



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

**PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN
INGENIERÍA**

FACULTAD DE INGENIERÍA

**METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO Y DESARROLLO
DE PRODUCTOS INNOVADORES: SISTEMA SOLAR
DE SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA
CAMPING**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN INGENIERÍA

INGENIERÍA MECÁNICA - DISEÑO MECÁNICO

P R E S E N T A

JOAQUÍN LOAIZA MARTÍNEZ

TUTOR:

DR. LEOPOLDO GONZÁLEZ GONZÁLEZ

2010





JURADO ASIGNADO:

Presidente: Dr. Alejandro Cuauhtémoc Ramírez Reivich

Secretario: Dr. Vicente Borja Ramírez

Vocal: Dr. Leopoldo González González

1er. Suplente: Dr. Adrian Espinosa Bautista

2do. Suplente Dr. Jesús Manuel Dorador González

Ciudad Universitaria, México D.F.

TUTOR DE TESIS

Dr. Leopoldo González González

FIRMA



Agradecimientos

En primer lugar agradezco a mis padres Dra. Raquel Irene Martínez Álvarez y Dr. José Joaquín Loaiza Guzmán y a mi hermana Raquel Loaiza Martínez por haberme brindado su apoyo incondicional durante toda mi preparación profesional. Su ejemplo de trabajo, honestidad y rectitud han sido la base de mi formación como ser humano.

Agradezco a mi director de tesis el Dr. Leopoldo González González por su confianza y apoyo en todo el proceso de mi maestría y en mi proyecto de tesis. También agradezco al Dr. Vicente Borja Ramírez y al Dr. Alejandro Ramírez Reivich por la gran motivación que crearon en mí sobre los temas de diseño e innovación de productos. La motivación que me brindaron mis maestros fue clave para poder concluir con éxito mi proyecto de tesis.

Agradezco también la amistad brindada por Gerardo, Claudio, Chucho, Leslie y Lia, a quienes los considero excelentes amigos y personas muy valiosas. El haber trabajado con ellos me enriqueció como ingeniero y como persona.

Agradezco al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el financiamiento para la realización de mis estudios de posgrado.

Finalmente agradezco a la Universidad Nacional Autónoma de México por haberme brindado la oportunidad de poder ser parte de esta máxima casa de estudios.

“Por mi raza hablará el espíritu”



Índice

Resumen	9
Introducción	10
Antecedentes	12
Justificación	14
Objetivos	19
Capítulo 1. Problema	20
1.1 Problemática	20
1.2 Universo de la innovación de productos de base tecnológica	20
1.2.1 Suprasistema en el pasado	22
1.2.2 Sistema en el pasado	22
1.2.3 Subsistema en el pasado	23
1.2.4 Suprasistema en el presente	23
1.2.5 Sistema en el presente	23
1.2.6 Subsistema en el presente	24
1.2.7 Suprasistema en el futuro	24
1.2.8 Sistema en el futuro	24
1.2.9 Subsistema en el futuro	25
1.3 Tipos de incertidumbre de la innovación	25
1.4 Definición del problema	26
1.5 Diagrama de objetivos	27
Capítulo 2. Metodología	30
2.1 Metodología	30
2.2 Proceso de diseño	31
Capítulo 3. Planeación	35
3.1 Identificar oportunidades	35
3.2 Evaluar y clasificar los proyectos por prioridades	36



3.3 Distribuir los recursos y planear la programación	43
3.4 Concluir la planeación del anteproyecto	43
Capítulo 4. Desarrollo del concepto	46
4.1 Detección de necesidades	46
4.1.1 Juegos de innovación	46
4.1.2 Desarrollo de los juegos de innovación	47
4.1.3 Resultados de los juegos de Innovación	51
4.2 Requerimientos del producto	56
4.3 Benchmarking y detección de mejoras	58
4.3.1 Nuevas curvas de valor	58
4.3.2 Resultados de las curvas de valor	64
4.4 Cálculo de la importancia de los requerimientos del cliente	70
4.5 Generación de conceptos	73
Capítulo 5. Diseño a nivel sistema	78
5.1 Arquitectura del producto	78
5.2 Descripción para la secuencia de ensamble del producto	81
Capítulo 6. Diseño de detalles	83
6.1. Diseño de detalle	83
6.1 Definición del sistema de almacenamiento de energía	83
6.2 Definición del sistema de seguimiento del punto de potencia máximo	84
6.3 Análisis económico	86
Capítulo 7. Conclusiones	89
Capítulo 8. Trabajo a futuro	90
Capítulo 9. Bibliografía	91



Lista de Tablas

Tabla 1: Factores relacionados a los objetivos y efectos de la innovación [Manual Oslo, 2005]	17
Tabla 3.1: Cuatro modelos de estrategias competitivas y sus características	38
Tabla 3.2: Tipos de proyectos estratégicos	39
Tabla 3.3: Ventajas y desventajas de los mercados propuestos	40
Tabla 3.4: “Declaración de la misión del proyecto”	44
Tabla 4.1: Fortalezas y debilidades de los juegos de innovación	46
Tabla 4.2: Áreas de oportunidad detectadas en el juego “Speed Boat”	54
Tabla 4.3: Jerarquización de características	56
Tabla 4.4: Clasificación de los requerimientos en tres niveles	57
Tabla 4.5: Ejemplo de asignación de medición a los requerimientos	58
Tabla 4.6: Matriz de evaluación de productos sustitutos y similares	63
Tabla 4.7: Ejemplo de suma de criterios para obtener la importancia de cada requerimiento	71
Tabla 5.1: Tiempos estimados de ensamble del primer prototipo	82
Tabla 6.1: Matriz de selección de concepto del sistema de almacenamiento eléctrico	84
Tabla 6.2: Costos variables y fijos del la primera arquitectura del producto.	86
Tabla 6.3: Flujos de efectivo a cinco años.	83
Tabla 6.4: Análisis de sensibilidad de 3 posibles escenarios en crecimiento en ventas.	88



Lista de Figuras

Figura 1: Joaquín Loaiza, Leslie Riveros, Gerardo Pérez, autores en presentación del prototipo en el California College of the Arts (CCA), San Francisco, E.U.A.	12
Figura 1.1: Diagrama de las nueve pantallas	21
Figura 1.2: Elementos que deben contener las nueve pantallas	21
Figura 1.3: Tipos de incertidumbre en entornos de alta tecnología	26
Figura 1.4: Diagrama general de objetivos para diseñar un “Producto dominante”	29
Figura 3.1: Análisis FODA del “Sistema Solar de Suministro de Energía Eléctrica para Camping”	37
Figura 4.1: Empaques creados por los expertos campistas	51
Figura 4.2: Presentación de los empaques ganadores	52
Figura 4.3: Necesidades de los campistas ordenadas por frecuencia	52
Figura 4.4: Dinámica de “Buy a Feature”	55
Figura 4.5: Productos sustitutos y similares empleados para realizar la actividad de “Nuevas curvas de valor”	59
Figura 4.6: Ejemplo de ficha de producto	61
Figura 4.7: Curva de valor No. 1.	65
Figura 4.8: Curva de valor No. 2.	66
Figura 4.9: Curva de valor No. 3	67
Figura 4.10: Curva de valor No. 4	68
Figura 4.11: Elementos de bajo nivel	69
Figura 4.12: Elementos de nivel alto	69
Figura 4.13: Gráfica promedio de curva de valor	70
Figura 4.14: Concepto base “Sistema de Iluminación Led-Fotovoltaico”	73
Figura 4.15: Primer concepto del “Sistema Solar de Suministro de Energía Eléctrica para Camping”	73
Figura 4.16: Diagrama de afinidad del “Sistema Solar de Suministro de Energía Eléctrica para Camping”	75
Figura 4.17: Diagrama de afinidad de la primera etapa de la estrategia del negocio	76



Figura 4.18: Diagrama de afinidad de la segunda etapa de la estrategia del negocio	77
Figura 5.1: Diagrama de subfunciones del producto	79
Figura 5.2: Diagrama esquemático del producto	80
Figura 5.3: Diagrama del proceso de operación	81
Figura 5.4: Diagrama de flujo	81
Figura 5.4: Diagrama del proceso de ensamble del cargador	82
Figura 6.1: Estructura de un convertidor BOOST	84
Figura 6.2: Arreglo fotovoltaico con controlador MPPT “Extremum-Seeking”	85



Resumen

La innovación es un factor fundamental para el desarrollo económico de las naciones y las organizaciones, por este motivo la innovación se ha estudiado e investigado desde diversas perspectivas.

El presente trabajo tuvo como objetivo profundizar en el diseño de productos manufacturados de base tecnológica y para ello se emplean dos enfoques importantes en su diseño de productos: el primer enfoque corresponde a una planeación prospectiva con el objetivo de comprender a profundidad el universo de la innovación y poder tomar decisiones presentes para alcanzar objetivos futuros. En el caso de este trabajo fue específicamente “el diseñar un producto innovador”. El segundo enfoque es el de llevar una secuencia de pasos para concebir, diseñar y comercializar un producto.

Los dos enfoques son complementarios y permitieron: comprender a profundidad el concepto de innovación e innovación de productos manufacturados de base tecnológica, implementar acciones para concretar el diseño del producto y reflexionar sobre cada decisión y acción que se llevaron a cabo durante el proceso de diseño.

Se presentan también en la tesis herramientas novedosas para lograr determinados objetivos de la innovación y los pasos que se llevaron a cabo para su implementación.

En este trabajo se presenta un panorama amplio de la innovación, su impacto en la organización y la economía nacional, así como una referencia o guía para desarrollar productos manufacturados de base tecnológica y los resultados esperados.



Introducción

Los principales impulsores del éxito de una empresa son la innovación, la calidad, la velocidad y la competitividad en costos [Bateman, 2005]. La innovación es “La implementación de productos nuevos o mejorados significativamente (bienes o servicios), procesos, nuevos métodos de mercadeo, nuevas prácticas organizacionales en los negocios, organización del lugar de trabajo, o relaciones externas [OECD, 2005].

En la actualidad el desarrollar un producto innovador surge de la necesidad de competir en una economía global con competencia internacional y cambios acelerados. “Las innovaciones cambian la ventaja competitiva cuando los rivales o fallan al percibir una nueva manera de competir o no están dispuestos o son incapaces de responder” [Utterback, 1996].

Para las empresas la innovación es crucial y el objetivo principal es mejorar el desempeño de la organización, como por ejemplo aumentar la demanda de productos o bien reducir costos.

Desde la perspectiva del crecimiento económico de un país la innovación juega un papel muy importante ya que es un catalizador de la economía. Joseph Schumpeter (1934) en su teoría económica argumentó que el desarrollo económico es conducido por la innovación a través de un proceso dinámico en el cual nueva tecnología reemplaza a la vieja, un proceso que él llamó “destrucción creativa”.

Al ser la innovación un factor importante para generar riqueza, ha sido estudiada desde diferentes perspectivas.

Un producto innovador se define como la introducción de un bien o servicio que es nuevo o significativamente mejorado respecto a sus características o sus aplicaciones previas. Esto incluye mejoras significativas en sus especificaciones técnicas, componentes y materiales, software incorporado, facilidad de manejo u otras características funcionales [OECD, 2005].

El objetivo de este trabajo es presentar el proceso para desarrollar un producto innovador manufacturado de base tecnológica.

En esta tesis se exploran diferentes técnicas, herramientas y métodos actuales que se han empleado para diseñar productos innovadores, así mismo se seleccionan los más adecuados para lograr determinados objetivos y se implementan para diseñar un producto innovador denominado “Sistema Solar de Suministro de Energía Eléctrica para Camping”. Al finalizar se presentan resultados y reflexiones de cada una de estas técnicas.



También se emplea el método PROACT con el objetivo de definir una planeación prospectiva para innovar productos, decidir inteligentemente sobre las herramientas y métodos más adecuados a implementar en este proyecto y así sugerir una metodología práctica para crear nuevos productos.

Se decidió emplear PROACT ya que el enfoque de la innovación es prospectivo, es decir, se necesita introducir al mercado un producto o servicio nuevo y exitoso, el cual debe estar dentro de los límites de lo posible y probable. “La prospectiva contempla el futuro cercano como etapa para la construcción de un futuro lejano más conveniente. Trabajar las acciones del presente en función del futuro deseado, probable y posible, sin por ello desaprovechar un pasado y un presente conocidos con relativa suficiencia” [Miklos, 1992].

Concretamente, mi aportación en este trabajo fue investigar, proponer, presentar, orientar y motivar al equipo sobre diversas herramientas y métodos para innovar, así como la implementación de dichas herramientas.

Antecedentes

El proyecto “Sistema Solar de Suministro de Energía Eléctrica para Camping” tiene como base la investigación y desarrollo de un diseño conceptual de Sistema de Iluminación LED-Fotovoltaico, realizado en el curso titulado: “New Product Development Process: Design Theory and Methodology” [Agogino, 2008]. El curso se inició con la participación colaborativa entre el área de Diseño Mecánico de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México, la Universidad de California Campus Berkeley y la comercializadora de instalaciones solares y otros productos ecológicos Real Goods.

En dicho proyecto se integraron grupos multidisciplinarios de México y Los Estados Unidos de Norteamérica donde los equipos compartieron información y se retroalimentaron para desarrollar conceptos de productos utilizando energías renovables.

Al final del curso se realizó una presentación en el Colegio de Artes de California, en San Francisco, E.U.A. En dicha presentación se mostró un prototipo funcional del sistema propuesto “Sistema Solar de Iluminación LED para habitaciones, con autonomía de 5 horas y recarga de celulares y iPod’s”. En la figura 1 se muestra este sistema.



Figura 1: Joaquín Loaiza, Leslie Riveros, Gerardo Pérez, autores en presentación del prototipo en el California College of the Arts (CCA), San Francisco, E.U.A.

El producto consiste de cinco elementos principales: Panel solar, Regulador de carga, Baterías, Sistema de iluminación LED, Módulo de recarga de celulares y iPod’s.



También se publicó un artículo para las memorias del “XV Congreso Internacional Anual de la Sociedad Mexicana de Ingenieros Mecánicos” realizado del 23 al 25 de Septiembre de 2009 en la Ciudad de Obregón, Sonora. El título del artículo publicado fue “Diseño Conceptual de Sistema de Iluminación Led-Fotovoltaico” [Pérez G, 2009].

El proyecto “Diseño Conceptual de Sistema de Iluminación Led-Fotovoltaico” permitió al equipo de trabajo:

- Descubrir las áreas de oportunidad y aplicaciones de la energía fotovoltaica en México y los Estados Unidos de Norteamérica.
- Conocer las tendencias de diseño de los sistemas fotovoltaicos.
- Comprender las tecnologías Fotovoltaica y LED.
- Conocer las necesidades de diversos grupos (usuarios urbanos, usuarios de comunidades rurales, expertos en tecnología fotovoltaica, etc).
- Definir las habilidades e intereses de los integrantes del equipo de diseño.
- Aprender sobre el proceso de diseño de un producto innovador.

Al finalizar el proyecto, los integrantes del equipo creían en el proyecto, sin embargo, surgieron algunas limitaciones que impidieron continuar con su desarrollo y comercialización, como son:

- Separación momentánea de los integrantes del equipo de desarrollo.
- Falta de recursos económicos para su producción.
- Carencia de tiempo para desarrollar el plan de negocios.
- Proceso de producción laborioso y costoso.
- La presentación del producto en el Colegio de Artes de California en San Francisco, implicaba que si no se protegía y concretaba el proyecto de forma rápida alguien podría copiarlo y desarrollarlo.
- Un único prototipo rápido “funcional”, realizado en 2 semanas tomando en cuenta los requerimientos de diversos usuarios (urbanos, rurales, expertos, etc) pero sin haber definido una arquitectura del producto ni haber entrado al diseño de detalles.
- Pruebas de desempeño realizadas sin equipo especializado.

Del aprendizaje logrado durante el desarrollo del “Sistema de Iluminación LED-Fotovoltaico” y de las limitaciones a las que se enfrentó el equipo de diseño, surgió la idea de crear un nuevo producto que pudiera maximizar las competencias base (fortalezas) del equipo de trabajo y minimizar las limitaciones encontradas.



Justificación

Una de las teorías que ha sentado las bases del estudio actual sobre la innovación fue la propuesta por Joseph Schumpeter, economista austriaco. La teoría de Schumpeter sobre el desarrollo económico dice que es un proceso endógeno dentro del capitalismo que desvía a la economía fuera de su tendencia hacia una posición de equilibrio dirigiéndola hacia una diferente. Este fenómeno fundamental exige la realización de nuevas combinaciones de los medios de producción (Schumpeter los llamó “empresas”), por individuos llamados “emprendedores” [Burns, 2008].

Schumpeter está en contra de la teoría económica tradicional que enfatiza que la economía siempre tiende hacia un equilibrio y los cambios en ese equilibrio pueden ocurrir solo a través de cambios dados por condiciones subyacentes, como son el crecimiento poblacional o cambios en rangos de ahorro, o bien a través de choques externos como guerras o desastres naturales; los primeros dados de forma lenta y los últimos de forma impredecible. Schumpeter buscó explicar este proceso de desarrollo económico como un proceso causado por empresas – innovación- y realizado por emprendedores. Para Schumpeter una economía saludable es aquella que continuamente “se interrumpe” por innovación tecnológica y produce ciclos económicos, donde cada ciclo es único, manejado por diferentes ramas de la industria.

Algunos países han tomado en cuenta la teoría de Schumpeter, enfocando gran parte de su inversión nacional a la investigación y desarrollo, esto se ve reflejado en un mayor producto interno bruto (PIB) y una mejor calidad de vida de sus ciudadanos, “Los Estados Unidos, países europeos del norte y este, así como las más avanzadas áreas de Asia tienen rangos de investigación y desarrollo/PIB por encima del 1.5%. Este patrón refleja ampliamente la distribución global de la riqueza y el nivel de desarrollo económico. Países con mayores ingresos tienden a enfatizar su producción en bienes de alta tecnología y son también ellos los que invierten fuertemente en actividades de investigación y desarrollo (I&D). Sectores privados en países de ingresos bajos algunas veces tienen baja concentración de industrias de alta tecnología, resultando en un bajo gasto en I&D y por lo tanto en rangos bajo de I&D/PIB.” [NSF, 2010]

Los Estados Unidos son los líderes actuales en investigación y desarrollo, “los créditos presupuestarios del gasto federal en I&D en el año fiscal 2008 fueron de \$ 3.3 billones de



dólares” [NSF, 2010], por otro lado México se encuentra en los últimos lugares de los países con gasto total para la investigación y desarrollo.

La Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OECD) ha identificado 10 categorías de industrias de servicios y manufactura que tienen una relación estrecha con la ciencia y la tecnología llamadas industrias de conocimiento y tecnología intensivas, dichas industrias son:

Cinco categorías de industrias de servicios intensivos en conocimiento que incorporan alta tecnología tanto en sus servicios como en su distribución. Estas incluyen servicios financieros, de negocios, comunicaciones, educación y salud.

Cinco categorías de industrias manufactureras de alta tecnología que incluyen aeronáutica, farmacéutica, computadoras y maquinaria de oficina, equipo de comunicaciones, e instrumentación científica.

Las tecnologías de información y comunicaciones son un subconjunto de las industrias de conocimiento y tecnología intensivas. Consisten en dos industrias manufactureras de alta tecnología – (1) computadoras y maquinaria de oficina y (2) equipo de comunicaciones y semiconductores- y dos industrias de servicios intensivos de conocimiento- (1) comunicaciones y (2) servicios computacionales- que están clasificadas dentro de los servicios de negocios.

La industria de manufactura en México está clasificada en nueve divisiones, las cuales son: (I) Productos alimenticios, bebidas y tabaco, (II) Textiles, prendas de vestir e industria del cuero, (III) Industria de la madera y productos de madera, (IV) Papel, productos de papel, imprentas y editoriales, (V) Sustancias químicas, derivados del petróleo, productos de caucho y plásticos, (VI) Productos de minerales no metálicos, exceptuando derivados del petróleo y carbón, (VII) Industrias metálicas básicas, (VIII) Productos metálicos, maquinaria y equipo, y (9) otras industrias manufactureras [INEGI, 2003].

Al 2003 en México, la industria manufacturera aportaba alrededor del 18% al PIB nacional y empleaba, aproximadamente a 25.9% del personal ocupado del País, siendo la I y la VIII las que más aportaban al PIB [INEGI, 2003].

El Sistema de Innovación en México está conformado por el “Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)” que actúa como coordinador y promotor de las actividades científicas y tecnológicas. Por su parte, la Secretaría de Economía implementa múltiples programas de negocios.



Sin embargo, del estudio comparativo sobre la “política de innovación en México, España, Chile y Corea” [Solleiro, 2007], se encontró que los países latinoamericanos tienen gobiernos aparentemente decididos a no ser claramente intervencionistas, muchas veces limitándose a establecer marcos de trabajo generales donde los agentes económicos pueden realizar sus actividades propias, y también, al ser regiones con escasos recursos económicos sus iniciativas están limitadas a los presupuestos, frecuentemente reducidos durante periodos de contracción financiera. Otra característica es la centralización en el proceso de diseñar nuevas políticas, las cuales recaen en el funcionario gubernamental del momento, lo que causa falta de continuidad en los programas de ejecución. De dicho análisis los autores definen 10 áreas donde es esencial desarrollar instrumentos normativos: a) Capacitación gerencial, b) Sistemas de información empresarial, c) Promoción de productos, d) Asimilación de tecnologías, e) Desarrollo externo de tecnologías, f) Selección de proveedores, g) Entrenamiento en aspectos básicos de calidad, h) Desarrollo de capacidades en el uso de computadoras y ciencias de la computación, i) Comercio electrónico, j) Créditos para el capital de trabajo, equipo y desarrollo tecnológico.

El valor agregado es la cantidad contribuida por un país, firma, u otra entidad con el valor de un bien o servicio y excluye las compras de materiales y entradas domesticas o importadas [Dedrick, 2009].

La innovación de productos crea un valor económico y brinda una recompensa de ganancias a los pioneros (inventores, emprendedores, inversionistas, etc). Por otro lado, es importante destacar que las mayores ganancias las acumulan las firmas y países que promueven el diseño, la ingeniería y la experiencia en comercialización. El estudio realizado por Jason Dedrick titulado “Quién se beneficia de la innovación en la cadena global de valor” [Dedrick, 2009], muestra que de la cadena de valor de un producto electrónico, el mayor valor captado (valor captado es el valor agregado excluyendo el costo de la mano de obra directa) lo obtienen las áreas de diseño y marketing, y las que obtienen menor valor captado son las empresas de manufactura de componentes así como las que realizan el ensamble final.

De acuerdo al manual Oslo sobre la medición de las actividades tecnológicas y científicas, son diversos los objetivos que las empresas buscan alcanzar mediante la implementación de innovaciones. La tabla 1 muestra la relación entre objetivos y efectos de la innovación.



Pertinente para:	Innovación de Producto	Innovación de Proceso	Innovación Organizacional	Innovación de Mercado
Competencia, demanda y mercados				
Sustituir productos que van de salida	▲			
Incrementar el rango de bienes y servicios	▲			
Desarrollar productos amigables con el ambiente	▲			
Aumentar o mantener la cuota del mercado	▲			▲
Entrar en nuevos mercados	▲			▲
Aumentar la visibilidad o la exposición de los productos				▲
Reducir el tiempo para responder a las necesidades del cliente		▲	▲	
Producción y entrega				
Mejorar la calidad de productos y servicios	▲	▲	▲	
Mejorar la flexibilidad de producción y servicios de suministro		▲	▲	
Incrementar la capacidad de producción y servicios de suministro		▲	▲	
Reducir costos laborales unitarios		▲	▲	
Reducir consumo de materiales y energía	▲	▲	▲	
Reducir costos en el diseño del producto		▲	▲	
Reducir plazos de producción		▲	▲	
Lograr estándares técnicos industriales	▲	▲	▲	
Reducir costos operacionales para suministro de servicios		▲	▲	
Incrementar la eficiencia o rapidez para suministrar y/o entregar bienes o servicios		▲	▲	
Mejorar capacidades en las tecnologías de información		▲	▲	
Organización del lugar de trabajo				
Mejorar la comunicación e interacción entre las diferentes actividades del negocio			▲	
Incrementar el intercambio o transferencia de conocimientos con otras organizaciones			▲	
Incrementar la habilidad para adaptarse a las diferentes demandas del cliente			▲	▲
Fortalecer las relaciones con los clientes			▲	▲
Mejorar las condiciones de trabajo		▲	▲	
Otras				
Reducir el impacto ambiental, mejorar la salud y la seguridad	▲	▲	▲	
Cumplir con requisitos de regulación	▲	▲	▲	

Tabla 1: Factores relacionados a los objetivos y efectos de la innovación (Manual Oslo, 2005).



Se puede resumir de la Tabla 1 que los objetivos de la innovación de productos son:

- Reemplazar productos que van de salida
- Incrementar el rango de bienes y servicios
- Desarrollar productos amigables con el ambiente
- Incrementar o mantener el mercado
- Entrar a nuevos mercados
- Mejorar la calidad de bienes y servicios
- Reducir el consumo de materiales y energía
- Alcanzar estándares técnicos e industriales
- Reducir el impacto ambiental, mejorar la salud y seguridad
- Cumplir con los requisitos de regulación

De lo expuesto en este capítulo se concluye que la innovación de productos es muy importante ya que:

- Genera desarrollo económico.
- Los países que invierten en investigación y desarrollo tienen un alto rango de I&D/PIB, lo que favorece la calidad de vida de sus habitantes.
- México cuenta con una industria manufacturera que genera el 18% del PIB nacional y es necesario que esta industria invierta en investigación y desarrollo.
- La tendencia de los países desarrollados es generar industrias de conocimiento y tecnología intensivas.
- El mayor valor captado dentro de la cadena de valor de un producto se genera de su diseño y marketing.
- La innovación de productos puede servir para: reemplazar nuevos productos, incrementar el rango de bienes y servicios, desarrollar productos amigables con el ambiente, incrementar o mantener el mercado, entrar a nuevos mercados, mejorar la calidad de bienes y servicios, reducir el consumo de materiales y energía, alcanzar estándares técnicos e industriales, reducir el impacto ambiental, mejorar salud y seguridad, y alcanzar los requerimientos de regulación.



Objetivos

Este trabajo tiene como objetivo presentar el proceso para desarrollar un producto innovador manufacturado de base tecnológica, con la finalidad de poder ser una guía de trabajo para aquellos ingenieros y diseñadores que deseen crear productos de este tipo.

Existen muchas metodologías de diseño de productos y cada día surgen nuevas herramientas, sin embargo, es importante para los diseñadores, tener un amplio y concreto panorama sobre la innovación, así como tener referencias tangibles de los resultados que se pueden obtener a partir de la implementación de diferentes herramientas. Por estos motivos, los objetivos particulares de esta tesis son:

- Diseñar un producto innovador: “Sistema Solar de Suministro de Energía Eléctrica para Camping”.
- Explorar e implementar herramientas enfocadas a la innovación de productos.
- Presentar el análisis de la metodología y herramientas empleadas en el diseño del producto.
- Identificar áreas de oportunidad en la metodología y herramientas.
- Proponer mejoras en la metodología del diseño de productos.

El alcance en este trabajo será hasta la generación de la arquitectura detallada del producto “Sistema Solar de Suministro de Energía Eléctrica para Camping” y parte del desarrollo de los sistemas electrónicos.

Así mismo, se presentará un panorama amplio de la innovación de productos manufacturados de base tecnológica y se describirá el proceso de diseño y desarrollo empleado, junto con los resultados obtenidos.



Capítulo 1: Problema

1.1 Problemática

La motivación para la realización de esta tesis fue el lograr diseñar un producto innovador (ensamblado de base tecnológica) y descubrir una forma sistemática y repetible para poder diseñar cualquier producto de este tipo.

El producto que se decidió desarrollar (Sistema Solar de Suministro de Energía Eléctrica para *Camping*) se considera como ensamblado de base tecnológica, ya que emplea tecnología avanzada [Mohr, 2008] y para construirlo se sigue un proceso de manufactura y ensamble [Utterback, 1992].

Para el diseño de este producto se empleó como base la metodología propuesta por Karl T.Ulrich y Steven D.Eppinger en su libro titulado “Diseño y Desarrollo de Productos” [Ulrich, 2004], sin embargo, también se exploraron otras herramientas y técnicas que se encontraron en la literatura referente a la innovación de productos.

1.2 Universo de la innovación de productos ensamblados de base tecnológica

Durante todo el desarrollo del producto se tomaron decisiones sobre cuáles eran las herramientas más adecuadas para utilizar, sobre las características del diseño del producto en sí mismo, y que estrategias de negocio eran las más favorables.

Una herramienta muy útil que ayudó a visualizar el universo de la innovación de productos ensamblados de base tecnológica, y así definir correctamente la problemática, fue la herramienta de las nueve pantallas también conocida en la metodología TRIZ como “Operador del Sistema” [Rantanen, 2008].

Dicha herramienta muestra al sistema en un diagrama presentado en la forma de 9 pantallas en la que cada nivel (sistema, suprasistema y subsistema) contiene 3 pantallas (en el pasado, en el presente, y en el futuro), como se muestra en la Figura 1.1:

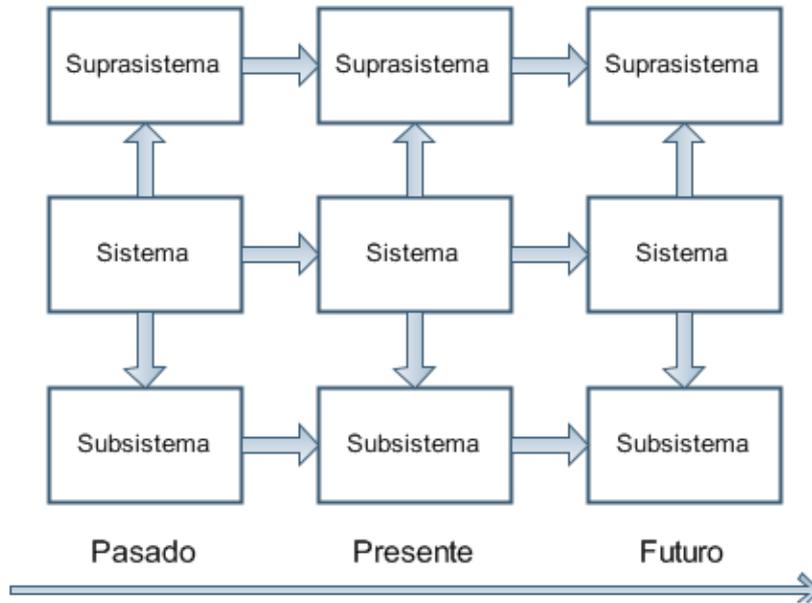


Figura 1.1: Diagrama de las nueve pantallas [Rantanen, 2008].

En la figura 1.2 se muestran los elementos que deben contener cada una de las pantallas.

	Pasado	Presente	Futuro
Suprasistema	Factores importantes, favorables y desfavorables que han afectado al sistema	Factores importantes, favorables y desfavorables que afectan al sistema	Factores más probables, aunque algunos no sean deseables, y factores más deseables, aunque algunos se consideren como improbables, que afectarán al sistema. Consecuencias en el suprasistema de las posibles decisiones en el sistema.
Sistema	El sistema en el pasado, mencionando incluso algo que hubiese funcionado bien aunque ya no exista.	Todo lo que se debe retener en el sistema y todo lo que se debe eliminar. Posibles decisiones.	Todo lo que se debe crear en el sistema y consecuencias de las posibles decisiones.
Subsistema	Los subsistemas en el pasado.	Todo lo que se debe retener en los subsistemas y todo lo que se debe eliminar.	Todo lo que se debe crear en los subsistemas y consecuencias de las posibles decisiones

Figura 1.2: Elementos que deben contener las nueve pantallas.



Se realizó el análisis de las 9 pantallas sobre la innovación de productos de tipo manufacturados de base tecnológica. A continuación se presenta dicho análisis.

1.2.1 Suprasistema en el pasado

Investigaciones en tecnologías nuevas son la base para la generación de nuevos productos, dichas investigaciones se realizan en centros de investigación, universidades, empresas, etc.

Los usuarios expertos tienen conocimiento sobre posibles mejoras de los productos existentes o tienen idea de cómo solucionar sus necesidades.

Los competidores e industrias establecidas se sienten amenazados por los nuevos productores e implementarán medidas para desprestigiar o prolongar la entrada de los nuevos competidores.

Las empresas nuevas no tienen infraestructura ya establecida por lo que tienen menos que perder que las industrias ya establecidas.

Algunos usuarios que no conocen la tecnología (o nuevo producto) no están dispuestos a usarlos.

1.2.2 Sistema en el pasado

Cuando surge un nuevo producto (ensamblado de base tecnológica), existe incertidumbre sobre el mercado, el producto, el proceso, la tecnología y la administración de la organización.

Las empresas nuevas crean productos rápidamente, los cuales se deben adaptar a las necesidades del cliente, con el objetivo de buscar un producto que satisfaga la mayoría de los requerimientos del mercado.

La producción del nuevo producto se logra mediante equipo de propósito general y mano de obra calificada.

Los individuos en las organizaciones deben actuar juntos, enfatizando ajustes frecuentes, redefiniendo las tareas y teniendo una comunicación lateral efectiva. Este tipo de estructura organizacional se denomina “orgánica” y es apropiada para ambientes inciertos donde es fundamental adquirir y procesar información rápidamente para tomar decisiones.



Con el objetivo de sobrevivir en esta etapa, la empresa se debe enfocar en el desempeño funcional del producto y en el progreso del mercado.

1.2.3 Subsistema en el pasado

La tecnología y los procesos de manufactura son caros, crudos, poco fiables e ineficientes.

Los diseñadores deben ser experimentales y flexibles tratando de encontrar las necesidades y oportunidades del mercado. El proceso de diseño debe ser sistematizado y la tecnología dominada y apoyada para un proceso de producción rentable.

El departamento de marketing debe escuchar la voz del cliente, buscar canales de distribución efectivos, e introducir el producto al mercado rápidamente.

1.2.4 Suprasistema en el presente

En caso de que se presente un diseño dominante externo a la empresa es importante detectarlo e integrar sus características a los productos de la empresa, ya que este contiene gran parte de los requerimientos captados por los usuarios. Los factores que favorecen o restringen un diseño dominante son: activos garantía, regulación industrial e intervención del gobierno, maniobras estratégicas de la empresa, comunicación del producto y el usuario.

En esta etapa la competencia se reduce y se lleva a cabo entre solo unos pocos y dominantes productores.

1.2.5 Sistema en el presente

En esta etapa se debe diseñar e implementar un diseño dominante, mejorar los procesos y la producción a gran escala, continuar el desarrollo de la tecnología, formar una estructura organizacional orgánica, aumentar el mercado actual y buscar nuevos mercados.



1.2.6 Subsistema en el presente

Los administradores y diseñadores deben entender las restricciones de los sistemas, aprender de los usuarios sus hábitos y conocer los activos garantía.

La investigación se enfoca en innovaciones incrementales y características existentes.

Se disminuyen los costos de producción mediante la automatización de máquinas y procesos.

1.2.7 Suprasistema en el futuro

La competencia entre firmas establecidas es estable y el número de competidores es menor que en el pasado. Pueden surgir nuevos competidores que tratan de entrar al mercado con nuevos productos basados en nuevas tecnologías, por lo que surge una nueva incertidumbre sobre la tecnología y el mercado. Generalmente en esta etapa los segmentos de mercado más atractivo ya están siendo ocupados.

Las competencias ahora se enfocan en la confiabilidad del producto y su costo, por lo que los productos en el mercado son eficientes y los precios en el mercado caen concurrentemente.

Las redes de distribución pueden ser una barrera para entrar al mercado sobre todo en firmas extranjeras.

1.2.8 Sistema en el futuro

Se busca producir un producto muy específico a un nivel muy alto de eficiencia. La industria está enfocada en la producción en volumen y a bajo costo. Existe una estrecha relación entre el producto y el proceso de producción, lo que implica que cualquier cambio en el producto o en el proceso dificulte, encarezca o requiera un cambio correspondiente en el otro.

Las competencias base se centran ahora en la calidad y el costo del producto, también se busca minimizar las ineficiencias y costos de operación.

Se puede perder el carácter orgánico de la empresa, ya que sus miembros cambian sus habilidades emprendedoras hacia las gerenciales. Estas habilidades se requieren para el



crecimiento y la estructuración de la organización. En algunas ocasiones se tiene aversión al riesgo por lo que los proyectos muy innovadores no son favorecidos.

Es recomendable implementar sistemas flexibles de manufactura ya que actúan como facilitadores de la estrategia de negocios basada en altos niveles de variedad de productos y productos a la medida del cliente (personalización en masa).

Es importante distribuir los recursos de manera eficiente para mejorar las habilidades y capacidades de la empresa en diseño, implementación, manufactura, distribución, etc.

1.2.9 Subsistema en el futuro

La fortaleza en la posición de patentes puede llegar a ser una dificultad para las firmas que entraron tarde a la industria.

La manufactura simple trae consigo beneficios como: menores errores de ensamble, menores ajustes y menores oportunidades de que algo salga mal.

Los administradores deben encontrar el balance adecuado entre apoyar las mejoras incrementales o las innovaciones radicales.

El departamento de marketing puede realizar estudios de mercado para encontrar información que ayude a guiar un cambio evolucionario y mejoras continuas.

1.3 Tipos de incertidumbre en la innovación

En la descripción de las nueve pantallas se hace referencia a diferentes tipos de incertidumbre. La figura 1.3 muestra los tres tipos de incertidumbre más representativos en los entornos de alta tecnología [Mohr, 2010].

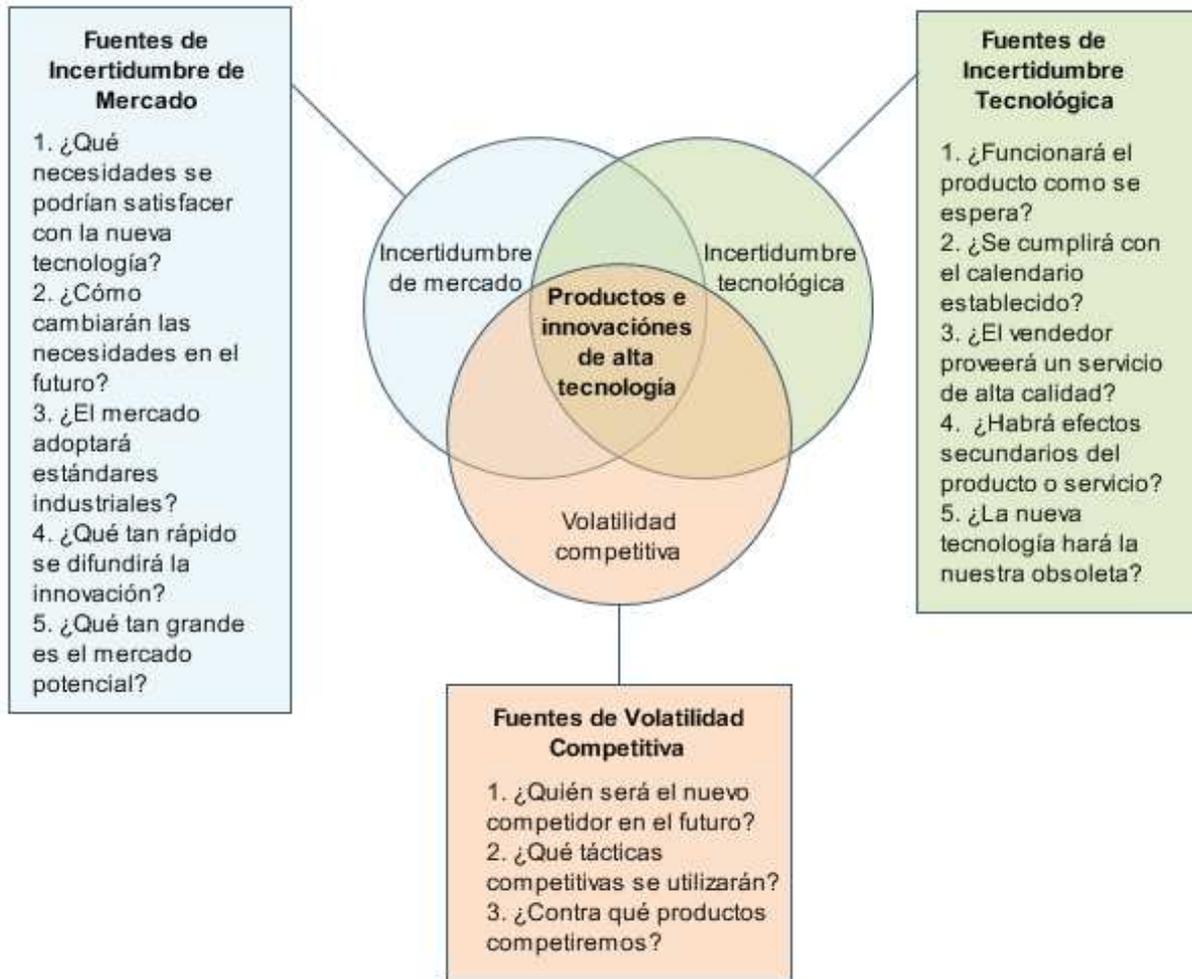


Figura 1.3: Tipos de incertidumbre en entornos de alta tecnología [Mohr, 2010].

1.4 Definición del problema

Mediante las nueve pantallas de TRIZ se visualizó el universo de la innovación de productos “manufacturados de base tecnológica”, llegándose a la siguiente definición del problema:

“Diseñar un producto dominante que facilite su supervivencia en un mercado competitivo, su fácil comercialización, y el dominio de un nicho de mercado; y también permita su fácil renovación, y la expansión y dominación de nuevos mercados en un futuro próximo”



Un diseño dominante incorpora los requisitos de muchas clases de usuarios de un producto particular, aunque no puede satisfacer las necesidades de una clase particular en la misma extensión que un diseño personalizado. Los factores que favorecen un diseño dominante de acuerdo a Utterback son [Utterback, 1991]:

- Activos garantía
- Regulación industrial e intervención del gobierno
- Maniobra estratégica de la empresa
- Comunicación del producto y el usuario

Por otra parte los elementos medibles para el éxito de un producto propuestos por William B. Rouse son [Rouse, 2001]:

- Viabilidad - ¿Son los beneficios del uso del sistema lo suficientemente superiores a sus costos?
- Aceptación - ¿Las organizaciones/individuos usan el sistema?
- Validación - ¿El sistema resuelve el problema?
- Evaluación - ¿El sistema cumple con los requerimientos?
- Demostración - ¿Cómo los observadores reaccionan ante el sistema?
- Verificación - ¿Está el sistema integrado como se planeó?
- Prueba - ¿El sistema corre, calcula, etc?

1.5 Diagrama de objetivos

Tomando en cuenta el “Operador del Sistema”, la definición del problema y los elementos medibles para el éxito de un producto se generó un diagrama general de objetivos mostrado en la figura 1.4, este diagrama en la administración de proyectos es llamado también “estructura de división de trabajo” [Lewis, 2007].

El propósito de generar este diagrama es el de presentar los objetivos mínimos que se deben tomar en cuenta para diseñar un producto exitoso. Si el diseñador comprende claramente la importancia de estos objetivos y los tiene presentes durante todo el proceso de diseño puede



alcanzar con éxito el objetivo fundamental de este diagrama y de esta manera facilitar la comercialización del producto.

También el diseñador tiene la capacidad de definir que herramientas o métodos puede emplear durante el proceso de desarrollo de un producto.



Figura 1.4: Diagrama general de objetivos para diseñar un “Producto dominante”.



Capítulo 2: Metodología

La metodología que se tomó como base para desarrollar el producto innovador “Sistema de Suministro de Energía Eléctrica para Camping”, fue la propuesta por Karl T. Ulrich y Steven D. Eppinger [Ulrich, 2004].

El enfoque de dicha metodología es de tipo multidisciplinario, ya que toma en cuenta las perspectivas del marketing, la manufactura y el diseño.

Se decidió emplear esta metodología ya que tiene un enfoque orientado hacia la innovación del producto, iniciando desde la concepción de una oportunidad en el mercado hasta la producción, venta y entrega del producto. Además cubre con la mayor parte de los objetivos propuestos en el “diagrama de objetivos” presentado previamente.

Existen varias ventajas de llevar una metodología bien definida para el desarrollo del producto, como son:

Aseguramiento de la calidad: un proceso de desarrollo especifica las fases por las que atravesará un proyecto y los puntos de revisión durante las mismas. Cuando estas fases y puntos de revisión se eligen correctamente, el seguimiento del proceso de desarrollo es una manera de asegurar la calidad del producto resultante.

Coordinación: un proceso de desarrollo articulado con claridad, actúa como un plan maestro que define las posiciones de cada uno de los participantes en el equipo de desarrollo. Este plan informa a los miembros del equipo el momento en que se necesitarán sus contribuciones y con quien tendrán que intercambiar información y materiales.

Planeación: un proceso de desarrollo contiene puntos naturales que corresponden al término de cada fase. La sincronización de estos puntos afianza el calendario global del proyecto.

Administración: un proceso de desarrollo es una evaluación comparativa para evaluar el desempeño del esfuerzo en curso. Al comparar los hechos reales con el proceso establecido, se pueden identificar posibles áreas problemáticas.

Mejora: La documentación cuidadosa del proceso de desarrollo de una organización, con frecuencia ayuda a identificar oportunidades para realizar mejoras.



2.1 Proceso de diseño

El proceso de desarrollo del producto consta de seis fases:

Fase 0. Planeación: la actividad de planeación con frecuencia se conoce como “fase cero”, debido a que antecede a la aprobación del proyecto y al lanzamiento del proceso de desarrollo del producto real. Esta fase comienza con la estrategia corporativa e incluye la valoración de los desarrollos en tecnología y de los objetivos del mercado. El resultado de la fase de planeación es el principio de la **misión del proyecto**, el cual especifica el mercado objetivo para el producto, objetivos comerciales, suposiciones básicas y limitaciones.

Fase 1. Desarrollo del concepto: en la fase de desarrollo del concepto, se **identifican las necesidades del mercado objetivo**, se **generan y evalúan conceptos** de productos alternativos, y se **seleccionan uno o más conceptos para el desarrollo y la prueba**. Un concepto es una descripción de la forma, función y características de un producto, y por lo general se acompaña de un conjunto de especificaciones, un análisis de productos competitivos y una justificación económica del proyecto.

Fase 2. Diseño a nivel sistema: la fase de diseño a nivel sistema incluye la definición de la arquitectura del producto y el **desglose del producto en subsistemas y componentes**. Durante esta fase generalmente también se define el esquema del ensamble final para el sistema de producción. El resultado de esta fase usualmente incluye una **distribución geométrica del producto**, una **especificación funcional de cada subsistema** y un **diagrama de flujo del proceso preliminar para la secuencia de ensamble final**.

Fase 3. Diseño de detalles: la fase de diseño de detalles incluye la **especificación completa de la geometría, materiales y tolerancias de todas las partes que sean únicas en el producto**, así como la identificación de todas las partes estándar que se van a adquirir de los proveedores. Se establece un plan del proceso y se designa el herramental para cada parte que se va a fabricar dentro del sistema de producción. El resultado de esta fase es la documentación del control para el producto, los dibujos o archivos de computadora que describen la geometría de cada parte y su herramental de producción, las especificaciones de



las partes adquiridas, y los planes del proceso para la fabricación, producción, y ensamble del producto. En esta fase se abordan dos puntos de gran importancia, los costos de producción y la confiabilidad del desempeño.

Fase 4. Pruebas y refinamiento: la fase de prueba y refinamiento involucra la construcción y evaluación de múltiples versiones de producción previas del producto. Los primeros prototipos (alfa) por lo general se construyen con partes de producción ideal –con las mismas propiedades de material y geometría como se tiene pensado que serán en la versión de producción del producto, pero no necesariamente fabricadas con los procesos reales que se van a utilizar en su producción-. Los prototipos alfa se prueban para determinar si el producto va a funcionar tal como se diseñó o para saber si el producto satisface las necesidades clave del cliente. Los prototipos posteriores (beta) por lo general se construyen con partes suministradas por los procesos de producción pretendidos, pero pudieran no ser ensamblados utilizando el proceso de ensamble final proyectado. Los prototipos beta se evalúan exhaustivamente de manera interna y, por lo regular, también son probados por los clientes en su propio ambiente de uso. El objetivo de los prototipos beta usualmente es responder a las preguntas sobre el desempeño y fiabilidad a fin de identificar los cambios de ingeniería necesarios para el producto final.

Fase 5. Producción piloto: en la fase de producción piloto, el producto se fabrica utilizando el sistema de producción pretendido. El propósito de dicha producción piloto es capacitar a la fuerza laboral y resolver cualquier problema que persista en los procesos de producción. Los productos elaborados durante la producción piloto en ocasiones son suministrados a clientes preferidos y evaluados de manera cuidadosa para identificar cualquier defecto aún existente. La transición de la producción piloto a la producción continua por lo común es gradual. En cierto punto durante esta transición, el producto es lanzado y se encuentra disponible para su distribución generalizada.

Para el desarrollo del producto innovador “Sistema Solar de Suministro de Energía Eléctrica para Camping “, se llevaron a cabo todas las etapas propuestas en esta metodología de Ulrich, sin embargo, se exploraron igualmente otras herramientas adicionales que presentaban



una adecuada estructura, con la finalidad de lograr los objetivos generales de la innovación. Dichas herramientas fueron: “Juegos de Innovación”, “Nuevas Curvas de Valor”, “Las Nueve Pantallas”, “FODA”, “TRIZ”, entre otras.

Cabe mencionar también que el proceso de desarrollo no fue lineal, se desarrollaron las etapas de desarrollo del producto y se cumplieron con los objetivos de cada una de ellas, pero el proceso fue ampliamente iterativo.

El método PROACT, acrónimo de, “Problemas Objetivos Alternativas y Trueques” sirvió para sustentar las decisiones que se aplicaron en el proceso de diseño del producto; gracias a este método se cumplieron los siguientes criterios para lograr un proceso efectivo de toma de decisiones [Hammond, 1999]:

- Enfocarse sobre lo que es importante
- Proceso lógico y consistente
- Reconocimiento de factores tanto de sujetos como de objetos y mezclar un pensamiento analítico e intuitivo.
- Tomar en cuenta solo la información y análisis necesarios para resolver el problema
- Alentar y guiar la recolección de información relevante y opinión informada
- Sencillo, confiable, fácil de usar y flexible.

Son ocho los elementos clave que emplea “PROACT” para tomar una decisión efectiva:

Trabajar en el correcto problema de decisión: la forma en que se enmarque la decisión en un principio puede hacer la diferencia. Para escoger bien, se necesita declarar el problema cuidadosamente, reconociendo su complejidad y evitando suposiciones injustificadas y prejuicios de opciones limitantes.

Especificar los objetivos: la decisión es un medio para alcanzar un fin. El preguntarse a sí mismo que es lo que más se quiere alcanzar y cuáles son sus intereses, valores, preocupaciones, miedos, y aspiraciones más relevantes para alcanzar la meta. El pensar a través de los objetivos dará la dirección al proceso de toma de decisiones.

Crear alternativas creativas: las alternativas representan diferentes cursos de acción de los que se pueden escoger. Hay que considerar todas las alternativas o por lo menos un amplio rango de alternativas creativas y deseables.



Entender las consecuencias: esto significa que tan bien las alternativas satisfacen los objetivos. El evaluar con franqueza las consecuencias de cada alternativa ayudará a identificar aquellas que mejor respondan a los objetivos.

Lidiar con los trueques. Debido a que frecuentemente los objetivos tienen conflicto unos con otros, hay que buscar un balance. En decisiones complejas, no hay una alternativa perfecta. La tarea es escoger inteligentemente entre las diversas posibilidades. Para hacer eso, se necesita establecer prioridades con el fin de abordar abiertamente la necesidad de trueque entre los objetivos perseguidos.

Clarificar las incertidumbres: lo que puede suceder en el futuro, y que tan probable es que suceda. La incertidumbre hace más difícil la decisión. Pero una decisión efectiva demanda que se confronte la incertidumbre, juzgando la posibilidad de diferentes resultados y evaluando sus posibles impactos.

Reflexionar sobre la tolerancia al riesgo: cuando las decisiones involucran incertidumbre, la consecuencia deseada puede que no sea la del resultado actual. Las personas varían en su tolerancia al riesgo, dependiendo de la apuesta implicada. El tener conciencia de la disposición de aceptar un riesgo hará al proceso de toma de decisiones menos incierto y más efectivo. Ayudará a escoger una alternativa con el correcto nivel de riesgo

Considerar las decisiones vinculadas: las decisiones del hoy pueden influenciar las decisiones del mañana, y los objetivos del mañana pueden influenciar la decisión de hoy. Muchas decisiones están ligadas en el tiempo. La clave para lidiar efectivamente con estas decisiones ligadas, es aislar y resolver cuestiones a corto plazo mientras se reúne información necesaria para resolver los problemas que surgirán después. Al secuenciar las acciones para aprovechar plenamente lo que se aprendió en el camino se estará haciendo lo mejor, a pesar de la incertidumbre, para tomar mejores decisiones.



Capítulo 3: Planeación

La planeación de un producto tiene como objetivo “identificar la cartera de productos que va a desarrollar la organización y la programación en tiempos, para su introducción al mercado”. El proceso de planeación considera las oportunidades de desarrollo del producto identificadas. Ulrich presenta a la planeación como un proceso de 5 pasos: 1) Identificar las oportunidades, 2) Evaluar y clasificar los proyectos por prioridades, 3) Distribución de recursos y planeación de la programación, 4) Concluir la planeación del anteproyecto, 5) Evaluar la calidad del proceso y de los resultados.

3.1 Identificar oportunidades.

Del trabajo previo realizado para el desarrollo del “Sistema Solar de Iluminación Led para habitaciones”, se detectaron oportunidades para la aplicación de la energía solar fotovoltaica en México como son: comunicación, refrigeración, bombeo, purificación de agua, iluminación, monitoreo ambiental, marina, aviación, residenciales y comerciales. [Pérez B, Loaiza J, Riveros L, 2009]

De todas estas oportunidades se encontró que las aplicaciones de la tecnología fotovoltaica (FV) para la iluminación LED pueden tener un impacto económico y ambiental importante.

También se descubrieron tendencias en el diseño de sistemas fotovoltaicos como son:

- Reducir la cantidad de energía requerida por los equipos (utilizando dispositivos más eficientes) y con ello disminuir el número de paneles.
- Eliminar o disminuir el uso de dispositivos adicionales tales como baterías, controladores de carga e inversores.
- Incrementar el uso de aparatos de corriente continua (DC) en casas y oficinas.
- Diseñar dispositivos FV fáciles de usar e instalar.

Del prototipo desarrollado, se tuvo retroalimentación por parte de los posibles clientes, empresas, académicos, vendedores de equipo fotovoltaico, etc.



También a partir de la misma investigación (Diseño Conceptual de Sistema de Iluminación Led-Fotovoltaico), se encontraron tres principales vertientes de posibles mercados para introducir el producto:

1. Instalaciones urbanas
2. Comunidades rurales de México
3. Campismo

3.2 Evaluar y clasificar los proyectos por prioridades

En esta etapa del proyecto se tenía que definir el producto y el mercado a desarrollar (instalaciones urbanas, comunidades rurales o campismo), ya que el equipo de trabajo iba a concentrar todos sus esfuerzos para diseñar y desarrollar dicho producto.

En esta etapa de la planeación son cuatro los factores a tomar en consideración: 1) Estrategia competitiva, 2) Segmentación del mercado, 3) Trayectorias tecnológicas y 4) Plataformas del producto.

Para conocer el estatus en el que nos encontrábamos en ese punto, se realizó un análisis FODA, sobre el “Sistema Solar de Suministro de Energía Eléctrica para Camping”. La figura 3.1 muestra dicho análisis.

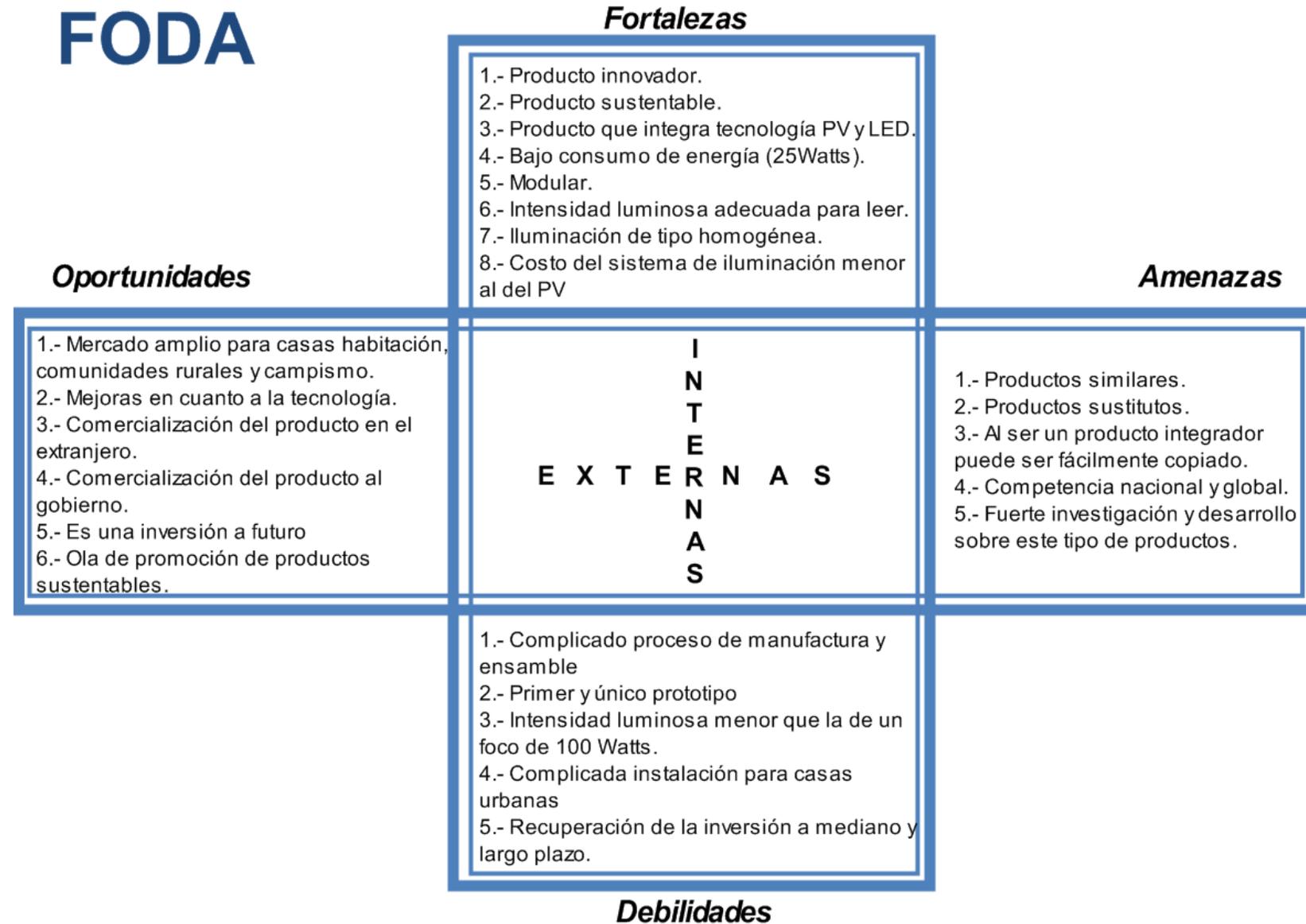


Figura 3.1: Análisis FODA del “Sistema Solar de Suministro de Energía Eléctrica para Camping”.



Este análisis FODA, facilitó la planeación y permitió definir:

1) Estrategia competitiva

Son cuatro los enfoques principales para lograr una estrategia competitiva: líder de producto, seguidor rápido, defensor diferenciado, defensor de bajos costos. Cualquiera de las cuatro estrategias puede ser exitosa siempre y cuando sea ejecutada correctamente. La tabla 3.1 muestra los cuatro modelos estratégicos y sus características principales.

	¿Quiénes son los clientes?	¿Qué valoran?	¿Cómo se crea/entrega valor?	Pros/Contras
Líder de producto (Explorador, pionero)	Innovadores. Primeros adoptadores.	Nuevos e innovadores productos. Innovaciones incrementales tienen mayor probabilidad de éxito que las radicales.	Enfoque en velocidad, comercialización de ideas rápidamente.	Pros: Establecer barrera para entrar. Pueden obtener mayores ganancias. Definen atributos del producto ideales. Contras: Riesgos inherentes; el mercado podría no desarrollarse tan rápidamente como se espera. Alta tasa de fracaso. Alto costo de desarrollo.
Seguidor rápido (Analizador)	Primeros adoptadores. Mayoría temprana.	Productos superiores. Precios más bajos. Nuevos modelos de negocios.	Enfoque en costo. Distribución.	Pros: Participantes de innovación tardía crecen más rápido.
Íntimo del cliente (Defensor diferenciado) 	Mayoría temprana y tardía. Nichos estrechos. Clientes específicos (individuales).	Soluciones personalizadas. Servicio superior.	Relaciones de marketing. Conocimiento íntimo del cliente.	Pros: Negocio repetido guía a un alto valor de por vida para el cliente.
Excelente operacionalmente (Defensor de bajos costos)	Mayoría temprana y tardía. Mercado de masas. Cliente sensible a los precios.	Combinación superior de calidad, precio, facilidad de compra. Liderazgo en costos.	Eficiencia de la cadena de valor.	Pros: Altas tasas de rotación de activos y tasas de retorno de activos.

Tabla 3.1: Cuatro modelos de estrategias competitivas y sus características [Mohr, 2010].

El equipo de trabajo definió tener como estrategia competitiva un enfoque hacia el cliente (Defensor diferenciado), es decir trabajar estrechamente con clientes nuevos y existentes para



evaluar sus necesidades y preferencias, y buscar siempre tener una amplia línea de productos, los cuales estén enfocados a las necesidades de segmentos de clientes heterogéneos.

También a partir de los tipos de proyectos estratégicos propuestos por Howard W. Oden [Oden, 1997] los cuales se pueden apreciar en la tabla 3.2, se decidió emprender un proyecto que involucrara el desarrollo de un producto revolucionario de tipo plataforma. “La plataforma provee la base para una nueva familia de productos o incluso una nueva línea de productos. La tecnología desarrollada para una plataforma puede ser aplicada a muchos productos futuros durante un largo periodo de tiempo”.

<u>Producto</u>	<u>Mercado</u>	<u>Proceso</u>
Evolucionario		
Reducción de costos	Penetración	Reducción de costos
Reposicionamiento	Ampliación	Ampliación
Modificación	Modificación	Modificación
Consolidación	Consolidación	Consolidación
Imitación		
Revolucionario		
Diferenciación	Segmentación	Enfocada
Diversificación	Completamente nueva	Completamente nueva
Ruptura	Plataforma	Plataforma
Plataforma		

Tabla 3.2: Tipos de proyectos estratégicos. [Oden, 1997]

En cuanto a la estrategia de mercado se definió un proyecto de tipo “completamente nuevo” y en cuanto a proceso se definió emplear la “reducción de costos”.

2) Segmentación de mercado



El equipo de diseño evaluó las ventajas y desventajas de los tres mercados (mercado para casas habitación, mercado para zonas rurales y mercado para camping) y determinó que desarrollar un producto enfocado al camping sería el más innovador de los tres mercados propuestos. La tabla 3.3 muestra las ventajas y desventajas de los 3 mercados propuestos.

Mercado	Ventajas	Desventajas
Casas Habitación	<p>Sistema que reduce el consumo eléctrico de los hogares y contribuye con el medio ambiente.</p> <p>Existen arquitecturas bien establecidas para la instalación de sistemas fotovoltaicos.</p> <p>Grado de innovación bajo, ya que existen sistemas similares.</p> <p>La viabilidad para desarrollar el proyecto es alta, ya que solamente hay que integrar componentes.</p>	<p>El costo de la energía eléctrica está subsidiada por el gobierno, por lo que la energía eléctrica es muy barata.</p> <p>El retorno de la inversión de los equipos fotovoltaicos se ve reflejado en un periodo muy largo de tiempo.</p> <p>Competencia Nacional e internacional.</p>
Zonas Rurales	<p>En las comunidades rurales no llega la red eléctrica convencional.</p> <p>Una organización civil sin fines de lucro facilita la obtención de recursos públicos y privados.</p> <p>Grado de innovación bajo, ya que existen sistemas similares.</p> <p>Existen arquitecturas bien definidas para la instalación de sistemas fotovoltaicos.</p> <p>La viabilidad de desarrollo tecnológico es alta, solamente hay que integrar componentes.</p>	<p>El presupuesto de los estados y los municipios de la república es limitado.</p> <p>El usuario final del producto no es el comprador del producto.</p> <p>Sistemas similares en otros países.</p> <p>Competencia nacional e internacional.</p> <p>Los recursos públicos y privados no son excluyentes unos de otros y la mayoría de los donantes buscarán apoyar siempre que sea una organización no lucrativa.</p> <p>El acceso para la instalación de los sistemas fotovoltaicos en las comunidades rurales es complicado.</p>
Camping	<p>Sistema de gran utilidad en campamentos donde no llega la energía eléctrica.</p> <p>Existe un gran número de entusiastas en los Estados Unidos.</p> <p>Un mercado en crecimiento en México.</p> <p>El usuario final es el que decide su compra.</p> <p>Grado de innovación elevado, son pocas y nuevas las arquitecturas para sistemas portátiles de suministro de energía eléctrica en campamentos.</p>	<p>El mercado principal se encuentra en los Estados Unidos.</p> <p>Se requiere de exportar el producto.</p> <p>Hay competencia internacional.</p> <p>El desarrollo de este producto es más complejo que el sistema para casas y zonas rurales.</p>

Tabla 3.3: Ventajas y desventajas de los mercados propuestos.

De esta manera se realizó una investigación con información primaria sobre dicho mercado y se encontraron los siguientes datos:



- De acuerdo con la Organización Mundial de Turismo, en los Estados Unidos de Norteamérica, el turismo es la tercera industria más grande industria en ventas, después de la de automóviles y la de tiendas de comida.
- El reporte de Viaje Mundial y Consejo de Turismo indican que el “ecoturismo”, contribuyó con 154 billones de dólares alrededor del mundo en 2000 y está creciendo un 20% anualmente.
- También un estudio realizado por National Geographic en 2002 señala que 55.1 millones de americanos pueden ser clasificados como “turistas sustentables” o “Geoturistas”.
- La Asociación Industrial de Actividades al Aire Libre señala dos grupos de personas ocupadas en actividades al aire libre: los entusiastas y los participantes. Los entusiastas representan la base del mercado de recreación al aire libre. Estas personas adquieren productos de alto precio, equipo técnico, y están realizando actividades al aire libre regularmente. Los participantes son todos los americanos mayores de 16 años que creen que han participado en actividades al aire libre por lo menos una vez en el año pasado. Los participantes son percibidos como entusiastas potenciales.
- De acuerdo con esta asociación, se estima que la venta de productos para las actividades al aire libre es de \$20 billones de dólares al año; y hay 149 millones de entusiastas.
- En Los Estados Unidos de Norteamérica se registran 1,163.9 millones de viajes domésticos anuales. Así mismo de los diferentes tipos de alojamientos, el alojamiento en casas de campaña ocupa un 5%.
- El reporte de los servicios de Parques Nacionales de Estados Unidos de Norteamérica reporto que hay 48.5 millones de entusiastas del campismo.

El “Sistema Solar de Suministro de Energía Eléctrica para Camping”, está enfocado a un mercado de turismo de aventura para campistas de Estados Unidos de Norteamérica. Tomando en cuenta que el turismo de entusiastas para campismo es de 48.5 millones, se estima un modelo conservador de ventas anuales del 0.1 % del total de entusiastas, 48000 posibles ventas anuales.



3) Trayectorias tecnológicas

Las dos tecnologías principales a utilizar en el producto de “Suministro de Energía Eléctrica para Camping” son la fotovoltaica y la LED. A continuación se presenta una descripción de las mismas.

Tecnología Fotovoltaica

Los paneles fotovoltaicos están conformados por celdas fotovoltaicas de silicio que transforman la energía del sol en forma de luz en corriente eléctrica directa (DC) generada por la diferencia de potencial entre dos placas con cargas eléctricas opuestas. La eficiencia de las celdas varían en función de su composición: silicio monocristalino, policristalino o amorfo [Miguel, 2008].

La tecnología fotovoltaica se considera confiable por sus ventajas: durabilidad, bajo costo de mantenimiento, modularidad, seguridad e independencia. Por el contrario, el alto costo inicial, la variación en la disponibilidad de la radiación solar, el almacenaje de energía, y el aun bajo nivel de eficiencia son desventajas que frenan el mercado fotovoltaico [SEI, (2004)].

Actualmente los mayores productores de poly-silicio se encuentran en Japón, Estados Unidos y Europa [Ming, 2009].

Tecnología LED

LED es llamada la cuarta generación de fuente de luz [Xiaoyun, 2009]. Se inventó en 1964 y desde esa fecha su desarrollo se ha enfocado a la iluminación debido a que es ahorradora de energía, amigable con el ambiente, de gran brillantez, bajo consumo eléctrico, larga vida y resistencia al impacto.

Las empresas que tienen base tecnológica en patentes de LED así como una alta especialización en su producción son: CREE, OSRAM, General Electric y Toyoda Gosei.

Las aplicaciones más comunes de la tecnología LED son: lámparas de escritorio, lámparas de auto, lámparas de jardín, focos, etc.

Existen problemas respecto a la investigación y desarrollo de productos LED's domésticos como son: 1) teorías insuficientes de diseño, 2) falta de métodos actualizados de



diseño óptico LED, 3) investigación insuficiente sobre emisión de calor de LED's de potencia, 4) rezago del diseño tecnológico para mercado y producto orientado al cliente.

Las ventajas que tiene la tecnología LED sobre las lámparas incandescentes, de alógeno, tungsteno y fluorescentes son: larga vida, respuesta rápida, menor tamaño, ahorro de energía, resistente al impacto, no es influenciada por fluctuaciones de voltaje, puros pero ricos colores.

En el dominio de la iluminación LED, existe la teoría, similar a la ley de Moore del dominio de los circuitos integrados, que reclama que el grado de brillantez de iluminación aumenta a una tasa de 30 veces cada diez años, mientras el costo disminuye 10 veces [Yu, 2009].

4) Planeación de la plataforma del producto

La plataforma del producto se definió claramente cuando se generó su arquitectura y se visualizó el conjunto de productos que se iban a comercializar a partir de las tecnologías desarrolladas. La arquitectura del producto se explica con mayor detalle en el capítulo 5.

3.3 Distribuir los recursos y planear la programación

Para este momento los integrantes del equipo conocían las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas del proyecto a desarrollar, de la misma manera sabían la estrategia competitiva (enfoque hacia el cliente), así como los posibles mercados (urbano, rural y campismo), y las tecnológicas base.

Se integraron al equipo 2 nuevos elementos: Claudio Cesar Zenteno Ingeniero Mecánico conocedor del diseño para la inyección de plásticos y Jesús Martínez Ingeniero Mecánico con conocimiento en procesos de manufactura.

Los integrantes del equipo definimos enfocar nuestros esfuerzos y recursos al desarrollo de un producto de “Suministro de Energía Eléctrica para Camping”.

3.4 Concluir la planeación del anteproyecto

Se redactó la declaración de la misión del proyecto, la cual fue:



Declaración de la Misión: "Sistema Solar de Suministro de Energía Eléctrica para Camping"

Descripción del producto	"Sistema solar que almacena energía eléctrica para brindar iluminación y recarga de aparatos de bajo consumo eléctrico dentro de un campamento".
Metas comerciales	Servir como plataforma para una familia de nuevos productos enfocados al suministro portable de energía.
Mercado primario	Captar el 10% de las ventas en productos de suministro de energía eléctrica para el camping en Los Estados Unidos de Norteamérica. Captar el 50% de ventas en productos para el suministro de energía para camping en México. Primera introducción del producto, en el segundo semestre del 2010.
Mercado secundario	Casas habitación. Zonas rurales.
Ventajas competitivas	Sistema independiente de la red eléctrica. Autonomía diaria de 4 horas en iluminación. Ideal para camping gracias a su portabilidad. De fácil instalación en las tiendas de campaña. Versatilidad de uso en el camping. Recarga de aparatos de bajo consumo eléctrico.



Postulados y restricciones	Tecnología Fotovoltaica y Led. Ensamble mexicano. Componentes americanos. Para uso portable.
Personas interesadas	Compradores y usuarios. Operaciones de manufactura. Operaciones de servicio. Distribuidores y revendedores. Grupos ambientalistas.

Tabla 3.4: “Declaración de la misión del proyecto”.



4 Desarrollo del concepto

4.1 Detección de necesidades

En el trabajo “Sistema Solar de Iluminación LED para habitaciones”, cuando se realizó la etapa de detección de necesidades aún no se tenía un producto bien definido. Uno de los objetivos era encontrar una área de oportunidad y de ahí desarrollar un concepto, por tal motivo en esta etapa se realizaron entrevistas uno a uno, grupos de enfoque, encuestas y observación a: usuarios de la energía fotovoltaica, personas de comunidades rurales, instaladores de equipo fotovoltaico, y personas de la ciudad.

Se detectaron las necesidades que deben ser (aquellas que el cliente da por hecho que el producto debe tener): seguro, económico, funciona en condiciones extremas, eficiente, las necesidades de primera necesidad (aquellas que hacen que la satisfacción del cliente sea proporcional al nivel de funcionalidad del producto): autosuficiente, autónomo, estandarizado, interface amable con el usuario, fácil de instalar, intuitivo y lógico, mantenimiento mínimo y accesible, y las ventajas competitivas: portable, escalable, divertido, integrable, ecológico.

Estas necesidades no estaban definidas para un producto en particular, sino que son para productos fotovoltaicos en general.

Por otra parte para el “Sistema Solar de Suministro de Energía Eléctrica para Camping” ya se tenía definido el proyecto (producto y mercado), y ahora lo esencial era detectar las necesidades de usuarios líderes.

El equipo de trabajo quería saber si las necesidades que se encontraron en el trabajo previo eran las adecuadas para crear un concepto que fuera aceptado por los usuarios del camping, también se deseaba conocer y entender mejor a los usuarios líderes, por lo que se decidió implementar una herramienta novedosa llamada “Juegos de Innovación” para encontrar la información primaria sobre las necesidades de los usuarios campistas.

4.1.1 Juegos de Innovación

Los Juegos de Innovación se definen como “maneras divertidas de colaborar con los clientes para tener un mejor entendimiento de sus necesidades” [Hohmann, 2007]. Los Juegos de



Innovación pueden utilizarse para: estudio de mercado, innovación centrada en el cliente, generar amplio entendimiento de las necesidades y deseos de los clientes, y finalmente proveer apoyo y fortalecer las relaciones entre clientes y empresa.

La Tabla 4.1 muestra las fortalezas y debilidades de esta técnica cualitativa.

Fortalezas	Debilidades
Genera un entendimiento profundo a través de una comunicación, contextual, multifacética, verbal y no verbal.	Por definición, son menos objetivos que otros métodos de investigación de mercado. Sustituimos esto en los juegos de innovación usando facilitadores, observadores múltiples, y resultados después del procesamiento como un equipo.
Fortalece la relación con los clientes, especialmente en mercados de tipo negocio a negocio y negocio a persona	No se escala a un gran número de personas
Construye la empatía del cliente dentro del equipo de trabajo que realiza la investigación	No es estadísticamente significativo
Crea un lenguaje concreto y vívido además de un compromiso para resolver los problemas de los clientes	Es relativamente costoso "por cliente" (pero a menudo relativamente barato en "resultados procesables" base)
Constituye la base de la innovación permitiendo explorar "lo que no sabemos"	

Tabla 4.1: Fortalezas y debilidades de los juegos de innovación.

4.1.2 Desarrollo de los Juegos de Innovación

Para el desarrollo e implementación de estos juegos se realizaron 5 etapas:

Etapas 1: Formulación de preguntas

La primera etapa consistió en formular algunas preguntas que se necesitaban y se deseaban conocer para desarrollar el producto de Suministro Solar de Energía Eléctrica para Camping.

Algunas de las preguntas fueron:

¿Qué características desean nuestros clientes del producto de Suministro de Energía Eléctrica para Camping?

¿Cómo usarían el producto nuestros clientes?



¿Qué tipo de iluminación es la que realmente necesitan nuestros clientes dentro del camping?

¿Cuál es la definición que tiene mi cliente de éxito del producto?

¿Cuánto estarían dispuestos a pagar por su producto ideal?

¿De qué forma debe ser el producto?

¿De qué tamaño tiene que ser el producto?

¿Qué aspectos tenemos que mejorar del concepto previo?

La importancia de formular preguntas es reflexionar y definir lo que se desea obtener a través de los juegos de innovación.

Etapa 2: Definición de objetivos y selección de juegos

A partir de los estudios realizados en trabajos previos, se contaba con un concepto de producto de iluminación Led, sin embargo, para la generación de dicho concepto no se habían analizado en un estudio formal las necesidades latentes de los usuarios de camping. Por otra parte, gracias a la etapa previa de formulación de preguntas, se tenía en mente qué tipo de información se deseaba obtener con estos juegos.

Los objetivos que se pretendían alcanzar con los juegos de innovación fueron los siguientes:

- Conocer las necesidades latentes de los clientes.
- Conocer la opinión de los clientes acerca del concepto que se había desarrollado en trabajos previos.
- Conocer las áreas de oportunidad del concepto previamente desarrollado.
- Jerarquizar las características que los clientes consideraban más relevantes de un producto de Suministro Solar de Energía Eléctrica para Camping.
- Generar nuevos conceptos e ideas para mejorar el producto previo o modificarlo.

A partir de los objetivos mencionados anteriormente y de 6 dimensiones de selección (nivel de exploración, tiempo de duración de la actividad, escalabilidad, preparación del cliente, preparación del mercado y preparación física) [Hohmann, 2007] se escogieron los siguientes juegos:



1. *Product Box*: detectar las necesidades reales del cliente.
2. *Speed Boat*: detectar las áreas de oportunidades del producto.
3. *Buy a Feature*: jerarquizar características por importancia para el cliente.

Etapa 3: Planeación de los juegos

Cada uno de los tres juegos seleccionados se planeó de forma diferente, pero los aspectos generales que se consideraron en la planeación de los tres juegos fueron:

- Encontrar, seleccionar y convencer a los clientes para que participaran en los juegos de innovación (se emplearon 3 formas de difusión: difusión impresa, invitaciones personales, correos electrónicos masivos).
- Definir las actividades que se realizarían en cada juego.
- Definir, conseguir y comprar el material y equipo óptimo para la realización de los juegos.
- Definir la hora del evento.
- Definir la duración del evento.
- Definir las acciones posteriores al evento.
- Definir los roles de los integrantes del equipo de diseño, los cuales fueron: planeador, organizador, maestro de ceremonias, facilitador, apoyo, observadores, fotógrafo y camarógrafo.
- Preparar y organizar a todos los miembros del equipo sobre las actividades y roles que cada uno realizaría.
- Preparar la botana y comida.
- Definir la forma de obtención de los datos.
- Definir la forma de evaluación de cada juego. Con el propósito de hacer atractiva las actividades de los juegos de innovación, así como motivar y convencer a los clientes de participar en estas actividades, se determinó entregar un premio al



participante que hiciera un aporte más significativo en los juegos, por lo que los juegos fueron una competencia y de este modo se tuvo que definir una forma de evaluar cada una de las actividades.

La etapa de planeación fue muy extensa. Además de los aspectos mencionados anteriormente, se hizo una prueba piloto con alumnos (no expertos en campismo) de posgrado. Posteriormente se analizaron las áreas de oportunidad de la prueba piloto y se replanteó la manera de realizar los juegos.

La prueba piloto también permitió definir algunas características para el diseño del empaque (el empaque es una función de negocios compleja, dinámica, científica, artística y controversial, que en su forma más fundamental contiene, protege, preserva, transporta, informa y vende [Vidales, 2003] del producto como:

Diseño estructural: forma, material, tamaño, color, proceso de manufactura.

Diseño gráfico: tipo de imagen, slogan, tipo de lenguaje, color, composición visual, precio.

Para finalizar la etapa de planeación se hizo un chequeo de todo lo necesario para empezar las actividades para el día y la hora señalada.

Etapa 4: Realización de los juegos

Los juegos de innovación se realizaron el día viernes 23 de octubre del 2009 a las 16:00 hrs., en el Laboratorio de Diseño Mecánico del edificio de Posgrado en Ingeniería Mecánica.

Los asistentes al evento fueron doce de los cuales 8 eran expertos campistas y 4 entusiastas.

Se realizaron ese día los 3 juegos (Product Box, Speed Boat, Buy a Feature), y las actividades terminaron a las 20:00 Hrs.

Etapa 5: procesamiento de los datos obtenidos

Se realizaron varias sesiones de trabajo con el equipo de diseño del producto para procesar los datos. En estas sesiones se observaron los videos de las actividades, y se discutieron y analizaron las percepciones de cada uno de los miembros del equipo.

4.1.3 Resultados de los juegos de innovación

Product Box

El primer juego llamado “Product Box” tenía como objetivo principal el detectar las necesidades de los campistas.

La actividad consistía en que cada participante creara una caja (empaque) de su producto ideal (del Sistema Solar de Suministro de Energía Eléctrica para Camping) con material provisto por los organizadores y presentar el producto con el objetivo de convencer a la audiencia de los beneficios del mismo.

Los requisitos mínimos que debía tener la caja eran: nombre del producto, slogan, imagen, precio, características técnicas y modo de uso. La figura 4.1 muestra algunas cajas que crearon los participantes.



Figura 4.1: Empaques creados por los expertos campistas.

En la figura 4.2 se presentan a los ganadores de esta actividad, siendo los que presentaron productos más interesantes y convencieron a la audiencia y jueces.



Figura 4.2: Presentación de los empaques ganadores.

Se encontraron 66 necesidades de los clientes. En la figura 4.3 se muestran las 25 necesidades con mayor frecuencia.

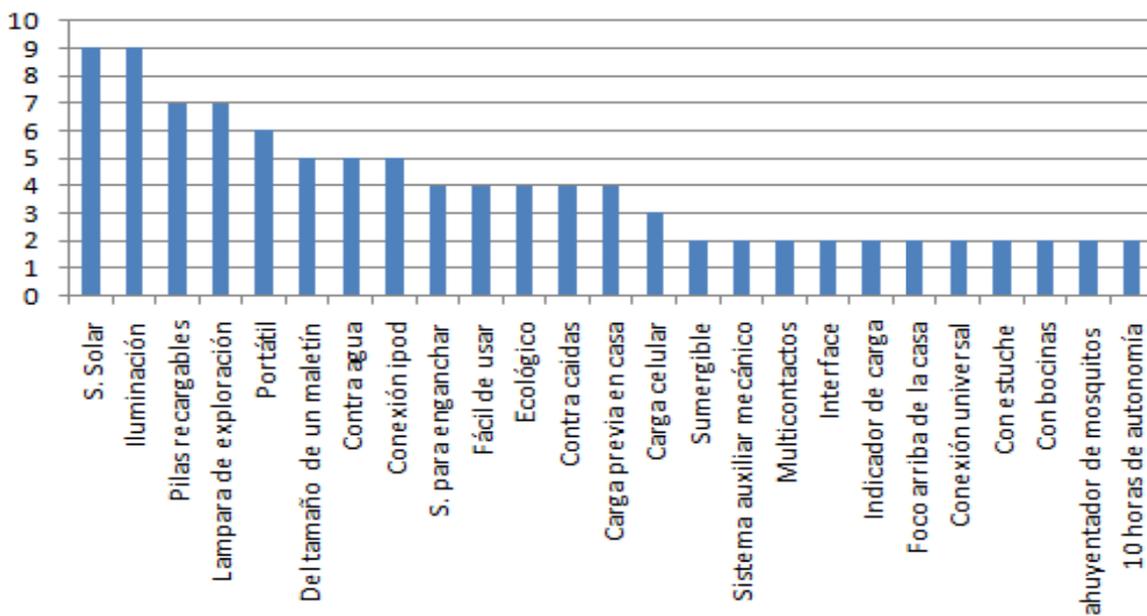


Figura 4.3: Necesidades de los campistas ordenadas por frecuencia.



Se ordenaron las necesidades de acuerdo al número de veces que los clientes las repitieron durante el juego, esto nos ayudó a determinar las necesidades que el cliente siempre tenía presentes.

Algunas de las más importantes fueron: iluminación para el campamento, pilas recargables, lámpara de exploración, portable, contra agua, conexión para ipod y accesorios para portar y colocar el sistema.

Además de las necesidades obtenidas en este juego se encontraron formas de uso del sistema, precios que el cliente estaría dispuesto a pagar, características especiales y conceptos solución.

Speed Boat

El segundo juego llamado “Speed Boat” sirvió para encontrar las áreas de oportunidad de un producto propuesto por nosotros para el camping (el producto presentado contenía los requerimientos obtenidos en el proyecto “Sistema Solar de iluminación LED para habitaciones).

En esta actividad se hizo una descripción verbal y con fotografía del producto de Suministro de Energía Eléctrica para Camping, y posteriormente los participantes tenían que hacer una analogía entre el sistema y un barco de vapor, suponiendo que el barco es el sistema y tiene anclas (que son los defectos del producto) y estas anclas hacen que el barco avance con lentitud. El ganador de esta actividad es aquel que encuentra más anclas del barco (más defectos del sistema).

De esta actividad se encontraron varios defectos en el sistema lo que demuestra que las necesidades encontradas en el trabajo previo, no son las que verdaderamente satisfacen a los clientes del camping.

Las áreas de oportunidad que los clientes consideraron las más preocupantes se muestran en la tabla 4.2.



Importancia	Problemas principales
1	Sistema de sujeción
2	Peso del sistema
3	Intensidad luminosa
4	Luz direccionada
5	Ganchitos
6	Luz para leer

Tabla 4.2: Áreas de oportunidad detectadas en el juego “Speed Boat”.

Otras áreas de oportunidad que se encontraron fueron:

- Color de la luz amarilla vs blanca
- Fragilidad de la manija
- Regulación de la intensidad
- Duración de la pila
- Indicador de carga
- Mayor área de iluminación
- Mayor aprovechamiento del espacio
- Cambios de luz
- Precio
- Contra robo
- Estuche
- Manos libres
- Muy voluminoso
- Carga previa
- Que se pueda colgar en varios lugares
- Correa para manos y tubos
- Peligro de contacto con agua

Buy a Feature

La tercera actividad llamada “Buy a Feature” consistió en formar grupos de 4 personas y darle a cada uno de los 4 equipos características del producto y dinero falso, y que los equipos discutieran cuales eran las características que más les interesaran y así comprarlas con los recursos limitados que poseían. La figura 4.4 muestra la dinámica de dicha actividad.



Figura 4.4: Dinámica de “Buy a Feature”.

El objetivo de esta actividad era descubrir mediante la observación de la discusión y el resultado final, las características que más deseaban los clientes y poder jerarquizarlas por importancia.

En la tabla 4.3 se muestran las características jerarquizadas por clientes.



Importancia	Características deseables		
1	Portable		
2	Pilas de larga duración		
3	Luz tipo linterna		
4	Pánel de máxima a mediana carga		
5	Gancho	Luz fría	Luz cálida
6	Estuche	Correa	

Tabla 4.3: Jerarquización de características.

En general en esta actividad los 3 equipos jerarquizaron de forma similar, dándole la mayor importancia a la portabilidad seguida de la duración de la pila y la luz de tipo linterna.

También buscaron un panel de mediana a alta carga y accesorios para el producto como: gancho, estuche y correa.

Además de estos resultados, los clientes aportaron ideas de solución de problemas y generaron nuevos conceptos, los cuales serán de mucha utilidad para el diseño del producto, así mismo, el equipo de diseño se motivó al ver que el producto que se está diseñando es de un gran valor para nuestros clientes.

4.2 Requerimientos del producto

Para establecer los requerimientos del producto el equipo de diseño llevó a cabo los siguientes pasos:

1.- De las necesidades encontradas se generaron enunciados que interpretaran dichas necesidades en un conjunto de especificaciones precisas y medibles. En total se generaron 69 enunciados.

2.- Se agruparon los nuevos enunciados por similitud.

3.- Se clasificaron los enunciados en 3 niveles. La tabla 4.4 muestra este tipo de agrupación.



	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
1	Que brinde confiabilidad 1	Que brinde resistencia al Impacto	Que tenga geometrías uniformes
2		11	Que sea de materiales para alto impacto
3		Que brinde resistencia al Medio Ambiente	Que resista la lluvia
4		12	Que sea sumergible
5			Que sea hermético
6			Que sea resistente a la temperatura ambiental
7			Que las partes expuestas sean resistentes al agua
8	Que brinde iluminación 2	Que brinde confort	Que ilumine dentro de la casa de campaña (buscar cosas, platicar)
9		21	Que tenga iluminación de tipo difusa
10			Que tenga elevada autonomía de iluminación
11			Que tenga diferentes intensidades
12			Que la iluminación sea regulable
13		Que brinde seguridad	Que ilumine fuera de la casa de campaña
14		22	Que ilumine para explorar.
15		Que brinde portabilidad de iluminación	Que sea ergonómica para la mano
16		23	Que sea tubular
17		Que brinde versatilidad de sujeción con manos libres	

Tabla 4.4: Clasificación de los requerimientos en tres niveles.



Se encontraron 69 enunciados del nivel 3, 21 del nivel 2 y 7 del nivel 1. Algunos enunciados del nivel 3 fueron: que brinde confiabilidad, que brinde iluminación, que brinde facilidad de instalación, que brinde autonomía energética, que brinde portabilidad, que tenga interface de usuario, que brinde funciones adicionales.

A cada enunciado del nivel 3 se le asignó una forma de medición. En la tabla 4.5 se muestran algunos ejemplos de dicha asignación.

Nivel 3	Medición
Que sea ligero	peso
Que sea del tamaño de un maletín	dimensiones, forma
Que no sea estorboso	forma, dimensiones
Que sea pequeño	dimensiones, forma
Que se pueda guardar para protegerlo	dimensiones, forma, textura
Que se pueda guardar de forma organizada	número de componentes
Que se pueda llevar de forma organizada	dimensiones y formas
Que sea separable (sistema de: captación, suministro,	número de partes separables
Que utilice partes estándar	número de partes estandar
Que tenga repuestos	número de repuestos
Que indique los niveles de carga	número de indicadores
Que se pueda administrar la carga	si-no
Que indique cuando esté cargado	si-no
Que tenga pocos pasos para uso	número de pasos
Que tenga pocos botones	número de botones
Que tenga pocos elementos	número de elementos
Que tenga conexiones estándar	si-no

Tabla 4.5: Ejemplo de asignación de medición a los requerimientos.

4.3 Benchmarking y detección de mejoras.

4.3.1 Nuevas curvas de valor

Una curva de valor es una gráfica que muestra la manera en que una compañía o industria configura sus ofrecimientos a los clientes [Kim y Mauborgne, 2001]. Esta herramienta es empleada para encontrar nuevos espacios de mercado (oportunidades).



Se dibuja graficando el desempeño de las características ofrecidas por varios productos a lo largo de factores de éxito que definen la competencia en una industria o categoría.

Se determinó emplear esta herramienta ya que además de permitir comparar productos similares y sustitutos también muestra gráficamente oportunidades que no se han explotado en el mercado.

Los pasos que se llevaron a cabo para aplicar esta técnica fueron:

1.- Se buscaron y seleccionaron 20 productos similares o sustitutos del Sistema de Suministro de Energía Eléctrica para Camping y que tuvieran como función principal la iluminación. Estos productos se buscaron en internet, en tiendas de autoservicio, tiendas especializadas y revistas. En la figura 4.5 se muestran los 20 productos seleccionados.



P1) 24 watts Duracell 300 Powerpack



P2) 10 watts Duracell 300 Powerpack



P3) Solar Flashlight/radio T001



P4) Solar Lantern AM/FM T9000SW



P5) Solar Lantern W/Motion T9000M



P6) Princeton Tec Apex Extreme LED



P7) Primus Nova Max 300



P8) Oz Mate 23 Led



P9) Oz Mate 42 Led



P10) SunFire E2L LED Flashlight



P11) Solar Max 901



P12) Solar Dynamo Radio



P13) Solar Navigator LED



P14) Lumostar Plus Campigas



P15) Wagan Tec 2504



P16) Wagan Teck 2358



P17) Wagan Teck 2292



P18) Solar Wagan Teck 2230



P19) Hydrostar Multistrobe



P20) Hydrostar S.U.B.



Figura 4.5: Productos sustitutos y similares empleados para realizar la actividad “nuevas curvas de valor”.

2.- Se generaron fichas de productos, las cuales incluían: nombre del producto, slogan, características técnicas, materiales, modo de uso y una fotografía del producto. A continuación se muestra un ejemplo.

SureFire E2L LED Flashlight Specs

- Bulb type-LED
- Weight with batteries-3.7 ounce
- Dimensions-1.1x5.4 inches
- Light output-High:60/low 3 lumens
- Brightness (lux@2meters)- unavailable
- Maximum beam distance – unavailable
- Brightness levels-2
- Beam type-spot
- Strobes-No
- Regulated output-yes
- Baterly life at 70 degrees- High:11hrs./low:100hrs
- Batteries-2CR123 lithium
- Material: Aluminum
- Rechargeable:No



\$149.00

<http://www.rei.com/product/778949>

Figura 4.6: Ejemplo de ficha de producto.

3.- Se definieron los elementos clave que generan valor al producto, mediante la discusión y análisis en sesiones de trabajo realizadas por los miembros del equipo. En total se encontraron 19 elementos clave:

- Versatilidad de iluminación
- Impermeabilidad
- Precio
- Peso
- Portabilidad
- Experiencia de uso
- Intuitivo
- Intensidad luminosa
- Tipo de precarga
- Funciones adicionales
- Versatilidad de sujeción
- Impacto ambiental
- Simplicidad de componentes
- Autonomía en iluminación
- Libre de mantenimiento
- Resistencia (al impacto y al ambiente)
- Indicadores de carga
- Seguridad
- Niveles de iluminación



4.- Se asignó un valor relativo para cada elemento clave. El valor relativo va desde un nivel 0 hasta un nivel 5. A pesar de que estos valores son relativos se trató de dar una métrica para cada uno de estos elementos clave, así por ejemplo, para el elemento clave de precio, el nivel 0 mayor a 300 dólares, el nivel 1 entre 200 y 300 dólares y así hasta llegar al nivel 5 el cual fue menor a 50 dólares.

5.- Los integrantes del equipo evaluaron cada producto usando la matriz de evaluación mostrada en la tabla 4.6.



Elementos de valor	Productos																					Suma	Promedio
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21		
1 Versatilidad de iluminación	0	0	2	2	2	3	2	2	2	2	1	1	2	2	3	2	1	3	2	4	0	29	1.8125
2 Impermeabilidad	1	1	2	2	2	3	2	3	3	4	2	1	1	3	3	3	3	2	5	5	2	40	2.5
3 Precio	0	1	5	4	4	4	4	5	5	3	2	5	4	5					5	5	1	51	3.1875
4 Peso	0	0	5	0	0	3	3	5	4	5	0	3	1	1	3	2	3	2	2	3	2	39	2.4375
5 Portabilidad (como se lleva)	1	1	4	3	3	4	3	3	2	5	2	3	4	3	3	3	3	3	3	3	2	49	3.0625
6 Experiencia de uso (fácil de usar)	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	0	2	2	2	3	3	2	3	33	2.0625
7 Intuitivo	3	3	3	4	4	5	4	5	4	5	3	3	3	0	5	5	5	4	4	3	3	60	3.75
8 Intensidad luminosa	0	0	2	3	3	4	2	2	2	4	3	2	2	5	4	4	4	1	2	4	0	42	2.625
9 Tipo de precarga	2	2	2	3	3	0	0	0	0	0	3	1	3	1	2	2	2	1	0	1	1	20	1.25
10 Funciones adicionales	4	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	1	2	9	0.5625
11 Versatilidad de sujeción (colocación)	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	2	1	2	9	0.5625
12 Impacto ambiental	0	0	3	0	0	1	1	1	1	3	0	2	0	4	0	0	0	0	1	2	3	17	1.0625
13 Simplicidad de componentes	2	2	3	3	3	2	1	1	2	1	4	1	3	2	1	1	1	1	1	1	5	29	1.8125
14 Autonomía en iluminación (tiempo)	0	0	2	3	3	1	1	2	2	3	3	4	3	4	1	0	0	1	0	0	0	29	1.8125
15 Libre de mantenimiento	1	1	5	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	0	2	2	2	2	4	4	4	45	2.8125
16 Resistencia al impacto y al ambiente	1	1	4	1	1	2	1	5	3	5	1	3	2	0	4	4	4	2	5	5	5	43	2.6875
17 Indicadores de carga	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	4	0	0	0	1	1	1	0	11	0.6875
18 Seguridad	1	1	3	2	2	3	3	3	3	3	2	3	2	0	2	2	2	2	3	3	3	37	2.3125
19 Niveles de iluminación	0	0	1	1	1	2	1	3	2	3	1	1	2	5	2	2	1	3	3	4	0	31	1.9375

Tabla 4.6: Matriz de evaluación de productos sustitutos y similares.



6.- Se trazaron 4 curvas de valor y en cada curva se representaba la gráfica de 4 productos.

7.- Se analizaron las curvas.

8.- Se trazó una curva promedio y se generaron conclusiones.

4.3.2 Resultados de las curvas de valor

Con el propósito de comprender las gráficas de forma clara, se presentaron los resultados en 4 secciones. En cada sección se analizan 4 productos por gráfica y debajo de cada gráfica se encuentran los nombres de cada producto, finalmente se agrupan las características en: **nivel bajo** (las que tienen un nivel relativo **igual o menor a 2**), **nivel medio** (mayor a 2 y menor a 4), y las de **nivel alto (igual o por arriba de 4)**.

A continuación se presentan las curvas de valor.

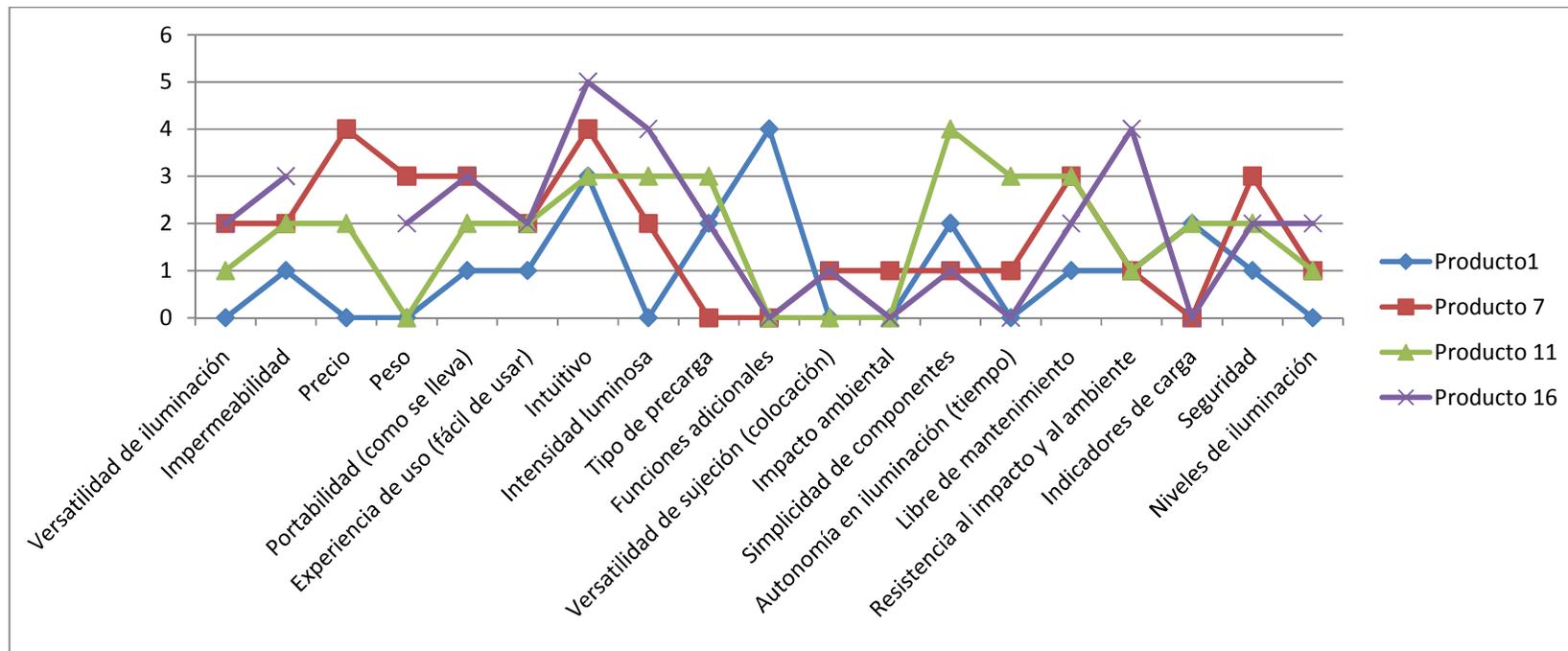


Figura 4.7: Curva de valor No. 1.

Elementos de nivel bajo: **1) Versatilidad de iluminación**, **2) Peso**, **3) Experiencia de uso** (fácil de usar), **4) Tipo de precarga**, **5) Funciones adicionales** (tres están en 0 y uno está en 4), **6) Versatilidad de sujeción**, **7) Impacto ambiental**, **8) Simplicidad de componentes**, **9) Autonomía en iluminación**, **10) Resistencia el impacto y al ambiente** **11) Indicadores de carga**, **12) Niveles de iluminación.**

Nivel medio: 1) Impermeabilidad, 2) Precio, 3) Portabilidad, 4) Intuitivo, 5) Intensidad luminosa, 6) Libre de mantenimiento, 7) Seguridad.

Nota: las características que se encuentran en negrita son elementos de nivel muy bajo.

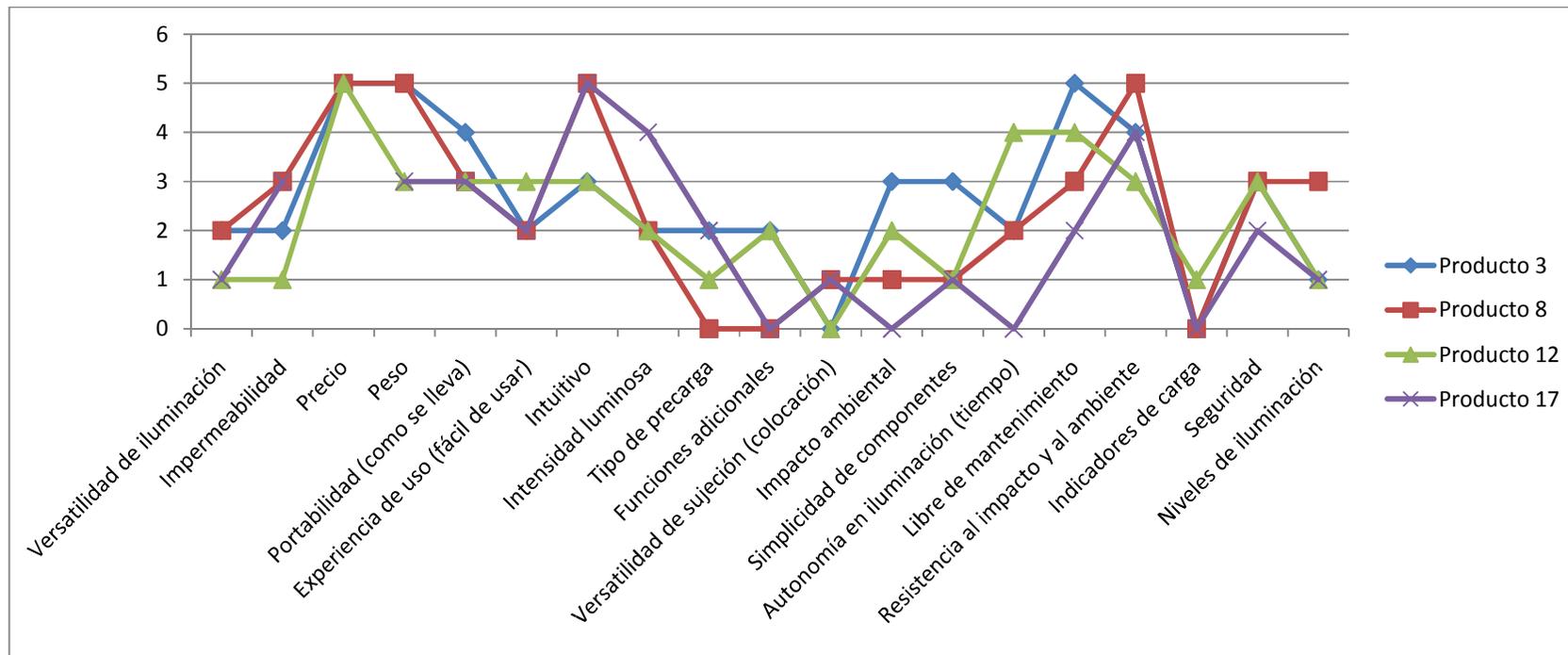


Figura 4.8: Curva de valor No. 2.

Elementos con nivel bajo: 1) **Versatilidad de iluminación**, 2) **Tipo de precarga**, 3) **Funciones adicionales**, 4) **Versatilidad de sujeción**, 5) Impacto ambiental, 6) Simplicidad de componentes, 7) Autonomía en iluminación, 8) **Indicadores de carga**, 9) **Niveles de iluminación**.

Elementos de nivel medio: 1) Impermeabilidad, 2) Portabilidad, 3) Experiencia de uso, 4) Intensidad luminosa, 5) Libre de mantenimiento.

Elementos de nivel alto: 1) Precio, 2) Peso, 4) Intuitivo, 5) Resistente al impacto y al ambiente, 6) Seguridad.

Nota: las características que se encuentran en negrita son elementos de nivel muy bajo.

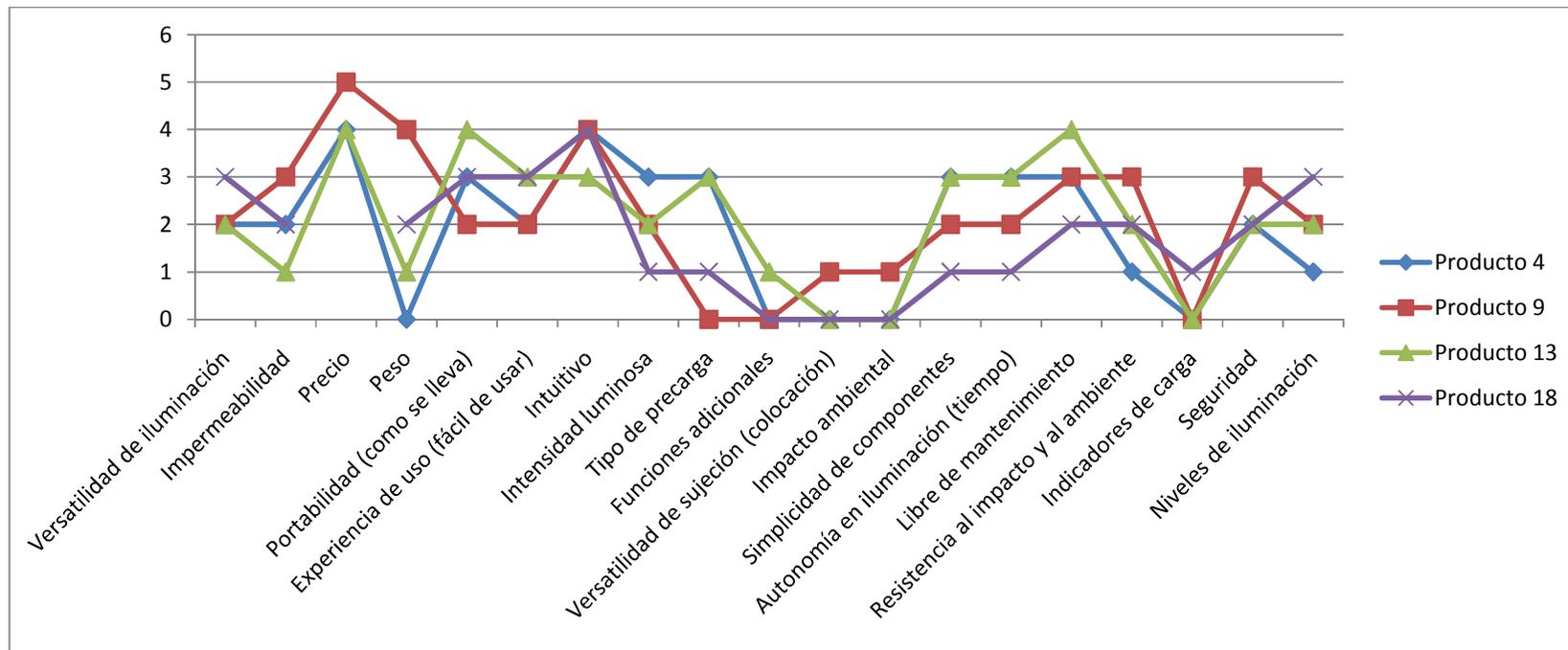


Figura 4.9: Curva de valor No. 3.

Elementos de nivel bajo: 1) Impermeabilidad, 2) Peso, 3) Intensidad luminosa, 4) Tipo de precarga, 5) **Funciones adicionales**, 6) **Versatilidad de sujeción**, 7) **Impacto ambiental**, 8) resistencia al impacto y al ambiente 9) **Indicadores de carga**, 10) Niveles de iluminación.

Elementos de nivel medio: 1) Versatilidad de iluminación, 2) Portabilidad, 3) Experiencia de uso, 4) Intuitivo, 5) Simplicidad de componentes, 6) Autonomía en iluminación, 7) Libre de mantenimiento, 8) Seguridad.

Elementos de nivel alto: 1) Precio.

Nota: las características que se encuentran en negrita son elementos de nivel muy bajo.

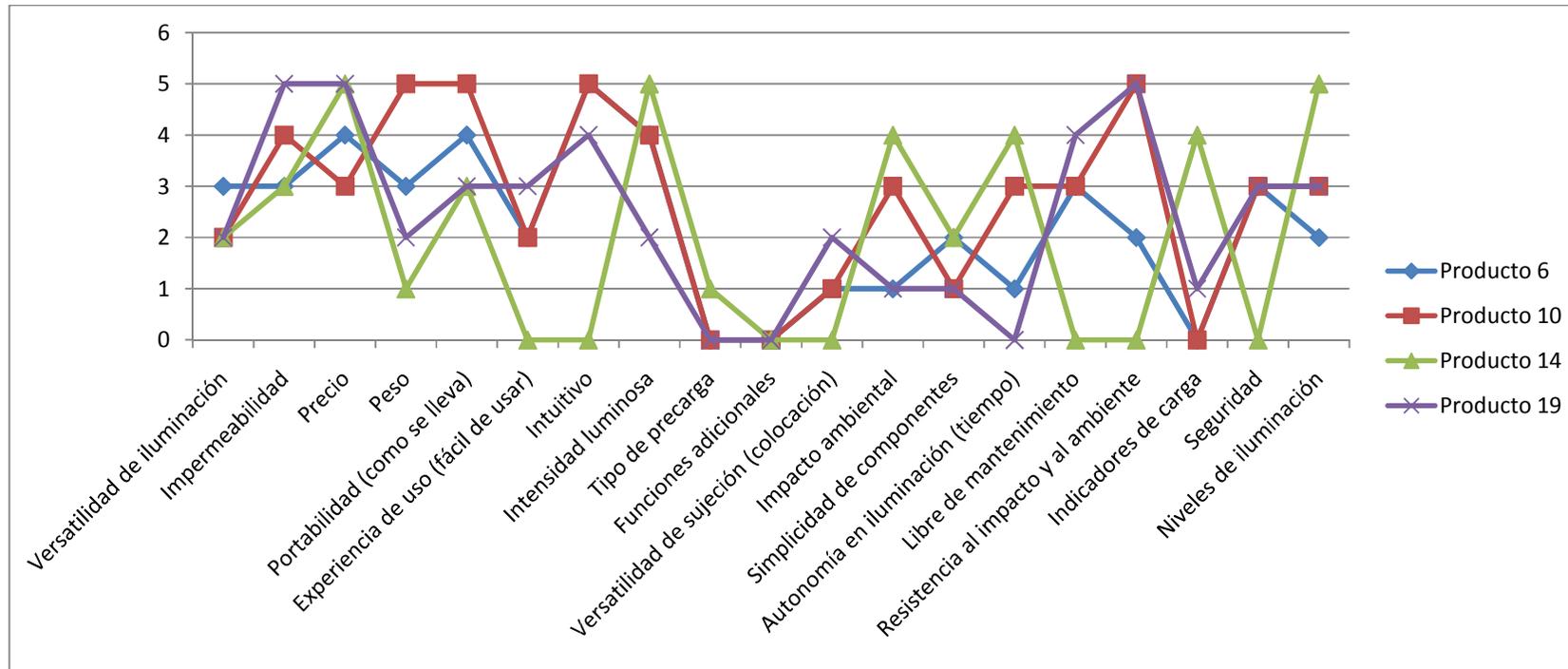


Figura 4.10: Curva de valor No. 4.

Elementos con nivel bajo: 1) Experiencia de uso, 2) **Tipo de precarga**, 3) **Funciones adicionales**, 4) **Versatilidad de sujeción**, 5) **Simplicidad de componentes**, 6) Autonomía en iluminación, 7) **Indicadores de carga**.

Elementos de nivel medio: 1) Versatilidad de iluminación, 2) Impermeabilidad, 3) Peso, 4) Portabilidad, 5) Intuitivo, 6) Intensidad luminosa, 7) Impacto ambiental, 8) Libre de mantenimiento, 9) Resistencia al impacto y al ambiente, 10) Seguridad 11) Niveles de iluminación.

Elementos de nivel alto: 1) Precio.

Nota: las características que se encuentran en negrita son elementos de nivel muy bajo.



En la figura 4.11 muestran los elementos de nivel bajo, ordenados desde los más descuidados en la industria en el nivel 1 hasta aquellos que sí se han tomado un poco en cuenta (nivel 5).



Figura 4.11: Elementos de bajo nivel.

Se encontró que hay una gran oportunidad de mercado con los siguientes elementos de bajo nivel: funciones adicionales, versatilidad de sujeción, indicadores de carga, versatilidad de iluminación, tipo de precarga, impacto ambiental, niveles de iluminación. Se podría decir que estos elementos van a crear un valor agregado muy importante para nuestro producto.

Por otra parte los elementos de nivel alto son:

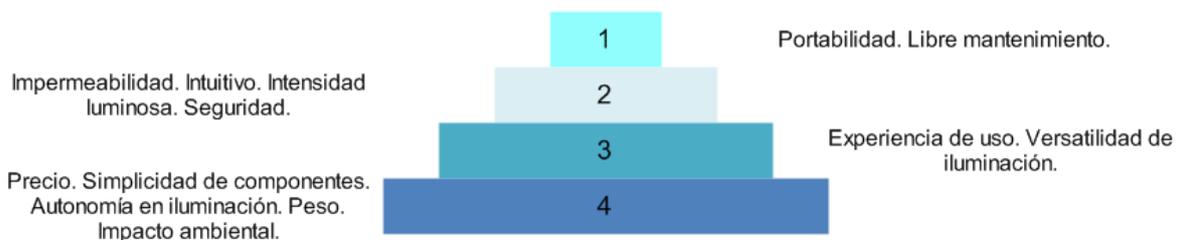


Figura 4.12: Elementos de nivel alto.

Los elementos de nivel alto, son aquellos los cuales la industria considera muy importantes y de acuerdo a Kano se podría decir que son los que deben ser [KANO, 1993]. Dentro de estos podemos mencionar los siguientes: portabilidad, libre de mantenimiento, impermeabilidad, intuitivo, intensidad luminosa, seguridad.



Gráfica Promedio

En la figura 4.13 se presenta la gráfica que es el promedio de los valores relativos de 16 productos. La línea roja indica el nivel 2. Por debajo del nivel 2 se encuentran los elementos de valor de nivel bajo, esto quiere decir que estos elementos en la industria no han sido explotados adecuadamente, como son: versatilidad de iluminación, tipo de precarga, funciones adicionales, versatilidad de sujeción, impacto ambiental, autonomía en iluminación, indicadores de carga y niveles de iluminación.

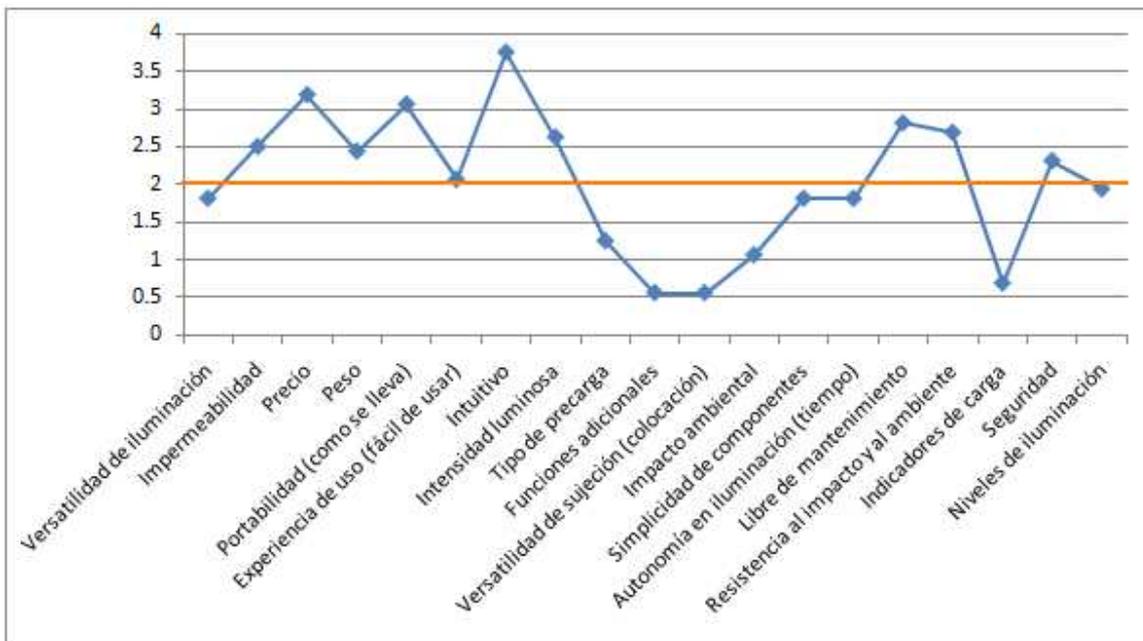


Figura 4.13: Gráfica promedio de curva de valor.

4.4 Cálculo de la importancia de los requerimientos del cliente

La importancia de los requerimientos del cliente se definió utilizando el siguiente proceso:

1. Se definió la escala de “Product Box” (número de veces que el cliente repitió el requerimiento), “Buy a Feature” (de acuerdo al orden de importancia) y de las curvas de valor (nivel de importancia en la industria).
2. Se evaluó cada requerimiento en los tres criterios de evaluación BF (“Buy a Feature”), PB (“Product Box”), CI (“Curvas de Valor”).



3. Se sumaron los tres criterios de evaluación para obtener la importancia total (T) como se muestra en la Tabla 4.7.

			BF	PB	CI	T		
8	Que brinde iluminación	Que brinde confort	212	3	4	4	11	Que ilumine dentro de la casa de campaña (buscar cosas,
9	2	21	213	2	3	4	9	Que tenga iluminación de tipo difusa
10			214	4	1	4	9	Que tenga elevada autonomía de iluminación
11			215	0	0	4	4	Que tenga diferentes intensidades
12			216	0	0	4	4	Que la iluminación sea regulable
13		Que brinde seguridad	221	3	3	4	10	Que ilumine fuera de la casa de campaña
14		22	222	3	3	4	10	Que ilumine para explorar.
15		Que brinde portabilidad de	231	4	0	4	8	Que sea ergonómica para la mano
16		iluminación	232	0	0	1	1	Que sea tubular
17		23	233	4	0	4	8	Que brinde versatilidad de sujeción con manos libres

Tabla 4.7: Ejemplo de suma de criterios para obtener la importancia de cada requerimiento.

4. Se ordenaron los requerimientos por puntuación total, como se muestra a continuación.

Puntuación	Requerimiento
12	Que se pueda recargar
12	Que se pueda almacenar energía
11.1	Que tenga suficiente almacenamiento de energía
11	Que ilumine dentro de la casa de campaña (buscar cosas, platicar)
10.6	Que sea móvil el sistema de captación
10.6	Que sea ligero
10.6	Que sea pequeño
10.1	Que ilumine fuera de la casa de campaña
10.1	Que ilumine para explorar.
9.2	Que sea del tamaño de un maletín
9.1	Que tenga iluminación de tipo difusa
8.89	Que tenga elevada autonomía de iluminación
8.8	Que sea de fácil sujeción
8.8	Que se pueda colgar
8.78	Que pueda cargar de manera anticipada
8.78	Que cuente con distintos accesorios de sujeción
8.44	Que sea ergonómica para la mano
8.44	Que brinde versatilidad de sujeción con manos libres
7.78	Que tenga pocos elementos
7.6	Que no sea estorboso
7.2	Que pueda recargar Ipod
7.2	Que sea ecológico



- 5.89 Que permita escuchar música
- 5.4 Que permita orientar su posición de captación de energía
- 5.2 Que resista la lluvia
- 5.2 Que sea sumergible
- 5.2 Que sea hermético
- 5.2 Que las partes expuestas sean resistentes al agua
- 5.2 Reciclable
- 5.2 Que no use materiales tóxicos
- 5.2 Que sea fácil de desensamblar para reciclaje
- 4.9 Que se pueda guardar de forma organizada
- 4.9 Que se pueda llevar de forma organizada
- 4.89 Que se pueda guardar para protegerlo
- 4.88 Que se apoye de manera estable
- 4.78 Que tenga geometrías uniformes
- 4.78 Que sea de materiales para alto impacto
- 4.44 Que tenga diferentes intensidades
- 4.44 Que la iluminación sea regulable
- 4.44 Que se pueda apoyar en cualquier superficie
- 4.4 Que tenga un sistema de apoyo
- 4.33 Que cargue celulares
- 3.89 Que indique los niveles de carga
- 3.89 Que indique cuando esté cargado
- 3.89 Que ahuyente mosquitos
- 3.89 Que tenga diferentes entradas de aparatos
- 3.78 Que tenga pocos pasos para uso
- 3.78 Que tenga pocos botones
- 3.44 Que sea separable
- 2.89 Que tenga conexiones estándar
- 2.8 Que sea resistente a la temperatura ambiental
- 1.9 Que tenga diferentes entradas de aparatos (que recarga PSP)
- 1.44 Que sea tubular
- 1.44 Que sea de fácil armado
- 1.44 Que se pueda enrutar o sujetarse al cable
- 1.44 Que no se resbale
- 1.44 Que se pueda administrar la carga
- 1.44 Que brinde calor
- 1.44 Que caliente alimentos
- 1.4 Que el sistema de cableado sea delgado
- 1.4 Que la colocación de los paneles sea arriba de la casa de campaña
- 1.4 Que se pueda adherir a la casa
- 1.4 Que tenga una fuente alterna de energía
- 1.4 Que utilice partes estándar
- 1.4 Que tenga repuestos

- 1.4 Que facilite tu localización
- 1.4 Que te permita saber tu orientación
- 1.4 Que brinde ventilación

4.5 Generación de conceptos

El concepto del “Sistema de Iluminación Led-Fotovoltaico”, fue la base que sirvió para la generación de nuevos conceptos ahora enfocados al camping.

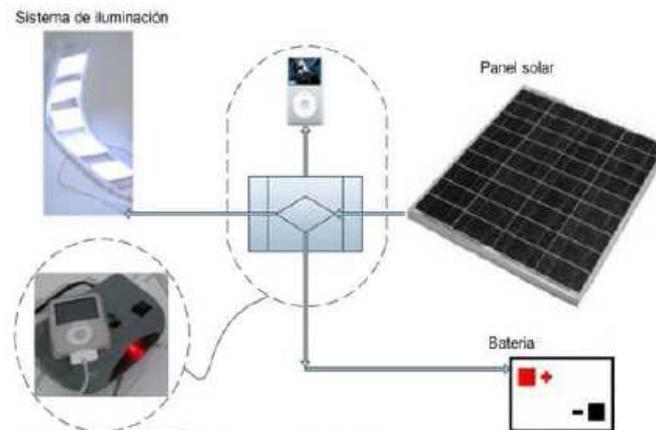


Figura 4.14: Concepto base “Sistema de Iluminación Led-Fotovoltaico”

El primer concepto enfocado al camping (Fig. 4.15) tomó en consideración los requerimientos obtenidos para el “Sistema de Iluminación Led-Fotovoltaico”. En la generación de este primer diseño también se tomaron en cuenta características para su manufactura, dicho diseño se realizó con la colaboración del experto en inyección de plásticos del equipo.



Figura 4.15: Primer concepto del “Sistema Solar de Suministro de Energía Eléctrica para Camping”



El diseño sirvió también para establecer la estrategia de negocios de la empresa, realizar el análisis financiero, realizar el juego de innovación “Speed Boat”, definir los tiempos estimados de ensamble del producto, y la planeación del proyecto.

La segunda ronda de conceptos se generó una vez terminados los juegos de innovación y la definición de los requerimientos del producto. Cada integrante del equipo generó de 5 a 10 conceptos de productos tomando en cuenta las necesidades detectadas de los usuarios líderes, las áreas de oportunidad identificadas en los juegos de innovación y en las curvas de valor. Se sugirió a los integrantes del equipo emplear los lineamientos para la búsqueda interna de conceptos [Ulrich, 2004]: 1) Postergar juicio, 2) Generar muchas ideas, 3) Dar la bienvenida a ideas que parecieran no viables, 3) Usar medios gráficos y físicos.

Cada integrante del equipo presentó sus conceptos. La presentación contenía una imagen (dibujo del concepto a mano) y una explicación verbal de la idea.

Posteriormente a la presentación se discutieron las ideas y se definió un concepto y la idea general de la arquitectura del producto, la cual se representó mediante un diagrama de afinidad, como se muestra en la figura 4.16. “Un diagrama de afinidad es un técnica grupal de decisión diseñada para clasificar un gran número de ideas, procesos variables, conceptos y opiniones en grupos relacionados”. [Hermann, 2001]

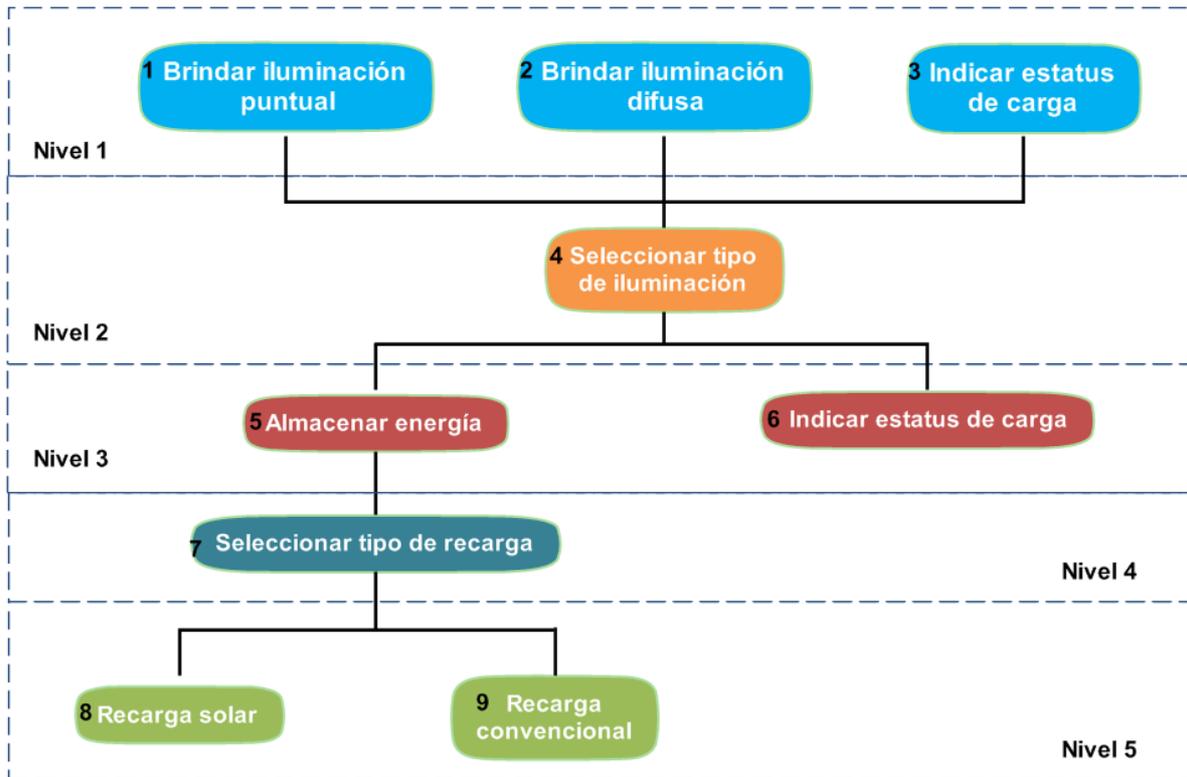


Figura 4.16: Diagrama de afinidad del “Sistema Solar de Suministro de Energía Eléctrica para Camping”.

En la figura 4.16 se puede apreciar la distribución de las funciones y subfunciones generales que el dispositivo necesita realizar para satisfacer los objetivos que se han propuesto. Este diagrama muestra cinco niveles de la arquitectura.

Algunos de los factores que facilitaron la definición de un concepto y la creación del diagrama de afinidad del concepto fueron:

- El conocimiento de la tecnología LED.
- Conocimientos sobre los sistemas fotovoltaicos.
- Necesidades de los usuarios líderes.
- Formas de uso para el producto.
- Conceptos propuestos por los usuarios.
- Conocimiento de productos existentes en el mercado.
- Patentes sobre sistemas LED de iluminación.
- Patentes sobre soportes de paneles fotovoltaicos.
- Patentes sobre cargadores solares.



- Áreas de oportunidad en el mercado.
- Observaciones y sugerencias por parte de vendedores de equipo fotovoltaico.
- Observaciones y sugerencias por vendedores de lámparas de camping.

A partir del diagrama de afinidad y de la estrategia de negocio se decidió fragmentar dicho diagrama en tres partes, con el objetivo de facilitar dicha estrategia.

La primera etapa del plan de negocio consiste en la venta de un producto para un mercado nacional, que facilitara la comercialización del producto y permitiera aprender sobre el comportamiento del mercado y del negocio. La figura 4.17 muestra dicha arquitectura.

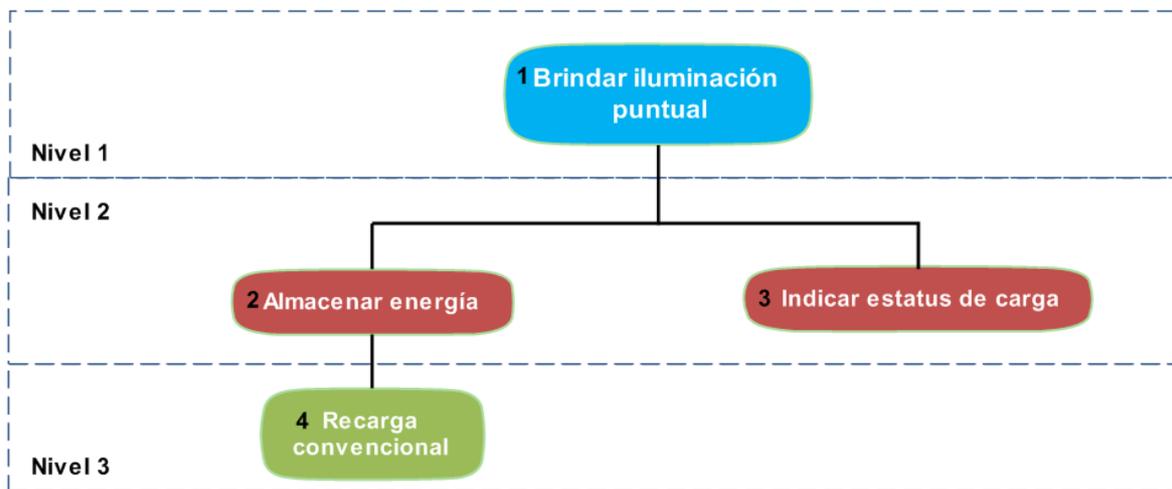


Figura 4.17: Diagrama de afinidad de la primera etapa de la estrategia del negocio.

La segunda etapa del negocio consiste en la comercialización de un producto especializado para el campismo nacional, enfocado a usuarios participantes. El objetivo de esta etapa es crear un primer acercamiento con los usuarios del camping y recibir retroalimentación sobre el producto y la marca. La figura 4.18 muestra dicha arquitectura.

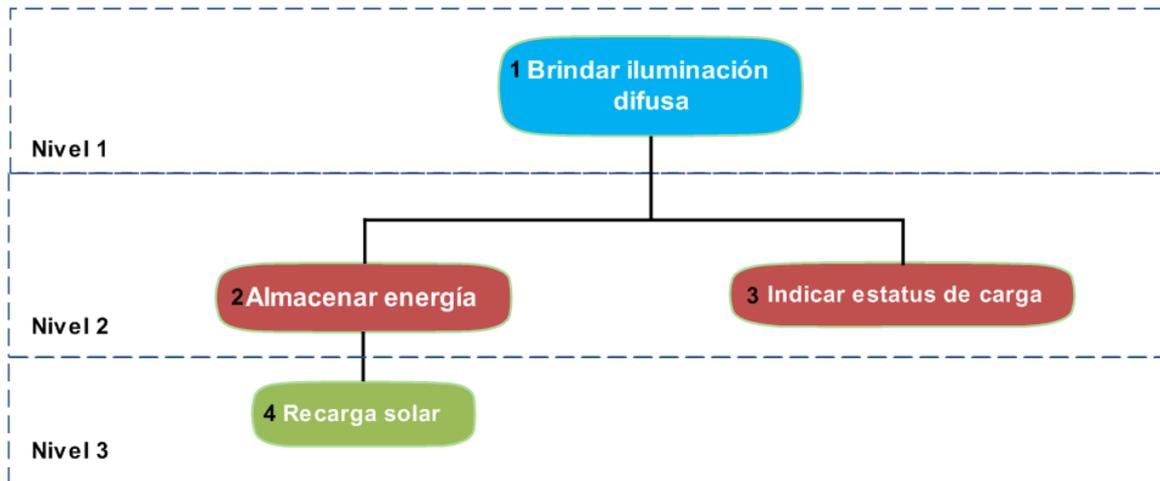


Figura 4.18: Diagrama de afinidad de la segunda etapa de la estrategia del negocio.

Finalmente la tercera etapa de negocio consistiría en introducir un producto muy especializado y de alto desempeño para usuarios líderes del camping, la introducción del producto se llevaría a cabo primero en México y posteriormente en los Estados Unidos de Norteamérica (Fig. 4.16).



5 Diseño a nivel sistema

5.1 Arquitectura del producto

La Arquitectura del producto es la asignación de elementos funcionales de un producto a los bloques constructivos físicos del mismo [Ulrich, 2004].

El punto de partida para definir la arquitectura del producto fue la creación previa del diagrama de afinidad realizado en la etapa de desarrollo del concepto, y el conocimiento obtenido de la construcción del prototipo del “Sistema de Iluminación LED-Fotovoltaico”.

Posteriormente con el objetivo de representar de manera detallada la arquitectura del producto seguimos los siguientes pasos.

1. Crear un diagrama de subfunciones eléctrico (figura 5.1).
2. Crear de un diagrama esquemático del producto.
3. Agrupar los elementos del diagrama esquemático (figura 5.3).

Gracias a la definición y representación detallada de la arquitectura del producto, el equipo de diseño estableció los bloques constructivos (componentes) sobre los cuales enfocarse y se asignaron tareas a cada integrante del equipo de desarrollo de acuerdo a sus habilidades técnicas.



Diagrama de subfunciones (eléctrico)

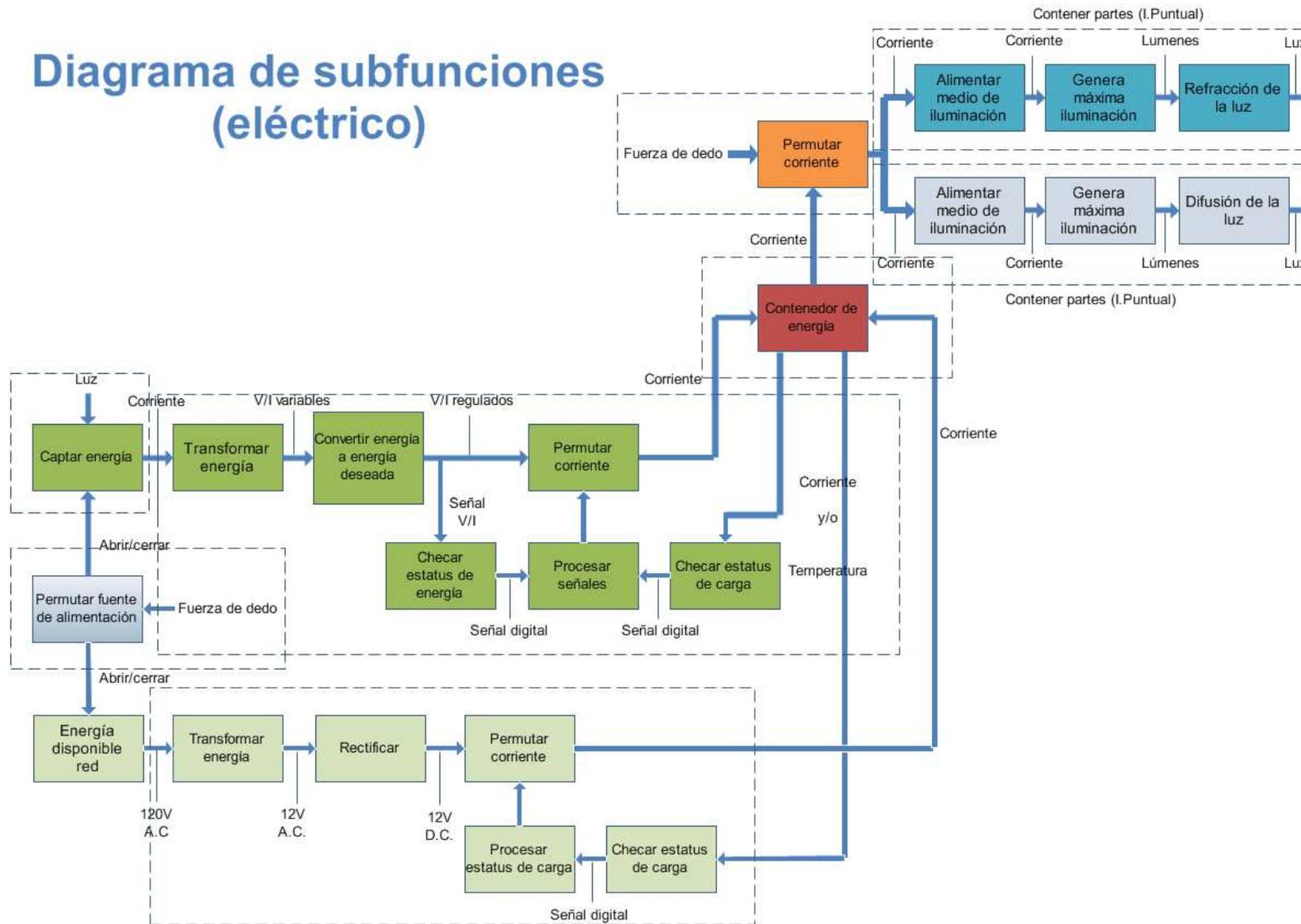


Figura 5.1: Diagrama de subfunciones del producto.



Diagrama Esquemático del "Sistema de Suministro de Energía Eléctrica para Camping" (FASE3)

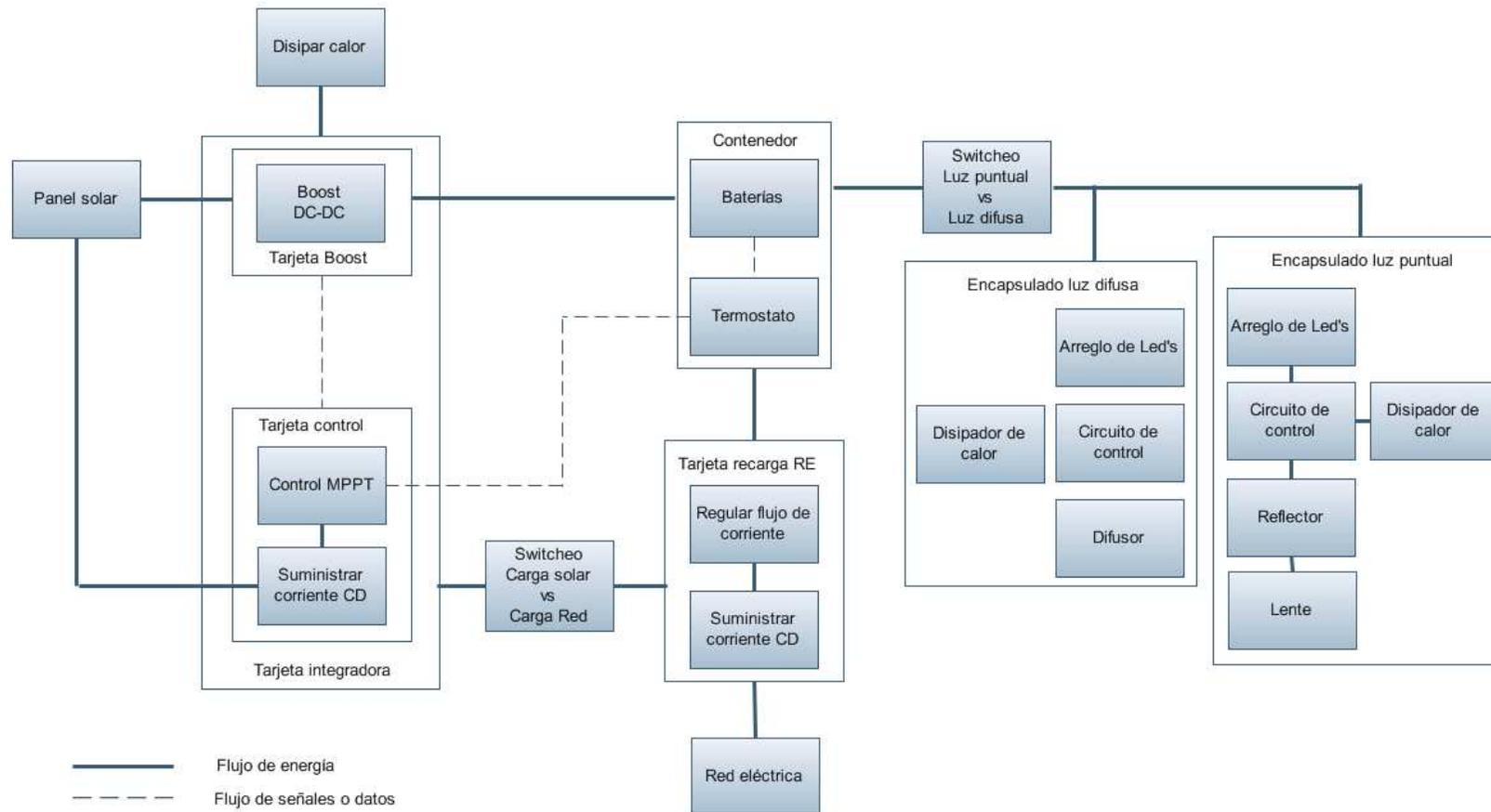


Figura 5.2: Diagrama esquemático del producto.



5.2 Descripción para la secuencia de ensamble del producto

Como parte de la arquitectura del producto también se realizó la descripción del proceso de ensamble del primer prototipo del Sistema Solar de Suministro de Energía Eléctrica para Camping”, la cual consistió de 3 diagramas y una tabla de tiempos estimados [Niebel, 2003]:

- Diagrama del proceso de Operación (Fig. 5.3).
- Diagrama de flujo (Fig. 5.4).
- Diagrama del proceso de ensamble (Fig. 5.5).
- Tabla de tiempos estimados del proceso de ensamble del producto.

Estos diagramas permitieron definir: el área y equipo de trabajo mínimo necesario para el ensamble del producto (20m²), así como estimar los tiempos de ensamble del producto, el número de trabajadores y los horarios de trabajo.

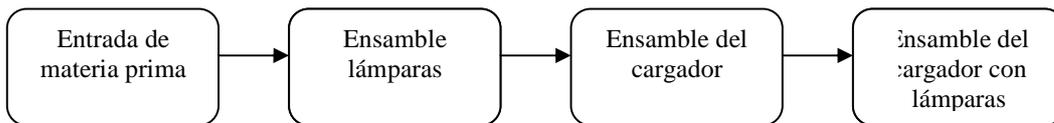


Figura 5.3: Diagrama del proceso de operación.

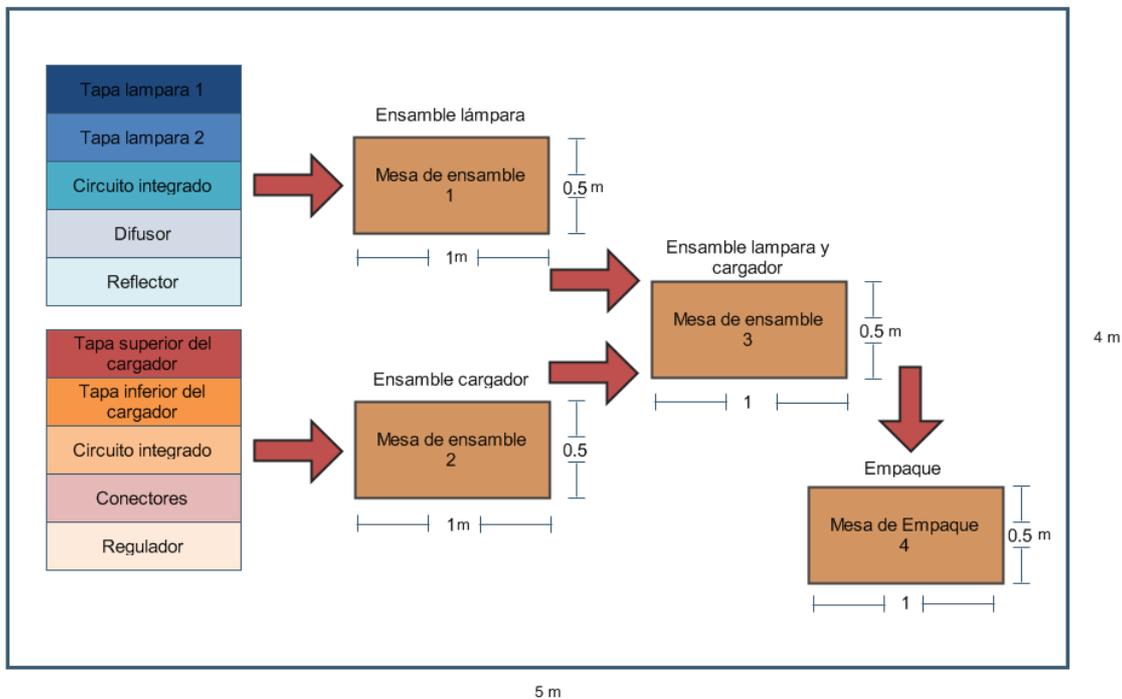


Figura 5.4: Diagrama de flujo.

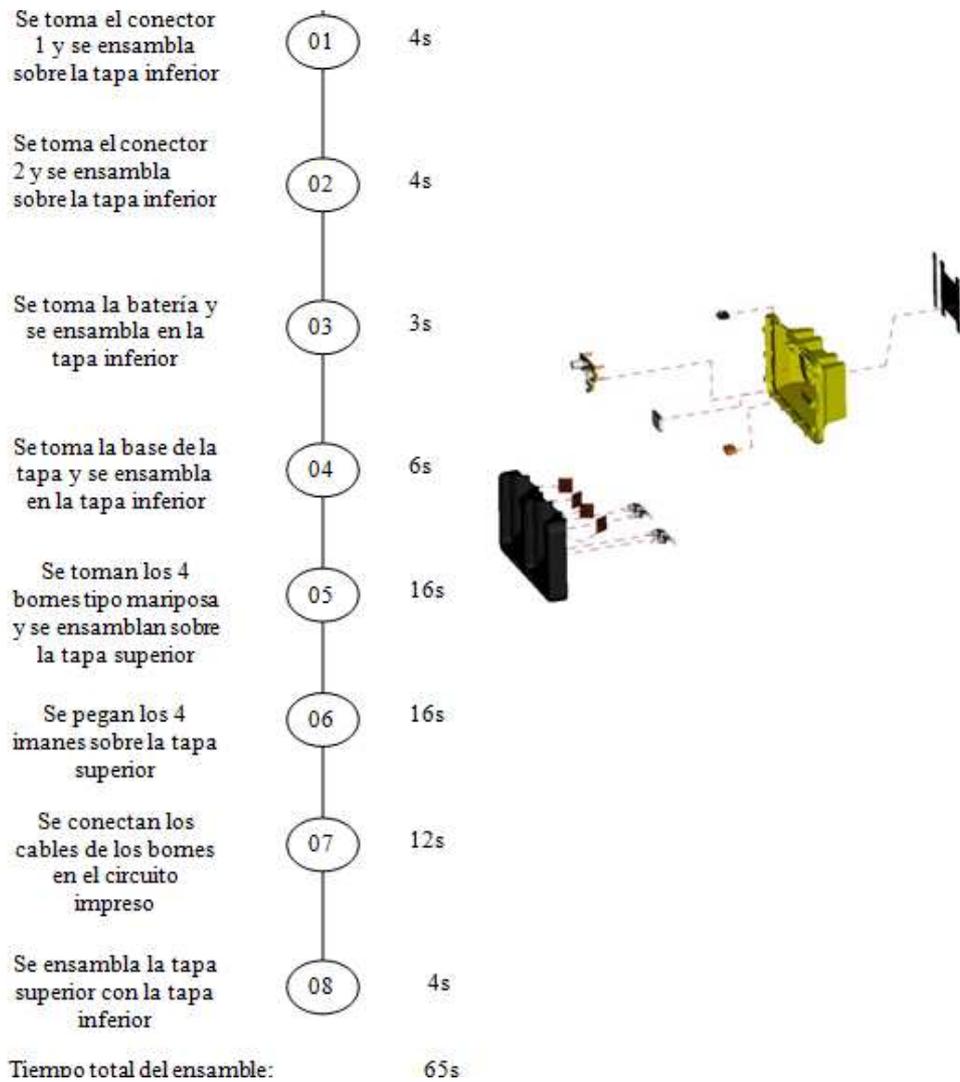


Figura 5.4: Diagrama del proceso de ensamble del cargador.

Proceso	Tiempo (s)
Ensamble de lámpara 1	31
Ensamble de lámpara 2	31
Ensamble del cargador	65
Ensamble de las 2 lámparas con el cargador	8
Empacado del producto	8
Total (seg.)	143≈150
Total (min.)	2.5min

Tabla 5.1: Tiempos estimados de ensamble del primer prototipo.



6 Diseño de detalles

Al finalizar la arquitectura del producto, el equipo de trabajo se dividió en dos subgrupos. Un subgrupo se enfocó al diseño de los sistemas electrónicos y otro subgrupo se enfocó a la estructura física del producto. En este trabajo se presenta una parte del proceso de diseño de detalles de los sistemas electrónicos.

En general el proceso de diseño de los sistemas electrónicos se llevó a cabo en 3 etapas:

1. Búsqueda exhaustiva de información de los subsistemas; dicha información se obtuvo mediante artículos especializados, patentes y expertos en el tema.
2. Diseño y simulación virtual en programas especializados.
3. Instrumentación.

6.1 Definición del sistema de almacenamiento de energía.

Una parte muy importante para desarrollar todos los subsistemas electrónicos fue el definir rápidamente el sistema de almacenamiento de energía, ya que este sistema en particular se relaciona con todos los demás subsistemas eléctricos del producto.

Para la definición del sistema de almacenamiento se llevaron a cabo 3 pasos:

1. Revisión de artículos especializados sobre tecnologías de almacenamiento, encontrándose diferentes tecnologías de almacenamiento eléctrico haciéndose énfasis en conocer sus ventajas, desventajas y características generales. De la revisión de artículos se seleccionaron cinco conceptos.
2. Definición de 12 criterios de evaluación tomándose en cuenta los requerimientos del cliente y el criterio personal de los diseñadores (un criterio de expertos ya que conocían las ventajas, desventajas y características de las tecnologías). Los criterios fueron: densidad de energía, durabilidad, costo, mantenimiento, seguridad, amigable con el ambiente, aditamentos extra, desempeño en condiciones externas, autodescarga, rango de temperatura de almacenamiento, corriente brindada, que sea de fácil adquisición.
3. Selección de un concepto gracias a la evaluación de los conceptos mediante una matriz de puntuación, como se muestra en la tabla 6.1.



Criterios de selección	Peso	Conceptos				
		Lead-acid	Nickel-Cadmium	Nickel-Metal-hydride	Lithium-ion	Lithium-polymer
Densidad de energía (Wh/kg)	10	10	20	30	50	40
Durabilidad	9	45	36	36	27	18
Costo	5	25	25	25	15	16
Mantenimiento	4	12	8	4	16	16
Seguridad	6	6	30	24	12	12
Amigable con el ambiente	6	1	12	18	24	24
Aditamentos extra	9	27	27	27	9	9
Desempeño en condiciones extremas	6	18	30	24	12	12
Autodescarga	9	36	27	18	18	18
Rango de temperatura de almacenamiento	6	24	18	18	18	18
Corriente brindada	6	24	18	12	18	6
Que sea fácil de adquirir	5	15	20	20	5	5
Puntuación Total		243	271	256	242	206
			SI	SI		

Tabla 6.1: Matriz de selección de concepto del sistema de almacenamiento eléctrico.

6.2 Definición del sistema de seguimiento del punto de potencia máximo

Para el diseño del Circuito de Seguimiento del Punto de Potencia Máximo (MPPT) se consultaron primero artículos especializados y posteriormente a expertos en dicha área, de esa manera se determinó emplear un circuito BOOST (Fig. 6.1) con un controlador del tipo “Extremum-Seeking” [Ariyur, 2003].

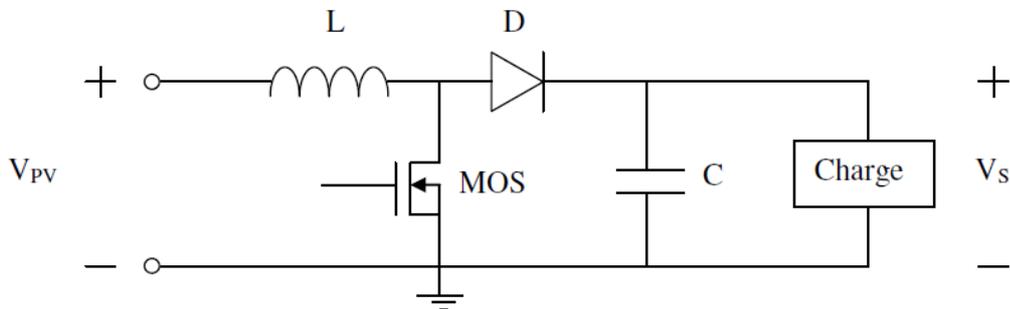


Figura 6.1: Estructura de un convertidor BOOST.



Una vez definido el tipo de circuito y el controlador a implementar, se inició el diseño del circuito mediante ingeniería inversa: “En la industria electrónica la ingeniería inversa es normalmente definida como el proceso de descubrir los principios tecnológicos de un dispositivo, objeto o sistema a través del análisis de su estructura, función y operación” [Carlson, 2009]. La figura 6.2 muestra uno de los circuitos que sirvió como base para el diseño del nuevo controlador MPPT [Alonso, 2006].

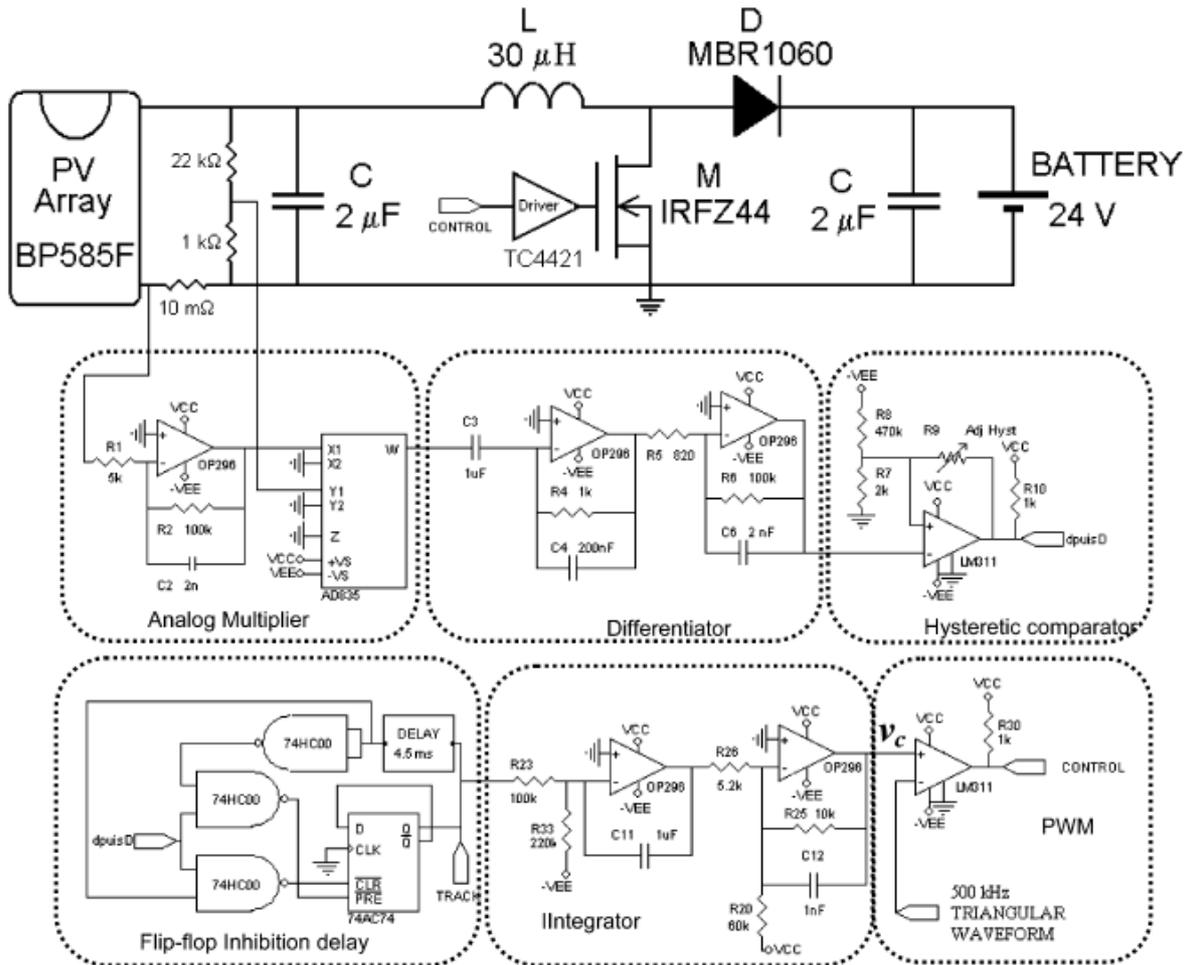


Figura 6.2: Arreglo fotovoltaico con controlador MPPT “Extremum-Seeking”.



6.3 Análisis económico

Se realizó un análisis económico de tipo cuantitativo [Ulrich, 2004], para alcanzar los siguientes objetivos:

- Evaluar la viabilidad del proyecto.
- Definir la inversión mínima requerida.
- Conocer el comportamiento de posibles escenarios del mercado.
- Comprender la influencia de los costos directos y los costos indirectos en el resultado de la comercialización del producto.
- Visualizar el alcance del proyecto y la relación de este con diversas variables como inversión inicial, volumen de unidades producidas, costos fijos, costos variables, crecimiento en ventas, costos de exportación, etc.
- Detectar áreas de oportunidad para la reducción en costos y el incremento de utilidades.

Los pasos para realizar el análisis financiero fueron:

1.- Desglosar los costos variables y fijos. La tabla 6.2 muestra los costos variables por unidad y los costos fijos para la primera etapa del negocio del producto (la primera arquitectura).

Análisis de costos y gastos

Costos variables por unidad			
Comprados	Materiales		
	P.Solar	\$ -	
	Baterías	\$ 50.00	
	Led	\$ 15.00	
	Difusor	\$ -	
	Circuito impreso	\$ 10.00	
	Circuito impreso 2	\$ 15.00	
	Otros componentes	\$ 6.00	
Manufacturados	Encapsulado 1	\$ 4.00	
	Cilindro	\$ 4.00	
	Tapa superior	\$ 3.00	
	Tapa inferior	\$ 3.00	
	Contenedor de baterías	\$ 3.00	
	Lente	\$ 4.00	
	Costo total materiales	\$ 117.00	
	Total costo variables	\$ 137.00	
			Costo total mano de obra \$ 20.00

Costos fijos	
Renta de bodega y oficina	\$ 8,000.00
Agua	\$ 500.00
Luz	\$ 2,000.00
Teléfono	\$ 2,000.00
Internet	\$ 500.00
vehiculos	\$ 2,500.00
Salario 1	\$ -
Salario 2	\$ -
Salario 3	\$ -
Salario 4	\$ -
Salario 5	\$ -
Salario 6	\$ -
Maquinaria y Equipo	\$ 4,666.67
Papelería y art. Oficina	\$ 1,000.00
Molde	\$ 3,333.33
Gasolina	\$ 3,666.67
Publicidad y modelo	\$ 8,000.00
Computadoras e impresoras	\$ 1,388.89
Total Costos Fijos	\$ 37,555.56

Tabla 6.2: Costos variables y fijos del la primera arquitectura del producto.



2.- Calcular los flujos de efectivo para cinco años (Tabla 6.3).

Escenario medio						
	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Ventas Estados Unidos		0	0	0	0	0
Ventas México		4000	4600	5290	6083.5	6996.025
-						
-						
-						
Totales (unidades)		4000	4600	5290	6083.5	6996.025
Flujo de efectivo proyectado						
Escenario medio						
	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Ventas en Estados Unidos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Ventas en México	\$ 1,638,000.00	\$ 1,883,700.00	\$ 2,166,255.00	\$ 2,491,193.25	\$ 2,864,872.24	
-						
-						
-						
Ventas Totales	\$ 1,638,000.00	\$ 1,883,700.00	\$ 2,166,255.00	\$ 2,491,193.25	\$ 2,864,872.24	
Costos Variables	\$ 468,000.00	\$ 538,200.00	\$ 618,930.00	\$ 711,769.50	\$ 818,534.93	
Utilidad bruta	\$ 1,170,000.00	\$ 1,345,500.00	\$ 1,547,325.00	\$ 1,779,423.75	\$ 2,046,337.31	
Costos fijos	\$ 450,666.67	\$ 450,666.67	\$ 450,666.67	\$ 450,666.67	\$ 450,666.67	
Fletes	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
Utilidad antes de impuestos	-\$ 607,500.00	\$ 719,333.33	\$ 894,833.33	\$ 1,096,658.33	\$ 1,328,757.08	\$ 1,595,670.65
Costos variables		33%	33%	33%	33%	33%
Costos fijos	\$ 37,555.56					
Punto de equilibrio		56436.69725	56436.69725	56436.69725	56436.69725	56436.69725

Tabla 6.3: Flujos de efectivo a cinco años.

3.- Calcular el valor presente neto (VPN) y la tasa interna de retorno (TIR) tomando como referencia una tasa mínima de inversión cete a 4.43%, un precio de venta del producto de \$410 pesos y una inversión inicial requerida de \$557,500.00 pesos.

4.- Desarrollar un análisis de sensibilidad suponiendo tres escenarios de crecimiento en ventas. El escenario optimista supone un crecimiento en ventas de 20%, el escenario medio supone un crecimiento del 15% y el escenario pesimista supone un crecimiento en ventas del 10%. La tabla 6.4 muestra los resultados que se obtuvieron del análisis de sensibilidad.



	Escenario optimista	Escenario medio	Escenario pesimista
TIR	144%	137%	130%
Valor Presente Neto	4,950,641	4,266,755	3,642,361

Tabla 6.4: Análisis de sensibilidad de 3 posibles escenarios para el crecimiento en ventas.

Se encontró que el proyecto es económicamente viable ya que la tasa interna de retorno en los tres escenarios mostrados se encuentra por arriba de la tasa CETE y el valor presente neto es superior a la inversión inicial requerida.

El equipo de desarrollo se debe de enfocarse a minimizar los costos variables y los fijos, así como en comercializar el producto de forma eficiente para alcanzar el volumen de ventas definido.

Una gran oportunidad es que no existen productos manufacturados de base tecnológica mexicanos enfocados al mercado del camping, además de que existen más de cuatro mil tiendas deportivas en la república mexicana.



Conclusiones

- Son seis los factores importantes para la innovación de productos manufacturados de base tecnológica.
- Se presentó el universo de la innovación de productos manufacturados de base tecnológica y gracias a esto se llegó a la definición de la problemática la cual fue: “Diseñar un producto dominante que facilite su supervivencia en un mercado competitivo, su fácil comercialización, y el dominio de un nicho de mercado; y también permita su fácil renovación, y la expansión y dominación de nuevos mercados en un futuro próximo”.
- Con base en la representación gráfica de los objetivos generales un diseño dominante debe satisfacer las necesidades de usuarios líderes, identificar en el diseño los factores favorables, cumplir eficazmente su función y considerar la competitividad hacia el futuro.
- Se concretó la fase de planeación mediante la presentación de: identificación de oportunidades, evaluación y clasificación de los proyectos por prioridad, y conclusión de la planeación del anteproyecto.
- Se implementaron dos herramientas novedosas en la etapa de generación de conceptos (“Juegos de Innovación” y “Curvas de Valor”) que facilitaron la detección de necesidades específicas de los usuarios campistas, la definición de los requerimientos del producto, el grado de importancia de cada requerimiento (peso), las áreas de oportunidad del mercado y la generación de conceptos solución.
- Por medio de un diagrama de afinidad se definió el concepto general del producto el cual muestra sus funciones y subfunciones en cinco niveles, dicha configuración permite un modelo de negocio flexible y reduce los riesgos de introducción.
- La arquitectura detallada del producto se representó mediante un diagrama de subfunciones eléctrico, un diagrama esquemático del producto y la agrupación de los elementos del diagrama esquemático.



- Para el diseño a nivel sistema también se presentó la descripción para la secuencia de ensamble del producto mediante: un diagrama del proceso de operación, un diagrama de flujo y un diagrama del proceso de ensamble.
- Se presentó parte del proceso que se llevó a cabo para el diseño a detalle de los sistemas electrónicos del Sistema Solar de Suministro de Energía Eléctrica para Camping.
- El análisis financiero facilitó evaluar la viabilidad del proyecto, la inversión mínima requerida, el conocimiento del comportamiento de posibles escenarios del mercado, la comprensión de la influencia de los costos directos y los costos indirectos en el resultado de la comercialización del producto, la visualización del alcance del proyecto, y la detección de las áreas de oportunidad para la reducción en costos y el incremento de utilidades.

Trabajo a futuro.

Se continuará el diseño de los subsistemas electrónicos y mecánicos del producto, así mismo se realizarán pruebas a dichos sistemas con el objetivo de asegurar su funcionamiento adecuado y se obtendrá algún tipo de certificación que avale su calidad.

Se buscará también la posibilidad de manufacturar el producto para su comercialización en México y posteriormente en los Estados Unidos.



Bibliografía

Bateman, T. (2005). *Administración: un nuevo panorama competitivo*. (6a ed.). México: McGraw-Hill Interamericana.

Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico OECD. (2005). *Oslo manual-guidelines for collecting and interpreting innovation data*. París, Francia.

Utterback, J. M. (1996). *Mastering the dynamics of innovation*. Boston, MA: Harvard Business School Press.

Milkos, T. y Tello, P. (2000). *Introducción en planeación prospectiva: una estrategia para el futuro de México*. México: Limusa.

Agogino, A.M., Beckman, S.L., Shedroff, N., y Borja, V. (2008). *Syllabus of the course “Managing the new product development process: design theory and methods”*.

Pérez, G., Loaiza, J., Riveros, L., y Borja, V. (2009). “Diseño Conceptual de Sistema de Iluminación LED-Fotovoltaico”. *Memorias del XV Congreso Internacional Anual de la SOMIM*. CD. Obregón, Sonora. México.

Burns, P. (2007) *Corporate entrepreneurship: building the entrepreneurial organization*. (2a ed.). London: Palgrave MacMillan.

NSF. (2010). *Science and engineering indicators*. National Science Board. Arlington, VA.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), (2004).

Solleiro, J. (2007). *A comparative analysis of innovation policy in Mexico, Spain, Chile and Korea*. Portland, Oregon: PICMET.



Dedrick, J. (2008). Who profits from innovation in global value chains? A study of the iPod and notebook PCs. Sloan Industry Studies Annual Conference. Boston, MA.

Mohr, J. (2010). Marketing of high-technology products and innovations. (3ra ed.). Mexico: Prentice Hall.

Kalevi, R. (2008). Simplified TRIZ: new problem solving applications for engineers and manufacturing professionals. New York: Auerbach Publications.

Rouse, W. B. (1992). Strategies for innovation: creating successful products, systems, and organizations. New York: John Wiley & Sons, Inc.

Lewis, J. (2007). Fundamentals of project management. (3a ed.). AMACOM.

Ulrich, K. T. y Eppinger, S. D. (2004). Diseño y desarrollo de productos-enfoque multidisciplinario. (3ra ed.). México: Mc Graw Hill.

Hammond, J. S. (1999). Smart choices: a practical guide to making better life decisions. United States of America. Harvard Business School Press.

Oden, H. W. (1997). Managing corporate culture, innovation, and intrapreneurship. Westport Connecticut: Quorum Books.

Miguel, A. y Sánchez, M. (2008). Energía solar fotovoltaica, (1a ed.). Limusa.

SEI. (2004). Photovoltaics: Design and Installation Manual. Solar Energy International.

Ming, C. (2009). The effect of technological improvement on the development of photovoltaic industry. International conference on computer technology and development. IEEE.



Xiaoyun, F. (2009). Research and analysis of the design development and perspective technology for LED lighting products. IEEE.

Yu, L. (2009). The topologies of white LED lamp's power drivers. 3rd International Conference on Power Electronics Systems and Applications. IEEE.

Hohmann, L. (2007). Innovation games: creating breakthrough products through collaborative play. Boston, MA: Pearson Education, Inc.

Vidales, M. (2003). El mundo del envase: manual para el diseño y producción de envases y embalajes. México: Gustavo Gili.

Chan, K., y Mauborgne, R. (2001). Creating new market space. Harvard Business Review.

Special issue on Kano's methods for understanding customer defined quality, (1993). Center for Quality Management Journal, 2, (4).

Hermann, K. (2001). Visualizing your business: let graphics tell the story. Wiley.

Niebel, B. (2003). Methods, standards, and work design. (11va ed.). México: McGraw Hill.

Ariyur, K. B., y Krstic, M. Teal-time optimization by extremum-seeking control. New York: Wiley, 2003.

Leyva, R., Queinnec I., Alonso, C., Cid-Pastor, A. Lagrange D. y Martinez-Salamero L. MPPT of photovoltaic systems using extremum seeking control. IEEE Trans. On Aerospace and Electronic Systems, IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems, Jan 2006, Vol. 42, No,1, pp249-258.