

**RECOLECTOR DE ENERGÍA SOLAR, CON CAPACIDAD PARA ABASTECER
APARATOS ELECTRÓNICOS CUYO VOLTAJE REQUERIDO SEA DE 5
VOLTIOS. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN**

OSCAR JAVIER ORDUÑA QUINTERO

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO – MECÁNICAS
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL
BUCARAMANGA
2014**

**RECOLECTOR DE ENERGÍA SOLAR, CON CAPACIDAD PARA ABASTECER
APARATOS ELECTRÓNICOS CUYO VOLTAJE REQUERIDO SEA DE 5
VOLTIOS. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN**

OSCAR JAVIER ORDUÑA QUINTERO

Proyecto de grado para optar por el título de
Diseñador Industrial

Director de proyecto

ASDRÚBAL FAJARDO VASQUEZ

M.G. DISEÑADOR INDUSTRIAL

Codirector de proyecto

RAÚL CÁRDENAS CONTRERAS

INGENIERO ELECTRÓNICO

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO – MECÁNICAS
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL
BUCARAMANGA**

2014

AGRADECIMIENTOS

Un profundo agradecimiento a mi madre Aminta, a mi hermana Celmy, a mi novia Carolina y a todos mis familiares, amigos y allegados que me han apoyado y motivado para continuar en el desarrollo y consolidación de este proyecto.

A los profesores Asdrúbal Fajardo Vásquez y Raúl Cárdenas Contreras por la constante colaboración y asesoría durante el proceso.

A todos aquellos funcionarios de la UIS que aportaron su conocimiento en cuanto a materiales, procesos e ideas para desarrollar y mejorar el prospecto final.

Al grupo de desarrollo I.C. cuyo aporte ha sido fundamental, así como el grupo de técnicos que participaron en la elaboración de cada una de las secciones del componente electrónico y llevaron al límite su habilidad para solucionar los fallos en cada prueba técnica que se realizó.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	16
1. TÍTULO DEL PROYECTO	18
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	19
2.1 DEFINICIÓN DEL PROYECTO	19
2.2 ALCANCE DEL PROYECTO	19
2.3 GRADO DE INNOVACIÓN	19
2.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO	20
2.4.1 Objetivo general	20
2.4.2 Objetivos específicos	20
3. METODOLOGIA PROYECTUAL	24
3.1 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN	24
3.1.1 Historia y desarrollo	24
3.1.2 Efecto Foto Eléctrico	25
3.1.3 Información general sobre unidades y conceptos	27
3.1.3.1 Definición de Voltio (V)	27
3.1.3.2 Definición de Amperio (A)	28
3.1.4 Generalidades sobre energía solar	29
3.1.4.1 Celdas Solares	30
3.1.4.2 Componentes básicos de una celda solar de Silicio	32
3.1.4.3 Funcionamiento de una celda solar de Silicio	33
3.1.5 Información general sobre baterías recargables	35
3.1.5.1 Batería recargable de NiCd (Níquel Cadmio)	36
3.1.5.2 Batería recargable de NiMH (Níquel Metal Hidruro)	38
3.1.5.3 Batería recargable de Li-Ion (Litio Ion)	38
3.1.5.4 Batería recargable de LiPo (Polímero de Litio)	39
3.1.6 Cargadores	40
3.2 IDENTIFICAR Y ANALIZAR PROYECTOS SIMILARES	42

3.2.1 Cargador Solar Universal	42
3.2.2 Solio: Cargador Solar	44
3.2.3 Solar Strap	46
3.3 DELIMITAR EL ANÁLISIS DE PROBLEMAS ENFOCADOS EN EL PROYECTO	48
3.3.1 Análisis preliminar - descomposición del problema	48
3.4 ESTRUCTURACIÓN Y ORGANIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN RECOPIADA	50
3.4.1 Radiación solar	50
3.4.1.1 Radiación Ultravioleta (UV)	53
3.4.1.2 Radiación Infrarroja (IR)	54
3.4.1.3 Región Visible del Espectro	56
3.4.1.4 Percepción de Color	57
3.4.1.5 Relación entre Color y Calor	59
3.4.2 Mapa de Radiación Solar	59
3.4.2.1 Distribución Global de la Radiación Solar	59
3.4.2.2 Distribución de la Radiación Solar en Colombia	62
3.5 ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS E INFORMACIÓN RECOPIADA PARA EL MODELO	70
3.5.1 Características para la forma y el tamaño del modelo	70
3.5.1.1 Requerimientos de la forma y la superficie	70
3.5.1.2 Requerimientos ergonómicos y de uso	71
3.5.1.3 Aspecto formal y disposición de los componentes	72
3.5.1.4 Requerimientos estéticos	76
3.5.2 Material de la Estructura principal	77
3.5.2.1 Características requeridas para el material de la estructura	77
3.5.2.2 Selección y análisis de material	78
3.5.2.3 Selección de las celdas solares	81
3.5.2.3.1 Generalidades de las celdas solares	81
3.5.2.3.2 Selección de la celda solar	83

3.5.3.3	Tipo de conexiones seleccionadas para conectar los dispositivos	87
3.5.3.4	Almacenamiento de la energía	89
3.5.3.4.1	Proceso de selección de la batería para almacenamiento	89
3.5.3.5	Indicador de activación del cargador	94
3.5.3.5.1	Requerimientos del indicador de activación	94
3.5.3.5.2	Selección del tipo de indicador	94
3.5.3.6	Componente técnico y electrónico del cargador solar	96
3.5.3.6.1	Especificaciones técnicas del prospecto	96
3.5.3.6.2	Requerimientos de espacio para los componentes electrónicos	97
3.5.3.6.3	Generalidades del componente electrónico para el recolector solar	97
3.5.3.6.4	Esquemas base del sistema electrónico	99
3.6	DISEÑO	102
3.6.1	Apreciación gráfica y lluvia de ideas	102
3.6.2	Propuestas de diseño	108
3.6.2.1	Alternativa 1	108
3.6.2.2	Alternativa 2	110
3.6.2.3	Alternativa 3	112
3.6.2.4	Alternativa 4	114
3.6.3	Comprobaciones de las propuestas	116
3.6.3.1	Comprobación formal-estructural	116
3.6.3.1.1	Evaluación de funciones y valoración	119
3.6.3.1.2	Aportes y observaciones a nivel general	124
3.6.2.3	Comprobación técnico-electrónica	125
3.6	RETROALIMENTACIÓN Y ADICIÓN DE RESULTADOS	
	COMPLEMENTARIOS	126
3.6.1	Evolución del diseño	127
4.	MODELO FINAL	130
4.1	ESPECIFICACIONES DEL MODELO	130
4.1.1	Imágenes del diseño	130
4.1.2	Especificaciones técnicas del diseño	132

4.2 VARIANTE DEL MODELO, EVOLUCIÓN	136
5. CONCLUSIONES	139
BIBLIOGRAFÍA	141
ANEXO	146

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Fig. 1 Concepción de la energía solar década de 1950	27
Fig. 2 Tipos de celdas solares (distribución estructura)	33
Fig. 3 Concepto funcionamiento energía solar	34
Fig. 4 Baterías o pilas recargables	35
Fig. 5 Batería de NiCd	36
Fig. 6 Batería de NiMH	38
Fig. 7 Batería Li-Ion	39
Fig. 8 Batería LiPo	40
Fig. 9 Cargador para baterías recargables	40
Fig. 10 Gráfica comportamiento de la onda	52
Fig. 11 Espectro de luz	52
Fig. 12 Espectro visible para el ojo humano	56
Fig. 13 Percepción de luz blanca	57
Fig. 14 Percepción de luz color azul	58
Fig. 15 Percepción de color negro	58
Fig. 16 Distribución global de la radiación	61
Fig. 17 Incidencia global de la radiación	62
Fig. 18 Distribución de la Radiación en Colombia	63
Fig. 19 Distribución de la radiación solar global acumulada diaria según el mes	65
Fig. 20 Estimado de incidencia solar según horario	68
<i>Fig. 21 Imagen comparativa de la evolución de los mandos para video-juegos y sistemas portátiles</i>	74
Fig. 22 Síntesis de algunos movimientos de la mano y áreas que implicadas por acción o contacto	75
Fig. 23 Celdas que comparten las mismas características conectadas en serie	81
Fig. 24 Celdas que comparten las mismas características conectadas en serie-paralelo	82
Fig. 25 Baterías de Ion-Li para cámara digital	90

Fig. 26 Bateria iPhone5 3.8V - 1440mAh	91
Fig. 27 Esquema elevador de Voltaje	100
Fig. 28 Esquema regulador-reductor	100
Fig. 29 Interpretación del diseño electrónico implementado	101
Fig. 30 Imágenes de flores	103
Fig. 31 Imágenes de plantas de Sábila o Aloe	104
Fig. 32 Imágenes de escarabajos	105
Fig. 33 Imágenes de armadillos	106
Fig. 34 Imágenes de almejas	107
Fig. 35 Bosquejo Alternativa 1	108
Fig. 36 Bosquejo Alternativa 2	110
Fig. 37 Bosquejo Alternativa 3	112
Fig. 38 Bosquejo Alternativa 4	114
Fig. 39 Modelos de pruebas para tamaño, forma y manipulación	118
Fig. 40 Pruebas a piezas elaboradas en el material sugerido en escala real	128
Fig. 41 Aproximación a la forma del modelo final	128
Fig. 42 Prospecto de pieza superior del modelo sometido a compresión e impacto	129
Fig. 43 Modelo Final	130
Fig. 44 Imágenes del modelo final	133
Fig. 45 Imágenes de la variante del modelo final	136

LISTA DE TABLAS

	Pág.
TABLA 01: Relación Voltaje - Amperaje.....	28
TABLA 02: Datos cargador Solar Universal.....	41
TABLA 03: Cargador Solar Solio.....	43
TABLA 04: Cargador solar Solar Strap	45
TABLA 05: Conversiones útiles para radiación	50
TABLA 06: Rango longitud de onda radiación UV	52
TABLA 07: Rango longitud de onda radiación IR	54
TABLA 08: Rango longitud de onda de algunos colores	55
TABLA 09: Constante Solar	59
TABLA 10: Propiedades físicas de los polímeros.....	77
TABLA 11: Clasificación según la estructura	78
TABLA 12: Información obtenida al revisar las celdas disponibles en el mercado local ..	82
TABLA 13: Gráfico comparativo de las celdas.....	84
TABLA 14: Tipo de puertos incluidos para conexión de red	86
TABLA 15: Baterías propuestas para el proyecto.....	90
TABLA 16: LED	93
TABLA 17: Datos técnicos	94
TABLA 18: Circuito principal de dos de los cargadores solares disponibles en el mercado	96
TABLA 19: Esquema para el circuito LM3668-2833	97
TABLA 20: Variables para el diseño	115
TABLA 21: En cuanto a las funciones.....	118
TABLA 22 Especificaciones técnicas del diseño	130

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A. Costos estimados	146
ANEXO B. Espectro de luz	148
ANEXO C. Esquemas movimientos de la mano y extremidad superior – Tablas antropométricas guía	155
ANEXO D. Baterías modernas y comercialización	164
ANEXO E. Antropometría/ergonomía: Aspectos generales	169
ANEXO F. Tecnología LED	181
ANEXO G. Componentes materiales	192
ANEXO H. Polímeros compuestos y propiedades mecánicas	200

RESUMEN

TÍTULO: RECOLECTOR DE ENERGÍA SOLAR, CON CAPACIDAD PARA ABASTECER APARATOS ELECTRÓNICOS CUYO VOLTAJE REQUERIDO SEA DE 5 VOLTIOS. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN*¹

AUTOR: ORDUÑA QUINTERO, Oscar Javier**²

PALABRAS CLAVES: Cargador eléctrico, dispositivos portátiles, energía solar, celda solar, radiación, Silicio, color, PVA, PVC.

DESCRIPCIÓN

El proyecto se enfoca en desarrollar un aparato que capta la energía solar y la convierta en energía eléctrica que es almacenada en su interior, la disponibilidad de la energía garantiza el abastecimiento para dispositivos electrónicos portátiles cuyo voltaje es compatible con el diseño propuesto.

La mayor parte de la investigación se concentra en obtener la información sobre la construcción de los principales componentes, el proceso de obtención así como el planteamiento del diseño y la optimización funcional.

El desarrollo formal ha sido realizado en paralelo al componente electrónico, el proceso de indagación se hizo con una modalidad de grupo dirigido pero el factor electrónico continuó en proceso de simplificado gracias a los constantes aportes del grupo técnico que participó en el proyecto.

A diferencia de la energía eólica e hidráulica, la energía solar depende de partes fijas que se pueden manejar a cualquier escala, no dependen de complejos sistemas dinámicos ni mecánicos que requieren un exigente monitoreo, ni constante mantenimiento.

La recopilación de los datos que respaldan la selección de cada componente y aspecto del diseño ha sido compilada primordialmente para mejorar la interacción con el usuario y generar seguridad para quien desee operar el aparato junto con sus dispositivos de uso personal.

¹ *Tesis de Grado

² ** Facultad de Ingenierías Físico – Mecánicas, Escuela de Diseño Industrial Director Asdrúbal Fajardo Vásquez. Codirector Raúl Cárdenas Contreras

ABSTRACT

TITLE: SOLAR COLLECTOR WITH CAPACITY TO SUPPLY VOLTAGE ELECTRONIC DEVICES WHICH IS REQUIRED 5 VOLT. DESIGN AND CONSTRUCTION ^{*3}

AUTHOR: ORDUÑA QUINTERO, Oscar Javier**⁴

KEY WORDS: Mains Charger, portable devices, solar energy, solar cell, radiation, silicon, color, PVA, PVC

DESCRIPTION

The project focuses on developing a device that captures solar energy and convert it into electrical energy which is stored therein, the availability of guaranteed energy supply for portable electronic devices whose voltage is compatible with the proposed design.

Most of the research focuses on obtaining information about the construction of the main components, the process of obtaining and the approach of design and functional optimization.

The formal development has been conducted in parallel to the electronic component, the inquiry process was a targeted group mode electronic factor but continued being simplified thanks to the constant input of the technical group that participated in the project.

Unlike wind and hydro power, the solar energy depends on fixed parts that can be handled at any scale, not dependent on dynamic and complex mechanical systems that require a rigorous monitoring and constant maintenance.

The collection of the data supporting the selection of each component and aspect of the design has been compiled primarily to improve the user interaction and create security for those who want to operate the device with their personal devices.

³ Degree thesis

⁴ Faculty of Physical – Mechanical Engineering. School of Industrial Design. Director: Asdrúbal Fajardo Vásquez. Co-Director Raúl Cárdenas Contreras

INTRODUCCIÓN

Con la masificación del computador personal en la década del 80 y posteriormente el desarrollo de “tecnología móvil” como los portátiles, la telefonía celular, las tabletas y otros dispositivos enlazados a través de internet; ha ido en aumento la lista de implementos y otros artículos eléctricos de uso cotidiano en los hogares y oficinas. Igualmente ha ido en aumento el consumo de la energía eléctrica.

La constante necesidad de encontrar sistemas que proporcionan energía eléctrica ha llevado a desarrollar ciertas tecnologías que hace algunas décadas eran consideradas dispendiosas o costosas para poder aprovechar la generación de electricidad con recursos renovables o por medios considerados “limpios”.

Hoy más que nunca se multiplican los proyectos de infraestructura energética que busca ser limpia pero económicamente rentable, las hidroeléctricas han sido la principal fuente generadora y se perfila como la de mayor eficiencia en la relación ganancia/costo. Sin embargo la energía solar promete ser una alternativa porque su implementación se puede realizar a cualquier escala, según la capacidad a generar y porque su potencial no depende de un voluminoso medio cinético.

Aprovechar la energía solar era un aspecto que se consideraba poco práctico por las limitaciones físicas, pero con el desarrollo de técnicas de producción, la explotación y refinación en metales conductores, la investigación en polímeros, componentes electrónicos y el avance en sus aplicaciones han permitido mejorar las perspectivas de su aprovechamiento.

A diferencia de la energía eólica e hidráulica, los aparatos implementados para aprovechar la energía solar se podrían considerar de estructura semi estática y no dependen de complejos sistemas dinámicos que conllevan un exigente monitoreo y mantenimiento. Estas características permiten considerar la opción de plantear y

desarrollar pequeños dispositivos que puedan ser utilizados como fuentes de recarga para equipos portátiles que no requieran grandes cantidades de energía eléctrica y que se puedan ubicar, transportar y almacenar de manera sencilla y confiable.

1. TÍTULO DEL PROYECTO

Recolector de energía solar, con capacidad para abastecer aparatos electrónicos cuyo voltaje requerido sea de 5 voltios. Diseño y Construcción

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

2.1 DEFINICIÓN DEL PROYECTO

El proyecto consiste en el diseño y la construcción de un dispositivo que recolecte energía solar y la almacene durante un tiempo no inferior a 12 horas. El propósito es abastecer de energía aparatos electrónicos como teléfonos celulares u otras unidades recargables, que sean compatibles con los terminales propuestos en el diseño y cuyo voltaje sea 5 voltios. El diseño del dispositivo posibilitará ampliar la configuración para una mayor recepción de energía.

2.2 ALCANCE DEL PROYECTO

Para el aprovechamiento de la energía solar el proyecto hará uso de componentes disponibles en el mercado de libre acceso. Se propondrá un diseño que favorezca un sistema de uso individual y fácil portabilidad, que actúe como un módulo repitente para ofrecer la posibilidad de ensamblarlo y aumentar la captación de energía. Finalmente se construirá un modelo funcional que permita validar y verificar las capacidades requeridas.

2.3 GRADO DE INNOVACIÓN

Con el enfoque en energía solar se pretende proponer un aparato que proporcione una fuente de energía de uso individual, dirigido principalmente a personas que se encuentran en sitios aislados como campistas, ambientalistas, exploradores, etc.

2.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO

2.4.1 Objetivo general

A partir de elementos técnicos y tecnológicos disponibles comercialmente, diseñar y elaborar un recolector de energía solar, con capacidad para abastecer aparatos electrónicos compatibles y cuyo voltaje requerido sea de 5 voltios.

2.4.2 Objetivos específicos

- Plantear un dispositivo de suministro de energía eléctrica de uso individual que ofrezca un sistema alternativo a la red de energía convencional
- Habilitar al menos tres (3) opciones para acoplar aparatos recargables como teléfonos celulares, memorias reproductoras mp3/mp4, unidades de Sistema de Posicionamiento Global (GPS), etc.; cuyo nivel de energía eléctrica requerida sea especificado
- Proponer un diseño que permita ampliar el área de recepción de radiación solar para favorecer la recopilación de energía.
- El dispositivo sin ser utilizado deberá almacenar la energía recolectada durante un tiempo no inferior a 12 horas
- Proponer componentes eléctricos y electrónicos de libre acceso en el mercado para elaborar el aparato
- Las características del diseño y el tamaño del aparato deben permitir su manipulación y disposición o ubicación en condiciones seguras para el usuario.

- El aspecto formal del aparato debe ser coherente con las tendencias formales de los aparatos electrónicos actuales

2.5 JUSTIFICACIÓN

Con el auge de internet el acceso a la información casi que se ha globalizado, también ha crecido la conciencia en cuanto a las limitaciones y restricciones ambientales, los medios de producción energética convencional han trasladado sus expectativas a fuentes menos contaminantes pero insuficientes para cubrir un consumo que se ha mantenido en crecimiento.

Los medios de comunicación masivos han tenido que compartir su cobertura informativa al ser complementados por redes sociales virtuales, de modo que muchas veces no tener un dispositivo por falta de energía implica estar fuera del flujo de la información cotidiana.

La tendencia en dispositivos portátiles ha llevado la tecnología a un nivel sin precedentes, logrando tamaños cada vez menores, con mayor rendimiento y capacidad; pero debido a que la tecnología en baterías no evoluciona al mismo ritmo, la carga energética tiende a durar menos por la gran cantidad de consumo requerido y haciendo evidente el talón de Aquiles de dichos dispositivos.

Una fuente de energía a menor escala y portátil significa que el usuario puede estar desconectado del sistema convencional de energía, pero podrá procurar una fuente de abastecimiento eléctrico para algunos de los dispositivos móviles que lo mantienen informado, que brindan entretenimiento o que son parte fundamental de su trabajo.

Para algunos sectores de la opinión pública tener acceso a tantas facilidades tecnológicas tienden a fomentar el sedentarismo, los programas de salud preventiva y la misma conciencia colectiva invitan a apartarse de este modo de vida esporádicamente. Cada vez es más aceptado el hecho de practicar algunas actividades al aire libre como el senderismo, acampar o simplemente “respirar aire

limpio” durante algunas horas o días; asumiendo que para ello se debe estar en sitios que podrían considerarse apartados de cualquier urbe y por tanto de las redes eléctricas.

Otra circunstancia que puede llevar a las personas a sitios apartados es tener que internarse en zonas despobladas, por ejemplo geólogos o ingenieros civiles y de petróleos que se encuentran en proyectos en fase de exploración y por tanto sin un sistema de soporte eléctrico constante.

3. METODOLOGIA PROYECTUAL

3.1 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

Se ha recopilado información llevando a cabo el análisis para determinar las características y requerimientos físicos que debe cumplir la estructura del modelo, dicha información servirá como precedente para establecer el bosquejo inicial y encaminar las posibles alternativas virtuales. El análisis de otros proyectos realizados por entes investigativos o comerciales, cuyas características sean similares al objeto que se busca, que permita comprender y asimilar el tipo de enfoque, el manejo de problemas y soluciones que le han dado.

El proceso de recopilación será a través de la Internet, bases de datos establecidas para energía solar, celdas solares, componentes electrónicos, baterías recargables, observación y toma de datos con algunos prospectos seleccionados del mercado y/o elaborados artesanalmente (para poder establecer a modo general una serie limitantes y capacidades)

3.1.1 Historia y desarrollo

El físico francés **Alexandre-Edmond Becquerel** desarrolló su trabajo de investigación en la luminiscencia y la fosforescencia a través de estudios en el espectro solar, el magnetismo, la electricidad y la óptica. En 1839 descubrió que una corriente eléctrica podría ser producida haciendo brillar una luz sobre ciertas soluciones químicas.

El proceso de usar la luz del sol para producir una corriente eléctrica en un material sólido paulatinamente se denominó **Efecto Fotovoltaico** (fundamental para las

células fotoeléctricas), pero tomó casi un siglo entender el proceso. Los científicos aprendieron eventualmente que el efecto **Fotoeléctrico** o **Fotovoltaico** causaba que ciertos materiales convirtieran la energía de la luz en energía eléctrica a nivel de átomos.

Se describieron diferentes relaciones entre la luz, diversos materiales y la electricidad:

- Efecto **Foto-emisivo**: Consistente en la emisión de partículas cargadas por un metal iluminado
- Efecto **Foto-conductivo**: Describe la variación de la conductividad eléctrica de un material al ser iluminado
- Efecto **Foto-voltaico**: Se genera una fuerza electromotriz en el material

3.1.2 Efecto Foto Eléctrico

“El proceso físico por el cual una celda foto voltaica convierte la luz del sol en electricidad. Cuando la luz solar incide en una celda solar, es reflejada, absorbida y/o pasa limpiamente a través de ella; no obstante, la porción de luz absorbida es la que genera electricidad⁵”

El efecto fue registrado por primera vez en 1877 al estudiar la acción en un material sólido (Selenio), este material fue utilizado durante muchos años para los fotómetros (medidor de la intensidad de la luz con muy pequeñas cantidades de energía). Se llegó a una mayor comprensión de los principios científicos después de 1905 con los aportes de Albert Einstein y en 1930 con la investigación del físico alemán Walter H. Schottky (una mejor interpretación del fenómeno derivó en celdas solares cada vez más eficientes)

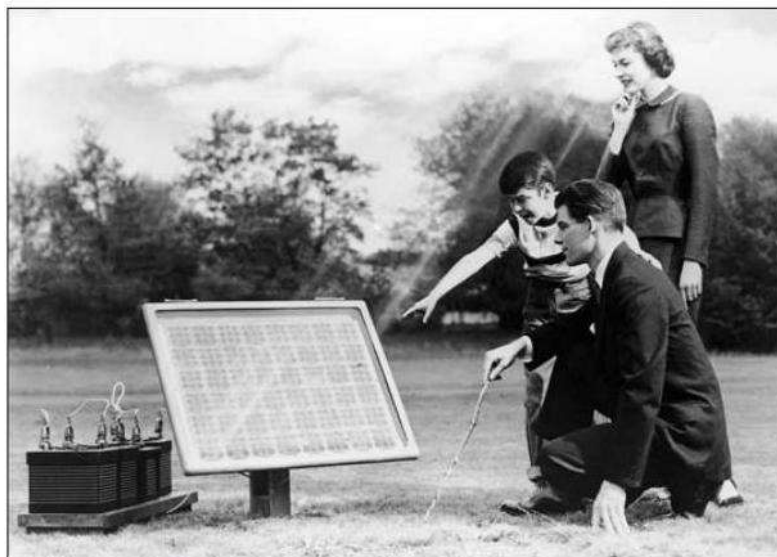
⁵ Disponible en internet <http://148.206.53.84/tesiuami/UAM2666.pdf>

“La energía de la luz es transferida a electrones en los átomos de la celda foto voltaica. Los electrones cambian de sus niveles basales en los átomos del material semi-conductor foto voltaico y se convierten en parte del flujo eléctrico o corriente en el circuito eléctrico, pero la propiedad especial que consiste en un campo eléctrico construido dentro de la misma celda es la que provee la fuerza o voltaje que se requiere para dirigir la corriente hacia una fuente externa que la puede almacenar o utilizar⁶”

Con el desarrollo de la investigación en el efecto fotovoltaico se desarrolló la primera celda capaz de convertir radiación solar en energía eléctrica, también se empezó a fabricar las primeras celdas solares de capa delgada, mediante la manipulación de contacto de diversos metales con Sulfuro de Cadmio. Simultáneamente fue desarrollada una celda solar de Silicio que convertía en electricidad el 6% de la luz solar que sobre ella incidía (desarrollada por Daryl Chapin, Gerald Pearson y Calvin Fuller entre 1945 y 1954 para Laboratorios Bell), esta es la clase de célula o celda que fue utilizada en usos especializados para satélites orbitales a partir de 1958.

⁶ <http://148.206.53.84/tesiuami/UAM2666.pdf>

Fig. 1 Concepción de la energía solar década de 1950



Advertisement photos, such as this one that appeared in the 1956 issue of Look Magazine, show off the "Bell Solar Battery" to the American public.

AT&T Archives, "The Silicon Solar Cell Turns" 50 by John Perlin

Fuente: AT&T

A partir de año 1977 las investigaciones se han enfocado también en ciertos materiales plásticos que bajo ciertas condiciones, pueden convertirse en semiconductores y ser aprovechados para la captación de energía solar.

3.1.3 Información general sobre unidades y conceptos

3.1.3.1 Definición de Voltio (V)

"Unidad derivada del Sistema Internacional para el potencial eléctrico, la fuerza electromotriz y la tensión eléctrica⁷". Se define como la **diferencia de potencial** a lo largo de un conductor cuando una corriente de 1 Amperio utiliza un Vatio de potencia.

⁷ Disponible en internet http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica_/unidades/unidades/unidades_1.html

El voltaje (también denominado Tensión), se mide en Voltios, al igual que el potencial, es una magnitud física que impulsa los electrones. La diferencia de potencial también se define como el trabajo por unidad de carga ejercido por el campo eléctrico, sobre una partícula cargada, para moverla de un lugar a otro.

TABLA 01: Relación Voltaje - Amperaje

$$V = W/A = (\text{kg}\cdot\text{m}^2)/(\text{A}\cdot\text{s}^3) = (\text{kg}\cdot\text{m}^2)/(\text{C}\cdot\text{s}^2)$$
$$V\cdot\text{A}=W=\text{kg}\cdot\text{m}^2/\text{s}^3$$

Donde V=Voltaje (Voltios), A=Amperaje (Amperios), W=Watt (Vatio)

Un aspecto a tomar en cuenta es que el **Voltaje** nunca debe ser superior al tolerado por el dispositivo electrónico (especificaciones técnicas adjuntas o estampadas en cada equipo), puesto que le causaría daños al sistema electrónico o incluso lo destruiría por completo. Por ejemplo si un dispositivo tiene inscrito “*Input 3.7 V*” sería inaceptable conectarlo a un cargador o una fuente de energía cuya leyenda indique “*Output 6 V*”

3.1.3.2 Definición de Amperio (A)

“Es la intensidad de una corriente constante que manteniéndose en dos conductores paralelos, rectilíneos, de longitud infinita, de sección circular despreciable y situados a una distancia de un metro uno de otro en el vacío, produciría una fuerza igual a $2\times 10^{-7} \text{ N}\cdot\text{m}^8$ ”

⁸ Disponible en Internet
http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/electromagnet/campo_magnetico/ampere/ampere.htm

Una forma de interpretar esta información sería basándose en la hidráulica: El voltaje se asemeja a la presión del agua que fluye por una tubería, esta presión es la que determina la rapidez con que fluye (semejante a los electrones en un circuito eléctrico). La corriente (Amperios) es una medida del caudal que fluye a través de un determinado punto (Volumen por unidad de tiempo)

En el caso del **Amperaje**, cuando el dispositivo está conectado a un suministro de energía, el sistema de cada equipo utiliza sólo la cantidad que requiere para su correcto funcionamiento independientemente del suministro que recibe. Ejemplo: Un dispositivo conectado a un cargador con la leyenda “Output 1200 mA” no debería tener ningún inconveniente si sus requerimientos indicaran “Input 180 mA”

3.1.4 Generalidades sobre energía solar

La radiación solar se refiere a irradiación global, “*es la unidad de energía recibida por unidad de superficie en un tiempo determinado*”⁹. La intensidad de la radiación proveniente de Sol y que incide en el exterior de la atmósfera (considerando que la Tierra está una distancia promedio del Sol), se llama constante solar y tiene un valor medio de 2 cal/min/cm².

La radiación que llega a la atmósfera tiene una intensidad de 1.300 a 1.400 W/m², por efecto de la reflexión, dispersión y absorción se pierde el 30% aproximadamente; en condiciones atmosféricas favorables, a la superficie terrestre puede llegar 1000 W/m², pero con condiciones climatológicas adversas apenas se obtendría 50 W/m².

⁹ *Disponible en Internet*
<https://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/Bvirtual/publicaciones/publicaciones2.html>

3.1.4.1 Celdas Solares

También denominadas “células”, son dispositivos que convierten energía solar en electricidad, ya sea directamente vía el efecto fotovoltaico o indirectamente mediante la previa conversión de energía solar a térmica o a energía química.

La forma más común de las celdas solares se basa en el efecto fotovoltaico, en el cual la luz que incide sobre un dispositivo semiconductor de dos capas produce una diferencia del foto voltaje o del potencial entre las capas. Este voltaje es capaz de conducir una corriente a través de un circuito externo de modo de producir trabajo útil.

Se ha experimentado con diversos materiales en la fabricación de células solares como el Cobre, Galio, Indio, Selenio y Germanio.

El Germanio ha mostrado tener mayor eficiencia (20% a 31% dependiendo del tratamiento y otros factores), pero el precio es muy elevado debido a que es un elemento escaso en la Tierra y el proceso de refinación aún se considera muy limitado.

Por abundancia en la naturaleza y bajos costos se podría utilizar el Oxido Cuproso pero su tasa de eficiencia es menor al 6%, en cambio el Silicio es abundante y aunque el proceso de refinación y tratamiento es costoso, es el material más utilizado para las celdas solares, porque su tasa eficiencia es de 16 a 18%.

“Al captar de los rayos solares una celda de Silicio de 6 cm de diámetro puede generar una corriente de 0.5 Amperios y 0.5 Voltios (90 W/m² aproximadamente), oscilando entre 50-150 W/m² dependiendo de la intensidad de la luz solar¹⁰”

En la actualidad existen una gran variedad de métodos para la producción de celdas solares de Silicio (amorfos, mono cristalinas o poli cristalinas), del mismo modo que para las celdas solares hechas de otros materiales: Seleniuro de Cobre e Indio, Teluro de Cadmio, Arseniuro de Galio, entre otros materiales experimentales; pero por ahora descartables porque se encuentran en etapas de investigación y análisis. Igualmente han logrado desarrollar un revestimiento de células solares nano cristalinas construido de Oxido de Titanio que imitan la fotosíntesis con una eficiencia apenas supera el 11%.

Los esfuerzos de investigación se han estado canalizando en las llamadas células solares orgánicas, que son células fabricadas con base en polímeros orgánicos, como ciertos tipos de plástico que tiene las mismas propiedades de conductividad que el Silicio pero que pueden ser impresos o adheridos casi que sobre cualquier tipo de material como una capa de pintura. Aunque estos paneles solares compuestos son más económicos, menos pesados y más fáciles de instalar; son un prospecto que aún se investiga y tienen eficiencia menor a 5%.

Por las características físicas y mecánicas de sus componentes, los paneles solares están protegidos por una cubierta de vidrio o una fina capa de resina translúcida que reduce el daño causado por la radiación y otros elementos externos, también se agrega una cimentación (baquelita o un polímero resistente). Las conexiones eléctricas deben ser en serie-paralelo para establecer el voltaje de salida total.

¹⁰ Disponible en Internet <http://www.inet.edu.ar/wp-content/uploads/2012/11/silicio.pdf>

La cimentación y el sustrato son conductores térmicos, las celdas se calientan al absorber la energía infrarroja que no es convertida en electricidad; debido al calentamiento de las celdas, disminuye la eficiencia en los paneles, por ello se debe limitar el calor que acumulan, dispersándolo o con un sistema de enfriamiento.

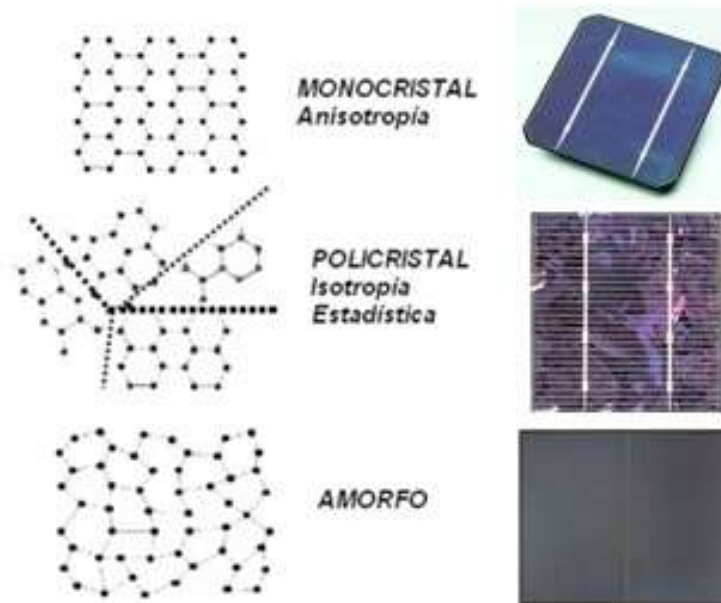
3.1.4.2 Componentes básicos de una celda solar de Silicio

Por la amplia disponibilidad del material y por ser uno de los procesos más rentables en cuanto a relación del costo versus eficiencia, las celdas de Silicio son las más populares a nivel comercial.

Estas celdas solares se elaboran utilizando placas mono cristalinas, placas poli cristalinas o láminas delgadas.

- **Las placas mono cristalinas:** Tienen un espesor de 0.3-0.5 mm. El proceso de elaboración es muy costoso y las placas sometidas a temperaturas que superan los 1300°C para facilitar la redistribución estructural. El Silicio es de una pureza muy elevada y tiene estructura cristalina casi perfecta.
- **Las placas poli cristalinas:** Se obtienen a través de un proceso de moldeo en el cual el Silicio fundido es vertido en un molde. Posteriormente tras solidificarse es cortado en placas de 0.5 mm aprox. Este proceso es más barato de producir, pero la eficiencia es menor a las celdas mono cristalinas debido a las imperfecciones en la estructura cristalina.

Fig. 2 Tipos de celdas solares (distribución estructura)



Apariencia y estructura del Silicio utilizado para celdas solares

Fuente: www.solar-facts-and-advice.com

“Una celda fotovoltaica de Silicio mono cristalino de 100 cm² puede producir cerca de 1.5 W de energía a 0.5 V de Corriente Continua y 3 A a plena exposición a la luz solar (1.000 Wm⁻²). La energía de salida de la célula es casi directamente proporcional a la intensidad de la luz del Sol, si la intensidad se reduce a la mitad, la energía de salida también se reduciría casi a la mitad¹¹”

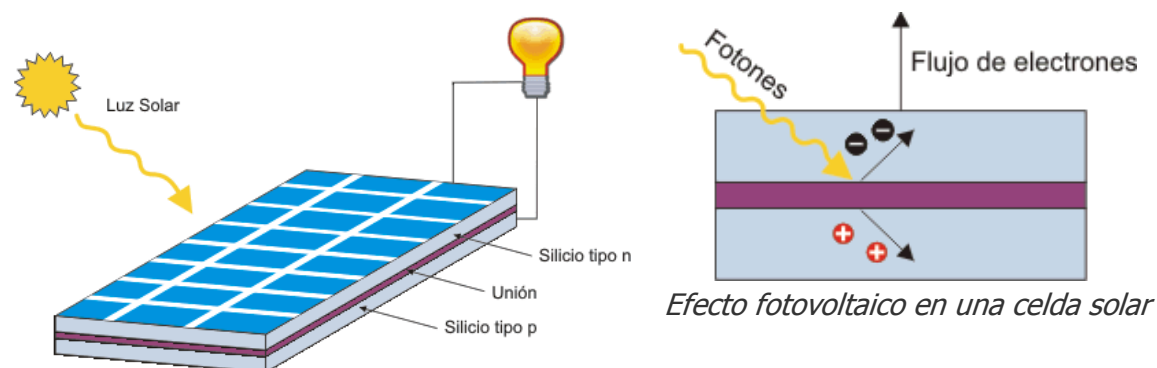
3.1.4.3 Funcionamiento de una celda solar de Silicio

*“Las celdas solares básicamente están formadas por dos tipos de material, generalmente **Silicio tipo p** y **Silicio tipo n**. La luz de ciertas longitudes de onda puede ionizar los átomos en el silicio y el campo interno producido por la unión que separa algunas de las cargas positivas (agujeros) de las cargas negativas*

¹¹ Disponible en Internet <http://www.slideshare.net/innovaroca/celdas-solares>

(electrones) dentro del dispositivo fotovoltaico. Los agujeros se mueven hacia la capa positiva o capa de tipo p y los electrones hacia la negativa o capa tipo n. Aunque las cargas opuestas se atraen, la mayoría de ellas solamente se pueden recombinar pasando a través de un circuito externo fuera del material debido a la barrera de energía potencial interno. Por lo tanto si se hace un circuito se puede producir una corriente a partir de las celdas iluminadas, puesto que los electrones libres tienen que pasar a través del circuito para recombinarse con los agujeros positivos¹²”

Fig. 3 Concepto funcionamiento energía solar



Fuente: energiasolarfotovoltaica.blogspot.com/

Fuente: *Energía Fotovoltaica*

La cantidad de energía que entrega un dispositivo fotovoltaico se determina por:

- El tipo y el área del material
- La intensidad de la luz del sol
- La longitud de onda de la luz del sol

El voltaje de la célula tiende a mantenerse constante ante el cambio de la intensidad de luz, la corriente en un dispositivo es casi directamente proporcional a la

¹² Disponible en Internet <http://energiasolarfotovoltaica.blogspot.com/>

intensidad de la luz y al tamaño de la celda. Para comparar las celdas se suele clasificar por Amperios por centímetro cuadrado del área de la célula.

3.1.5 Información general sobre baterías recargables

Con la popularización de equipos digitales y componentes electrónicos portátiles, las baterías o pilas recargables son cada vez más utilizadas.

La capacidad de energía de las pilas es medida en miliamperios por hora, (**mAh**). Al conocer el consumo de cada equipo se puede medir el tiempo de duración de uso de la pila en el dispositivo.

Si un dispositivo utiliza una batería que consume 200 mA y la pila tuviera capacidad de 1000 mAh, su duración será de $1000/200 = 5$ h (Aprox. sin tomar en cuenta otros factores que alteran el rendimiento)

Fig. 4 Baterías o pilas recargables



Cuando las baterías recargables son almacenadas, sufren un efecto denominado "auto descarga" que significa una pérdida gradual de la energía almacenada.

Fuente: www.levelup.com

Las pilas recargables pueden recibir recarga de energía, pero tienen un límite de recargas y cada vez por el deterioro de sus componentes almacenan una cantidad menor de energía. Otro factor que afecta todo tipo de batería es la exposición a temperaturas que superan los 35°C (recomendable una temperatura inferior a 15°C), puesto que deteriora rápidamente el tiempo de vida útil y ocasionalmente sufren combustión por reacción química.

3.1.5.1 Batería recargable de NiCd (Níquel Cadmio)

Fue de los primeros tipos de pila recargable, suelen ser las más económicas del mercado, pero tienen menor tiempo de vida útil, además de tener menor capacidad de carga.

Fig. 5 Batería de NiCd

Las baterías de Níquel Cadmio pueden sufrir el problema denominado "efecto memoria" (por su composición química), su indicador puede señalar carga completa a pesar que los niveles no son del 100%, si una pila tiene un efecto memoria de 15% de su capacidad, su carga real será del 85%. Éste efecto ocurre porque los residuos de carga en la pila inducen la formación de pequeños bloques de Cadmio. La forma de evitar el problema es que la batería esté totalmente agotada antes de realizar la recarga.



Fuente: www.levelup.com/

Las pilas NiCd cada vez se utilizan menos porque además del efecto memoria, su menor capacidad y del menor tiempo de vida útil; es muy contaminante debido a que el Cadmio es un elemento químico altamente tóxico y perjudicial para el medio ambiente. Se estima que puede ser recargada entre 1000 y 1.450 veces, tasa de auto descarga es de 25-35% mensual.

3.1.5.2 Batería recargable de NiMH (Níquel Metal Hidruro)

Las pilas NiMH son el tipo más utilizado porque tienen gran capacidad, mayor tiempo de vida y soportan más número de recargas (en relación con las NiCd, dependiendo del fabricante)

Fig. 6 Batería de NiMH



Las baterías de NiMH son consideradas menos contaminantes que otros tipos de baterías debido a que no utilizan materiales pesados, como el Cadmio.

Fuente: www.infosertec.com

Otra ventaja de ese tipo es la no existencia del efecto memoria. Dependiendo de la configuración y diseño, puede tolerar más entre 500 y 650 recargas. Tasa de descarga 20-30% mensual.

3.1.5.3 Batería recargable de Li-Ion (Litio Ion)

Éste tipo de baterías se hicieron populares porque rápidamente reemplazaron baterías NiCad y NiMh en dispositivos portátiles como celulares, laptops y otros equipos con un alto rendimiento, especialmente adaptados a las aplicaciones de la industria electrónica de gran consumo.

Fig. 7 Batería Li-Ion

Su costo es 40% mayor a las de NiCd, suele ser más confiable, posee un mayor tiempo de vida útil y tener mayor capacidad de carga. Sin embargo por su configuración especial (inclusión de dispositivos de seguridad para evitar sobrecalentamiento) es difícil encontrar pilas en los formatos AA y AAA con esa tecnología.



Fuente: www.solostocks.com.co/

Las baterías de Litio no sufren de efecto memoria pero no es conveniente dejarla descargar totalmente porque una recarga desde 0% hasta carga 100% puede conseguir que la batería se sobrecaliente durante el proceso, causando daños a las celdas y reduciendo su vida útil. Se estima que pueden soportar entre 300 y 950 recargas dependiendo del tipo de configuración y otros factores. Tasa de descarga 6-15% mensual.

3.1.5.4 Batería recargable de LiPo (Polímero de Litio)

Tienen la mayor recepción de energía con respecto a su tamaño, esta alta densidad de energía les permite casi que duplicar el rendimiento de las baterías de NiMH. Este tipo de batería suele ser económico y debido a sus características puede llegar a almacenar gran cantidad de energía, razón por la cual es de las más utilizadas para aeromodelismo.

Fig. 8 Batería LiPo

El proceso de recarga toma más tiempo que otro tipo de baterías, debido a que se consideran en etapa de desarrollo y por su composición química, son inestables, no toleran temperaturas que superen los 35°C, porque se deterioran estructuralmente e incluso pueden provocar combustión (la pila se expande rápidamente)



Fuente: www.hobbyking.com

A diferencia de otros tipos de baterías, no es recomendable permitir la descarga energética total porque por su composición se reduce rápidamente su vida útil o incluso queda inutilizada. Se estima que puede soportar entre 250 y 500 recargas. Tasa de descarga 5-12% mensual.

3.1.6 Cargadores

Son dispositivos utilizados para recargar las pilas. Por lo general se conectan a la red eléctrica de consumo doméstico o convencional y suelen tener un diseño especial para la batería relacionada con su fabricación.

Fig. 9 Cargador para baterías recargables



Aunque gran cantidad de baterías tienen similitud en tamaño, capacidad y apariencia; por motivos comerciales y de percepción, cada fabricante suele proponer un diseño exclusivo para sus productos, variando no sólo el tipo de acople para con las baterías y la forma, sino también regulando el voltaje y amperaje que suministra.

Fuente: www.made-in-china.com

El proceso de recarga consiste en pasar una corriente eléctrica a través de la pila de forma que la energía sea "capturada" y almacenada. A mayor corriente (cargadores más rápidos), menor será el tiempo requerido para la recarga, sin embargo, una mayor velocidad de recarga hace que aumente la generación de calor, motivo por el cual son preferibles los cargadores que puedan indicar cuando la pila está totalmente cargada. El calentamiento excesivo puede producir un efecto adverso al vaciar la pila e incluso bajo circunstancias extremas puede causar la explosión de la misma.

En el mercado se suelen utilizar cargadores que regulan a la baja el amperaje, a pesar que son más lentos, son considerados más seguros y terminan extendiendo la vida útil de las pilas.

3.2 IDENTIFICAR Y ANALIZAR PROYECTOS SIMILARES

3.2.1 Cargador Solar Universal

TABLA 02: Datos cargador Solar Universal



Batería recargable Li-Po: 1200 mA

Absorción de energía solar en condiciones óptimas:

Voltaje Input: 5 V

Corriente Input: 80 mA

Tiempo de carga utilizando energía solar: 10-15 h

Tiempo de re-carga utilizando un puerto micro-USB: 5 h

Rendimiento para dispositivos:

Voltaje Output: 5.5 V

Corriente Output: 350-800 mA

Tiempo que tarda en re-cargar baterías de dispositivos: 60-180 min (modelos sencillos de bajo consumo)

Conexiones: 1 USB A, 1 USB-Mini

Incluye cable con adaptador para diversos modelos Nokia, Blackberry o equipos con puerto USB, Sony Ericsson. 1 adaptador de 110 a 240V. 1 Cable USB Receptor 3.5. 1 3.5 cm M-F Cable. 4 Cables de cargador.

Temperatura Tolerada: -6°C a 40°C

Dimensiones: 11.5 x 6.5 x 1.5 cm

Peso: 95 g

Precio: \$26.400 aprox.

Fuente: www.made-in-china.com

Desventajas:

- *El diseño del circuito electrónico se basa en la fuente de poder, relacionados con 2 cables para abastecer energía (convencionalmente +/- rojo y negro), los dispositivos inteligentes de nuevas generaciones están programados para solicitar reconocer el sistema de reconocimiento, transmisión de datos y energía (las terminales se reconocen fácilmente al tener 4 cables, por convención adicional un cable verde y uno blanco)*
- *Posee tan solo una celda solar que suministra al aparato 50 mA, por tanto el tiempo de exposición a rayos solares aumenta considerablemente y requeriría casi 24 horas de recolección para alcanzar 100% de su capacidad de almacenamiento.*
- *Con 1200 mAh Tiene una capacidad de acumular energía muy limitada, (para efectos prácticos equivaldría a una sola carga de un teléfono inteligente o carga y media de un teléfono móvil de bajo costo)*

3.2.2 Solio: Cargador Solar

TABLA 03: Cargador Solar Solio



Batería recargable Li-Po 3.7 V 3200mAh

Absorción de energía solar en condiciones óptimas:

Voltaje Input: N/A V

Corriente Input: N/A Ah

Tiempo de carga utilizando energía solar: 8-10 h

Tiempo de re-carga utilizando un puerto micro-USB: 6 h 15 min

Rendimiento para dispositivos:

Voltaje Output: 5 – 5.5 V

Corriente Output: 450 mAh

Tiempo que tarda en re-cargar baterías de dispositivos: 90 min (para modelos de

Conexiones: 1 USB A, 1 USB-Mini

Cable micro-USB a USB para re-carga vía puerto USB y adaptador para conectar a red convencional. Incluye entrada para algunos modelos Samsung, Nokia, LG, Mini USB (Motorola, HTC, Blackberry, Garmin), Micro USB (Nokia, Motorola, Blackberry), Hembra USB para cargar equipos como iPod, MP4, etc.

Temperatura Tolerada: -4°C a 50°C

Dimensiones: 14.7 x 7.1 x 3.6 cm

Peso: 286 g

celulares de alto consumo energético tipo Smartphone)

Precio: \$195.800 aprox.

Fuente: www.solio.com/

Desventajas:

- *En la publicidad disponible en varios sitios, anuncia una variedad de terminales para conectar dispositivos, pero en la realidad tan sólo posee una terminal tipo USB A.*
- *El precio anunciado no incluye varios “costes adicionales”, casi que duplican el precio anunciado.*
- *El diseño del modelo depende de un lápiz que se inserta como eje de apoyo en el centroide hueco, de modo que funciona como un trípode apoyado sobre 2 de sus 3 aspas. Se considera una solución práctica para ajustar la inclinación y orientación del aparato, para los críticos genera una dependencia de un aditamento que no pertenece a la estructura y sin el cuál sería muy difícil estabilizar sobre una superficie plana por los 3 niveles que componen las aspas y cada uno de los cuales hay una celda solar.*

3.2.3 Solar Strap

TABLA 04: Cargador solar Solar Strap



Nokia
Large

Nokia
Small

Apple
30-pin

USB
Type Mini

USB
Type Micro

USB
Type A



Batería recargable Li-Po 5.5 V 1500 mAh

Absorción de energía solar en condiciones óptimas:

Voltaje Input: 5 V

Corriente Input: 500 mA

Tiempo de carga utilizando energía solar: 1-8 h

Tiempo de re-carga utilizando un puerto micro-

USB: 2 h 30 min

Rendimiento para dispositivos:

Voltaje Output: 5 V

Corriente Output: 1000 mA

Tiempo que tarda en re-cargar baterías de dispositivos: 90 min (para modelos de celulares de alto consumo energético tipo Smartphone)

Conexiones: 1 USB A, 1 USB-Micro, 1 USB Mini, 1 cable Apple 30-pin, 1 Cable Nokia largo, 1 acople Nokia pequeño

Cable de carga Apple, Cable de carga estándar, NOK-1, USB-4, adaptadores y guía de usuario USB-6 y USB-7.

Temperatura Tolerada: 0°C a 52°C

Dimensiones: 16.1 x 12 x 2.7 cm

Peso: 65 g

Precio: \$73.600

Fuente: www.suntrica.com/

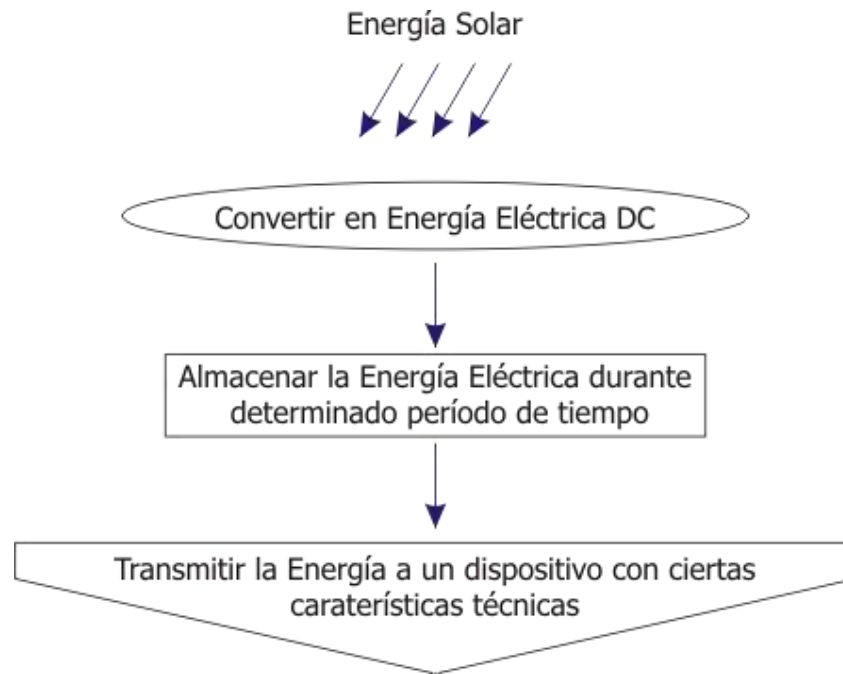
Desventajas:

- *Para permitir la flexibilidad se utilizan varias celdas pequeñas y en polímero flexible interconectado en serie y en paralelo¹³, al aumentar las interconexiones aumenta la probabilidad de una ruptura o fallo en el sistema y la disipación de la energía solar percibida.*
- *En los datos suministrados, a nivel comercial la batería del aparato alcanzaría 100% de almacenaje en 3 horas, según los datos obtenidos, el amperaje recibido por las celdas está por debajo de los 200 mA, casi que triplicando el tiempo requerido para alcanzar la máxima capacidad del aparato.*
- *Posee una terminal tipo pin para conectar el cableado a los dispositivos, depende de acoples intercambiables para cada caso (no incluidos)*
- *El precio comercial no incluye costos de importación ni elementos adicionales que aumentan el costo final casi 3 veces respecto al publicitado.*

¹³ Ver **3.5.3.2.1 Generalidades de las celdas solares**

3.3 DELIMITAR EL ANÁLISIS DE PROBLEMAS ENFOCADOS EN EL PROYECTO

3.3.1 Análisis preliminar - descomposición del problema



Enfoque de factores clave

- a. Convertir energía solar en energía eléctrica DC
 - Celda solar
 - Acumulador de energía (sólo si se requiere para estabilizar)

- b. Almacenar la energía eléctrica durante determinado período de tiempo
 - Sistema regulador eléctrico
 - Almacenamiento de energía (Op. batería recargable)

- c. Transmitir la energía a un dispositivo con predeterminadas características técnicas

- Adaptador eléctrico
- Conexiones para determinados dispositivos electrónicos (min. 3)

3.4 ESTRUCTURACIÓN Y ORGANIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN RECOPIADA

3.4.1 Radiación solar

“El Sol emite energía en forma de radiación de onda corta (Radiación Solar), se propaga en todas las direcciones a través del espacio mediante ondas electromagnéticas o radiación electromagnética proporcionada por las reacciones del hidrógeno en el núcleo del sol por fusión nuclear y emitida por la superficie solar. Después de pasar por la atmósfera, donde sufre un proceso de debilitamiento por la difusión, reflexión en las nubes y de absorción por las moléculas de gases (ozono y vapor de agua entre otros) y por partículas en suspensión, la radiación solar alcanza la superficie terrestre oceánica y continental que la refleja o la absorbe. La cantidad de radiación absorbida por la superficie es devuelta en dirección al espacio exterior en forma de radiación de onda larga, con lo cual se transmite calor a la atmósfera. Esta energía es el motor que determina la dinámica de los procesos atmosféricos y el clima¹⁴”

Fuente: www.minambiente.gov.co/

Los efectos que traen consecuencias en el sector de la agricultura e ingeniería han fomentado en el interés por la investigación de la radiación solar:

- El monitoreo del crecimiento de plantas
- Análisis de la evaporación e irrigación
- Arquitectura y diseño de edificios
- Generación de electricidad
- Diseño y uso de sistemas de calentamiento solar

¹⁴ Disponible en Internet www.minambiente.gov.co/

- Implicaciones en la salud (*cáncer de piel, estimular la síntesis de vitamina D, tratamiento de algunas dermatosis y algunos casos estimulando la síntesis de los neurotransmisores cerebrales*)
- Modelos de predicción del tiempo y el clima (entre otras aplicaciones)
-

TABLA 05: Conversiones útiles para radiación

Unidad	Equivalencia
1 vatio (W)	1 joule/segundo (J/s)
1 W*h	3,600 J
1 KW*h	3,6 MJ
1 W*h	3,412 Btu
1 Caloría	0,001163 W*h
1 Caloría	4,187 Joule
1 Kcal/s	4,1868 Kw
1 Kcal/h	1,163 W
1 cal/cm²	11,63 W*h/m²
1 cal/cm ²	1 langley (ly)
1 langley/min	0,06978 W/cm ² = 697,8 W/m ²
1 MJ/m ²	0,27778 kW*h/m ²
1 MJ/m ²	277,78 W*h/m ²
1 MJ/m ²	23,88 cal/cm ²
1 BTU	252 calorías
1 BTU	1,05506 KJ
1 Joule	9,48 x 10 ⁻⁴
1 Btu/pie ²	0,271 cal/cm ²
1 Btu/m ²	
1 cal/(cm ² *min)	60,29 MJ/m ² por día

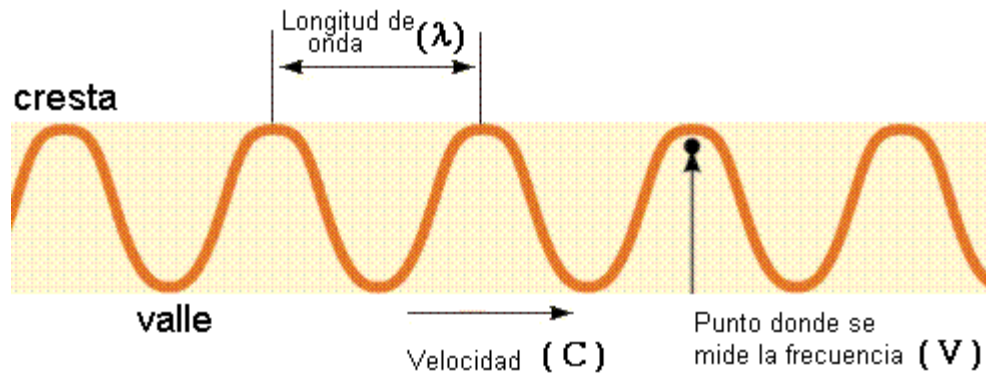
Fuente: <http://institucional.ideam.gov.co>

La radiación electromagnética se puede ordenar en un espectro en diferentes longitudes de onda, que se extiende desde longitudes de onda corta de billonésimas de metro (frecuencias muy altas medidas de nanómetros), como los rayos gama, hasta longitudes de onda larga (frecuencias muy bajas medidas en kilómetros) como las ondas de radio.

El espectro electromagnético no tiene definidos límites superior ni inferior y la energía de una fracción diminuta de radiación, llamada fotón, que es inversamente

proporcional a su longitud de onda (a menor longitud de onda mayor contenido energético)

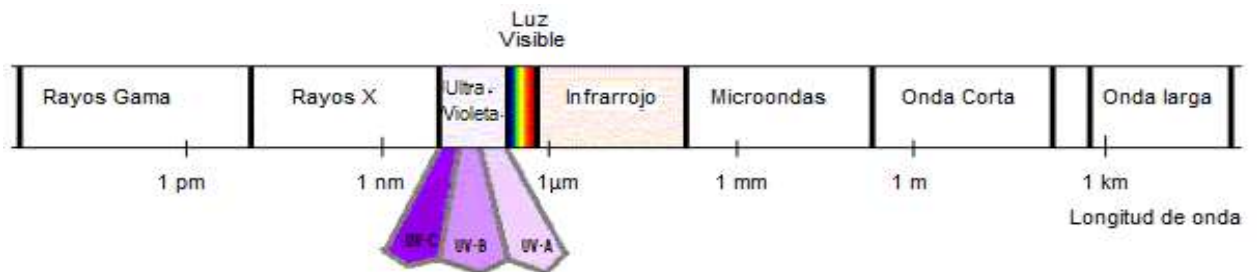
Fig. 10 Gráfica comportamiento de la onda



“Los fotones que se mueven a la velocidad de la luz c , son emitidos o absorbidos por la materia. La longitud de onda de la radiación está relacionada con la energía de los fotones, por una ecuación desarrollada por Planck: $E=hc/\lambda$ donde h es la constante de Planck, de valor $h=6,63 \times 10^{-34}$ Js”

Fuente: <http://umbra.nascom.nasa.gov/>

Fig. 11 Espectro de luz



Espectro electromagnético de la radiación solar

“La longitud de onda (λ) y la frecuencia (μ) de las ondas electromagnéticas, relacionadas mediante la expresión $\lambda\mu = C$ (donde C es la velocidad de la luz), son importantes para determinar su energía, su visibilidad, su poder de penetración y otras características. Independientemente de su frecuencia y

longitud de onda, todas las ondas electromagnéticas se desplazan en el vacío a una velocidad de $C = 299.792 \text{ km/s}^{15}$

Fuente: IDEAM

3.4.1.1 Radiación Ultravioleta (UV)

De la energía que El Sol emite a la Tierra, casi 7% corresponde a la radiación ultravioleta (UV). Es una forma de energía radiante invisible que cubre el rango de longitudes de onda entre los 100 y los 400 nanómetros.

La radiación ultravioleta no es visible, sin embargo, muchas de las lámparas ultravioletas emiten marginalmente parte de su luz en la zona adyacente del espectro visible, con lo que se observan de un color violeta.

Usualmente la radiación ultravioleta es clasificada en tres categorías (constituida por longitudes de onda ascendentes que van desde el UV-C, UV-B y UV-A)

TABLA 06: Rango longitud de onda radiación UV

Nombre	Tipo	Longitud de Onda (nm)
Ultravioleta cercano	N-UV	400 – 200
Onda larga	UV-A	400 – 320
Onda media	UV-B	320 – 280
Onda corta	UV-C	280 - 100
Ultravioleta lejano	F-UV, V-UV	200 – 10
Ultravioleta extremo	E-UV, X-UV	91,2 – 1

Fuente: Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales

¹⁵ Disponible en Internet <http://institucional.ideam.gov.co/jsp/index.jsf>

De acuerdo con la longitud de onda entre más corta, la radiación UV biológicamente es más dañina

La radiación solar viaja a través de la atmósfera terrestre antes de llegar a la superficie y en este recorrido toda la radiación UV-C y el 90% de la UV-B es absorbida por gases como el ozono, vapor de agua, oxígeno y dióxido de carbono, mientras que, la radiación UV-A es débilmente absorbida en la atmósfera. Debido a lo anterior, la radiación UV que alcanza la superficie de la tierra está compuesta en gran parte por la radiación UV-A (98%) y en menor grado por la UV-B (2%)

En el ser humano, la exposición prolongada a la radiación solar UV puede producir efectos agudos y crónicos en la salud de la piel (quemaduras grado 3), a largo plazo produce envejecimiento prematuro de la piel como consecuencia de la degeneración de las células, del tejido fibroso y de los vasos sanguíneos; puede lesionar gravemente el tejido ocular con reacciones de tipo inflamatorio, como la queratitis actínica.

“La radiación UV posee un alto poder germicida, por lo que se utiliza para la esterilización de elementos de uso especializado, principalmente instrumentos quirúrgicos, también para tratamiento germicida en la piel y otros usos controlados¹⁶”

3.4.1.2 Radiación Infrarroja (IR)

Las longitudes de onda de la radiación infrarroja son mayores que las de la luz visible. La radiación infrarroja es emitida por cualquier cuerpo cuya temperatura sea mayor que -273,15 grados Celsius (cero absoluto).

¹⁶ Disponible en Internet <http://www.bioterios.com/2013/post.php?s=2013-07-01-mtodos-de-limpieza-desinfeccion-y-esterilizacin>

TABLA 07: Rango longitud de onda radiación IR

Radiaciones Infrarrojas	Tipo	Longitud de Onda (nm)
Infrarrojo cercano	IR-A	(780) 700 – 1400
Infrarrojo medio	IR-B	1400 – 3000
Infrarrojo lejano	IR-C	3000 – 1000000 (1 mm)

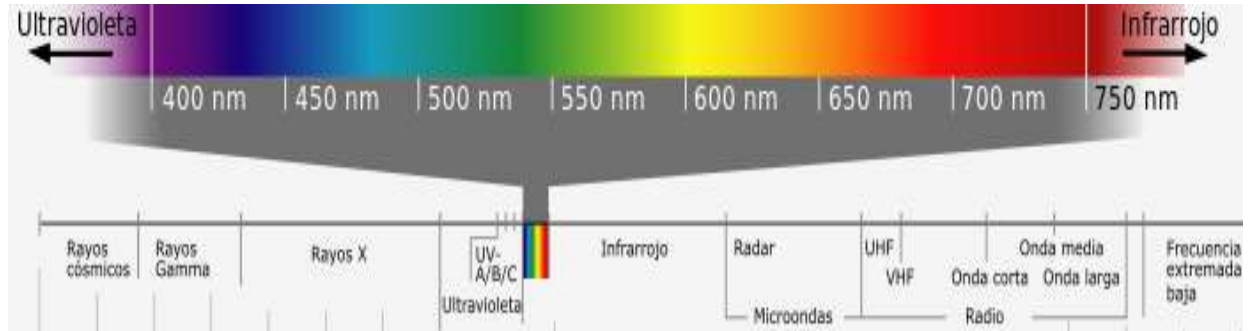
Fuente: Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales

El infrarrojo brinda información especial que no se puede obtener de la luz visible, muestra el calor que emana algunos objetos puesto que la radiación infrarroja no es calorífica en sí, sino cuando es absorbida (*la IR es percibido por el sentido del tacto como el calor que emana un objeto que está caliente y no se encuentra al rojo vivo*)

El principio de radiación infrarroja es aplicado en sistemas de visión nocturna, los mandos a distancia (control remoto) que generalmente utilizan los infrarrojos en vez de ondas de radio ya que no interfieren con otras señales. También se utilizan para comunicar a corta distancia los ordenadores con periféricos y la luz utilizada en las fibras ópticas es generalmente de infrarrojos.

3.4.1.3 Región Visible del Espectro

Fig. 12 Espectro visible para el ojo humano



Fuente: <http://www.zeitmaschinen.com/>

La región visible está comprendida por la radiación cuya longitud de onda es mayor a 400 nm y menor a 700 nm, puede percibir la sensibilidad del ojo humano. Aunque son radiaciones electromagnéticas que se desplazan con la misma velocidad los colores de luz se diferencian por su frecuencia y longitud de onda (Dos rayos de luz con la misma longitud de onda tienen la misma frecuencia y el mismo color)

TABLA 08: Rango longitud de onda de algunos colores

Color	Longitud de Onda
Violeta	0,42 mm ó 420 nm
Azul	0,48 mm
Verde	0,52 mm
Amarillo	0,57 mm
Naranja	0,60 mm
Rojo	0,70 mm

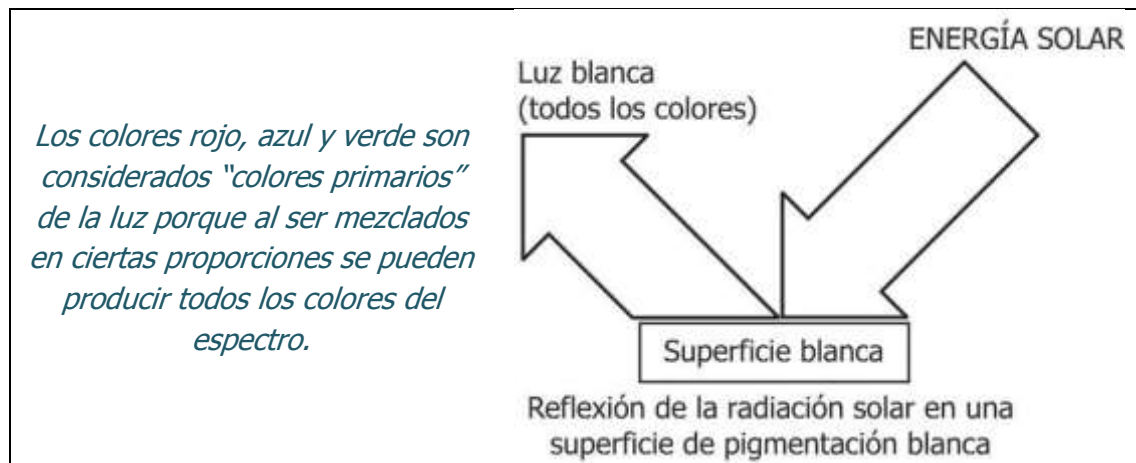
Fuente: Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales

La luz de color violeta es más energética que la luz de color rojo, porque tiene una longitud de onda más pequeña.

3.4.1.4 Percepción de Color

Cuando los objetos son iluminados por el Sol, los colores de las cosas corresponden al color de la luz que refleja, por eso es diferente un objeto pigmentado de rojo que un objeto al rojo vivo a causa de su temperatura, el primero no se ve en la oscuridad y el segundo sí.

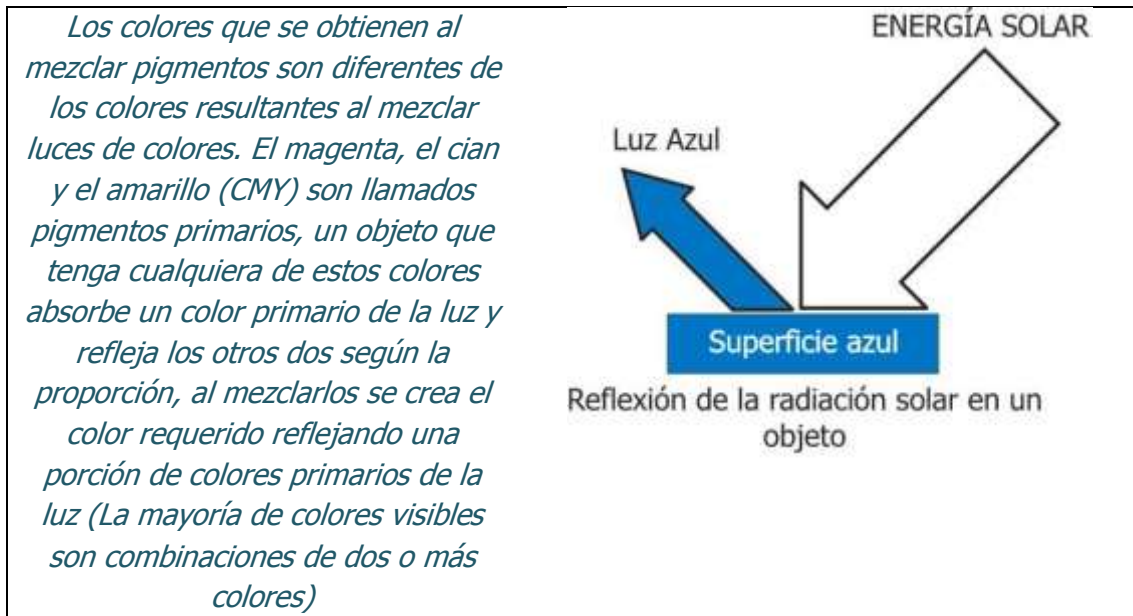
Fig. 13 Percepción de luz blanca



Fuente: www.cubasolar.cu - Imagen elaborada por el autor

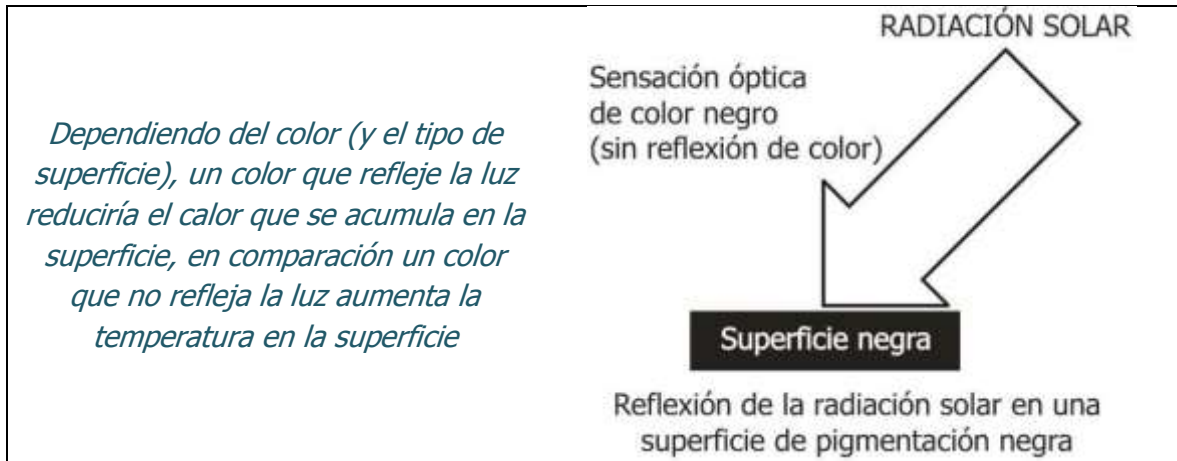
La retina del ojo tiene células sensibles a los colores de la luz. Algunas células responden sólo al rojo, otras responden al verde y hay otras células que responden solamente al color azul. Si en la retina inciden cantidades iguales de luz roja, azul y verde, vemos blanco; pero cuando sólo incide el rojo y el verde, se percibe el color amarillo.

Fig. 14 Percepción de luz color azul



Fuente: www.cubasolar.cu - Imagen elaborada por el autor

Fig. 15 Percepción de color negro



Fuente: www.cubasolar.cu - Imagen elaborada por el autor

Los diferentes materiales absorben algunos colores y reflejan el color con que vemos el objeto. Los objetos que percibimos de color negro absorben todos los colores (no reflejan ninguno), los objetos de color blanco son los que reflejan todos los colores.

3.4.1.5 Relación entre Color y Calor

Para relacionar calor y color se toma como ejemplo un quemador (soldadura de acetileno, gas natural), reduciendo el flujo de aire la combustión se torna débil por falta de oxígeno y la llama toma un color anaranjado y que impregna con hollín a causa de la mala combustión (el humo negro es carbono sin combustión)

En contraste si aumenta el paso de aire para mejorar la oxigenación, se logra una llama de color azul, sin humo (indica combustión total y mayor temperatura de emisión). Con una regulación óptima la llama será azul-violeta, lo que indica aún más temperatura.

La luz que emite la llama (su calor), será también relativamente más alta a medida que su color de emisión derive hacia el violeta. Es así como la luz blanca (con todos los colores), está contenida en una pequeña sección del espectro y los colores representan distintas cantidades de energía por ende el calor.

Si un objeto desprende un color más allá del violeta, estará emitiendo ultravioleta, que es el caso de una soldadura por arco eléctrico. La luz emitida por ella es de tal intensidad que el soldador debe utilizar protecciones especiales para no perder la vista o quemarse la piel con la luz ultravioleta.

3.4.2 Mapa de Radiación Solar

3.4.2.1 Distribución Global de la Radiación Solar

Debido a que superficie del planeta no recibe de manera uniforme la radiación solar, la posición relativa de la Tierra respecto al Sol y el movimiento alrededor del astro,

hacen que el ecuador se reciba más energía que en los polos y que en verano llegue más que en invierno.

TABLA 09: Constante Solar

$$I_0 = 1.367 \text{ W/m}^2$$

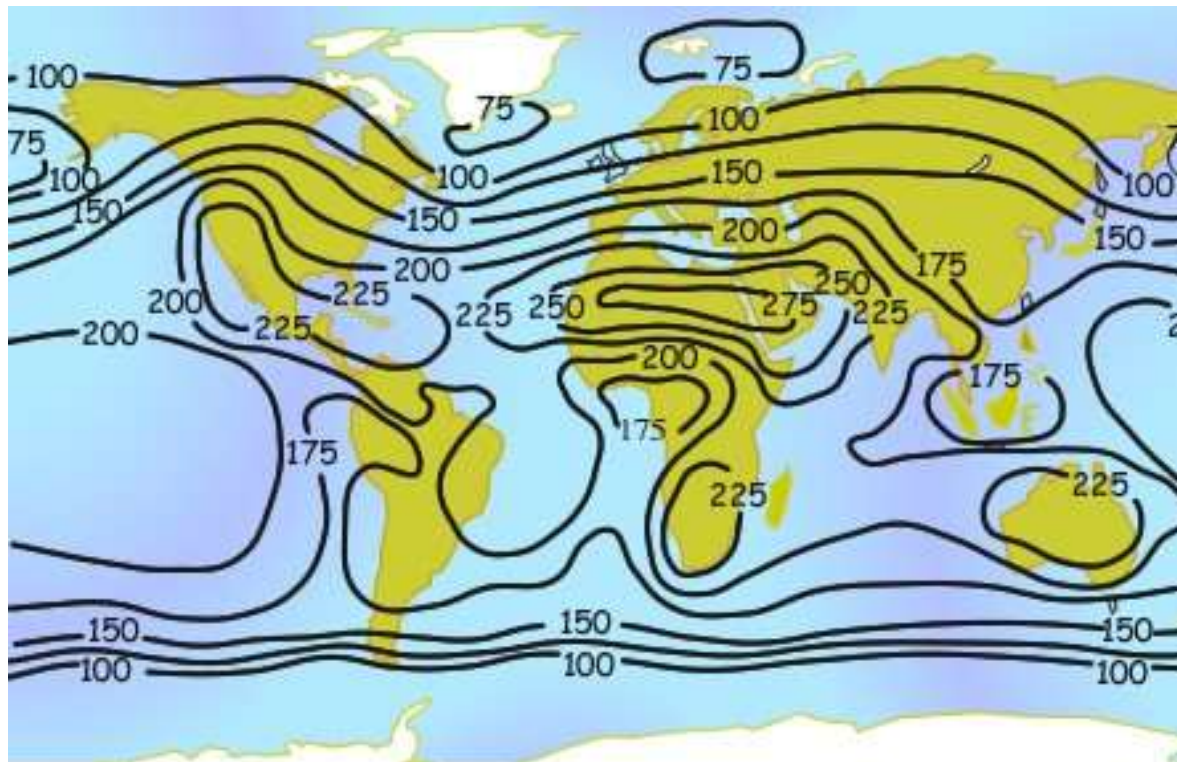
$$I_0 = 433.3 \text{ Btu/(ft}^2\cdot\text{h)}$$

$$I_0 = 1,96 \text{ cal/(cm}^2\cdot\text{min)}$$

Fuente: <http://institucional.ideam.gov.co/>

El flujo medio incidente de radiación solar en el tope de la atmósfera es aprox. 342 w/m^2 ($\frac{1}{4}$ de la constante solar) y se reduce en la superficie a unos 170 w/m^2 (por reflexión y absorción)

Fig. 16 Distribución global de la radiación

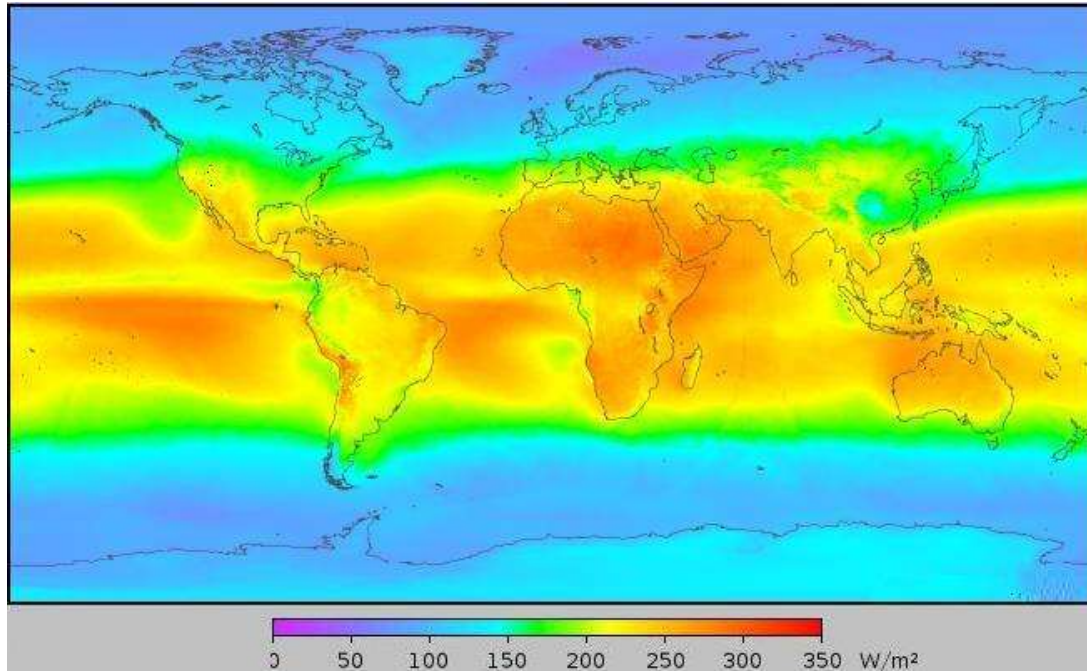


“Radiación solar media recibida en superficie, máximo de 275 W/m² en regiones despejadas de nubosidad del Sahara y Arabia, mínimo 75 W/m² en islas brumosas del Ártico”

Fuente: <http://homepage.mac.com/uriarte/maprad.html>

El valor máximo de radiación se concentra en las zonas subtropicales, entre los 30° de latitud Norte y 30° latitud Sur, debido a que los rayos solares inciden casi en forma perpendicular sobre esta zona, principalmente en la época de verano.

Fig. 17 Incidencia global de la radiación



“Durante la noche polar de cada hemisferio, la radiación solar que llega es cercana a cero, en el día polar la radiación solar en los polos es equivalente a la radiación solar de latitudes medias del hemisferio opuesto al día polar, pero las temperaturas no son equivalentes, ya que en días polares las temperaturas son siempre cercanas o menores a 0°C”

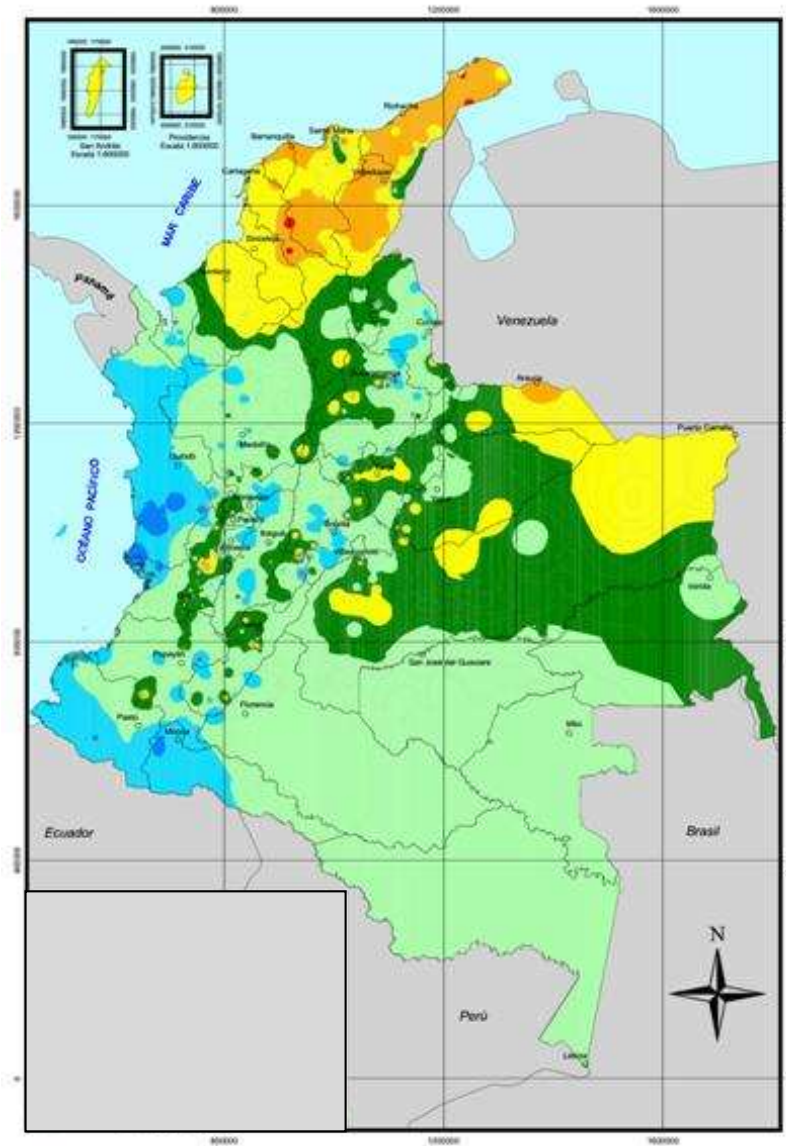
Fuente: <http://solucionessolares.blogspot.com>

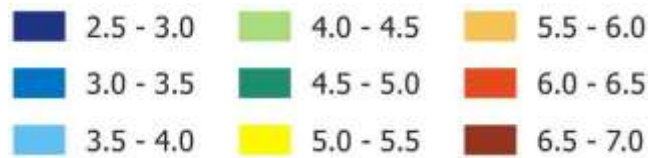
3.4.2.2 Distribución de la Radiación Solar en Colombia

Nuestro país se encuentra en la zona privilegiada por la incidencia solar al encontrarse casi que en el ecuador, exceptuando la atenuación debido a la barrera natural que forman los sistemas montañosos y la acumulación de nubes por acción de las corrientes costeras, el choque de frentes lluviosos, formaciones de cúmulos en los páramos y el ciclo de lluvias tropicales entre otros factores.

Al Norte de la región Caribe se presentan valores de radiación solar que en promedio supera los 225 W/m^2 , hacia el sur del país los valores promedian entre 200 y 175 W/m^2 (en algunas zonas es menor a 175 W/m^2); En el resto del país los valores están en el rango de 200 a 225 W/m^2 .

Fig. 18 Distribución de la Radiación en Colombia





“Promedio en kWh/m² de la radiación solar global acumulada en el día que incide sobre el territorio colombiano, kWh que en promedio inciden durante el día sobre un metro cuadrado; es una distribución espacial más específica (equivalencia entre W/m² y kWh/m² por día, los primeros se multiplican por 24 y se dividen por 1.000)”

Fuente: IDEAM

En la mayor parte del territorio la radiación solar global incide en promedio de 4,0 a 4,5 kWh/m² por día, predomina gran parte de la Amazonía, la región Andina, región Pacífica y Orinoquia.

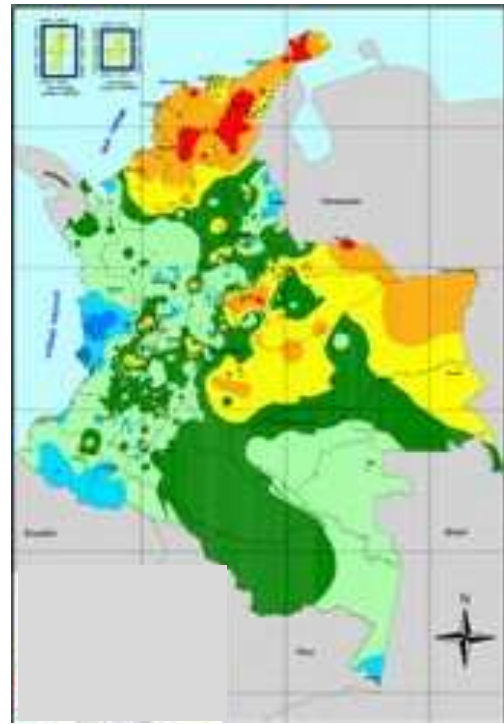
- Mayor intensidad de radiación, superando los 5,0 kWh/m² por día: Región Caribe, Nororiente de Orinoquia, sectores de Meta y Casanare y pequeños sectores en Cauca, Huila, Valle, Tolima, Cundinamarca, Boyacá, Santander, Norte de Santander, Antioquia y las Islas de San Andrés y Providencia.
- Los valores más altos entre 5,5 a 6,0 kWh/m² por día o superiores: La Guajira, Norte y Sur del Magdalena, Norte de Cesar y reducidos sectores en Atlántico, Bolívar, Sucre y Arauca.
- Menor intensidad de radiación solar valores inferiores a 3,5 kWh/m² por día: Sectores de Chocó, Valle, Cauca, Nariño, Putumayo, Tolima, Eje Cafetero y Santander.

Fig. 19 Distribución de la radiación solar global acumulada diaria según el mes

Enero

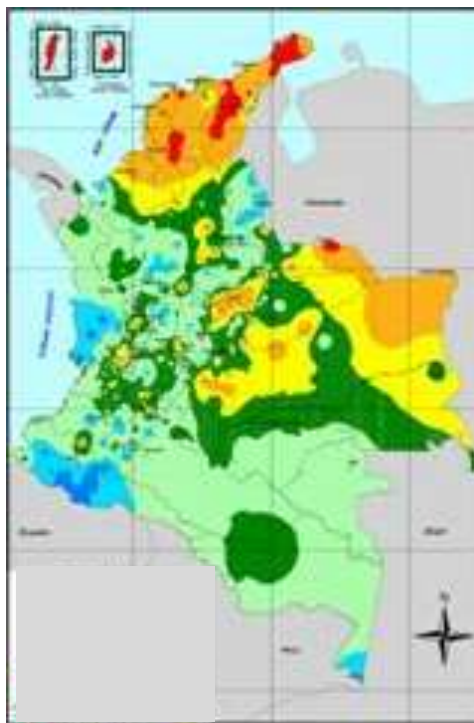


Febrero

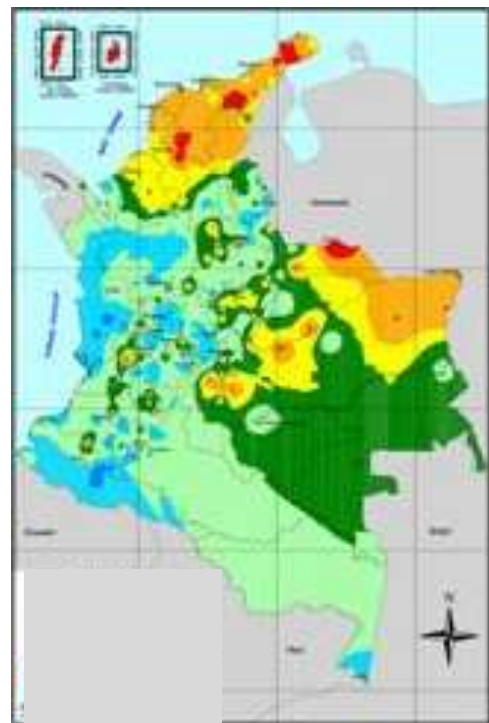


Marzo

Abril



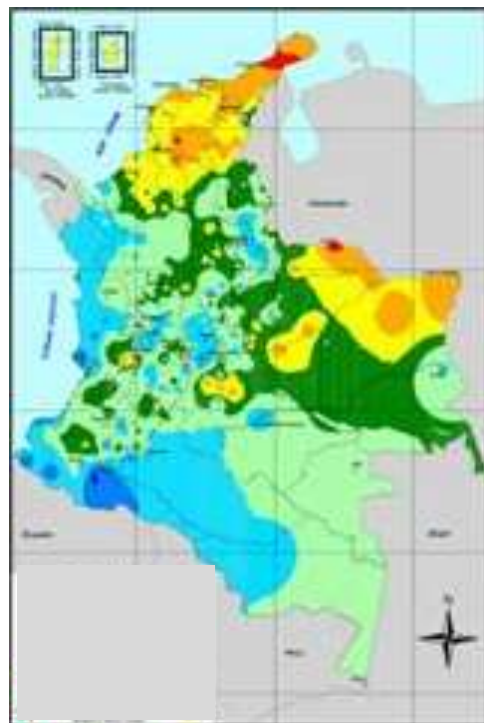
Mayo



Junio



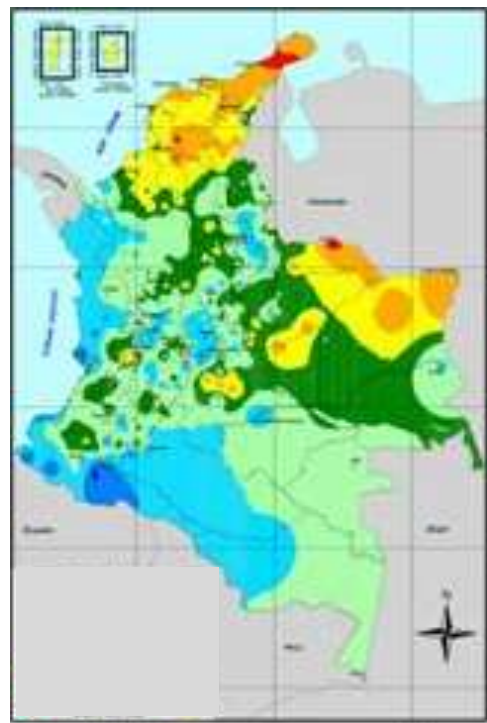
Julio



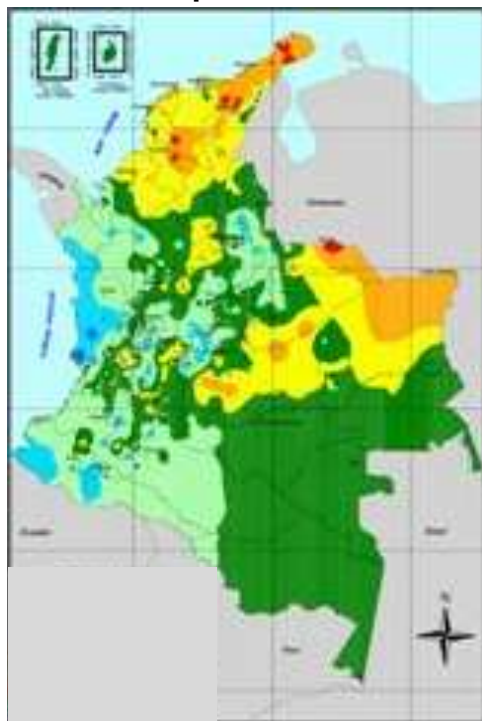
Agosto



Septiembre



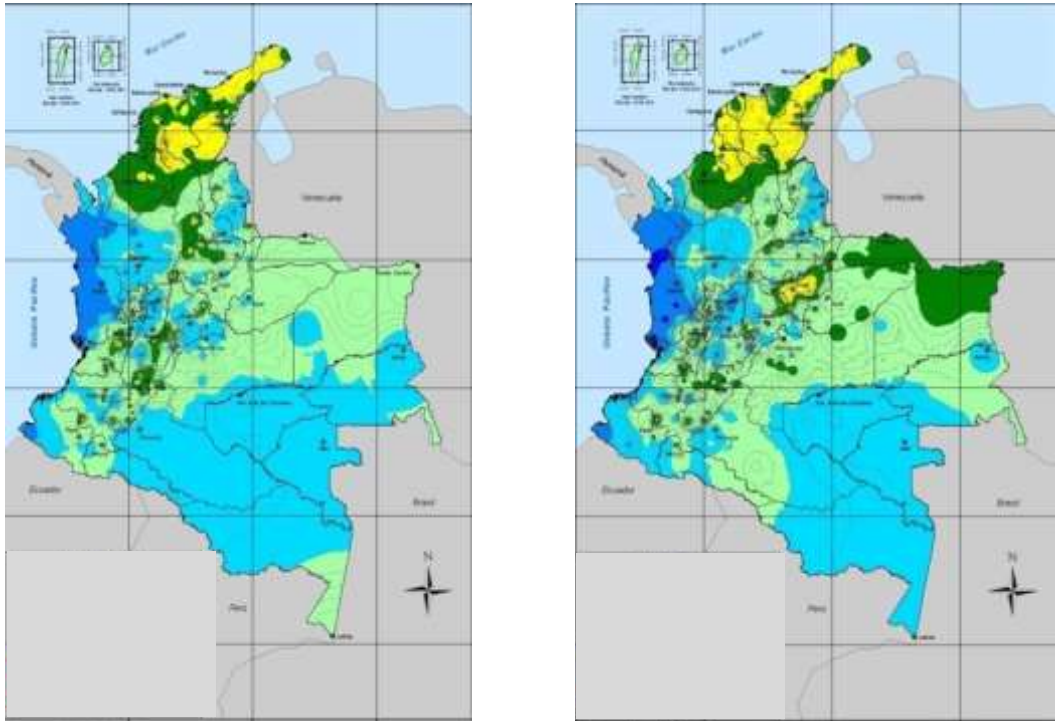
Octubre



Noviembre



Diciembre



Fuente: IDEAM

Desestimando factores como: Estación o época del año, ubicación global, “la proyección de luz solar se mueve cerca de 15 grados por hora y la mayor incidencia de energía solar será entre las 10 am y las 2 pm¹⁷” (en nuestra región con ligera incidencia desde el Norte)

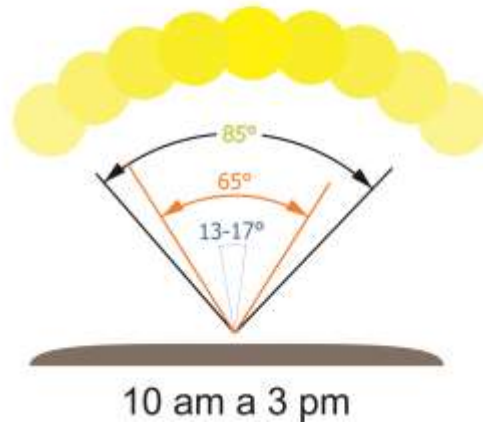
Fig. 20 Estimado de incidencia solar según horario

¹⁷ http://institucional.ideam.gov.co/jsp/sistema-de-informacion-ambiental_1011

Ángulo de barrido en una hora (aprox)



Ángulo de incidencia según el horario de mejor aprovechamiento



Fuente: El autor a partir de la información recopilada

Al considerarlo un elemento pasivo que debe estar en un sitio fijo y con el propósito de mantener la estabilidad, se sugiere simplemente apoyarlo en una superficie casi que horizontal para que el usuario no tenga que estarlo reorientando cada hora.

3.5 ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS E INFORMACIÓN RECOPIADA PARA EL MODELO

3.5.1 Características para la forma y el tamaño del modelo

3.5.1.1 Requerimientos de la forma y la superficie

Al igual que otros implementos tecnológicos, el tamaño del prospecto está relacionado con el volumen virtual del “componente electrónico” y la disposición de sus piezas y/o fases. La idea está planteada para ser manipulable y portable, aunque no es prioritario, es necesario tener en cuenta la antropometría y la anatomía de la mano en algunos aspectos.

Parte de los requerimientos funcionales que se contemplan son:

- Al asumir la exposición a factores ambientales, suciedad, restos orgánicos, etc.; se debe proponer un diseño liso sin ranuras o con una textura que no acumule residuos de elementos con los que ha tenido contacto.
- La forma debe proporcionar al menos una tenue adaptabilidad a la anatomía y fisiología de la mano tomando en cuenta que eventualmente podría ser manipulado bajo circunstancias adversas que dificulten la sujeción del objeto (humedad, fuerte viento, partículas de tierra, yerba, etc.).
- El diseño debe proporcionar estabilidad física al objeto, para ser apoyada en superficies irregulares o con ligera inclinación (se estima para pendientes de 5 a 30° sobre praderas, placas de piedra, tierra arcillosa, etc.).

- Lograr un diseño cuya apariencia sea apliques de planos, simple o doble curvatura (restringir formas punzantes o cortantes que puedan producir daños a otros elementos o a la integridad del usuario)
- Preponderar un diseño uniforme o sin variaciones abruptas que debiliten la estructura. Los ángulos agudos o perfiles de ángulo recto y las estriaciones en la forma se consideran concentradores de esfuerzo que hacen la estructura propensa a fallos y fracturas.

3.5.1.2 Requerimientos ergonómicos y de uso

Uno de los requisitos establecidos inicialmente, es que el recolector de energía solar sea de uso individual, con restricciones en cuanto a capacidad (incluyendo forma y tamaño).

Los movimientos de las manos son difíciles de estudiar debido a la rapidez con que se efectúan y a la complejidad en el desarrollo de una tarea. Por ello los movimientos debe observarse con mucha atención. Cuando sea posible es aconsejable el uso de cámaras para luego poder estudiar con detenimiento la tarea y hacer un análisis acertado de la misma (principio de análisis estereométrico y cronológico)

El factor anatómico-fisiológico permite tomar situaciones similares para dispositivos de uso cotidiano como mandos de video-juegos, tableros con botones y perillas, similitudes para accionar o mover el objeto. El factor antropométrico proporciona parte de las dimensiones para diseño y su disposición espacial (se emplea el dato a percentil 95 de tablas antropométricas basadas en estudios de alcance de las falanges distales y área considerada funcional en la palma de la mano)

- “Facilidad de uso” al proponer un diseño cuyas funciones y tamaño sean aceptables para una manipulación por cortos intervalos y cuya forma no entorpezca su activación
- Facilidad de mantenimiento, principalmente al facilitar la limpieza del aparato
- Limitar el número de interacciones para el usuario. Reducir en la medida de lo posible acciones como: Ubicar el aparato en un sitio adecuado para la recarga, conectar el dispositivo a cargar, la activación para ponerlo en funcionamiento (movimientos basados en dispositivos similares)

**Como apartado especial y por la configuración del diseño, es necesario especificar problemas de seguridad con advertencia por sobrecalentamiento, riesgos de contacto con el agua y degradación por otros factores previamente establecidos.*

Al analizar otros dispositivos, la mayoría tiene un sistema indicador que se enciende cuando está activo o en funcionamiento, y también un indicador que señala la cantidad de energía que queda almacenada en la batería; sería un aditamento a tener en cuenta para el diseño del recolector solar.

3.5.1.3 Aspecto formal y disposición de los componentes

A pesar que el diseño propuesto es considerado como un “objeto pasivo” con el cual el usuario va a tener un contacto limitado y esporádico (posiblemente cuestión de minutos, incluso segundos); para determinar ciertos aspectos funcionales se toma como base estudios o investigaciones que tienen que ver con la antropometría de la mano, algunos movimientos vinculados con las extremidades superiores.

“... investigaciones antropométricas efectuadas por Dempster comprendían el análisis de fotografías de los perfiles de la mano a medida que ésta se movía sobre una serie de planos frontales espaciados a intervalos de 15 cm. Se utilizaron ocho tipos diferentes de agarre manual, en los que la mano, al asir un instrumento manejable, estaba en una de ocho orientaciones fijas (supina, prona, invertida y según ángulos específicos), pero la mano podía desplazarse libremente sobre el plano en cuestión. Se resumieron los datos medios obtenidos de 22 hombres, a fin de caracterizar las diferentes áreas funcionales del espacio tridimensional de los individuos, y se desarrollaron cinetoforas para cada tipo de agarre mostrando gráficamente los perfiles medios de los trazos, a medida que se los fotografiaba desde cada uno de los tres ángulos: desde arriba (transverso), desde el frente (corona) y desde el lado (sagita)”

Antropometría aplicada y espacio de trabajo

Factores humanos en ingeniería y diseño

ERNEST MC.CORMICK

En décadas recientes y con el constante desarrollo de mandos y consolas de videojuegos, se puede aprovechar este desarrollo para integra parte de algunos conceptos aplicados por los fabricantes (Multimillonarias investigaciones que para bien o para mal han aumentado considerablemente el conocimiento sobre las funciones y limitaciones manuales)

Fig. 21 Imagen comparativa de la evolución de los mandos para video-juegos y sistemas portátiles

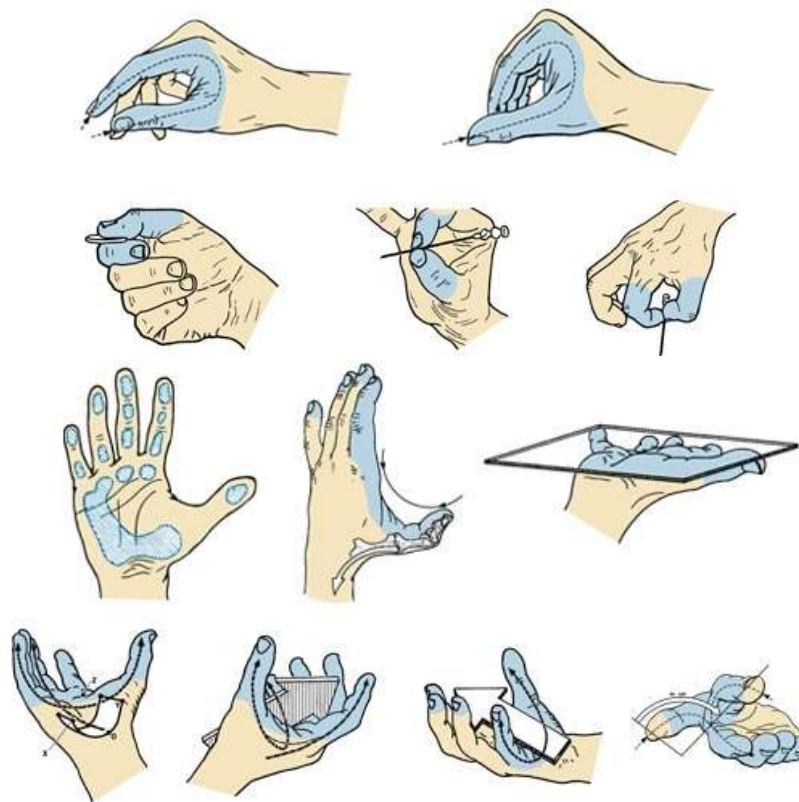


Fuente: <http://www.vidaextra.com/>

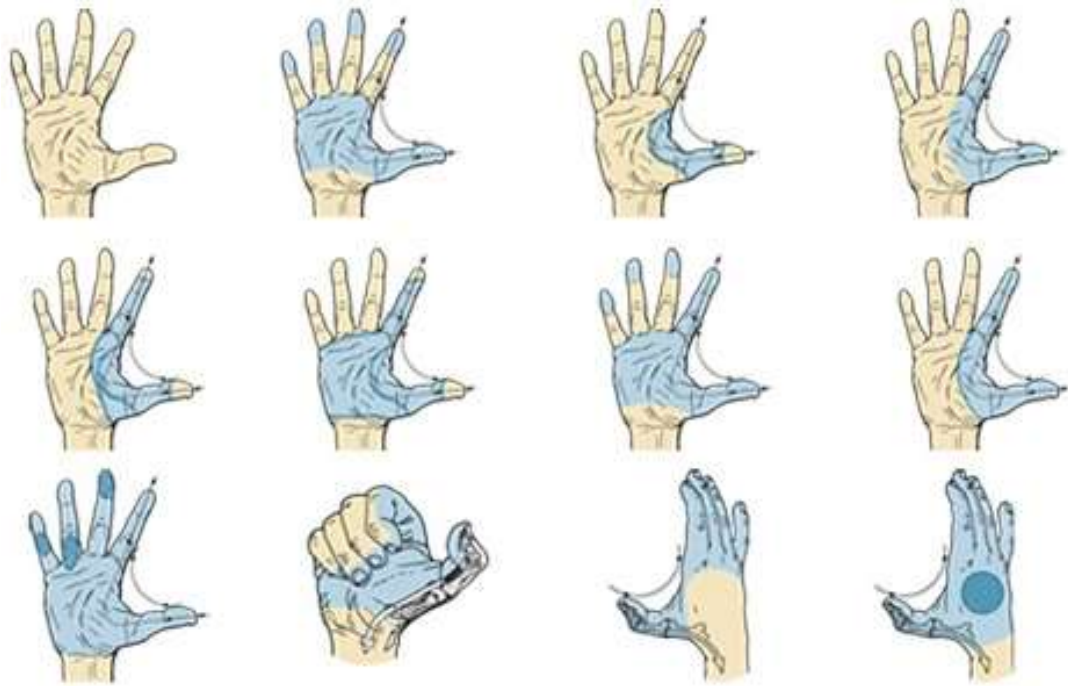
Al mostrar la forma de agarrar cada control o mando, se puede observar la progresión conceptual, no solo aumenta la complejidad de la función, sino que también la aplicación ergonómica

Se puede plasmar como se percibe algunos movimientos y/o acciones que se ejecutan con la mano, sea por pinzamiento, agarre o sujeción, accionamiento, soportar con mayor superficie de contacto, etc. ¹⁸

Fig. 22 Síntesis de algunos movimientos de la mano y áreas que implicadas por acción o contacto



¹⁸ Ver ANEXO 2: Esquemas movimientos de la mano y extremidad superior – Tablas antropométricas guía



Fuente: <http://www.mafepe.com>

3.5.1.4 Requerimientos estéticos

Al proponer un elemento para uso en exteriores y/o en sitios apartados, implícitamente se debe intentar atraer la atención del usuario para evitar que lo extravíe u olvide en el sitio donde inicialmente lo ubica.

Aunque no responde exclusivamente a la apariencia externa de los objetos y es parte del conjunto general. Se quiere aprovechar el aspecto estético como algo complementario en el componente estructural y de cierto modo captar la atención visual del usuario.

Es necesario proporcionar una diferenciación visual llamativa para el producto, el uso de colores intensos es una buena opción pero es necesario restringir tonos oscuros que intensifiquen la recepción y acumulación de calor en la estructura por absorción de radiación solar. Se busca transmitir cierta naturalidad y al mismo

tiempo un toque de modernidad, por ello se quiere brindar un estilo sencillo pero orgánico que cumpla con las expectativas funcionales y estructurales.

3.5.2 Material de la Estructura principal

Aunque los paneles suelen ser elaborados en materiales estándar, la carcasa o estructura que contiene el componente electrónico varían según el diseño y las propiedades físicas que cada fabricante desea; la prioridad es proteger la integridad de la celda solar, el sistema electrónico y la unidad de almacenamiento de energía.

Uno de los materiales más utilizados para las carcasas suelen ser aleaciones metálicas con recubrimiento de pintura electroestática o aplicaciones en poliuretano y otros compuestos poliméricos, sin embargo la adherencia de dichas aplicaciones no es permanente y depende de los cuidados del usuario y el desgaste por uso.

3.5.2.1 Características requeridas para el material de la estructura

Al analizar una serie de recomendaciones y análisis previos, las características a tomar en cuenta para el material de la estructura (y/o carcasa) son:

- **Aislante térmico:** La unidad de almacenamiento de energía suele presentar afectación en su rendimiento cuando la temperatura supera los 15°C gradualmente disminuye su calidad técnica e incluso puede sufrir daños permanentes e incluso combustión al superar los 50°C (ciertos componentes electrónicos soportan rangos de 75°C a 110°C). Por la naturaleza del proyecto, se asume que la carcasa estará expuesto a la incidencia directa de la radiación solar y se debe procurar que la estructura no se deforme, presente agrietamientos, ni sufra combustión. Según los datos recopilados se establece un margen de exposición tentativa de 43°C a 52°C, asumiendo que el material reduzca aproximadamente 5% a 10% la temperatura interna con

respecto a la superficie expuesta (el margen estimado que pueden soportar la mayor parte de componentes electrónicos del recolector)

- Resistencia a la degradación por exposición a rayos Ultra Violeta: La incidencia de rayos UV suele degradar la estructura molecular de diferentes tipos de materiales, principalmente polímeros y/u otros de origen orgánico
- Aislante eléctrico: El modelo va a contener un frágil circuito eléctrico que debe estar protegido de descargas eléctricas o indeseadas variaciones de corriente por factores externos, también es necesario que el usuario no reciba choques eléctricos generados por un desperfecto o fallo en el sistema electrónico del diseño propuesto.
- Resistencia al impacto: Considerando el uso para exteriores, se debe asumir que tendrá que soportar caídas, abrasiones o impactos con objetos contundentes (es recomendable un material que se deforme levemente de modo que absorba parte del impacto sin que lo transmita en su totalidad al componente electrónico)

Algunas consideraciones secundarias a tomar en cuenta son la manipulación y contacto con residuos orgánicos, sales minerales y otro tipo de contaminantes relacionados con la transferencia por contacto con el usuario, insectos, animales o por superficies en las cuales se encuentre ubicado el objeto; efectos en exteriores como la lluvia o partículas suspendidas en el ambiente. De cierto modo se plantea un objeto manual y portátil, aunque va a ser un objeto pasivo (sostenido esporádicamente por el usuario, es conveniente considerar un material cuyo peso sea aceptable sea para transportarlo con una mano o depositarlo en un sitio fijo)

3.5.2.2 Selección y análisis de material

A partir de las características generales de cada material considerado y los requerimientos establecidos, se ha optado por proponer un material polímero (por defecto una mezcla que permita aprovechar una mayor cantidad de características físicas y químicas), puesto que logra cubrir la mayor cantidad de requerimientos pre-establecidos.

Clasificando los polímeros según las propiedades físicas y la clase de uso, básicamente se catalogan en elastómeros, plásticos y fibras (algunos polímeros son difíciles de definir puesto tienen distintas propiedades según la temperatura)

TABLA 10: Propiedades físicas de los polímeros

Propiedades	Elastómeros	Plásticos	Fibras
Ejemplo	Caucho natural, PoliIsobutileno, Poli Cloropreno	Poli Estireno, Acetato de PoliVinilo, Cloruro de PoliVinilo	Celulosa, Poliamidas
Estiramiento	1000% aprox.	100-200% aprox.	10-20% aprox.
Naturaleza de la deformación	Total, reversible e instantáneamente elástico	Leve elasticidad reversible y leve deformación permanente	Leve elasticidad instantánea, leve elasticidad retardada y leve deformación permanente.
Influencia de la temperatura en las propiedades mecánicas	Elasticidad aumenta con la temperatura, a temperaturas bajas son quebradizos e inextensibles	Elasticidad depende de la temperatura	Elasticidad casi que independiente de la temperatura entre -50°C y +150°C
Tendencia a cristalizar	Muy baja	Moderada	Muy elevada

Fuente: www.quimicaorganica.org

TABLA 11: Clasificación según la estructura

Termoplásticos
<p>Principalmente derivados del petróleo, constituidos por cadenas débilmente unidas entre sí, a temperatura ambiente se consideran "blandos" y deformables, se funden al ser calentados y quedan en estado vítreo al enfriarse</p> <ul style="list-style-type: none">- PVC: Tuberías, impermeables, botas, mangueras- Poli Estireno: Envases y Tetrabriks- PoliEtileno (HD, MD, LD): Papeleras o canecas para basura, contenedores, cajones, juguetes, bolsas, vasos, cubiertos, etc.- Metacrilato: Faros, porta carteles, gafas de protección, etc.- Teflón: Cinta sellante para tuberías de agua y gas, cubiertas antiadherente en sartenes, utensilios de cocina, paletas, etc.- Celofán: Cintas de embalaje, envasado, empaquetado, etc.- Nylon: Tejidos, cepillos, hilos para pesca, encordado de raquetas
Termoestables
<p>Proviene de derivados del petróleo, las cadenas por las que están formados se encuentran unidas fuertemente y en muchas direcciones, al someterlos al calor se vuelven rígidos, solo pueden ser calentados una vez, no se deforman, suelen ser duros y extremadamente resistentes, pero por su estructura son más frágiles que los termoplásticos.</p> <ul style="list-style-type: none">- Poliuretano: Colchones, esponjas sintéticas, barnices y pegamentos, etc.- Resinas Fenólicas: Carcasas de electrodomésticos, mangos (asas o agarraderas), etc.- Melamina: Accesorios eléctricos, aislantes térmicos y eléctricos
Elastómeros
<p>Obtenidos mediante proceso de vulcanización (mezclar de caucho con productos químicos como Azufre y calentando a 160°C aprox.) para maximizar ciertas propiedades como la elasticidad. Formados por cadenas unidas lateralmente y plegadas sobre ellas mismas, al aplicar fuerza se estiran, son adherentes y duros.</p> <ul style="list-style-type: none">- Caucho natural: Aislantes, neumáticos, etc.- Caucho sintético: Componentes de vehículos, tuberías, esponjas, etc.

Fuente: www.quimicaorganica.org/

Los polímeros se ven afectados en alguna medida por la exposición a la luz del sol y la radiación ultravioleta. El problema principal es que hay muchos parámetros que afectan el nivel de exposición y hay varias formas de proporcionar resistencia a dichos efectos.

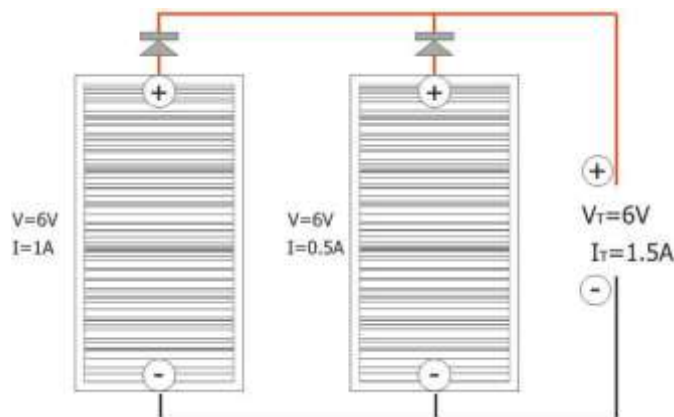
Tras analizar coste económico, disponibilidad a nivel local y las propiedades físico-químicas de algunos productos, inicialmente se toma en cuenta el PVC (Poli Cloruro de Vinilo), pero ante consideraciones ambientales y su comportamiento físico, se opta por el PVA (Poli Vinil Acetato) mezclado con otros componentes para lograr complementar algunas propiedades¹⁹

3.5.2.3 Selección de las celdas solares

Las celdas fotovoltaicas generan una cantidad de energía limitada, para maximizar el rendimiento en un sistema se pueden conectar celdas “iguales” (mismo voltaje y amperaje) en serie o en paralelo según la producción que se desee obtener.

3.5.2.3.1 Generalidades de las celdas solares

Fig. 23 Celdas que comparten las mismas características conectadas en serie



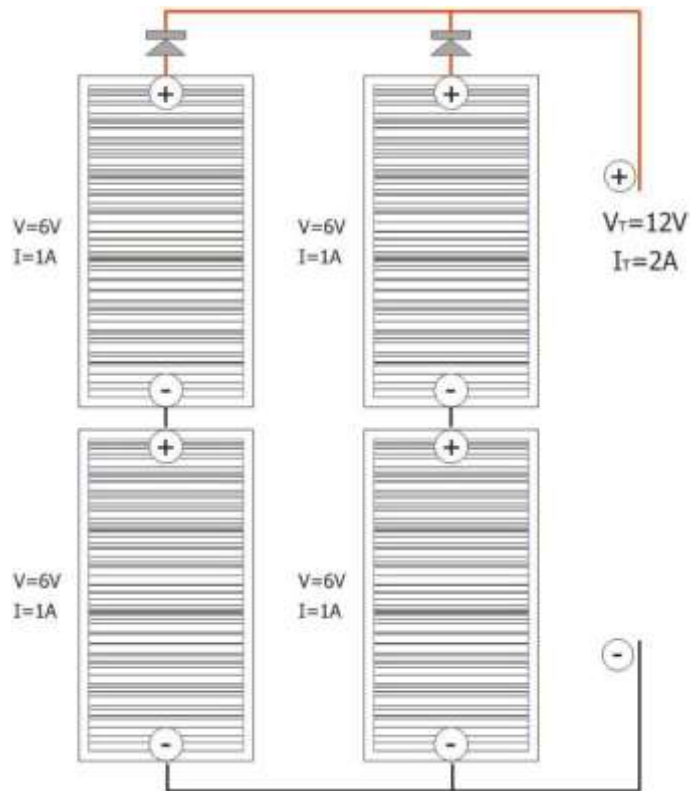
Fuente: <http://www.corpoema.com> - Imagen elaborada por el autor

“Conectar en Serie: El voltaje total de la serie será la suma de los voltajes individuales de cada una de las celdas, la corriente de salida será igual a la corriente de una celda”

¹⁹ Ver ANEXO 3: Polímeros propuestos, componentes adicionales e información general

“Conectar en Paralelo: La corriente total será la suma de las corrientes individuales de cada celda y el voltaje será el mismo que el de una celda”

Fig. 24 Celdas que comparten las mismas características conectadas en serie-paralelo



Fuente: <http://www.corpoema.com> - Imagen elaborada por el autor

“Conexión Serie-Paralelo: La corriente total será la suma de las corrientes individuales de las celdas en paralelo y el voltaje la suma de las celdas en serie”

- En la mayoría de las aplicaciones se conectan las celdas tanto en serie como en paralelo, el número de celdas paralelas en cada grupo conectado determina la corriente que se puede suministrar.

- Para protección, el módulo está recubierto con vidrio o con una delgada capa de silicio altamente translúcido y las líneas de conexión eléctrica están protegidas de la corrosión con una ligera capa de teflón.
- La forma de las celdas puede ser circular, hexagonal, rectangular y cuadrangular; por razones de distribución las más eficientes son las rectangulares que aprovechan al máximo el área de recepción.
- La celda de Silicio está construida para operar en un rango de temperatura entre los -65°C y 125°C , aunque pueden soportar mayores temperaturas (250°) el período es limitado a menos de 30 minutos (incluso puede soportar aún más por períodos más cortos). Su comportamiento es muy bueno a bajas temperaturas, a medida que incrementa la temperatura que recibe la celda, el voltaje decae aproximadamente 2 mV por cada grado centígrado en contra tendencia el amperaje se incrementa 0,5 mA aprox. (los fabricantes suelen calcular la capacidad con una temperatura de 25°C) El desgaste de las celdas tiene como resultado de la vida útil, principalmente depende del deterioro de las conexiones eléctricas, pero en general la degradación traducida en disminución de la potencia con el tiempo alcanza los 20 años.

3.5.2.3.2 Selección de la celda solar

El circuito depende directamente de la capacidad de la celda solar a utilizar, por tanto es uno de los primeros elementos a seleccionar entre componentes para el proyecto.

Ante el creciente interés en la energía renovable en nuestro país, algunos sitios comerciales en la ciudad expenden elementos relacionados con este tipo de tecnología. La apertura económica y la tan mentada globalización han favorecido el ingreso de elementos relativamente económicos que fluyen a través del Puerto

de Buenaventura desde Asia y otras partes del mundo *(Como peculiaridad, todos afirman haber importado las celdas de la República Popular de China)

TABLA 12: Información obtenida de las celdas disponibles en el mercado local

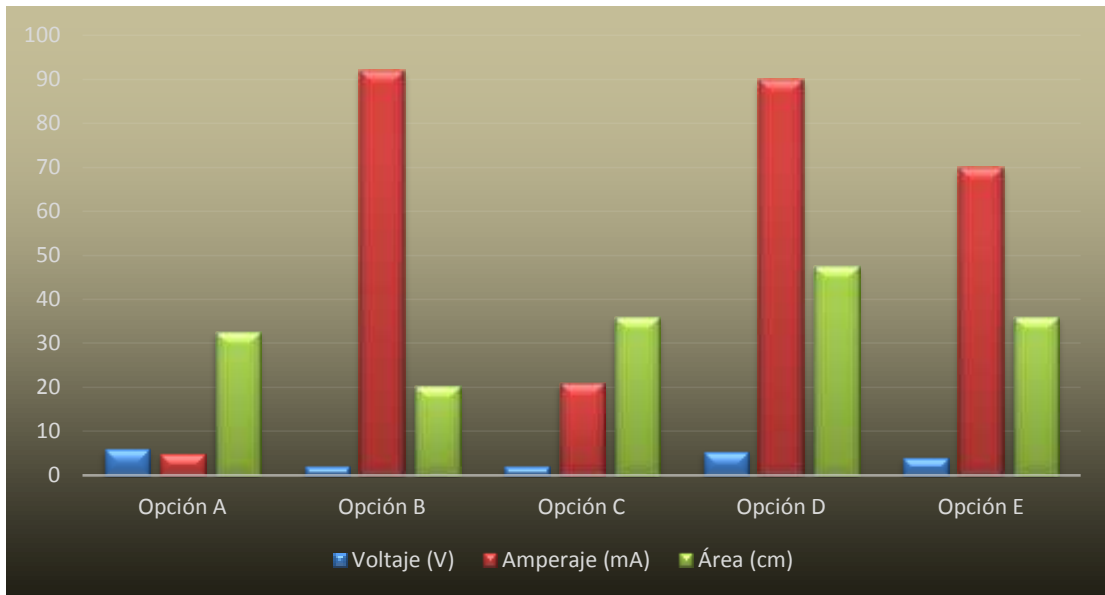
<p>Opción A Tamaño (cm) 8.6 x 3.8 V=6V I=50mA</p> <p>(Logra el mayor Voltaje, nótese la distribución irregular)</p>	
<p>Opción B Tamaño (cm) 4.5 x 4.5 V=2V I=92mA</p> <p>(Distribución de la rejilla más densa con respecto al área, logra el mayor Amperaje)</p>	
<p>Opción C Tamaño (cm) 6.0 x 6.0 V=2V I=21mA</p> <p>(Distribución ineficiente, pésimo rendimiento)</p>	
<p>Opción D Tamaño (cm) 9.5 x 5.0 V=5.5V I=90mA</p> <p>(Aparentemente la distribución no es la más eficiente, pero logra un buen resultado en cuanto al Voltaje y Amperaje obtenidos)</p>	
<p>Opción E Tamaño (cm)</p>	

<p>6.0 x 6.0 V=4V I=70mA</p> <p>(Es la única con recubrimiento vítreo, es frágil y tiene un buen desempeño)</p>	
 <p>El área de aprovechamiento en cada celda difiere notablemente, sin embargo se opta por la celda designada como opción D, puesto que es la que mejor relación tiene tamaño vs rendimiento</p>	

(Las lecturas de voltaje y amperaje se tomaron en condiciones óptimas en días soleados aproximadamente a las 12 m con un multímetro digital UNI-T UT39C)

Fuente: El autor basado en datos recopilados

TABLA 13: Gráfico comparativo de las celdas



Como se puede apreciar la Opción D logra el mejor rendimiento en equilibrio entre Voltaje y Amperaje, ligeramente por encima de la Opción B
Fuente: El autor basado en datos recopilados

Las celdas aquí presentadas tienen las rejillas elaboradas con **Silicio Poli cristalino**²⁰, sin embargo difiere la distribución y el aprovechamiento del área total y de cierto modo la cantidad de energía recopilada.

Al retomar la información técnica de la celda escogida, se sabe que el máximo voltaje que suministrará es de 5.5V y el amperaje se estima alrededor de los 90mA. Las consultas preliminares con los especialistas en la materia sugieren que una sola celda no va a generar suficiente amperaje para alimentar el sistema de manera aceptable. Para solucionar este inconveniente se plantea utilizar al menos 2 celdas en serie y garantizar un mayor flujo de corriente para el sistema.

²⁰ **3.1.4.2 Componentes básicos de una celda solar de Silicio**

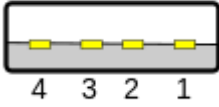

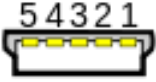





3.5.3.3 Tipo de conexiones seleccionadas para conectar los dispositivos

Desde la aparición del teléfono móvil y la introducción masiva después del año 1991, la población mundial se ha visto empujada por un mercadeo de consumo, sistemas y redes virtuales; no solo han proliferado los equipos portátiles, también se desbordó el consumo de energía para cada dispositivo. Cada fabricante impulsó sus propios diseños para conexiones y poder recargar cada equipo (generalmente cada modelo de teléfono móvil o cámara digital debía tener su cargador exclusivo, no era raro que para el año 2005 las personas tuviesen engavetadas una gran cantidad de cables, adaptadores y extensiones de equipos extraviados, averiados o simplemente en desuso)

Afortunadamente, esa proliferación ha mermado gradualmente, sea porque se reconsideró la funcionalidad o por simple estandarización implícita en la producción a gran escala para obtener artículos más económicos (casi todo se produce en China, Taiwán, Corea del Sur, Malasia y Vietnam)

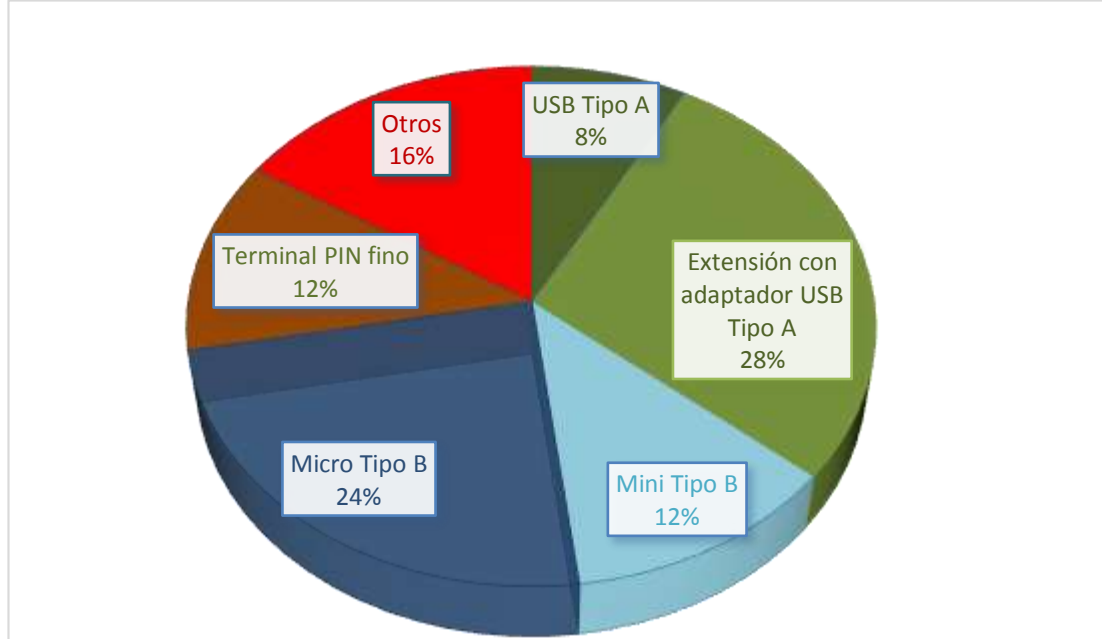
Hoy por hoy, la conexión tipo USB (clásica) predomina en el mundo de los dispositivos electrónicos, es un elemento obligatorio para el presente proyecto; sin embargo prevalecen otros formatos para enlaces, por eso al realizar un breve sondeo entre los dispositivos más comercializados y utilizados, se ha optado por las siguientes configuraciones:

TABLA 14: Tipo de puertos incluidos para conexión de red

<p>USB Tipo A (4 pines) Conexión estándar para computadores y sus periféricos (teclado, mouse, webcam, etc.) memorias USB extensiones para cámara digital...</p>	<p>4.5 mm x 12.0mm</p> 	
<p>Mini Tipo B (5 pines) Discos duros externos, reproductores mp3, mp4 entre otros...</p>	<p>3.0 mm x 6.8mm</p>  <p>Mini-B</p>	
<p>Micro Tipo B (5 pines) Utilizado para teléfonos móviles, teléfonos inteligentes, tabletas, unidades GPS, PDA, etc.</p>	<p>2.3 mm x 7mm</p>  <p>Micro-B</p>	
<p>Terminal de pin fino Utilizado para teléfonos móviles de fabricantes chinos, algunos teléfonos de baja gama o procedencia europea, y como entrada de respaldo para dispositivos...</p>	<p>Diám. 2 mm</p>  <p>Pin Fino</p>	

Fuente: <http://artzeizdeandres.wordpress.com/>

Dispositivos con terminales propuestas



Fuente: El autor a partir de una muestra aleatoria tomada del mercado

3.5.3.4 Almacenamiento de la energía

Como ya se había mencionado, la forma más práctica de almacenar la energía es utilizando una batería de alto rendimiento y recargable tal y como las que utilizan gran cantidad de juguetes, electrodomésticos, herramientas inalámbricas y equipos electrónicos de alto rendimiento o que tienen considerable consumos de energía eléctrica.

3.5.3.4.1 Proceso de selección de la batería para almacenamiento

Al comprobar la disponibilidad de baterías en el mercado, analizar sus “pro y contras”²¹, se habría considerado la batería de Ion-Li, pero la posible reacción por el calor al que va a estar expuesto y saber requiere algunos cuidados adicionales,

²¹ **3.1.5 Información general sobre baterías recargables**

lleva a considerar más seguro el uso de la batería Li-Po (paradójicamente para algunos expertos la batería Li-Po es simplemente una variante de las Ion-Litio).

Las baterías de Li-Ion disponibles individualmente para teléfonos móviles, tabletas y otros equipos en los cuales se consideran “intercambiables”, suelen tener una apariencia consistente y sólida enfundada en una carcasa de rígida

Fig. 25 Baterías de Ion-Li para cámara digital



3.8V - 680mAh



3.7V - 680mAh

Fuente: www.olympus.es www.sony.com.co/

Antes de la aparición de los teléfonos inteligentes (voraces consumidores de energía), las baterías para teléfonos móviles escasamente llegaban a 900 mAh, posteriormente debido a las nuevas exigencias tecnológicas, ha ido en aumento el desarrollo de baterías que superan los 1420-1800 mAh. Una tableta o un teléfono inteligente, escasamente proporcionará 8 a 10 horas de funcionamiento a plena capacidad hasta que sus múltiples funciones drenen la carga energética.

Fig. 26 Batería iPhone5 3.8V - 1440mAh



Fuente: www.apple.com/la/iphone/

Un factor constante en la mayoría de los dispositivos portátiles (exceptuando computadores portátiles o laptop que requieren más de 10V), el Voltaje de la batería que los alimenta se ha mantenido en 3.7 Voltios (DC).





Se estima que casi el 90% de las baterías para dispositivos portátiles tienen esta configuración de voltaje de 3.7V, debido a la uniformidad en la producción y el diseño de los circuitos con que los regulan y abastecen. La entrada de tensión para recargar los aparatos suele ser de 5V, incluyendo las nuevas tabletas, los teléfonos Samsung Galaxy y la problemática serie de iPhone (de los pocos fabricantes que insisten en tener sus propios cargadores, agregando pequeños seguros de reconocimiento o minúsculos cambios de potencia, para que sólo acepte su propio dispositivo)

La evolución de las baterías Li-Po ha llevado a intentar almacenar mayor cantidad de energía en menor volumen virtual. En años recientes este tipo de baterías ha pasado de una forma de caja, a una más esbelta y laminar que la hace propicia para dispositivos pequeños o con limitaciones de espacio.

Éste constante aumento de capacidad lleva a tomar medidas adicionales, como por ejemplo aplicar una cobertura con materiales aislantes distribuidos en capas

(similar al tetrabrik), estas delgadas cubiertas plásticas, de aluminio y algún otro material; aparte de proteger, regulan la temperatura ayudando a aislar y disipar el calor que recibe o genera la batería.

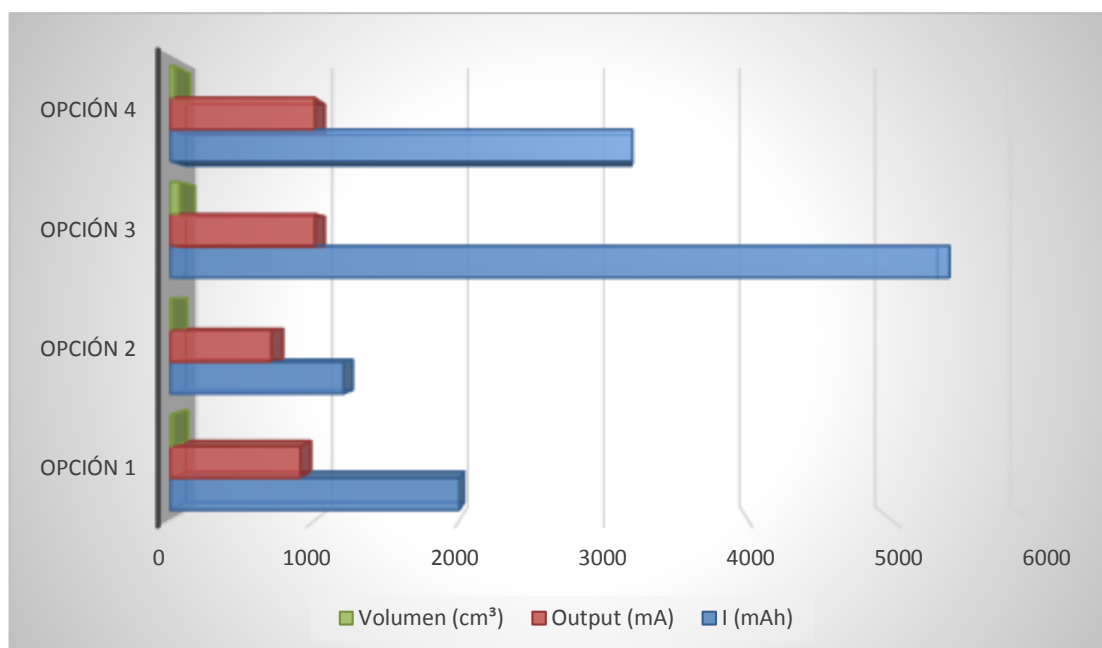
TABLA 15: Baterías propuestas para el proyecto

Opción 1		<p>Batería Li-Po Voltaje 3.7V I=2000mAh Out=900mA nominal* Tamaño (mm): 70x39x7</p>
Opción 2		<p>Batería Li-Po Voltaje 3.7V I=1200mAh Out=N/P* Tamaño (mm): 60x36x5</p>
Opción 3		<p>Batería Li-Po Voltaje 3.7V I=5400mAh Out=1000mAh Tamaño (mm): 80x68x12</p>
Opción 4		<p>Batería Li-Po Voltaje 3.7V I=3200mAh Out=1000mAh nominal Tamaño (mm): 70x50x9</p>

Fuente: El autor con información obtenida por sondeo

Fuente: <http://spanish.tomsi-battery.com>

Gráfico comparativo de las baterías



Fuente: El autor

El ideal sería una batería de volumen muy reducido y cuya capacidad fuese la más alta, pero en este caso son dos aspectos inversos, a mayor capacidad, mayor tamaño por la cantidad de placas y material que se debe apilar.

Utilizar una batería de 5400mAh ofrecería al menos tres o más recargas a dispositivos de alto consumo antes de tener que recibir más energía solar. Pero así mismo el proceso de recarga tomaría mucho tiempo, dependiendo de la cantidad de celdas y la disposición del circuito podría tardar más de 18 horas de exposición a energía solar en condiciones óptimas antes de completar una carga al 90% (sin mencionar otras implicaciones técnicas)

Para justificar la carga vs rendimiento, se ha optado por la batería de 3200mAh (número 4), proporcionaría poco más de 2 recargas a un dispositivo de alto consumo y requeriría menos de 15 horas para recibir la energía necesaria y acumular al menos 80% de su capacidad almacenable.

3.5.3.5 Indicador de activación del cargador

En el apartado de requerimientos ergonómicos se mencionó agregar un indicador que permitiera saber cuándo estaba activo el dispositivo²², para dicho propósito es lícito aprender de la experiencia de algunos fabricantes de componentes tecnológicos y analizar las soluciones que han ofrecido.

3.5.3.5.1 Requerimientos del indicador de activación

Uno de los propósitos del aparato es almacenar energía para suministrarla a otros dispositivos, por tanto este sistema indicador debe ser económico en cuanto a consumo energético y no drene innecesariamente en su propio funcionamiento.

Otra característica que se puede considerar es que permita al usuario identificar su activación rápidamente sin necesidad de encontrarse cerca del aparato.

3.5.3.5.2 Selección del tipo de indicador

Sin mayores expectativas se decidió imitar el sistema visual con luces LED que implementan los dispositivos alimentación para equipos recargables, específicamente cargadores y adaptadores analizados para el presente proyecto.

Las luces LED tienen un bajo consumo energético y durante el último decenio el interés por sus propiedades han impulsado el desarrollo de diseños cada vez más eficientes para múltiples aplicaciones: Luminarias, luces para vehículos, linternas, iluminación navideña, circuitos, juguetes, tableros electrónicos, pantallas de TV, etc. Aparte de su eficiencia destaca la vida útil de cada LED, las nuevas

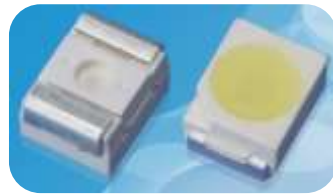
²² Ver 3.5.1.2 *Requerimientos ergonómicos y de uso*

generaciones en algunos casos puede sobrepasar 10.000 horas de servicio e incluso superan 20.000 según los materiales, el proceso de fabricación y la capacidad.

TABLA 16: LED²³

<p>El "diodo emisor de luz" LED (siglas en inglés), es un dispositivo electrónico en estado sólido, hecho de semiconductores sellados, con una capa fosforescente que genera luz, están encapsulados en plástico translúcido. No se considera un bombillo (no cuenta con filamento). El haz de luz no se crea por calor, sino que lo emiten directamente los electrones.</p>	
 <p>Diferentes tipos de diodos, los de primera generación suelen ser de mayor tamaño y menor capacidad</p>	
<p>Los LED de última generación son más eficientes, más pequeños y con la evolución de procesos su vida útil puede superar las 25.000 horas</p>	

²³ Ver ANEXO 4: Información general sobre el LED



Diodo de superficie (alta luminosidad)

Fuente: www.ecat.lighting.philips.es

Fuente: www.varta-consumer.com

3.5.3.6 Componente técnico y electrónico del cargador solar

El diseño y elaboración del circuito electrónico requiere el conocimiento de los ingenieros electrónicos o personal especializado en este campo. Durante el proyecto la constante consulta de retroalimentación y la asesoría técnica ha sido fundamental para lograr las especificaciones planteadas o modificar los alcances.

3.5.3.6.1 Especificaciones técnicas del prospecto

TABLA 17: Datos técnicos

<i>Batería recargable: Li-Po</i>	<i>3.7V, 3200 mAh</i>
<i>Absorción de energía solar en condiciones óptimas:</i>	<i>Corriente 80-110 mA Voltaje 3.5-5 V</i>
<i>Tiempo de carga:</i>	<i>7 1/2 horas en condiciones óptimas, 11 horas condiciones adversas</i>
<i>DC Output:</i>	<i>5V 1Ah nominal (regulado)</i>
<i>Conexiones:</i>	<i>Puerto USB (estándar), mini-USB (Tipo B), micro-USB (Tipo B)</i>
<i>Temperatura Tolerada:</i>	<i>Rango de tolerancia -10°C - 60°C</i>

Fuente: Información suministrada por el fabricante

Para asegurar un proceso de recarga más rápido y eficiente, el ingeniero electrónico sugiere la configuración de 3 celdas solares en serie²⁴, de modo que el amperaje alcance los 270mA en condiciones adecuadas.

3.5.3.6.2 Requerimientos de espacio para los componentes electrónicos

Basados en el sistema electrónico y eléctricos es necesario fijar un volumen mínimo para contener los principales componentes tales como la batería, los PCB (circuitos impresos), cableado y terminales, etc.

Las dimensiones de otros equipos similares en el mercado y las medidas de los componentes más grandes, nos permite establecer un aproximado para el volumen virtual del aparato:

Longitud: Mayor a 9 cm, igual o menor a 16 cm

Ancho: Mayor a 6 cm, menor a 14 cm

Altura: Mayor a 1.5 cm, menor a 4.5 cm

3.5.3.6.3 Generalidades del componente electrónico para el recolector solar

Aunque internet es una gigantesca fuente de información donde se presentan gran cantidad de dispositivos, funciones y diferentes esquemas; los sitios especializados suelen ser ignorados por su complejidad, en contraste la atención suele enfocarse en páginas que presentan tutoriales y videos que se presentan con cierto facilismo y en muchos casos los resultados son erróneos o de dudosa confiabilidad (la importancia de contar con asesoría profesional)

²⁴3.5.3.2.1 Generalidades de las celdas solares

Como se mencionó la selección de celdas es un factor fundamental para el diseño del componente electrónico, puesto que se conocen las cifras para establecer los valores o capacidad de los transistores, resistencias, diodos y demás elementos que componen los circuitos requeridos.

Otra forma de obtener información fue desmantelando y analizado un par de cargadores solares como los que se ofrece en el mercado local. En nuestra ciudad sólo se localizan tres tipos de cargadores solares importados (dos de ellos tienen características idénticas), el rendimiento y la configuración del tercer aparato fue decepcionante y por tanto es descartado, sin embargo y a pesar de la pobre confiabilidad, ofrece ciertas pistas para mejorar el diseño propuesto inicialmente.

TABLA 18: Circuito principal de dos de los cargadores solares disponibles en el mercado


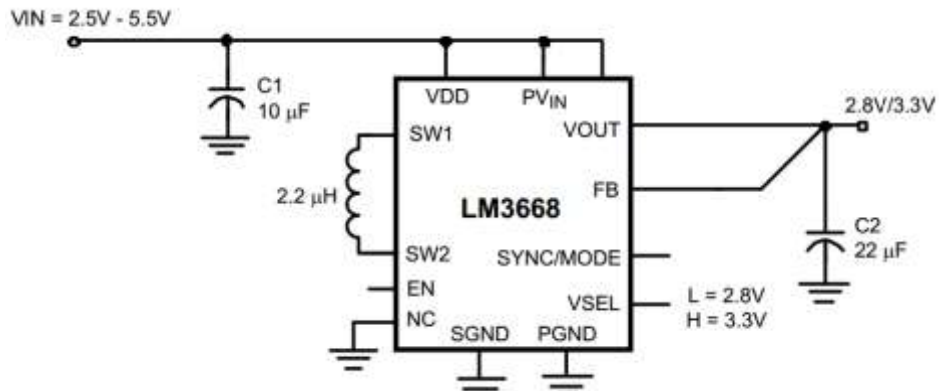
	
<p>Cargador de rendimiento aceptable (según datos del fabricante suministra 5V pero al evaluarlo con equipo electrónico entrega 4.7V y el amperaje es irregular), sin embargo ofrece información general sobre el tipo de indicadores visuales que se pueden utilizar y algunos fallos técnicos que se pueden corregir.</p> <p>El sistema que regula la energía del panel hacia la batería es una combinación transistores diodos y resistencias superficiales, al igual que el elevador con un inductor...</p>	<p>Cargador cuyo rendimiento es nulo, su disposición es muy simple y no cumple con la información suministrada. Consta de un par de inductores unas cuantas resistencias y un par de diodos... (similar a un cargador de red doméstica para recargar baterías AA)</p>

Fuente: El autor utilizando datos suministrados por el fabricante

3.5.3.6.4 Esquemas base del sistema electrónico

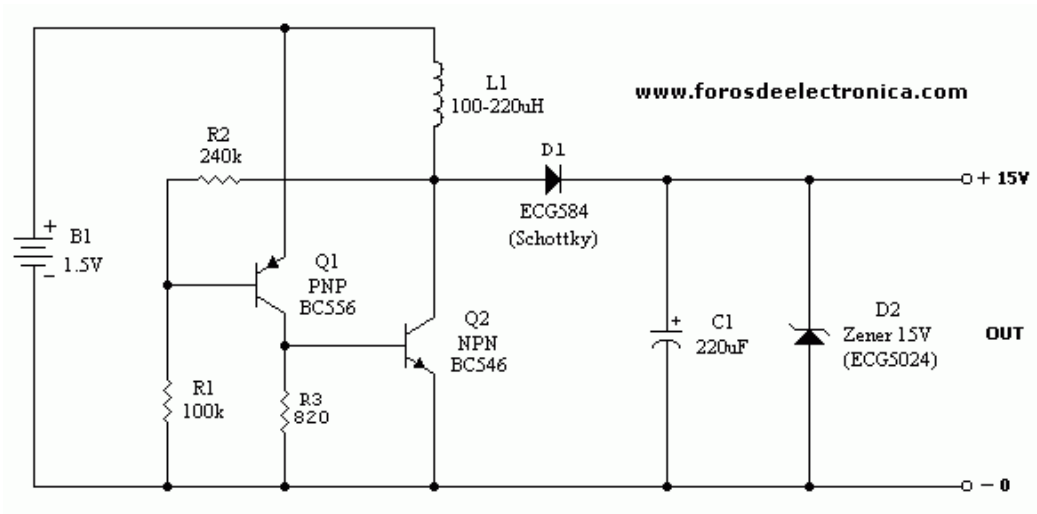
Debido a múltiples cambios que se han realizado en los elementos que integran el sistema electrónico y el incalculable aporte material e intelectual hecho por algunos asesores, en este aparte sólo si incluyen los circuitos en que se basa el modelo funcional..

TABLA 19: Esquema para el circuito LM3668-2833

<p>Rango de operación</p> <ul style="list-style-type: none">• VIN Rango: 2.5 V a 5.5 V• Versión para 2.8 V/3.3 V y 3.0 V/3.4 V<ul style="list-style-type: none">– 1A corriente máx. al cargar VIN = 2.8 V a 5.5 V– 800mA corriente máx. de carga VIN = 2.7 V– 600mA corriente máx. de carga VIN = 2.5 V• Versión para 4.5 V/5 V<ul style="list-style-type: none">– 1A corriente máx de carga VIN = 3.9 V to 5.5 V– 800mA corriente máx. de carga VIN = 3.4 V to 3.8 V– 700mA corriente máx. de carga VIN = 3.0 V to 3.3 V– 600mA corriente máx. de carga VIN = 2.7 V to 2.9 V	
 <p>VIN = 2.5V - 5.5V</p> <p>C1 10 µF</p> <p>2.2 µH</p> <p>LM3668</p> <p>VDD PVIN VOUT</p> <p>SW1 FB</p> <p>SW2 SYNC/MODE</p> <p>EN VSEL L = 2.8V H = 3.3V</p> <p>NC SGND PGND</p> <p>2.8V/3.3V</p> <p>C2 22 µF</p>	

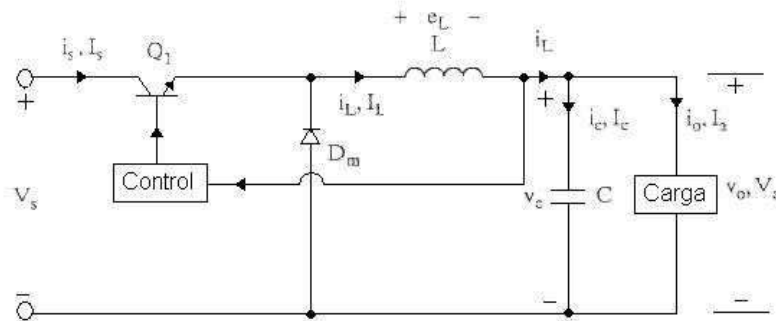
Fuente: <http://www.ti.com>

Fig. 27 Esquema elevador de Voltaje



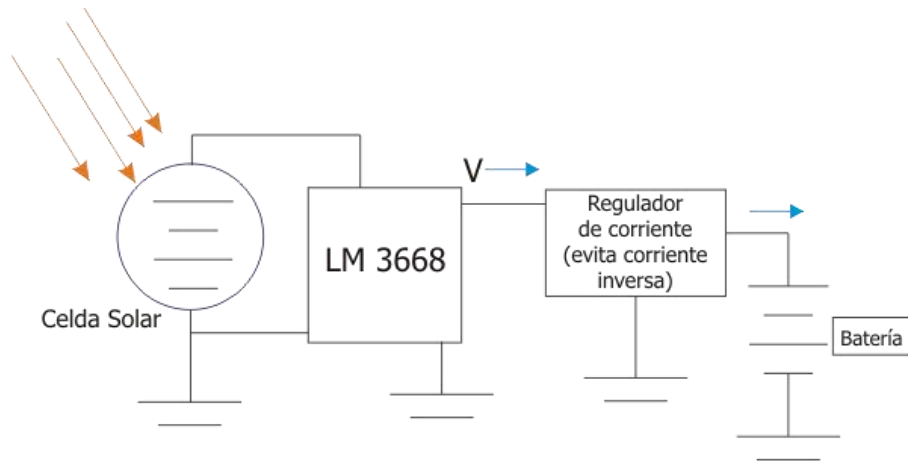
Fuente: <http://www.forosdeelectronica.com/>

Fig. 28 Esquema regulador-reductor



Fuente: <http://www.forosdeelectronica.com/>

Fig. 29 Interpretación del diseño electrónico implementado



Fuente: El autor basado en datos obtenidos del asesor electrónico

3.6 DISEÑO

Hay varios aspectos a tomar en cuenta en los requerimientos compilados a partir de la sección “*Requerimientos de la forma y la superficie*”, entre los más relevantes están aquellos relacionados con la integridad estructural...

3.6.1 Apreciación gráfica y lluvia de ideas

En búsqueda de ideas o simplemente visualizar posibles soluciones, casi es inevitable enfocarse en el aspecto funcional y estructural.

Al considerar el funcional, básicamente nos centramos en obtener y aprovechar el mayor espacio virtual para los componentes electrónicos (volumen virtual generado por los extremos en ejes de altura, lateralidad, profundidad; de las tarjetas electrónicas y sus partes); de modo que estén protegidos de elementos externos como el agua, partículas o residuos contaminantes, incluso de elementos magnéticos o altas temperaturas que puedan acelerar su proceso de deterioro o correcto funcionamiento.

Se toma a consideración una selección de imágenes que se consideran conjunto para generar una serie de elementos gráficos, formas y posibles soluciones que cumplan los requerimientos planteados.

“Cuando se trata del aprovechamiento de la energía solar, pocos seres la saben aprovechar como lo hacen las plantas. La mayoría de ellas dependen de una absorción de energía para procurar su respectivo proceso de sustentación y crecimiento. La gran variedad de diseños especialmente generados para adaptarse a diferentes terrenos y grados de incidencia solar. El aprovechamiento de área de recepción que suelen hacer, sea para sus

*hojas o flores, suelen tener configuraciones curiosas y aprovechables...
Elementos casi que pasivos”*

Fig. 30 Imágenes de flores



Entre las características distintivas de las flores destacan la forma y distribución de sus pétalos, debido a su fragilidad, en algunos casos al llegar el ocaso, tienen la habilidad de retraerse sobre si para proteger su integridad física.

Fuente: <http://www.asocolflores.org/>

Fig. 31 Imágenes de plantas de Sábila o Aloe



Algunas plantas como la Sábila han desarrollado fuertes estructuras de modo que sus hojas aparentan ser extensiones del tallo y tienen una apariencia robusta y resistente para cumplir su propósito, a pesar de su forma particular.

Fuente: <http://fitoterapiaplantasmedicinales.blogspot.com>

Fig. 32 Imágenes de escarabajos



El escarabajo su anatomía suele estar basada en exoesqueletos duros y fuertes con respecto a su peso relativo; algunos de ellos poseen alas delgadas, las cuales retraen bajo sus caparazones (en el repliegue las alas anteriores son un armazón que protege las alas posteriores). "Los escarabajos se encuentran protegidos por una dura vaina conformada por quitina y sales minerales"



Fuente: <http://www.botanical-online.com/animales/escarabajos.htm>

En el caso de los mamíferos y algunos reptiles hay ejemplos excepcionales sobre la constitución física como por ejemplo el armadillo y algunos lagartos.

Fig. 33 Imágenes de armadillos



"El caparazón del armadillo está formado por una estructura de placas óseas que conforman una serie de anillos que le permiten enrollarse como estrategia defensiva, su caparazón se divide en dos grandes escudos, que se unen en la parte central del dorso, mediante nueve bandas flexibles"



Fuente: <http://colombiacuriosa.blogspot.com/> - <http://wikifaunia.com/>

Fig. 34 Imágenes de almejas



Las almejas son moluscos bivalvos que poseen dos valvas o conchas unidas por un filamento que posibilita su apertura o cierre.

En el caso de formaciones en minerales, la erosión que genera el agua y el viento crea superficies en algunos casos con curvaturas resistentes que le confieren mayor integridad física ante la constante presión y pulimento que se ejerce al golpear e incluso arrojárselas contra otras superficies abrasivas por largos períodos de tiempo.

Fuente: <http://www.medioambiente.org/> - <http://www.fao.org/>

Al hacer un rápido repaso de las formas que se han considerado más resistentes, es notable que ninguna tiene grandes superficies planas, prácticamente todas están conformadas por doble curvatura o por defecto se componen de formas de simple curvatura superpuestas y que se refuerzan mutuamente.

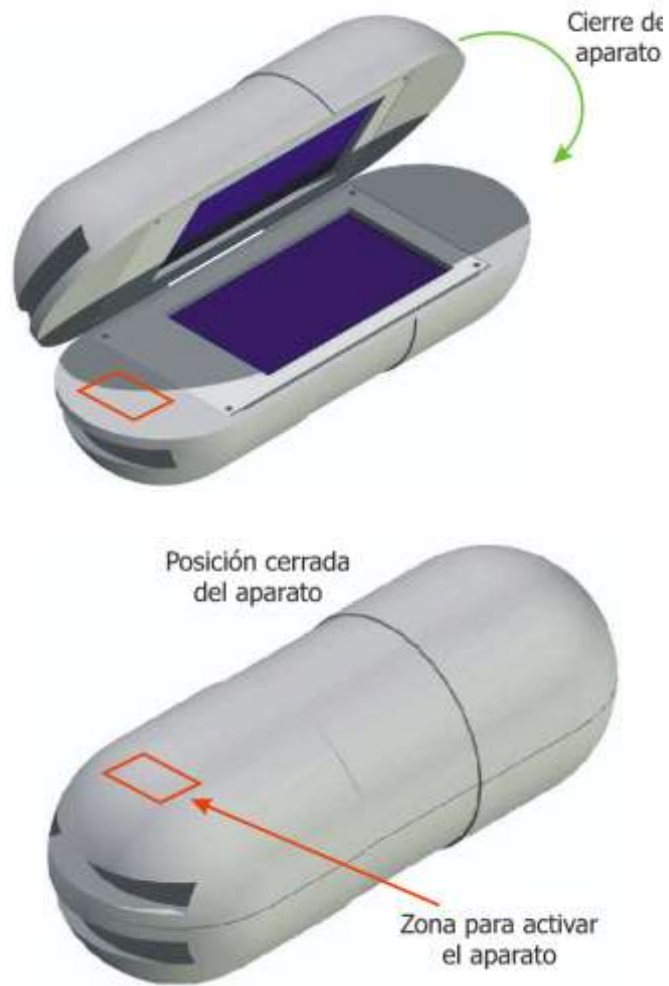
Son descartables las superficies irregulares, con grabados o texturas que puedan acumular residuos. Se opta por contemplar aquellas funciones que incluyen capacidad de retraerse sobre sí, se considera muy apropiado aquellas características que permiten desplegar parte de la estructura para maximizar la superficie de exposición al Sol en un momento determinado.

3.6.2 Propuestas de diseño

3.6.2.1 Alternativa 1

Fig. 35 Bosquejo Alternativa 1



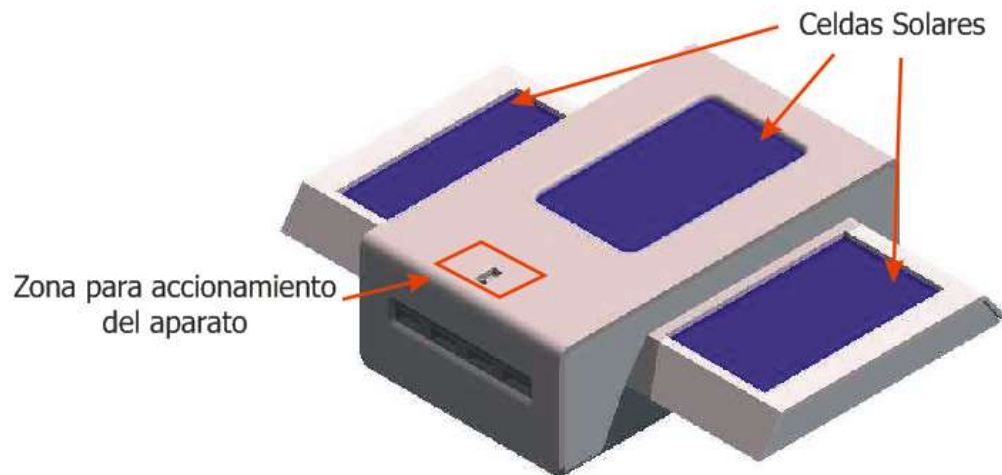
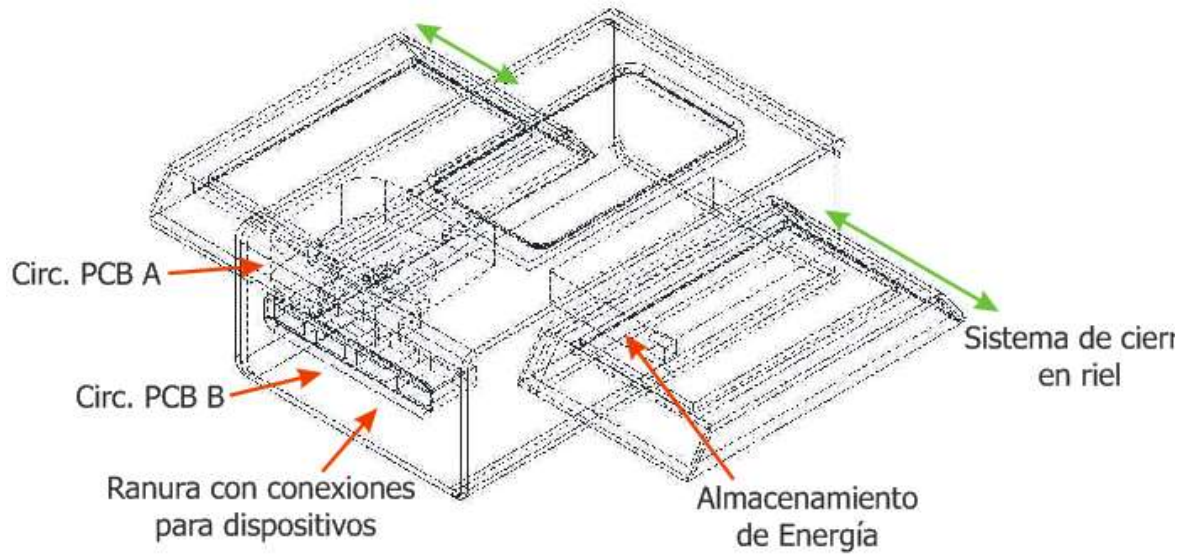


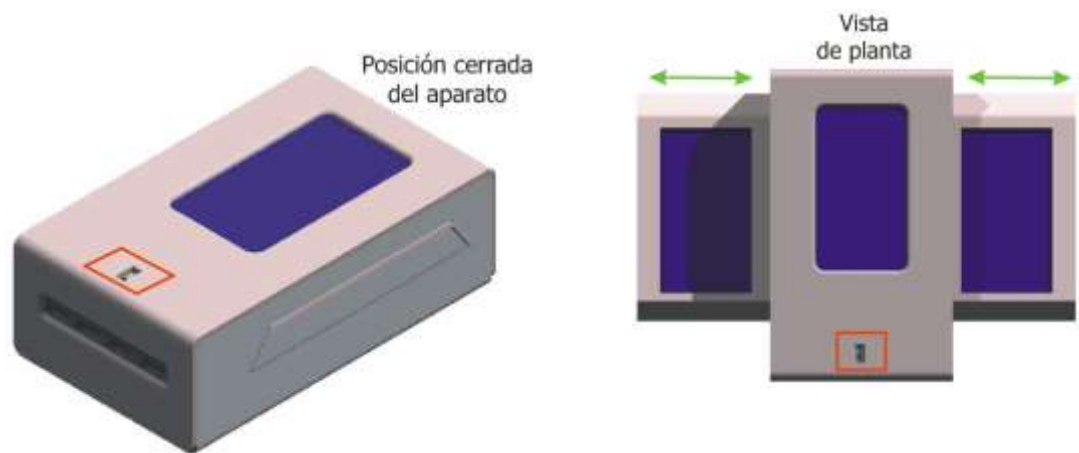
Fuente: El autor

Esta forma se basa principalmente en la capacidad de plegar para proteger las celdas solares, pero el modelo fue concebido antes de determinar que se requerían tres celdas para alimentar el sistema. Entre otras complicaciones se contempla añadir la de tener que añadir lugar para una tercera celda y el problema de una banda o cinta como mecanismo de pivote para que actúe como bisagra entre las dos piezas principales.

3.6.2.2 Alternativa 2

Fig. 36 Bosquejo Alternativa 2





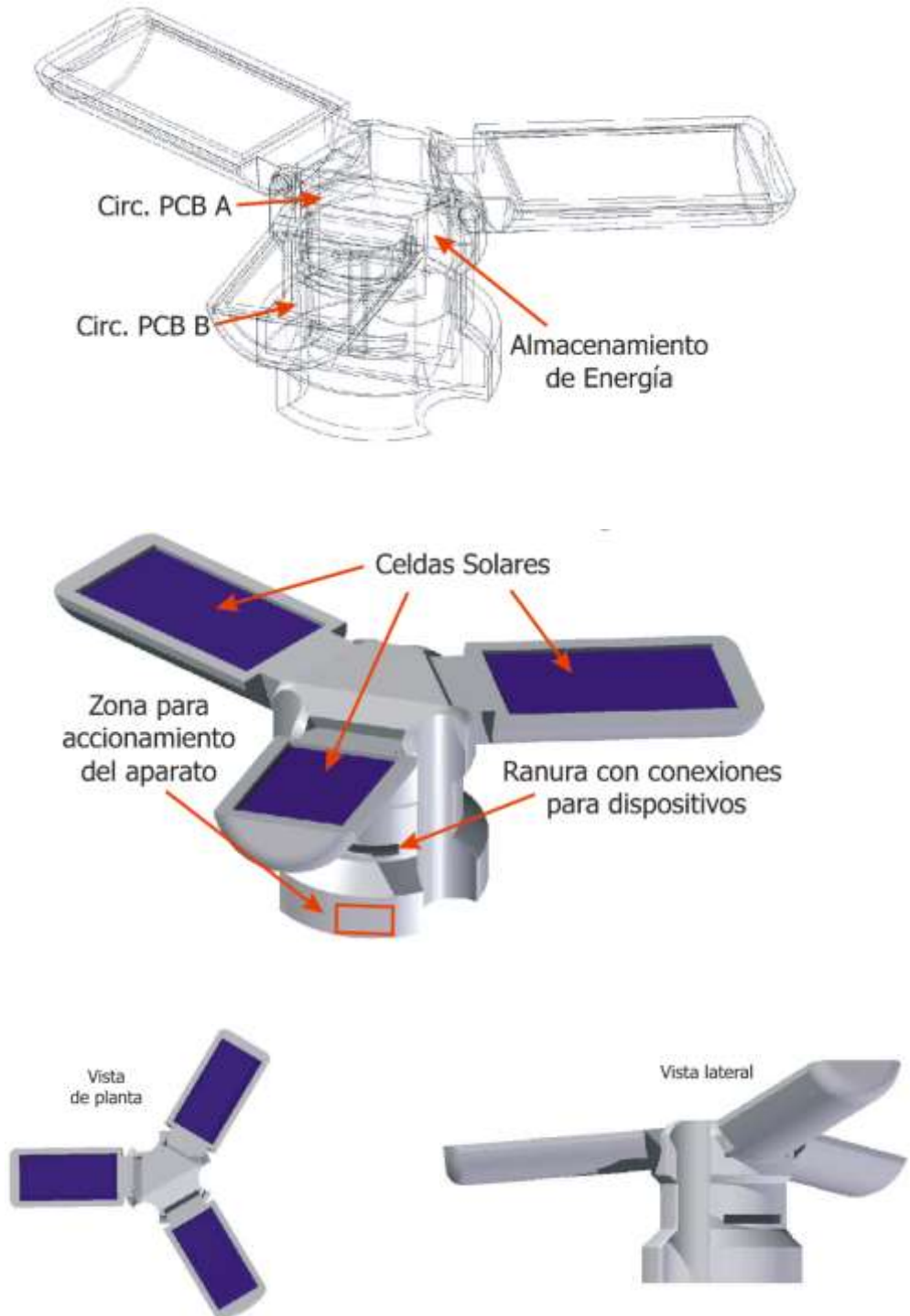
Fuente: El autor

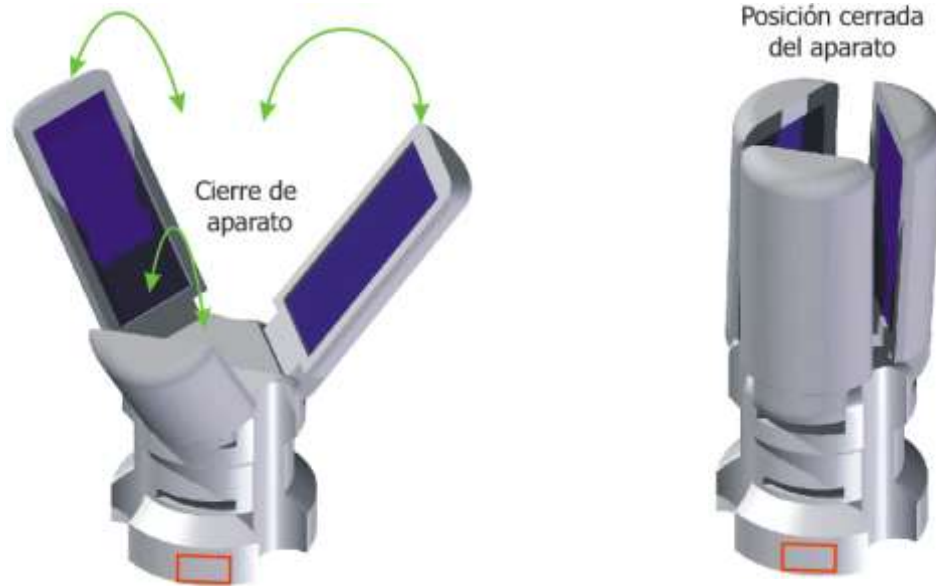
En esta propuesta se toma en consideración la posibilidad de replegar dos de las celdas al interior del aparato, de modo que se facilite el almacenamiento en un maletín o contenedor de equipaje de mano. También se propone una zona para los botones de accionamiento en un sitio siempre visible, indicando el derecho de la posición del objeto.

A diferencia de la alternativa anterior, el aparato tiene mayor estabilidad al ser apoyado sobre una superficie aparentemente plana. El ensanchamiento de la base permite aprovechar el espacio en el frente para ubicar también la conexión para dispositivos.

3.6.2.3 Alternativa 3

Fig. 37 Bosquejo Alternativa 3





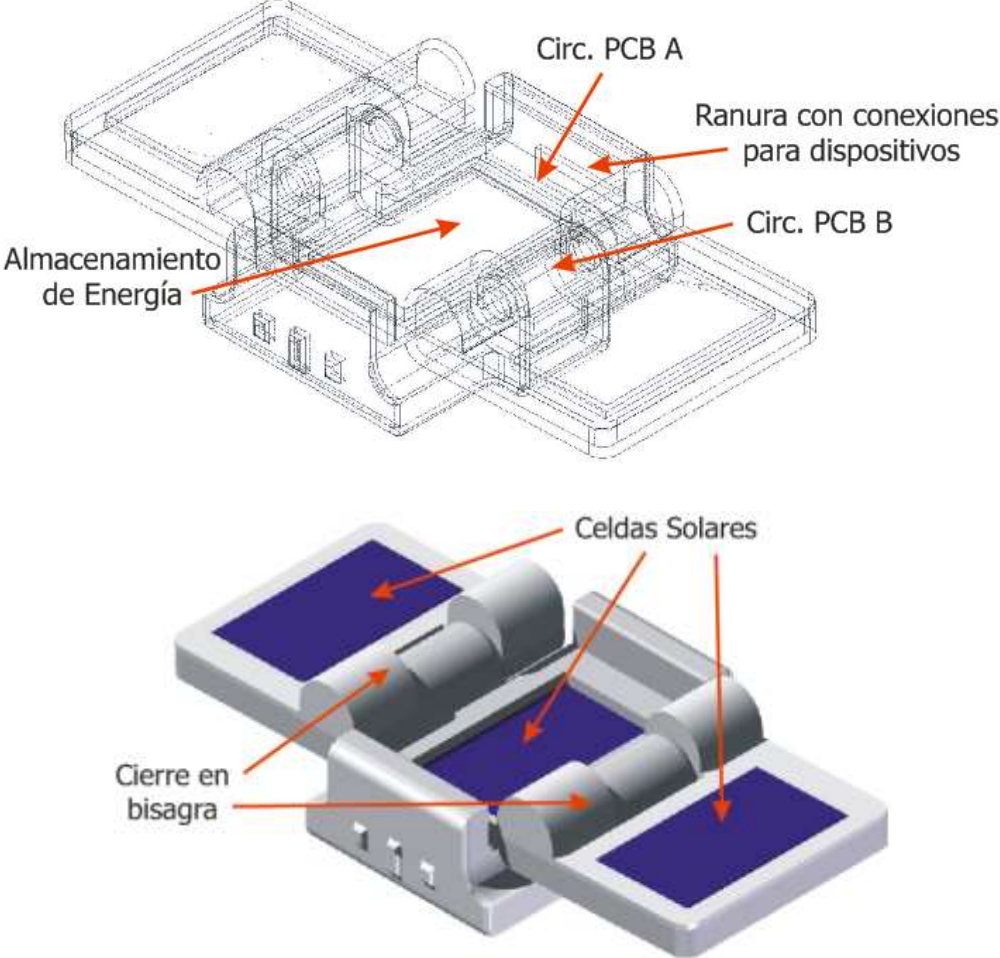
Fuente: El autor

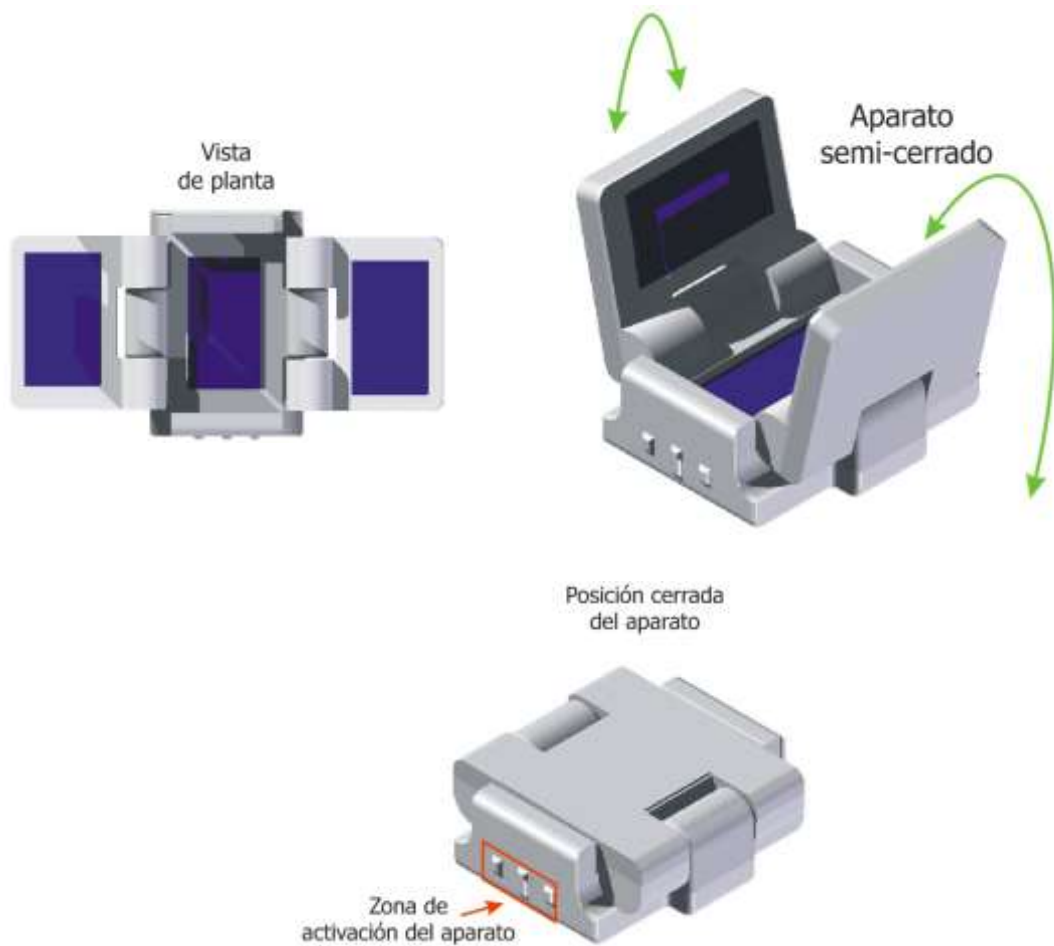
Esta alternativa está pensada para imitar las características de despliegue que tienen algunas flores, la forma semicilíndrica facilita el transporte en equipaje de mano, pero aumenta considerablemente el tamaño virtual del objeto, puesto que el emplazamiento para los componentes electrónicos está restringidos a la base del diseño y casi que se duplica el tamaño que se podría aprovechar.

La salida para conectar dispositivos se proponen en la parte media del diseño, por restricciones de posición, se propone los botones de accionamiento cerca a la base del objeto.

3.6.2.4 Alternativa 4

Fig. 38 Bosquejo Alternativa 4





Fuente: El autor

Esta propuesta se realiza a partir del análisis de partes que se superponen de modo que las tres celdas se protegen con su respectiva cubierta, sin embargo también hace que el objeto se vuelva muy robusto porque cada sección tiene doble superficie de protección.

El repliegue del diseño depende del giro sobre los ejes en los costados que dependen de pasadores que funcionarían como bisagras.

En este modelo, por restricción de espacio, las salidas a puertos de conexión se encuentran en la cara opuesta a la superficie donde estarán los botones de accionamiento para poner a funcionar el aparato.

3.6.3 Comprobaciones de las propuestas

La mayor parte de la información implementada para el presente proyecto ha sido recopilada por observación y análisis de productos disponibles en el mercado y sus aplicaciones en este tema, la forma en que han solucionado algunos requerimientos y recopilando el porqué de sus diseños...

Desde el inicio se ha trabajado en un estilo de grupo dirigido (compuesto por 7 personas), la selección ha sido realizada a discreción de los desarrolladores del proyecto y han brindado su punto de vista en cuanto a algunos aspectos del desarrollo en general.

Aunque la comprobación técnica, formal y ergonómica están vinculados implícitamente, para realizar las comprobaciones se opta por agrupar el análisis en dos.

3.6.3.1 Comprobación formal-estructural

Uno de los principales objetivos en este caso es evaluar los modelos que se han presentado y determinar la viabilidad de sus diseños y las posibles características a tomar en cuenta para la propuesta final. Determinar el tipo de controles con que se identifica el usuario y establecer el manejo de las opciones para fijar su activación y apagado

Determinar si el tamaño y forma del modelo propuesto es aceptable para el usuario, si facilita el uso y permite desarrollar el potencial propuesto

TABLA 20: Variables para el diseño

<p>Variables</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Forma del diseño propuesto - Tamaño del modelo (Tan sólo se ha estimado el mínimo volumen requerido por el diseño del circuito electrónico y sus componentes) - Disposición o ubicación de los accionadores manuales (activar equipo y/o despliegue de las celdas), Tipo: Perilla, botón pulsador, palanca, ajuste de paso - Ubicación de los puertos de conexión a dispositivos electrónicos
<p>Constantes</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Material (Propuesto desde el inicio del proyecto) - Cantidad de energía recibida (estimado momentáneo y determinado durante el desarrollo del circuito) - Color (La mayor parte de la superficie del diseño tiene el color definido) - Peso (casi la mitad del peso del aparato depende del sistema electrónico tomado para este proyecto)

Fuente: El autor con base a los datos aportados

Tras analizar los resultados de la fase exploratoria y para confrontar deficiencias, es necesario tomar aspectos de cada objeto evaluado y que cumplen los requerimientos identificados por el grupo, también entre las opciones del mercado que se han revisado se perciben procesos de desarrollo y producción que pueden rendir beneficios económicos y técnicos para el proyecto.

Aparte de elaborar los modelos digitales con programa de CAD-CAE para evaluar sus posibles falencias y capacidades, se elaboran modelos en Poli estireno y

Poliuretano que permitan interactuar con una imitación en tamaño y forma (aunque difiere en el balance y el peso total es un buen indicador para analizar la manipulación del objeto y posibles inconvenientes de forma, alcance y tamaño)

Fig. 39 Modelos de pruebas para tamaño, forma y manipulación

Alternativa 1



Alternativa 2



Alternativa 3



Fuente: El autor

3.6.3.1.1 Evaluación de funciones y valoración

Aprendiendo y tomando ventaja de otros dispositivos en el mercado y tras un largo proceso de modificaciones, se dejan las siguientes preguntas abiertas:

- I. ¿Qué desventajas percibe en cuanto al cargador de energía convencional?
- II. ¿Qué tipo de señal quisiera como indicador de activación?
- III. ¿Está satisfecho con los conectores indicados?
- IV. ¿Le transmite suficiente confianza el diseño del aparato? ¿Confía en la resistencia de la carcasa?

TABLA 21: En cuanto a las funciones


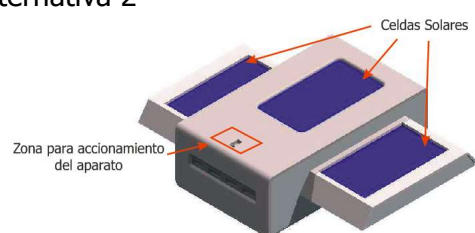
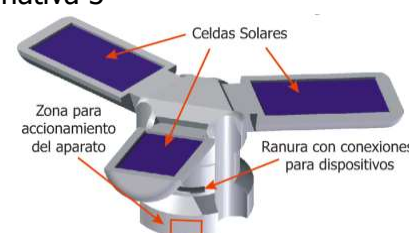
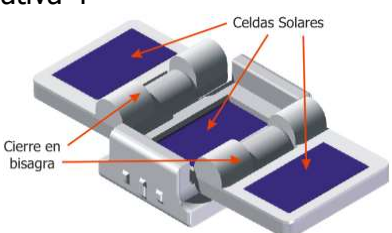
- a. Posee un sistema de comando convencional
- b. Mantiene la misma secuencia de uso
- c. Le indica al usuario cuando está encendido
- d. Le indica al usuario si está recibiendo energía y por tanto está cargando
- e. Indica al usuario cuanta carga de energía le queda al aparato
- f. Las terminales de conexión para dispositivos son las adecuadas para los dispositivos
- g. Pesa menos de 800 gramos
- h. Es portátil
- i. Tiene una forma que facilite el agarre
- j. El aspecto formal del aparato es coherente con las tendencias formales de los aparatos electrónicos actuales

Funciones primordiales

- k. Fácil de manejar
- l. Que se pueda activar con una sola mano
- m. Confiable
- n. Que no ocupe mucho espacio
- o. Que sea duradero
- p. Que no pese mucho
- q. Fácil de limpiar
- r. Fácil de transportar
- s. Que no tenga piezas sueltas que se puedan extraviar

Valoración

0 = Nulo	1 = Deficiente	2 = Aceptable	3 = Bien	4 = Muy bien	5 = Excelente
----------	----------------	---------------	----------	--------------	---------------

Opción	k	l	M	n	o	p	q	r	s	Pnt
Alternativa 1 	3	3	1	4	2	3	4	4	5	29
Alternativa 2 	3	4	4	4	3	3	4	4	5	34
Alternativa 3 	2	3	3	3	3	3	1	4	5	27
Alternativa 4 	3	4	3	3	4	3	3	3	5	31

Fuente: El autor

Aunque la Alternativa 2 recibe el puntaje más alto, durante el proceso de evaluación queda claro que hay ideas aplicadas en los otros modelos y que han llamado la atención de los voluntarios, por tanto sería apropiado aprovechar algunos cambios formales.

En cuanto a las preguntas realizadas se sintetiza parte las observaciones que exponen

I. ¿Qué desventajas percibe en cuanto al cargador de energía convencional?

- No tener la certeza que funcione realmente con sus dispositivos (esto solo se supera con varias demostraciones con algunos dispositivos)
- Tener que recordar y habituarse a cargar el aparato periódicamente y que para ello debe ser ubicado en sitios despejados y donde no haya sombras u otros obstáculos que bloqueen el correcto cargado.
- Que no pueda ser conectado a la red de energía convencional para cargar más rápido

**La mayoría de desventajas no dependen directamente de nuestras opciones, incluso algunas van en contravía del propósito del proyecto.*

II. ¿Qué tipo de señal quisiera como indicador de activación?

La mayoría coinciden en una señal visual, algunos incluso mencionan una señal sonora, durante el proceso de retroalimentación se les expone la posibilidad de incluir una señal lumínica que permita visualizar la acción desde una distancia relativamente corta (1 a 2 m)²⁵

III. ¿Está satisfecho con los conectores indicados?

- “Quiero poder conectar cualquiera sin tanto problema” (un conector universal)

²⁵ **3.4.1.3 Región Visible del Espectro**

- “parece bien y sirve para mi celular” (un BlackBerry)
- “solo me sirve el pequeñito” (puerto micro-USB)
- “no sé para qué sirve los otros dos” (puerto mini-USB y de pin)
- “solo necesito el de pato, mi cable entra ahí” (puerto USB)
-

En general y gracias al proceso de investigación realizado al inicio del proyecto, se logra cumplir casi que con todos los dispositivos seleccionados.²⁶

IV. ¿Le transmite suficiente confianza el diseño del aparato? ¿Confía en la resistencia de la carcasa?

En general las observaciones señalan a que la opción 2 y 4 se ven más resistente: “la 4 se ve resistente”, “2 se ve dura pero las aleticas no”. La opción 1 y 3 tienen en contra que su forma cilíndrica las hace ver inestables, en el caso de las opciones 1, 3 y 4 genera desconfianza por las articulaciones (puntos de pivote) del mecanismo, aunque en la opción 4 es más robusto para ofrecer mayor fortaleza, no se logra el efecto deseado por la composición del resto de la estructura (demasiado alto con respecto al diámetro de la base aparenta ser inestable)

Aunque las opciones que se basan en paralelepípedos transmiten más sensación de resistencia y estabilidad, no dejan de ser las más simples en cuanto a la forma “ladrilludas” o “panelas” como lo tildaron en el análisis.

²⁶ **3.5.3.3 Tipo de conexiones seleccionadas para conectar los dispositivos**

3.6.3.1.2 Aportes y observaciones a nivel general

Alternativa 1

Esta opción presenta una serie de problemas estructurales y funcionales, principalmente para ampliar el tamaño y poder añadir la tercera celda solar, también por los puntos de pivote para el cierre puesto que queda casi como una bisagra que abre casi ilimitadamente (se plantea una cinta en aluminio y otro material flexible). Otro inconveniente es lograr una estabilidad sobre una superficie ligeramente inclinada.

Alternativa 2

Aunque esta alternativa ha sido la que más acogida tiene, es necesario someterla a una serie de mejoras estructurales y de forma en pro de mejorar el volumen virtual y facilitar de cierto modo su manipulación y estabilidad sobre superficies irregulares y el ajuste de inclinación.

Al hacer ciertas adaptaciones de forma para mejorar el agarre, es necesario reubicar ciertos elementos internos.

Se considera la opción de reubicar la salida de conexión para los dispositivos, se cree que al mantenerlos ubicados en la zona principal de agarre, servirá de constante recordatorio para que el usuario tenga presente que dispositivos tiene conectados y evite accidentes que puedan averiar dichos equipos.

Alternativa 3

Considerada como llamativa, esta propuesta no recibe buena acogida, principalmente por la cantidad de piezas que la componen, se cree que cada

segmento se convertiría en un acumulador de residuos y dificultad para la limpieza. También es considerada demasiado “alta”, lo cual podría complicar la estabilidad sobre superficies irregulares e inclinadas o al momento de almacenarla.

Alternativa 4

Su forma permite que sea apilable y de cierto modo más estable sobre diferentes tipos de superficies al tener una distribución casi que uniforme del volumen y por consiguiente del peso.

Como observación es la propuesta de mayor peso debido a la serie de paredes que componen cada uno de sus “niveles”

Los puntos de pivote para las celdas laterales sobresalen demasiado y hacen que se convierten en concentradores de esfuerzo y al mejorar la forma para una mayor resistencia, gradualmente hacen que el diseño sea más robusto, pesado y que dificulte un poco más su correcto manejo sin mencionar un ligero inconveniente con el aumento del volumen y peso (cada nivel superpone 2 capas de material).

3.6.2.3 Comprobación técnico-electrónica

En este segmento del proyecto se aplica la experiencia lograda tras una serie de pruebas y errores durante los meses de desarrollo. La Prueba del sistema no ha estado exenta de un gran número de inconvenientes y para efectos prácticos se divide el componente en tres secciones:

- a. Circuito principal que maneja directamente la activación del sistema
- b. Circuito secundario que distribuye y regula el suministro de energía a los dispositivos que sean conectados.
- c. Celdas solares y conector de circuito en serie

En este caso casi todas las funciones se basan en la información recopilada durante el proceso. En este aparte se incluye la selección sobre el tipo de accionamiento para el dispositivo, el tipo de señal que emitirá el aparato para indicar al usuario sobre su operación.

El ejercicio de revisar algunos dispositivos electrónicos y otros cargadores disponibles en el mercado, arroja que la mejor opción para visualizar es utilizar un LED de alta intensidad (bajo consumo eléctrico, es pequeño y visible por su intensidad)²⁷ En cuanto al color escogido, tal como se revisó anteriormente se mantiene el color “verde neón”, debido a que el ojo humano lo capta con gran facilidad, en cuanto al proceso de carga se indica con el LED de color rojo (vistoso y representativo)

3.6 RETROALIMENTACIÓN Y ADICIÓN DE RESULTADOS COMPLEMENTARIOS

Compilar resultados y conclusiones obtenidas en las comprobaciones. Clasificar y organizar según orden de relevancia y solucionar posibles deficiencias en los diseños previos.

Establecer posibles modificaciones formales por las necesidades que generen factores como el componente electrónico, mecánico y los materiales de prueba para la estructura definitiva. Debido a que el componente electrónico será desarrollado paralelamente al componente formal, se prevé múltiples adaptaciones físicas que permitan el pleno funcionamiento del modelo definitivo.

²⁷ ***3.5.3.5.2 Selección del tipo de indicador***

El diseño y elaboración del modelo en tamaño real para pruebas con diferentes elementos, permite una constante revisión comparativa y práctica para evaluar de manera más confiable los posibles beneficios y falencias de cada opción tomada en cuenta.

3.6.1 Evolución del diseño

A partir de las observaciones realizadas durante fase anterior y en paralelo con el desarrollo del componente electrónico-funcional, se replantea parte de la alternativa con mayor aprobación.

Debido a que una superficie curva aumenta la resistencia sobre si, el volumen se puede reducir unos milímetros con respecto a la opción original, igualmente se toma en cuenta varias observaciones realizadas en cuanto al agarre sobre el objeto señalando una ligera curvatura cerca de la parte inferior y superior que indican la parte delantera.

Tomando en cuenta las mejoras al componente electrónico, de tres pulsadores que se habían considerado se reduce a uno que permite encender (para recibir energía y para suministrar la carga) y apagar el aparato.

Con piezas elaboradas en el material sugerido, se realizan pruebas de desgaste, exposición a la lluvia/sol, deformación por cargas constantes e impactos sobre ellas; el propósito es identificar visualmente falencias de forma y estructura.

Fig. 40 Pruebas a piezas elaboradas en el material sugerido en escala real



Fuente: El autor

Al igual que con las propuestas iniciales, junto a los modelos en programas CAD se realizan modelos de prueba (netamente para manipulación) en poli estireno, observando las recomendaciones que surgieron del grupo dirigido.

Fig. 41 Aproximación a la forma del modelo final



Fuente: El autor

Al tener una forma definida, se realizan pruebas con algunas de las piezas que se consideran importantes en el modelo final. Aquí una prueba de impacto y deformación sobre lo que será la parte superior del modelo.

Fig. 42 Prospecto de pieza superior del modelo sometido a compresión e impacto



Fuente: El autor

4. MODELO FINAL

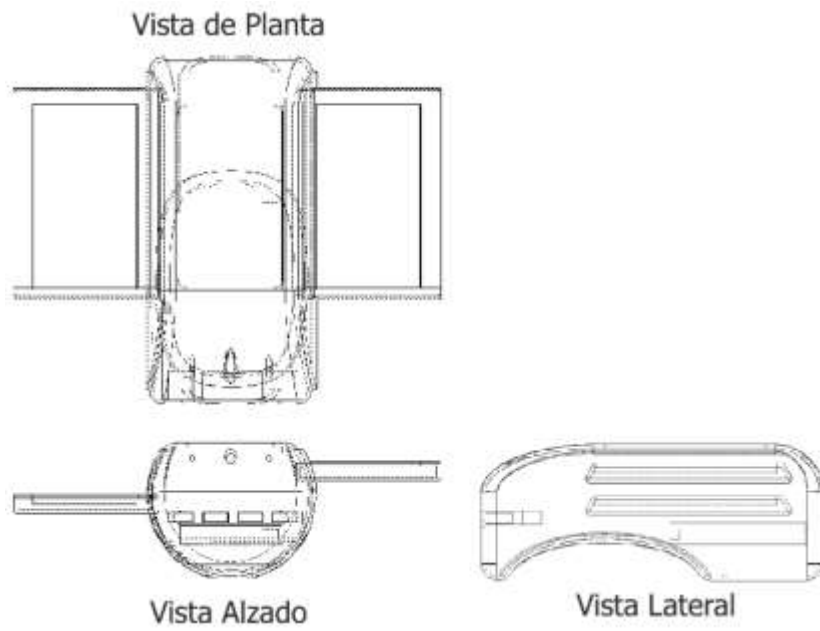
4.1 ESPECIFICACIONES DEL MODELO

Tras realizar un largo proceso evolutivo se presenta un modelo que estará sujeto a cambios debido a que este proyecto ha tenido más de 14 meses de desarrollo e investigación y sin embargo, cada mejora tecnológica puede ofrecer el cambio de algunos parámetros de diseño.

4.1.1 Imágenes del diseño

Fig. 43 Modelo Final





Fuente: El autor

4.1.2 Especificaciones técnicas del diseño

TABLA 22: Especificaciones técnicas del diseño

<i>Suministro de Energía</i>	<i>Voltaje de salida +/- 4.7V (+/- 5.06 V nom) Corriente de salida +/- 1 Ah</i>
<i>Tiempo de carga de energía solar:</i>	<i>7 1/2 horas en condiciones óptimas, 11 horas condiciones adversas (promedio ingreso Corriente 80-110 mAh Voltaje 3.5-5 V)</i>
<i>Conexiones:</i>	<i>Puerto USB (estándar), mini-USB (Tipo B), micro-USB (Tipo B)</i>
<i>Temperatura Tolerada:</i>	<i>Rango de tolerancia -10°C a 55°C</i>
<i>Tamaño del Aparato (Aprox):</i>	<i>Ancho 8,5 cm (min) 22,5 cm (máx) desplegado Altura 7,5 cm Longitud 18.5 cm</i>
<i>Peso (Aprox):</i>	<i>0,5 kg</i>

Fuente: Autor con datos suministrados por el fabricante

Al elaborar el segundo modelo de este diseño se modifican pequeños detalles respecto al diseño inicial, pero en general se mantiene la idea inicial.

Fig. 44 Imágenes del modelo final

Para iniciar el proceso de carga de energía solar, es necesario ubicar del aparato en un sitio despejado con incidencia directa de los rayos solares, y desplegar las celdas que se encuentran en los costados



Modelo con las celdas laterales parcialmente desplegadas. Al estar activado, si hay incidencia solar sobre las celdas, se activará el LED rojo que indica el proceso de cargado del aparato.

En este modelo se ha modificado la altura para las conexiones a dispositivos

La disposición de los conectores a dispositivos se encuentran cerca de base del modelo y en el orden de relevancia según las terminales más comunes





La forma fue desarrollada a partir de la información recopilada, para facilitar el agarre por pinzamiento o rodeando la estructura en la parte delantera del diseño.

Uno de los principales propósitos de la forma del aparato es facilitar su manipulación, evitar que el usuario tenga inconvenientes para guardarlo dentro del equipaje, que facilite su proceso de limpieza e incluso transmita la sensación de que es resistente y durable.



Tomando en cuenta la experiencia de los fabricantes en el mercado, se utilizan dos LED de alta intensidad para indicar las funciones del aparato, Rojo indica que está cargando por medio de las celdas, un LED verde intermitente indica cuando está activo. Para activar el aparato basta con oprimir el botón una vez, igual es para apagarlo.



El aparato fue probado con varios dispositivos seleccionados al azar, en esta imagen está cargando un dispositivo GPS.

Tan pronto es activado el aparato, el LED verde brilla intermitentemente 1 a 4 veces, dependiendo de la carga en la batería de Litio (cada destello equivale aproximadamente 25% de la carga)

Fuente: El autor

4.2 VARIANTE DEL MODELO, EVOLUCIÓN

Algunas características han sido adaptadas según el criterio y aportes realizados por posibles usuarios.

Entre algunas observaciones realizadas, se tomó en cuenta la posibilidad de añadir señales o indicadores gráficos que permitan al usuario identificar pequeños elementos funcionales.

Fig. 45 Imágenes de la variante del modelo final

El tamaño de las pestañas en el marco de las celdas laterales fue aumentado para proporcionar una mejor superficie de agarre. Se incluyó señalización para algunas indicaciones.



El diseño mantiene la superficie casi que lisa y uniforme para evitar que se adhieran partículas contaminantes o de suciedad al ser apoyado en terreno expuesto.



Para el pulsador encendido/apagado se optó por aumentar el tamaño y elaborarlo en material traslúcido de modo que mejora la visibilidad luminosa y se reduce la cantidad de inserciones en la estructura de la cubierta principal.

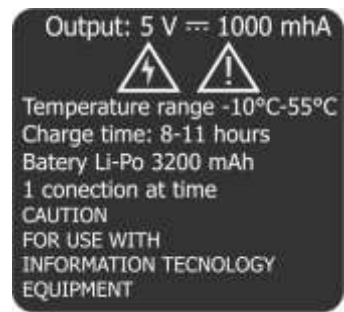
La forma semi-cilíndrica (auto-refuerzo) se mantiene, pero el volumen del objeto fue aumentado un 5% con respecto al modelo anterior para disponer de mayor espacio en la distribución de los componentes internos.



La disposición de los conectores fue reubicada, de modo que la inserción principal es para el puerto USB y en un segundo compartimiento fueron agrupadas las terminales Mini-USB, Micro-USB y Pin con cables que se pueden extender 4 cm.



El segundo compartimiento se encuentra protegido por una tapa abatible que permite proteger de insectos o contaminantes las ranuras cuando se encuentra en el exterior.



En la parte inferior del aparato se incluyó una etiqueta con las especificaciones técnicas y/o capacidad donde se especifica que sólo se debe conectar un dispositivo por vez.

Fuente: El autor

5. CONCLUSIONES

- Las energías alternativas y su aprovechamiento generan una fuente casi que inagotable de recursos, el desarrollo de la tecnología que permita aprovechar las fuentes renovables aún tiene un gran margen por mejorar y expandir el conocimiento para una óptima aplicación.
- Hemos creído que para el correcto aprovechamiento de las energías alternativas dependemos de los medios para percibirlas, sin embargo la información recopilada nos lleva a pensar que el verdadero limitante es el almacenamiento de la energía. Las celdas solares han mejorado la captación de energía a partir de la optimización en la configuración y los procesos de fabricación, sin embargo la evolución de las baterías no ha sido tan rápida como el aumento del consumo; esto lo podemos percibir en los dispositivos portátiles más recientes y cuya autonomía aparentemente es más corta a pesar que la capacidad de almacenamiento energético tiende a duplicar los equipos de la generación anterior.
- El avance tecnológico hace que nuestra vida sea más activa debido a que el flujo de información es casi ilimitado, algunas veces enriquecemos nuestra experiencia de vida formando parte de este movimiento, de cierto modo nuestra dependencia de los dispositivos portátiles sigue en ascenso y esto implica tener la iniciativa para probar campos o áreas que consideramos complejas y fuera de nuestro alcance. Para innovar o simplemente para estar al corriente de la situación es necesario adaptarse.
- La modificación de los diseños es inevitable, nuestra mente está en un constante proceso de retroalimentación y como tal se optará por nuevas formas o estilos, los medios difieren para un mismo propósito; lentamente ha crecido la aceptación sobre la teoría del calentamiento global, los diseños

venideros prosperarán ante el interés por la ecología y la tecnología “amigable” con el medio ambiente, de cierto modo cada persona tomará en consideración su aporte para con la naturaleza.

BIBLIOGRAFÍA

DISEÑO Y DESARROLLO DE PRODUCTOS. KARL T. ULRICH, STEVEN D. EPPINGER. Editorial McGraw-Hill. Pensilvania, EEUU. 2008.

- *Información sobre el "El proceso frontal": Establecer especificaciones objetivo, generación de conceptos, establecer especificaciones finales, comparación de productos de la competencia.*
- *Planeación del producto: El proceso de planeación del producto, Identificar oportunidades, segmentación de mercados*
- *Principios sobre la "evaluación de necesidades para el diseño industrial"*

DISEÑO DE PRODUCTO, MÉTODOS Y TÉCNICAS. JORGE ALCAIDE MARZAL. Universidad Politécnica de Valencia. Grupo Editor Alfaomega. Valencia, España. 2004.

- *Técnicas de análisis de información*
- *Los seis sombreros del pensamiento*
- *Análisis funcional*
- *Estudio crítico del Quality Function Deployment (QFD)*
- *Resolución inventiva de problemas de (TRIZ)*
- *Análisis modal de fallos y efectos*
- *Los métodos de Taguchi*
- *Técnicas de diseño por factores (DfX)*
- *Ingeniería inversa y reingeniería*

MANUAL DE ERGONOMÍA. Fundación Mapfre. Madrid, España. 1995.

- *Métodos de valoración objetivos, métodos de valoración subjetivos*
- *Carga sensorial*
- *Carga física: Cargas, esfuerzos, tensiones*
- *Diseño de herramientas y criterios de selección: Anatomía de la mano, antropometría de la mano, biomecánica del agarre*
- *Criterios biomecánicos para el diseño*

FUNDAMENTOS DE DISEÑO. Wucius Wong. Editorial Gustavo Gilli S.A. Barcelona. 1995.

- *Creación de figuras orgánicas, curvas en C y S. Unión y conexión de figuras, recorte y supresión de partes de figuras*
- *Variaciones de una forma, variación interna, variación externa, superposición, dislocación, manipulación tridimensional*
- *Composiciones con gradación, gradación de figura, posición, dirección*
- *Diseño tridimensional: Elementos visuales, elementos constructivos, forma y estructura, módulos, repetición y gradación*

EL ABC DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS EN SISTEMAS EOLICOS Y FOTOVOLTAICOS. Gilberto Enriquez Harper. Editorial Limusa. Ciudad de México. México. 2011.

- *Energía solar y sistemas fotovoltaicos*
- *Instalación de sistemas controlados, instalaciones eléctricas para redes*

ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA. Miguel Ángel Sánchez Maza. Editorial Limusa. Ciudad de México. México. 2008

- *Aplicaciones de Sistemas fotovoltaicos*
- *Medición, aparatos e instrumentos para sistemas fotovoltaicos*
- *Aspectos ambientales y costos*

TECNOLOGÍA INDUSTRIAL I. Editorial Mc Graw Hill. Estados Unidos. 1996.

- *Conceptos básicos sobre electrónica aplicada y sistemas básicos de transmisión de energía eléctrica.*
- *Componentes electrónicos e incidencia en la fabricación de dispositivos móviles*

ENERGÍAS RENOVABLES Y MEDIO AMBIENTE. Editorial Akal. España 1997.

- *Conceptos y aplicaciones iniciales para energía limpia y/o renovable para sistemas caseros o artesanales*

ELECTRONICA BASICA Lawrence A. Johannsen. Ciudad de México. México 1972

- *Información básica sobre semiconductores*
- *Sistemas paralelos y electricidad*

DIRECCIONES DE INTERNET

- www.corpoema.com/ Corporación para la Energía y el Medio Ambiente. Información técnica y fundamentos físicos de las celdas solares
- <http://www.suministrosolar.com> Iniciativa para la propagación de la información y aplicaciones sobre conceptos de Energía Solar
- <http://www.hamqsl.com/solar.html> Datos sobre incidencia de radiación solar según las estaciones o época del año.
- <https://www.siac.gov.co/> Sistema de información ambiental de Colombia Ministerio de Ambiente y desarrollo sostenible
- <http://institucional.ideam.gov.co/> Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales
- <http://www.heliatek.com/> Información comercial sobre paneles solares, sistemas de instalación y configuración para hogares y empresas
- <http://www.energiafotovoltaica.ws/> Técnicas de elaboración de paneles solares y adecuación de sistemas auxiliares para redes eléctricas convencionales, construcción y diseño de unidades autosustentables para la empresa y el hogar
- <http://www.mdpub.com/SolarPanel/> Información técnica y comercial sobre sistemas de paneles solares

- <http://www.irena.org/> Página de la Agencia Internacional de Energía Renovable. Organización intergubernamental para apoyar a los países en su transición a fuentes de energía renovables y sirve como la principal plataforma para cooperación internacional en este aspecto.
- <http://www.ti.com/> Página oficial de la Texas Instruments. Compañía especializada en el desarrollo y producción de equipos con tecnología de punta.
- <http://www.nasa.gov> Página principal de la Agencia Espacial de Estados Unidos
- <http://www-spof.gsfc.nasa.gov/stargaze/Msun4spc.htm> Información general sobre el color percibido y espectro de luz.
- <http://science.nasa.gov/science-news/science-at-nasa/2002/solarcells/> Función y aplicaciones de las celdas fotovoltaicas
- <http://power.larc.nasa.gov/> Información general sobre sistema de energía solar, Aplicaciones. Antecedentes técnicos.
- <http://www.nasa.gov/centers/ames/greenspace/clean-energy.html> Conceptos de la energía limpia y sus aplicaciones
- <http://www.esa.int> Página principal de la Agencia Espacial Europea
- <http://knol.google.com/k/> Historia del uso de los materiales fotovoltaicos, técnicas de producción, procesos de obtención, especificaciones técnicas, características químicas de los materiales utilizados.
- <http://greengt.org/> Desarrollo de tecnologías verde y comercialización de equipos que funcionan con energía alternativa portátil
- <http://www.maquinaria.cl/> El efecto foto eléctrico la celda foto voltaica
- <http://www.textoscientificos.com/> Instalación de placas solares para diversos usos y dispositivos de almacenamiento de energía
- <http://www.dw.de/dw/article/0,,15746056,00.html?maca=spa-rss-sp-all-1122-rdf> Comercialización y enfoque de la evolución de la energía solar, aplicaciones y rentabilidad contra inversión
- <http://www.ecured.cu/> Sitio compilatorio de información general sobre técnicas y tecnologías que promueve el conocimiento abierto y gratuito
- <http://www.esco-tel.com/> Información comercial sobre paneles solares disponibles para América Latina, tasas de eficiencia y configuración técnica para diferentes tipos de instalaciones
- <http://gedat.foroactivos.net/> Tipos de baterías recargables y sistemas de almacenamiento de energía eléctrica

- <http://www.webaero.net/> Información general y rendimiento de baterías recargables LiPo, NiCd, NiMh; aplicaciones y recomendaciones de uso.
- <http://www.estrucplan.com.ar/> Antropometría dinámica, movimiento de las extremidades, análisis de las posturas de la mano
- <http://www.desertec.org/> Fundación internacional para el desarrollo eólica y solar especializada en zonas áridas y desérticas
- <http://materialesdeplastico.wordpress.com/> Sitio especializado en información general de productos plásticos, producción, propiedades industriales y fabricantes comerciales a nivel global
- <http://www.rae.es/rae.html> Página principal de la Real Academia de la Lengua Española. Terminología y significados de algunas palabras designadas como pertenecientes a campos especializados
- <http://www.cubasolar.cu/> Sitio dedicado a recopilar y diseminar información para fomentar la educación técnica y tecnológica a distancia
- <http://astrojem.com/> Página dedicada a divulgar y difundir, descubrimientos acerca de la composición del Universo y de su origen
- <http://www.polisilk.com/> Página de fabricante de fibras en polímeros con tratamiento especial para mejorar la resistencia a la degradación por exposición a UV
- <http://www.practicasderadiocomunicaciones.com/> Conceptos longitud de onda, frecuencia y teoría de aplicaciones técnicas en energía
- <http://www.zeitmaschine.org/> Sitio dedicado a recopilar información general sobre las artes gráficas e información general sobre la luz y dispositivos visuales
- <http://solucionessolares.blogspot.com> Blog independiente dedicado a recopilar y difundir información referente al aprovechamiento de la energía solar
- <http://www.quimicaorganica.org/> Sitio dedicado a recabar y suministrar información especializada en el área de la química y sus ramas de aplicación
- <http://www.diseñadorindustrial.es/> Página virtual dedicada al Diseño Industrial, conceptos, enfoque, implicaciones, etc.

CONSULTORES

- **M.G.D.I. ASDRÚBAL FAJARDO. Profesor Escuela de Diseño Industrial Universidad Industrial de Santander**
- **Ing. RAUL CÁRDENAS CONTRERAS Profesor de la Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones. Universidad Industrial de Santander**

ANEXO A. COSTOS ESTIMADOS

MATERIALES MODELO	UNIDAD	CANT	COSTO X UNIDAD (\$)	VALOR (\$)
Tarjetas impresas para sistema electrónico	u	2	70.000	140.000
Micro-controladores sistema electrónico	u	2	10.000	20.000
Celdas fotovoltaicas	u	3	12.000	36.000
Batería recargable	u	1	70.000	70.000
Cableado sistema electrónico primario	m	2	5.000	10.000
Cableado sistema electrónico secundario	m	2	5.000	10.000
Puertos interconexión circuitos	u	10	1.000	10.000
Tornillos 1/8 y 1/16	u	6	1.000	6.000
Material para soldadura de circuitos	u	3	5.000	15.000
Lámina Polímero	m2	1	60.000	60.000
Resina polimérica	kg	1/2	20.000	20.000
Cuchillas de corte	u	6	3.000	18.000
Discos de corte	u	8	2.000	16.000
Brocas de 1/8 acero rápido	u	1	11.000	11.000
Puntas desbaste	u	4	11.000	44.000
Lija 1/4 y otros materiales abrasivos	u	3	4.000	12.000
Material de recubrimiento	litro	1	25.000	25.000
Pegamento	litro	1	9.000	9.000
Disolvente	litro	2	5.000	10.000
Gastos varios (moldeado por laminado, maquinado, etc.)				200.000
TOTAL MATERIALES				\$742.000

COSTOS SERVICIOS PÚBLICOS

SERVICIO	UNID	CANT	COSTO X UNID. (\$)	VALOR (\$)
Luz	Kw/h	150	407	61.050
Agua	m3	2	2.750	5.500
Teléfono	min	150	200	30.000
Gas	m3	5	950	4.750
Servicios transporte				100.000
Otros				110.000
TOTAL				\$311.300

COSTOS DE MAQUINARIA

MAQUINARIA	VIDA ÚTIL (años)	COSTO \$ (aprox.)	VALOR X HORA (\$)	INV. (HORA)	COSTO PRODUCCIÓN (\$)
Caladora de banco	3	360.000	16	52	832
Torno	6	60'000.000	1.300	20	26.000
Taladro de árbol	6	48'000.000	1.000	20	20.000
Moto-Tool	3	150.000	10	96	960
Compresor	3	540.000	28	30	840
Pistola para pintura	3	260.000	12	30	360
Pistola de calor	3	250.000	13	52	676
Llave Bristol (1/8)	2	10.000	0,2	40	8
Cautín	2	160.000	11	48	528
Pinzas	7	40.000	1	70	70
Herramienta de corte manual	5	20.000	1,5	12	18
TOTAL DEPRECIACIÓN					\$50.292

COSTO PARCIAL	\$1'091.592
----------------------	--------------------

COSTO MANO DE OBRA

Mano de obra:

En caso de fijar un salario por trabajo informal cuyo pago por hora trabajada sea acordado en \$6.000

Tiempo estimado (Horas)	Costo x Hora	Costo Total
80 horas	\$6.000	\$480.000

Mano de obra especializada:

Salario por trabajo informal cuyo pago por hora trabajada sea acordado en \$10.000

Tiempo estimado (Horas)	Costo x Hora	Costo Total
40 horas	\$18.000	\$720.000

ANEXO B. ESPECTRO DE LUZ

Banda	Longitud de onda (m)	Frecuencia (Hz)	Energía (J)
<u>Rayos gamma</u>	$< 10 \times 10^{-12} \text{m}$	$> 30,0 \times 10^{18} \text{Hz}$	$> 20 \cdot 10^{-15} \text{ J}$
<u>Rayos X</u>	$< 10 \times 10^{-9} \text{m}$	$> 30,0 \times 10^{15} \text{Hz}$	$> 20 \cdot 10^{-18} \text{ J}$
<u>Ultravioleta extremo</u>	$< 200 \times 10^{-9} \text{m}$	$> 1,5 \times 10^{15} \text{Hz}$	$> 993 \cdot 10^{-21} \text{ J}$
<u>Ultravioleta cercano</u>	$< 380 \times 10^{-9} \text{m}$	$> 7,89 \times 10^{14} \text{Hz}$	$> 523 \cdot 10^{-21} \text{ J}$
<u>Luz Visible</u>	$< 780 \times 10^{-9} \text{m}$	$> 384 \times 10^{12} \text{Hz}$	$> 255 \cdot 10^{-21} \text{ J}$
<u>Infrarrojo cercano</u>	$< 2,5 \times 10^{-6} \text{m}$	$> 120 \times 10^{12} \text{Hz}$	$> 79 \cdot 10^{-21} \text{ J}$
<u>Infrarrojo medio</u>	$< 50 \times 10^{-6} \text{m}$	$> 6,00 \times 10^{12} \text{Hz}$	$> 4 \cdot 10^{-21} \text{ J}$
<u>Infrarrojo lejano/submilimétrico</u>	$< 1 \times 10^{-3} \text{m}$	$> 300 \times 10^9 \text{Hz}$	$> 200 \cdot 10^{-24} \text{ J}$
<u>Microondas</u>	$< 10^{-2} \text{m}$	$> 3 \times 10^8 \text{Hz}^{\text{a.1}}$	$> 2 \cdot 10^{-24} \text{ J}$
<u>Ultra Alta Frecuencia - Radio</u>	$< 1 \text{ m}$	$> 300 \times 10^6 \text{Hz}$	$> 19,8 \cdot 10^{-26} \text{ J}$
<u>Muy Alta Frecuencia - Radio</u>	$< 10 \text{ m}$	$> 30 \times 10^6 \text{Hz}$	$> 19,8 \cdot 10^{-28} \text{ J}$
<u>Onda Corta - Radio</u>	$< 180 \text{ m}$	$> 1,7 \times 10^6 \text{Hz}$	$> 11,22 \cdot 10^{-28} \text{ J}$
<u>Onda Media - Radio</u>	$< 650 \text{ m}$	$> 650 \times 10^3 \text{Hz}$	$> 42,9 \cdot 10^{-29} \text{ J}$
<u>Onda Larga - Radio</u>	$< 10 \times 10^3 \text{m}$	$> 30 \times 10^3 \text{Hz}$	$> 19,8 \cdot 10^{-30} \text{ J}$
<u>Muy Baja Frecuencia - Radio</u>	$> 10 \times 10^3 \text{m}$	$< 30 \times 10^3 \text{Hz}$	$< 19,8 \cdot 10^{-30} \text{ J}$

Extraído de <http://www-spod.gsfc.nasa.gov/stargaze/Msun4spc.htm>

Los colores del arco iris son el "espectro básico" desde el que se compone toda la luz visible. Aunque estos colores se combinan sin problemas, algunas veces están divididos en el rojo, naranja, amarillo, verde, azul, añil y violeta.

Isaac Newton mostró que un prisma triangular no solo puede separar un rayo de luz solar en los colores del arco iris (eso ya era conocido), sino también que, cuando un segundo prisma junta los diferentes colores de nuevo, se vuelve a obtener luz blanca. Por lo tanto, la luz blanca es una combinación de los colores del arco iris y el prisma separa los colores porque el ángulo con el que se refracta un rayo de luz cuando entra en el cristal, difiere de un color al siguiente.

[Por la misma razón, una lente simple de cristal proporciona diferentes colores hacia un foco a diferentes distancias. En la época de Newton, si un astrónomo enfocaba un telescopio para obtener una imagen amarilla clara de una estrella, esa imagen estaba rodeada de parches desenfocados de rojo y verde. Newton pensaba que el problema no tenía solución y procedió a inventar un nuevo tipo de telescopio que no estaba basado en lentes, sino en espejos cóncavos, que reflejan todos los colores por igual. En épocas posteriores las ópticas fueron creadas de forma que enfocaban todos los colores juntos, usando una combinación de varias lentes hechas de diferentes tipos de cristal y hoy en día se utilizan así en las cámaras, proyectores y pequeños telescopios. Sin embargo, todos los grandes telescopios modernos siguen la idea de Newton y usan espejos.]

Color percibido

A pesar de la explicación del arco iris, el rompecabezas del color aún desconcierta a los científicos. Por ejemplo, los niños que hacen experimentos con lápices de colores, encuentran que la combinación de amarillo y azul genera el verde. ¿Es el verde un color básico como sugiere el arco iris o es la combinación de otros dos colores?

El enigma fue resuelto alrededor de 1860 por James Clerk Maxwell (visualizado a la izquierda), el brillante físico escocés que también nos dejó las ecuaciones básicas de la electricidad, las que predicen las ondas electromagnéticas (vea la [Sección S-5](#)). Maxwell demostró, siendo aún estudiante, que existían dos tipos de color, dependiendo de si eran percibidos por un instrumento o por el ojo humano:

"Color espectral" p.e. los colores del arco iris y sus combinaciones. La medida con que cada parte del espectro del arco iris contribuye a un rayo de luz se puede determinar dividiendo el rayo con un prisma.

"Color percibido" comunicado al cerebro por el ojo humano.

Un instrumento que use prismas ("espectrógrafo") revelará que el color verde del arco iris y el verde formado por el (amarillo + azul) no son los mismos. Sin embargo, el ojo humano no puede notar la diferencia.

Nuestro ojo contiene tres tipos de células sensitivas, cada una usando una banda de color diferente, una banda centrada en el rojo, otra en el amarillo y otra en el azul. Cuando vemos verde, están estimuladas las células sensitivas al amarillo y al azul, pero nuestros ojos no pueden distinguir si eso ocurre porque vemos ambos colores mezclados o porque vemos solo un color (verde del arco iris), que está a medias entre esas dos bandas de color.

Cualquier color que vemos, incluido el marrón, el verde oliva y otros que están ausentes en el arco iris, es una impresión en la conducta de nuestro cerebro cuando combina las señales de esas tres bandas de color. Las personas daltónicas no tienen algunos tipos de células oculares y su mundo está a falta de ciertos colores o incluso (para los que solo disponen de un tipo de célula) ningún color.

Así es como se basan en los tres colores primarios, rojos, amarillos y azules, la televisión el color y las impresoras de color. Estos aparatos no reproducen el color espectral de los objetos que muestran, pero, aun así, son capaces de representar cualquier color que nuestros ojos pueden ver.

Todo lo indicado aplica a color aditivo. Si usted está viendo esto en un monitor de color de una computadora, todos los colores que ve son la combinación de los tres colores básicos (Rojo, verde y azul, o combinaciones adecuadas) emitidos por pequeños puntos coloreados sobre la pantalla. Las imágenes de color imprimidas en papel blanco son diferentes y utilizan colores sustractivos: vea al fin de esta página para más detalles.

El Espectro

Los colores abordados de aquí en adelante serán colores espectrales. Son importantes en la naturaleza dos formas de distribución de color:

En la luz emitida por los sólidos, los líquidos o los grandes cuerpos de gas denso como el Sol, los colores se distribuyen continuamente. Su distribución exacta (el espectro del cuerpo negro) depende de la temperatura a la que se produce, una mano cálida irradia en su mayoría en el infrarrojo, una resplandeciente barra de hierro está al rojo cereza, el filamento de una lámpara es amarillo brillante y la luz solar es blanco candente.

También es de este tipo es la distribución de la radiación de microondas superviviente del "big bang" cuando aparentemente comenzó el universo, una radiación observada por el satélite COBE (Cosmic Background Explorer) de la NASA. Cuando fue mostrado por vez primera el espectro observado por el COBE antes de una reunión de astrónomos, causó una gran conmoción. Los valores observados mostraban generalmente algún error experimental, pero aquí estaban tan cercanos a la curva teórica prevista que la primera impresión de los espectadores fue que los presentadores habían dibujado la curva primero y luego habían colocado sus puntos encima

Los colores de la luz emitida por átomos o moléculas individuales en un gas rarificado no están distribuidas de forma continua, sino que están concentrados en estrechas bandas del espectro. Los colores son característicos del tipo de átomo o molécula que los emiten, al igual que el tono de un diapasón es la característica de su tamaño, espesor y tipo de metal. Estas estrechas bandas se conocen como líneas espectrales, porque en la mayoría de los espectrógrafos la luz entra a través de una estrecha rendija, de tal forma que cada emisión surge como una línea en la imagen resultante.

Por ejemplo, es bien conocido que las llamas, en un hogar, fogata o en un edificio ardiendo, son amarillo naranja. Un espectrógrafo revelará que el color proviene de dos líneas estrechamente espaciadas, características del sodio, que irradia su luz aún en el calor moderado de un fuego. La madera y la mayoría de combustibles (pero no el gas natural, que quema azul) contienen pequeñas cantidades de sal común (NaCl) y con solo trazas se le añade color a la llama.

Las luces de la calle pueden contener una pequeña cantidad de vapor de mercurio, que emite en una luz azulada, pero no roja. Debido a que su cobertura del espectro del arco iris es incompleta, los colores vistos con esas luces a menudo parecen ser no naturales. Las lámparas fluorescentes también contienen mercurio (un espectroscopio mostraría las "líneas" del mercurio), pero para crear una luz más suave y placentera (y para darle a la luz UV, normalmente desperdiciada, un buen uso), tienen una capa fluorescente por dentro del cristal que absorbe los colores chillones del mercurio (incluyendo las UV) y los vuelve a irradiar en una distribución de color más uniforme. Las luces de Neón funcionan de forma similar, con pequeñas cantidades de otros gases produciendo los colores apropiados. Algunas luces de la calle también contienen vapor de sodio y se pueden reconocer por su color amarillo- anaranjado.

La Naturaleza Ondular de la Luz

Los prismas y rendijas se pueden usar para filtrar la luz, dejando pasar solo la luz "monocromática" de un color espectral único y bien definido. Los estudios con esa luz han mostrado que se propaga como una onda. Su longitud de onda, la distancia entre cresta y cresta, es más bien diminuta, normalmente 0.5 micronsimas (millonésimas de metro).

Los físicos antiguos solo sabían que cuando dos crestas se superponían, la luz era más brillante, mientras que cuando las crestas eran en la

dirección opuesta, las ondas se cancelaban entre ellas y daban lugar a la oscuridad.

La longitud de onda determina el alcance al que una onda puede confinarse en ciertos lugares. Debido a que las ondas de luz son tan cortas, podemos también visualizarlas como un rayo bien delimitado. Sin embargo, los contornos comienzan a desdibujarse cuando miramos pequeños objetos a través de un microscopio potente, aumentándolos varias miles de veces, porque las ondas de luz no pueden definir los detalles menores que su longitud de onda. Es donde se hacen útiles los microscopios electrónicos, que no usan la luz, sino rayos de electrones.

Para medir la longitud de onda existe una gran variedad de instrumentos para ayuda de los físicos. El más usado por los estudiantes es la rejilla de difracción, una lámina reglada con finas ranuras paralelas, con una distancia constante entre ellas. Son accesibles baratas rejillas de difracción, prensadas de una rejilla metálica y montadas en marcos de cartón como las diapositivas. Las ondas entrantes resuenan con el espacio entre las ranuras y alguna se desvía con un ángulo que depende de la longitud de onda y conociendo el ángulo y el espaciado permite calcular la longitud de onda. Esta rejillas pueden separar un rayo de luz en sus colores de la misma forma que lo hacen los prismas y se usan a menudo en los espectrógrafos.

[Iluminándola desde un lado con una superficie reflectante por detrás, las rejillas brillaran con muchos colores, haciéndolas un artículo popular en las pedrerías para vestidos. El mismo proceso es el responsable del brillo de los discos láser usados para la grabación musical y para grabar datos de computación, ya que también contienen muchas ranuras estrechas y paralelas.]

Colores Sustractivos

Cuando una imagen de color es impresa sobre papel blanco, ella está compuesta de muchos puntos pequeños de tintas transparentes de los colores magenta (parecido a un morado claro), amarillo y cian (de un tipo azul-verdoso). Además, también se utiliza tinta negra, útil para imprimir letras de texto. Cuando la imagen de color es iluminada con luz blanca, el color que llega a sus ojos aún es una combinación de los colores familiares rojo, verde y azul, pero el proceso en el cual las tintas de color producen dichos colores es diferente:

La tinta cian absorbe el rojo y emite el verde y el azul. La tinta magenta absorbe el verde y emite el rojo y el azul. La tinta amarilla absorbe el azul y emite el rojo y el verde.

En los puntos pequeños de tinta, aquellos que contienen cian y también magenta, tan solo permiten que la luz azul se vea, para ser reflejada por el papel blanco y entonces pasar a través del punto transparente de nuevo: lo que el ojo ve es un punto azul. De manera similar, un punto de magenta y amarillo se ve rojo, uno de cian y amarillo es verde.

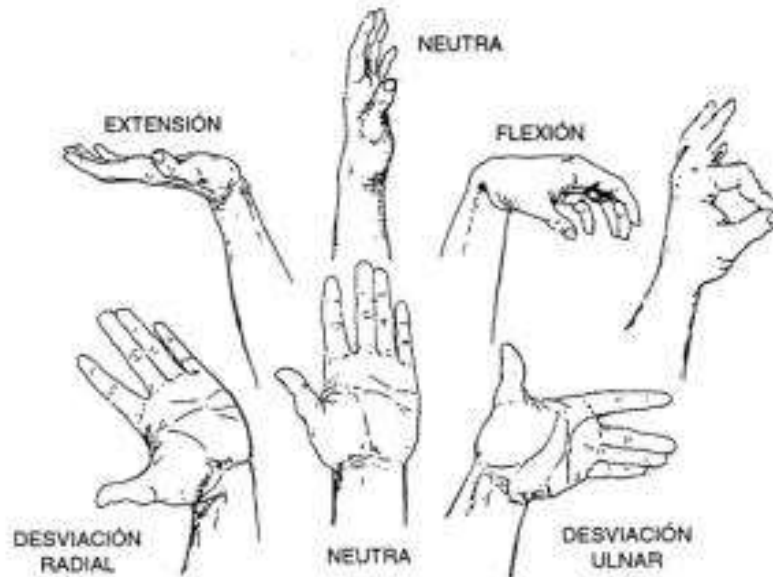
Mayor información:

<http://umbra.nascom.nasa.gov/images/>

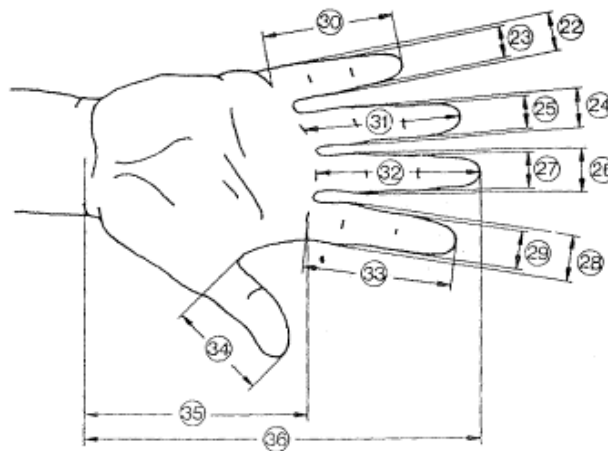
<http://www.profesorenlinea.cl/mediosocial/plastico.htm>

<http://www.quiminet.com/articulos/identificacion-de-plasticos-130.htm>

ANEXO C. Esquemas movimientos de la mano y extremidad superior – Tablas antropométricas guía



Fuente <http://www.estrucplan.com.ar/>



PERCENTIL								
Hombres				Mujeres				
5 %	50 %	95 %		5 %	50 %	95 %		
22	Ancho del meñique en la palma de la mano	1,8	1,7	1,8		1,2	1,5	1,7
23	Ancho del meñique próximo de la yema	1,4	1,5	1,7		1,1	1,3	1,5
24	Ancho del dedo anular en la palma de la mano	1,8	2,0	2,1		1,5	1,6	1,8

25	Ancho del dedeo anular próximo a la yema	1,5	1,7	1,9		1,3	1,4	1,6
26	Ancho del dedo mayor en la palma de la mano	1,9	2,1	2,3		1,6	1,8	2,0
27	Ancho del dedo mayor próximo a la yema	1,7	1,8	2,0		1,4	1,5	1,7
28	Ancho del dedo índice en la palma de la mano	1,9	2,1	2,3		1,6	1,8	2,0
29	Ancho del dedo índice próximo a la yema	1,7	1,8	2,0		1,3	1,5	1,7
30	Largo del dedo meñique	5,6	6,2	7,0		5,2	5,8	6,6
31	Largo del dedo anular	7,0	7,7	8,6		6,5	7,3	8,0
32	Largo del dedo mayor	7,5	8,3	9,2		6,9	7,7	8,5
33	Largo del dedo índice	6,8	7,5	8,3		6,2	6,9	7,6
34	Largo del dedo pulgar	6,0	6,7	7,6		5,2	6,0	6,9
35	Largo de la palma de la mano	10,1	10,9	11,7		9,1	10,0	10,8
36	Largo total de la mano	17,0	18,6	20,1		15,9	17,4	19,0

Medidas respectivamente en la articulación (Según Norma DIN 33 402. 2º parte)

Figura: Tabla con las principales medidas de la mano (Según Norma DIN 33.402 segunda parte.



Dimensiones En cm. PERCENTIL

Hombres Mujeres

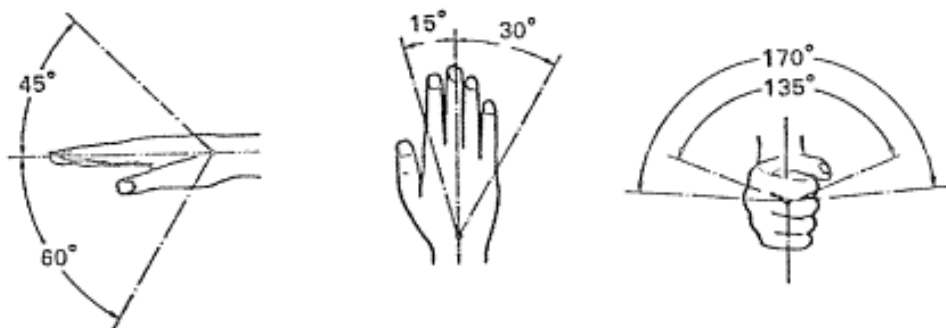
Dimensiones En cm	PERCENTIL							
	Hombres				Mujeres			
	5 %	50 %	95 %		5 %	50 %	95 %	
37	Ancho del dedo pulgar	2,0	2,3	2,5		1,6	1,9	2,1
38	Grosor de la mano	2,4	2,8	3,2		2,1	2,6	3,1

(37) medido en la articulación (Según Norma DIN 33 402. 2º parte)

Valores medios X e intervalos de referencia 90° percentil. Estudio basado en 8000 hombres de 20 años y una muestra de control femenina realizada en Alemania por Jurgens.

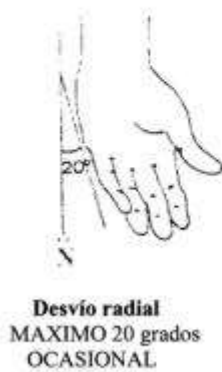
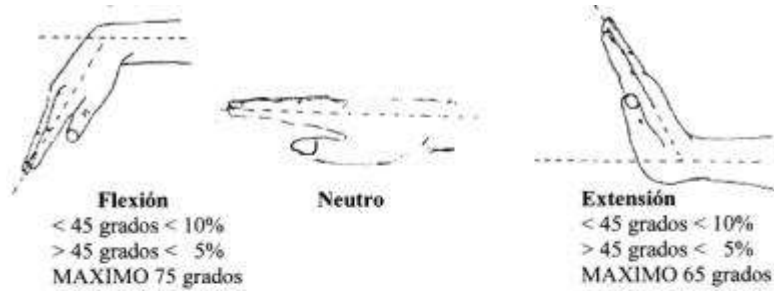
Medida 41 corresponde al anillo descrito por los dedos pulgar e índice. En las tablas se dan las medidas medias aritméticas como también los valores límites, (superior e inferior). Dichos valores límites han sido establecidos de manera tal que solo el 5% de las personas sometidas a estudio evidencian valores mayores al límite superior y otro 5% acusan valores menores al límite inferior. El valor medio aritmético de las medidas corporales solo podrá ser utilizado para la conformación de puestos de trabajo con la condición de que las desviaciones de este valor promedio, ya sea hacia arriba como hacia abajo, tengan los mismos efectos sobre el hombre. El criterio es diseñar, fabricar o adquirir elementos de trabajo con los cuales la mayoría de las personas (al menos el 90 %), desarrollen sus actividades con absoluta comodidad. En lo que respecta al campo de operación de los miembros está determinado por su longitud y ángulo de rotación.

Campo de operación de las manos



Arcos descritos por los movimientos de la muñeca y la mano (teniendo en cuenta la articulación del codo y sin tener en cuenta a ella) Según Stier y Meyer. El brazo puede describir una rotación 250° alrededor de su eje en el plano sagital en un semicírculo hacia adelante.

Diferentes posturas de las manos y muñecas (Mondelo-Gregori-Blasco-Barrau 2001)



Prehensión

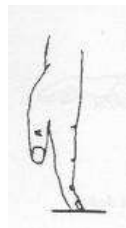


Pinza

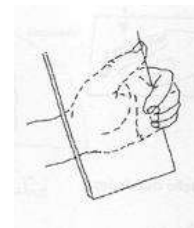


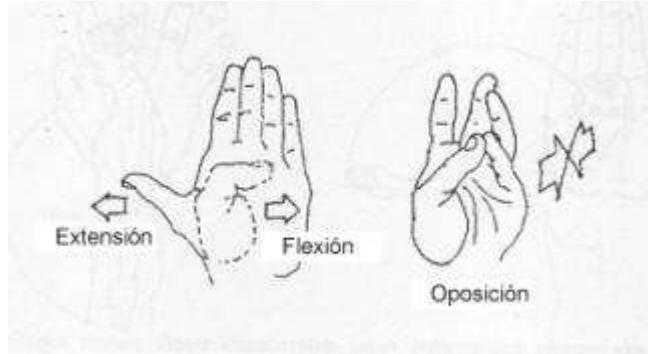
Mano humana cerrada forma un ángulo de 70° entre la horizontal y el eje normal.

Hiperextensión de los dedos



Pinza palmar

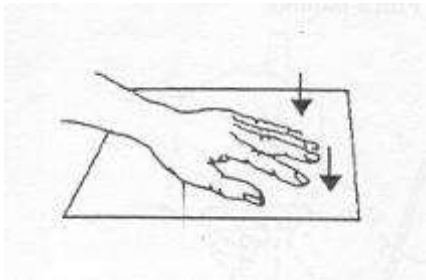




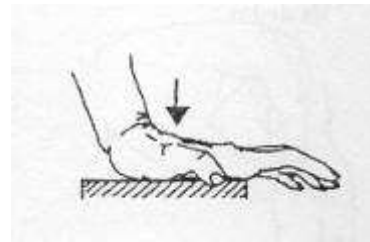
Abducción del pulgar

Pinza pulpar

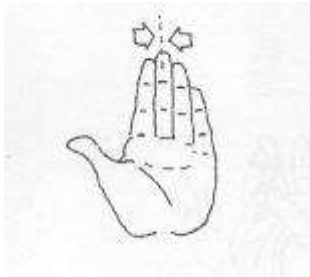
Compresión digital



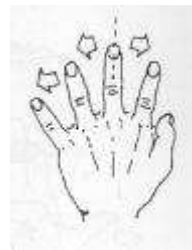
Compresión palmar



Aducción de los dedos



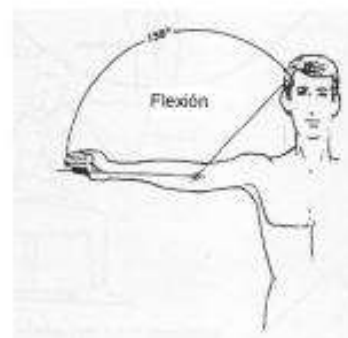
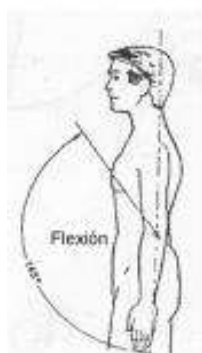
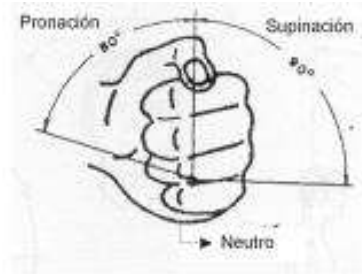
Abducción de los dedos



El análisis estereométrico y cronológico de los movimientos que se efectúan en el desarrollo de una tarea permite analizar cuál es la mejor conformación del puesto de trabajo o indicar la reconfiguración de la misma estudiar dada pueden significar el mejor camino para reconfigurar un puesto de trabajo; además no se debe descartar la existencia de la posibilidad de eliminarlos o de disminuir riesgos o cargas, mediante una conformación organizativa.

Los movimientos de las manos son los muy difíciles de estudiar debido a la rapidez de los movimientos y a la complejidad de los mismos. Por ello los movimientos de las manos debe observarse con mucha atención. Cuando sea posible es aconsejable el uso de cámaras para luego poder estudiar con detenimiento la tarea y hacer un análisis más exacto de las mismas.

Movimientos de los antebrazos

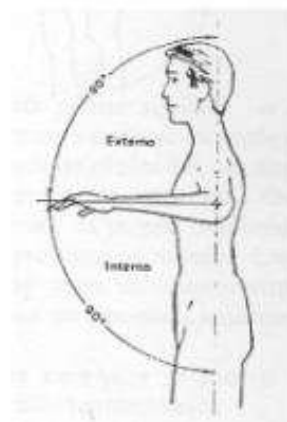
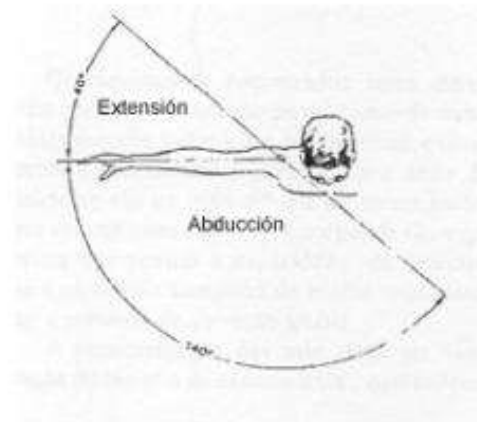
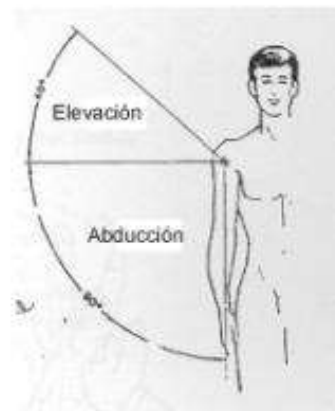
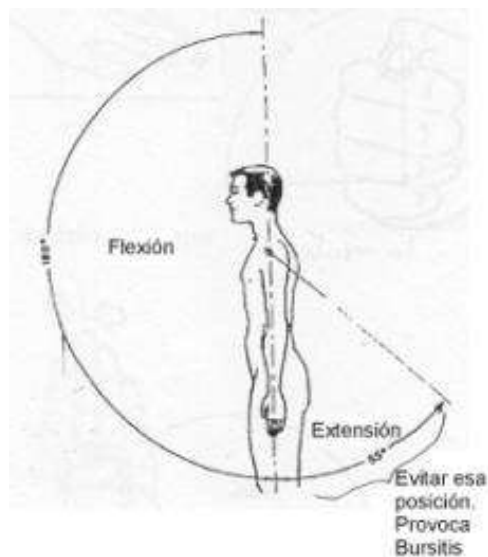


El conocimiento de los movimientos de pronación y supinación es importante pero, como se mencionó anteriormente, es primordial saber diferenciar este movimiento desde la rotación a partir del codo, o a partir del hombro, donde actúan dos articulaciones en lugar de una como es en el caso anterior. Esto permite deducir

rápidamente la diferencia en el esfuerzo articular; manteniendo un ángulo definido y efectuando el movimiento con una o dos puntos articulares.

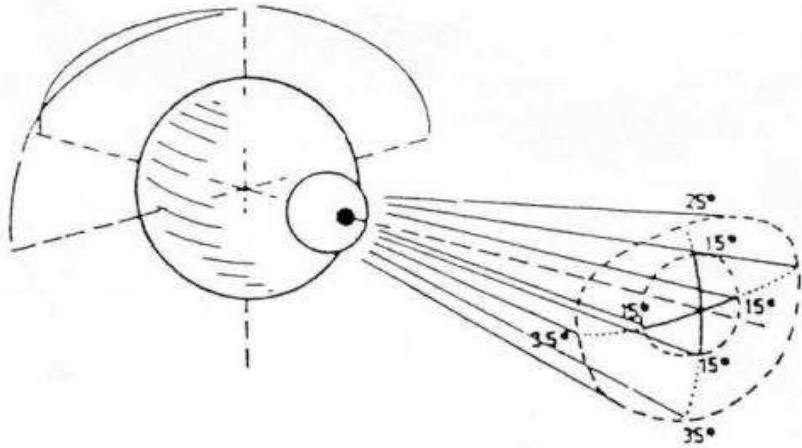
Lo anterior no se repite en otro caso, pero desde ya es sumamente necesario conocer los movimientos de las restantes articulaciones, en el caso de los brazos la flexión y extensión del brazo en el codo, lo mismo para la articulación del hombro junto a sus otras combinaciones dadas por la rotación en ese punto (en el hombre además del mencionado movimientos articular de rotación hay flexión y extensión).

Movimientos de los brazos y hombros



Los movimientos de la cabeza tienen también que ser estudiados tanto en la flexión (bajar la cabeza), como en la extensión (levantar la cabeza), la lateralización (inclinarse a derecha y/o izquierda) y su rotación (giro a derecha y/o izquierda)

Figura Acomodación y adaptación.



ANEXO D. Baterías modernas y comercialización

En 1989, Goodenough y Arumugam Manthiram de la Universidad de Texas en Austin demostraron que los cátodos que contienen polianiones (ej., sulfatos), producen voltajes superiores que los óxidos debido al efecto inductivo del polianión.

En 1991, Sony y Asahi Kasei lanzaron la primera batería de Li-ion comercial.

En 1996, Goodenough, Akshaya Padhi y sus colaboradores identificaron el litio ion fosfato ($[[LiFePO_4]]$)⁶ y otros fosfo-olivinos (fosfatos de litio metal con la misma estructura que el olivino mineral) como materiales catódicos.

En 2002, Yet-Ming Chiang⁷ y su grupo del MIT mostraron una mejora sustancial en el rendimiento de las baterías de Li-ion aumentando la conductividad del material mediante dopado con aluminio, niobio y zirconio.

En 2004, Chiang de nuevo incrementó el rendimiento utilizando partículas de fosfato de hierro⁸ de menos de 100 nanómetros de diámetro.

En 2011, las baterías de Li-ion supusieron el 66% de todas las baterías recargables en Japón.

Inconvenientes

A pesar de todas sus ventajas, esta tecnología no es el sistema perfecto para el almacenaje de energía, pues tiene varios defectos, como pueden ser:

- **Duración media:** depende de la cantidad de carga que almacenen, independientemente de su uso. Tienen una vida útil de unos 3 años o más si se almacenan con un 40% de su carga máxima (en realidad, cualquier batería, independientemente de su tecnología, si se almacena sin carga se deteriora. Basta con recordar el proceso de sulfatación que ocurría en las antiguas

baterías de zinc-carbón cuando se almacenaban al descargarse completamente).

- **Soportan un número limitado de cargas:** entre 300 y 1000, menos que una batería de níquel cadmio e igual que las de Ni-MH, por lo que ya empiezan a ser consideradas en la categoría de consumibles.
- **Son costosas:** su fabricación es más costosa que las de Ni-Cd e igual que las de Ni-MH, si bien actualmente el precio baja rápidamente debido a su gran penetración en el mercado, con el consiguiente abaratamiento. Podemos decir que se utilizan en todos los teléfonos móviles y ordenadores portátiles del mundo y continúa extendiéndose su uso a todo tipo de herramientas portátiles de baja potencia.
- **Pueden sobrecalentarse hasta el punto de explotar:** están fabricadas con materiales inflamables que las hace propensas a detonaciones o incendios, por lo que es necesario dotarlas de circuitos electrónicos que controlen en todo momento su temperatura.
- **Peor capacidad de trabajo en frío:** ofrecen un rendimiento inferior a las baterías de Ni-Cd o Ni-MH a bajas temperaturas, reduciendo su duración hasta en un 25%.
- **Voltaje muy variable:** Debido a que la variación de la tensión de celda es muy grande se hace imprescindible utilizar un pequeño convertidor CC/CC en función de la aplicación de la que se trate si se quiere tener una tensión de salida constante.

Cuidados de la batería

Estas baterías tienen el menor efecto memoria de todas las demás tecnologías⁹, por ello es necesario que tras un número de ciclos incompletos se realice una calibración completa de la batería para que el efecto memoria desaparezca. Para alargar su vida útil necesitan ciertos cuidados:

- Es recomendable que permanezcan en un sitio fresco (15 °C), y evitar el calor.

- Cuando se vayan a almacenar mucho tiempo, se recomienda dejarlas con carga intermedia (40%). Asimismo, se debe evitar mantenerlas con carga completa durante largos períodos.
- La primera carga no es decisiva en cuanto a su duración y no es preciso hacerla; el funcionamiento de una batería de ion de Litio en la primera carga es igual al de las siguientes. Es un mito probablemente heredado de las baterías de níquel.
- Es preciso cargarlas con un cargador específico para esta tecnología. Usar un cargador inadecuado dañará la batería y puede hacer que se incendie.
- Existen también bolsas especiales ignífugas donde poder almacenarlas, ya que estas baterías son muy delicadas.
- Un dispositivo portátil debe estar apagado durante la carga.

Ventajas

Batería comercial de Li-Ion.

Esta tecnología se ha situado como la más interesante en su clase en usos para ordenadores portátiles, teléfonos móviles y otros aparatos eléctricos y electrónicos. Los teléfonos móviles, las agendas electrónicas, e incluso los nuevos reproductores MP3 vienen con baterías basadas en esta tecnología, gracias a sus varias ventajas:

- Una elevada densidad de energía: Acumulan mucha mayor carga por unidad de peso y volumen.
- Poco peso: A igualdad de carga almacenada, son menos pesadas y ocupan menos volumen que las de tipo Ni-MH y mucho menos que las de Ni-Cd y Plomo.
- Gran capacidad de descarga. Algunas baterías de Li-Ion -las llamadas "Lipo" Litio-ion Polímero (ion de litio en polímero)¹¹ - que hay en el mercado, se pueden descargar totalmente en menos de dos minutos.
- Poco espesor: Se presentan en placas rectangulares, con menos de 5 mm de espesor. Esto las hace especialmente interesantes para integrarlas en dispositivos portátiles que deben tener poco espesor.

- Alto voltaje por célula: Cada batería proporciona 3,7 voltios, lo mismo que tres baterías de Ni-MH o Ni-Cd (1,2 V cada una).
- Mínimo efecto memoria.
- Descarga lineal: Durante toda la descarga, la tensión varía mucho: si la tensión nominal de una celda de Litio es de 3,6V, la tensión máxima se hallará en torno a 4,2V, mientras que la tensión mínima recomendada es 2,5V para evitar la descarga profunda de la batería y la reducción de su vida útil. Esto significa que la variación de la tensión de celda con respecto al estado de carga es constante. Es decir, la pendiente de la recta dV/dC es constante (si se representa gráficamente, la tensión en función de la descarga es una línea recta). Eso hace muy fácil conocer el estado de carga de la batería con buena precisión.
- Larga vida en las baterías profesionales para vehículos eléctricos. Algunos fabricantes muestran datos de más de 3.000 ciclos de carga/descarga para una pérdida de capacidad del 20% a C/3.
- Facilidad para saber la carga que almacenan. Basta con medir, en reposo, el voltaje de la batería. La energía almacenada es una función del voltaje medido.
- Muy baja tasa de auto descarga: Cuando guardamos una batería, ésta se descarga progresivamente aunque no la usemos. En el caso de las baterías de Ni-MH, esta "auto descarga" puede suponer más de un 20% mensual. En el caso de Li-Ion es de menos un 6% en el mismo periodo. Muchas de ellas, tras seis meses en reposo, pueden retener un 80% de su carga.

Combinaciones

Hay que tener en cuenta que existen en el mercado muchas combinaciones de Litio, lo que puede llevar a muchas características diferentes. Entre ellas encontramos:

- Las baterías de ion de litio en polímero. En las que la principal diferencia con las baterías de ion de litio ordinarias es que el electrolito litio-sal no está contenido en un solvente orgánico, sino en un compuesto polimérico sólido como el óxido de polietileno o poliacrilonitrilo. Las ventajas del litio polímero sobre el litio-ion son: los menores costes de fabricación, adaptabilidad a una amplia variedad de formas de empaquetado, confiabilidad y resistencia.
- Las de litio hierro fosfato (LiFePO_4), también conocidas como LFP. Comparadas con las baterías tradicionales de ion de litio, en las que el LiCoO_2 es uno de sus componentes más caros, las de litio hierro fosfato son significativamente más baratas de producir.
- Las de tipo olivino de litio hierro fosfato. Tienen la característica de que pueden durar unos 10 años si se cargan una vez al día. Además de tener una larga vida, se pueden cargar muy rápidamente, ya que emplean sólo dos horas para el 95% de su capacidad. Entre otros está comercializada por Sony Business Solutions (ESSP-2000)

ANEXO E. Antropometría/ergonomía: Aspectos generales

DIMENSIONES DE MANO Y PIE DE HOMBRES Y MUJERES ADULTOS, EN PULGADAS Y CENTÍMETROS, SEGUN SELECCION DE PERCENTILES											
		I	J	K	L*	M*	N	O	P	Q	R
95	pulg.	8,07	4,63	3,78	9,11	10,95	11,44	8,42	4,16	10,62	2,87
	cm	20,5	11,8	9,6	23,1	27,8	29,1	21,4	10,6	27,0	7,3
5	pulg.	7,00	3,92	3,24	7,89	9,38	9,89	7,18	3,54	9,02	2,40
	cm	17,8	10,0	8,2	20,0	23,8	25,1	18,2	09,0	22,9	6,1

* Perímetro

<http://www.estrucplan.com.ar/Producciones/entrega.asp?IdEntrega=72>

* **FACTIBILIDAD** (nivel inferior)

Factibilidad (a corto plazo): problema psicofísico, antropométrico, campo de acción de la doctrina e investigación científica del trabajo, por ejemplo, máxima área de alcance, máxima fuerza de presión.

* **SOPORTABILIDAD**

Soportabilidad (a largo plazo): Problema de la fisiología y medicina laboral, campo de acción fisiológica y médico de la doctrina e investigación científica del trabajo, como por ejemplo los límites de resistencia del trabajo muscular.

* **ADMISIBILIDAD**

Admisibilidad: Problema sociológico, aceptación por grupos de las condiciones dentro de los límites de la soportabilidad. Campo de aplicación de las ciencias sociales.

* **SATISFACCIÓN** (nivel superior)

Satisfacción: Problema psicológico, aceptación de las condiciones admisibles

considerando la satisfacción individual; campo de acción de la psicología personal y la psicología social.

Para realizar la elección de herramientas se deben tener en cuenta a los dos primeros criterios donde la factibilidad está dada por los límites máximos a los cuales se puede llevar a una persona, estos límites son diferentes para cada individuo, (para la elección del herramental se toma el valor correspondiente al 5 percentil), dependiendo de su constitución física. En cuando la tarea es factible (realizable) aparece el problema de tener que analizar si la tarea además se la puede efectuar varias veces, dado que en este momento se observan los límites de resistencia y la aparición del cansancio, aquí entran en juego valores externos al hombre como el medio ambiente.

Las personas que a menudo levantan cosas conjuntamente deben tener una fuerza equiparable y practicar colectivamente ese ejercicio. Los movimientos de alzado han de realizarse al mismo tiempo y a la misma velocidad.

Los pesos máximos recomendados por la Organización Internacional del Trabajo son los siguientes:

Hombres: Ocasionalmente 55 kg, repetidamente 35 kg.

Mujeres: Ocasionalmente 30 kg, repetidamente 20 kg.

Características:

Sus colores han de ser claros y mates. Así se evitan reflejos.

Los caracteres tienen que estar bien definidos, con un buen nivel de contraste con respecto al fondo, de tamaño suficiente y con un espacio adecuado entre los renglones (esto facilita la legibilidad). Es preferible trabajar con estas características y modificarlas, si se desea, en el momento de la impresión.

La imagen de la pantalla ha de ser estable, sin destellos, reflejos, centelleos o reverberaciones. Un estudio de la Universidad de Santiago ha puesto de manifiesto que el nivel de luminancia de los monitores de rayos catódicos es inestable durante los primeros 20 minutos tras el encendido. Parece aconsejable un precalentamiento de la pantalla para evitar una posible fatiga visual producida por estas variaciones.

- Orientable a voluntad: Con el fin de acomodarlo a las posturas que se adopten y para optimizar los ángulos de visión, así como para evitar reflejos.
- Regulable en cuanto a brillo y contraste. Para adaptarlos a las condiciones del entorno. Además, los mandos, interruptores y botones deben ser fácilmente accesibles, con el fin de que permitan una sencilla manipulación.

Consejos para usarlo:

- Trabaje con monitores que lleven un tratamiento antirreflejo o incorporen un filtro especial. El cristal de los monitores refleja la luz que le llega. Estos destellos son molestos para el ojo, porque reducen la legibilidad y obligan a una constante acomodación de la visión. Hay que tener un especial cuidado en que el filtro no oscurezca demasiado el monitor.
- Procure que la pantalla esté siempre limpia. Las huellas y demás suciedades también provocan reflejos. La radiación que emiten algunas pantallas es mínima y no supone ningún peligro. Sin embargo, los campos electrostáticos atraen el polvo, lo que puede afectar a las vías respiratorias e irritar los ojos. Esto puede evitarse con un grado adecuado de humedad en el ambiente, o con un filtro provisto de un cable de conexión a masa.
- Si sufre algún problema en la visión, es mejor utilizar una gafa especialmente destinada al uso del ordenador. Consulte al oftalmólogo. Las gafas de sol reducen la capacidad de lectura.
- Trabaje con texto negro sobre fondo blanco. Se debe procurar no abusar de los colores.

- Sitúe la pantalla a una distancia entre 50 y 60 centímetros. Nunca a menos de 40 centímetros.
- La parte superior de la pantalla debe estar a una altura similar a la de los ojos, o ligeramente más baja. El monitor se sitúa así en la zona óptima de visión, comprendida entre los cinco y los 35 grados por debajo de la horizontal visual, y desde la cual se contempla todo sin ningún esfuerzo. De esta forma, la vista no se resiente y se evitan posturas lesivas.

También es conveniente usar un atril para los documentos. Colocándolo a una distancia equivalente a la pantalla y a su misma altura. De esta forma no se baja y se sube constantemente la cabeza para mirar y se reduce la fatiga visual.

Ubicación:

La pantalla ha de colocarse perpendicular a las ventanas. Nunca enfrente o de espaldas a ellas. En el primer caso, al levantar la vista, se pueden producir deslumbramientos. En el segundo, los reflejos de la luz natural sobre el cristal son inevitables.

Pausas y ejercicios:

Descansos de cinco minutos cada hora. Durante estas breves pausas hay que recrear la vista mirando escenas lejanas.

Ejercicios oculares. Se puede simplemente cerrar los ojos con la ayuda de las palmas de las manos, pero sin presionar. Otro muy efectivo es, sentarse correctamente y mirar al frente. Después, sin mover la cabeza, desviar la mirada todo lo posible hacia la izquierda y luego a la derecha.

Teclado y Ratón

Los problemas que pueden surgir por el uso (o mal uso) del teclado no son distintos de los que han sufrido las secretarías de toda la vida. De hecho, el actual teclado de los ordenadores es una herencia directa del diseñado en el siglo pasado para las máquinas de escribir. Teclas más suaves y otras adicionales son las principales diferencias.

Al manipular un teclado, las manos adoptan una posición forzada, hacia afuera. Los movimientos rápidos y repetitivos pueden provocar tendinitis, Teno sinovitis... Cada vez existen en el mercado más componentes que corrigen esto, como los teclados ergonómicos o los reposamuñecas.

Tanto unos como otros permiten un acceso a las teclas en línea recta con respecto al antebrazo, por lo que la postura que se adopta es más natural. El teclado ergonómico ofrece además otras ventajas: apertura de las partes acomodándolo al mejor ángulo de trabajo, teclas situadas donde los dedos tienen una posición de descanso... Son más caros que los normales pero, si se pasan muchas horas ante el ordenador, merecen la pena.

Características:

- Que sea mate y de colores claros. Para evitar reflejos. Independiente de la pantalla del ordenador. Es decir, móvil, que permita adoptar una postura cómoda que no provoque cansancio.
- Regulable en cuanto a inclinación. En un intervalo de 10 a 15 grados, con el fin de evitar movimientos forzados de las articulaciones, que pueden derivar en lesiones. Se recomienda que la línea media del teclado (tercera fila), no se levante más de tres centímetros de la superficie de trabajo.
- Estable durante su uso. Que no se deslice sobre la superficie en la que reposa.

- Los símbolos de las teclas deben resaltar y ser legibles desde la posición normal de trabajo. Y es preferible que estos caracteres sean oscuros sobre fondo claro.
- Teclas cóncavas. Es mejor este tipo de superficie, ya que facilita su utilización.
- Separación suficiente entre las distintas partes del teclado. Suave en su manipulación. Que no requiera ejercer una presión grande sobre las teclas que se pulsan.
- Que no provoque ningún ruido. Sin embargo, al accionarse debe dar una señal táctil, acústica o visual.

Ubicación:

Con el espacio necesario delante para poder apoyar cómodamente brazos y manos, a fin de reducir la fatiga en los brazos y la tensión en la espalda. Estar situado dentro del llamado espacio asequible, que comienza a partir del borde de la mesa. Así se evitan posturas forzadas, como trabajar con los brazos estirados.

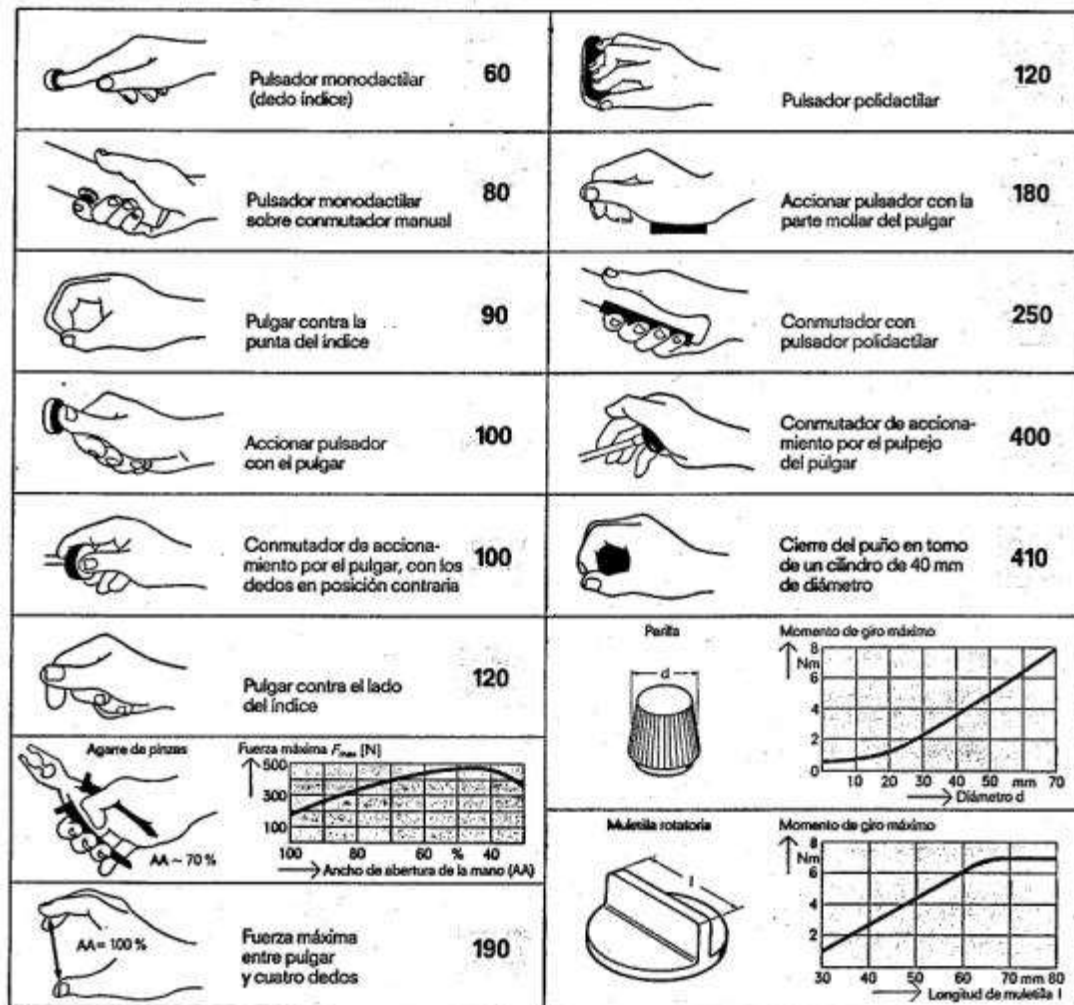
Ubicarse a la misma distancia de los ojos que el resto de componentes. Es recomendable situarlo justo debajo del monitor. Cuando se encuentra en superficies laterales con respecto a él, obliga a girar la cabeza a derecha o izquierda (según esté la pantalla). La fisioterapeuta Mar Madrid, de la Universidad Europea CEES, afirma que "esta situación, mantenida en el tiempo, provoca un acortamiento de los músculos afectados. Si esta disposición es inevitable, es recomendable invertirla cada tres meses".

Ejercicios:

Para los dolores de muñecas y dedos un buen ejercicio es lavarse las manos con agua fría a menudo. Esto mejora la circulación, alivia las molestias y previene inflamaciones

Por su parte, el ratón se ha erigido en uno de los periféricos más usados, sustituyendo al teclado en según qué tareas. Tendinitis es el trastorno más frecuente.

Como con los teclados, en el mercado también existen ratones ergonómicos de gran calidad, con una manejabilidad cómoda y fácil.



Lista de recomendaciones técnicas y los aspectos esenciales a tener en cuenta en la conformación antropométrica

LISTA DE CONTROL PARA LA CONFORMACIÓN ANTROPOMETRÍA

- 1- ¿Obliga la disposición y/o conformación de los medios de elaboración a posiciones y/o posturas inadecuadas del cuerpo en el sentido de solicitaciones unilaterales evitables?*
- 2- ¿Se puede alternar entre el trabajo con la mano derecha y la izquierda?*
- 3- ¿Se corresponden la postura y la posición del cuerpo con los requerimientos de la tarea laboral, en cuanto a la fuerza y precisión exigidas?*
- 4- ¿Se ha tenido en cuenta una suficiente libertad de movimientos de los dedos, manos, codos, hombros, y dado el caso de las piernas considerando las rodillas y los tobillos con los pies?*
- 5- ¿Fueron consideradas las limitaciones de los movimientos debido a la implementación del trabajo bimanual?*
- 6- ¿Abarca la amplitud de movimiento (o apertura según corresponda) las necesidades mínimas?, ¿tiene una superficie de agarre lo suficiente grande que permita hacer una presión baja y uniforme?*
- 7- ¿Concuerdan los ejes funcionales (de los movimientos, fuerzas, momentos torsores) con las condiciones anatómicas recomendadas?*
- 8- ¿Puede quedar la muñeca en posición normal cuando toma la herramienta?*
- 9- ¿Concuerda la forma de aferrarse de las falanges actuantes con el sentido de la fuerza a vencer?*
- 10- ¿Está previsto el arrastre por fricción para grandes ángulos de giro?*
- 11- ¿Concuerda la forma de tomar con el diseño de la empuñadura? ¿En la selección de la herramienta se tuvo en cuenta la forma del acople (unión de la extremidad del hombre que la acciona, con la herramienta)?*
- 12- ¿Fueron previstos elementos de seguridad, anticipando el resbalamiento de la mano?*
- 13- ¿Hay suficiente espacio para los dedos y las partes anatómicas comprometidas?*

- 14-** *¿En el diseño se tomó en cuenta alguna tabla antropométrica? ¿Fueron adaptadas las medidas externas a las medidas del usuario más pequeño y las medidas internas a las del usuario más grande, 5 percentil y 95 percentil respectivamente?*
- 15-** *¿Obliga a trabajar en una altura delimitada o específica?*
- 16-** *¿Se puede reducir el trabajo de sostenimiento mediante apoya-brazos, fundamentalmente en las tareas de precisión?*
- 17-** *¿Fue analizado el material de los elementos manuales teniendo en cuenta el coeficiente de fricción, la presencia de grasas aceites o suciedades, conductividad eléctrica, conductividad térmica, peso?*
- 18-** *¿Tiene bordes cortantes?, o ¿se puede pellizcar la mano?*
- 19-** *¿Produce abrasión de la piel?*
- 20-** *¿Hay riesgo de tomar contacto con los filos o cortes?*
- 21-** *¿La herramienta es apta para trabajar toda la jornada?*
- 22-** *¿Minimiza la empuñadura las vibraciones?*
- 23-** *¿Su peso es equilibrado?*
- 24-** *¿Se puede ajustar con facilidad?*
- 25-** *¿Se puede usar con guantes?*

Según la firma BAHCO-Sandvik, para diseñar una herramienta se deben tener en cuenta:

1- Una correcta especificación de los requisitos que debe reunir

- Función y uso
- Frecuencia de utilización
- Tiempo de uso continuo
- Mano con la cual se emplea
- Personas que la emplearán, (tamaño, fuerza, habilidad)
- Rudeza en el uso
- Uso con o sin guantes

- Posiciones que adopta el hombre y la de sus manos durante el uso
- Trabajo fijo o en distintos lugares, la transporta o no
- Clima ambiente de trabajo, con temperaturas bajas o altas, condición de humedad, visibilidad
- Trabajo con vibraciones,
- Trabajo sucio
- Lleva accesorios
- Tamaños que debe tener la herramienta, en función al trabajo y al hombre (antropometría)
- Peso (máximo, mínimo)
- Material de la empuñadura
- Límite a superar (capacidad)
- Normas y elementos legales a respetar

2- Preferencias de los usuarios

- Duración (vida útil)
- Necesidad de mantenimiento
- Facilidad de uso
- Menor esfuerzo
- Costo
- Repuestos

3- Antecedentes

- Antecedentes de accidentes y/o enfermedades profesionales
- Ensayos de uso
- Uso anterior en tareas equivalentes

4- Diseño funcional

- Cantidad de modelos y/o tamaños

- Acople mano-herramienta
- Adaptación a trabajos con temperaturas distintas

5- Prueba previa al lanzamiento al mercado, mediante un estudio integral, fundamentalmente fisiológico, con usuarios y/o simulación.

6- Valoración y modificación de los modelos, mediante el resultado del uso de las herramientas en los trabajos concretos, determinar la necesidad de introducir modificaciones

7- Prueba de las modificaciones introducidas sobre la base de los resultados del punto anterior

8- Propuesta del diseño final, sobre la base del resultado de las pruebas del punto anterior y el punto 6

9- Especificar el producto

10- Última prueba de la herramienta chequeada por ergonomistas

11- Seguimiento durante los primeros años del impacto sobre el hombre del herramental nuevo

- Datos referidos a las fuerzas máximas (en N), que puede ejercer el sistema de la mano.

- Se representan distintas formas de agarre, de ubicación de pulsadores y capacidades de fuerza en función de la apertura de la mano, dedos, etc.

Al hacer el estudio de distintas herramientas se encuentra que hay siempre algunas que no cumplen con los principios básicos de un correcto diseño.

- Se presentan algunos casos de herramientas planas con empuñadura en arco, donde la muñeca se mueve en arco y en forma exagerada, lo cual llevará en forma inevitable en con el tiempo, a quienes lo utilicen con frecuencia, a tener problemas en las articulaciones comprometidas. Si en cambio la empuñadura fuera como la de la parte inferior de la misma figura, el movimiento involucraría las

articulaciones de cierre, que son más amplias y por lo tanto menos comprometidas.

ANEXO F. Tecnología LED

Unidades comparativas

- Milímetro: Indica el tamaño del LED (su diámetro).
- Vatios: Miden el consumo de energía eléctrica de la luz.
- Lúmenes: Es la unidad más fiable a la hora de medir el verdadero rendimiento de una luz, la medida estándar en la producción lumínica.
- Lux (lx): Miden la iluminancia e indican la cantidad de lúmenes por metro cuadrado que alcanzan una superficie determinada. Los lux son una unidad fotométrica habitual que indica claramente el estado de iluminación de un punto concreto.
- Candela (cd): Mide la intensidad lumínica. Corresponde a la potencia de iluminación de una fuente de luz en una dirección concreta. Una vela normal emite luz con una intensidad lumínica de aproximadamente 1 candela. (=1 lx a la distancia de 1 metro).

Un lumen es la unidad usada para expresar la cantidad de luz que es capaz de generar una bombilla. El problema es que la falta de unión por parte de los fabricantes no permite unificar criterios por lo que podemos tener algún que otro problema. De todas formas, las bases de datos de los fabricantes nos indican que un led es capaz de generar por si solo entre 60 y 90 lúmenes. Todo valor por encima o es falso o baja circunstancias muy óptimas. Como dato, el record de lúmenes generados por un led fue de 150 lm/w. Para conocer los lúmenes que genera una bombilla LED existe una pequeña formula:

Siendo 70 un valor medio que coincide con la mayoría de las bombillas del mercado. Por tanto, una bombilla LED de 12W ofrecería una potencia lumínica de 840 lm. Que vendría a sustituir la luz que genera una bombilla incandescente de 60W. Como podéis ver generando la misma cantidad de luz ahorramos 48w por cada bombilla incandescente que sustituyamos.

Incandescente	Halógeno	Fluorescente	LED
30W	25W	8W	3W
60W	50W	14W	8W
75W	60W	17W	12W

Con esta tabla podréis tener más o menos una idea clara de los vatios que debe tener una bombilla led para sustituir la luz de una incandescente, halógena o fluorescente.

El ángulo de apertura de la luz



Uno de los problemas que tiene la iluminación LED es el ángulo de apertura que ofrece. Esto nos obliga a mirar bien las especificaciones y usos recomendados por el fabricante. Lo bueno es que la tecnología de la óptica usada en los LED ha mejorado tanto que ya podemos encontrar bombillas capaces de iluminar ellas solas toda una habitación

Si compramos bombillas LEDs cuyo ángulo de apertura sea de 40° obtendremos una luz más focalizada que sería ideal para iluminar puntos concretos como un cuadro, vitrina, etc. Por tanto, para una habitación tenemos que adquirir una bombilla con 120 grados de apertura que es la adecuada para habitaciones. Eso sí,

posiblemente tendremos que usar más de una si las dimensiones son mayores de lo normal.

La temperatura de color

Los grados Kelvin nos indican el tipo de color que tendrá la luz de nuestra bombilla. En función del número podremos obtener tres tipos de luz: blanco cálido, blanco puro y blanco frío. Cada color suele tener una aplicación más o menos práctica. El blanco frío es idóneo para colocar en lugares donde se necesita una luz blanca y que de la máxima luz posible como puede ser el garaje, trastero,... El blanco puro está indicado para usar en cuartos de baño, cocina o lugar de trabajo. Por último la luz con tono amarillo, blanco cálido, es indicada para habitaciones, sala de estar, etc. ya que ofrece un tipo de luz más de ambiente.

Cuando vayamos a comprar una bombilla podremos consultar la temperatura en grados Kelvin para saber qué tipo de luz dará. Si está entornos a los 3.000K será un blanco cálido, 4500K es blanco puro y 5800K blanco frío. Ya cada uno decidirá qué tipo de luz le gusta más según la estancia donde vaya a usarla. Interesante también es el uso de los Dimmer para crear ambiente al poder regular la intensidad y por tanto la cantidad de luz que genera la bombilla. Sin embargo, sobre gustos no hay nada escrito, y cada uno optará por el tono de luz que más le guste.

En el caso de algunas lámparas halógenas es importante revisar los transformadores. Primero porque de un transformador tal vez podremos “colgar” varias bombillas LEDs para aprovechar los 50, 60 o más vatios que ofrecen para alimentar las nuevas LEDs que sólo consumen 10 o 12W por bombilla. Segundo porque igual es mejor eliminarlos y colocar una bombilla LEDs de las que se conectan directamente a la red de 220V.

Tablas guías de equivalencias aproximadas watts-lúmenes entre lámparas led y de diferentes tipos utilizadas para alumbrado en general y sus diferentes características

Consumo aproximado en watts y lúmenes de potencia luminosa de diferentes lámparas para alumbrado general

Valores en lúmenes (lm)	CONSUMO APROXIMADO EN WATTS (W) SEGÚN EL TIPO DE LÁMPARA			
	LEDs	Incandescentes	Halógenas	CFL y fluorescentes
50 / 80	1,3	10	- - -	- - -
110 / 220	3,5	15	10	5
250 / 440	5	25	20	7
550 / 650	9	40	35	9
650 / 800	11	60	50	11
800 / 1500	15	75	70	18
1600 / 1800	18	100	100	20
2500 / 2600	25	150	150	30
2600 / 2800	30	200	200	40

Tabla donde se relacionan diferentes valores en lúmenes (lm), comparándolos con el consumo en watts (W) aproximado que poseen diferentes tipos de lámparas que comparten esos mismos valores. Como se puede apreciar en la tabla, los LEDs son los que más eficiencia luminosa tienen al consumir menos watts que el resto de las lámparas.



Una lámpara LED emite más lúmenes de potencia luminosa a medida que su temperatura de color en grados kelvin (°K) es más alta. A menos grados kelvin

corresponde una “luz cálida”, mientras que a una temperatura mayor la luz que se obtiene es “fría, con más potencia luminosa en lúmenes.

Por otra parte, la diferencia en lúmenes que proporciona cada lámpara LED responde al grosor de la capa de fósforo que recubre el chip o diodo emisor de luz. Cuando la capa de fósforo es gruesa (de color amarillo ocre) la lámpara emite luz cálida, mientras que cuando la capa es más delgada (de color amarillo claro), emite entonces luz fría.

Esa capa de fósforo actúa como filtro y su función es convertir la luz azulada que normalmente emite el chip del LED en luz blanca, ya sea cálida o fría, lo cual depende del grosor de dicha capa. Cuando ésta es gruesa, la cantidad de fotones que pueden atravesarla es menor que cuando es más delgada.

Por tanto, un chip recubierto con una capa de fósforo delgada emitirá “luz fría” con mayor flujo luminoso en lúmenes que otro chip que emita “luz cálida” en el que la capa de fósforo es más gruesa. En el primer caso la capa más delgada ofrece menor resistencia al paso de los fotones que emite el chip, por lo que la potencia luminosa será más intensa, independientemente de que el consumo eléctrico en watt de ambas lámparas sea el mismo. Por ejemplo, una lámpara LED de 3,5 watts (W) de alta potencia luminosa con una temperatura de color de 3000 °K, proporciona una “luz cálida” (*warm-light*) de 170 lúmenes (lm) aproximadamente, mientras que otra similar, con los mismos watts de consumo eléctrico, pero de 6400 °K, proporciona una “luz fría” (*cool-light*) de 270 lúmenes aproximadamente. Por tanto, la potencia luminosa de la lámpara diseñada para emitir luz fría ofrecerá una luz más intensa que la que diseñada para emitir luz cálida, aun teniendo ambas el mismo consumo eléctrico en watts.

Por supuesto, a medida que el consumo en watt de cada lámpara LED es mayor, la potencia luminosa en lúmenes que emite cada una en particular será más o menos intensa dependiendo si emite luz fría o cálida.

Grado máximo absoluto ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Artículo	Símbolo	Valor	Unidad
DC remite la corriente	I_F	20	mA
El pulso remite la corriente	$I_{\text{PUNTO DE CONGELACIÓN}}$	100	mA
Disipación de poder	P_D	100	mW
Temperatura de funcionamiento	Opr de T	-20~+75	$^\circ\text{C}$
Temperatura de almacenamiento	Stg de Y	-30~+80	$^\circ\text{C}$
Voltaje reverso	V_R	5	V
Temperatura que suelda Sold	Solenoide de T	260 $^\circ\text{C}$ /3Sec	---

Más con 10ms máximo, ratio max1/10 del deber

Características eléctricas/ópticas iniciales ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Artículo	Símbolo	condición	Minuto	Tipo	Máximo	Unidad
Voltaje delantero de DC	V_F	$I=20\text{mA}$	3,0	3,2	3,6	V
Corriente reversa de DC	I_R	$V=5\text{V}$	----	----	10	μA
Temperatura de color	CCT	$I=20\text{mA}$	5000	6000	7000	k
Ancho de banda de la radiación del espectro	$\Delta\lambda$	$I=20\text{mA}$	----	28	----	Nanómetro
Intensidad luminosa	I_V	$I=20\text{mA}$	1200	----	1600	MCD
ángulo 50%Power	2 θ 1/2	$I=20\text{mA}$	----	120	----	grado

TABLA COMPARATIVA DE DIFERENTES CARACTERÍSTICAS ENTRE LÁMPARAS LEDs, CFLs, E INCANDESCENTES

CARACTERÍSTICAS	LEDs	CFLs	Incandescentes*
Ciclos continuados de encendido/apagado	Indefinido	Acorta su vida útil	Indefinido
Tiempo de demora para encender	Instantáneo	Algún retardo	Instantáneo
Emisión de calor	Muy baja	Baja	Alta
Consumo eléctrico	Bajo	Bajo	Alto
Eficiencia	Alta	Alta	Baja


Sensibilidad a la baja temperatura	Ninguna	Alta	Poca
Sensibilidad a la humedad	Ninguna	Alguna	Poca
Contenido de materiales tóxicos	Ninguno	Mercurio (Hg)	Ninguno
Vida útil aproximada en horas de funcionamiento	50 000	10 000	1 000
Permite atenuación	Algunos modelos	Algunos modelos	Todas
Precio	Alto	Medio	Bajo

**A partir del mes de agosto de 2012 se han dejado de producir, definitivamente, las lámparas incandescentes.*

CARACTERÍSTICAS DE LOS DIODOS LEDs

La siguiente tabla de características de los LEDs comerciales, muestra las diferentes composiciones de los chips utilizados en su fabricación; nombre químico del compuesto que emplean; color de emisión de luz propia de cada una de las composiciones químicas; tensiones o voltajes de polarización aproximado de cada tipo de LED; frecuencia en Hertz (Hz) del espectro electromagnético correspondiente a la luz infrarroja (IR), a los colores de la luz visible y a los rayos ultravioleta, así como la longitud de onda " λ " también del espectro electromagnético correspondiente a cada color emitido, medida en nanómetros (nm)

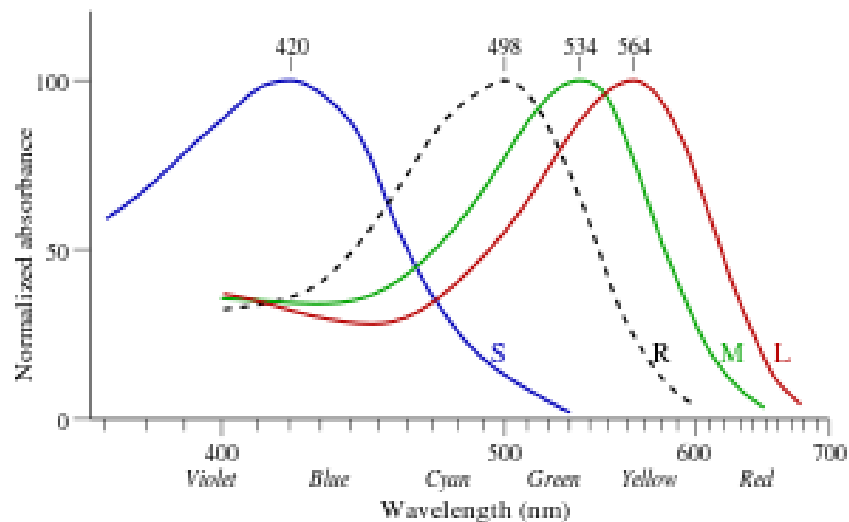
CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS LEDs

Composición del chip	Nombre del compuesto	Color de la luz emitida	Tensión de trabajo en volt (V)	Frecuencia en Hertz (Hz)	Longitud de onda en nm
GaAs	Arseniuro de galio	 <p>Infrarrojo</p> <p>Ultravioleta</p> <p>©asifunciona.com</p>	< 1,9	< 4,0 x 10 ¹⁴	> 760
GaAlAs	Arseniuro de galio y aluminio		± 1,8	4,8 - 4,0 x 10 ¹⁴	610 - 760
GaP	Fosfuro de galio				
GaAlAs	Arseniuro de galio y aluminio		± 2,0	5,1 - 4,8 x 10 ¹⁴	590 - 610
AlInGaP	Fosfuro de aluminio indio y galio				
GaAsP/GaP	Fosfuro de galio y arsénico / Fosfuro de galio		± 3,0	5,3 - 5,1 x 10 ¹⁴	570 - 590
AlInGaP	Fosfuro de aluminio indio y galio				
GaAsP/GaP	Fosfuro de galio y arsénico / Fosfuro de galio		± 3,0	5,8 - 5,3 x 10 ¹⁴	500 - 570
AlInGaP	Fosfuro de aluminio indio y galio				
GaP	Fosfuro de galio		± 3,3	6,7 - 6,0 x 10 ¹⁴	450 - 500
InGaN	Nitruro de indio y galio				
GaN	Nitruro de galio		± 3,4	7,9 - 6,7 x 10 ¹⁴	
InGaN / Zafiro	Nitruro de indio y galio / Zafiro				
SiC	Carburo de silicio		± 3,7	>7,9 x 10 ¹⁴	< 400
InGaN / Zafiro	Nitruro de indio y galio / Zafiro				
GaN	Nitruro de galio		± 3,4	Espectro completo	Espectro completo
InGaN	Nitruro de indio y galio				
GaN	Nitruro de galio				
Ce:YAG	Granate-aluminio-itrio, dopado de cerio				


Ojo humano

Los conos, responsables de que podamos ver los colores, necesitan cierta cantidad de luz para activarse y por la noche dejan de funcionar. La visión nocturna depende entonces de los bastones, que producen imágenes en blanco y negro y permiten la recepción de una amplia gama de grises.

Mark D. Fairchild, del Rochester Institute of Technology, de EE UU, del libro La tienda de las curiosidades del color



En la visión humana, los conos captan la luz en la retina del ojo. Hay tres tipos de conos (denominados en inglés S, M, y L), cada uno de ellos capta solamente las longitudes de onda señaladas en el gráfico. Transformadas en el cerebro se corresponden aproximadamente con el azul, verde y rojo. Los bastones captan las longitudes de onda señaladas en la curva R.



Color	Longitud de onda
<u>violeta</u>	~ 380-450 nm
<u>azul</u>	~ 450-495 nm
<u>verde</u>	~ 495-570 nm
<u>amarillo</u>	~ 570-590 nm
<u>naranja</u>	~ 590-620 nm
<u>rojo</u>	~ 620-750 nm

La longitud de onda que mejor capta el ojo, si hablamos de los bastones que son células que captan tonos grises, es la correspondiente al color verde, pero los conos que captan el color sería la longitud de onda correspondiente a los colores entre amarillo y rojo.

Los ledes tienen la ventaja de poseer un tiempo de encendido muy corto (aproximadamente en un cuarto de segundo) en comparación con las luminarias de alta potencia como lo son las luminarias de alta intensidad de vapor de sodio, aditivos metálicos, halogenuro o halogenadas y demás sistemas con tecnología incandescente.

Desventajas

Según un estudio reciente parece ser que los ledes que emiten una frecuencia de luz muy azul, pueden ser dañinos para la vista y provocar contaminación lumínica.² Los ledes con la potencia suficiente para la iluminación de interiores son relativamente caros y requieren una corriente eléctrica más precisa, por su sistema electrónico para funcionar con voltaje alterno, y requieren de disipadores de calor cada vez más eficientes en comparación con las bombillas fluorescentes de potencia equiparable.

Compuestos empleados en la construcción de ledes

Compuesto	Color	Long. de onda
Arseniuro de Galio (gaas)	Infrarrojo	940 nm
Arseniuro de Galio y Aluminio (algaas)	rojo e infrarrojo	890 nm
Arseniuro Fosfuro de Galio (gaasp)	rojo, anaranjado y amarillo	630 nm
Fosfuro de Galio (gap)	verde	555 nm
Nitruro de Galio (gan)	verde	525 nm
Seleniuro de Zinc (znse)	azul	
Nitruro de galio e Indio (ingan)	azul	450 nm
Carburo de Silicio (sic)	azul	480 nm
Diamante (C)	ultravioleta	
Silicio (Si)	en desarrollo	

Para obtener buena intensidad luminosa debe escogerse bien la corriente que atraviesa el led. Para ello hay que tener en cuenta que el voltaje de operación va desde 1,8 hasta 3,8 voltios aproximadamente (lo que está relacionado con el material de fabricación y el color de la luz que emite) y la gama de intensidades que debe circular por él varía según su aplicación. Los valores típicos de corriente directa de polarización de un led corriente están comprendidos entre los 10 y los 40 mA.

- Rojo = 1,8 a 2,2 voltios.
- Anaranjado = 2,1 a 2,2 voltios.
- Amarillo = 2,1 a 2,4 voltios.
- Verde = 2 a 3,5 voltios.
- Azul = 3,5 a 3,8 voltios.
- Blanco = 3,6 voltios

ANEXO G. Componentes materiales

Fuente <http://www.eis.uva.es/>

PVC (PoliVinilCloruro o PoliCloruroVinilo)

Resiste sin modificación hasta los 100 ° C y la combustión entendida definida en la norma UNE 23.7272-90 (reacción exotérmica de una sustancia, llamada combustible, con un oxidante, llamado comburente, y que va acompañado por una emisión lumínica en forma de llamas o incandescencia con desprendimiento de productos volátiles y/o humos, y que puede dejar un residuo de cenizas) no se produce, salvo excepciones, antes de los 250-300 ° C.

Ensayos de laboratorio aplicando llama permiten comprobar la reacción de los materiales ante el fuego y los clasifican según la combustibilidad de estos en diferentes grados:

M0: aquellos que apenas se encienden realizando los ensayos.

M1: aquellos que arden en la llama pero que se apagan en ausencia de ésta.

M2: aquellos que continúan ardiendo aún después del encendido.

M3: aquellos que arden vigorosamente o explotan.

La mayoría de las formulaciones de PVC ensayados (Tabla de Identificación de Plásticos del Dr. Hans Jürgen Saechtling) dan un grado de combustibilidad M1 (únicamente los plastificados, es decir, aquellos que contienen en su estructura molecular una serie de aditivos para que pierdan la rigidez, o los de alta resistencia tratados con EVAC, pueden presentar grados de combustibilidad M2), lo que significa que sólo queman mientras se les aplica la llama, apagándose inmediatamente cuando ésta se retira.

El buen comportamiento del PVC ante el fuego (M1 significa muy poco combustible) se debe al alto porcentaje de cloro (un halógeno que se utiliza como ignífugo en algunos materiales y que está presente en algunos agentes extintores denominados halones) presente en su composición, hasta un 57 % en peso, elemento ignífugo por constitución y que dificulta la acción de la llama, arde con dificultad y no la propaga.

Cuando el PVC arde o combustiona, desprende monóxido de carbono, dióxido de carbono y cloruro de hidrógeno (gas), pero no se ha detectado nunca ni cloro libre ni trazas de fosgeno (gases altamente tóxicos). El PVC no puede, por sí mismo, producir dioxinas y furanos ya que numerosos estudios recientes han probado que cualquiera que sea la cantidad de PVC contenida en el combustible (básicamente en basuras orgánicas) la cantidad de las Dibenzo-p-dioxinas poli cloradas (hablamos de éstas en concreto porque, aunque están clasificadas por la International Agency for Research on Cancer-France- como no cancerígenas para los humanos, y de los Dibenzofuranos poli clorados (considerados únicamente contaminantes) ha permanecido constante respecto a la producida en ausencia de éste.

Todos los estudios efectuados sobre la toxicidad de los gases producidos en las combustiones de PVC respecto a la de los gases producidos en la combustión de otro tipo de materiales (Zikria et al, 1977; Barrow et al, 1979; Cassaret and Doul, 1975; Kishitani, 1971; Hilado, 1977; Hilado and Cumming, 1978; Hilado and Huttlinger, 1981; Smith et al, 1978; Spurgeon, 1978; Hofmann and Oettel, 1969; Cornish et al, 1975; National Bureau of Standards, 1982; Alarie and Anderson, 1981; Kaplan et al, University of Pittsburg, 1983; Packam and Crawford, 1984; National Academy of Sciencies, Committee on Fire Toxicology, 1982; Lie 1974; Brabouskas, 1981/82; O'Mara, 1977), entre ellos la madera, el algodón, otros tipos de plásticos, etc., han mostrado que la toxicidad relativa de éstos depende de muchos factores como son la temperatura de descomposición, el flujo de aire, la

humedad, la especie animal utilizada, el grado de oxígeno presente, el tamaño de la habitación, el tratamiento de los datos, etc.

Los numerosos estudios de investigadores de empresas privadas, del gobierno y de las universidades no han encontrado evidencias de que el PVC sea extremada o inusualmente tóxico respecto a otros materiales ensayados.

Por ejemplo, si comparamos con la madera, observamos que mientras que en ambos casos se produce monóxido y dióxido de carbono (aunque se produce más CO en la combustión de la madera que en la combustión del PVC), en el caso del PVC únicamente se genera HCl mientras que en el caso de la madera, se produce acroleína y formaldehído, 50 y 5 veces más tóxicos respectivamente que el cloruro de hidrógeno.

Numerosos estudios realizados en incendios donde existía o se almacenaba gran cantidad de PVC han demostrado, por un lado, que los residuos tóxicos producidos no contienen cantidades anormales de dioxinas o furanos (como se argumenta desde muchos artículos donde no existe el más mínimo rigor científico y se escriben sin justificación experimental) y, por otro lado, que los humos generados, en general, y los efectos destructivos materiales y humanos del ácido clorhídrico (siempre en solución en presencia de agua o humedad), en concreto, han sido de un nivel parecido o incluso en ocasiones inferior a los generados en incendios de similares magnitudes que han involucrado materiales tradicionales (por ejemplo de madera).

El humo (gases tóxicos y/o corrosivos junto con partículas sólidas) generado en un incendio es el principal responsable de la pérdida de vidas humanas, ya sea por su naturaleza tóxica o por su naturaleza asfixiante debido al desplazamiento del aire (y por tanto del oxígeno) que nos rodea y que nos es imprescindible para la vida. Es, por tanto, un enemigo importante para las personas afectadas pero no para los

equipos de extinción dado que estos utilizan equipos de respiración autónoma con presión positiva y equipos de protección personal.

El monóxido de carbono (gas extraordinariamente tóxico que, incluso en pequeñas cantidades, se combina con la hemoglobina de la sangre e impide el transporte de oxígeno a las células, lo que provoca mareos y vértigo, dolor de cabeza, un estado de aturdimiento y, finalmente, la muerte) generado en cualquier combustión es, junto con el dióxido de carbono (cuya peligrosidad radica en su capacidad de desplazamiento del aire -oxígeno- que nos rodea y por tanto en su naturaleza asfixiante), el gas más peligroso que podemos encontrar en un incendio, debido a sus especiales características, como el hecho de ser inodoro (no se detecta con el olfato) e incoloro (no se detecta con la vista), a diferencia del cloruro de hidrógeno que se huele y se ve y que, por tanto, se detecta fácilmente y cuyo nivel de toxicidad es más bajo que el primero. Además, se ha demostrado mediante numerosos experimentos de laboratorio (ver referencias en apartados anteriores) que las cantidades de cloruro de hidrógeno generadas dependen de varias condiciones pero son generalmente bastante inferiores a las que se esperaban en un primer momento, además de decrecer rápidamente a lo largo del tiempo, al contrario que sucede con los niveles de monóxido de carbono.

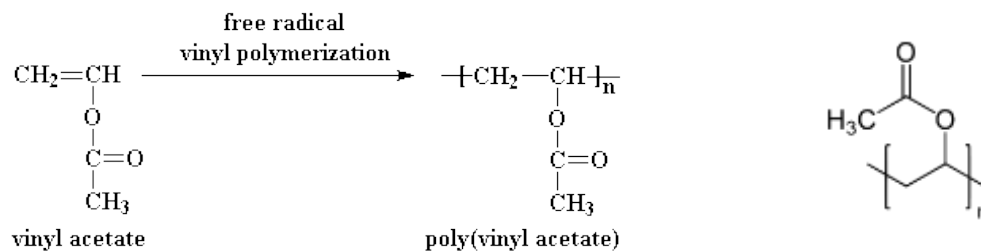
Si tenemos en cuenta que el PVC tiene un contenido de cloro en peso de un 57 % como mínimo, es decir, que reducimos el contenido de carbono en un 57 %, comprenderemos que la emisión de monóxido y dióxido de carbono producido en la descomposición de este será más baja que la de cualquier otro material que solo contenga carbono, reduciendo, por tanto, el riesgo que representa la producción de estos gases.

Poli Vinil Acetato o Acetato de PoliVinilo (PVA)

“Se obtiene mediante polimerización de Acetato de Vinilo, descubierto por el químico Fritz Klatte en 1912. Para preparar alcohol de polivinilo se usa la hidrólisis del polímero (ya sea ésta parcial o total). Se presenta comercialmente en forma de emulsión, como adhesivo para materiales porosos, en especial la madera. A una de sus variedades se la conoce como Resistol o Resistol 850, la marca de la industria que lo produce”

Se puede utilizar para proteger elementos de los hongos y de la humedad. Se usa como base de plástico neutro para la goma ya que es un sustituto barato de la savia gomosa natural.

Es el miembro de la familia de ésteres de Vinilo más fácilmente obtenible y de más amplio uso. Es un líquido inflamable, usado generalmente para adhesivos de encuadernación, bolsas de papel, cartones para leche, sobres, cintas engomadas, calcomanías, etc.



Fuente <http://www.pslc.ws/spanish/pva.htm>

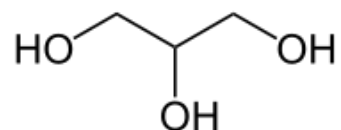
Aceite mineral

El uso a nivel industrial y en los laboratorios se debe principalmente a dos propiedades del aceite mineral:

- No conduce calor ni electricidad y aísla del aire y humedad. Es muy utilizado para proteger componentes de maquinaria industrial de la corrosión así como herramientas, superficies metálicas y piezas de embarcaciones para evitar su oxidación. También resiste la compresión, por lo que se usa como lubricante en pesas hidráulicas.
- El aceite mineral previene también la absorción de humedad del aire y por ello se usa como protector en metales alcalinos (Litio, Sodio, Potasio, etc.). Estos elementos son muy reactivos y se almacenan sumergidos en aceites para evitar que reaccionen con el aire. En algunos laboratorios el aceite mineral también se utiliza como sustrato en cultivo microbiológico.

Glicerina

El Propanotriol, glicerol o glicerina ($C_3H_8O_3$) (del griego γλυκοςglykos, dulce) es un alcohol con tres grupos hidroxilos ($-OH$). Se trata de uno de los principales productos de la degradación digestiva de los lípidos, paso previo para el ciclo de Krebs y también aparece como un producto intermedio de la fermentación alcohólica.



Características

- Junto con los ácidos grasos, es uno de los componentes de lípidos como los triglicéridos y los fosfolípidos.
- Se presenta en forma de líquido a una temperatura ambiental de $25^{\circ}C$ y es higroscópico e inoloro. Posee un coeficiente de viscosidad alto y tiene un sabor dulce como otros polialcoholes.

Se puede utilizar como baño calefactor para temperaturas superiores a los 250 °C

Anticongelante (baja el punto de fusión del agua, por el descenso crioscópico)

Se conoce como descenso crioscópico o depresión del punto de fusión a la disminución de la temperatura del punto de congelación que experimenta una disolución respecto a la del disolvente puro.

Todas las disoluciones en las que, al enfriarse, el disolvente solidifica, tienen una temperatura de congelación inferior al disolvente puro. La magnitud del descenso crioscópico, ΔT_c , viene dada por la diferencia de temperaturas de congelación (o de fusión) del disolvente puro y de la disolución, T_f^* y T_f , respectivamente:

$$\Delta T_c = T_f^* - T_f$$

El descenso crioscópico es una de las propiedades coligativas y por lo tanto, la magnitud del descenso sólo depende de la naturaleza del disolvente y de la cantidad de soluto disuelta, es decir, es independiente de la naturaleza de este último. Cualquier soluto, en la misma cantidad, produce el mismo efecto

. Elaboración de resinas alquídicas, que se utilizan como aislantes

- Industria de lacas y pinturas. Componente clave de los barnices que se utilizan para acabados. En algunos casos, se utiliza glicerina al 98% para preparar barnices electro aislante.
 - Industria textil. Proporciona elasticidad y suavidad a las telas
 - Industria tabacalera. Debido a la elevada capacidad higroscópica de la glicerina, es posible regular la humedad con el fin de eliminar el sabor desagradable e irritante del humo de tabaco
 - Industria del cuero. Se añade a disoluciones acuosas de cloruro de bario con el fin de preservar las pieles. También se añade a emulsiones de cera para curtirlas

Todo el glicerol producido en el mundo hasta 1949, provenía de la industria del jabón. Actualmente, el 70 por ciento de la producción de glicerol le pertenece a los Estados Unidos, y proviene de los glicéridos (grasas y aceites naturales), y el resto de la producción de glicerina sintética (subproducto del propileno), la producción de ácidos grasos y ésteres de ácidos grasos (biodiesel).

Se producía mediante saponificación de las grasas, como un subproducto de la fabricación del jabón.

El glicerol puede producirse también por diferentes caminos desde el propileno

- Kerton, Francesca (2009). *Alternative solvents for green chemistry*. The Royal Society of Chemistry.
- Da Silva. G.P., Mack.M, Contiero. J. (2009). «Glycerol: A promising and abundant carbon source for industrial microbiology». *Biotechnology Advances* **27**. p. 30-39.
- Norhasyimi. R, Ahmad Zuhari. A, Abdul Rahman. M. (2010). «Recent progress on innovative and potencial technologies for glycerol tranformations into fuel additives: A critical review. ». *Renewable and sustainable energy reviews* **14**. p. 987-1000.
- Wolfson. A., Litval. G., Dlugy. C., Shortland. Y., Tavor. D. (2009). «Employing crude glycerol from biodiesel production as an alternative green reaction medium». *Industrial crops and products* **30**. p. 78-81.
- Aresta. M., Dibenedetto. A., Nocito. F., Ferragina. C. (2009). «Valorization of bio-glycerol: New catalytic materials for the synthesis of glycerol carbonate *via* glycerolysis of urea». *Journal of catalysis* **268**. p. 106-114.

Fuente: <http://www.bibliociencias.cu/>

ANEXO H. Polímeros compuestos y propiedades mecánicas

Resistencia

Es una propiedad mecánica que usted podría relacionar acertadamente, pero no sabría con exactitud qué es lo que queremos significar con la palabra "resistencia" cuando hablamos de polímeros. En primer lugar, existen varios tipos de resistencia. Está la resistencia *tensil*. Un polímero tiene resistencia tensil si soporta un estiramiento similar a éste:

La resistencia tensil es importante para un material que va a ser extendido o va a estar bajo tensión. Las fibras necesitan tener buena resistencia tensil.

El concreto es un ejemplo de material con buena resistencia a la compresión. Cualquier cosa que deba soportar un peso encima, debe poseer buena resistencia a la compresión.

También está la resistencia *a la flexión*. Un polímero tiene resistencia a la flexión si soporta una flexión como ésta:

Existen otras clases de resistencia de las que podríamos hablar. Un polímero tiene resistencia *a la torsión* si es resistente cuando es puesto bajo torsión. También está la resistencia *al impacto*. Una muestra tiene resistencia al impacto si es fuerte cuando se la golpea agudamente de repente, como con un martillo.

Para medir la resistencia tensil de una muestra polimérica, tomamos la muestra y tratamos de estirla tal como se muestra en la figura de arriba. Generalmente la estiramos con una máquina llamada Instron. Esta máquina simplemente sujeta cada extremo de la muestra y luego procede a estirla. Mientras dura el estiramiento de la muestra, va midiendo la fuerza (F) que está ejerciendo. Cuando conocemos la fuerza que se está ejerciendo sobre la muestra, dividimos ese

número por el área (A) de la muestra. El resultado es la *tensión* que está experimentando la muestra.

$$\frac{F}{A} = \text{stress}$$

Luego, usando nuestra máquina, seguimos incrementando la fuerza, y obviamente la tensión, sobre la muestra hasta que ésta se rompe. La tensión requerida para romper la muestra representa la resistencia tensil del material.

Asimismo, podemos imaginar ensayos similares para medir la resistencia a la compresión o a la flexión. En todos los casos, la resistencia es la tensión necesaria para romper la muestra.

Puesto que la resistencia tensil es la fuerza aplicada sobre la muestra dividida por el área de la misma, tanto la tensión como la resistencia tensil se miden en unidades de fuerza por unidad de área, generalmente N/cm^2 . La tensión y la resistencia también pueden ser medidas en mega pascales (MPa) o giga pascales (GPa). Resulta sencilla la conversión entre diferentes unidades, ya que $1 \text{ MPa} = 100 \text{ N/cm}^2$, $1 \text{ GPa} = 100.000 \text{ N/cm}^2$, y obviamente, $1 \text{ GPa} = 1.000 \text{ MPa}$.

Elongación

Pero las propiedades mecánicas de un polímero no se remiten exclusivamente a conocer cuán resistente es. La resistencia nos indica cuánta tensión se necesita para romper algo. Pero no nos dice nada de lo que ocurre con la muestra mientras estamos tratando de romperla. Ahí es donde corresponde estudiar el comportamiento de *elongación* de la muestra polimérica. La elongación es un tipo de deformación. La deformación es simplemente el cambio en la forma que experimenta cualquier cosa bajo tensión. Cuando hablamos de tensión, la muestra se deforma por estiramiento, volviéndose más larga. Obviamente llamamos a esto elongación.

Por lo general, hablamos de porcentaje de elongación, que es el largo de la muestra después del estiramiento (L), dividido por el largo original (L_0), y multiplicado por 100.

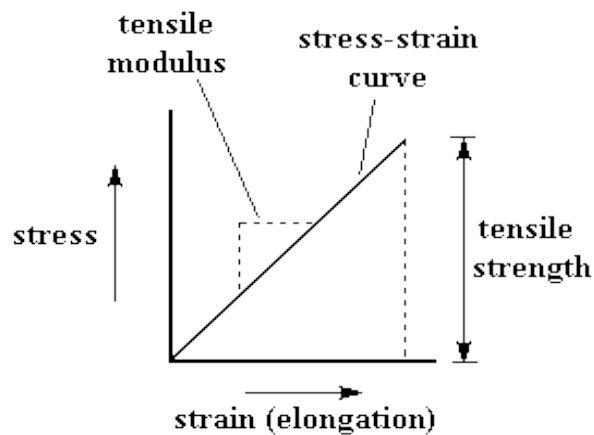
$$\frac{L}{L_0} \times 100 = \% \text{ elongation}$$

Existen muchas cosas relacionadas con la elongación, que dependen del tipo de material que se está estudiando. Dos mediciones importantes son la *elongación final* y la *elongación elástica*.

La elongación final es crucial para todo tipo de material. Representa cuánto puede ser estirada una muestra antes de que se rompa. La elongación elástica es el porcentaje de elongación al que se puede llegar, sin una deformación permanente de la muestra. Es decir, cuánto puede estirársela, logrando que ésta vuelva a su longitud original luego de suspender la tensión. Esto es importante si el material es un elastómero. Los elastómeros tienen que ser capaces de estirarse bastante y luego recuperar su longitud original. La mayoría de ellos pueden estirarse entre el 500% y el 1000% y volver a su longitud original es inconvenientes.

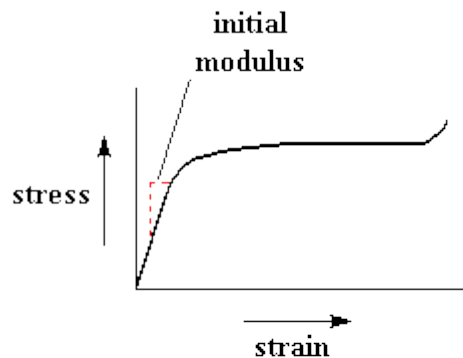
Módulo

Los elastómeros deben exhibir una alta elongación elástica. Pero para algunos otros tipos de materiales, como los plásticos, por lo general es mejor que no se estiren o deformen tan fácilmente. Si queremos conocer cuánto un material resiste la deformación, medimos algo llamado *módulo*. Para medir el módulo tensil, hacemos lo mismo que para medir la resistencia y la elongación final. Esta vez medimos la resistencia que estamos ejerciendo sobre el material, tal como procedimos con la resistencia tensil. Incrementamos lentamente la tensión y medimos la elongación que experimenta la muestra en cada nivel de tensión, hasta que finalmente se rompe. Luego graficamos la tensión versus elongación, de este modo:



Este gráfico se denomina curva de tensión-estiramiento. (Estiramiento es todo tipo de deformación, incluyendo la elongación. Elongación es el término que usamos cuando hablamos específicamente de estiramiento tensil). La altura de la curva cuando la muestra se rompe, representa obviamente la resistencia tensil, y la pendiente representa el módulo tensil. Si la pendiente es pronunciada, la muestra tiene un alto módulo tensil, lo cual significa que es resistente a la deformación. Si es suave, la muestra posee bajo módulo tensil y por lo tanto puede ser deformada con facilidad.

Hay ocasiones en que la curva tensión-estiramiento no es una recta, como vimos arriba. Para algunos polímeros, especialmente plásticos flexibles, obtenemos curvas extrañas, como ésta:



After Odian, George; *Principles of Polymerization*, 3rd ed., J. Wiley, New York, 1991, p.34.

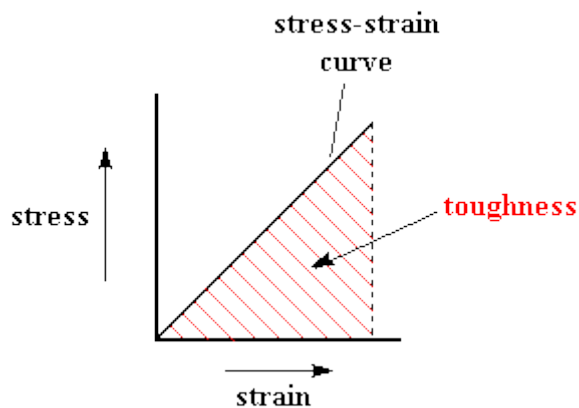
A medida que la tensión se incrementa, la pendiente, es decir el módulo, no es constante, sino que va experimentando cambios con la tensión. En casos como éste, generalmente tomamos como módulo la pendiente inicial, como puede verse en la curva de arriba.

En general, las fibras poseen los módulos tensiles más altos, y los elastómeros los más bajos, mientras que los plásticos exhiben módulos tensiles intermedios.

El módulo se mide calculando la tensión y dividiéndola por la elongación. Pero dado que la elongación es adimensional, no tiene unidades por cual dividir las. Por lo tanto el módulo es expresado en las mismas unidades que la resistencia, es decir, en N/cm^2 .

Dureza

El gráfico de tensión versus estiramiento puede darnos otra valiosa información. Si se mide el área bajo la curva tensión-estiramiento, coloreada de rojo en la figura de abajo, el número que se obtiene es algo llamado *dureza*.

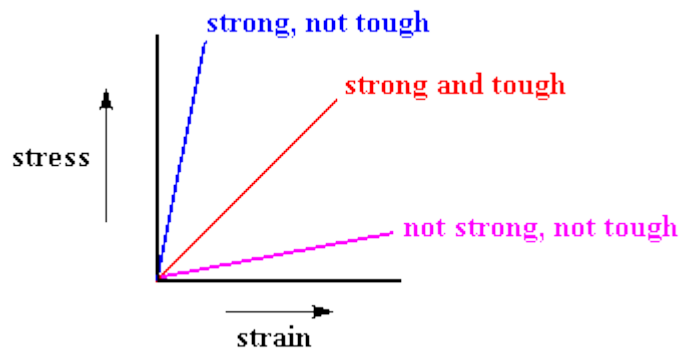


La dureza es en realidad, una medida de la energía que una muestra puede absorber antes de que se rompa. Piénselo, si la altura del triángulo del gráfico es la resistencia y la base de ese triángulo es el estiramiento, entonces el área es

proporcional a resistencia por estiramiento. Dado que la resistencia es proporcional a la fuerza necesaria para romper la muestra y el estiramiento es medido en unidades de distancia (la distancia que la muestra es estirada), entonces resistencia por estiramiento es proporcional a fuerza por distancia, fuerza por distancia es energía

$$\text{strength} \times \text{strain} \sim \text{force} \times \text{distance} = \text{energy}$$

Lo importante es saber que justamente, dado que un material es resistente, no necesariamente debe ser duro. Veamos algunos otros gráficos para comprender mejor esto. Observemos el de abajo, que tiene tres curvas, una en azul, otra en rojo y otra en rosa.



La curva en azul representa la relación tensión-estiramiento de una muestra que es resistente, pero no dura. Como puede verse, debe emplearse mucha fuerza para romperla, pero no mucha energía, debido a que el área bajo la curva es pequeña. Asimismo, esta muestra no se estirará demasiado antes de romperse. Los materiales de este tipo, que son resistentes, pero no se deforman demasiado antes de la ruptura, se denominan *quebradizos*.

Por otra parte, la curva en rojo representa la relación tensión-estiramiento para una muestra que es dura y resistente. Este material no es tan resistente como el de la curva en azul, pero su área bajo la curva es mucho mayor. Por lo tanto puede absorber mucha más energía que el de la curva en azul.

Entonces ¿por qué la muestra de la curva en rojo puede absorber más energía que la muestra de la curva en azul? La muestra roja es capaz de elongarse mucho más antes de romperse que la muestra azul. La deformación permite que la muestra pueda disipar energía. Si una muestra no puede deformarse, la energía no será disipada y por lo tanto se romperá.

En la vida real, generalmente deseamos materiales que sean duros y resistentes. Idealmente sería genial tener un material que no se doblara ni rompiera, pero este es el mundo real. Deben hacerse trueques. Observemos las curvas nuevamente. La muestra azul tiene mucho mayor módulo que la muestra roja. Si bien es deseable que para muchas aplicaciones los materiales posean elevados módulos y resistencia a la deformación, en el mundo real es mucho mejor que un material pueda doblarse antes que romperse, y si el hecho de flexionarse, estirarse o deformarse de algún modo impide que el material se rompa, tanto mejor. De modo que cuando diseñamos nuevos polímeros o nuevos compósitos, a menudo sacrificamos un poco de resistencia con el objeto de conferirle al material mayor dureza.

Propiedades Mecánicas de los Polímeros Reales

Por esa razón usted tiene un gráfico a su derecha. Compara curvas típicas tensión-estiramiento para diferentes clases de polímeros. Puede verse en la curva verde, que plásticos rígidos como el poliestireno, el polimetil metacrilato o los policarbonatos pueden soportar una gran tensión, pero no demasiada elongación antes de su ruptura. No hay una gran área bajo la curva. Decimos entonces que estos materiales son resistentes, pero no muy duros. Además, la pendiente de la recta es muy pronunciada, lo que significa que debe ejercerse una considerable fuerza para deformar un plástico rígido. (Creo que esto es realmente lo que quiere decir "rígido", ¿no?). De modo que resulta sencillo comprobar que los plásticos rígidos tienen módulos elevados. Resumiendo, los plásticos rígidos

tienden a ser resistentes, soportan la deformación, pero no suelen ser duros, es decir, son quebradizos.

Los plásticos flexibles como el polietileno y el polipropileno difieren de los plásticos rígidos en el sentido que no soportan tan bien la deformación, pero tampoco tienden a la ruptura. El módulo inicial es elevado, o sea que resisten por un tiempo la deformación, pero si se ejerce demasiada tensión sobre un plástico flexible, finalmente se deformará. Usted puede comprobar esto en su casa con una bolsa plástica. Si la estira, será difícil al comienzo, pero una vez que la ha estirado lo suficiente, lo hará cada vez con mayor facilidad. Como conclusión, podemos decir que los plásticos flexibles pueden no ser tan resistentes como los rígidos, pero son mucho más duros.

Es posible alterar el comportamiento tensión-estiramiento de un plástico con aditivos denominados plastificantes. Un plastificante es una molécula pequeña que hace más flexible al plástico. Por ejemplo, sin plastificantes, el poli cloruro de vinilo, o PVC, es un plástico rígido, que se usa tal cual para cañerías de agua. Pero con plastificantes, el PVC puede ser lo suficientemente flexible como para fabricar juguetes inflables para piletas de natación.

Las fibras como el KevlarTM, la fibra de carbono y el nylon tienden a exhibir curvas tensión estiramiento como la de color celeste que se ve en el gráfico de arriba. Al igual que los plásticos rígidos, son más resistentes que duras, y no se deforman demasiado bajo tensión. Pero cuando es resistencia lo que se requiere, las fibras tienen mucho que ofrecer. Son mucho más resistentes que los plásticos, aún los rígidos, y algunas fibras poliméricas como el KevlarTM, la fibra de carbono y el polietileno de peso molecular ultra-alto poseen mejor resistencia tensil que el acero.

Pero para que un polímero sea un elastómero, le hace falta algo más que tener módulo bajo. El hecho de ser fácilmente estirado no le da demasiada utilidad, a

menos que el material pueda volver a su tamaño y forma original una vez que el estiramiento ha terminado. Las banditas de goma no servirían de nada si sólo se estiraran y no recobrarán su forma original. Obviamente, los elastómeros recobran su forma y eso los hace tan sorprendentes. No poseen sólo una elevada elongación, sino una alta elongación reversible.

Las de compresión o flexión, las cosas pueden ser totalmente distintas. Por ejemplo, las fibras poseen alta resistencia tensil y también buena resistencia a la flexión, pero por lo general exhiben una desastrosa resistencia a la compresión. Además tienen buena resistencia tensil sólo en la dirección de las fibras.

Combinando Cualidades

Hemos hablado mucho de cómo algunos polímeros son duros, otros resistentes, y cómo a menudo deben hacerse ciertas concesiones cuando se diseñan nuevos materiales. Uno puede sacrificar la resistencia en favor de la dureza, por ejemplo. Pero a veces podemos combinar dos polímeros con diferentes propiedades para obtener un nuevo material con las propiedades de ambos por separado. Existen tres formas de hacer esto, que son la copolimerización, el mezclado, y la obtención de compósitos.

El Spandex es un ejemplo de un copolímero que combina las propiedades de dos materiales. Es un copolímero que contiene bloques de polioxietileno elastómero y bloques de un poliuretano, precursor de fibras rígidas. El resultado es una fibra que se estira. El Spandex es empleado para la confección de ropa de gimnasia, como los pantalones para ciclismo.

El poliestireno de alto-impacto, o HIPS, es una mezcla inmiscible que combina las propiedades de dos polímeros, el estireno y el polibutadieno. El poliestireno es un plástico rígido. Cuando se lo agrega a un elastómero, como el polibutadieno, forma una mezcla de fases separadas, que tiene la resistencia del poliestireno y la

dureza aportada por el polibutadieno. Por esta razón, el HIPS es mucho menos quebradizo que el poliestireno puro.

En el caso de un material compuesto, generalmente empleamos una fibra para reforzar un termo rígido. Los termo rígidos son materiales entrecruzados cuyo comportamiento tensión-estiramiento es a menudo similar al de los plásticos. La fibra incrementa la resistencia tensil del compuesto, en tanto que el termo rígido le confiere dureza y resistencia a la compresión.

Referencias

Odian, George; Principles of Polymerization, 3rd ed., J. Wiley, New York, 1991.

Jang, B. Z.; Advanced Polymer Composites: Principles and Applications, ASM International, Materials Park, OH, 1994.