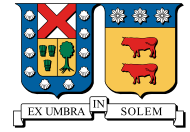




UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA  
DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA  
VALPARAÍSO, CHILE



# **IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA INFORMÁTICO PARA EL MANEJO DE DATOS GENERADOS POR UNA ESTACIÓN DE MONITOREO SOLAR FOTOVOLTAICA.**

Tesis presentada como requerimiento parcial  
para optar al título profesional de  
Ingeniero en Ejecución  
por

**Manuel José Arredondo Maritano**

Comisión Evaluadora:

M.Sc. Cecilia Reyes Cobarrubias

M.Sc. Eduardo Soto Sepulveda

JULIO 2012

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA  
DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA  
VALPARAÍSO, CHILE

TÍTULO DE LA TESIS:

**IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA INFORMÁTICO PARA EL MANEJO DE DATOS GENERADOS POR UNA ESTACIÓN DE MONITOREO SOLAR FOTOVOLTAICA.**

AUTOR:

**MANUEL JOSÉ ARREDONDO MARITANO**

Tesis presentada como requerimiento parcial para optar al título profesional de **Ingeniero en Ejecución** de la Universidad Técnica Federico Santa María.

Profesor Guía

---

M.Sc. Cecilia Reyes Cobarrubias

Profesor Correferente

---

M.Sc. Eduardo Soto Sepulveda

Julio 2012.  
Valparaíso, Chile.



# **Agradecimientos**

# Índice general

<b>Índice de Tablas</b>	<b>VII</b>
<b>Índice de Figuras</b>	<b>VIII</b>
<b>Resumen</b>	<b>I</b>
<b>Abstract</b>	<b>III</b>
<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
<b>2. Alcances de la memoria</b>	<b>2</b>
2.1. Problema a resolver . . . . .	2
2.2. Actores involucrados . . . . .	2
2.3. Objetivo principal de la solución . . . . .	2
2.4. Objetivos específicos de la solución . . . . .	2
<b>3. Introducción a la energía solar</b>	<b>3</b>
3.1. Energías renovables no convencionales . . . . .	3
3.1.1. Energía solar térmica . . . . .	3
3.1.2. Energía solar fotovoltaica . . . . .	3
3.2. Modelo de negocio . . . . .	3
3.3. Energía solar en Chile . . . . .	3
<b>4. Solución propuesta</b>	<b>4</b>
4.1. Arquitectura de la solución . . . . .	4
4.2. Wordpress . . . . .	5

4.2.1.	Arquitectura de Wordpress . . . . .	5
4.2.2.	Themes . . . . .	6
4.2.3.	Plugins . . . . .	6
4.2.4.	Widgets . . . . .	7
4.2.5.	Multiusuario . . . . .	7
4.3.	PHP . . . . .	7
4.4.	MySql . . . . .	8
4.5.	CSS . . . . .	10
4.6.	Hardware . . . . .	10
4.6.1.	Datalogger Campbell CR1000 . . . . .	11
4.6.2.	Interfaz Ethernet NL200 Campbell . . . . .	12
4.6.3.	MultiModem GPRS Multitech modelo MTCBA-G-F4 . . . . .	14
4.6.4.	Piranómetro PSP-Eppley . . . . .	14
4.6.5.	Sensor de temperatura y humedad HMP60 . . . . .	15
4.6.6.	Batería PS100 . . . . .	15
4.6.7.	Panel fotovoltaico SX310M . . . . .	15
4.6.8.	Estación de monitoreo Solar Fch Vitacura . . . . .	17
4.6.9.	Estación de monitoreo Solar Norte . . . . .	17
4.7.	Diseño de la solución . . . . .	17
4.7.1.	Plugin gráficos solares . . . . .	17
4.7.2.	Plugin calculadora solar . . . . .	17
4.7.3.	Widget solar . . . . .	17
4.8.	Descripción detallada del sistema . . . . .	17
<b>5.</b>	<b>Conclusiones</b>	<b>19</b>
<b>6.</b>	<b>Anexos</b>	<b>20</b>

# Índice de cuadros

# Índice de figuras

4.1. Datalogger Campbell CR1000 . . . . .	11
4.2. Periférico Campbell NL200 . . . . .	12
4.3. MultiModem Multitech MTCBA-G-F4 . . . . .	14
4.4. Piranómetro psp-eplay . . . . .	15
4.5. Batería PS100 . . . . .	15
4.6. Panel Solar SX310M . . . . .	16



# Resumen

La memoria desarrollada y presentada a continuación consiste en el desarrollo de una plataforma de gestión de información producida por la planta de energía solar de la exportadora Subsole S.A., ubicada en la región de Atacama. Actualmente es la planta más grande de Chile para uso agrícola y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) está interesada en difundir características técnicas sobre el proceso de construcción y operación a tiempo real de esta instalación. Dentro de este marco, el BID encargó a la Fundación Chile la creación de un portal Web junto a una Red de difusión y colaboración para Latinoamérica y el Caribe (RedSolLAC) la cual pretende potenciar y desarrollar la producción y el uso de energía fotovoltaica en la región.

La información de energía generada por la planta e inyectada a la red deberá ser mostrada en tiempo real por la plataforma Web, además deberá estar disponible para ser descargada en diferentes formatos que permita a los usuarios especialistas utilizarla. Junto a la información de producción de energía de la planta fotovoltaica se sumarán otro tipo de variables ambientales y meteorológicas.

A partir de la información obtenida por la estación meteorológica ubicada en la planta fotovoltaica y los datos medidos en Santiago en la estación de medición de la Fundación Chile, se desarrollará una plataforma de cálculo para realizar estudios de prefactibilidad técnica y económica a través de una calculadora “on line”. Este desarrollo será asesorado por los ingenieros de la Fundación Chile para su implementación. La calculadora tendrá que permitir la descarga de reportes de la simulación realizada por los usuarios.

Los datos de las estaciones de medición de la Fundación Chile (Santiago) y de la planta

fotovoltaica (región de Atacama) estarán a disposición de los usuarios de la RedSolLAC en forma gráfica y podrán descargarla de la base de datos en diferentes formatos.

# Abstract

# **Abstract**

# **Capítulo 1**

## **Introducción**

## **Capítulo 2**

### **Alcances de la memoria**

- 2.1. Problema a resolver**
- 2.2. Actores involucrados**
- 2.3. Objetivo principal de la solución**
- 2.4. Objetivos específicos de la solución**

# **Capítulo 3**

## **Introducción a la energía solar**

### **3.1. Energías renovables no convencionales**

#### **3.1.1. Energía solar térmica**

#### **3.1.2. Energía solar fotovoltaica**

### **3.2. Modelo de negocio**

### **3.3. Energía solar en Chile**

# Capítulo 4

## Solución propuesta

### 4.1. Arquitectura de la solución

Hoy por hoy el desarrollo de Internet ha alcanzado niveles realmente impresionantes, no solo en lo respecta de los avances en capacidad de transición de datos y software que viven prácticamente en la red si no también su modelo de crecimiento y expansión en la sociedad post-moderna y de la era de de la información. Prácticamente no hay rincón del planeta en donde no pueda hoy en día llegar la la red de redes.

De acuerdo a las características del software y los requerimientos especificados, es de necesidad primaria implementar un sistema que pueda difundirse en la sociedad de manera masiva y velozmente, la RedSolLac quiere y debe poder llegar al mayor numero de personas interesadas en producir energías limpias y ojala pronto en el tiempo.

Planteados estos dos temas es que se ha tomado la decisión de realizar y desarrollar las soluciones basadas en plataformas web, se ha propuesto desarrollar un portal Web para la dilución de la Red el cual estar a cargo de un equipo externo al desarrollo de esta memoria pero el sistema desarrollado acá debe ser 100 % compatible con esta solución.

Dado que el portal Web de la RedSolLac estar implementado en el famoso CMS Wordpress he tomado la decisión de desarrollar las aplicación de forma modular en forma de plugins para este sistema Web.

Se desarrollaran 3 plugins cada uno debe satisfacer un requerimiento diferente de los cuales han sido planteados en el capitulo primero, estos plugins deberán cumplir estrictamente con el formato de desarrollo planteado en la documentación oficial de Wordpress.org y deberán



funcionar como productos independientes y deberá poder ser portados a cualquier sistema con Wordpress.

## **4.2. Wordpress**

Wordpress es una avanzada plataforma semántica de publicación personal orientada a la estética, los estándares Web y la usabilidad. Wordpress es libre y, al mismo tiempo, gratuito. Wordpress es un sistema de manejador de contenidos (CMS del ingles Content Management Sistem) basado en estilo de publicaciones de blogs, además es un sistema libre de código abierto bajo la licencia GPL2. Esta echo en lenguaje PHP y utiliza el motor de bases de datos MySql, su arquitectura esta pensada y diseñada de forma modular, cosa que le permite adaptarse y ser configurable de acuerdo con los requerimientos de cada usuario.

La primera versión de esta plataforma fue liberada el año 2003 por Matt Mullenweg y es un rama del otro proyecto llamado b2/cafeolog. Actualmente esta plataforma esta en su versión 3.0 y ha sido descargada mas de 65 millones de veces. se estima que Wordpress a la fecha es la herramienta de publicación de contenido mas utilizada y mas popular de la Red con aproximadamente un 14 % de participación en Internet y mas del 22 % de sitios nuevos o que se publican por primera vez.

### **4.2.1. Arquitectura de Wordpress**

Tal como se menciona el apartado anterior Wordpress es una potente plataforma para la publicación de sitios en la Web. la plataforma esta programada en el lenguaje PHP y utiliza el motor de bases de datos MySql, para la parte visual utiliza hojas de estilo CSS.

Wordpress esta echo de tal manera que permita a sus usuario modificar o configurar partes esenciales del sistema que permitan gran funcionalidad y adaptación a los requerimientos del sistema, además cuenta con un framework y una API que permiten a programadores realizar aplicación de manera muy sencilla para que se adapten a la plataforma.

### **4.2.2. Themes**

La parte visual o gráfica de esta plataforma funciona a través de un sistema llamado themes.

Los themes son un conjunto de librerías programadas en PHP que permiten estructurar la forma en que se mostraran los contenidos del sitio y a la vez la gráfica que este expondrá a sus visitantes sin alterar el contenido del sitio. Wordpress al estar diseñado de manera modular permite a sus usuarios contar con gran cantidad de themes diferentes y mediante una interfaz de administración permite intercambiar estos themes de manera rápida y sencilla. Adicionalmente en el mercado existe extensos depósitos de themes que pueden ser instalados en cualquier sitio compatible con la versión indicada de Wordpress.

En el sitio de Wordpress podemos encontrar una extensa documentación y un API bien estructurado que indica a los programadores que deseen desarrollar nuevos themes como deben estructurar el paquete de librerías y que funcionalidades pueden agregar o quitar. Adicionalmente estas librerías pueden posteriormente publicarse libremente o bien Wordpress da la libertad a sus usuarios de vender trabajos basados en su framework.

### **4.2.3. Plugins**

Los plugins funcionan casi de la misma manera que los themes y así también la mayoría de los componentes que dispone Wordpress. Estos son un conjunto de librerías programadas en PHP que pueden instalarse o desinstalarse desde el panel de administración.

Cada plugin está diseñado para agregar nuevas funcionalidades al los sitios, la documentación de Wordpress entrega pautas estrictas de como deben estar programadas las librerías para que las nuevas funcionalidades no interfieran con el funcionamiento normal del sistema. Un plugin además puede modificar casi cualquier funcionalidad del sistema siempre que no interfiera con funciones críticas.

#### **4.2.4. Widgets**

Los widgets son pequeños programas autónomos que permiten agregar nuevas funcionalidades al sistema pero que adicional a un plugins común y corrientes posee de una interfaz visual y esta diseñado para exponer al usuario algún dato o funcionalidad específica. Estos pequeños programas pueden agregarse y quitarse manera muy rápida y pueden y tienen la característica de ser móviles. Generalmente son programas que se agregan en las barras laterales.

#### **4.2.5. Multiusuario**

Wordpress permite la creación y administración de mucho usuarios los cuales pueden tener diferentes responsabilidades dentro del sistema tales como administrar el contenido o bien administrar la configuración del sitio. esto permite que la mantención del sitio y a la vez las responsabilidades pueda estar muy bien distribuidas sin riesgo de que algún usuario realice tareas no permitidas por su nivel de acceso.

### **4.3. PHP**

PHP es un acrónimo recursivo que significa PHP Hypertext Pre-processor. Fue creado originalmente por Rasmus Lerdorf en 1994; sin embargo la implementación principal de PHP es producida ahora por The PHP Group y sirve como el estándar de facto para PHP al no haber una especificación formal. Publicado bajo la PHP License, la Free Software Foundation considera esta licencia como software libre.

Es un lenguaje de programación interpretado (Lenguaje de alto rendimiento), diseñado originalmente para la creación de páginas web dinámicas. Se usa principalmente para la interpretación del lado del servidor (server-side scripting) pero actualmente puede ser utilizado desde una interfaz de línea de comandos o en la creación de otros tipos de programas incluyendo aplicaciones con interfaz gráfica.

- Orientado al desarrollo de aplicaciones web dinámicas con acceso a información almacenada en una base de datos.

- El código fuente escrito en PHP es invisible al navegador web y al cliente ya que es el servidor el que se encarga de ejecutar el código y enviar su resultado HTML al navegador. Esto hace que la programación en PHP sea segura y confiable.
- Capacidad de conexión con la mayoría de los motores de base de datos que se utilizan en la actualidad, destaca su conectividad con MySQL y PostgreSQL.
- Capacidad de expandir su potencial utilizando módulos.
- Posee una amplia documentación en su sitio web oficial, entre la cual se destaca que todas las funciones del sistema están explicadas y ejemplificadas en un único archivo de ayuda.
- Es libre, por lo que se presenta como una alternativa de fácil acceso para todos.
- Permite aplicar técnicas de programación orientada a objetos.
- Biblioteca nativa de funciones sumamente amplia e incluida.
- No requiere definición de tipos de variables aunque sus variables se pueden evaluar también por el tipo que estén manejando en tiempo de ejecución.
- Tiene manejo de excepciones (desde PHP5).
- Si bien PHP no obliga a quien lo usa a seguir una determinada metodología a la hora de programar (muchos otros lenguajes tampoco lo hacen), aun haciéndolo, el programador puede aplicar en su trabajo cualquier técnica de programación o de desarrollo que le permita escribir código ordenado, estructurado y manejable. Un ejemplo de esto son los desarrollos que en PHP se han hecho del patrón de diseño Modelo Vista Controlador (MVC), que permiten separar el tratamiento y acceso a los datos, la lógica de control y la interfaz de usuario en tres componentes independientes.

## 4.4. MySQL

MySQL es un sistema de gestión de bases de datos relacional, multihilo y multiusuario con más de seis millones de instalaciones. MySQL AB ,desde enero de 2008 una subsidiaria

de Sun Microsystems y ésta a su vez de Oracle Corporation desde abril de 2009, desarrolla MySQL como software libre en un esquema de licenciamiento dual. Por un lado se ofrece bajo la GNU GPL para cualquier uso compatible con esta licencia, pero para aquellas empresas que quieran incorporarlo en productos privativos deben comprar a la empresa una licencia específica que les permita este uso. Está desarrollado en su mayor parte en ANSI C.

Al contrario de proyectos como Apache, donde el software es desarrollado por una comunidad pública y los derechos de autor del código están en poder del autor individual, MySQL es patrocinado por una empresa privada, que posee el copyright de la mayor parte del código. Esto es lo que posibilita el esquema de licenciamiento anteriormente mencionado. Además de la venta de licencias privativas, la compañía ofrece soporte y servicios. Para sus operaciones contratan trabajadores alrededor del mundo que colaboran vía Internet. MySQL AB fue fundado por David Axmark, Allan Larsson y Michael Widenius.

- Usa GNU Automake, Autoconf, y Libtool para portabilidad Uso de multihilos mediante hilos del kernel.
- Usa tablas en disco b-tree para búsquedas rápidas con compresión de índice.
- Tablas hash en memoria temporales.
- El código MySQL se prueba con Purify (un detector de memoria perdida comercial) así como con Valgrind, una herramienta GPL.
- Completo soporte para operadores y funciones en cláusulas select y where.
- Completo soporte para cláusulas group by y order by, soporte de funciones de agrupación
- Seguridad: ofrece un sistema de contraseñas y privilegios seguro mediante verificación basada en el host y el tráfico de contraseñas está cifrado al conectarse a un servidor.
- Soporta gran cantidad de datos. MySQL Server tiene bases de datos de hasta 50 millones de registros.

- Se permiten hasta 64 índices por tabla (32 antes de MySQL 4.1.2). Cada índice puede consistir desde 1 hasta 16 columnas o partes de columnas. El máximo ancho de límite son 1000 bytes (500 antes de MySQL 4.1.2).
- Los clientes se conectan al servidor MySQL usando sockets TCP/IP en cualquier plataforma. En sistemas Windows se pueden conectar usando named pipes y en sistemas Unix usando ficheros socket Unix.
- En MySQL 5.0, los clientes y servidores Windows se pueden conectar usando memoria compartida.
- MySQL contiene su propio paquete de pruebas de rendimiento proporcionado con el código fuente de la distribución de MySQL.

## 4.5. CSS

El nombre hojas de estilo en cascada viene del inglés Cascading Style Sheets, del que toma sus siglas. CSS es un lenguaje usado para definir la presentación de un documento estructurado escrito en HTML o XML. El W3C (World Wide Web Consortium) es el encargado de formular la especificación de las hojas de estilo que servirán de estándar para los agentes de usuario o navegadores.

La idea que se encuentra detrás del desarrollo de CSS es separar la estructura de un documento de su presentación. La información de estilo puede ser adjuntada como un documento separado o en el mismo documento HTML. En este último caso podrían definirse estilos generales en la cabecera del documento o en cada etiqueta particular mediante el atributo «style».

## 4.6. Hardware

Durante el desarrollo e implementación del software involucrado en esta memoria fue necesario aprender e interiorizarse con una serie de elementos de hardware que forman parte

de la mayoría de las estaciones de monitoreo para plantas de energía solar así como elementos comunes empleados en la construcción de estas mismas.

La principal estación de monitoreo utilizada para la realización de las pruebas de software se ubica en el techo del edificio principal de fundación Chile en la región metropolitana comuna de Vitacura, esta estación cuenta con los siguientes componentes:

#### **4.6.1. Datalogger Campbell CR1000**



Figura 4.1: Datalogger Campbell CR1000

Un Datalogger es un pequeño computador que cuenta con diferentes entradas para la conexión de sensores y otros equipos electrónicos, además cuenta con un sistema operativo que mediante el software correcto permite ingresar scripts para controlar su funcionamiento, además de sensores es posible conectar una serie de periféricos que cumplen diferentes funciones tales como módems, teclados o pantallas.

Datalogger CR1000 es compacto y ligero tiene una velocidad de ejecución de programa de 100 Hz y 1500 Hz en burstmode. En su interior, un procesador de 16-bit H8S Hitachi con 32-bit en la arquitectura interna de la CPU. Ocho entradas analógicas diferenciales (16 single-ended), dos canales contadores de pulsos y ocho puertos digitales I/O ports complementados con los puertos CS I/O y RS-232, puerto de 40-pin para periféricos y opción Ethernet.

Campbell scientific es una compañía dedicada a la construcción y distribución de estos equipos. Junto con los equipos mantiene y provee un lenguaje de programación llamado CRBasic el cual esta basado en Basic, mediante este lenguaje es posible crear diferentes scripts de control que permiten manejar el comportamiento del Datalogger, como es por

ejemplo los datos necesarios a capturar proveniente de los diferentes sensores y el envío de datos a través de un módem gprs u interfaz Ethernet.

- Ideal para aplicaciones en medición solar, vientos, estaciones meteorológicas, calidad del aire, humedad del suelo, nivel de agua, prevenciones de avalanchas y otros.
- Comunicación serial, dispone de entradas para dispositivos E/S.
- Recolecta y almacena datos además puede controlar periféricos y actuar como sistema central.
- Flexibilidad de alimentación energética y sistemas de comunicación, lo que lo hace ideal para instalaciones remotas.
- 4 MB de memoria interna y puede ser expandido con módulos adicionales.
- Soporta protocolos PakBus, Modbus, SDI-12, y DNP3.
- Dispone de canales de expansión para periféricos lo que hace posible agregar funcionalidades al sistema.
- Compatible con software LoggerNet, PC400, o ShortCut.
- Protocolos de comunicación: TCP/IP, email, FTP, servidor web.
- Entradas protegidas mediante tubos de descarga de gas(Gas Discharge Tube (GDT)).

#### **4.6.2. Interfaz Ethernet NL200 Campbell**



Figura 4.2: Periférico Campbell NL200

Esta interfaz es un periférico distribuido por Campbell scientific al igual que el Datalogger mencionado anteriormente, este periférico permite anexas una interfaz Ethernet directamente al Datalogger de manera de permitir la conexión a la red Ethernet de manera directa.



Es mediante este aparato que la información recopilada de la Estación de monitoreo Fch Vitacura envía los datos al servidor donde se alojan las aplicaciones desarrolladas y la base de datos.

Como característica adicional hay que mencionar que es un periférico diseñado especialmente para funcionar con el Datalogger antes mencionado y además es un periférico pensado para un consumo de energía muy bajo, lo que lo hace ideal para estar conectado a la batería de la estación.

- Conector de corriente: DC Barrel
- Requerimientos de corriente: 7 to 20 Vdc
- Consumo de corriente: 50 mA active @ 13 Vdc;
- Standby forzado al tener 2 mA de corriente cuando esta conectado al puerto CS I/O en modo Bridge.
- Rango de temperatura en operación :  $-25^{\circ}$  to  $+50^{\circ}C$
- Configuración: Puede ser configurado a través de USB o Ethernet, mediante Telnet.
- Puerto CS I/O: SDC 7, 8, 10, or 11
- Puerto RS-232: DTE
- Puerto USB: Micro-B
- Puerto Ethernet: IEEE 802.3, Auto-MDIX, IPv4, TCP, DHCP, Ping, Telnet, TLS, Pak-Bus
- Dimensiones: 16 x 6.73 x 2.54 cm.
- Peso: 177 g
- Puerto RS-232 DTE: 1200 hasta 115.2k bps
- Puerto CS I/O: 9600 hasta 460.8k bps
- Ethernet: 10/100 Mbps

#### 4.6.3. MultiModem GPRS Multitech modelo MTCBA-G-F4



Figura 4.3: MultiModem Multitech MTCBA-G-F4

Este periférico construido y distribuido por Multitech es un módem que permite conectarse a una red GSM y obtener conexión GPRS, este módem funciona en conjunto con el Datalogger Campbell de la misma forma que lo hace el periférico NL200 salvo que este aparato provee al Datalogger de una conexión a la Red de manera inalámbrica permitiendo conectar estaciones de monitores e lugares remotos del país.

Para poder operar con este módem es necesario tener contratado un plan de datos de telefonía móvil con alguna de las compañías que operan en el sector donde se instalan las estaciones de monitoreo.

- GPRS Clase 10.
- Banda cuádruple GSM 850/900/1800/1900 MHz.
- Corrección de errores MNP 2, Compresión V.42bis.
- Packet data up to 85.6K bps.
- Pila TCP/IP embedida.
- Conector de antena SMA.
- 2 años de garantía.

#### 4.6.4. Piranómetro PSP-Eppley

El Piranómetro de Precisión Espectral es un instrumento de medición de clase mundial designado para medir la radiación entregada por el sol y la atmósfera, para todo el espectro eléctrico o bien puede configurarse para un segmento específico.



Figura 4.4: Piranómetro psp-eplay

Se compone de una multi unión circular de hilo bobinado junto a una termopila Eppley que tiene la capacidad de soportar fuertes vibraciones y choques mecánicos.

#### **4.6.5. Sensor de temperatura y humedad HMP60**

Es una sonda de humedad sencilla, económica y duradera. Es adecuada para aplicaciones de volumen, integración en equipos de otros fabricantes, incubadoras, cajas de manipulación con guantes, invernaderos, cámaras de fermentación y registradoras de datos.

#### **4.6.6. Batería PS100**



Model PS100 © 2004 Campbell Scientific, Inc.

Figura 4.5: Batería PS100

Baterías de plomo-ácido, la fuente de alimentación cuenta con un regulador de carga, puertos libres con salidas DC 12V, además de un conector para el módulo fotovoltaico.

#### **4.6.7. Panel fotovoltaico SX310M**

Modulo fotovoltaico de alta eficiencia, compuesto por celdas de nitrito de silicio multi-cristalinas.



Figura 4.6: Panel Solar SX310M

- Tensión: 12.00 V
- Potencia: 10 W
- Corriente de salida: 0.59 mA
- Largo: 10.59 pulgadas
- Alto: 16.57 pulgadas
- Grosor: 0.9 pulgadas
- Peso: 1.49 Kg

**4.6.8. Estación de monitoreo Solar Fch Vitacura**

**4.6.9. Estación de monitoreo Solar Norte**

**4.7. Diseño de la solución**

**4.7.1. Plugin gráficos solares**

**4.7.2. Plugin calculadora solar**

**4.7.3. Widget solar**

**4.8. Descripción detallada del sistema**

propuesta

## **Capítulo 5**

### **Conclusiones**

## **Capítulo 6**

### **Anexos**