

Diseño de estación solar de carga para dispositivos móviles como elemento de desarrollo urbano para ciudades inteligentes.

Design of solar charging station for mobile devices as an element of urban development for Smart cities.

Estefanía Ter-Veen Lozada¹.
Ivan Peñaloza Pineda².
Alma Ivonne Méndez Rojas³.

¹Estudiante de Diseño Industrial, Universidad Autónoma de Querétaro, estefania.terveen@gmail.com

²Maestro en Diseño e Innovación, Universidad Autónoma de Querétaro, ivanpepineda@gmail.com

³Maestra en Diseño e Innovación, Universidad Autónoma de Querétaro, almaivonne.rojas@gmail.com



RESUMEN

En este artículo se describen las ventajas y oportunidades de la ciudad de Querétaro con miras a convertirse en una ciudad inteligente, desarrollando productos que utilicen energías renovables para favorecerlo. Se utilizó la metodología Proyectual de Bruno Munari y algunas herramientas del Proceso frontal de Karl Ulrich para el desarrollo de una estación de carga solar para dispositivos móviles que permitió integrar la tecnología con las necesidades del usuario, demostrando la importancia del diseño como catalizador en el desarrollo de productos innovadores para las ciudades del futuro.

Palabras Clave: Ciudades inteligentes, ciudad del futuro, energías limpias, estación solar de carga, diseño.

ABSTRACT

This paper describes the advantages and opportunities of the city of Querétaro to become a smart city, developing products that use renewable energy to achieve it. Some tools from Karl Ulrich's Frontal Process and Bruno Munari's Proyectual Methodology were used as design methodologies for the development of a solar charging station for mobile devices that allowed the integration of the technology with the needs of the user, demonstrating the importance of design as a catalyst for the development of innovative products for the cities of the future.

Key words: Smart cities, cities of the future, green energies, solar charging station, design.



INTRODUCCIÓN

En este artículo se exponen algunas características que posicionan a la ciudad de Querétaro como una ciudad en desarrollo en vías de consolidarse como una ciudad del futuro; y se presenta una propuesta de un sistema tecnológico que utiliza energías limpias para generar energía eléctrica y alimentar dispositivos móviles, esta propuesta de diseño se consolidó con la implementación de la metodología Proyectual de Bruno Munari.

El estado de Querétaro es un estado con más de 2 millones de habitantes, entre población originaria y población flotante (INEGI, 2015), ocupa el tercer lugar de los estados mexicanos con más futuro en el país para el 2016 y 2017 (Mullan, 2016). Según

el estudio Mexican States of the Future 2016/2017, Querétaro ha experimentado un crecimiento medio anual del PIB del 9.4% entre el 2009 y el 2014, la tasa más alta del país. En otras palabras, Querétaro es una ciudad con alta tasa de crecimiento socioeconómico (Mullan, 2016).

El estudio Mexican States of the Future 2016/2017 se realiza por medio de la valoración de información recopilada de las 32 entidades del país, usando herramientas especializadas en la Inversión Extranjera Directa. Dicha información está clasificada en 5 categorías: Potencial Económico, Capital Humano, Efectividad de Costes, Infraestructura y Facilidad de Negocios. Cada localidad puede tener un máximo de diez puntos por cada categoría. (Mullan, 2016). Por lo tanto, una ciudad del futuro es aquella que cuenta con el mayor puntaje en cada una de las categorías.

De acuerdo a esta clasificación algunas de las áreas que se deben cuidar en el desarrollo urbano de la ciudades son el manejo sustentable de sitio y uso de suelo, energías renovables, manejo sustentable del agua, materiales ecológicos, manejo sustentable de desechos, confort en el ambiente construido, incluyendo los procesos y recursos (Hernández y Garduño, 2010).

Otro concepto que se relaciona a la definición de ciudad del futuro es Smart City o en español Ciudad inteligente, este concepto redefine el papel de las ciudades al asegurar el progreso por fusionar tecnologías e innovación como clave principal para abordar los temas de sustentabilidad, mejora de eficiencia energética, cambio climático, transporte y la transferencia de información y comunicación (EC, 2012). Aunque sea el término de ciudad inteligente, es un término que ya ha comenzado desde los años noventas según Güell (2015), nunca es tarde para planear el desarrollo de una ciudad dirigiéndose a esa estabilidad que proponen las ciudades inteligentes.

“Una Ciudad Inteligente es aquella que aplica las TICs para la mejora de la calidad de vida y la accesibilidad de sus habitantes y asegura un desarrollo sostenible económico, social y ambiental en mejora permanente. Una ciudad inteligente permite a los ciudadanos interactuar con ella de forma multidisciplinar y se adapta en tiempo real a sus necesidades.” (AENOR, 2014)

Es indiscutible la tendencia existente hacia el uso diario de los dispositivos móviles como medios de comunicación y de transferencia de información (Valero et al., 2012), la *Encuesta Nacional sobre disponibilidad y uso de tecnologías de la información en los hogares* (ENDUTIH) coloca a la ciudad de Querétaro en el cuarto lugar de las ciudades con mayor cobertura de internet y específicamente hablando del uso de TIC se encuentra entre las primeras 10 ciudades con aproximadamente un 77% de sus habitantes. En cuanto a telefonía celular el 75.6%

de la población son usuarios, cifra que está por encima de la media nacional con un 71.5% (INEGI, 2016). Considerando el panorama anterior existe un área de oportunidad para diseñar un sistema tecnológico que utilice energía solar, propuesta que al implementarse pueda mantener en funcionamiento al suministrar el servicio gratuito de energía renovable a la comunidad.

Este tipo de alternativas ya se han explorado en otras ciudades de países desarrollados como es el caso de Nueva York con las estaciones Street Charge en colaboración de la empresa privada AT&T, si bien esta propuesta de estaciones tuvo su motivación a partir del impacto generado por la tormenta Sandy 2012, debido a que los suministros de energía escasearon y los ciudadanos se quedaron desconectados y sin medios de comunicación móvil, pues ssiniciativa originada por la tormenta Sandy del 2012, ya que los suministros de energía escasearon por lo que los ciudadanos se quedaron desconectados y sin medios de comunicación móvil (AT&T, 2013).

Después de la implementación de la iniciativa de Street Charge en 2013, AT&T afirmó que los ciudadanos se sentían más seguros de recorrer la ciudad ya que no les preocupaba quedarse sin batería para sus dispositivos móviles y podían seguir usando todas las funciones que los dispositivos brindan al usuario.

La ciudad de Querétaro tiene un alto perfil innovador, consecuencia del aprovechamiento de oportunidades comerciales con el extranjero así como la interacción de los departamentos de ingeniería y mercadotecnia (Vidal, 2010). Con el reconocimiento de la ciudad de Querétaro en la tercera posición del ranking sobre ciudades del futuro y con el panorama anteriormente descrito se visualiza su potencial y presencia en la economía y desarrollo del país. Al desarrollar en el estado propuestas que compitan y aporten en líneas tecnológicas, Querétaro brindaría otros elementos que le permitirán consolidarse como una ciudad inteligente.



FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

A. ENERGÍA SOLAR

Dentro de las ventajas que aporta la utilización de la energía solar en el desarrollo tecnológico se encuentra el hecho de que su naturaleza es inagotable, renovable y libre de polución. A pesar de ello, hay que considerar las variables fuera de control del hombre, el entorno natural intermitente y su baja densidad de potencia; por lo que para su implementación hay que considerar un eficiente equipo de conversión de energía y hacer énfasis en un equipo de almacenamiento de la misma para su constante uso; para así poder garantizar un suministro confiable y sustentable de energía (Murcia, 2008).

En la figura 1 se resumen algunas especificaciones del sistema funcional de la iniciativa Street Charge, al principio de la figura se localiza la información sobre las celdas solares (la estación cuenta con 3 celdas fotovoltaicas de monocristal con una potencia de 20 W cada una), el sistema además utiliza una batería de 11V y 15.6 Ah (para el almacenamiento de la energía recuperada), asimismo ofrece una fuente de iluminación LED de 12W y puertos macho/hembra de 5V y 2A (para la carga de dispositivos móviles como smartphones), todo el sistema se integra en una estructura de más de tres metros de alto y los componentes electrónicos garantizan su funcionamiento por un año (NRG Street Charge, Solar Charging Stations, 2016).

Paneles solares

Potencia instalada	60W (tres paneles de 20W)
Voltaje de circuito abierto	20-22V
Tipo de celda	Monocristalino

Batería

Tipo de celda	Litio - NMC
Capacidad de descarga	168 Wh (11V, 15.6 Ah)
Ciclos de vida	Cientos de ciclos
Tiempo de vida sin uso	Cargar cada 3-6 meses
Fusibles	15A, estándar
Sistema de administración	Protección de carga incluida

Iluminación

LED	12W (6 LEDs verdes de 2W)
-----	---------------------------

Puertos

Conexión Micro USB	5V, hasta 2A (10 W máx)
Conexión hembra USB	5V, hasta 2A (10 W máx)

General

Peso	371 kg
Dimensiones	160x137x381 cm
Garantía	1 año

Figura 1: Especificaciones técnicas.

Fuente: NRG Street Charge, Solar Charging Stations, (2016).



Figura 2: Ejemplo de uso e instalación de StreetCharge AT&T.
Fuente: NRG Street Charge, Solar Charging Stations, (2016).



Figura 3: Proyecto de estación de carga eTree por Sologic.
Fuente: eTree, The solargiving tree (2016).



Figura 4: Estación de carga con celdas solares en el parque Bryant Park en Nueva York. Diseñado por Brooklynite Tommy Mitchell. Fuente: Zimmer, L. (2016). Solar-Powered Cell Phone Charging Station Pops Up in New York's Bryant Park.

B. SIMILARES EXISTENTES

Se realizó una investigación sobre algunos proyectos que ofrecen servicios similares para tener una visión más certera sobre lo que ya existe y lo que se puede realizar, al mismo tiempo la búsqueda permite identificar los elementos de valor que se encuentren en estos sistemas con el objetivo de encontrar puntos de mejora y los métodos de producción adecuados para un prototipo de esta magnitud.

En la figura 2 se muestra el sistema diseñado y distribuido por AT&T, denominado Street Charge, presentado como una estación de carga solar (2016). Este es un diseño con una formación triangular conformada con tres lados iguales, cada uno con celda solar, conexiones la celulares y un soporte para el dispositivo móvil útil al momento de carga. El Street Charge fue fabricado con metales inoxidable y sellado para evitar daños del ambiente exterior en los componentes internos.

Otro ejemplo de una estación de carga solar es el eTree creado por Sologic que se muestra en la figura 3. Esta es una estructura de dimensiones mayores que simula la formación de un árbol en el cuál el follaje se sustituye por celdas fotovoltaicas con base rígida transparente. Entre los servicios que ofrece, además de alimentar dispositivos móviles con energía solar, está un servidor de WiFi, alumbrado, mobiliario público, y bebederos (ETree, The Solargiving Tree, 2016).

También se encontró una versión más austera de una estación de carga para celulares instalada en Bryant Park, Nueva York, se trata de un dispositivo que ofrece al usuario únicamente carga de celulares, frente a los proyectos anteriores existen fallas en cuanto a la usencia de ergonomía en diseño. Tratándose de una propuesta funcional con energía solar, se deben considerar condiciones de ubicación idóneas para el funcionamiento óptimo de las celdas fotovoltaicas, en la imagen se aprecian sombras y elementos que influyen.

OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN

Integrar un sistema funcional para carga de dispositivos móviles, que conforme de manera eficiente un sistema de celdas fotovoltaicas como sus generadores de energía, y que cuente con complementos informativos del beneficio que tiene utilizar estas fuentes de energía limpias.

METODOLOGÍA

El presente trabajo es de tipo cualitativo, siendo la Metodología proyectual de Bruno Munari (2006) la que se usó como guía principal para el proceso de diseño y desarrollo del producto de este trabajo. También se utilizaron algunas herramientas de investigación extraídas de la metodología del *Proceso frontal* de Karl T. Ulrich y Steven D. Eppinger (2009).

De acuerdo a su autor este método se describe como una serie de actividades necesarias ordenadas de forma lógica (“un orden dictado por la experiencia”) con la finalidad de obtener el resultado máximo de acuerdo al mínimo esfuerzo del desarrollador o proyectista (Munari, 2006).

A pesar de que las actividades que se muestran en el proceso tienen un orden, es raro que se siga como se expone, ya que en la aplicación de los procesos de diseño se puede obtener nueva información que se transforma en aportaciones para el concepto lo que crea nuevos resultados (Ulrich *et al.*, 2009).

Por lo anterior para este trabajo en particular se introdujo a la metodología de Munari una *fase de diseño, denominada fase de desarrollo y prototipos*, (figura. 1) en la cual se construyeron prototipos y modelos para crear ensayos tanto de los mecanismos, los materiales seleccionados, la estructura diseñada para posteriormente llevar a cabo la realización del anteproyecto basado en las especificaciones iniciales, los materiales establecidos para realizar el prototipo funcional (Ivárez, 2000).

<p>Problema</p>	<p>Reconocer la existencia de un escenario con las necesidades planteadas por un cliente. Identificar los elementos que se involucran y cuáles son las posibles fuentes para obtener información al respecto.</p>
<p>Entrevista</p>	<p>Se utilizó como herramienta cualitativa de entrevista con el cliente. Con ella se obtuvo información para la definición final del problema, identificar las necesidades de los usuarios y la visión del cliente sobre la solución del problema establecido.</p>
<p>Definición del problema</p>	<p>Con los datos recuperados estructurar de manera objetiva los elementos generales y necesidades del problema.</p>
<p>Elementos del problema</p>	<p>Encontrar los subproblemas que conforman el problema general y relacionarlos entre sí, ya que estos pueden limitar a otros. Sin olvidar que pueden surgir nuevos subproblemas durante el proceso metodológico.</p>
<p>Recopilación de datos</p>	<p>Actividad que se realizó durante todo el desarrollo del proyecto, recopilando información, documentando los procesos creativos y resultados, así como los procesos de desarrollo, subproblemas o áreas de oportunidad, actividades de implementación. Esta actividad facilita otras actividades del proceso metodológico como el análisis de datos y al finalizar el proyecto ayuda al registro de evidencia del trabajo realizado.</p>
<p>Análisis de datos</p>	<p>Etapa en donde se examinan y relacionan los datos recuperados en las fase anteriores, para identificar las características y requerimientos que integran la propuesta, la forma, uso, hasta materiales, procesos de producción y costos; lo necesario para poder proyectar la solución del problema.</p>

Creatividad	Etapa en la cual el desarrollador interpreta requerimientos, necesidades y procesos para crear conceptos que reemplacen las primeras ideas intuitivas; guiándose por análisis técnicos y factores económicos que limiten la conceptualización y resulten en propuestas realizables.
Materiales y tecnología	Después de la selección de las propuestas más factibles, se eligen materiales y técnicas de producción para la realización de un prototipo funcional.
Fase de diseño	Consiste en la definición de un anteproyecto para la exploración de variantes, pruebas de los componentes y retroalimentación del diseño, antes de la implementación, la fase concluye con una visión integral y factible de la propuesta.
Fase de desarrollo y prototipos	Etapa de construcción de un prototipo funcional para la realización de pruebas de la propuesta seleccionada. Los prototipos permiten hacer tangible la reatrolimentación a través de ensayos de implementación, y permiten condefinir la estructura, forma y materiales del producto en un contexto real.
Experimentación	Por medio de pruebas y muestras se genera información para el análisis y definición de elementos para el diseño final del proyecto.
Verificación	Consiste en presentar implementar la propuesta y enfrentarla a los usuarios, para que ellos realicen una evaluación del prototipo. Se identifican las recomendaciones y áreas de oportunidad que puedan ser trabajadas en una versión posterior, y se reconocen las fallas existentes para mejoras.
Dibujos constructivos	Realización de planos constructivos sobre el producto final de la investigación para su producción y construcción.
Solución	Se concluye el proceso metodológico con un resultado validado tanto en funcionalidad como implementado en el entorno de uso cotidiano.

RESULTADOS

Para para obtener información más explícita sobre el problema y los deseos del cliente se realizó una búsqueda donde se identificaron los componentes del sistema electrónico para hacer uso de la energía solar (se ejemplifican en la figura 6).

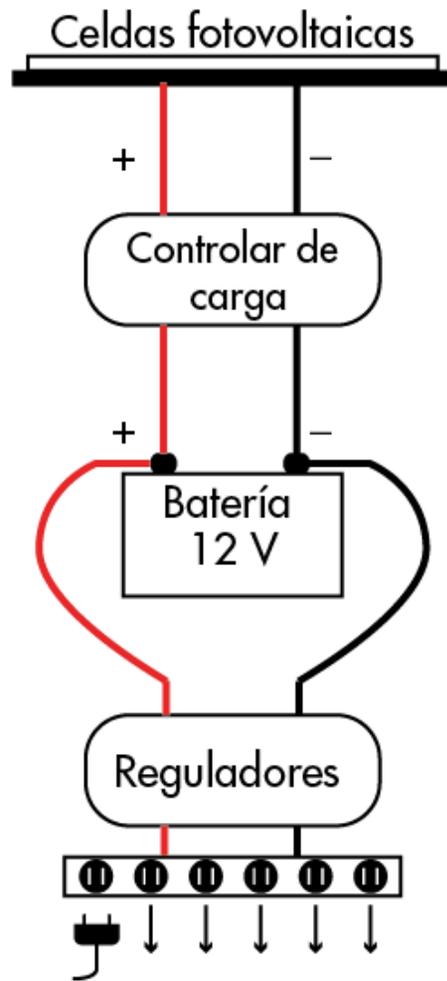


Figura 6: Diagrama de componentes de sistema eléctrico para energía solar.
Fuente: Elaboración propia.

Para proporcionar una amplia visión de las dimensiones de la estación de carga se utilizó la antropometría de un usuario en relación con un teléfono público, ya que no se ha realizado el estudio antropométrico especializado en estaciones de carga públicas.

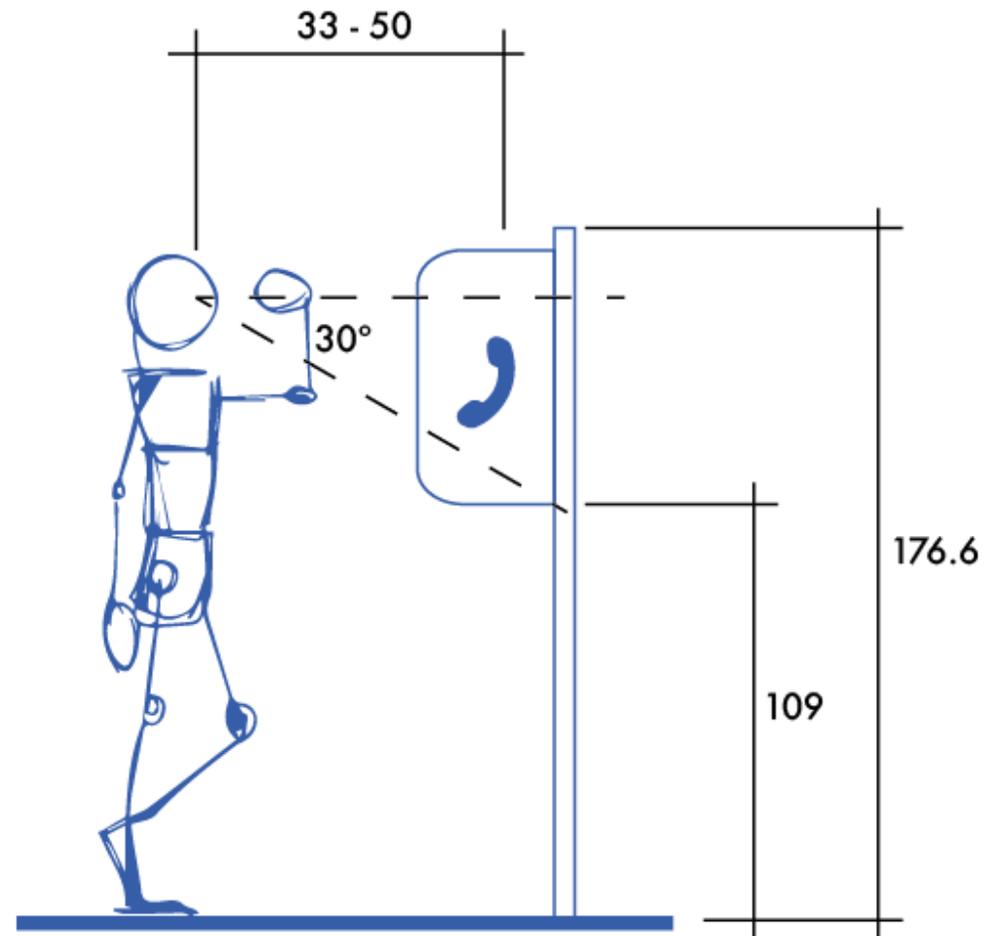


Figura 7: Antropometría de usuario de pie en teléfono público.
Fuente: Elaboración propia basada en "Teléfono/usuario de pie" Viktor Papanek (1996).

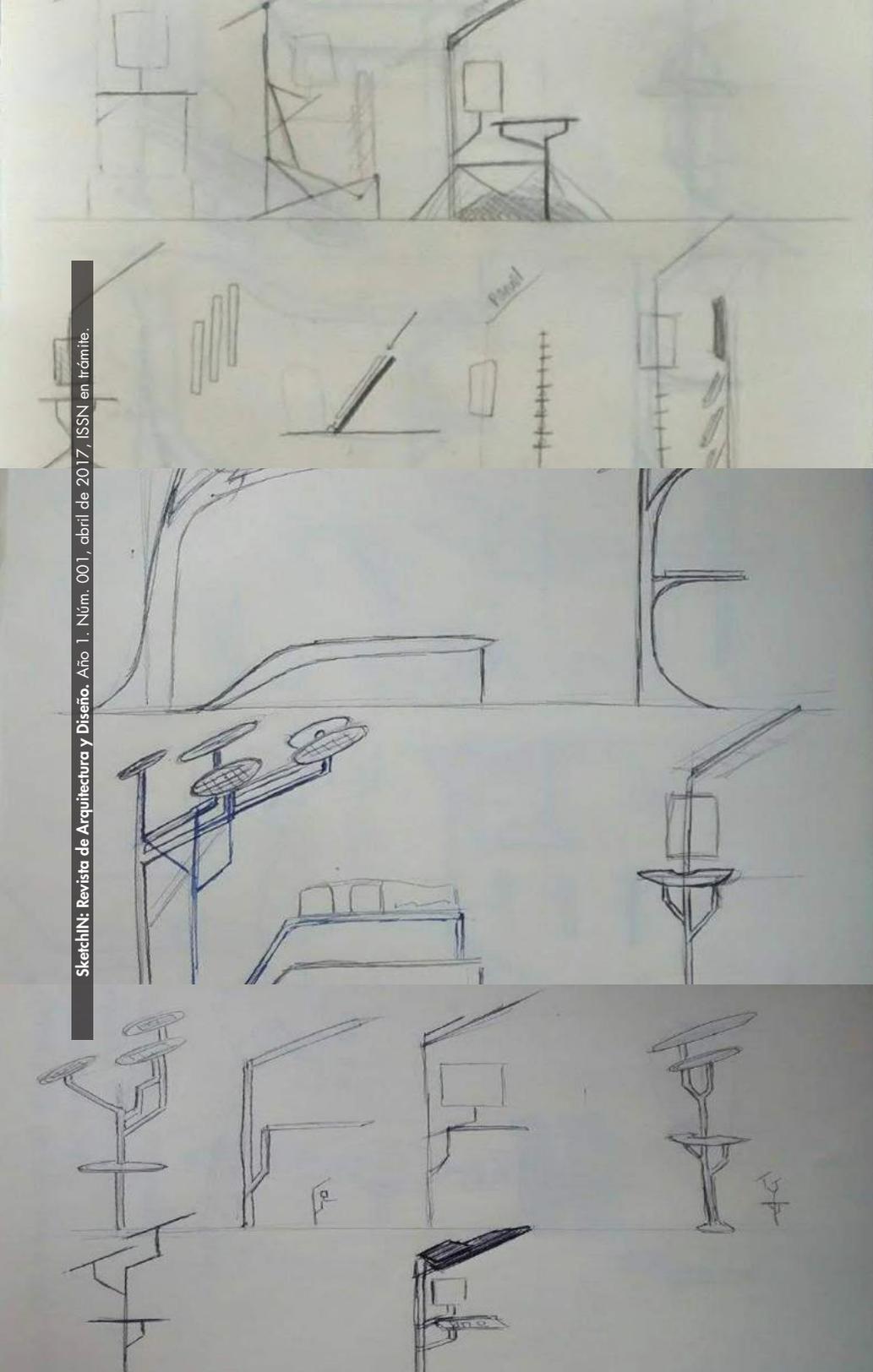


Figura 8: Bocetos.

Fuente: Elaboración propia.

A continuación se muestran algunos ejemplos del bocetaje inicial, en los que se plasman ideas sobre el proyecto y donde se puede notar claramente cómo se consideraron los componentes del sistema electrónico y las especificaciones antropométricas ya establecidas.

En estos bocetos se proyecta la creación de una familia de productos que cumplan con el objetivo de ser una estación de carga para dispositivos móviles por medio de celdas solares.

De izquierda a derecha primero se ejemplifica una versión más amplia con banca, también se propuso crear sombras con las celdas FV; en la figura de la derecha se ejemplifican versiones similares a los casos anteriores pero con variaciones significativas y en un modelo individual. Se antepone la importancia de las celdas FV, el soporte para celulares y el mástil que integre ambos elementos.

La elaboración de los bocetos se realizaron modelos 3D para visualizar las opciones de diseño, aclarar detalles estructurales y definir el proceso de producción.

Posteriormente surgieron nuevos requerimientos de diseño, dentro de los que se destacaba que los usuarios no deben tener acceso a las celdas fotovoltaicas, tanto física como visualmente, por lo menos cuando el usuario se encuentra a la altura natural de la estación.

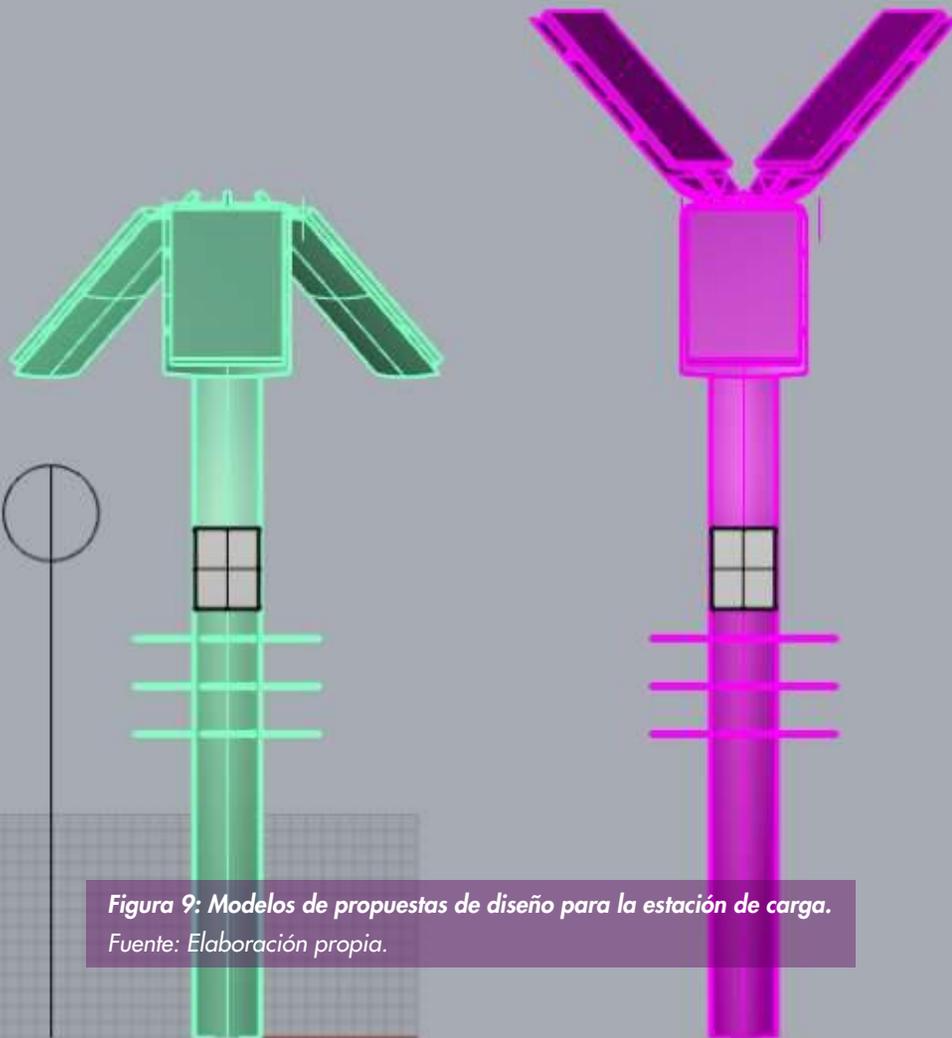


Figura 9: Modelos de propuestas de diseño para la estación de carga.
Fuente: Elaboración propia.

La Figura 10 muestra cómo se resuelve la vista frontal de la estación de carga, de esta manera el usuario no puede percibir a simple vista las celdas solares, la figura cíclica propuesta quita la imagen rectangular propia de las celdas. El diseño cíclico de la estación de carga está inspirado en la imagen gráfica propuesta para el Parque Biotecnológico de la Universidad Autónoma de Querétaro y en el logo del Departamento de Posgrado de la Facultad de Ingeniería.

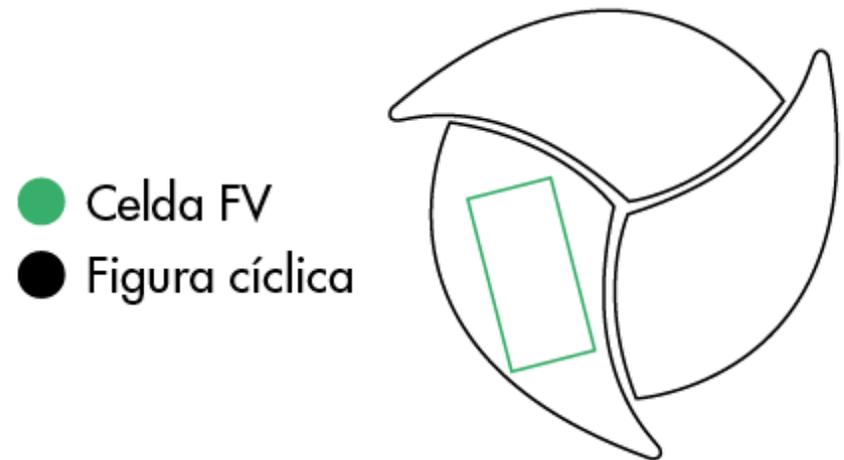


Figura 10: Boceto de vista superior de la estación de carga.
Fuente: Elaboración propia.

Al tener las conexiones y los cables de los cargadores a la intemperie se reduce la vida útil de los mismos por lo que se optó porque estos estuvieran dentro de la estructura y para hacer retráctil los cables de los cargadores se colocaron contrapesos considerando las especificaciones y pesos de los celulares más comunes.

En la figura 11 se puede ver como se resolvió el problema de tener las conexiones a la intemperie, así como la decisión del elemento donde se pueden colocar los el lugar donde se dispositivos móviles.

En la figura 9 se puede ver la construcción final de la propuesta.



Figura 11: Elementos de la estación de carga.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 12: Diseño final de la estación de carga.
Fuente: Elaboración propia.

CONCLUSIONES

El desarrollo de productos con vistas hacia el futuro debe abarcar técnicas proyectivas y todos los elementos deben estar perfectamente integrados, es de suma importancia que los procesos de diseño de producto que involucren interacción con el usuario contemplen la investigación de éste, ya que cualquier cambio en él afectará de manera directa al producto limitando su pertinencia. Entre mayor sea la investigación más universal podrá llegar a ser el producto y por consiguiente tener mayor aceptación.

Los aspectos que conforman un producto, tanto la parte funcional, estética, la forma y el uso, deben ser considerados durante el proceso de diseño ya que cada uno tiene sus limitantes y depende del otro, por lo que la solución debe estar equilibrada y sus elementos en armonía.

Un producto innovador debe considerar tres áreas de suma importancia, incluso en el desarrollo de un país, las personas que transmiten las aspiraciones y deseos humanos, y determinan la deseabilidad y la usabilidad del producto y/o servicio; el negocio que establece su viabilidad económica, y la tecnología que brinda las herramientas necesarias para volver tangible la solución más adecuada considerando materiales, producción, manufactura.

Además de estos ámbitos generales existen otras áreas generadas de la interacción entre ellos y que se deben considerar, como fabricación (tecnología y negocios) que incluye la tecnología de fabricación, el proceso de fabricación, la gestión de la cadena de suministros, el prototipado rápido; otra área es la gestión y equipos organizativos, recursos humanos, dinámica organizacional y el área de Diseño e interactividad (valores humanos y tecnología) que contempla la interacción hombre-maquina, pensamiento visual, el diseño para la sustentabilidad, la estética y la forma.

REFERENCIAS

AENOR (2014): El papel de las normas en las ciudades inteligentes – Informes de Normalización. Madrid: Comité AEN/CTN 178.

eTree, The solargiving tree. (2016). Solargiving.com. Recuperado el 30 de septiembre de 2016 de <http://solargiving.com/homepage/>

European Commission (EC) (2012): *Communication from the Commission on Smart Cities and Communities – European Innovation Partnership*. Brussels, C(2012) 4701 Final (10-07-2012).

Güell, J. M. F. (2015). *Ciudades inteligentes: la mitificación de las nuevas tecnologías como respuesta a los retos de las ciudades contemporáneas*. Economía industrial, (395), 17-28.

Hernández, S., & Garduño, A. (2010). *Tecnologías actuales aplicadas al desarrollo urbano sustentable*. Acta Universitaria, 20(1), 25-34.

INEGI,. (2016). *Encuesta nacional sobre disponibilidad y uso de tecnologías de la información en los hogares, 2015*. Recuperado el 31 de agosto de 2016 de http://www.inegi.org.mx/saladeprensa/boletines/2016/especiales/especiales2016_03_01.pdf

Estadísticas. Ciencia y Tecnología. (2016). INEGI. Retrieved 31 August 2016, from Instituto Nacional de Estadística y Geografía - Temas estadísticos. (2016). [Www3.inegi.org.mx](http://www3.inegi.org.mx). Retrieved 31 August 2016, from <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/temas/default.aspx?s=est&c=19007>

Iváñez Gimeno, J. (2000). *La gestión del diseño en la empresa*. Barcelona: McGraw-Hill / Interamericana de España.

Mullan, C. (2016, April 08). *Mexican States of the Future 2016/17: The winners*. Recuperado el 19 de agosto de 2016 de <http://www.fdiintelligence.com/Rankings/Mexican-States-of-the-Future-2016-17-the-winners>

Munari, B. (2006). *¿Cómo nacen los objetos?* (1st ed.). Barcelona: Gustavo Gili.

Murcia, H. R. (2008). *Desarrollo de la energía solar en Colombia y sus perspectivas*. Revista de ingeniería, 28, 83-89.

NRG Street Charge | Solar Charging Stations. (2016). [Nrgstreetcharge.com](http://www.nrgstreetcharge.com). Recuperado el 25 de agosto de 2016 de <http://www.nrgstreetcharge.com/>

Panero, J., Zelnik, M., & Castán, S. (2002). *Las dimensiones humanas en los espacios interiores* (1st ed.). México: Gustavo Gili.

Quesada, S., & Pulido, A. L. (2012). *Smart city: hacia un nuevo paradigma en el modelo de ciudad*. Greencities & Sostenibilidad.

Ulrich, K. y Eppinger, S. (2009). *Diseño y desarrollo de productos* (4a. ed.). McGraw-Hill Interamericana.

Valero, C. C., Redondo, M. R., & Palacín, A. S. (2012). *Tendencias actuales en el uso de dispositivos móviles en educación*. La Educación digital magazine, 147, 1-21.

Vidal, E. L. K. (2010). *Innovación, consumo y cambio social en el Querétaro actual*. La ciencia, el desarrollo tecnológico y la innovación en Querétaro. *Historia, Realidad y Proyecciones*, 263.

Zimmer, L. (2016). Solar-Powered Cell Phone Charging Station Pops Up in New York's Bryant Park. *Inhabitat.com*. Recuperado el 30 de septiembre de 2016 de <http://inhabitat.com/nyc/solar-powered-cell-phone-charging-station-pops-up-in-new-yorks-bryant-park/>

Video:

AT&T. (2013). *AT&T Street Charge Mobile Phone Charging Stations in NYC*. Recuperado el 23 de agosto de 2016 de https://www.youtube.com/watch?v=_IAizXsFZOE