRUTCHIK

Radiación Solar

La temperatura de la capa externa del Sol emite una energía radiante, que se transmite al exterior mediante la denominada radiación solar. De la energía que la atmósfera absorbe sólo llega al planeta 1/3 del total; y de esa proporción el 70% cae al mar. Sin embargo, con toda la pérdida en su camino, la energía que llega supera en millones al consumo energético mundial.

La radiación que llega a la Tierra distingue tres componentes y en el siguiente esquema se ilustra cómo inciden en la Tierra. Si bien todas componen la radiación, la directa es la que más aporta en aplicaciones fotovoltaicas.

Figura 5. Tipos de radiación.
Elaboración propia.



La radiación varía durante el año y eso se debe a la trayectoria del Sol según cada estación del año. Por ejemplo, en invierno la altura solar es menor que en verano y ese fenómeno hace que las sombras sean diferentes. Las estaciones están definidas por dos cambios puntuales:

§ Solsticios: El 21 de junio, se produce el Solsticio de invierno en el hemisferio sur con el día más corto y la noche más larga del año.

El Solsticio verano en el hemisferio sur se produce el 21 de diciembre, produciéndose el día más corto y la noche más larga de año.

§ **Equinoccios:** Al hallarse el Sol sobre el Ecuador, día y la noche tienen la misma duración en todo el planeta e indican la llegada del otoño y la primavera. El 21 de marzo comienza el otoño en nuestro hemisferio, mientras el 21 de septiembre, se inicia la primavera.

Efecto fotovoltaico

La cantidad de energía que se recibe del Sol en un año rodea los 1,49x10⁸ kWh, mucho mayor al consumo global. Sin embargo, lo difícil es cómo convertirla en energía usada de manera eficiente. Esta radiación puede tener dos tipos de conversión: térmica y eléctrica; donde la última se produce en celdas solares y se basa en el efecto fotovoltaico. El efecto fotovoltaico es convertir luz en electricidad.

Se logra con materiales que puedan absorber fotones y emitir electrones. Cuando los electrones libres son capturados, se genera una corriente eléctrica que puede ser utilizada como electricidad.

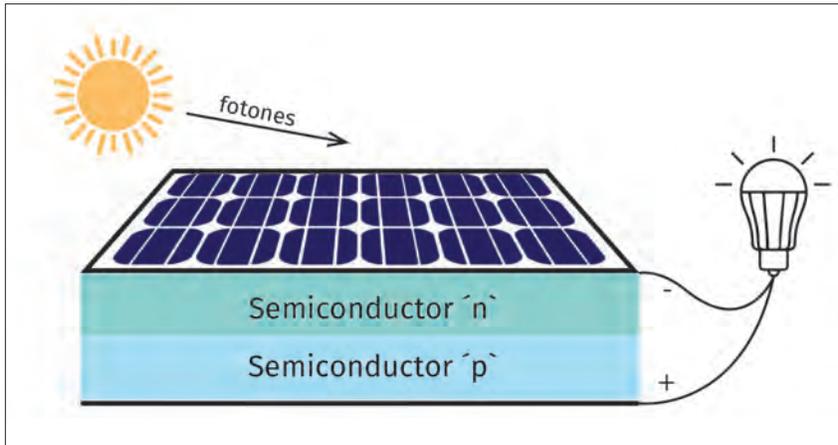


Figura 6. Funcionamiento de una celda fotovoltaica. Elaboración propia.

Módulo Fotovoltaico

El medio donde ocurre este efecto, es en el panel fotovoltaico, conjunto de células conectadas para reunir condiciones determinadas que lo hagan compatible con los requerimientos de cada caso. Los objetivos del panel respecto a las células son:

- § Asegurar una estanquidad suficiente.
- § Garantizar una adecuada resistencia mecánica
- § Protección contra agentes externos
- § Favorecer la máxima captación solar
- § Evacuar el calor de las células para obtener un rendimiento máximo.

Este último aspecto es de gran relevancia si se considera que el rendimiento de un panel fotovoltaico depende fundamentalmente de la temperatura de las células.

En general, la eficiencia de una placa fotovoltaica de silicio cristalino disminuye un 0,5% por cada grado Celsius por encima de la temperatura estándar de 25 °C; por lo tanto, se requiere una ventilación adecuada en la parte trasera de los módulos.

Figura 7. Paneles fotovoltaicos.

Fuente: <http://www.construccionminera.cl>.



Sistemas de conexión eléctrica

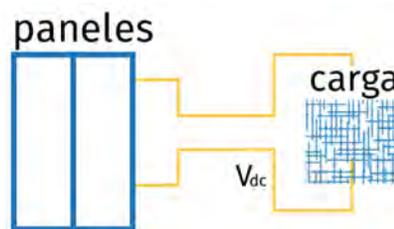
- Sistemas FV aislados (off-grid)

Los sistemas fotovoltaicos aislados tienen distinta estructura en función de los elementos que lo componen y la definición de éstos es la siguiente:

§ Conectado directamente a una carga: es el sistema más simple en el cual el generador fotovoltaico se conecta directamente a la carga, que normalmente es un motor de corriente continua. Al no existir baterías ni componentes eléctricos son bastante fiables, pero resulta difícil mantener una eficiencia a lo largo del día.

Figura 8. Sistema conectado directamente a una carga.

Fuente: Méndez & Cuervo (2008)
Energía solar fotovoltaica.



§ Con regulador de carga y batería: Se conecta el generador fotovoltaico a una batería a través de un regulador para que éste no se sobrecargue. En este caso, las baterías alimentan cargas en corriente continua.

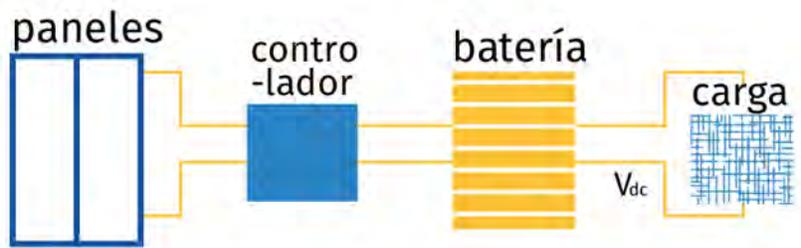


Figura 9. Sistema con regulador y batería.
Fuente: Méndez & Cuervo (2008) Energía solar fotovoltaica.

§ Con regulador de carga, batería e inversor: Este tipo de sistema se utiliza cuando se necesita energía en corriente alterna. La energía generada en el sistema fotovoltaico puede ser transformada íntegramente a corriente alterna, o pueden alimentarse simultáneamente cargas de corriente continua y alterna.

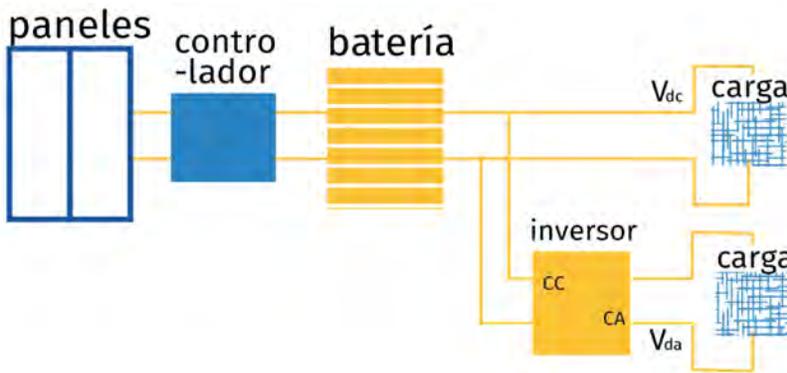


Figura 10. Sistema con regulador, batería e inversor.
Fuente: Méndez & Cuervo (2008) Energía solar fotovoltaica.

- Sistemas FV conectados a la red (on-grid)

Estos sistemas consisten en captar la radiación solar emitida hacia la Tierra, todos los días del año y transformarla en energía eléctrica mediante la instalación de un campo fotovoltaico compuesto por paneles fotovoltaicos. La energía generada se envía directamente a la red de distribución mediante un inversor de corriente específico para este tipo de instalaciones. Al contrario de los sistemas aislados, la energía captada no se almacena en baterías para ser aprovechada en períodos de baja o nula radiación solar.

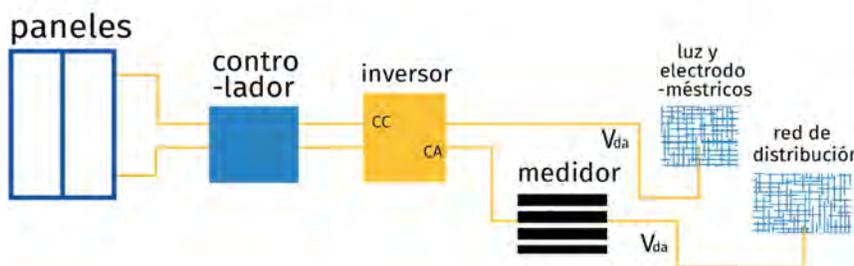


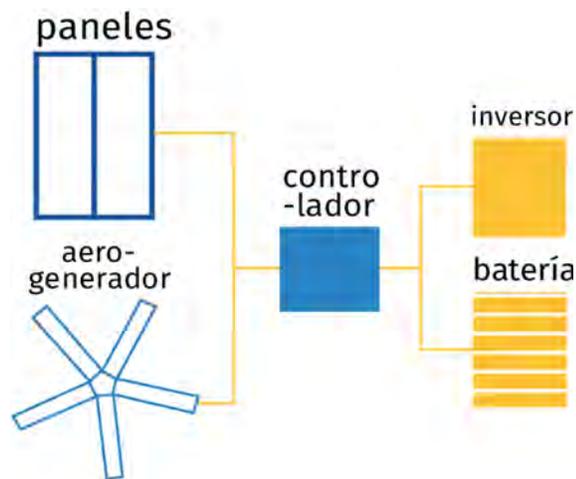
Figura 11. Sistema conectado a la red. Fuente: Méndez & Cuervo (2008) Energía solar fotovoltaica.

- Sistema Híbrido

Por último, un sistema híbrido tiene dos o más fuentes de alimentación distintas. Además de la energía solar, en los sistemas híbridos fotovoltaicos se utiliza generalmente un generador diésel, un aerogenerador o la red pública como fuente de alimentación.

Los inversores con cargadores de batería integrados, que se emplean en los sistemas híbridos, alimentan los consumidores de corriente alterna conectados, a partir del banco de baterías, que usa energía solar, o a partir de la segunda fuente de alimentación.

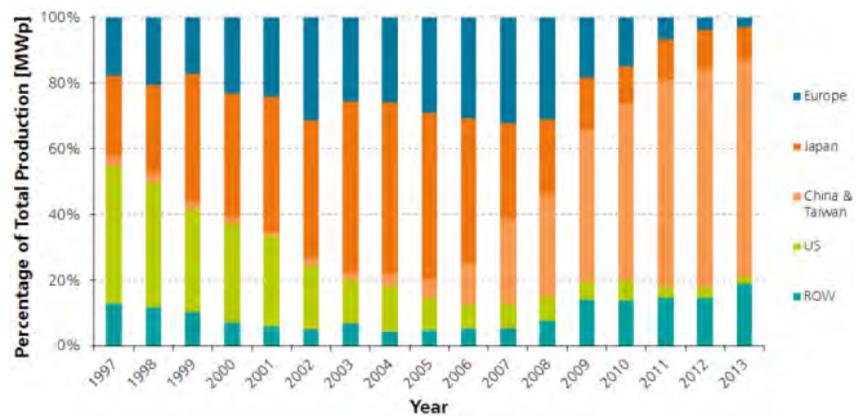
Figura 12. Sistema híbrido.
Fuente: Méndez & Cuervo (2008)
Energía solar fotovoltaica.



Desarrollo de la Energía Solar Fotovoltaica

Desde el descubrimiento del efecto fotovoltaico en 1839, pasaron 50 años hasta la fabricación de la célula fotovoltaica. Sin embargo, desde entonces el avance y desarrollo de la energía fotovoltaica ha crecido de manera casi exponencial. Cerca de la década del 60 ya se registraban las primeras estaciones espaciales abastecidas con energía solar, y en la Tierra la primera instalación fue para alimentar la luz de un faro en Japón.

Gráfico 4. Producción de módulos fotovoltaicos. Fuente: Navigant consulting, ISE Photovoltaic Report, 2014.



El desplazamiento de la fabricación al continente asiático en la última década ha relegado a los fabricantes de Europa y Estados Unidos sobre todo. A 2013, el 76% de los paneles fotovoltaicos en el mundo se fabricó en un país asiático (Gráfico 4). Esto se debe en gran parte al crecimiento del continente asiático y su competitividad en cuanto a tecnología y calidad respecto de las décadas pasadas.

En general, la región de América Latina muestra una penetración fotovoltaica inferior a la media de la energía fotovoltaica en comparación con las otras regiones. EPIA (European Photovoltaic Industry Association, ahora SolarPower Europe) realizó un estudio sobre cómo abrir el potencial fotovoltaico en países con potencial solar. En el Gráfico 5, se muestra la oportunidad de posicionamiento fotovoltaico de algunos países de América Latina.

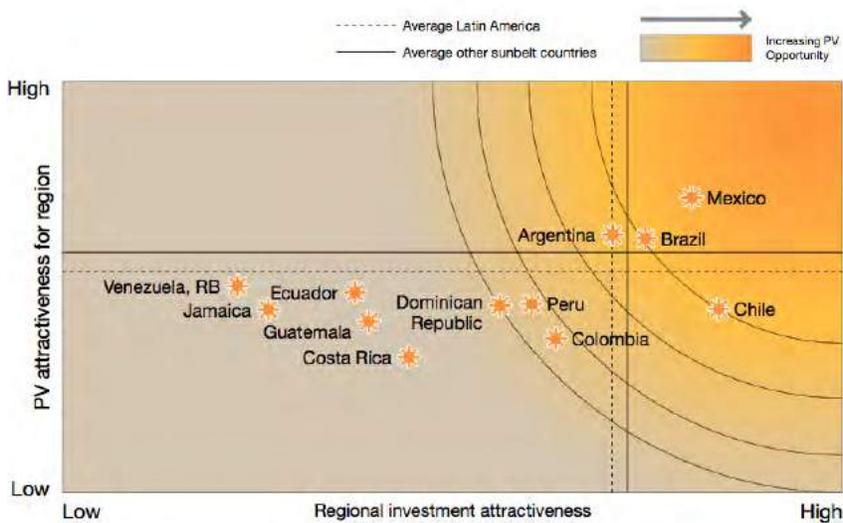


Gráfico 5. Oportunidad de posicionamiento fotovoltaico. México, Chile y Brasil lideran la lista, que cruza el atractivo de inversión del país con su capacidad de atracción de energía fotovoltaica. Esto se condice con la implementación de políticas energéticas y capacidad instalada en nuestro país.

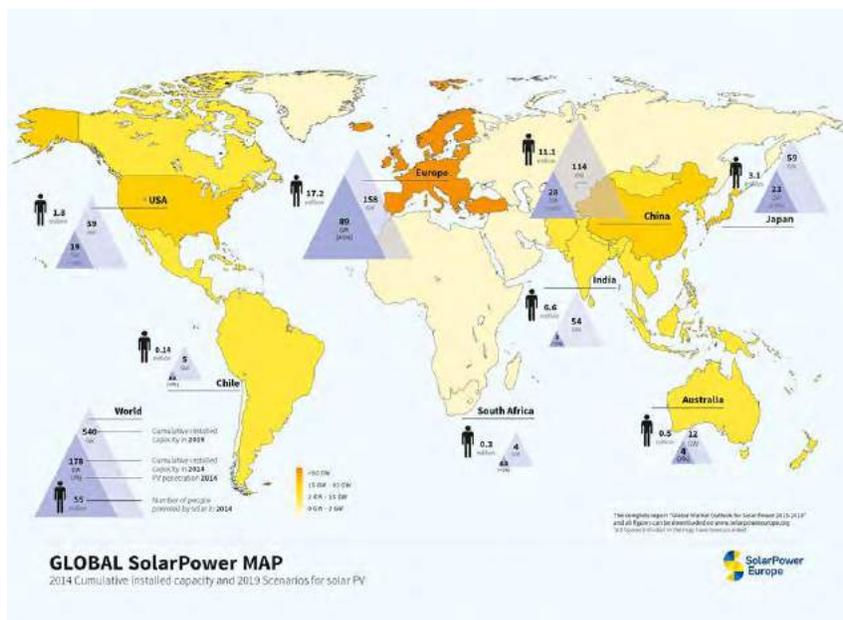


Gráfico 6. Mapa de la energía solar a nivel mundial. La proyección de la capacidad instalada en nuestro país es alentadora, al 2019 la debería alcanzar los 5GW (gigawatts), varias veces más de los 0,4 GW que se registró al 2014. Según el Global Market Outlook for Solar Power / 2015-2019, estudio realizado por SolarPowerEurope, casi 140.000 personas en Chile consumieron energía solar en el 2014, aun cuando la penetración fotovoltaica no superó el 1%.

Aplicaciones de la Energía Solar Fotovoltaica

Si bien, generalmente las aplicaciones de energía solar fotovoltaica reciben su clasificación respecto de su estructura, dimensión o estética; también se hace una categorización en la finalidad que tiene su incorporación, donde puede contribuir en dos propósitos, la obtención o distribución de energía.

- Obtención de energía

En esta categoría, el propósito de las instalaciones está centrado en la captación del recurso, ya sea en magnitud (potencia generada), longitud (cantidad de paneles) o estética (incorporación a la arquitectura), entre otros.

Plantas fotovoltaicas

Las plantas o granjas solares son espacios amplios donde se instalan paneles solares con sistemas de seguimiento para captar la mayor cantidad de radiación posible; esta energía se inyecta a las redes de distribución donde el uso es independiente de la fuente que lo otorga.

Figura 13. Perspectiva de planta fotovoltaica Pozo Almonte en Chile. Fuente: dinamo.cl



Figura 14. Parque solar Carrera Pinto en Chile. Fuente: emol.cl



Pavimento solar o pisos transitables

Es otra forma de obtención de energía solar, donde en el mismo hormi-gón (en el caso del pavimento) se incorporan las celdas fotovoltaicas, cubiertas con vidrio templado. La energía se utiliza para abastecer el consumo de energía de hogares aledaños. Por otro lado, se pueden armar placas traslúcidas que en su interior incorporan la celda fotovoltaica.



Figura 15. Calle solar en Tourouvre-au-Perche, Francia.
Fuente: lanobleza.com



Figura 16. Instalación de SolaRoad en Holanda. Fuente: edition.cnn.com

Tejas o techumbre solar

Al diseño de la teja convencional, se generan a partir de nuevos mate-riales celdas fotovoltaicas que conectadas a las demás generando un campo fotovoltaico que en caso de tener una falla, fácilmente se puede reemplazar. La mayor parte de ellas son producidas en cerámica y las conexiones se hacen por debajo de ellas.



Figura 17. Tegolasolare, de Area industrie Ceramiche y otros diseños. Fuente: <http://www.venacor.org/temas/tejas-solares-fotovoltaicas>

Figura 18. C21t de Solarcentury.

Fuente: revistasomos.cl



Edificaciones

La integración de paneles solares fotovoltaicos en estructuras está determinada por el lugar donde se sitúan los paneles. Estas instalaciones fotovoltaicas pueden ser diseñadas junto con el edificio o después de su construcción.

Figura 19. Cubierta curva.

Fuente: <https://blogeltirlineas.wordpress.com/2008/11/25/paneles-solares-para-la-cubierta-de-nervi-en-el-vaticano/>



Figura 20. Cubierta plana.

Fuente: <https://agrithermic.fr/en/a-light-transmission-module-for-photovoltaic-greenhouses-into-enerserre/>





Figura 21. Fachada continua. Fuente: <https://edificacionsostenible.wordpress.com/tag/femsa/>



Figura 22. Fachada inclinada. Fuente: <https://viviendoenlatierra.com/2011/02/17/neue-monte-rosa-hutte-refugio-ecologico-en-los-alpes/>

- Distribución de energía

Por otra parte, en la distribución la finalidad es entregar la energía directamente al usuario, tiene mayor relación con la interfaz y cómo la persona percibe y entiende la incorporación de la energía limpia.

Luminaria

Instalar paneles en la luminaria pública o para espacios amplios se ha vuelto de gran interés para reducir costos de mantención y funcionamiento.

Figura 23. Instalación solar fv en Ruta 5 Norte en la Región de Antofagasta. Fuente: soychile.cl



Figura 24. Luminaria solar Los Álamos, Región del Bío-bío. Fuente: tritec-energy.com



Estaciones de carga

Utilizar la energía fotovoltaica como fuente autónoma de carga sin inyectarla a la red también es una alternativa que se emplea para alimentar baterías de vehículos como bicicletas y/o automóviles.

Figura 25. E-bike, en Italia. Fuente: <https://www.electricbike.com/ebike-battery-longevity/>





Figura 26. BMW Solas Charging carport. Fuente: <http://solarenergy-usa.com/2014/05/bmw-unveils-solar-carport-with-plug-in-car/>

Estaciones de trabajo

También existen aplicaciones fotovoltaicas para cubrir la demanda a menor escala en lo que respecta a dispositivos móviles y/o de trabajo. Estas soluciones energéticas se aplican en lugares públicos o de alta afluencia de personas.



Figura 27. Estación solar ConnectTable. Fuente: theconnectable.com



Figura 28. City Charge de Bryant Park. Fuente: blog.bryantpark.com

Dispositivos autónomos

Cuando la carga requerida es menor y en momentos determinados (por el mercado), existen celdas incorporadas a diseño de objetos para uso diario y dispositivos autónomos para ser utilizados cuando sea el caso.

Figura 29. Mochila Xtorm Helios.
Fuente: blauden.com



Figura 30. Window socket.
Fuente: futuristicnews.com



ESCENARIO ACADÉMICO

// PROYECTO PROTEAN //

Tiene por objetivo potenciar y fomentar el aprendizaje universitario en el marco de la experiencia y aplicación de conocimientos específicos adquiridos en el proceso de pregrado, haciendo escuela mediante la cooperación entre pares, docentes y otras disciplinas para un resultado que contribuya y genere conocimiento vivo.

Historia

Nace en 2011 por iniciativa de un equipo docente y estudiantil de título en Diseño Industrial, para desarrollar el diseño y construcción de un vehículo híbrido electro-solar, finalizando en el testeo del prototipo en la Carrera Solar Atacama (CSA) de La Ruta Solar, competencia de vehículos solares en el norte de Chile.



Figura 31. Protean 1 en CSA.

Fuente: uchile.cl

En 2013 participa en Desafío Cero, de La Ruta Solar, una competencia de vehículos eléctricos diseñados para el transporte urbano, generando la iniciativa de desarrollar un vehículo híbrido eléctrico, obteniendo resultados favorables en su desempeño. El desarrollo se llevó a cabo por docentes de Diseño Industrial y Kinesiología y estudiantes de Diseño industrial.



Figura 32. Protean 2 en Desafío Cero.

Fuente: bolido.com

Ya en 2014 se participa con Protean 3, modificado para que su funcionamiento se adapte a los requerimientos de la CSA. En esta etapa el progreso en la génesis del proyecto es fundamental y radica en la instalación del mismo, como un espacio académico donde la participación de los estudiantes en el proceso de diseño y fabricación del vehículo toma un carácter formal.

Figura 33. Protean 3 en la CSA 2014. Fuente: fau.uchile.cl



Por otra parte, el proyecto cuenta con investigaciones académicas a lo largo de sus 5 años. A él están relacionados 8 proyectos de título, de los cuales al menos 3 partieron desde el ramo Taller de Diseño y considerando sus Prácticas Profesionales.

Las investigaciones relacionadas son las siguientes:

- § Protean: Encapsulamiento fotovoltaico.
- § Protean: Chasis y transferencia electrónica.
- § Desarrollo de carenado y panelería estructural.
- § Modelo para diseñar un habitáculo confortable de Velomóvil.
- § Encapsulado de módulos en formatos variables.
- § Desarrollo de pieles con doble curvatura en madera.
- § Metaloflexia reticular.
- § Prototipado y manufactura rápida en materiales compuestos.
- § Diseño confortable de un asiento para velomóvil.

Carrera Solar Atacama: Contexto de prueba y testeo

La CSA es la primera competencia de vehículos solares en América latina. Se lleva a cabo en el desierto de atacama y cuenta con una geografía imponente, con los niveles de radiación solar más altos en todo el planeta.

En el 2014, la competencia paso a ser parte de la International SolarCar Federation (ISF) que agrupa las carreras más importantes del mundo.

- Recorrido, Reglamento y Categorías

Carrera Solar Atacama ha variado el recorrido, reglamento y categorías en sus tres versiones (2011, 2012, 2014 y 2016), sin embargo, en términos generales conserva lugares emblemáticos. El recorrido es cruzando el Desierto de Atacama, incluyendo una ciudad de la III Región de Atacama (Chañaral) para la categoría Evolución. El vehículo se desplaza más de 750 km por las ciudades representativas del norte grande de nuestro país, como Iquique, Tocopilla y Calama. El Reglamento tiene variaciones técnicas para cada categoría y versión de la CSA, sin embargo, existen términos generales que hablan de la morfología del vehículo, su seguridad, aspectos del equipo, costos e inversión, aspectos propios de la carrera, relación con la organización, etc. Las Categorías de la CSA han variado también en sus tres versiones anteriores. Aventura, Clásico, Evolución e Híbrido estuvieron presentes siendo la última, la más importante y donde el equipo prueba sus prototipos.

§ Híbrido: Categoría única en el mundo, estos vehículos integran energía eléctrica y tracción humana para trasladarse. Su objetivo es el desarrollo de vehículos amigables con el medio ambiente a bajo costo; puede tener hasta 2 plazas y el piloto cuenta con pedales. En la versión 2016 la CSA modificó el reglamento de esta categoría, dando un vuelco importante en su concepción. Desde ese momento los vehículos híbridos no llevan en su estructura los paneles solares, tratando de acercar su configuración a un vehículo urbano y la vez dejando los paneles independientes con una conexión móvil, de esta manera pasa a ser una estación de carga que puede proveer de energía tanto al vehículo como a otros dispositivos eléctricos.



Figura 34. Tramo del recorrido de la CSA. Fuente: carrerasolar.com

Desde este cambio en el reglamento y bases técnicas de la categoría híbrido (donde el proyecto sitúa sus prototipos), es que nace el encargo de desarrollar esta estación de carga considerando sus requerimientos (los de la CSA y los del propio equipo), para cargar las baterías del vehículo híbrido Ackiu.

Estación de carga solar para vehículo Ackiu

La estación de carga como tal tiene dos partes, el diseño y fabricación de la estructura, y la instalación eléctrica para su funcionamiento. Estas categorías serán abordadas a continuación.

Figura 35. Estación solar durante la CSA 2016. Acompañando al vehículo Ackiu en carrera.
Elaboración propia.



- Instalación eléctrica y componentes

El propósito de la estación es alimentar de energía el banco de baterías del vehículo Ackiu, en los puntos de carga establecidos durante la Carrera Solar Atacama 2016. Todo el proceso a nivel eléctrico está asesorado, supervisado y ejecutado por un estudiante de 5to año de Ingeniería Civil Eléctrica de la Universidad de Chile, participante del Equipo Protean en la CSA 2016. Según las Bases Técnicas publicadas por la organización, hace referencia al almacenamiento eléctrico y estación de carga, con los siguientes puntos:

- § El sistema de almacenamiento de energía del vehículo comprende al banco de baterías principal y al banco de baterías auxiliar.
- § El banco de baterías principal es el que alimenta al sistema eléctrico de tracción del vehículo (i.e. electrónica de potencia y motor). La capacidad de energía nominal máxima permitida para el banco de baterías principal es de 2,0 [kWh]. El equipo podrá decidir la capacidad de energía (máximo 2,0 [kWh]) del banco de baterías al comienzo de cada etapa.
- § El banco de baterías principal debe estar completamente cargado al inicio de la carrera. Las únicas formas de carga permitidas para el banco de baterías principal durante la carrera son: mediante la estación de carga, por el movimiento del vehículo (i.e. freno regenerativo), y mediante el pedaleo del ocupante (i.e. generador).
- § La estación de carga que capta la radiación solar debe tener una superficie máxima de 6 [m²] de celdas fotovoltaicas de silicio. En caso de contar con celdas fotovoltaicas de galio arsénico la superficie de las celdas no debe ser mayor a 3 [m²].

De estos requerimientos, el equipo decide utilizar la capacidad máxima estimada por la organización para el banco de baterías principal. Para el resto de los componentes, el criterio del equipo es conservar lo que sea pertinente del vehículo anterior (Protean 3), e incorporar los elementos necesarios para el funcionamiento del modelo Ackiu. Los elementos del sistema eléctrico para la estación de carga son los siguientes:

Paneles solares fotovoltaicos

Es el elemento más importante, de ellos se extrae la energía para alimentar la batería del vehículo Ackiu, y para establecer qué tipo de panel se ocupará, se toma en cuenta cubrir la superficie máxima determinada por la organización (6 [m²]). Se realiza un catastro de la oferta nacional en cuanto a paneles fotovoltaicos, considerando variables de tamaño, potencia del panel, eficiencia y disponibilidad inmediata. Finalmente, se gestionan tres paneles policristalinos marca Jinko Solar modelo JKM310P-72.

Power Tracker

Es un dispositivo electrónico que optimiza el aprovechamiento de energía solar en sistemas fotovoltaicos; su ubicación en el esquema eléctrico es entre los paneles y la batería, de esta manera hace más eficiente el traspaso de energía al banco principal. Se utilizan tres power tracker marca Genasun modelo GV-Boost; dispositivos que en la versión anterior al vehículo Ackiu (Protean 3).

Banco de batería principal

El diseño y fabricación de la batería que utiliza el vehículo se gestiona con una empresa especializada en el rubro. Encargando un ejemplar con la capacidad máxima de potencia establecida por la CSA 2016 (máximo 2,0 [kWh]). Este banco de baterías va en un sector determinado del vehículo y a la hora de su carga en carrera (puntos de control) es conectado a la estación de carga.

Sistema de visualización de datos

Para observar el comportamiento de los paneles y la batería al momento de carga y descarga, se instala un sistema compuesto de 5 visores digitales, acompañados de interruptores como un sistema de seguridad y observación de datos de corriente y voltaje del sistema instalado. Este sistema en su totalidad, permite la alimentación energética del vehículo Ackiu en los puntos de carga y control durante la CSA 2016; en el capítulo de Anexos, se puede apreciar el esquema eléctrico de la estación de carga. La gestión de los componentes y el asesoramiento eléctrico de para la estación de carga estuvieron a mi cargo como responsable dentro del equipo.

- Morfología estación de carga: Requerimientos

La estación de carga solar abarca aspectos importantes y que están incluidos por la organización en sus Bases Técnicas, como la estructura soportante de los paneles y los aspectos físicos y de diseño. El arreglo solar que propone la CSA 2016 debe cumplir con las siguientes bases:

§ “Cada equipo debe de contar con una estación de carga solar. Dicha estación es la fuente principal de carga de energía y debe ser montada y ubicada en los puntos de control, previamente informados por la organización.

§ La estación de carga que capta la radiación solar debe tener una superficie máxima de 6 [m²] de celdas fotovoltaicas de silicio. En caso de contar con celdas fotovoltaicas de galio arsénico la superficie de las celdas no debe ser mayor a 3 [m²].

§ El resto del diseño de la estación de carga queda a criterio del equipo.

§ Sistemas de seguimiento solar para la estación de carga están permitidos.

§ La estación de carga podrá ser transportada entre 2 vehículos escoltas.”

Estos requerimientos dejan el diseño a criterio de cada equipo lo que permite incorporar otras variables a la hora de la fabricación para el resultado final. De esta manera el equipo Protean plantea además las siguientes consideraciones:

§ Debe disponer de la incorporación de un sólo vehículo para su transporte, considerando los dos vehículos escoltas del equipo. Además, tiene que ser trasladable por el equipo.

§ Su diseño y fabricación debe contemplar el uso de los recursos del Proyecto Protean; dado que los fondos económicos del proyecto son acotados, se recicla material y se utiliza la tecnología disponible en la misma Facultad.

§ Su estética debe que tener relación con el vehículo Protean Ackiu.

§ Se deben ocupar la mayor cantidad de metros cuadrados (paneles solares) permitidos por la Organización. La dimensión de los paneles solares adquiridos por el equipo, son una limitante importante en el diseño de la estación, debido a que para el traslado hay que considerar que no se opongan al movimiento del vehículo y que su estado de uso y desuso no comprendan grandes modificaciones, por el peso (20 kg) de cada panel y por la fragilidad del mismo.

Desarrollo

El propósito de la estación es alimentar de energía al vehículo Ackiu, eso en el aspecto eléctrico. Sin embargo, hay consideraciones en cuanto a la forma y condiciones excepcionales en la CSA que se deben tomar en cuenta. La carrera se desarrolla en la I y II región, donde las condiciones climáticas son particulares.

El desierto de Atacama (que se cruza en la CSA) se compone de desierto cordillerano, pampa y farellones costeros, con una oscilación térmica de más de 30 grados. Sumado a eso también está el trayecto para llegar a la competencia; desde Santiago son casi 2.000 km hasta Iquique, viaje que se realiza en dos vehículos (uno de ellos, traslada al vehículo en un carro de arrastre).

Dadas las condiciones, se decide que la estación debe ser un soporte de impacto y seguridad para el vehículo; que pueda contenerlo al momento de alguna mala maniobra en el traslado a competencia y protegerlo del desgaste mismo del viaje. De esta manera, la estación debe contener al vehículo en su dimensión (3200x1500x1200m), dejando holgura para su remolque y sujeción a la estructura (mediante cuerdas).

En cuanto a la forma estética de la estación, se explora en perfiles que tengan relación con la estética del vehículo Ackiu; la morfología de él es facetada por lo que se busca esa percepción al explorar.

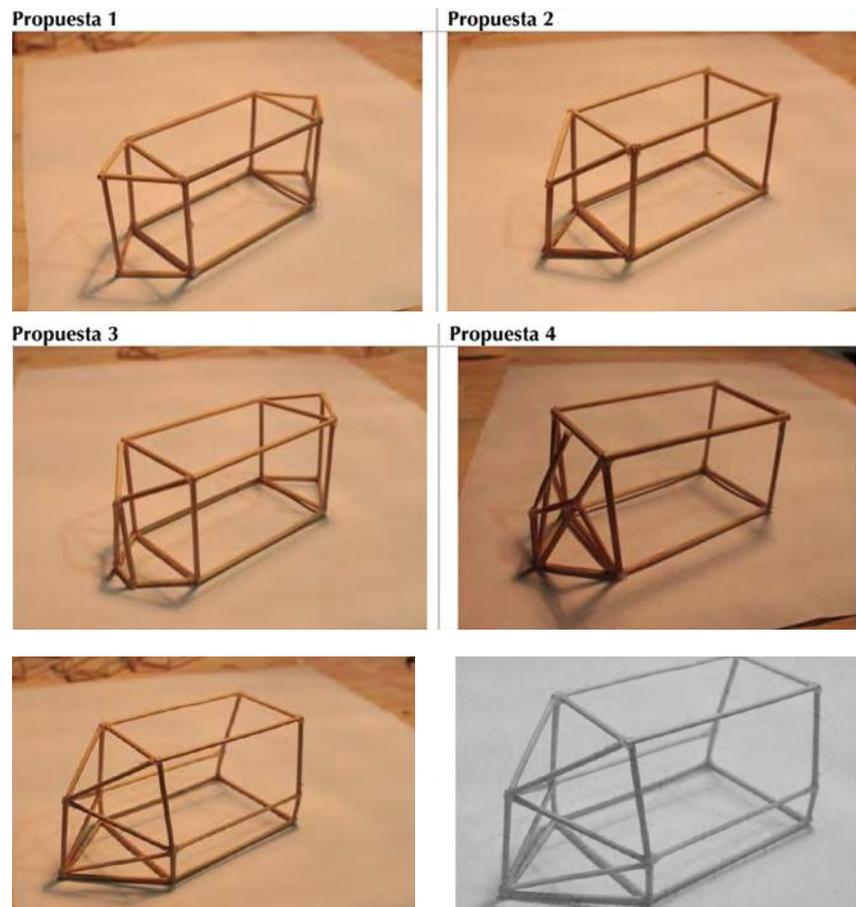
Por otra parte, se consideran referentes de estaciones móviles funcionales con paneles solares, observando su estructura (debido a la fragilidad de los paneles) y también otros aspectos, como el peso de los paneles y la inclinación que deben alcanzar para su funcionamiento (captación de energía). En el siguiente recuadro se pueden apreciar los referentes en cuanto a la estructura y la forma de los cuales se tomaron aspectos para el diseño de la estación de carga Ackiu.



Figura 36. Estado del arte y referentes para Estación de carga. Fuente: imágenes recopiladas de Pinterest.com

Posteriormente se explora en la forma final de la estación considerando el material estructural seleccionado (perfilería metálica) y probando diferentes geometrías dentro de los requerimientos dimensionales antes mencionados, como el tamaño del vehículo Ackiu y las dimensiones de los 3 paneles solares fotovoltaicos.

Figura 37. Propuestas de la estación de carga Ackiu y forma final. Elaboración propia.



Forma Final.

La parte delantera de la estación presenta un diseño facetado como la morfología del vehículo Ackiu y también evita gradualmente la oposición al viento cuando el auto remolque a la estación en sus traslados. La parte trasera de la estación queda libre para el remolque del vehículo y en los costados y parte superior son incorporados los paneles fotovoltaicos.

Fabricación

La construcción de la estación se realiza en perfiles metálicos de 20x30mm y 30x30mm. Primeramente se digitaliza el diseño en un software de modelación (Autodesk Inventor), para obtener en detalle las dimensiones y ángulos de calce de los perfiles y el orden en el que serán soldados. Se prepara el material y se sueldan los perfiles de la parte delantera de la estación; teniendo la estructura principal ya fabricada, se procede a ubicar los marcos de los paneles solares con la misma perfiles, para darles seguridad y poder levantarlos al momento de su funcionamiento. Finalmente, se pinta la estructura completa en tono negro.

Por otra parte, se consideran la instalación del piso, costados y parte trasera de la estación revestidos de planchas de terciado de 12mm. de espesor además de un soporte del mismo material para el panel que va en la parte superior de la estructura.

Para darle mayor estabilidad al vehículo se incorporan en el piso de la estación dos perfiles tipo omega, que servirán como guías para el momento del traslado del vehículo. Por último, para evitar que el vehículo Ackiu se deteriore al momento del traslado a la carrera (CSA) se confeccionan piezas de tela de pvc, asegurando la impermeabilidad y resistencia a objetos y viento durante el viaje.



Figura 38. Fabricación de la estación de carga y montaje del vehículo Ackiu. Elaboración propia



Dado los recursos dispuestos para el proyecto, la estación se instala utilizando el carro de arrastre del equipo Protean como soporte de la misma, proporcionando así movilidad de la estación para su posicionamiento en carrera al momento de cargar y seguridad al vehículo al momento de los traslados.

En las siguientes imágenes, el vehículo Ackiu junto a la estación de carga en carrera y la estación en funcionamiento.

Figura 39. Estación de carga en carrera CSA. Elaboración propia



Figura 40. Estación de carga en funcionamiento. Elaboración propia



Estudio energético para la Carrera Solar Atacama (CSA 2016)

Como parte del diseño de la estación solar también se contempla el gasto energético que tiene el vehículo durante la carrera, el cual debe ser cubierto por la energía proporcionada por los paneles fotovoltaicos. Para minimizar el tiempo de carga y desgaste energético en carrera y así



Figura 41. Gráfica de la CSA en sus seis días de competencia. Elaboración propia

optimizar recursos, es que se estudia el circuito de carrera día por día y tramo por tramo, para saber con exactitud cuánta energía debe proporcionar la estación y de cuánta energía dispone el piloto del vehículo Ackiu.

La organización (La Ruta Solar) proporciona los datos referidos a los tramos diarios de los seis días de competencia, los cuales son estudiados, procesados y graficados para conocimiento y estrategia del equipo.

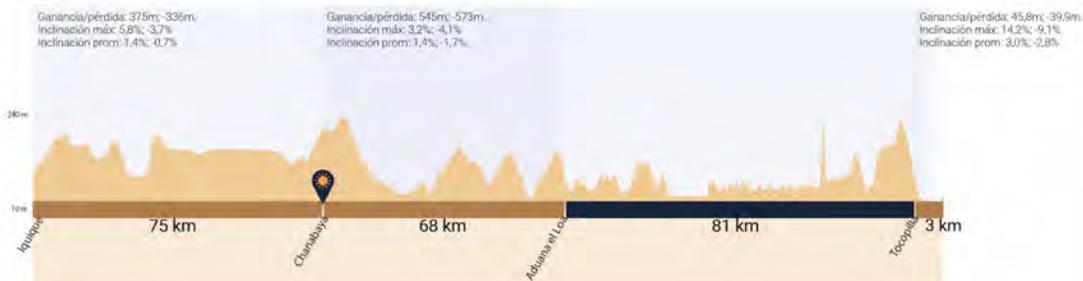
Por otra parte, el piloto posee un estudio energético de su desempeño en carrera realizado con anterioridad, por lo cual su esfuerzo es medible y alcanza los 200Wh, dato relevante a la hora de generar el reporte final. De los seis días de competencia, uno es de descanso para los equipos y el desglose es el siguiente:

Carrera Solar Atacama 2016

Corresponde a una extensión de más de 930 kilómetros divididos en 5 días de carrera desde jueves 21 al martes 26 de abril.

En la siguiente gráfica se puede apreciar el perfil de elevación de cada día de carrera; su distancia entre Largada y Meta; los Puntos de Control y Carga Solar FV, además de datos técnicos de cada tramo.

Día 1



Día 2



Simbología



Ganancia/pérdida: metros de elevación en subida y bajada dentro de un tramo determinado.

Inclinación máx/prom: Corresponde al grado de inclinación de las pendientes en el perfil de elevación expresadas en porcentaje (dist.Vertical/dist.Horizontal*100)

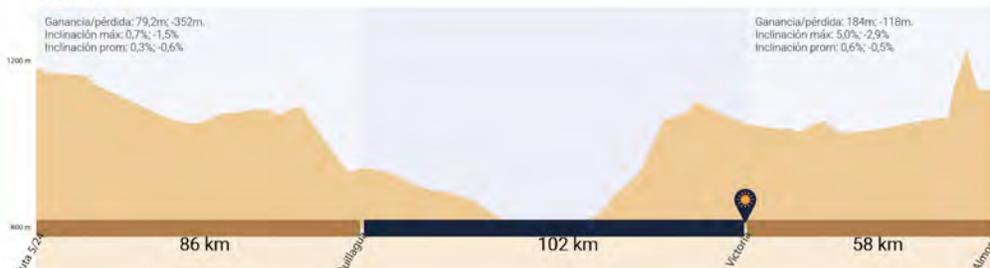
Día 4



Día 5



Día 6



A través del software Google Earth, se visualizan los datos entregados por la Organización y se trabajan los siguientes aspectos:

1. Recorrido diario: es la distancia en kilómetros desde el punto de inicio hasta el punto de fin en cada recorrido por día; cabe mencionar que existen los denominados (por La Ruta Solar) tramo de remolque, que hace referencia a la distancia que recorre el vehículo en competencia arriba de su remolque, tiempo y distancia que no son cronometradas ni contadas al final de la Carrera. El recorrido exacto por cada día de competencia se presenta en la siguiente tabla.

Día de competencia	Tramos de Carrera (*)					
	1	2	Remolcado	3	4	Total
Abril 21	79,9	68,3	80,7	32	-	260,9
Abril 22	74,7	-	-	46,8	49,3	170,8
Abril 23	Día sin competencia					
Abril 24	69,6	75,5	-	-	-	145,1
Abril 25	90	43,2	-	-	-	133,2
Abril 26	85,9	-	102	57,9	-	245,8

Tabla 1. Recorrido de la CSA por día. (*) Los tramos están todos en unidad de kilómetros.

Fuente: Elaboración propia

2. Perfil de elevación: es la altimetría del terreno en cuestión, tiene relación con el diferencial de metros entre el inicio y fin de cada tramo y desde qué altura se comienza cada uno, considerando los msnm.

§ Ganancia y pérdida de metros: para el número de kilómetros recorridos por día, es la sumatoria de metros en subida y metros en bajada por cada tramo.

§ Inclinación del terreno: es el porcentaje de la inclinación máxima (subida) e inclinación mínima (bajada) en cada tramo, por día de carrera. Además de la inclinación promedio para conocer la tendencia (subida o bajada) del terreno.

3. Punto de carga: Es el punto establecido por la organización para cargar el banco de baterías del vehículo durante la carrera. En el punto se permite una hora libre (no cronometrada) de carga, luego el tiempo de carrera vuelve a correr.

Cálculo y estrategia de eficiencia energética del vehículo Ackiu.

Con la primera bajada de información obtenida de la georreferencia del recorrido, se comienza la segunda bajada de información más detallada y específica; ésta tiene relación directa con los cinco puntos de carga establecidos por la organización. Cada punto de carga presenta coordenadas específicas, las cuales se utilizan para obtener información de la radiación que recibe; esta información se obtiene del software **Explorador**

Solar, que actualmente es una colaboración del Ministerio de Energía, GIZ y el Departamento de Geofísica de la Universidad de Chile, entre otros.

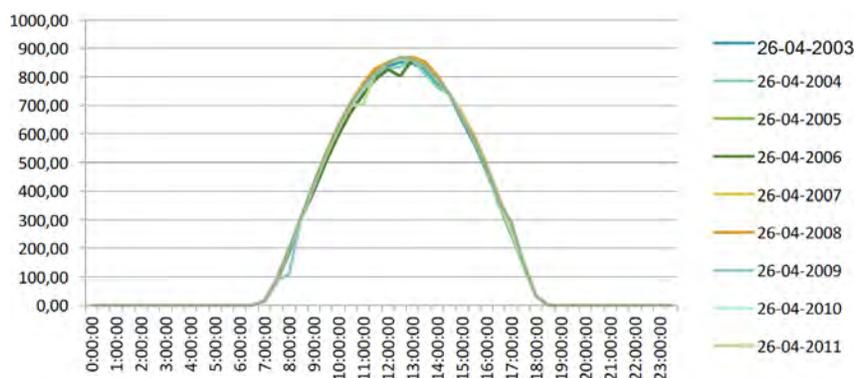
De cada punto (seis en total), se recopila la radiación que ha tenido en el periodo de nueve años (2003 a 2012) durante las 24 horas, las fechas correspondientes a la CSA 2016 (21 al 26 de abril). Así, se obtiene un promedio más certero y cercano de la radiación que podría recibir cada punto durante el evento.

Tabla 2. Coordenadas punto de carga Ackiu. Elaboración propia

Día de Carrera	Nombre del Punto	Coordenadas	
1	Aduana el Loa-Chanabaya	20° 52' 55,71" S	70° 8' 10,50" O
2a	Calama topater	22° 28' 2,3" S	68° 54' 3,75" O
2b	Punto control 3	22° 40' 20,13" S	68° 30' 27,74" O
4	Sierra gorda	22° 53' 20" S	69° 19' 6,34" O
5	Caleta buena	22° 26' 28,81" S	70° 15' 13,96" O
6	Oficina victoria	20° 44' 18,49" S	69° 39' 23,4" O

Como se aprecia en el siguiente gráfico, se realiza el catastro del mismo día durante diez años (2003-2012), información que se tabula en un software para obtener el promedio diario de radiación en cada día. Este proceso se repite con los otros cinco puntos de carga. La curva demuestra que a medida que se acerca mediodía la radiación alcanza sus niveles más altos y decae hasta el atardecer.

Grafico 7. Radiación día 6: Oficina Victoria. Elaboración propia



Se tabulan todos los puntos de carga y se toman los promedios diarios y sus peaks (las tres horas continuas con mayor radiación) para armar la estrategia de carrera.

Tabla 3. Promedio de radiación diaria, punto de carga Ackiu. Elaboración propia

Día	Nombre del Punto	Promedio radiación diaria	Promedio radiación peak
1	Aduana el Loa-Chanabaya	476,8	797,2
2a	Calama topater	562,3	903,2
2b	Punto control 3	562,5	924,6
4	Sierra gorda	539,5	833,0
5	Caleta buena	489,7	779,9
6	Oficina victoria	531,4	850,5

Esta información se cruzará con la primera bajada, que corresponde a los datos de distancia y altimetría del recorrido.

De esta manera, con la colaboración del equipo se plantea una estrategia que beneficie el rendimiento del vehículo Ackiu considerando el bienestar del piloto durante la carrera. El propósito es tener la energía necesaria para que, en caso de fatiga del piloto, el vehículo Ackiu continúe e incluso aumente el ritmo de carrera.

Las baterías (por reglamento de la CSA) pueden estar al 100% de carga al comienzo de cada día de competencia; esto significa que de los 2000W que almacena la batería, hay un delta que puede ser usado hasta el punto de carga, donde se cargará para continuar con los 2000W. Por ejemplo, si la eficiencia de los paneles que adquirió el equipo Protean es de un 16%, quiere decir que por 1000 kWh incidentes en 1m² de superficie, la energía extraíble será de 160 kWh. Ahora bien, considerando que la superficie disponible de la estación de carga solar es de 5,82m², se presenta en la siguiente tabla la radiación que se puede extraer para la carga del vehículo Ackiu.

Día	Nombre del Punto	Promedio radiación incidente	Promedio energía extraíble
1	Aduana el Loa-Chanabaya	810,9	755,1
2a	Calama topater	909,1	846,5
2b	Punto control 3	930,6	866,5
4	Sierra gorda	861,7	802,5
5	Caleta buena	718,8	669,3
6	Oficina victoria	860,7	801,5

Tabla 4. Promedio radiación extraíble. Elaboración propia

Para determinar los datos que se tomarían al momento de hacer el cálculo, se consideran las distancias a recorrer por tramo; los horarios de inicio en cada día de carrera y la velocidad a la que puede ir el vehículo Ackiu para llegar a cada punto de carga lo más cercano a mediodía posible (a mediodía la radiación alcanza su peak). Por ejemplo, si cada tramo se recorriera a 20 km por hora, los tiempos de demora en cada tramo serían los siguientes:

Tiempo a 20km por hora					Tiempo hasta el punto de carga
Tramo 1	Tramo2	Tramo remolcado	Tramo 3	Tramo 4	
03:59:42	03:24:54	00:48:25	01:36:00	-	03:59:42
02:00:18	01:43:48	-	02:20:24	02:27:54	03:44:06
03:28:48	03:46:30	-	-	-	03:28:48
04:30:00	02:09:36	-	-	-	04:30:00
04:17:42	-	01:01:12	02:53:42	-	04:17:42

Tabla 5. Horario vehículo Ackiu para estrategia carrera. Elaboración propia

Este mismo cálculo se establece con otras dos velocidades (30 y 40 km por hora), siempre cuidando la estabilidad y seguridad del piloto durante los trayectos. Como el segundo día de carrera posee dos puntos de carga, se visualizan además posibles combinaciones en las cuales el primer tramo se realice a una velocidad diferente del segundo. Estas combinaciones se grafican mediante tablas como las siguientes:

Tabla 6. Proyección a 20km por hora. Elaboración propia

Hora inicio	Hora de llegada al primer punto de carga	Hora llegada al segundo punto de carga		
	20km/hr	20km/hr	30km/hr	40km/hr
9:00	12:59	-	-	-
9:00	12:44	15:04	14:17	13:54
9:00	12:28	-	-	-
9:00	13:30	-	-	-
9:00	13:17	-	-	-

Tabla 7. Proyección a 30km por hora. Elaboración propia

Hora inicio	Hora de llegada al primer punto de carga	Hora llegada al segundo punto de carga		
	30km/hr	20km/hr	30km/hr	40km/hr
9:00	11:39	-	-	-
9:00	10:20	12:40	11:53	11:30
9:00	11:19	-	-	-
9:00	12:00	-	-	-
9:00	11:51	-	-	-

Tabla 8. Proyección a 40km por hora. Elaboración propia

Hora inicio	Hora de llegada al primer punto de carga	Hora llegada al segundo punto de carga		
	40km/hr	20km/hr	30km/hr	40km/hr
9:00	10:59	-	-	-
9:00	10:00	12:20	11:33	11:10
9:00	10:44	-	-	-
9:00	11:15	-	-	-
9:00	11:08	-	-	-

El equipo decide optar por las combinaciones que provean de mayor energía a la hora de la carga en cada punto de control, considerando también las opciones sugeridas, de este modo, se puede tener un estimado para aplicar en caso de contratiempos y/o eventualidades propias del circuito y la carrera.

INVESTIGACIÓN PRELIMINAR

Considerando el contenido del capítulo y apartado anterior, es que surge la inquietud acerca del aumento en el consumo energético, específicamente por parte de los aparatos electrónicos y la constante necesidad de acceso a la red para mantenerse siempre conectados en sus dispositivos. Se realiza una intervención para verificar la necesidad de acceder a una conexión para ciertos dispositivos móviles, que será detallada a continuación.

Intervención Punto Solar

Se reacondicionó la estación de carga del vehículo Ackiu, con el fin de generar un espacio para la carga de dispositivos móviles. Se utilizaron los mismos componentes eléctricos, incorporando un inversor de onda pura para la transformación de la electricidad de continua a alterna.

Se diseñó un logo y algunos afiches que se distribuyeron por la Facultad para informar acerca de la intervención, la cual duró dos semanas, durante las cuales **120 personas** utilizaron el servicio de carga de dispositivos electrónicos.



Figura 42. Punto solar en marcha.
Elaboración propia



Al terminar la carga o dejar de ocupar la estación, se le proporcionó a cada persona un breve cuestionario de 6 preguntas para saber su impresión de la intervención y de la solución ofrecida. Los criterios a evaluar y preguntas fueron las siguientes:

Tabla 9. Preguntas y aspectos a analizar encuesta Experiencia "Punto solar". Elaboración propia

Pregunta	Aspecto a analizar
¿Qué dispositivo cargó?	(1) Recopilación de datos.
¿Por cuánto tiempo utilizó la plataforma?	(1) Recopilación de datos.
¿Cuál o cuáles de los siguientes dispositivos electrónicos utilizas dentro de la FAU? (sin considerar la infraestructura de la Facultad)	(1) Recopilación de datos.
¿Con qué frecuencia buscas conexión eléctrica para tus dispositivos electrónicos en la FAU?	(1) Recopilación de datos.
¿Cuál es su postura frente a la implementación de más plataformas de carga como esta?	(2) Opinión respecto de las energías limpias.
Si fuese una iniciativa permanente, ¿Utilizarías esta plataforma?	(2) Opinión respecto de las energías limpias.

Resultados y Evaluación

Preliminarmente se hace un balance de los dispositivos electrónicos circulantes en la FAU, donde se obtiene que el **100% de los estudiantes encuestados utiliza un teléfono celular** dentro de las instalaciones (sin considerar el equipamiento de la misma), luego le siguen los notebooks, dispositivos de música y tablet. Con estos datos se evidencia que el **uso de la energía está enfocado en la carga de estos dispositivos**, por lo cual también se pregunta la frecuencia en que se realiza esta acción, arrojando los siguientes resultados.

Rango de tiempo	Porcentaje (%)
Una vez a la semana	27,6%
De dos a tres veces por semana	33,1%
Una vez al día	20,2%
Dos veces al día	9,8%
Más de dos veces al día	9,2%

Tabla 10. Frecuencia de carga para dispositivos electrónicos circulantes en FAU. Elaboración propia con datos de la encuesta 'Punto Solar'.

Tipo de dispositivo	Porcentaje (%)
Teléfono celular	99,4%
Computador portátil	90,8%
Dispositivos de música	22,1%
Tablet	16,0%
Otros	5,4%

Tabla 11. Dispositivos circulantes en FAU. Elaboración propia con datos de la encuesta 'Punto Solar'.

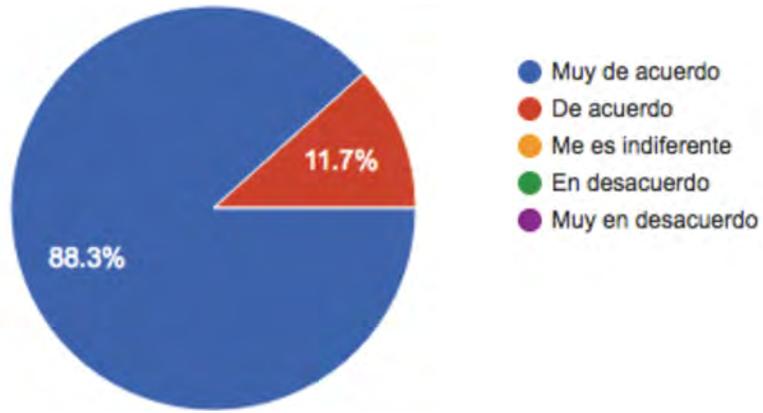
Por otra parte, el mayor número de dispositivos cargados en la estación fueron teléfonos celulares (seguidos de notebooks y dispositivos de audio). Esto confirma la información recabada con anterioridad. Ahora bien, en cuanto al tiempo de carga cerca del 80% de los usuarios de Punto Solar mantuvieron y/o **dejaron su dispositivo cargando más de 15 minutos.**

Tipo de dispositivo	Cantidad
Teléfono celular o Smartphone	89
Computador portátil o Notebook	17
Dispositivos de música o Mp3	11
Tablet	3
Total	120

Tabla 12. Dispositivos cargados en "Punto solar". Elaboración propia

Sobre su postura frente a instalaciones e iniciativas similares a la estación solar, se obtuvo un amplio respaldo por parte de los usuarios. El hecho de experimentar concretamente con iniciativas que incluyan energía renovable hace que puedan visualizar de manera más real el impacto que podrían tener al ser permanentes.

Grafico 8. ¿Cuál es su postura frente a la implementación de más plataformas de carga como esta? Encuesta “Punto solar”.
Elaboración propia



Finalmente, a la interrogante de: *Si fuese una iniciativa permanente, ¿utilizarías esta plataforma?* Un **90% se inclina a favor** (108 encuestados), son de interés la o las razones de esas 12 personas en desacuerdo. Y es que, al conversar personalmente con los usuarios en el proceso de medición y prueba de la estación, manifestaron que el **factor seguridad** era algo fundamental para responder a esta pregunta. Durante el tiempo de prueba, los usuarios optaron por **dos comportamientos**:

- § Dejar su dispositivo cargando para volver posteriormente por él.
- § Cargar su dispositivo permaneciendo en la estación o estando en un campo visual directo con la estación, esto último con el fin de supervisar su dispositivo.

Al probar la estación con una persona observando el proceso en su totalidad, las personas sentían mayor seguridad y dejaban sus pertenencias al cuidado de la persona a cargo, debido a que había alguien vigilando los dispositivos. En consecuencia, la **seguridad es un factor importante puesto que son elementos “de valor” los que se cargan, ya sea por su precio, por la información que contienen o por el apego que sienten por el dispositivo.**

PROYECTO DE DISEÑO

// OBJETIVOS//

Objetivos del Proyecto

Diseñar un casillero que cargue dispositivos móviles con energía proporcionada por una fuente renovable.

- § Caracterizar al usuario y contexto en el cual funcionara el producto.
- § Determinar dimensiones de los dispositivos a cargar para establecer criterios formales del producto.
- § Determinar dimensiones generales del producto.

Objetivos del Producto

Aumentar la seguridad percibida frente a un casillero al momento de dejar un dispositivo electrónico en su interior.

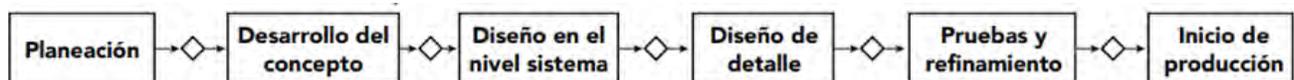
- § Diseñar un soporte horizontal para un notebook y su cargador.
- § Diseñar un soporte que albergue un celular y su cable al momento de cargarse.
- § Diseñar el exterior de la puerta.

Para abordar de mejor manera el proyecto, se utiliza como guía el proceso de desarrollo de producto establecido por los autores Karl T. Ulrich y Steven D. Eppinger en su libro *Diseño y desarrollo de producto* (4ta edición, 2009). Ellos determinan una serie de pasos y métodos mediante los cuales se puede asegurar la calidad, la coordinación, la planeación, administración y mejoras del proyecto. (Diseño y desarrollo de productos, Ulrich y Eppinger).

“La energía determina todo lo que tenemos, lo que hacemos, lo que somos. Sin autonomía energética no hay autonomía de la civilización humana”.

HERMANN SCHEER

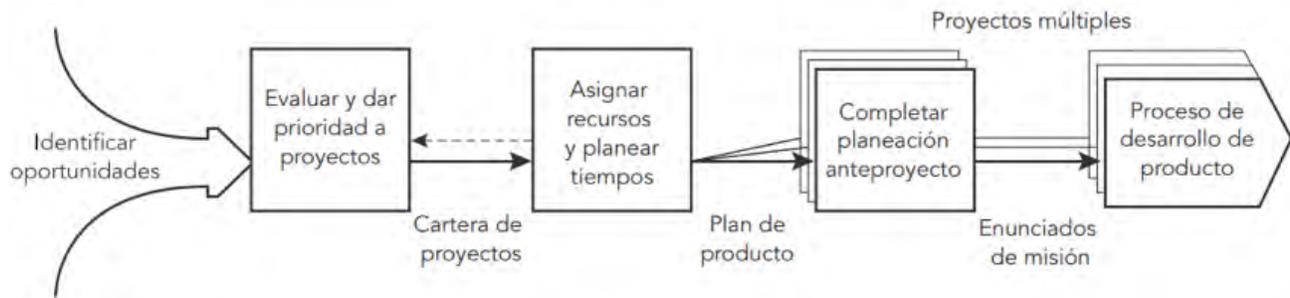
Figura 43. Proceso genérico de desarrollo de producto. Fuente: *Diseño y desarrollo de productos*. Autor: Karl T. Ulrich y Steven D. Eppinger (Eppinger, 2009).



// PLANIFICACIÓN DEL PRODUCTO //

Figura 44. Planeación del producto. Fuente: Diseño y desarrollo de productos. Autor: Karl T. Ulrich y Steven D. Eppinger (Eppinger, 2009).

En relación a esta fase, se determina el objeto a desarrollar identificando sus oportunidades; de acuerdo a la pauta metodológica, es que se organiza esta fase mediante el siguiente esquema.



Identificar oportunidades

Considerando la investigación preliminar y sus resultados, se evidencia la necesidad de objetos que permitan la carga de dispositivos electrónicos y que además cubran un factor importante asociado a esta acción, la seguridad.

Como solución a esta problemática, se plantea el desarrollo de un casillero que incorpore la energía eléctrica para la carga de dispositivos electrónicos mediante la obtención de energía solar fotovoltaica.

Evaluar y dar prioridad

La perspectiva elegida es la segmentación de mercados, pues al delimitar el segmento y la competencia, se pueden evaluar cuales oportunidades del producto abordan mejor las debilidades de su propia línea de productos y cuales explotan las debilidades de lo que ofrece la competencia. (Ulrich & Eppinger, 2009).

Asignar recursos y planear tiempos

Para la asignación de recursos, en primera instancia es la infraestructura del taller Protean, donde nace el proyecto y se utilizan sus instalaciones para la construcción del prototipo, considerando las herramientas y máquinas, además de los laboratorios de la Facultad.

Finalmente, el recurso monetario requerido para la manufactura del prototipo y demases, es gestionado de manera personal.

Los tiempos del proyecto están sujetos a la calendarización por parte de la Facultad para el proceso académico en curso.

Declaración de la misión	Casillero que incorpora energía eléctrica para cargar dispositivos electrónicos mediante la obtención de energía solar fotovoltaica.
Descripción del producto	Permite la carga de dispositivos electrónicos de manera segura y limpia, manteniendo el espacio de almacenamiento.
Propuesta de valor	<ul style="list-style-type: none"> • Provee de energía de manera autónoma y limpia. • Aumenta el estándar de seguridad de un casillero actual. • Almacena en compartimientos determinados los dispositivos electrónicos.
Suposiciones y restricciones	<ul style="list-style-type: none"> • Compatible con puerto USB A y Tomacorriente 2P+T. • Plataforma de control eléctrico del conjunto. • Certificación de los componentes.
Involucrados	<ul style="list-style-type: none"> • Compradores y usuarios • Operaciones de manufactura • Operaciones de mantención

Tabla 13. Declaración de la misión. Fuente: Diseño y desarrollo de productos. Autor: Karl T. Ulrich y Steven D. Eppinger (Eppinger, 2009).

// DESARROLLO DE CONCEPTOS //

Identificar contexto y usuario

En la investigación preliminar se evidenciaron dos comportamientos, determinados por la presencia y ausencia del usuario durante la carga de los dispositivos electrónicos. Éste último comportamiento, se da en situaciones donde el usuario está impedido del contacto directo con su dispositivo.

Existen actividades que son incompatibles con el uso de dispositivos electrónicos, como el deporte, debido a que exige despojarse de lo que uno traiga consigo, para sumergirse en la disciplina misma. Dentro del deporte, la industria del fitness se posiciona debido a los cambios en los hábitos de la actividad física y ciertamente al posicionamiento de marcas relacionadas al rubro, que reúnen seguidores y propician un mercado atractivo en el país. El fitness tiene relación con la búsqueda del bienestar y salud física mediante una vida sana y ejercicio constante en el tiempo; además, generalmente esta práctica se realiza en un espacio específico. En el fitness, hay numerosas actividades que se realizan y muchas de ellas convergen en gimnasios, espacios donde se practican diversas actividades físicas asistidas o no por profesionales y pudiendo o no ser reguladas en el acceso mediante membresías, siendo este el contexto determinado para el proyecto.

Según la Encuesta Nacional de Hábitos de la Actividad Física (2016), señala que un 31,8% de la población chilena practica alguna actividad física (6% más que en la encuesta realizada en 2006). Este tercio de población practicante, se define como personas que realizan ejercicio

físico con alguna frecuencia. Si bien el aumento porcentual no es significativo, el incremento de gimnasios en los últimos años habla del interés por llevar una vida sana y saludable, siendo en gran medida un agente en el aumento de la actividad física en el país. Es por esto que, como contexto, los gimnasios resultan atractivos para el proyecto, como un nicho en pleno desarrollo y crecimiento.

- POEMS

Para conocer el contexto y usuario se desarrolla un método de observación llamado POEMS, que incorpora cinco elementos: personas, objetos, ambientes, mensajes y servicios. Sirve como una guía para la observación y así tener una visión más allá de un sólo elemento, sino que de un sistema (Kumar, 2013).

Figura 45. POEMS.
Fuente: 101 Design Methods,
Vijay Kumar, 2013.



Se visitan 3 gimnasios: Speed Works, una cadena del sector alto de la capital; Pacific Fitness, franquicia que concentra el mayor número de sucursales y Energy Fitness Club, uno de los gimnasios con mayor crecimiento en los últimos años (Pulso, 2017). Cada visita tiene una duración aproximada de 40 minutos, donde posteriormente se cruza la información obtenida para encontrar elementos comunes. Además, se realiza un set de preguntas a las personas encargadas de cada local. Para las tres sucursales, el horario de mayor afluencia es entre las 19:00 y 21:00 horas de cada día; todas funcionan con un sistema de reconocimiento para el ingreso a las instalaciones, ya sea por huella digital o por control numérico.

En la tabla 14, se muestra el set de preguntas realizado a los encargados de cada local observado.

Preguntas	Respuestas		
	Speed Works	Pacific Fitness	Energy Club
1. ¿Cuántos socios tienen?	800 personas.	1.900 personas	1.300 personas
2. Número de casilleros:	42	110	154
3. Tipo de casilleros.	Metálico.	Madera.	Madera y metal.
4. Tipo de cerradura.	Clave numérica.	Candado.	Clave numérica.
5. ¿Es compartido el casillero?	Sí.	Sí.	Sí.
6. ¿Cuántas veces se abren casilleros por olvido del usuario?	10 veces diarias.	1 vez diaria.	10 veces diarias.

Tabla 14. Preguntas a encargados de gimnasios. Fuente: Elaboración propia.

Luego, el cruce de información entre los tres gimnasios visitados arroja resultados que se organizan por cada categoría. Todos los elementos presentes en el gimnasio se utilizan, al ser un espacio de ‘tránsito’, las personas optimizan su tiempo en las instalaciones. Para ello, los centros disponen de diferentes escenarios para que los clientes puedan realizar más de una actividad en el gimnasio.

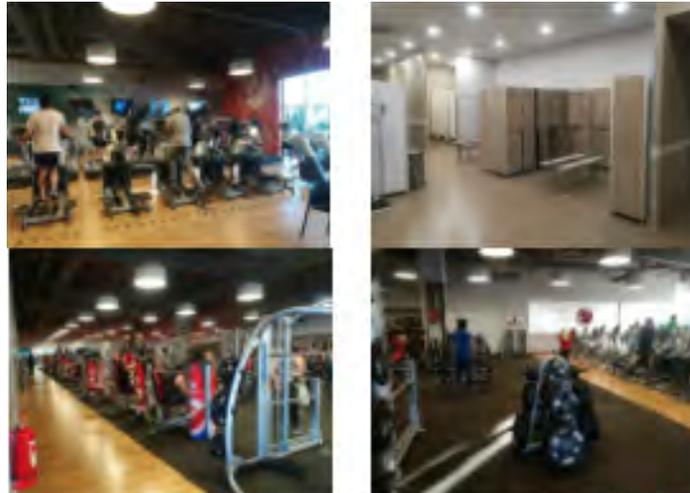
POEMS	Speed Works - Pacific Fitness - Energy Fitness Club	
Personas	<ul style="list-style-type: none"> -Personas entrenándose solas. -Personas asistidas por coach. -Personal de trabajo uniformado. 	
Objetos	<ul style="list-style-type: none"> -Maquinas fijas mecánicas (Bancos, paralelas, etc.). -Trotadoras. -Elementos de trabajo móvil (pesas, balones, pelotas, etc.). -Bicicletas estáticas 	
Ambientes	<ul style="list-style-type: none"> Espacios amplios con ambientes definidos. -Sector bicicletas y trotadoras. -Sector maquinas fijas con carpeta. -Sector elementos móviles con carpeta y junto a espejos de cuerpo completo. -Salas para bailes y actividades. -Techos altos y abovedados (oscuros) con iluminación (fría, lineal). -Algunos espacios con amplios ventanales al exterior. -Camarines en tonos claros con iluminación artificial y natural. 	
Mensajes	<ul style="list-style-type: none"> Predomina el silencio. Se infieren mensajes del usuario como: -Concentración. -Enfoque. -Satisfacción / Frustración. -Cansancio. 	<ul style="list-style-type: none"> Pensando en el mensaje que da el entorno (ambiente) se infieren: -Pulcritud -Elegancia -Sobriedad -Simpleza
Servicios	<ul style="list-style-type: none"> -Clases pagadas. -Clases focalizadas. -Acceso restringido a las instalaciones. -Cafetería. -Camarines. 	<ul style="list-style-type: none"> -Casilleros. -Asesoría personalizada. -Atención al cliente. -Estacionamientos.

Tabla 15. Resumen de POEMS. Fuente: Elaboración propia.

En el registro fotográfico realizado en las observaciones, se obtiene información de la distribución de las instalaciones, la estética de las máquinas y los colores, donde predominan tonos grises, negros, azules, anaranjados y blanco.

La distribución de los espacios y el diseño del mismo permite que las personas se enfoquen en la actividad y no en el espacio; esto se logra con líneas simples y minimalistas, para no llamar la atención ni acabar con la concentración de los clientes percibida en las observaciones. Esta recopilación visual será utilizada para definir aspectos estéticos del producto a diseñar, como referencia del estado actual.

Energy Fitness Club



Speed Works



Pacific Fitness



Figura 46. Instalaciones gimnasios evaluados.
Elaboración propia.

Usuario

Por otra parte, los usuarios de gimnasios, son personas que practican de manera regular actividad física, mayoritariamente hombres; sin embargo, las mujeres tienden a practicar en forma más frecuente que los hombres, superándolos en las categorías dos veces a la semana y tres o más veces a la semana (Encuesta Nacional de Hábitos de la Actividad Física, 2016).

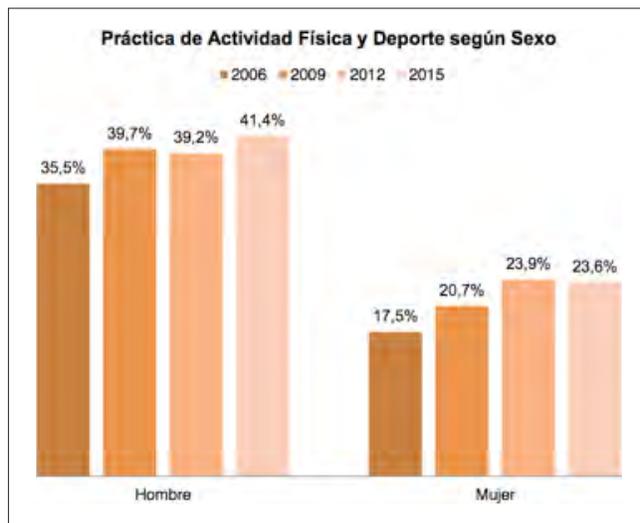


Gráfico 9. Práctica de ejercicio y/o deportes en la población según sexo. Fuente: Encuesta Actividad Física, 2016.

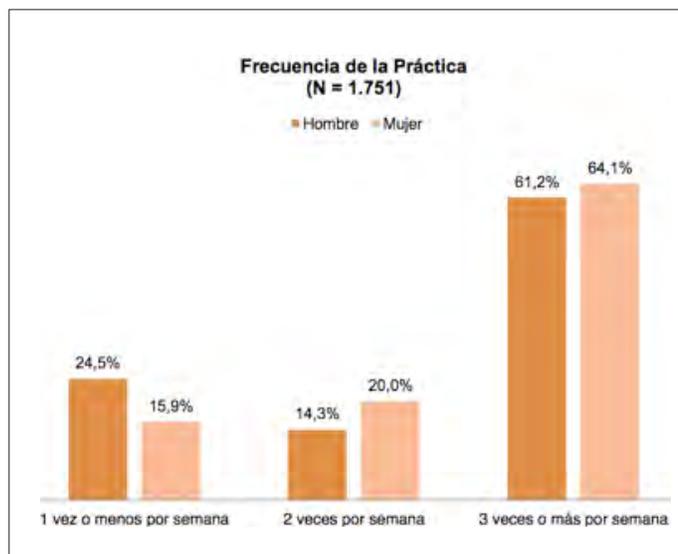


Gráfico 10. Frecuencia de la práctica según sexo. Fuente: Encuesta Actividad Física, 2016.

El rango etario que más practica ejercicio son las personas entre 18 a 29 años. A nivel socioeconómico, el segmento ABC1 es el que más realiza actividad física, dándose una dinámica proporcional: al disminuir el nivel socioeconómico, disminuye también la práctica de deporte.

Gráfico 11. Práctica de ejercicio y/o deportes en la población según edad. Fuente: Encuesta Actividad Física, 2016.

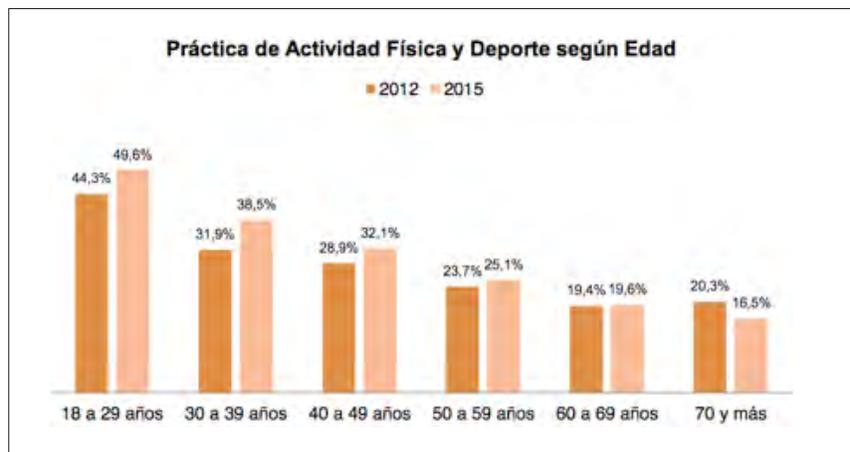
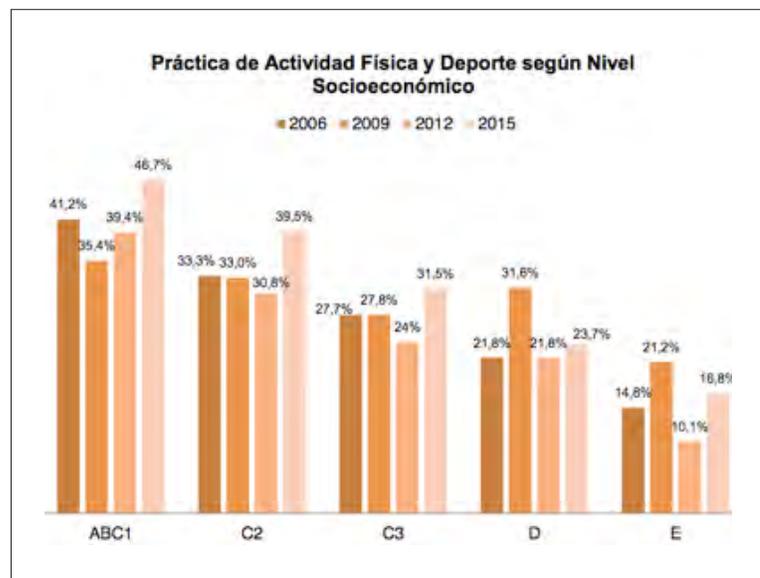


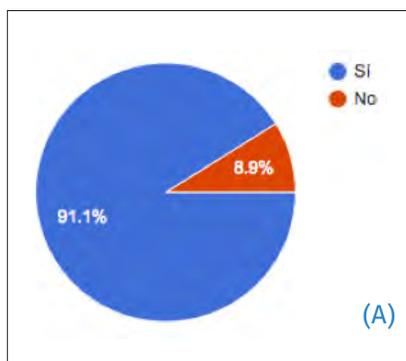
Gráfico 12. Práctica de ejercicio y/o deportes en la población según nivel socioeconómico. Fuente: Encuesta Actividad Física, 2016.



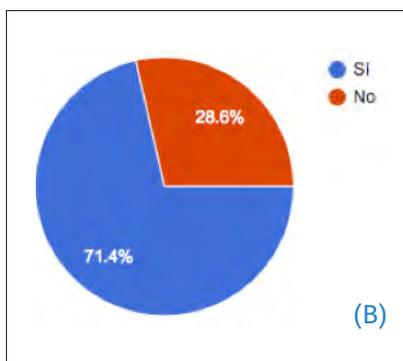
Se realiza una encuesta a personas que asisten regularmente a gimnasios, que contiene 10 preguntas enfocadas a conductas, decisiones y opiniones, además de preferencias acerca de forma y percepción de color.

De las 60 personas que respondieron esta encuesta, el 80% frecuenta el gimnasio tres o más veces por semana, por lo que se hace habitual esta actividad en sus vidas, entrenando además entre 60 y 90 minutos por día.

Del gráfico 13, se desprende que una de cada diez personas utiliza los casilleros del gimnasio al que asiste, sin embargo, casi el 30% de ellas cree que no son seguros. Se infiere la necesidad de dejar elementos guardados mientras se entrena (alguno de ellos de valor), aun cuando la percepción de seguridad de los usuarios no sea la suficiente a su criterio.



(A) Gráfico 13. ¿Utiliza los casilleros del gimnasio? Fuente: Encuesta Casilleros y seguridad. Elaboración propia.



(B) Gráfico 14. ¿Considera seguro los casilleros del gimnasio al que asiste? Fuente: Encuesta Casilleros y seguridad. Elaboración propia.

Por otra parte, la frecuencia de conexión que requieren para cargar sus dispositivos móviles es acorde a la investigación preliminar realizada, donde se constata que por lo menos el 90% de los encuestados busca entre una y dos veces al día acceso a la red eléctrica.

Ahora bien, observando el gráfico 15, se evidencia esa inseguridad respecto de los casilleros, más aún al dejar un objeto de valor como un celular. Esta información será relevante en los siguientes apartados pues constituye una oportunidad desde el diseño para revertir esta percepción.

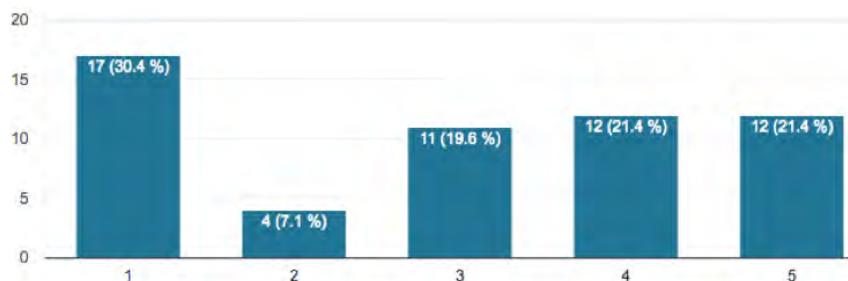


Gráfico 15. ¿Considera seguro dejar su celular cargando dentro del casillero mientras entrena? (donde 1 es nada seguro y 5 es muy seguro). Fuente: Encuesta Casilleros y seguridad. Elaboración propia.

En cuanto a percepción de color, los encuestados identificaron los colores que consideran seguros de una muestra presentada, donde el negro y azul tuvieron la primera y segunda preferencia respectivamente.

Luego le siguen el verde, blanco y oro. Esta información es útil para definir los colores del producto terminado.

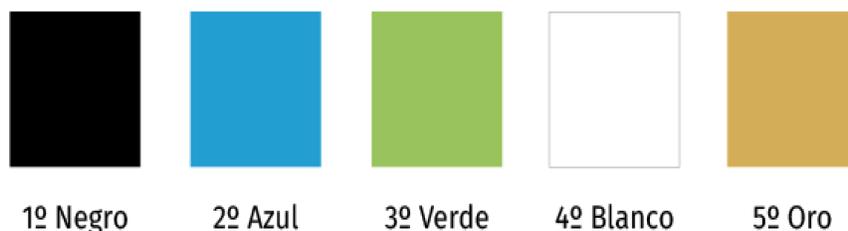
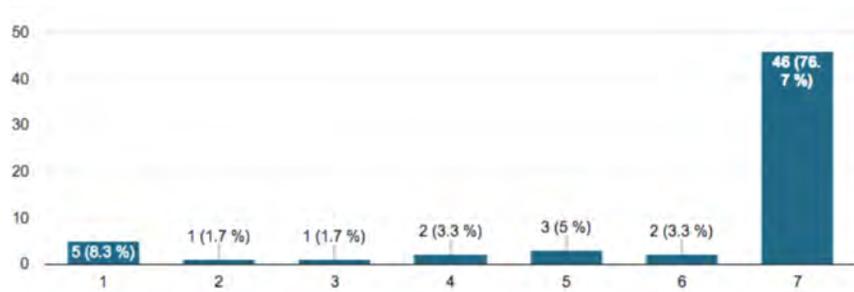


Figura 47. Muestra de color evaluada por los usuarios, ordenada por preferencia. Referida del libro Psicología del Color, incorporando el negro. Fuente: Encuesta Casilleros y seguridad. Elaboración propia.

Finalmente, los usuarios evalúan el supuesto de que un casillero que carga dispositivos electrónicos, obtenga su energía mediante una fuente limpia, como la solar fotovoltaica.

Más de un 70% evalúa con nota 7 esta hipótesis, corroborando el interés general de incorporar energías limpias a la matriz energética actual.

Gráfico 16. ¿Con qué nota evaluaría que un casillero cargara aparatos eléctricos mediante energía solar? (nota de 1 a 7, ascendente)
Fuente: Encuesta Casilleros y seguridad. Fuente: Encuesta Casilleros y seguridad.
Elaboración propia.



- Sondeo de usuarios

Por último, se utiliza otro método para ahondar en los gustos y preferencias de los usuarios. El Design Probes (o Sondeo de Diseño), apunta a la participación del usuario por medio de la autodocumentación.

Los usuarios recopilan y documentan el material, trabajando como participantes activos en el proceso de diseño. En segundo lugar, analizan el contexto y las percepciones del usuario así como presentar la perspectiva del usuario para enriquecer el diseño (Mattelmäki, 2006).

Se diseña de un kit, con actividades y tareas a realizar por un periodo determinado de tiempo (en este caso una semana), que posteriormente se le entrega al usuario personalmente, para dar las instrucciones. Durante el proceso se mantiene contacto con el usuario para despejar posibles dudas; cumplido el periodo se regresa el kit y comienza la fase de interpretación, análisis y evaluación.

Se escogen seis personas que asisten frecuentemente al gimnasio (por lo menos 3 veces a la semana) y se encuentran entre los 18 y 29 años. Se les hace entrega del kit que contiene:



Figura 48. Design Probes.
Fuente: 101 Design Methods, Vijay Kumar, 2013.

- § Una tarjeta para registrar la asistencia a los entrenamientos.
- § Dos tarjetas con tareas para cada día de entrenamiento (preguntas y fotografías).
- § Dos tarjetas con tareas para realizar un diagnóstico de sus gustos y opiniones (preguntas y fotografías),
- § Un set final de evaluación respecto de imágenes
- § Una libreta con lápiz y marcadores para registrar sus preguntas.

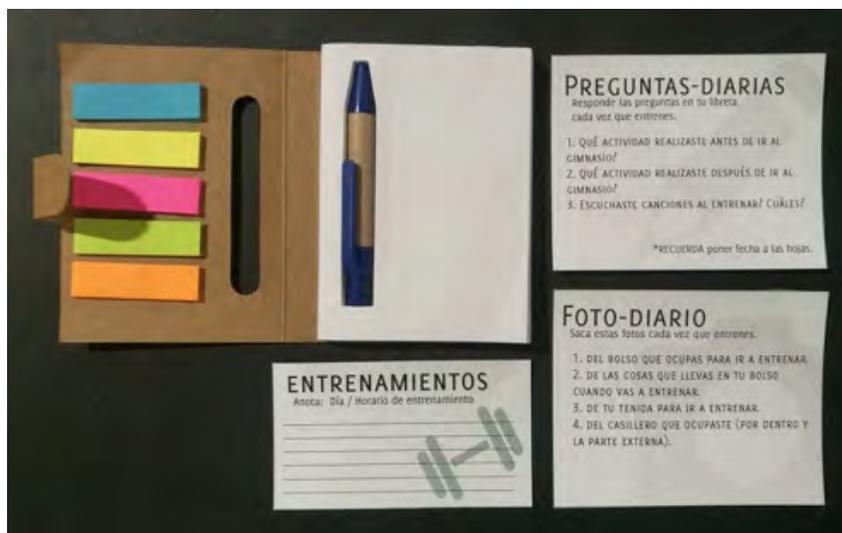


Figura 49. Componentes del Kit para el Sondeo de Usuarios.
Fuente: Elaboración propia.

Cabe mencionar que el soporte de las fotografías son los celulares de los usuarios y éstas son enviadas mediante una aplicación de mensajería instantánea. Además, los usuarios son libres de incorporar otros elementos y agregar información que consideren pertinente a la experiencia descrita. Los participantes asistieron entre 3 a 5 veces por semana al gimnasio, con entrenamientos de 60 a 90 minutos aproximadamente. En general las actividades que realizaron antes de ir al gimnasio consistieron en levantarse y ordenar sus bolsos para ir a la práctica, luego de eso se dirigieron a sus respectivos trabajos.

Figura 50. Registro de vestimenta proporcionado por los participantes. Se basa en tonos oscuros, predominando el color negro. Se visualizan tonos de color en determinadas prendas, generalmente poleras. Elaboración propia.



Esta rutina hace que lleven varias pertenencias en cada entrenamiento por lo que necesitan un espacio que considere el volumen requerido, además de espacios determinados para algunos elementos delicados como los dispositivos electrónicos y otros de valor.

Los participantes, consideran que los casilleros muchas veces no proporcionan el espacio suficiente para ello.

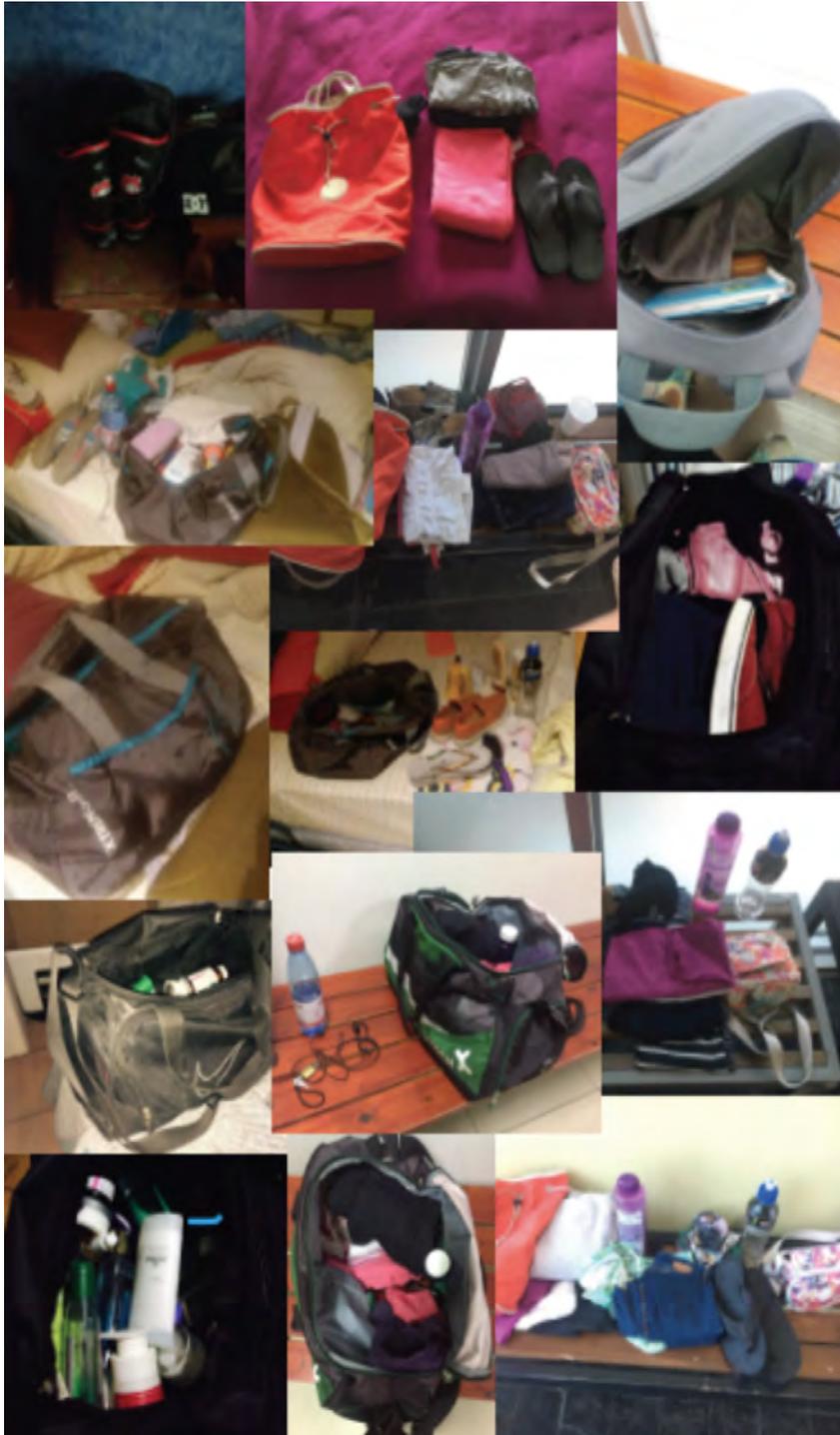


Figura 51. Registro de equipo proporcionado por los participantes. Se aprecia el número y volumene de los elementos, determinado por las actividades realizadas posterior al entrenamiento. Elaboración propia.

Figura 52. Registro de casilleros proporcionado por los participantes. Los casilleros están conformados por distintos materiales, conservando figuras geométricas de paralelogramos.

Los colores por otra parte muestran el material en bruto (madera) o con recubrimiento de pintura; sin embargo, ninguno de ellos visualiza un espacio para dispositivos electrónicos.

Elaboración propia.



Finalmente, realizado el experimento y entregado el kit, se realizan cuatro preguntas donde evaluaron aspectos de los casilleros en cuanto a determinados criterios donde cero estrellas fue nada seguro y cinco estrellas muy seguro, respectivamente.



Figura 53. Evaluación final Kit de Sondeo. Los criterios a evaluar fueron la forma del casillero, apariencia de la puerta, material de fabricación y elementos específicos (iluminación y chapa electrónica) como referentes de energía y tecnología. Elaboración propia.

En conclusión, los participantes tienen preferencia por tonos más oscuros (grises y negros), destacando algunos aspectos con azules y tonos rojizos. Se manifiestan en total acuerdo a cargar sus dispositivos móviles dentro del casillero, considerando esta medida más segura y cómoda para desarrollar sus actividades en plena concentración.

La disposición geométrica de los casilleros (muy altos y angostos) dificulta el posicionamiento del equipo, teniendo que, en varias ocasiones montar los elementos para cerrar la puerta.

En último lugar, valoraron geometrías rectas y con volúmenes en los casilleros como aspectos que dan seguridad, así también como la fabricación en metal, seguida por el polímero. Estos aspectos servirán en las etapas posteriores como base para tomar decisiones de diseño, respecto de la gramática formal del casillero (en su forma y estética) y materiales de fabricación.

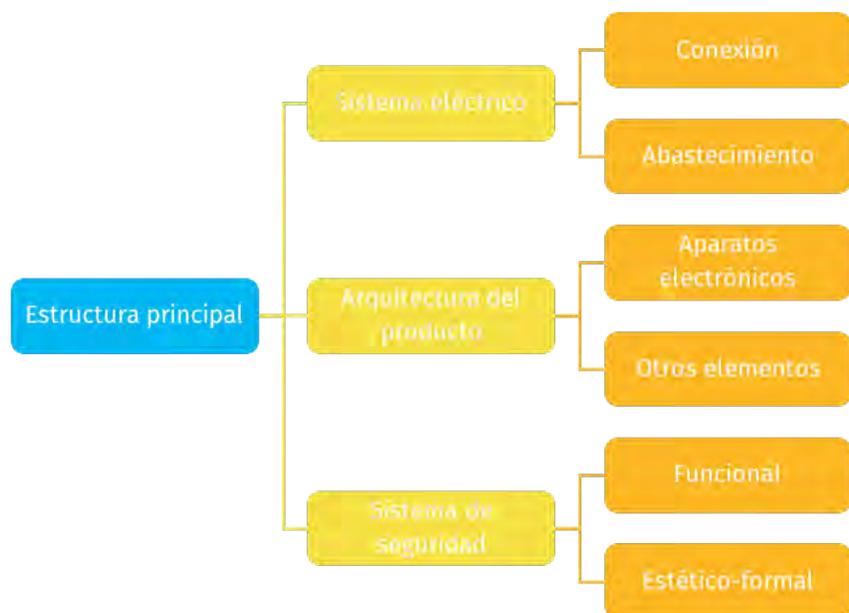
// GENERACIÓN DE CONCEPTOS //

El concepto de un producto es una descripción aproximada de la tecnología, principios de trabajo y forma del producto. Es una descripción concisa de la forma en que el producto va a satisfacer las necesidades del cliente (Ulrich & Eppinger, 2009).

(1) Aclarar el problema

Para aclarar el problema se visualiza el proyecto con sus requerimientos: Diseñar y energizar un casillero equipado para almacenar y cargar dispositivos electrónicos. Se desarrolla un esquema central, que se descompone en sub-problemas, para ser abordados desde sus sistemas.

Figura 54. Descomposición del problema en base a aspectos funcionales. Ulrich & Eppinger, 2009. Fuente: Elaboración propia.



- Aspectos funcionales

§ Sistema eléctrico: se descompone en conexión, que aborda los tipos de salida eléctrica que permitan la carga de los dispositivos y la conexión entre la familia de casilleros. Y el abastecimiento, que hará posible la carga de los aparatos, considerando una fuente de alimentación renovable, la energía solar fotovoltaica.

§ Arquitectura del producto: se refiere a la distribución de la estructura principal para almacenar tanto los dispositivos, como otros elementos relacionados a la actividad que se realice.

§ Sistema de seguridad: se divide el aspecto funcional, con la incorporación de tecnología electrónica y el aspecto estético-formal, en relación de la forma como aporte a la seguridad.

- Aspectos de manufactura

§ Tipo de material: Debido a alcance del producto, como un elemento modular que se estructura como tal en base a la repetición de sus partes, se eligen 3 posibles materiales y se califican según sus posibilidades y cualidades a nivel industrial, tomando en consideración la percepción del usuario respecto de la seguridad que le provoca dicho material.

§ Forma constructiva: para conformar los elementos del casillero se plantea una forma constructiva referenciada en planos de interacción. Estos pueden estar determinados por la usabilidad del casillero y/o por características de los elementos que lo componen. Estos planos o facetas configuran trozos físicos que pueden ser simples o complejos, por lo cual se considera este aspecto al momento de definir materiales y procesos de fabricación.

(2) Buscar externamente

Para esta parte se levanta información externa para hallar posibles soluciones al problema y sub-problemas identificados.

- Estado del arte



Figura 55. Casillero Power Station de Armorgard. Fuente: <https://www.armorgard.co.uk/prod/powerstation>



Figura 56. Interior y puerta del casillero TechGuard. Fuente: <https://www.bretford.com/product/techguard-lockers>

Figura 57. Distribución espacial y puerta del casillero fabricado en ABS por la empresa Maletek.

Fuente:
<http://www.maletek.cl/linea-de-productos>.



Figura 58. Interior y puerta del casillero con carga en Disneyland. Fuente: https://www.mouseplanet.com/9892/Disneyland_Resort_Update



Referentes

Figura 59. Casilleros de Atepa para Belinann Clib Fitness en París. Fuente: <http://www.atepaa.com>



Figura 60. Aparador Cattelan Italia modelo Kayac. Fuente: <http://stefaniaarreda.it/arredamenti-verona/cattelanitalia/>





Figura 61. Mouse facetado.

Fuente: <https://i.pinimg.com/736x/56/d0/a5/56d0a54d86969fea8c69dcaa8ea40ad8.jpg>



Figura 62. Caja fuerte como referente de seguridad.

Fuente: <https://www.cajasfuertesaragon.com>



Figura 63. Sala de baño con estética facetada diseñado por Luxum. Fuente: <http://luxum.pl/>

Estos referentes responden a una tendencia actual, que se basa en lo facetado o fractal, como caras geométricas en distintos planos, componiendo objetos que dadas sus características presentan efectos lumínicos (juegos de luz) y diferentes interpretaciones de la forma dependiendo el punto de visión, cualidad que permite re-descubrir el objeto mediante la vista o el tacto; además, sus morfologías limpias y secas se asocian a esta tendencia que se ve en la decoración y la arquitectura. La revisión de este elemento para el proyecto responde al acto de enfrentarse al casillero, sus ángulos de visión, sus gestos al abrirlo y posicionar los objetos dentro de él. Esta dinámica de interacción permite la exploración de la forma mediante este concepto.

(3) Buscar internamente

Posterior al levantamiento, se desarrolla un proceso interno para generar conceptos de solución mediante soporte gráfico (dibujos) y también físico (maquetas).

Figura 64. Dibujos para explorar la forma. El soporte para almacenar notebook se presenta en el nicho, estructura principal del casillero, debido a las dimensiones del objeto.
Elaboración propia.



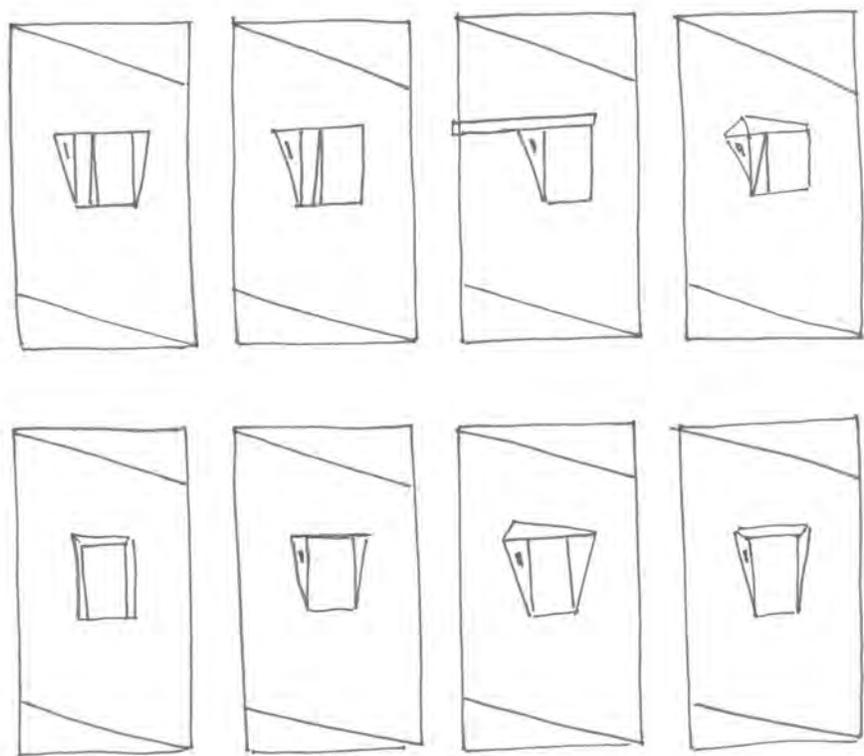


Figura 65. Dibujos de exploración formal. Soporte para celular, donde se concibe el diseño en el interior de la puerta, debido al reducido peso de los celulares, permite utilizar distintos espacios dentro del casillero. Elaboración propia.

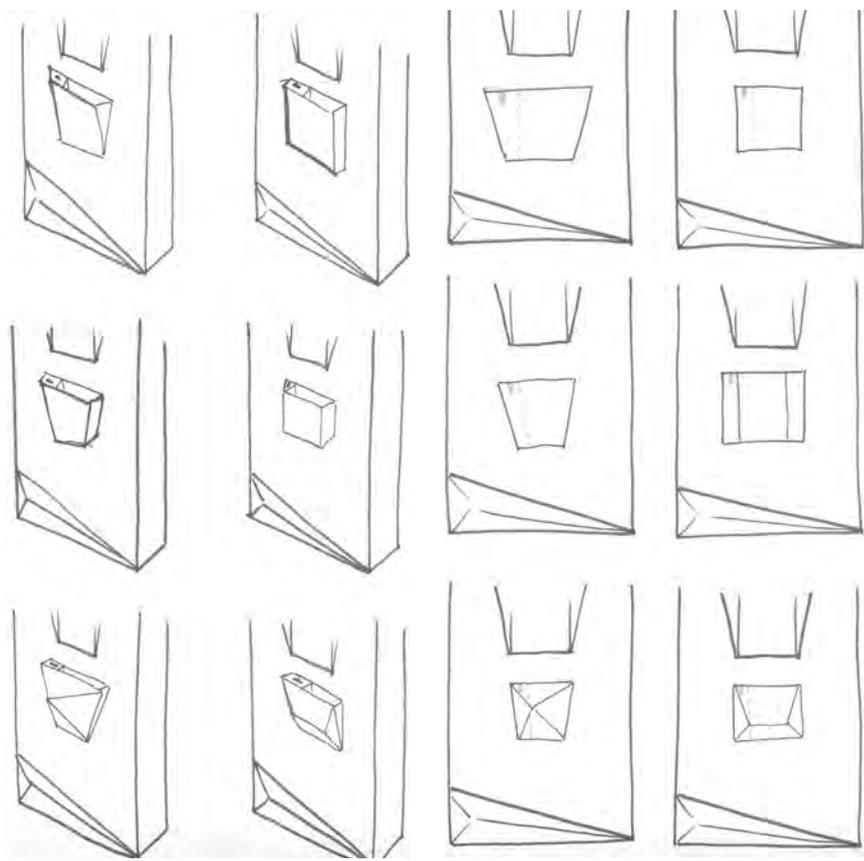


Figura 66. Dibujos del soporte para almacenar puerto USB y cable del celular. La búsqueda para el soporte del cable requiere que este se mantenga sujeto sin la posibilidad de entorpecer el cierre de la puerta, esta es su función principal, además de mantener un orden visual limpio de los elementos. Elaboración propia.

Figura 67. Propuestas de cerradura. Estudio formal del sistema biométrico a incorporar. En la imagen superior derecha se ve el proceso de exploración con dos elementos adosados a la puerta, del cual se proyecta una forma que se fusiona con la geometría de la misma, considerando el gesto de ingreso al casillero; además de visualizar la modularidad de la cerradura. Elaboración propia

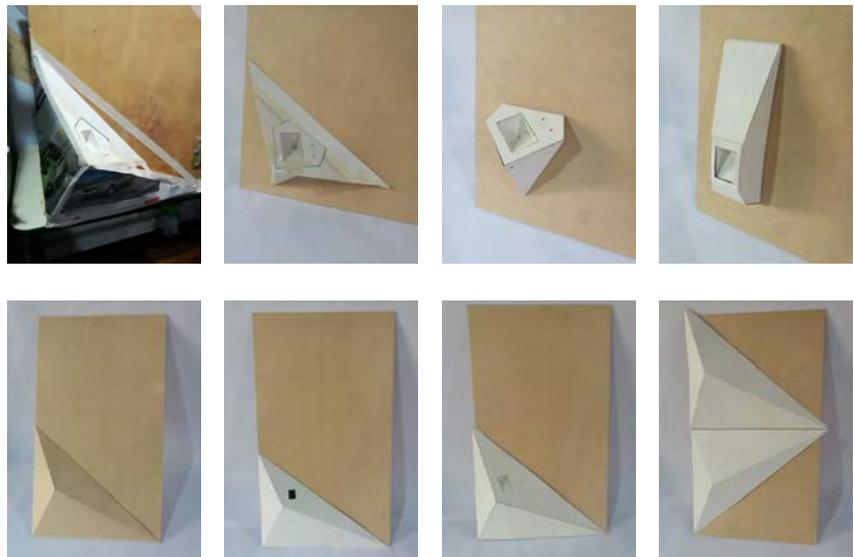
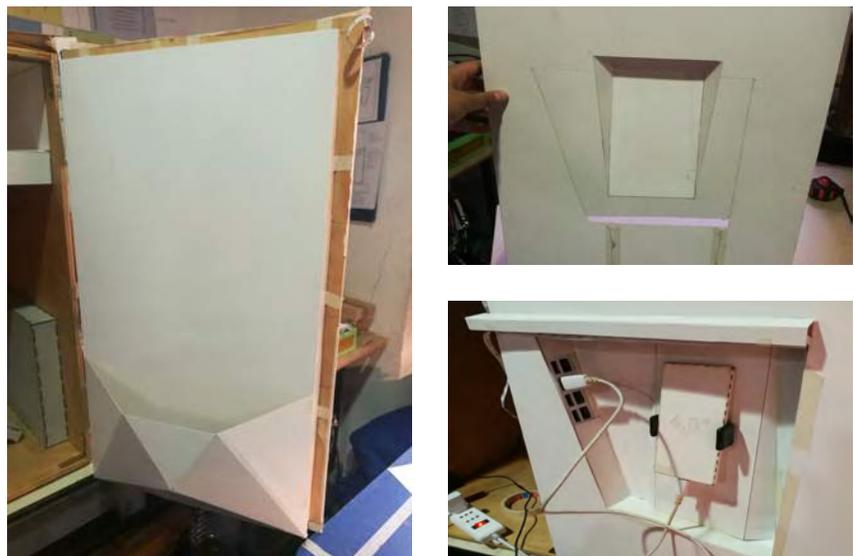


Figura 68. Desarrollo exploratorio del soporte de celular y almacenamiento de cable USB. El soporte del celular y cable USB contempla la exploración en facetas considerando la apertura central que debe tener para el conector del cable y el espacio para almacenar el cable y no otros elementos. Se simplifica la faceta explorada para ambos soportes. Elaboración propia



Figura 69. Maquetas exploratorias de soporte de celular y cable USB. En las imágenes se aprecia la exploración mediante geometría facetada, primero como un soporte único (primera izq.) y luego como un plano que soporta al celular. Finalmente, la forma deriva en un elemento que a través de los planos configura el soporte. Elaboración propia



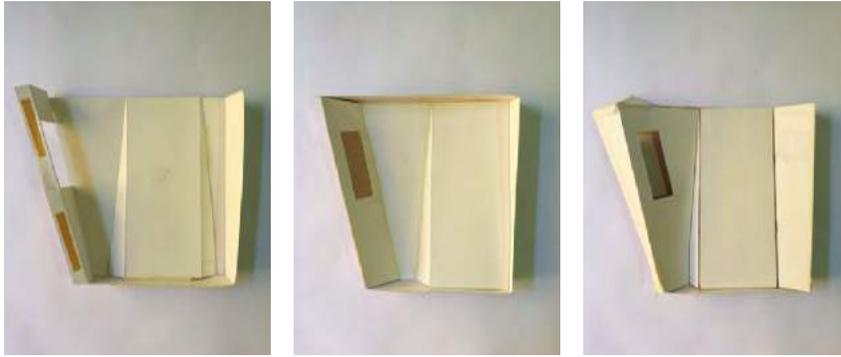


Figura 70. Elaboración de maquetas exploratorias de soporte de celular y cable USB. Elaboración propia



Figura 71. Exploración de soporte para laptop en maquetas. El soporte de laptop se desarrolla con una propuesta centrada de tamaños específicos (imágenes izq.), luego se extiende la forma para mejor usabilidad (imagen medio). En último lugar, se busca estandarizar el soporte para la incorporación de los objetos presentes en el mercado (imagen der.). Elaboración propia

(4) Explorar sistemáticamente

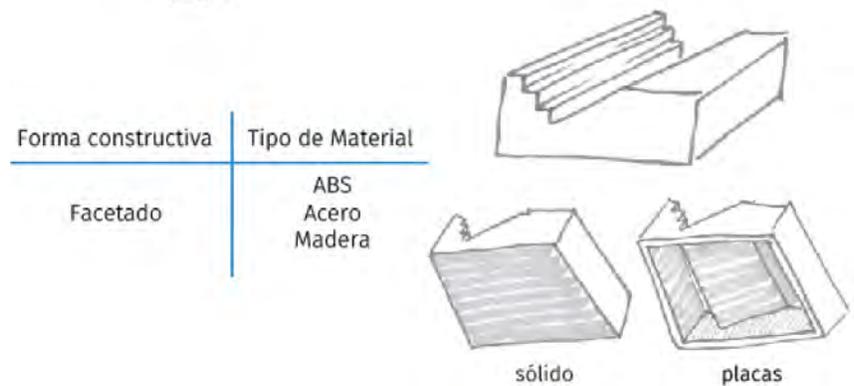
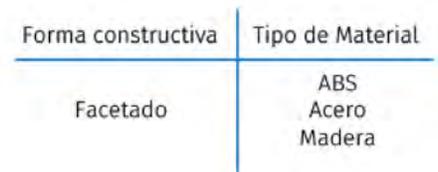
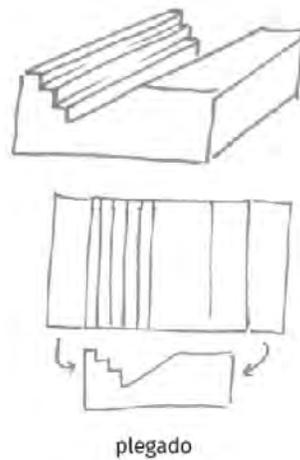
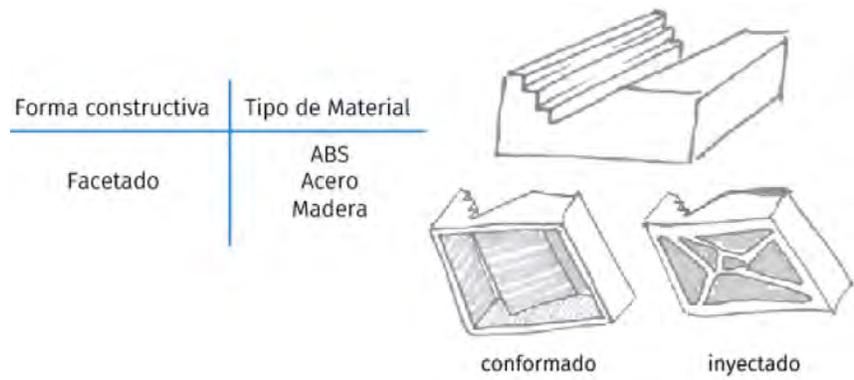
La exploración sistemática está destinada a navegar el espacio de posibilidades al organizar y sintetizar estos fragmentos de solución (Ulrich & Eppinger, 2009). Entendiendo los fragmentos de solución como la búsqueda externa e interna revisadas anteriormente.

Para ello, se genera un árbol de clasificación y tablas de combinación de conceptos para los aspectos de manufactura.



Figura 72. Árbol de clasificación de conceptos Aspectos de manufactura. Ulrich & Eppinger. Elaboración propia.

Tabla 16. Combinación de conceptos para Aspectos de manufactura. Elaboración propia.



// SELECCIÓN DE CONCEPTOS //

Al seleccionar el concepto se utilizan matrices de decisión, donde los conceptos se califican bajo criterios específicos. Para evaluar el potencial de cada material, madera, ABS y metal, se evalúan según los siguientes criterios:

- § Facilidad de manufactura.
- § Precisión en armado.
- § Resistencia a la humedad.

Criterios de Selección	Conceptos: mediante la fabricación.		
	Madera	ABS	Acero
Facilidad de manufactura	+	-	+
Precisión en armado	-	+	+
Resistencia a la humedad	-	+	-
Suma +	1	2	3
Suma -	2	1	1
Evaluación neta	-1	1	2
Lugar	3	2	1
¿Continuar?	No	Combinar	Sí

Tabla 17. Selección de conceptos de material. Ulrich y Eppinger. Elaboración propia

Como resultado de la tabla de selección de conceptos, se evaluó que los materiales con mayor potencial son el Acero y el ABS, siendo este último combinable, considerado por su alta resistencia a la humedad.

Se vuelve a utilizar el árbol de conceptos para determinar qué procesos son los más adecuados para el ABS aplicando posteriormente una tabla de conceptos, de igual manera que con el Acero, donde según los criterios de selección se establece que la inyección y el termoconformado son los mejores procesos según las morfologías que tendrán las piezas a fabricar.



Figura 73. Árbol de clasificación de conceptos Transformación del ABS. Ulrich & Eppinger. Elaboración propia

Los criterios para evaluar los procesos de transformación del ABS son los siguientes:

- § Formas facetadas.
- § Facetas no uniformes.
- § Resistencia estructural por sí misma (de la pieza).

Criterios de Selección	Conceptos: transformación del ABS.					
	Termo-conformado	Roto-moldeo	Calandrado	Soplado	Extrusión	Inyección
Formas facetadas	+	+	-	-	-	+
Facetas no uniformes	+	-	-	-	-	+
Resistencia estructural	+	-	-	-	-	+
Suma +	3	1	0	0	0	3
Suma -	0	2	3	3	3	0
Evaluación neta	3	-1	-3	-3	-3	3
Lugar	2	3	4	5	6	1
¿Continuar?	Sí	No	No	No	No	Sí

Tabla 18. Selección de conceptos de transformación del ABS. Ulrich y Eppinger. Elaboración propia

Para el caso del acero se realiza un árbol de los procesos de corte para la plancha de acero, material en el cual se visualiza la fabricación del casillero. Como resultado de la tabla de selección de concepto, el troquelado es la mejor opción para transformar la plancha que luego será plegada y soldada para conformar el casillero, utilizando el corte láser y mecanizado dependiendo de la complejidad de la pieza requerida. Los otros componentes internos, soporte para el notebook y celular, serán fabricados en ABS.

Figura 74. Árbol de clasificación de conceptos Corte para plancha de acero. Ulrich & Eppinger. Elaboración propia



Y los criterios de selección para esta tabla de conceptos son los siguientes:

- § Facilidad en series largas.
- § Control de precisión.
- § Prescinde de matricería.

Tabla 19. Selección de conceptos de Corte para plancha de acero. Ulrich & Eppinger. Elaboración propia

Conceptos: Corte en la plancha de Acero.				
Criterios de Selección	Cizallado	Corte láser	Troquelado	Mecanizado hidrodinámico
Facilidad en series largas	-	-	+	-
Control de precisión	-	+	+	+
Prescinde de matricería	+	+	-	+
Suma +	1	2	2	2
Suma -	2	1	1	1
Evaluación neta	-1	1	1	1
Lugar	4	3	1	2
¿Continuar?	No	Combinar	Sí	Combinar

// DISEÑO DE SISTEMA //

Arquitectura del producto

Un producto puede considerarse en términos funcionales y físicos. Los elementos funcionales son las operaciones y transformaciones individuales que contribuyen al rendimiento general del producto (Ulrich & Eppinger, 2009); que para el producto en cuestión es cargar dispositivos electrónicos y almacenamiento de otros elementos. Asimismo, los elementos físicos o trozos son las partes, componentes y subconjuntos que en última instancia ponen en práctica las funciones del producto (Ulrich & Eppinger, 2009); determinados por el concepto del producto y otros definidos en la etapa de diseño de detalle, por ejemplo, la incorporación de elementos que permiten la carga eléctrica.

En cuanto al tipo de arquitectura modular del producto, se identifica como una de ranura, donde cada una de las interfases entre trozos es de un tipo diferente a las otras, de modo que los diversos trozos del producto no se puedan intercambiar. (Ulrich & Eppinger, 2009).

- Esquema del producto

Los elementos constitutivos del producto tienen relación con elementos tanto funcionales como físicos. En el siguiente esquema se presentan funciones fundamentales del producto (como el almacenamiento y energía; así como físicas, en el caso de la cerradura; aquí se presentan los elementos principales para constituir el producto.

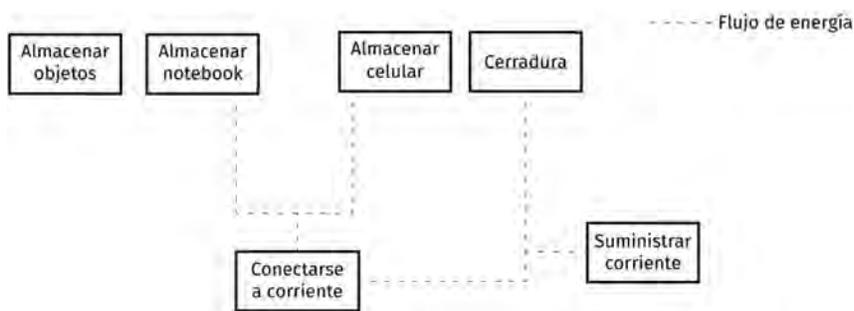


Figura 75. Esquema de producto. Ulrich & Eppinger, 2009. Elaboración propia.

- Agrupación de los elementos

Para agrupar los elementos del esquema se siguen dos factores ya propuestos, la integración y función compartida. La primera asocia un trozo a cada elemento; la segunda por su parte, puede tener dos o más elementos para un componente físico. Como se muestra en el esquema, la conexión a corriente se asocia al trozo de las salidas; y almacenar celular y cerradura, al trozo de la puerta.



Figura 76. Agrupación de elementos en trozos. Ulrich & Eppinger, 2009. Elaboración propia

Los trozos identificados del producto son los siguientes:

§ **Nicho:** corresponde a la estructura principal del casillero, el compartimiento más grande en el cual se soporta la repisa para almacenar el computador portátil al momento de su carga.

Figura 77. Maqueta nicho en una vista frontal (con soporte de laptop) y trasera respectivamente. Elaboración propia.



§ Soportes: se compone de dos soportes, cada uno en un trozo determinado del producto.

- **Notebook:** es un elemento que debe soportar la pieza en cuestión, además de su cargador y el acceso a la corriente. Este soporte debe ser universal, es decir, ser capaz de ser ocupado por notebook de una variedad de tamaños (que van desde las 11" a las 18").

Figura 78. Maquetas de laptop.

La medida de un notebook se toma por su diagonal, variando el ancho y largo del dispositivo, es por eso que se estandarizan las medidas llegando a tres maquetas que con sus medidas cubren el espectro de dispositivos circulantes. Elaboración propia.



- **Celular:** este soporte va incorporado en la cara interna de la puerta y considera la sujeción del dispositivo mientras es cargado y el almacenamiento del cable USB que permite su carga. También se considera una forma universal, donde se pueda posicionar cualquier celular disponible en el mercado.

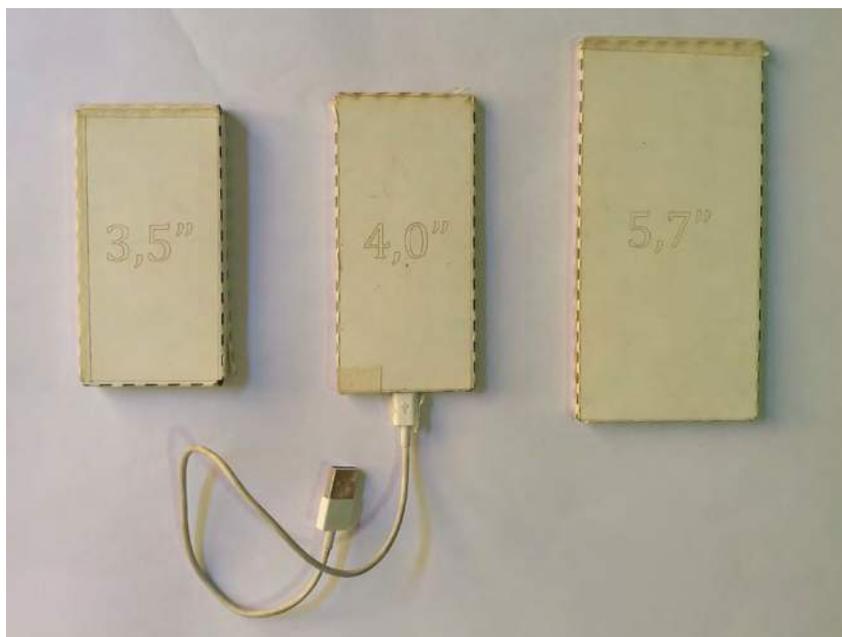


Figura 79. Maquetas de celular. Medidas de un celular pequeño, la media y el más grande, considerando espesores. De esta manera se abarca un margen mayor de dispositivos. Elaboración propia.

§ Puerta: Es la parte que tiene el primer contacto con el usuario; en su cara interna lleva el soporte de celular, por su cara externa la cerradura y entre caras el sistema de pestillo y el recorrido del cableado hacia el nicho.

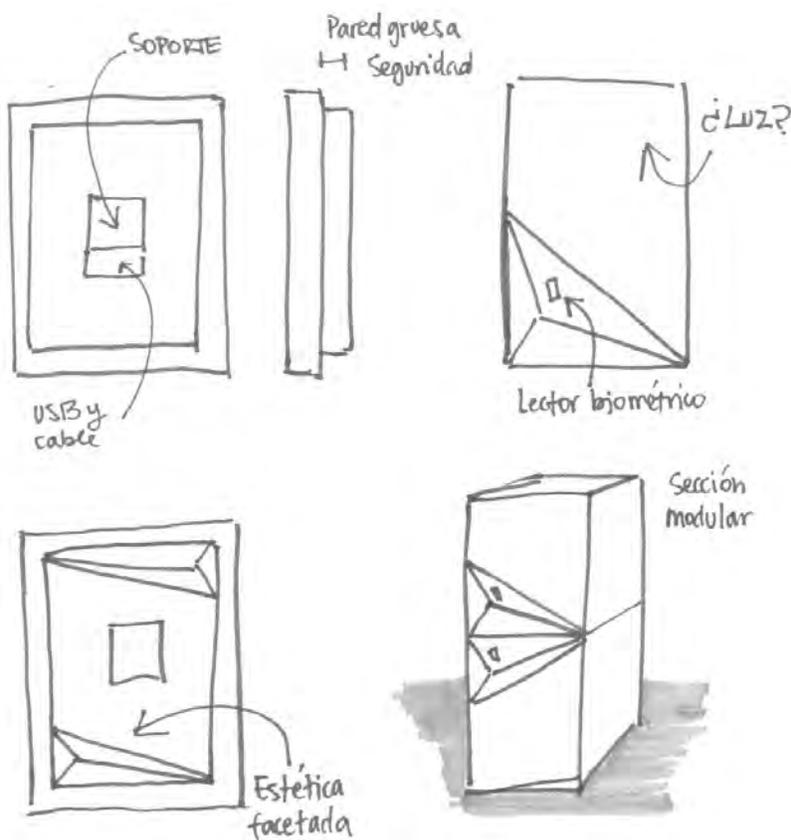


Figura 80. Aproximación de forma, puerta del casillero. Elaboración propia

§ **Cerradura:** esta pieza se encuentra en la puerta y contempla el acceso del usuario (interface de lector biométrico) y el resguardo de los elementos guardados por el usuario (mediante el sistema de cierre).

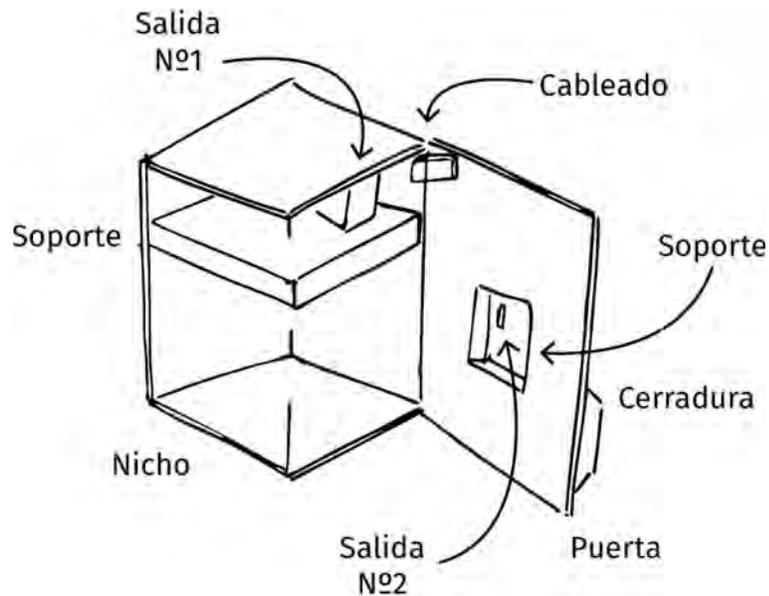
§ **Salidas:** supone dos elementos en distintos trozos. Para el soporte del notebook una salida de tomacorriente de pared y para el soporte del celular una salida de puerto USB A. Estas salidas proporcionan la conexión de los dispositivos a una red eléctrica.

§ **Cableado:** como pieza final, el cableado suministra la energía necesaria para el funcionamiento del casillero, desde la puerta hasta el nicho.

- Disposición geométrica

En esta etapa, se compone en el espacio la agrupación de elementos realizada anteriormente. Para efectos del proyecto, esta composición se desarrolla en prototipos combinados (analíticos, físicos, enfocados e integrales); esto con el fin de aprender, comunicar, integrar y alcanzar hitos dentro del proyecto. Se realizan dibujos del conjunto y de los trozos; maquetas en cartón y polietileno de alto impacto, además de un prototipo en terciado del casillero con sus componentes. Luego se digitalizó en un programa de modelamiento las partes y el cuerpo completo. La finalidad de este proceso es encontrar la configuración más idónea para el producto, agregando o quitando trozos para lograr una distribución adecuada.

Figura 81. Dibujo disposición geométrica del casillero en tres dimensiones. Elaboración propia.



- Interacciones fundamentales e incidentales

La división de los trozos (en la etapa de agrupación de los elementos) permite visualizar las partes físicas del objeto. Primero está la interacción fundamental, que no es más que las líneas del esquema que conectan los trozos unos con otros (Ulrich & Eppinger, 2009); lo que se representa en la disposición geométrica del casillero.

Ambos soportes (para computador portátil y teléfono celular) interactúan de manera directa con el nicho y la puerta respectivamente, donde esta última también alberga el sistema de cierre.

Por otra parte, las interacciones incidentales resultan debido a la activación física particular de elementos funcionales o debido al arreglo geométrico de los trozos (Ulrich & Eppinger, 2009); para visualizar las interacciones conocidas entre trozos se realiza un diagrama de interacción.



Figura 82. Diagrama de interacción. Ulrich & Eppinger, 2009. Elaboración propia

Definido el diagrama se identifican las posibles interacciones a considerar, como la ubicación del soporte del notebook dentro del casillero. Se posiciona en la parte superior del nicho, permitiendo mejor distribución, dando un espacio protegido para elementos de valor como el notebook, considerando espacio para su cargador y la ventilación del mismo, reduciendo la posibilidad del aumento en la temperatura del dispositivo mientras se carga.

El movimiento de la puerta condiciona que los elementos que se soporten allí, no interfieran con la acción básica de la puerta: abrir y cerrar. Para ello, se diseña un soporte que contenga el cable de carga y el puerto USB, de modo que, no interfieran en el movimiento de la puerta; en cuanto al celular, el soporte permite que se deposite conectado o no al cable, sin riesgo de caídas.



Figura 83. Disposición de soportes dentro del casillero. Repisa para notebook con tomacorriente y soporte de celular con puerto USB y almacenamiento del cable. Elaboración propia.



Prototipo

Para el desarrollo final se fabrica un modelo físico – enfocado; el objetivo de este prototipo es validar a través de los usuarios el aumento en la percepción de la seguridad respecto de los casilleros. Una representación visual, tangible y tridimensional de un producto es mucho más fácil de entender que una descripción verbal o incluso que un bosquejo del producto. (Ulrich & Eppinger, 2009).

El material de ejecución es poliestireno de alto impacto (PAI), debido a su similitud al acero en su formato laminar que, estructurado otorga rigidez y ligereza a la pieza fabricada, además de un acabado liso; por otra parte, las piezas diseñadas para ABS también se fabrican en este material, que otorga una terminación cercana en textura y resistencia.

El proceso consiste en ocupar el formato laminar de PAI en 2 mm. de espesor y ubicar todos los componentes. Al momento de ir desarrollando el modelo surgen consideraciones que se deben establecer para el producto final. Debido a la fabricación unitaria del prototipo, se hacen concesiones respecto de algunas piezas secundarias, como las bisagras utilizadas, que difieren de las proyectadas para el producto final, así como elementos de pernería.



- Desarrollo

Se cubican los segmentos y se unen aplicando diluyente acrílico en las facetas de unión, dejando actuar el producto. Las piezas plegadas en metal tienen aristas más pronunciadas a diferencia de las piezas en ABS donde el molde regula los radios de las facetas; estas características se asemejan en el modelo aplicando masilla y afinando los pliegues necesarios.

Figura 84. Detalle de la cubicación, bisagra y utilización de la pernería para modelo final.
Elaboración propia.

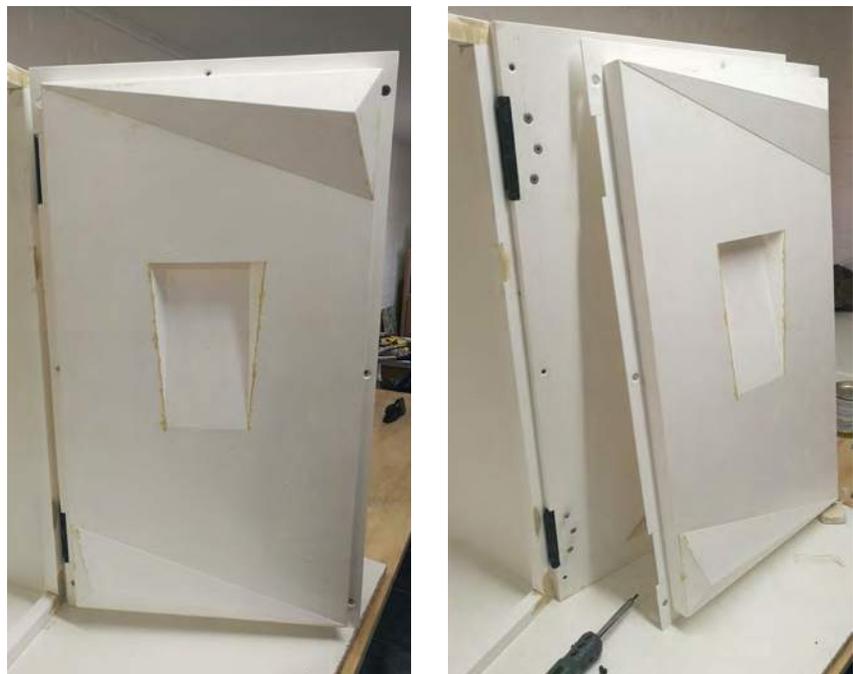


Figura 85. Proceso de elaboración del prototipo final en PAI, nicho y puerta.
Elaboración propia.



La elaboración de la puerta se realiza en dos piezas, la que correspondería a la cara exterior (pieza en acero) y la cara interior, el soporte del celular (pieza en ABS). Estas se unen mediante pernería procurando que no queden aristas visibles. La decisión de desmontar la pieza surge como necesidad para el ajuste de los componentes eléctricos que darán funcionamiento al casillero como suministro de carga. El soporte del notebook y la salida tomacorriente para el notebook, también se fabrican desmontables para incorporar el cableado y conexiones.

Figura 86. Elaboración de la puerta con soporte desmontable para el montaje eléctrico de las piezas. Elaboración propia.





- Acabado final

Se reparó en detalles como la terminación del modelo a nivel constructivo para aproximarse a los materiales definitivos, sin embargo, el proceso de pintura es fundamental para lograr que visualmente simule al producto final.

A las piezas terminadas se les aplica de dos a tres manos de aparejo, para dar la terminación deseada y que la pintura final se adhiera con mayor facilidad. Luego, se aplica color en las piezas; se escoge negro para las de acero y azul para las piezas de ABS, ambos colores reconocidos por los usuarios como seguros.



Figura 87. Piezas en proceso de cobertura con aparejo previo a la pintura final.

Elaboración propia.

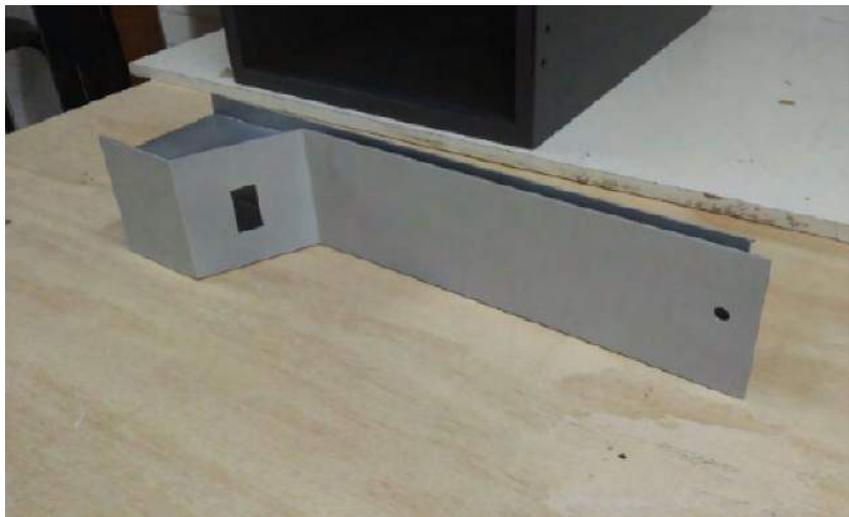


Figura 89. Detalles del acabado final. Elaboración propia.

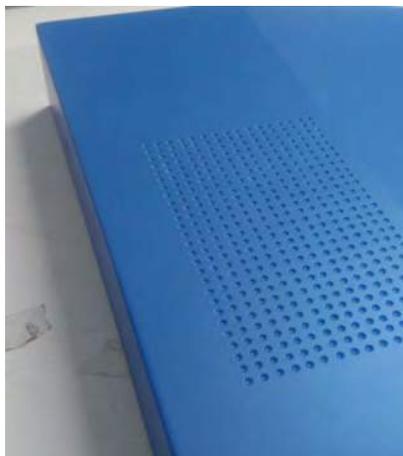




Figura 90. Prototipo final.
Elaboración propia.



// DISEÑO DE DETALLES //

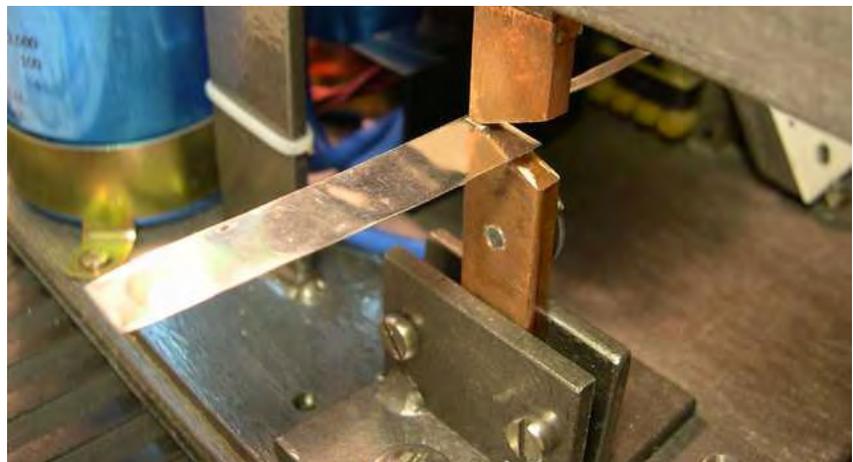
En los apartados anteriores se dio forma a la estructura principal y sus componentes, componiendo en su conjunto al casillero. En términos generales, hay partes proyectadas en acero y en ABS, para cada uno hay especificaciones las cuales se presentan a continuación.

Especificaciones técnicas

Primeramente, se definen las piezas en metal, las que corresponden al nicho, que estructura el casillero como tal y la puerta, que brinda la seguridad y compone el objeto. Estos trozos se fabrican mediante el plegado de una plancha de Acero SAE 1010, de 0,6 mm de espesor para el cuerpo y 0,8 mm de espesor para la puerta. Se dejan pliegues que van entre los 15 a 20 mm. según el diseño (ver anexos) para el armado de las piezas. Estas, serán unidas mediante soldadura de punto con la ventaja de ser limpia, rápida, fuerte y ampliamente utilizada en la fabricación de casilleros. Para las piezas de ABS conformadas mediante inyección, se debe considerar un grado de conicidad en las paredes del molde, para facilitar la extracción de la pieza una vez inyectada.

Figura 91. Maquina plegadora para metal y soldadora de punto.

Fuentes: <http://www.provimetal.cl/corte-yplegado.php> + <http://www.forosdeelectronica.com/f23/microsoldadura-puntos>



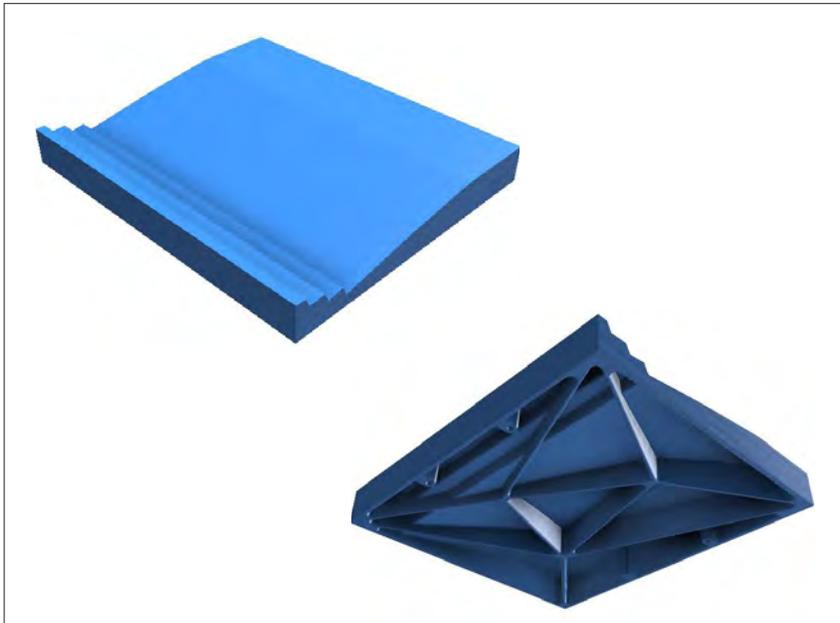


Figura 92. Vistas del modelo del soporte de laptop. Elaboración propia.

Lógica de armado

Para conformar el casillero como tal, se realiza una secuencia de ensamble, donde se arman las piezas por separado y luego se realiza el montaje final.

El motivo para que las piezas sean independientes es para cambiarlas en caso de mantención y no comprometer al producto en su funcionamiento.

§ Nicho: Es la estructura principal y a la cual se conectan todos los componentes, está fabricada en piezas de acero de 0,6 mm de espesor y unidas mediante soldadura de punto. Los pliegues de los componentes dan la guía para su montaje.

§ Puerta: se conforma con un marco previamente cortado y plegado al cual se le adosa el volumen plegado mediante uniones móviles.

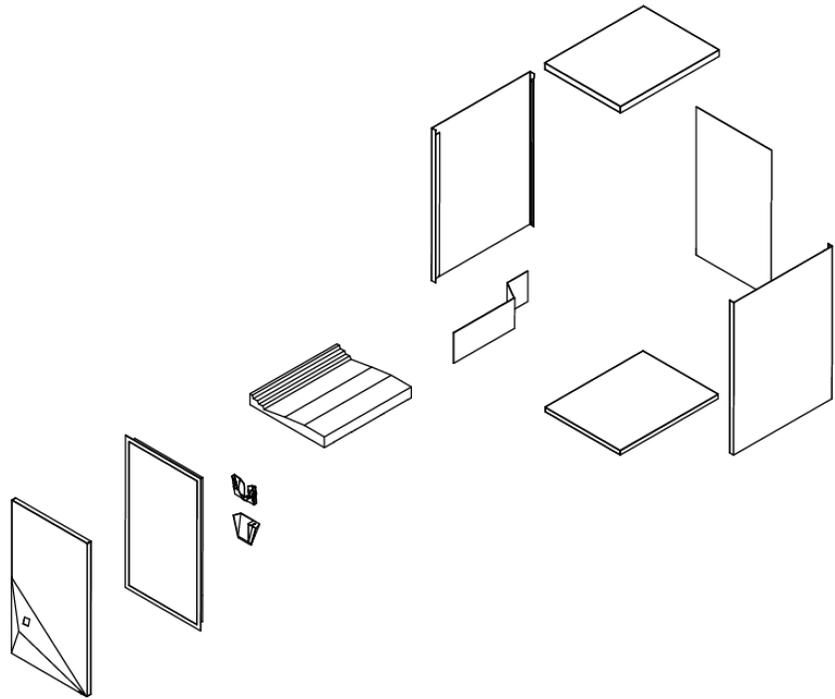
§ Salida de tomacorriente: se fabrica en acero de 0,6 mm de espesor y se monta en el nicho con uniones móviles.

§ Soporte notebook: conformada en ABS, la pieza se monta después de la salida de tomacorriente, sujetándose en un riel ya integrado en el nicho por un costado y asegurado con unión móvil por el exterior.

§ Soporte celular: esta pieza es la que tiene mayor complejidad, pues por su interior el cableado pasa al nicho por la salida de tomacorriente. Se fabrica en dos pasos; primero la pieza principal y por separado el soporte del celular y el almacenamiento del cable USB. Estas últimas se unen al soporte principal con uniones móviles y el soporte ya armado también se acopla al marco de acero con la misma unión.

Finalmente, una vez verificado el producto completo se hace el montaje eléctrico de los componentes.

Figura 93. Componentes del casillero. Elaboración propia.



ESCENARIO DE CONSUMO Y SUMINISTRO DE ENERGÍA

Como se ha expresado a lo largo de este documento, el funcionamiento del producto considera la incorporación de energía solar como fuente de electricidad. Para ello, se realiza una proyección del arreglo fotovoltaico básico necesario para el funcionamiento de casilleros en un gimnasio.

Consumo

El casillero está diseñado para cargar un celular y una laptop; ambas tienen una potencia aproximada de 5W y 60W respectivamente. Si el escenario fuese un gimnasio en el que hay 100 casilleros dispuestos en sus instalaciones, donde todos los días se utiliza el 100% de ellos por un tiempo de 2 horas aprox., 4 veces al día, el consumo aproximado al mes sería algo como lo expresado en la siguiente tabla:

Tabla 20. Consumo aproximado en un mes de un casillero. Elaboración propia.

Dispositivo	Cantidad por casillero	Potencia (W)	Tiempo de uso (hora/mes)	kWh (en un mes)
Celular	1	5	240	1.2
Laptop	1	60	120	7.2
Consumo mensual por casillero:				8.4

Las horas de carga de las laptops se ven reducidas a la mitad, esto se debe a que en la realización del sondeo de diseño y la encuesta de casillero y seguridad, los usuarios manifestaron un menor uso de este dispositivo, pero más alto que cualquier otro exceptuando al celular.

Si el consumo unitario de un casillero durante un mes es de 8.4 kWh aprox., el grupo de 100 unidades alcanzaría un consumo de 840 kWh al mes, algo así como el consumo mensual de 4 casas aproximadamente. Esta es entonces la potencia requerida para el funcionamiento de los casilleros.

Arreglo eléctrico

Para proporcionar la potencia requerida descrita anteriormente, es necesaria la instalación de ciertos componentes que permiten el paso de la energía desde la fuente renovable a los dispositivos electrónicos.

Para los paneles fotovoltaicos, se debe tener en cuenta la irradiancia global mínima (mes) a la que está sujeta el lugar; por ejemplo, si la irradiación global para el mes de Junio (mes de irradiancia más bajo) es de $2,260 \text{ kWh/m}^2/\text{día}$; este dato es importante para hacer un estimado de la energía obtenida de los paneles y así determinar el número de módulos a instalar.

Si la eficiencia promedio de un módulo es del 16% y la irradiación global del mes de junio es de **$67,8 \text{ kWh/m}^2$** quiere decir que por cada m^2 el panel va a extraer **$10,85 \text{ kWh}$** en ese mes. En consecuencia, se necesitarían alrededor de **77m^2 de módulos fotovoltaicos** para cubrir el consumo de energía durante 30 días. Se escoge el dato de junio, porque al ser el mes con irradiación crítica, se asegura la captación durante los meses restantes.

Para los otros componentes que forman parte de este arreglo, pueden variar dependiendo del tipo de conexión a instalar. Existen dos tipos (explicados en el apartado *Sistemas de Conexión eléctrica*) mediante los cuales se puede implementar el sistema:

§ *Sistema aislado (off grid) con regulador de carga, batería e inversor.*

§ *Sistema conectado a la red (on grid) con controlador, inversor y medidor.*

COSTOS DE PRODUCCIÓN

La distribución de cada unidad de casillero es variable, dependiendo del volumen a comercializar puede ser agrupada de uno a cinco cuerpos (sección vertical) y de 1 a 4 puertas aproximadamente (numero de divisiones por cada cuerpo). Las dimensiones generales del diseño presentado son 700x400x540 (alto, largo, profundidad), por lo que puede ser agrupada de 1 a 5 cuerpos, de dos puertas. Con esta información se cotizan **300 unidades** a diferentes empresas dedicadas al rubro, que fabrican y/o importan casilleros (ver Anexos).

Se recibe cotización de cuatro empresas, las que acceden a trabajar con las dimensiones estipuladas, que exceden a las más transadas. Una de ellas realiza cotiza sólo el nicho (estructura sin puerta ni repisa) en acero SAE 1010; la segunda valoriza casilleros completos en acero galvanizado y polímero ABS, y las últimas dos empresas, las que estiman casilleros completos en acero SAE 1010.

Tabla 21. Resumen de costos y material de fabricación aproximados para 300 unidades.
Elaboración propia.

Empresa	B&M Lockers	Locker Plus	Locker Plus	Metal Radic	Mi Lockers
Cantidad casilleros	300	300	300	300	300
Material	Acero SAE 1010	Acero galvanizado	ABS	Acero SAE 1010	Acero SAE 1010
Precio neto (\$)	8.090.900	20.150.000	22.500.000	9.600.000	8.220.000

El cuerpo (nicho), dado que no es una pieza de directa interacción con el usuario como la puerta y los soportes, puede fabricarse en Acero SAE 1010 bajo los procesos actuales de elaboración de casilleros. Por otra parte, la puerta posee una morfología diferente de las existentes, lo que puede encarecer y complejizar el resultado si se utiliza metal para su composición, por lo que se plantea la fabricación en ABS al igual que los soportes.

Para el caso del acero se realiza un árbol de los procesos de corte para la plancha de acero, material en el cual se visualiza la fabricación del casillero. Como resultado de la tabla de selección de concepto, el troquelado es la mejor opción para transformar la plancha que luego será plegada y soldada para conformar el casillero, utilizando el corte láser y mecanizado dependiendo de la complejidad de la pieza requerida. Los otros componentes internos, soporte para el notebook y celular, serán fabricados en ABS.

RESULTADOS OBTENIDOS Y CONCLUSIONES

Validación del prototipo

El objetivo del diferencial semántico es establecer la cercanía del prototipo con la seguridad y tecnología como aspectos de valor en un casillero, para dejar cargando dispositivos electrónicos en su interior. Las combinaciones de términos se desarrollaron según la percepción que se tiene de los casilleros actuales y que se buscó aumentar con el diseño de este producto.

Para validar el prototipo físico - enfocado, se realizan sesiones con los usuarios a los cuales está enfocado el proyecto, donde se les presenta un casillero convencional sobre el cual se les entrega un diferencial semántico a responder; luego se les expone el prototipo con sus funciones, entregando nuevamente un diferencial semántico, que posteriormente se compara con el anterior para determinar si se ha cumplido con los objetivos proyectados. Los 15 usuarios evaluadores fueron aquellos que participaron del Sondeo de Diseño, además de otras personas que cumplen con las características del usuario identificado y contexto del proyecto.

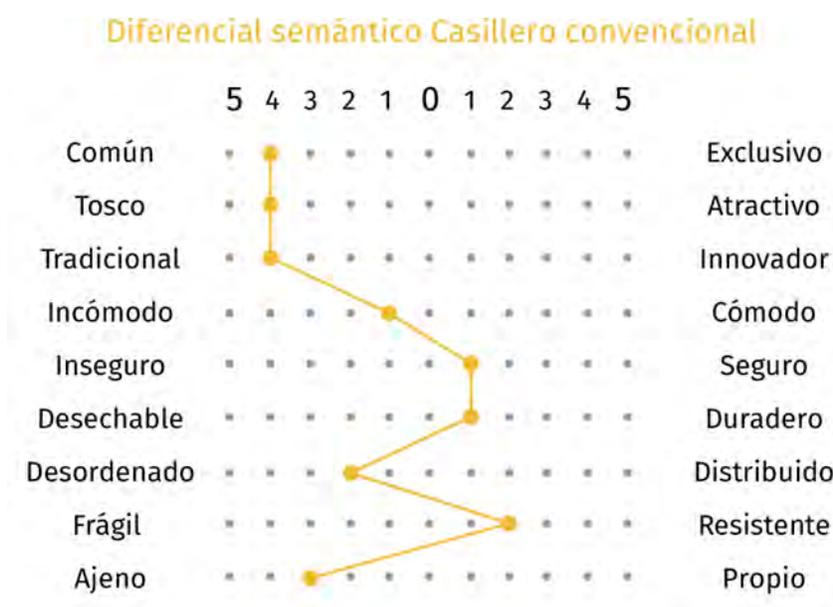
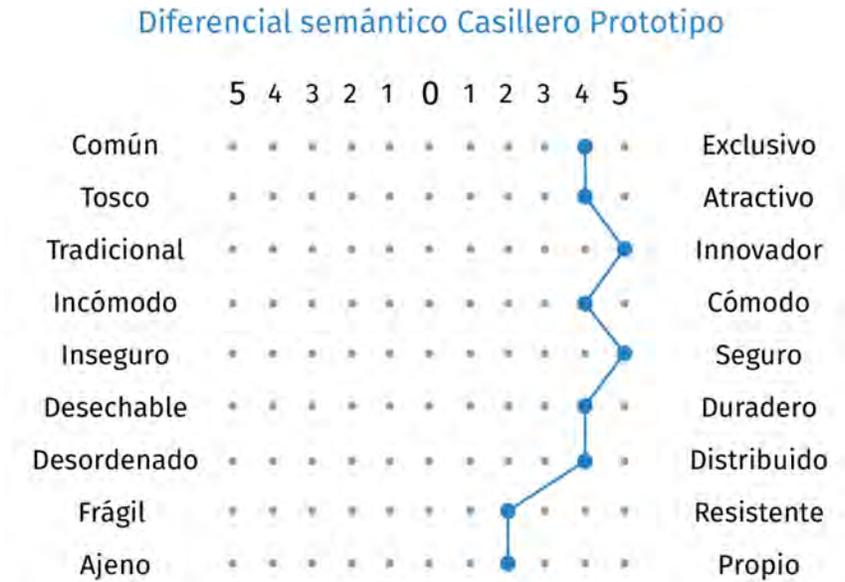


Tabla 22. Diferencial semántico casillero convencional. La referencia se toma de los casilleros que usan los usuarios en sus gimnasios. Elaboración propia.

Tabla 23. Diferencial semántico casillero prototipo. Se les presenta a los usuarios el prototipo físico-enfocado, del cual se realiza el diferencial.
Elaboración propia.



Se obtiene el resultado esperado, donde el casillero proyectado establece una mayor cercanía con el usuario en la mayor parte de los términos evaluados, indicador positivo de la recepción del concepto por parte de los usuarios.

Tabla 24. Diferencial semántico casillero convencional v/s prototipo. Se presenta los dos diferenciales en una tabla combinada, donde se aprecia la percepción de los usuarios frente a los dos casilleros bajo los mismos términos.
Elaboración propia.



Observando el diferencial, destacan los conceptos atractivo e innovador como aquellos con mayor distancia; factores importantes como primera impresión del usuario.

La resistencia, como punto de encuentro entre los dos productos, es un buen resultado, puesto que a pesar de que la materialidad no es la misma se logra inspirar el término en la misma medida.

Más importante aún es la seguridad, donde se aprecia el aumento en la percepción de los usuarios. En consecuencia, los resultados que arrojó el diferencial semántico sustentan el resultado final del proyecto en cuanto al diseño del producto y a las prestaciones que éste tiene.

Resultados obtenidos

Tomando en cuenta que el resultado de la validación sustenta las decisiones tomadas durante el desarrollo del proyecto es, además, pertinente hacer una revisión acerca de los objetivos propuestos en este documento.

Objetivos del Proyecto	
Diseñar un casillero que cargue dispositivos móviles con energía proporcionada por una fuente renovable.	
Objetivos Específicos	Resultado Obtenido
Caracterizar al usuario y contexto en el cual funcionara el producto.	Las personas que realizan deporte están condicionadas a desprenderse de sus dispositivos electrónicos al momento de realizar la actividad. Y específicamente los usuarios de gimnasios, practican regularmente y por un tiempo que permite la carga completa de un dispositivo móvil. Siendo un contexto propicio para la implementación del proyecto.
Determinar dimensiones de los dispositivos a cargar para establecer criterios formales del producto.	Los soportes diseñados permiten el almacenamiento de laptops y celulares disponibles en el mercado sin modificar su forma, además de proporcionar espacio y almacenamiento a sus cargadores.
Determinar dimensiones generales del producto.	Las dimensiones se encuentran en los parámetros comerciales de casilleros para gimnasio permitiendo el almacenamiento del equipo y los dispositivos de manera cómoda y segura.

Tabla 25. Objetivos del proyecto.
Elaboración propia.

Tabla 26. Objetivos del producto.
Elaboración propia.

Objetivos del Producto	
Aumentar la seguridad percibida frente a un casillero al momento de dejar un dispositivo electrónico en su interior.	
Objetivos Específicos	Resultado Obtenido
Diseñar un soporte horizontal para un notebook y su cargador.	El soporte tiene un diseño estándar para varios tamaños que permite el paso de aire a través de la laptop, además de un bajorrelieve que disipa la temperatura del cargador y evita deslizamiento durante el funcionamiento.
Diseñar un soporte que albergue un celular y su cable al momento de cargarse.	el soporte del celular permite sostener el celular aislado del resto del equipo y a la vez cargarlo. El cable se almacena de tal forma que impide torceduras y angulos que estropeen el cable físicamente.
Diseñar el exterior de la puerta.	Como cara visible del producto debe expresar la seguridad necesaria para dejar elementos de valor dentro de él.

Los objetivos del proyecto, se respaldan en su desarrollo, validándose en la percepción del usuario como un producto con alto valor en seguridad, innovación y atractivo. Estos aspectos fueron identificados mediante la observación del contexto y del usuario, el estudio de sus necesidades y la capacidad para extrapolar y conectar soluciones de diversa índole al ámbito del diseño y en específico de la forma.

En cuanto a la pregunta: ¿Cómo el factor seguridad puede prescindir de la vigilancia directa del usuario al cargar su dispositivo electrónico? La respuesta se basa en la búsqueda al interpretar el concepto de seguridad expuesto por los usuarios de gimnasio, ahondando en los requerimientos para resaltar y poner en valor la seguridad como un hecho a la hora de cargar dispositivos dentro del casillero.

Conclusiones

El diseño es un proceso, que se puede ejecutar mediante distintas metodologías; para este proyecto se ha utilizado la propuesta por Karl Ulrich y Steve Eppinger en su libro Diseño de productos.

Sin embargo, independiente de la metodología a utilizar el primer paso siempre está en la conceptualización, entendiendo que el concepto busca convertir lo invisible a visible, en el caso del diseño industrial se da a través un producto como representación de la idea (concepto), que a su vez se vincula directamente con el usuario y el contexto. Estos tres aspectos forman una tríada indivisible, de la cual se genera la forma, atributos, usabilidad y sentido del producto.

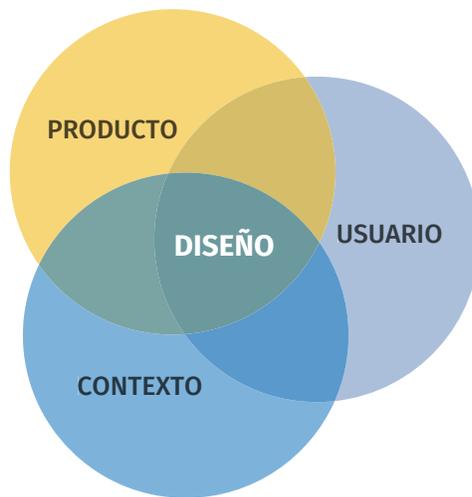


Figura 94. Interpretación del esquema de tres círculos de Peter Morville. Elaboración propia.

Respecto del **producto** se pueden mencionar dos cosas; primero, el concepto de seguridad y tecnología que se abordó durante el proyecto se ve reflejado en el prototipo, percepción que fue ratificada por los usuarios. También la construcción formal mediante facetas geométricas permite visualizar el objeto desde distintos ángulos, como el gesto al abrir el casillero, el plano para almacenar la laptop y el soporte para depositar el celular junto a su cable.

Estos elementos se conectan con el usuario en distintos planos y momentos de interacción, sintonizando con la usabilidad.

El soporte del laptop presenta una gramática formal estandarizada capaz de soportar el objeto en sus distintos tamaños comerciales, considerando su cargador. Bajo esta misma lógica se desarrolla el soporte para depositar el celular y el cable de carga, donde el celular puede colocarse en el soporte conectado o no a su cable y la disposición del cable permite un cierre seguro de la puerta, sin potenciales enganches.

En segundo lugar, está la materialidad como aporte al concepto. Al consultar con los usuarios sobre materiales valorados como seguros, el metal obtuvo el primer lugar, seguido de los polímeros. En paralelo, también asocian morfologías volumétricas a este concepto. Se toman estos aspectos obtenidos de la investigación del usuario para diseñar en base a lo que ellos sienten, perciben y necesitan.

No obstante, el proceso productivo arroja que la morfología resulta compleja de ser fabricada en acero, surgiendo un desafío más para el proyecto: lograr que otra materialidad sea valorada con el mismo criterio de seguridad que el acero. La estética responde a esta tarea, simulando visualmente el aspecto del acero en otro material como el PAI, considerando el color percibido como más seguro: el negro. Conseguir este cambio en la proyección de la fabricación, sin modificar la apreciación del usuario supone un logro para el proyecto.

Por otra parte, al validar el prototipo, se entiende que el **usuario** ha intuido el lenguaje del producto, esto puede ser porque se ajusta a una necesidad actual de la sociedad en general, que es mantenerse siempre conectado, aprovechando sobre todo las instancias donde no se utilizan los aparatos para cargarlos.

Aun cuando existen elementos hoy en día que se hacen cargo de esta necesidad, incluso, también mediante casilleros, estos no visualizan la usabilidad del producto enfocándose únicamente en la función. Esta información, que puede suponer un riesgo, es más bien un reto para incorporar la usabilidad, abordando el problema de diseño más allá de la función práctica de facilitar energía.

Finalmente, la necesidad de mantenerse conectado principalmente en momentos donde no se utilizan los dispositivos, enmarca un **contexto** de uso y de usuario; el deporte implica concentración, justamente lo opuesto que se genera al realizar dos acciones y que una de ellas sea estar conectado a un dispositivo.

Resulta entonces, un escenario atractivo para desarrollar el proyecto pensando en el usuario y en el cliente; el usuario se ve beneficiado directamente por la carga de sus aparatos, mientras el cliente se ve beneficiado por el valor agregado que el producto genera a su empresa o negocio en cuanto a la apreciación.

El cliente podría vislumbrar solamente el aumento monetario en la implementación de este proyecto, puesto que además del soporte físico (los casilleros), está proveyendo de energía a los usuarios en un escenario donde antes no lo hacía.

Por eso es importante la alimentación de los casilleros mediante energías limpias, como principal atributo para el cliente, que no ve perjudicada económicamente su empresa, sino que, la potencia frente a sus usuarios y la sociedad, en un momento como el actual, donde el estatus de una empresa puede cambiar con la implementación de iniciativas verdes que ayuden al medioambiente.

En síntesis, el diseño como proceso trazable, tiene sus directrices en el objeto, el contexto y sobre todo en el usuario, identificando los cambios en sus necesidades a través del tiempo, donde nosotros como diseñadores somos los grandes observadores de esos cambios, gestando y gestionando en conjunto con otras disciplinas, soluciones a problemáticas actuales y contingentes.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

ANEXOS

- § Kit de Sondeo de Diseño
- § Planos
- § Cotizaciones

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Castillo, C. (2017, julio). *Industria de gimnasios se expande en Chile y ya mueve US\$176 millones anualmente*. Pulso. Disponible en: <http://www.pulso.cl/empresasmercados/industria-gimnasios-se-expande-chile-ya-mueve-us176-millones-anualmente/> [2017, 20 septiembre]

Castro, M., Carpio, J., Guirado, R., Colmenar, A. & Dávila, L. (2008). *Energía Solar Fotovoltaica*. (3a. Ed.). Madrid: Fundación Confemetal.

Chang, T., Press, M., Polovina, S. *Discovering Enhanced Cultural Probes through a Rapid Ethnographic Evaluation of Emotional Design*. Design & Emotion Conference.

Comisión Nacional de Energía (2017). *Anuario de estadístico de energía 2006-2016*. Santiago, Chile.

Comisión Nacional de Energía, Gobierno de Chile (2008). *Política energética: Nuevos Lineamientos. Transformando la crisis energética en una oportunidad*. Santiago, Chile.

Comisión Nacional de Energía, Gobierno de Chile. (2009) *Diseño de una estrategia energética para Chile: Contextos y Enseñanzas Internacionales*. Disponible en: <http://www.cne.cl/images/stories/public%20estudios/raiz/disenio1.pdf> [2017, 25 junio]

Cross, N. (2012). *Métodos de diseño: Estrategias para el diseño de productos*. México: Limusa Wiley.

C. Miguel (2012, febrero). *Técnicas de transformación de polímeros*. Blogspot. Disponible en: <http://estudiapolimeros.blogspot.cl/2012/02/tecnicas-de-transformacion-depolimeros.html> [2017, 15 noviembre]

EPIA. (2010, octubre). *Unlocking the sunbelt potencial of photovoltaics*. U.K.: Segunda edición.

European Photovoltaic Industry Association, EPIA, (2010). *Unlocking the Sunbelt potencial of photovoltaics*. U.K.: Estudio publicado, EPIA & A.T. Kearney

Heller, E. (2008). *Psicología del color: cómo actúan los colores sobre los sentimientos y la razón*. Barcelona: Gustavo Gilli.

Kumar, V. (2012). *101 Design Methods*. UK: Wiley John.

Loyola, E. (2009). *Legislación Política y Ambiental en Chile: Algunos aspectos legales y normativas ambientales vigentes*. Valparaíso: Universidad Técnica Federico Santa María. Disponible en: http://pad.rbb.usm.cl/doc/2532_ASPECTOS_AMBIENTALES/LEGISLA_AMBIENTAL__E_LOYOLA__WORD.pdf [2016, 13 julio]

López, P. (2010, septiembre). *Definición y dudas sobre fitness*. Fitness.com, The global fitness community. Disponible en: <https://es.fitness.com/forum/threads/93656-definicion-y-dudassobre-fitness> [2017, 28 octubre]

Martín Chivelet, N. (2011). *Los módulos fotovoltaicos en la edificación: posibilidades y directrices de diseño*. Técnica industrial, ISSN 0040-1838, N° 296, págs. 26-35. Disponible en: <http://www.tecnicaindustrial.es/TIAdmin/Numeros/81/1466/a1466.pdf> [2016, 28 agosto]

Mattelmäki, T. (2006). *Design Probes*. Finlandia: Vaajakoski.

Ministerio del Deporte. (2016, junio) *Encuesta Nacional de hábitos de actividad física y deportes en la población de 18 años y más*. Informe final nacional. Santiago, Chile

Ministerio de Energía, Gobierno de Chile (2016). *Balance Nacional de Energía 2015*. (1a. ed.), Santiago de Chile

Norman, D.A. (2005). *El diseño emocional: Por qué nos gustan (o no) los objetos cotidianos*. España: Paidós Ibérica.

Rozas, P. (2002). *Competitividad, eficiencia energética y derechos del consumidor en la economía chilena*. Instituto Latinoamericano y del Caribe de planificación económica y social ILPES. Publicado por las Naciones Unidas, Santiago de Chile.

Solar Power Europe, (2014). *Global market Outlook, for solar power 2015-19*. Estudio publicado, Inter Solar.

Ulrich, K., Eppinger, S. (2009). *Diseño y desarrollo de productos*. México: Mc Graw Hill.

Verdú, V. (2008, marzo). *El enigma del objeto facetado*. El País. Disponible en: https://elpais.com/diario/2008/03/29/sociedad/1206745210_850215.html [2017, 13 agosto]

Winkler, D. (2014). *Encapsulado de módulos fotovoltaicos para aplicaciones en formatos variables*. Proyecto de título, Universidad de Chile, Santiago, Chile.

<h3>Foto-diario</h3> <p>Saca estas fotos cada vez que entrenes.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. del bolso que ocupas para ir a entrenar. 2. de las cosas que llevas en tu bolso cuando vas a entrenar. 3. de tu tenida para ir a entrenar. 4. del casillero que ocupaste (por dentro y la parte externa). 	<h3>Foto-diagnóstico</h3> <p>Saca estas fotos sólo una vez.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. de los dispositivos electrónicos que usas (smartphone, notebook, tablet, mp3, etc). 2. del lugar donde se ubican los casilleros (o donde dejas tus cosas). 3. del lugar donde cargas tu celular (cuando estas en el gimnasio). 4. de tu pieza. 5. de tu lugar favorito de la casa. 6. del objeto que más te guste
<h3>Preguntas-diarias</h3> <p>Responde las preguntas en tu libreta cada vez que entrenes.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Qué actividad realizaste antes de ir al gimnasio? 2. Qué actividad realizaste después de ir al gimnasio? 3. Escuchaste canciones al entrenar? Cuáles? <p>*RECUERDA poner fecha a las hojas.</p>	<h3>Preguntas</h3> <p>Responde las preguntas sólo una vez.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Es suficiente el espacio que tienes en el gimnasio para guardar tus cosas? 2. Cuando necesitas cargar tu celular, en que parte del gimnasio lo haces? 3. Consideras más seguro cargarlo en tu locker?
<h3>Foto-diario</h3> <p>Saca estas fotos cada vez que entrenes.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. del bolso que ocupas para ir a entrenar. 2. de las cosas que llevas en tu bolso cuando vas a entrenar. 3. de tu tenida para ir a entrenar. 4. del casillero que ocupaste (por dentro y la parte externa). 	<h3>Foto-diagnóstico</h3> <p>Saca estas fotos sólo una vez.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. de los dispositivos electrónicos que usas (smartphone, notebook, tablet, mp3, etc). 2. del lugar donde se ubican los casilleros (o donde dejas tus cosas). 3. del lugar donde cargas tu celular (cuando estas en el gimnasio). 4. de tu pieza. 5. de tu lugar favorito de la casa. 6. del objeto que más te guste
<h3>Preguntas-diarias</h3> <p>Responde las preguntas en tu libreta cada vez que entrenes.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Qué actividad realizaste antes de ir al gimnasio? 2. Qué actividad realizaste después de ir al gimnasio? 3. Escuchaste canciones al entrenar? Cuáles? <p>*RECUERDA poner fecha a las hojas.</p>	<h3>Preguntas</h3> <p>Responde las preguntas sólo una vez.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Es suficiente el espacio que tienes en el gimnasio para guardar tus cosas? 2. Cuando necesitas cargar tu celular, en que parte del gimnasio lo haces? 3. Consideras más seguro cargarlo en tu locker?
<h3>anotaciones</h3> <p>Para cada momento que quieras.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. escribe todo lo que quieras acerca de tu experiencia en el gimnasio. 2. puedes anotar detalles, sentimientos, recuerdos, etc. 3. puedes dibujar y utilizar los marcadores de la libreta. 4. puedes sacar más fotos. 5. todo está permitido. 	<h3>entrenamientos</h3> <p>Anota: Día / Horario de entrenamiento</p> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>

Considerando la forma,
¿Que tan SEGUROS te parecen estos casilleros?



asimétrico ☆☆☆☆☆
recto ☆☆☆☆☆
poligonal ☆☆☆☆☆
curvas ☆☆☆☆☆

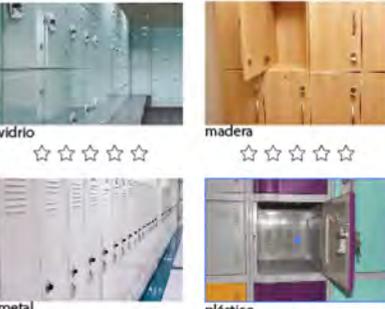
nada seguro ☆☆☆☆☆ muy seguro

Cómo evalúas los siguientes enunciados:

la iluminación como sinónimo de ENERGÍA ☆☆☆☆☆
la chapa electrónica como sinónimo de TECNOLOGÍA ☆☆☆☆☆

falso ☆☆☆☆☆ cierto

Considerando el material de fabricación,
¿Que tan SEGURAS te parecen las puertas de estos casilleros?



vidrio ☆☆☆☆☆
madera ☆☆☆☆☆
metal ☆☆☆☆☆
plástico ☆☆☆☆☆

nada seguro ☆☆☆☆☆ muy seguro

Considerando la apariencia,
¿Que tan SEGURAS te parecen las puertas de estos casilleros?



con relieve ☆☆☆☆☆
con perforaciones ☆☆☆☆☆
con volumen recto o curvo ☆☆☆☆☆
con plano ☆☆☆☆☆

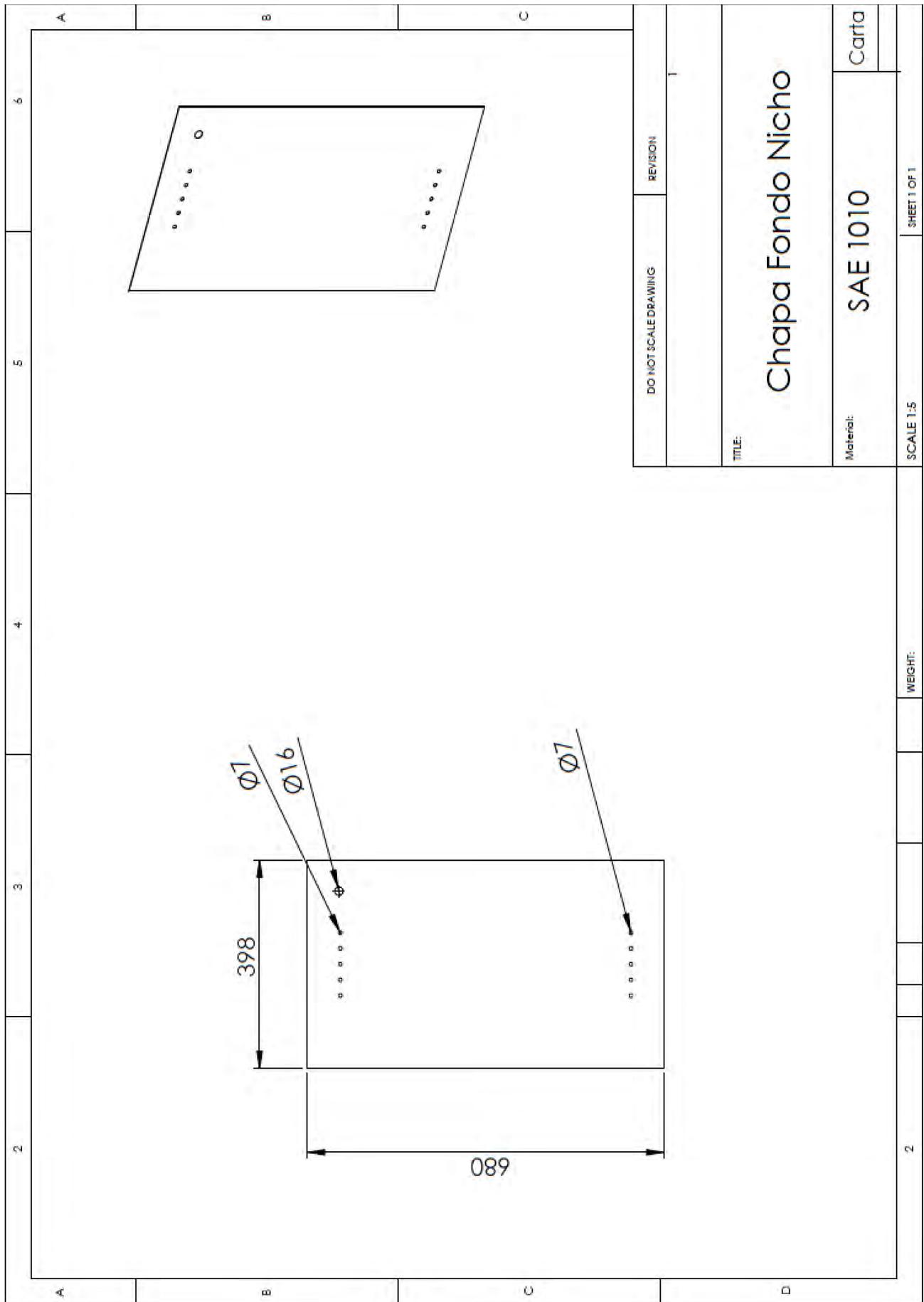
nada seguro ☆☆☆☆☆ muy seguro

set final
Responde al final del experimento

Son cuatro preguntas orientadas a los casilleros y algunas de las características más importantes que poseen.

Tienes calificarlas de cero a cinco entrellas.

☆☆☆☆☆



DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

TITLE:

Chapa Fondo Nicho

Material:

SAE 1010

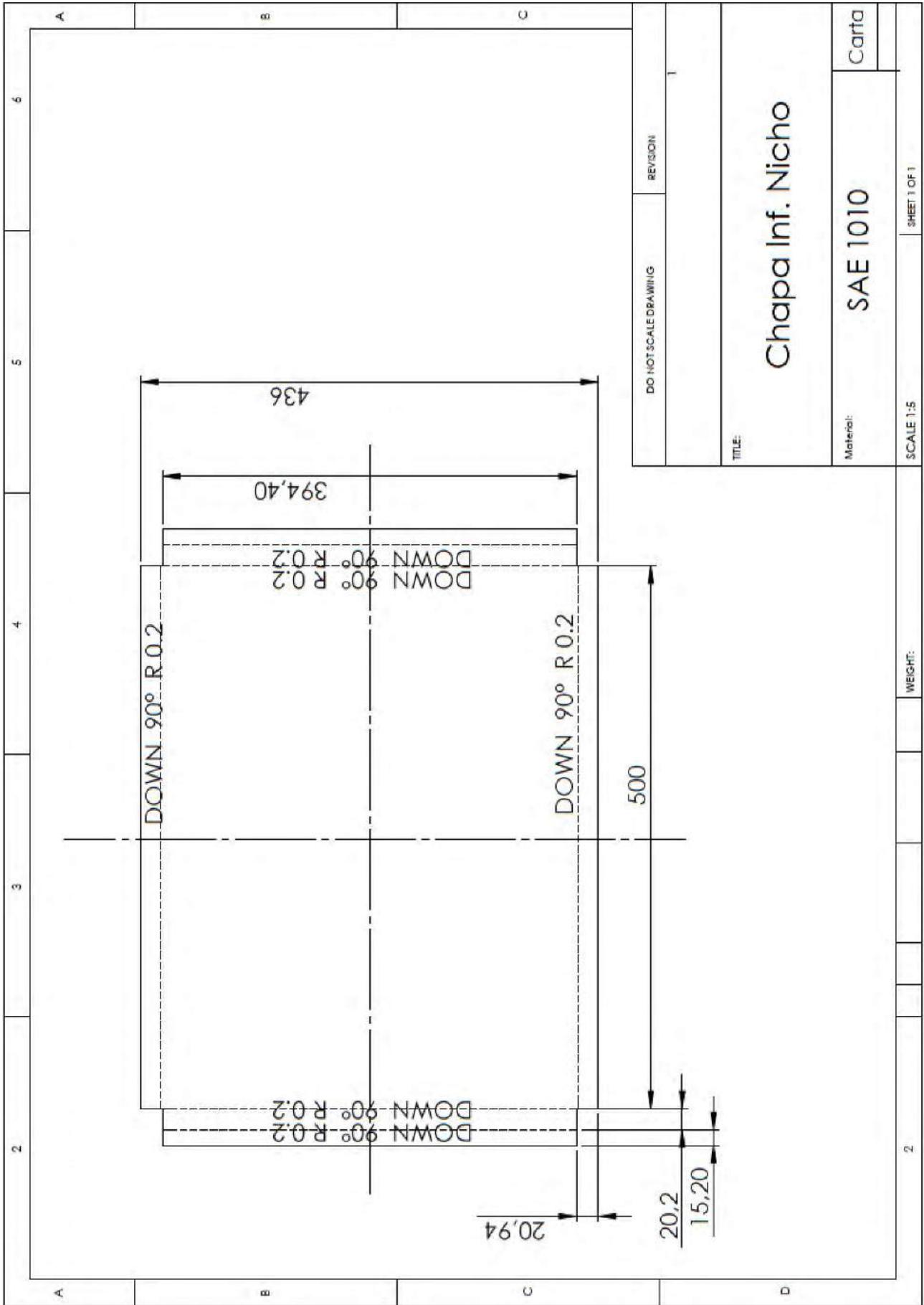
Carta

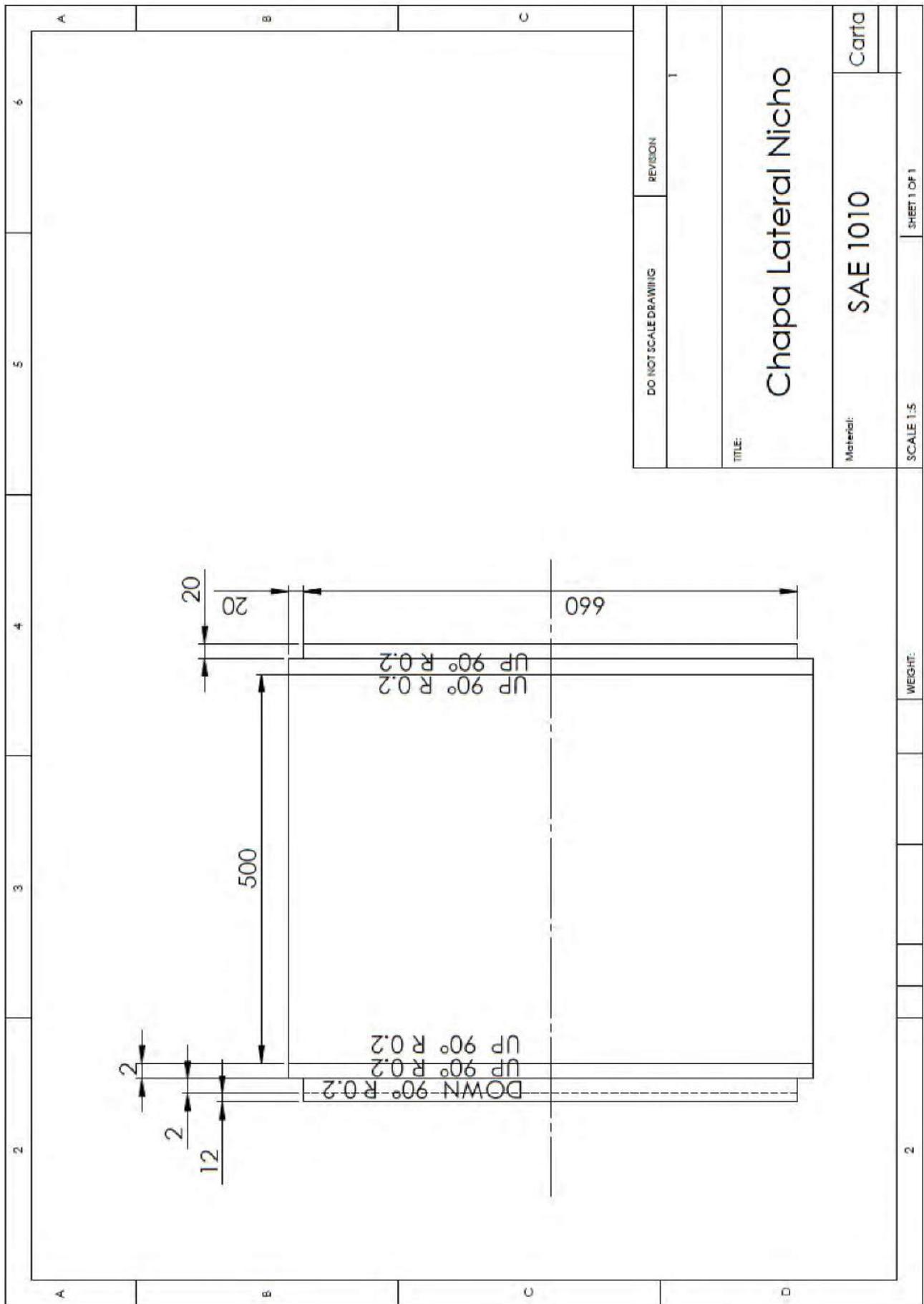
SCALE 1:5

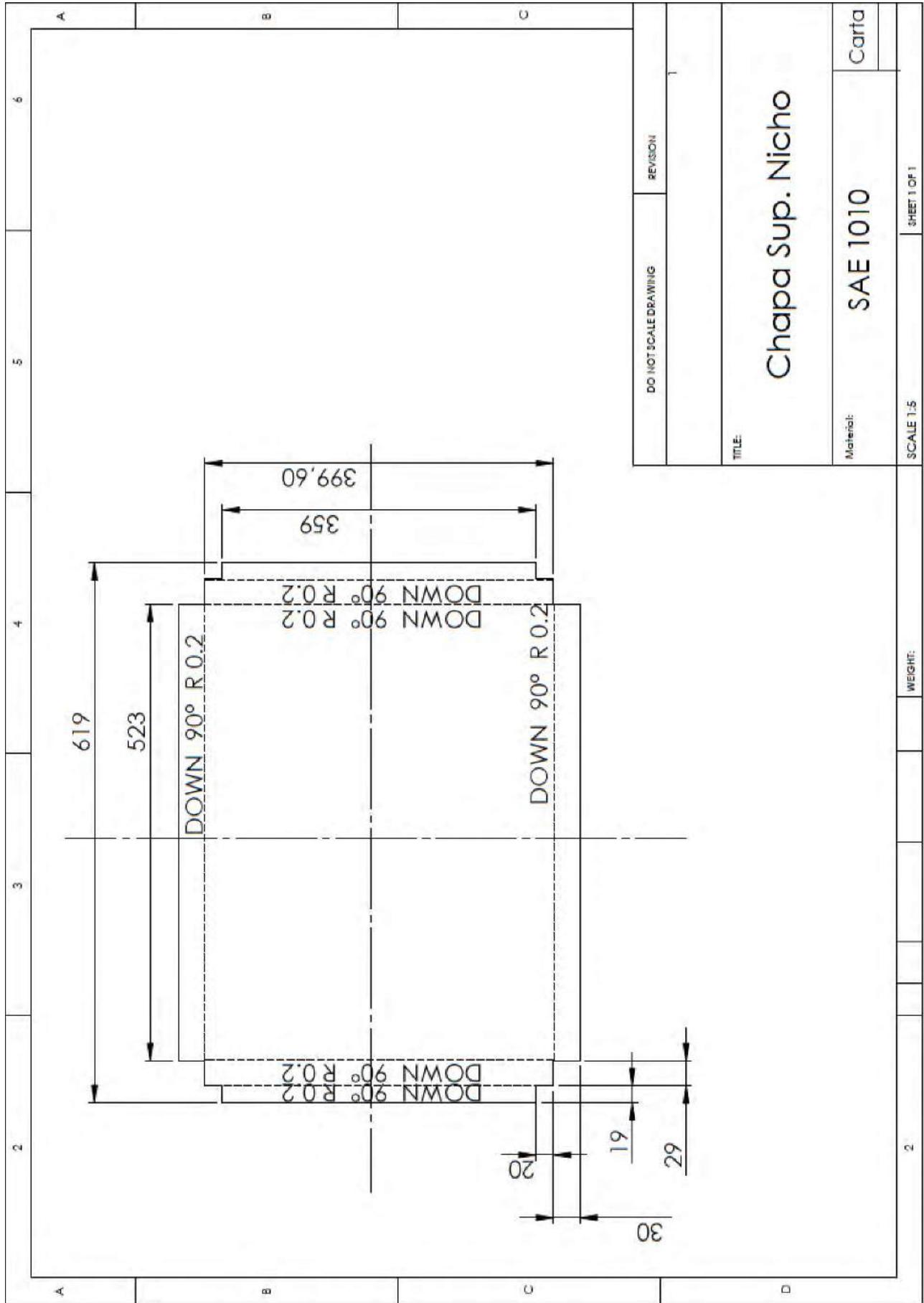
SHEET 1 OF 1

WEIGHT:

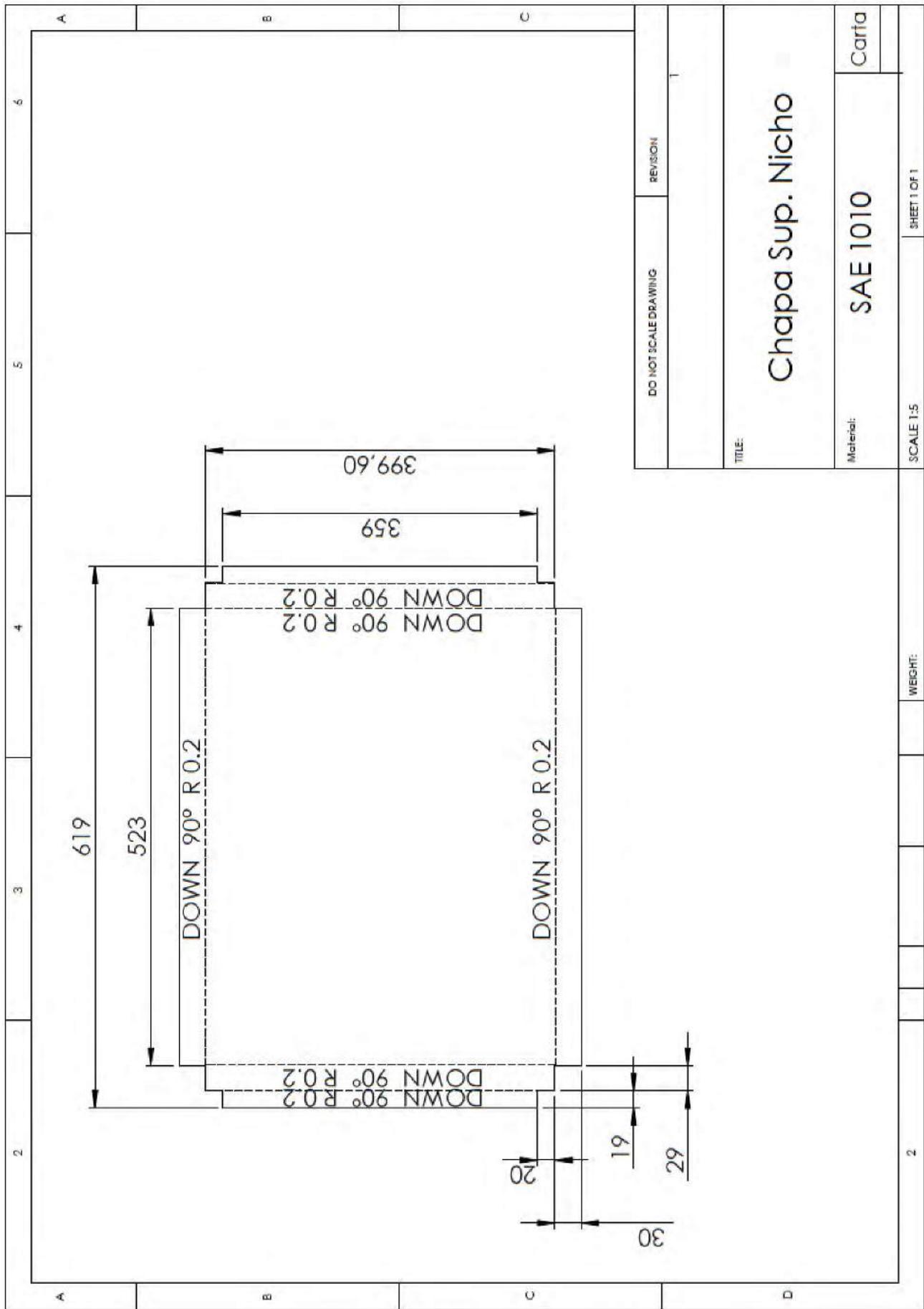
2

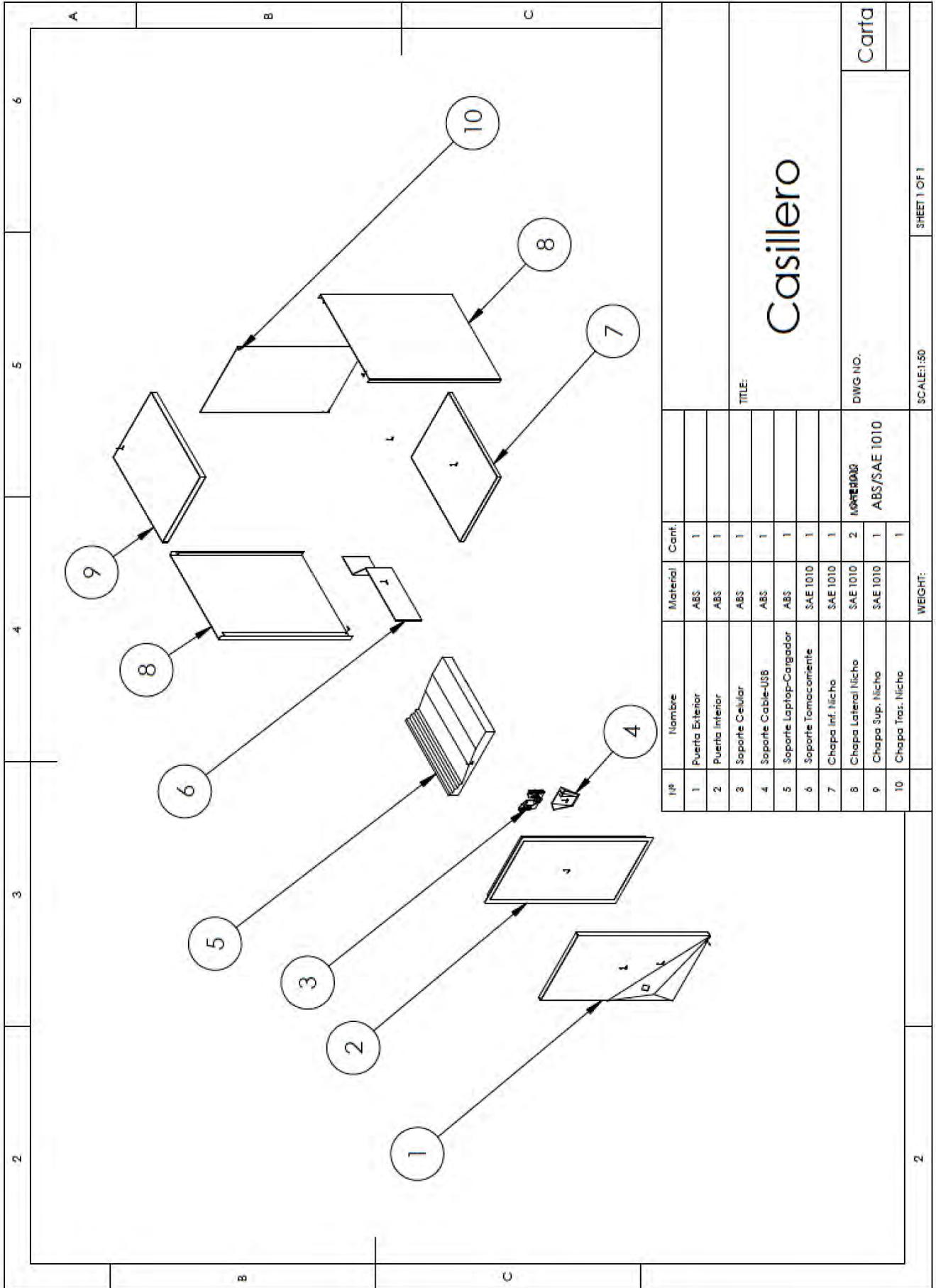






DO NOT SCALE DRAWING		REVISION
TITLE: Chapa Sup. Nicho		
Material:	SAE 1010	Carta
SCALE 1:5	SHEET 1 OF 1	





Í.P.	Nombre	Material	Cant.
1	Puerta Exterior	ABS	1
2	Puerta Interior	ABS	1
3	Soporte Celular	ABS	1
4	Soporte Cable-USB	ABS	1
5	Soporte Laptop-Cargador	ABS	1
6	Soporte Tomacamionte	SAE 1010	1
7	Chapa Inf. Nicho	SAE 1010	1
8	Chapa Lateral Nicho	SAE 1010	2
9	Chapa Sup. Nicho	SAE 1010	1
10	Chapa Tras. Nicho	SAE 1010	1

Casillero

TITLE:

Carta

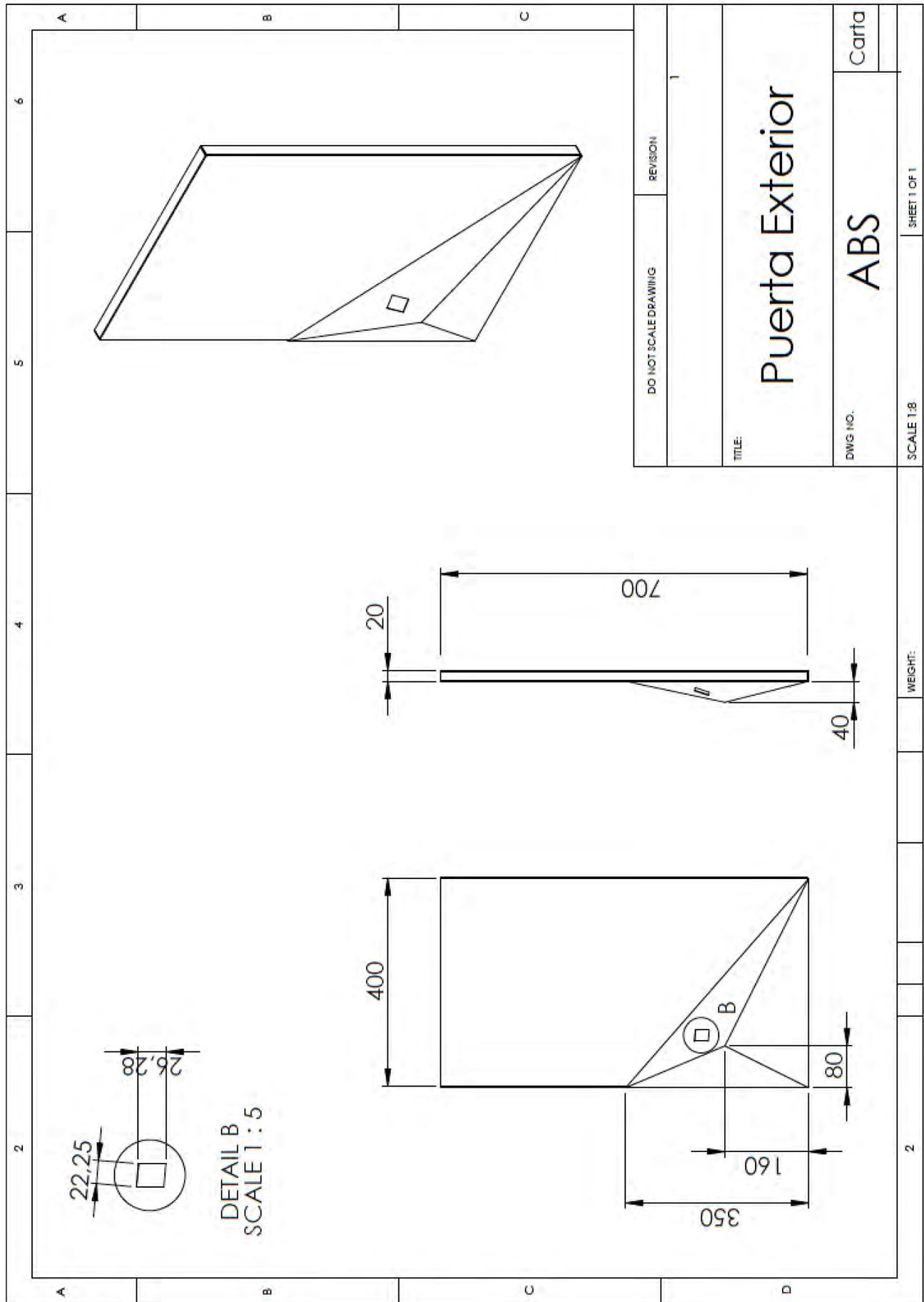
DWG NO.

REPETICION
ABS/SAE 1010

WEIGHT:

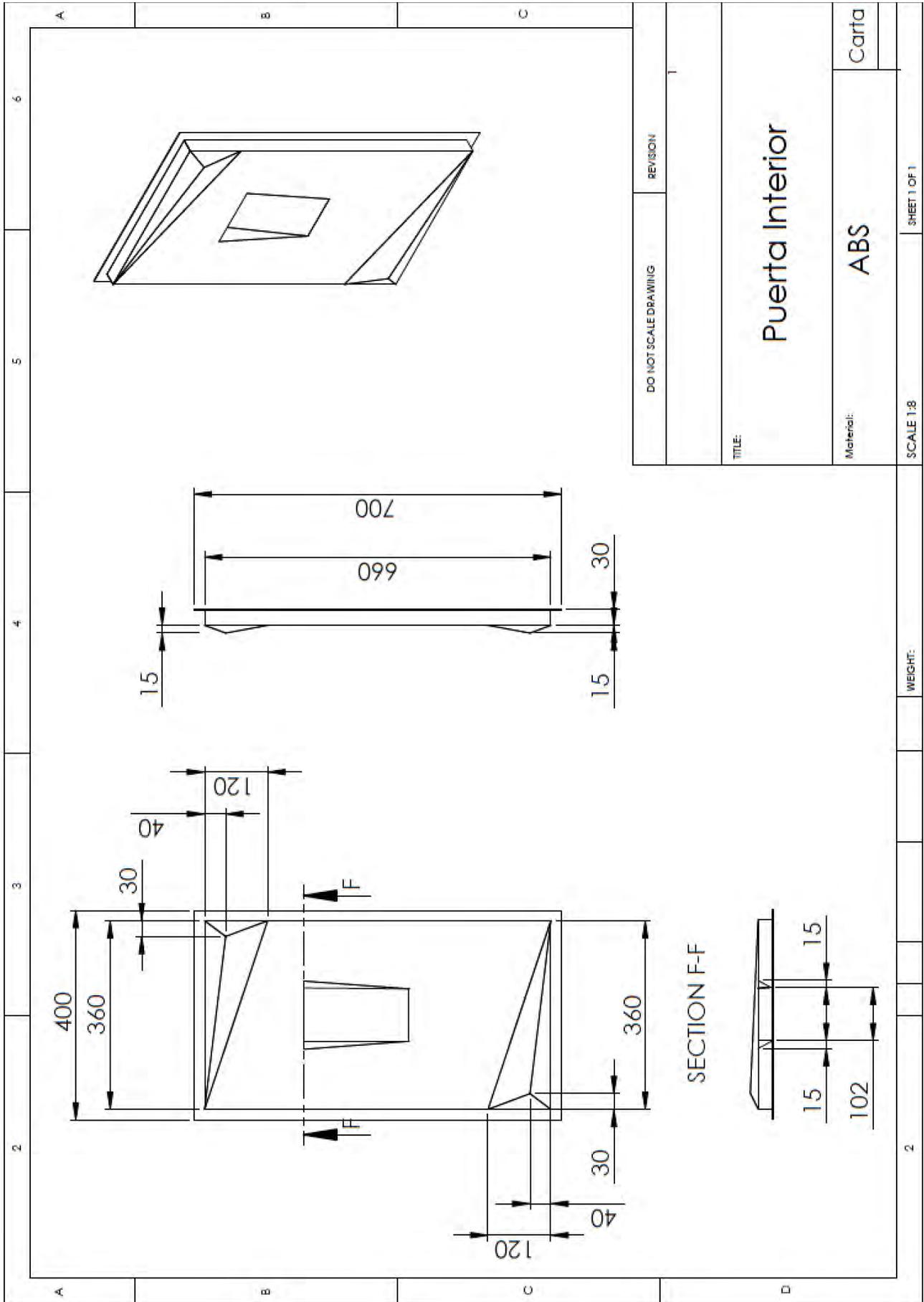
SCALE:1:50

SHEET 1 OF 1



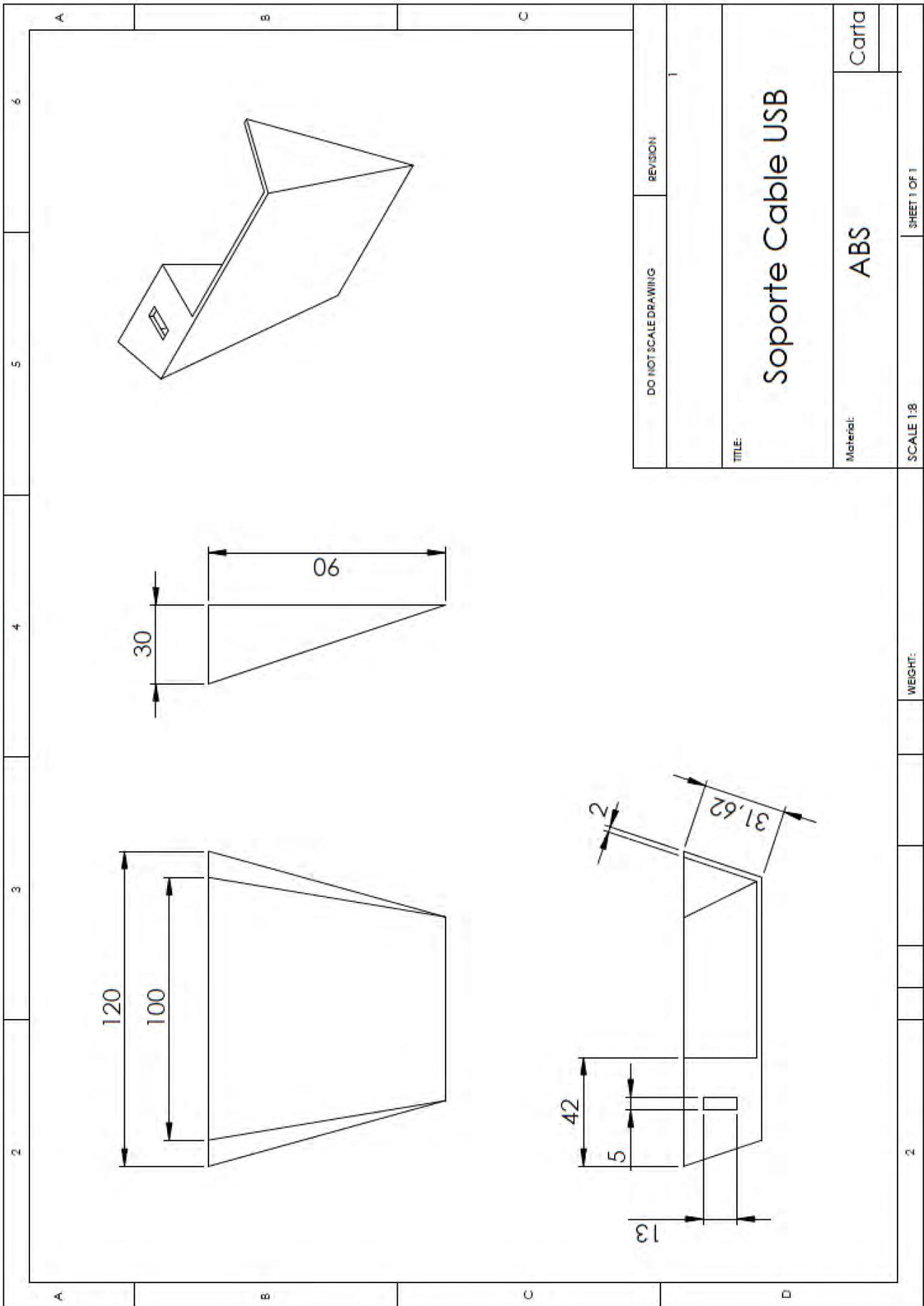
WEIGHT:

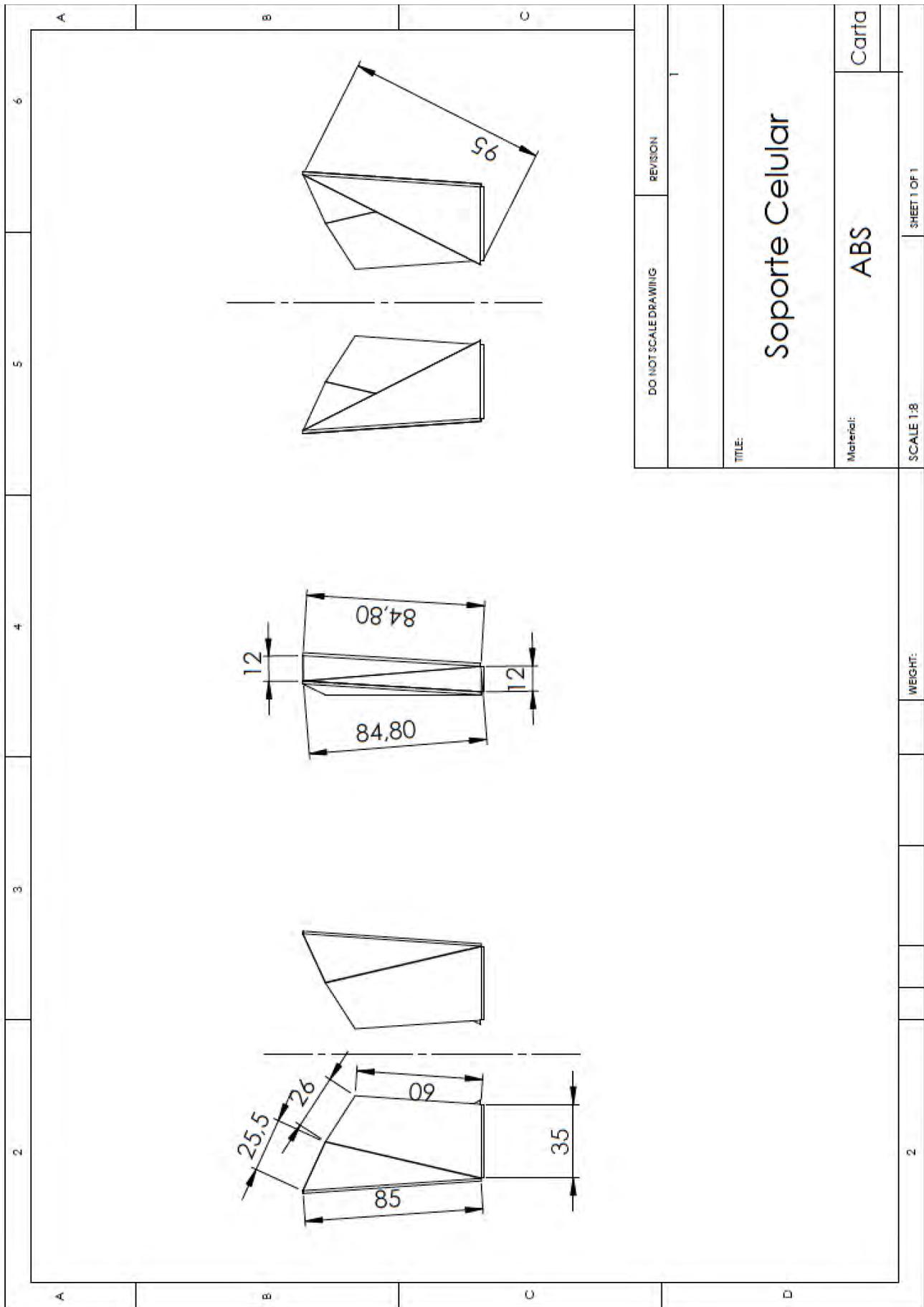
2



DO NOT SCALE DRAWING	REVISION	1
TITLE: Puerta Interior		
Material:	ABS	Carta
SCALE 1:8	SHEET 1 OF 1	

WEIGHT:

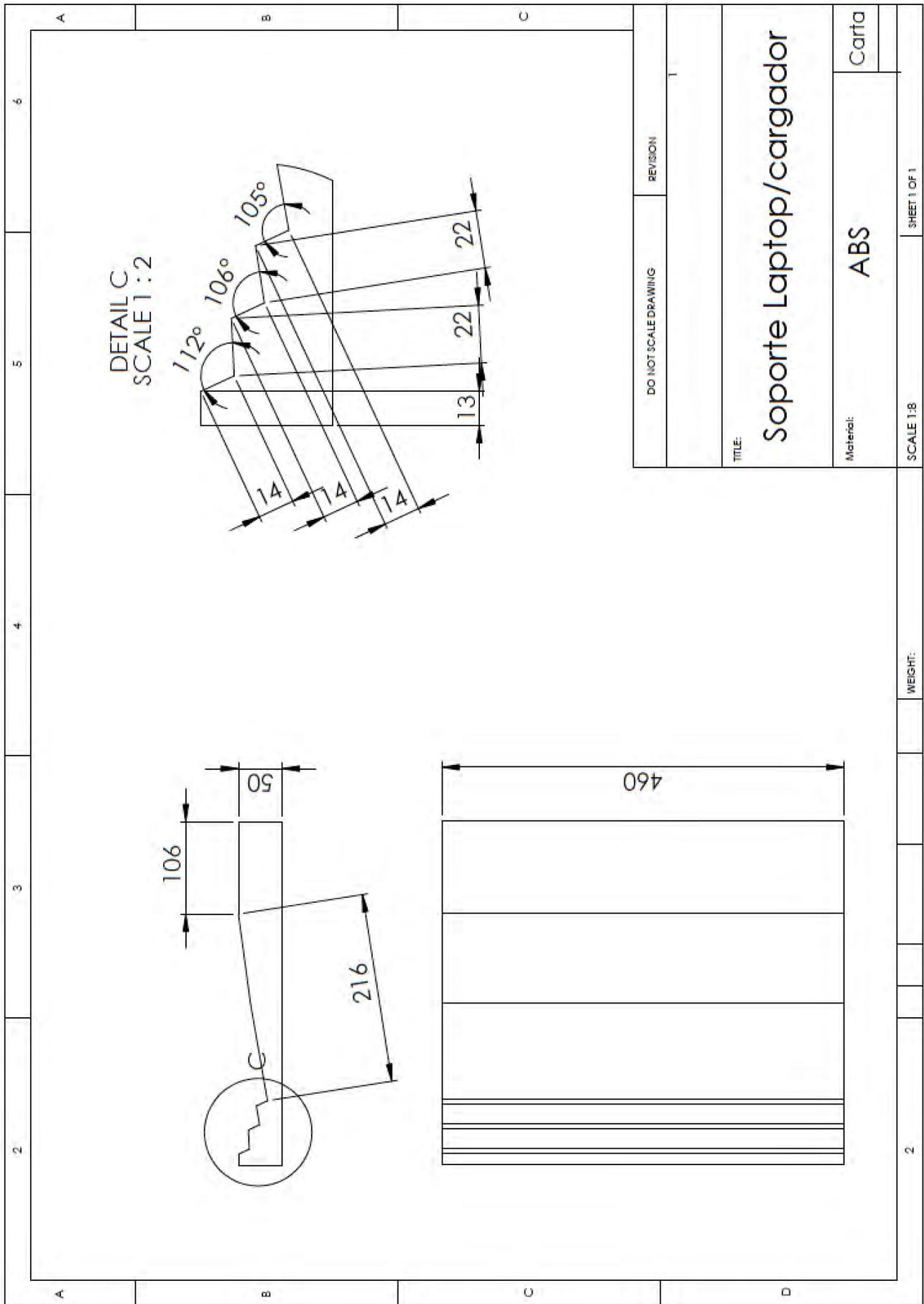


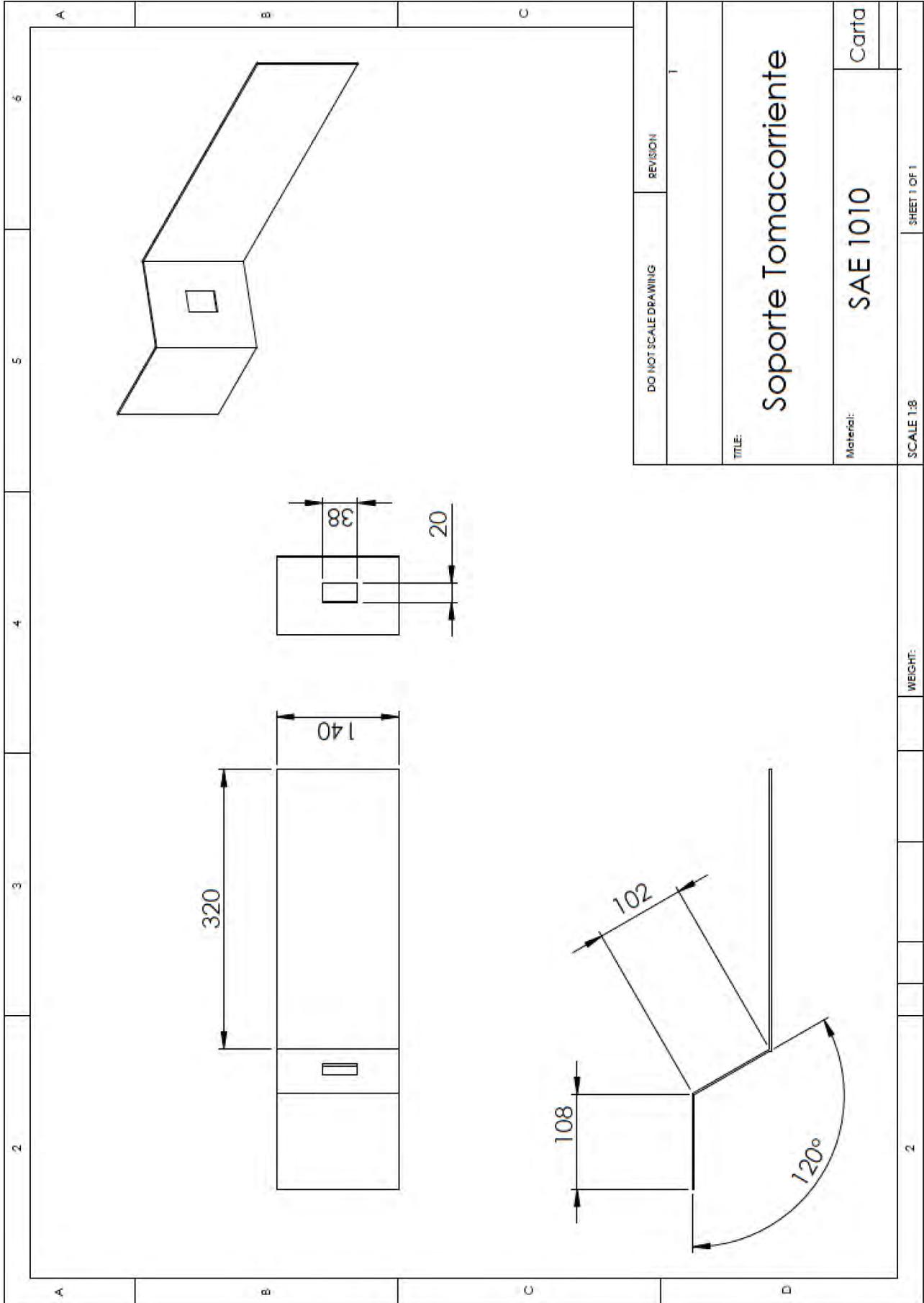


DO NOT SCALE DRAWING	REVISION
TITLE: Soporte Celular	
Material: ABS	Carta
SCALE 1:8	SHEET 1 OF 1

WEIGHT:

2





DO NOT SCALE DRAWING		REVISION
TITLE:		
Soporte Tomacorriente		
Material:	SAE 1010	Carta
SCALE 1:8	SHEET 1 OF 1	

WEIGHT:

2

COTIZACION

		Fecha	N° Cotización
		12-12-2017	247-2017
Razón Social MILOCKERS SPA R.U.T. 76412553-3 Dirección Central Gonzalo Perez LLona 1255 Comuna Maipu Ciudad Santiago Página web www.milockers.cl Tel. 227416431 Mail milockers@gmail.com		Viviana Dirección Comuna Ciudad Rut Tel.	
Cantidad	Descripción	P. Unitario	Total
30	Lockers 5 cuerpos dobles 10 puertas	274.000	8.220.000
Medidas alto, 1,65 , fondo 0,50 cm, frente 2,20 , acero sae 0.6 de espesor ,Puertas reforzadas con omega , con chapa y bandeja interior ,perchero,pintura electroctatica gris perla. Secado en horno.			
Tambien Ofrecemos			
Bancas para camarines, Kardex Metalicos, Estantes Metalicos, Muebles metalicos a medida, Lockers puerta malla, techo inclinado, con zocalo, con chapas.			
www.milockers.cl Cotización Valida por 15 dias.			
Cta Cte 1680651805 Banco chile		NETO	8.220.000
Plazo de entrega 7 dias habiles recibiendo la orden de compra		IVA	1.561.800
Forma de Pago, Transferencia Electronica, ch. al dia.		TOTAL	9.781.800



Fono: 228119060.
Parroquia N° 1574, San Ramón, Santiago, Chile
secretaria@bymlockers.com
contacto@bymlockers.com
www.bymlockers.com

BARTIBAS Y MARTÍN SPA.
Rut: 76.022.547-9

Martes, 12 de Diciembre del 2017.
Cotización: 9877.

SRA.
VIVIANA RIVAS.

Presente.

Ref. : Lockers.

De acuerdo a lo conversado envió información de Lockers:

Modelo Standard	N° CUERPOS	N° PUERTAS	FRENTE (cm)	FONDO (cm)	ALTURA (cm)	Valor \$
LK-12	1	2	40	50	165	\$ 54.000

Nota: - Valor unitario.
- Sin puerta
- No se considera paletizado.
- Embalados con film.

FORMA DE PAGO.

- **Valores sin IVA incluido.**
- **50% contra orden de compra, 50% contra entrega.**
- **Productos puestos en nuestra bodega.**
- **Validez del presupuesto 15 días.**
(Somos Fabricantes)

Contactos: EDUARDO MARTÍN 08 899 4650
MARISOL MARTÍN 08 827 8700

LOCKER PLUS

Av. General Bustamante N° 24 Piso 3 Of. F. Providencia
 Teléfono 56 2 29642447
 Fax



Cotización

ANGELA GABRIELA ROJAS PEREZ
Atn. VIVIANA RIVAS

Cotización N° : 1025 Emisión : 13/12/2017 Vencimiento : 28/12/2017 Fono : 229642430 Fax :

Item	Unid.	Cantidad	Precio Unit.	Total \$
001 NK3302 ROP 3 CUERPOS DOBLES AZUL PTC		300	\$ 67,165	20,150,000
002 MS1702 LOCKER ABS 2 PTAS GRIS PTC		300	\$ 75,000	22,500,000
Neto				\$ 42,650,000
IVA				\$ 8,103,500
Total				\$ 50,753,500

Observaciones: * CONDICIONES GENERALES DE VENTA:



CER 509617

COTIZACIÓN	N° 1205/17
	13 de Diciembre de 2017

SEÑORES: UNIVERSIDAD DE CHILE
 FONDO: 9 94580774
 MAIL: viviana.rivasm@gmail.com
 ATENCION: Viviana Rivas

De acuerdo a lo solicitado por usted, me es grato enviar cotización, según las especificaciones recibidas:

Item N° 1	Unid.	Cant.	V. Unit.	Neto	IVA	Total
Lockers Estandar						
Lockers LK 52						
Monocolor GRIS (Lockers 10 usuarios, 1,65x2,20x0,50)	Unid.	30	\$ 320.000	\$ 9.600.000	\$ 1.824.000	\$ 11.424.000
Lockers LK 52						
Bicolor: 2 colores (Lockers 10 usuarios, 1,65x2,20x0,50)	Unid.	30	\$ 340.000	\$ 10.200.000	\$ 1.938.000	\$ 12.138.000

Locker fabricado integralmente en acero comercial laminado en frio calidad SAE 1010.
 Considera puerta reforzada, tarjetero para identificación y sistema de cierre Portacandado.
 Todos nuestros lockers cuentan con SISTEMA ANTICORTE (bordes planchados).
 Su terminación final es pintura electroestática color Gris, previo decapado y fosfatizado.

PLAZO DE ENTREGA	10 días hábiles, fecha orden de Compra
FORMA DE PAGO	Orden de Compra, 30 días fecha factura
Transferencia o Deposito	Metalradío S.A. - Banco BCI 84072261 - Rut: 96.853.010-0
Garantía	12 meses por fabricación, excluye mal uso
Embalaje	Caja Cartón.
Traslado	Puesto en sus dependencias en Santiago
Validez Cotización	10 días.
Inicio de Trabajo	Solo con Orden de Compra.

katica.radic@metalradío.cl

Realizado por	Revisado por	Aprobado por
Katica Radic	Katica Radic	Katica Radic
Metalradío S.A. NCH2909		



Escuela Única de Pregrado
CARRERA DE DISEÑO

Santiago de Chile
Diciembre 2017