

# **SGPS y la Ciencia Abierta**



**Javier V. Gómez**

<http://www.sgpsproject.org/>

# ¡Advertencia!

- Cualquier contenido expuesto es de libre divulgación (Creative Commons 3.0 BY-SA).
- Todas las ideas expuestas pueden ser compartidas.

<http://www.sgpsproject.org/>



# Tabla de Contenidos

- 1 .- Introducción
- 2 .- Historia y Motivación
- 3 .- Descripción del Sistema
- 4 .- Discusión
- 5 .- SGPS Project
- 6 .- Ciencia Abierta

<http://www.sgpsproject.org/>



# Tabla de Contenidos

- 1 .- Introducción**
- 2 .- Historia y Motivación
- 3 .- Descripción del Sistema
- 4 .- Discusión
- 5 .- SGPS Project
- 6 .- Ciencia Abierta

<http://www.sgpsproject.org/>



# 1.- Introducción

**S**unlight intensity-based

**G**lobal

**P**ositioning

**S**ystem

<http://www.sgpsproject.org/>



# 1.- Introducción

## ¿Qué es?



Imagen:  
<http://lirianoantonio.blogspot.com.es/>

<http://www.sgpsproject.org/>



# Tabla de Contenidos

- 1 .- Introducción**
- 2 .- Historia y Motivación
- 3 .- Descripción del Sistema
- 4 .- Discusión
- 5 .- SGPS Project
- 6 .- Ciencia Abierta

<http://www.sgpsproject.org/>



# Tabla de Contenidos

- 1 .- Introducción
- 2 .- Historia y Motivación**
- 3 .- Descripción del Sistema
- 4 .- Discusión
- 5 .- SGPS Project
- 6 .- Ciencia Abierta

<http://www.sgpsproject.org/>



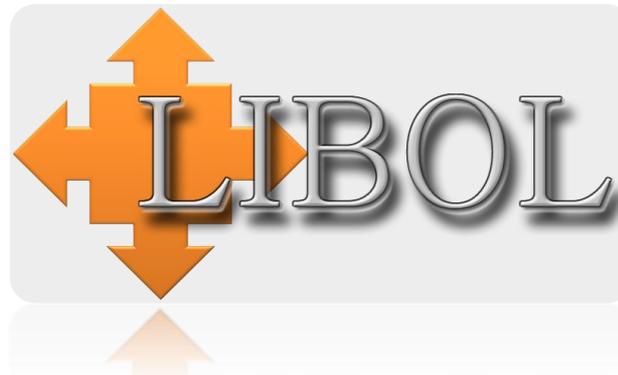
## 2.- Historia y Motivación

**Mayo, 2010:** Where was that photo taken? – Frode Eika Sandness

**Octubre, 2010:** Paper con la idea básica y estudio analítico.

**Diciembre, 2010:** Fin de proyecto fin de carrera.

**Marzo, 2011:** Reunión con Frode, vuelta al trabajo.



<http://www.sgpsproject.org/>



## 2.- Historia y Motivación

**Julio, 2011:** Borja Fernández se une a la investigación.

**Septiembre, 2011:** Presentado en el OSHWCON11.

**Enero, 2012:** Paper aceptado en Sensors:  
<http://www.mdpi.com/1424-8220/12/2/1930>

**Febrero, 2012:** Cambio de nombre a SGPS y generación del proyecto SGPS Project.

**Julio, 2012:** Presentado en DSAI2012.

<http://www.sgpsproject.org/>



# 2.- Historia y Motivación

**Septiembre, 2012:** Presentación OSHWCON12. Alberto Brunete se une al equipo.

**Octubre, 2012:** Continuamos trabajando.

**Octubre, 2012:** Charla en la Universidad Pontificia Comillas.

**Y lo que queda...**

- Liberación total del código y la documentación.
- La comunidad y el proyecto crecen.

<http://www.sgpsproject.org/>



# 2.- Historia y Motivación

## ¿Por qué?

- Si ya existe el GPS...

### Fácil:

- Gran potencial.
- Totalmente abierto.
- Bajo coste.
- TORMENTAS SOLARES.
- NASA, DARPA, DoD.
- El GPS llega al final de su vida útil.
- No hay alternativas reales.

<http://www.sgpsproject.org/>



# Tabla de Contenidos

- 1 .- Introducción
- 2 .- Historia y Motivación**
- 3 .- Descripción del Sistema
- 4 .- Discusión
- 5 .- SGPS Project
- 6 .- Ciencia Abierta

<http://www.sgpsproject.org/>



# Tabla de Contenidos

- 1 .- Introducción
- 2 .- Historia y Motivación
- 3 .- Descripción del Sistema**
- 4 .- Discusión
- 5 .- SGPS Project
- 6 .- Ciencia Abierta

<http://www.sgpsproject.org/>



# 3.- Descripción del Sistema

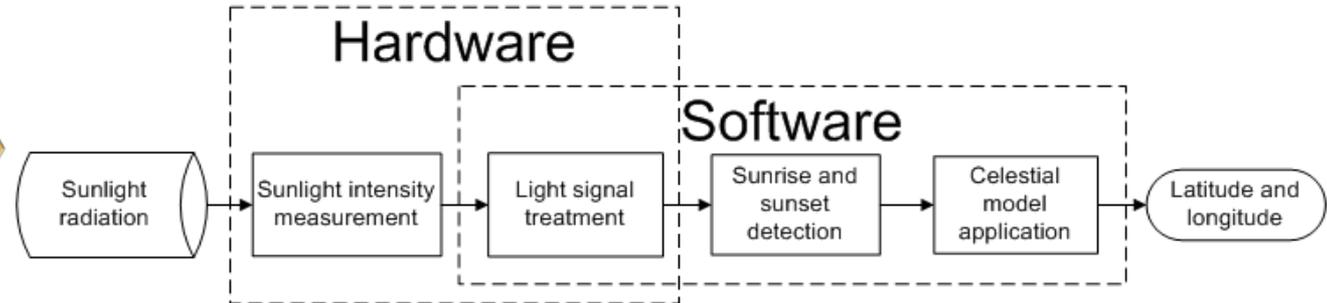
## Soluciones hasta el momento

- SGPS básico
- Iterative SGPS
- LDR GPS

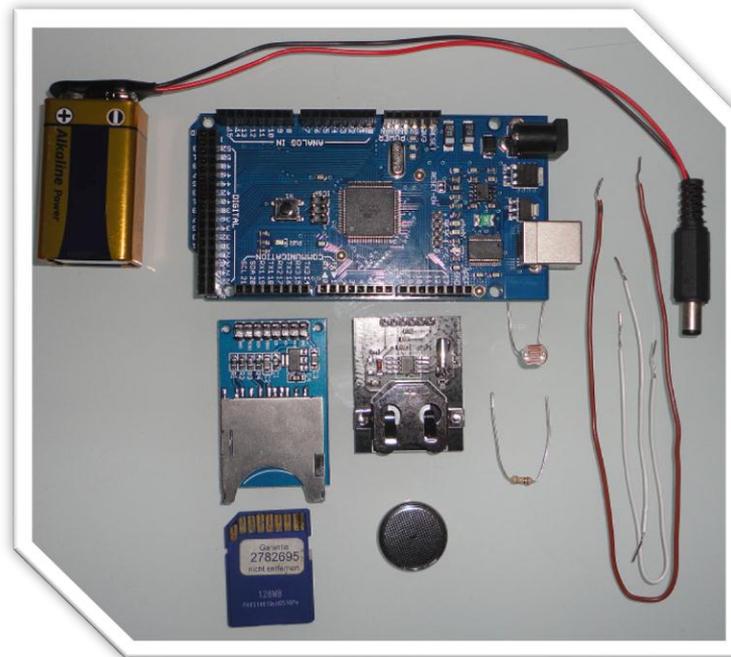
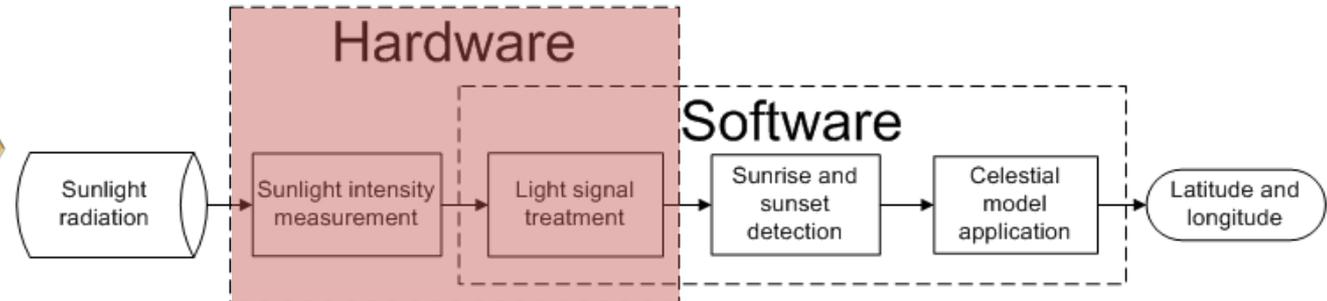
<http://www.sgpsproject.org/>



# 3.- Descripción del Sistema



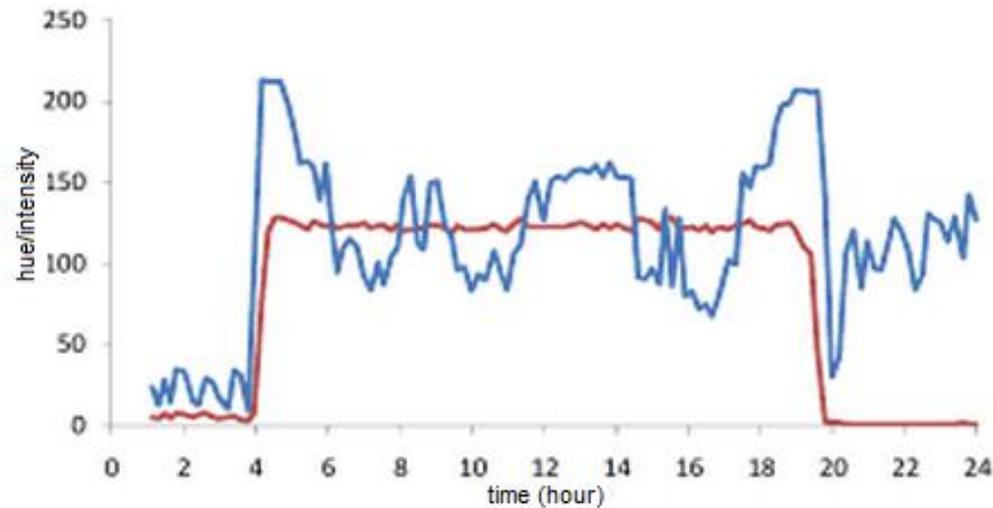
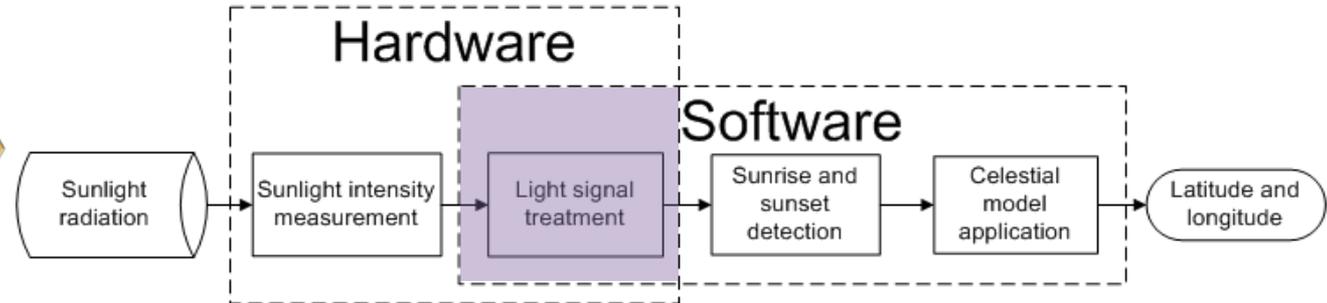
# 3.- Descripción del Sistema



<http://www.sgpsproject.org/>



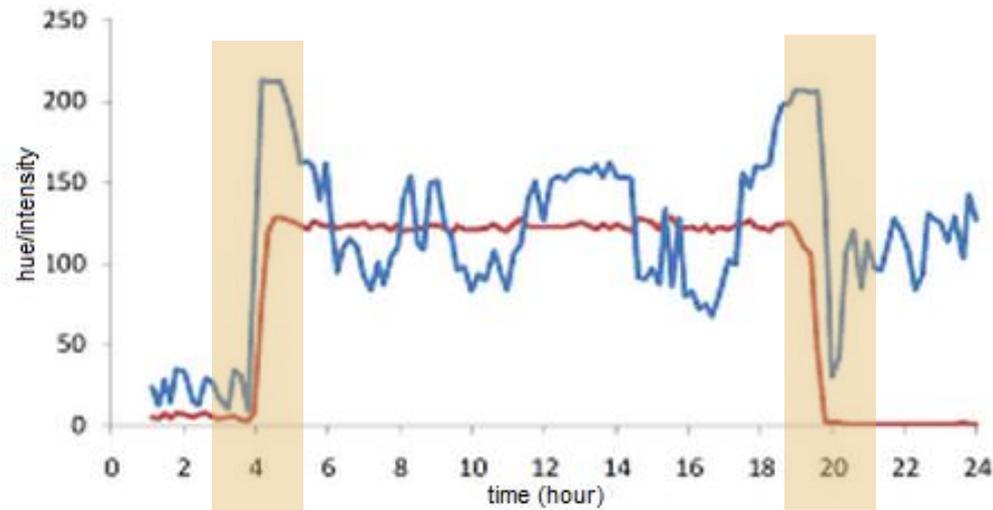
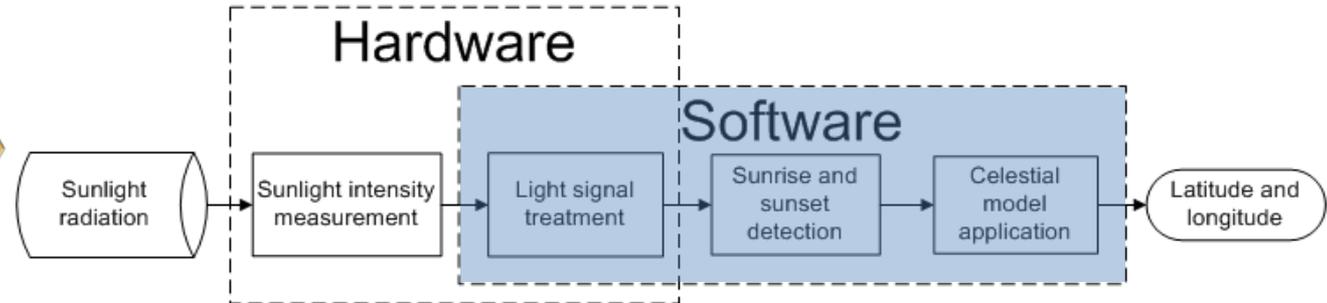
# 3.- Descripción del Sistema



<http://www.sgpsproject.org/>



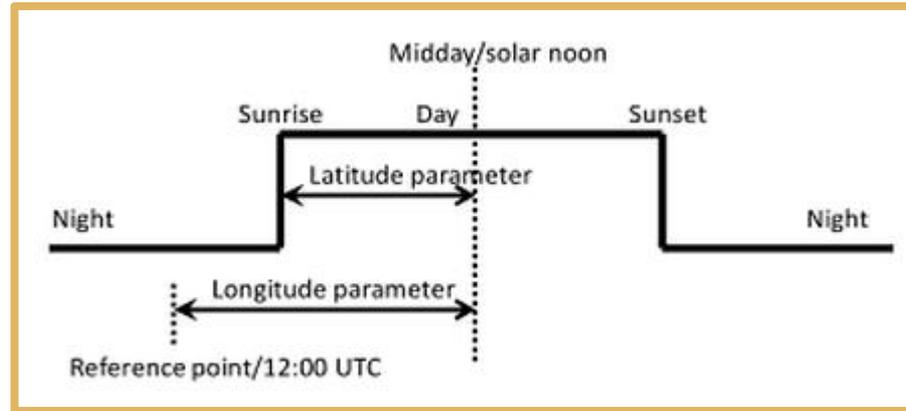
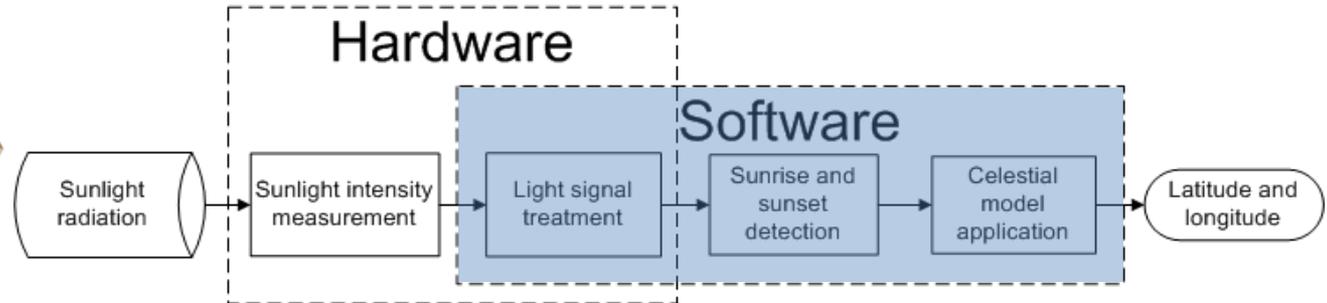
# 3.- Descripción del Sistema



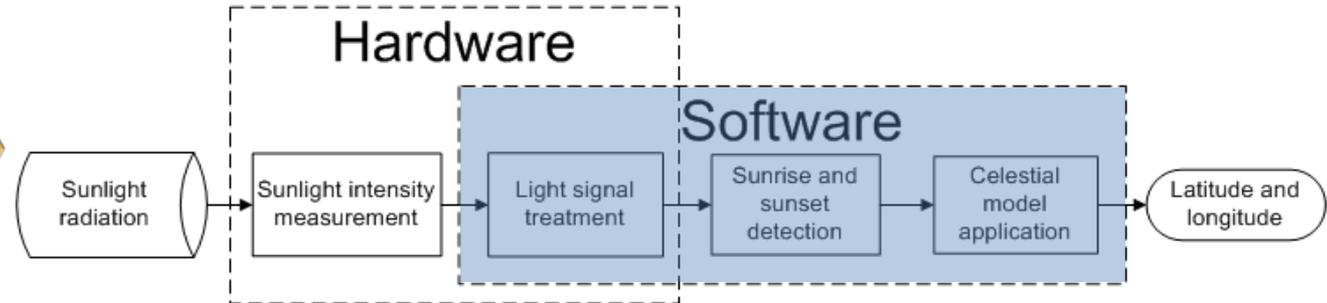
<http://www.sgpsproject.org/>



# 3.- Descripción del Sistema



# 3.- Descripción del Sistema



$$t_{\text{midday}} = \frac{t_{\text{sunrise}} + t_{\text{sunset}}}{2} \quad a_{\text{sunset}} = \frac{\pi}{12} |t_{\text{sunset}} - t_{\text{midday}}|$$

$$\beta = \frac{2\pi}{365} d \quad \delta = 0.006918 - 0.399912 \cos(\beta) + 0.070257 \sin(\beta) \\ - 0.006758 \cos(2\beta) + 0.000907 \sin(2\beta) \\ - 0.002697 \cos(3\beta) + 0.00148 \sin(3\beta)$$

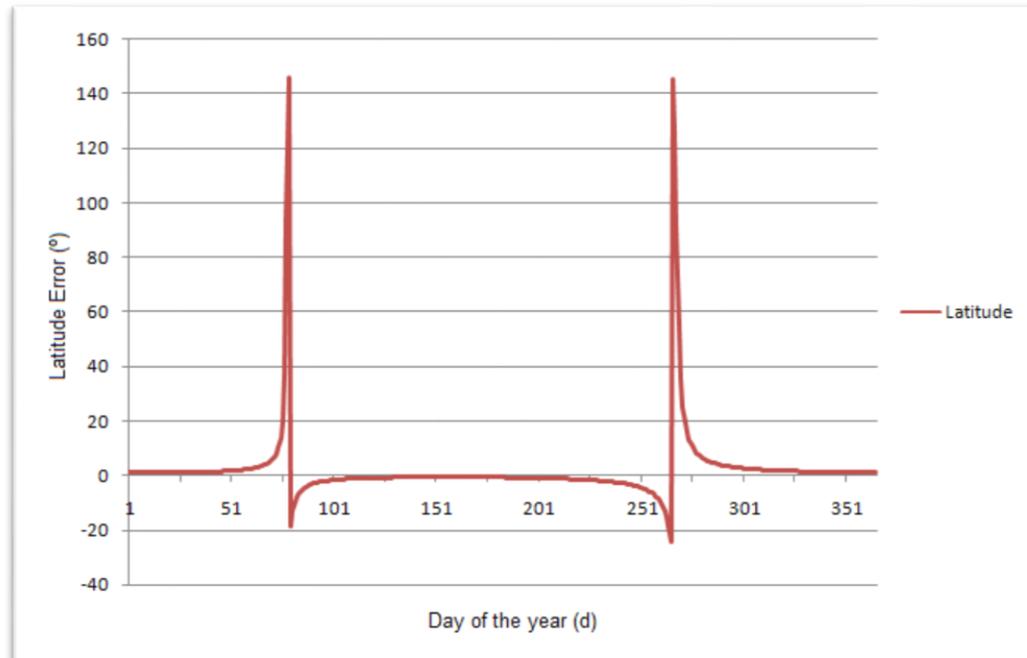
$$\lambda = 2\pi \frac{12 - t_{\text{midday}}}{24}$$

$$\cos(a_{\text{sunset}}) = \frac{\sin(-0.0145) - \sin(\delta) \sin(\varphi)}{\cos(\delta) \cos(\varphi)}$$



# 3.- Descripción del Sistema

## Resultados en simulación

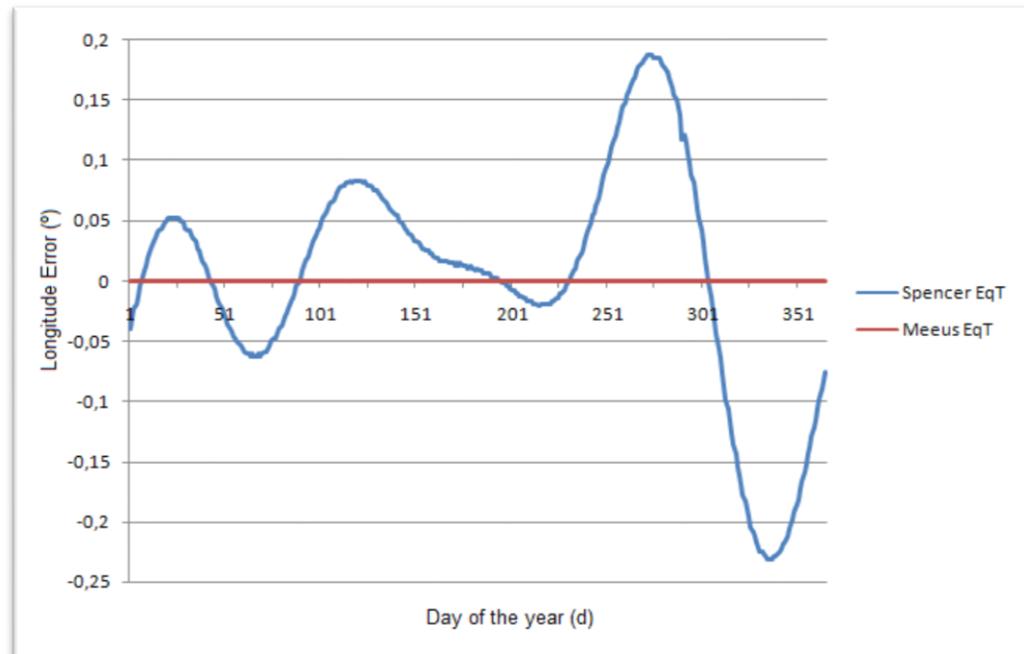


<http://www.sgpsproject.org/>



# 3.- Descripción del Sistema

## Resultados en simulación

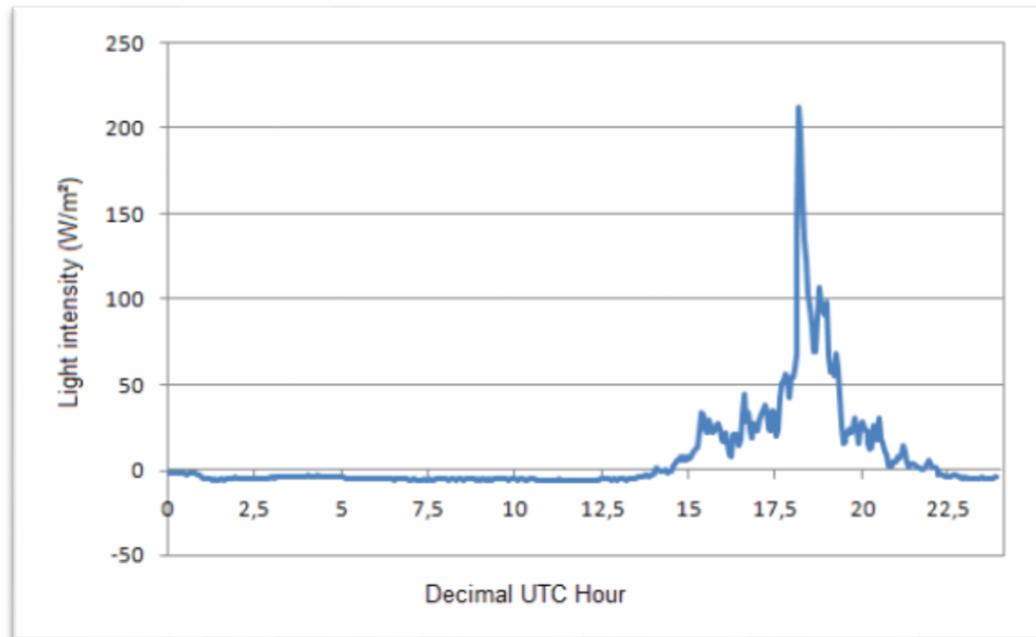


<http://www.sgpsproject.org/>



# 3.- Descripción del Sistema

## Problemas en la implementación

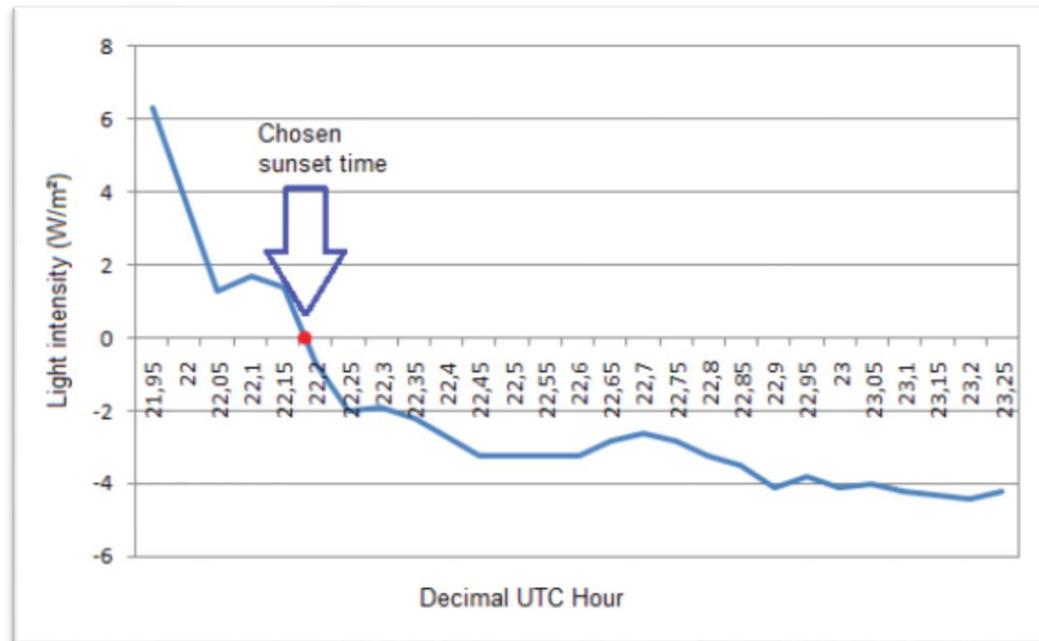


<http://www.sgpsproject.org/>



# 3.- Descripción del Sistema

## Problemas en la implementación

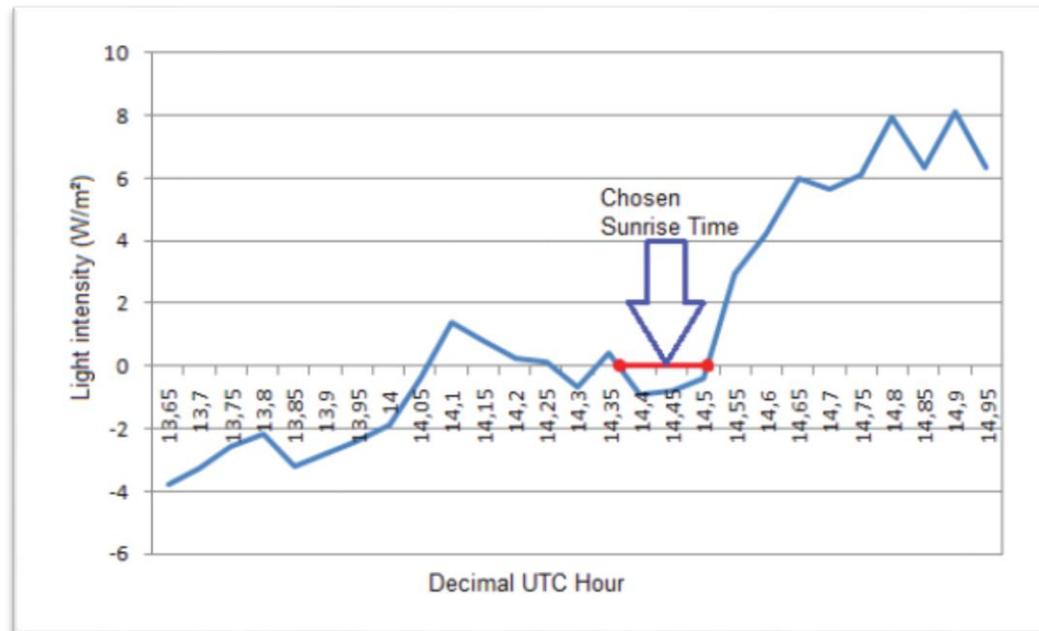


<http://www.sgpsproject.org/>



# 3.- Descripción del Sistema

## Problemas en la implementación



<http://www.sgpsproject.org/>



# 3.- Descripción del Sistema

## Resultados reales

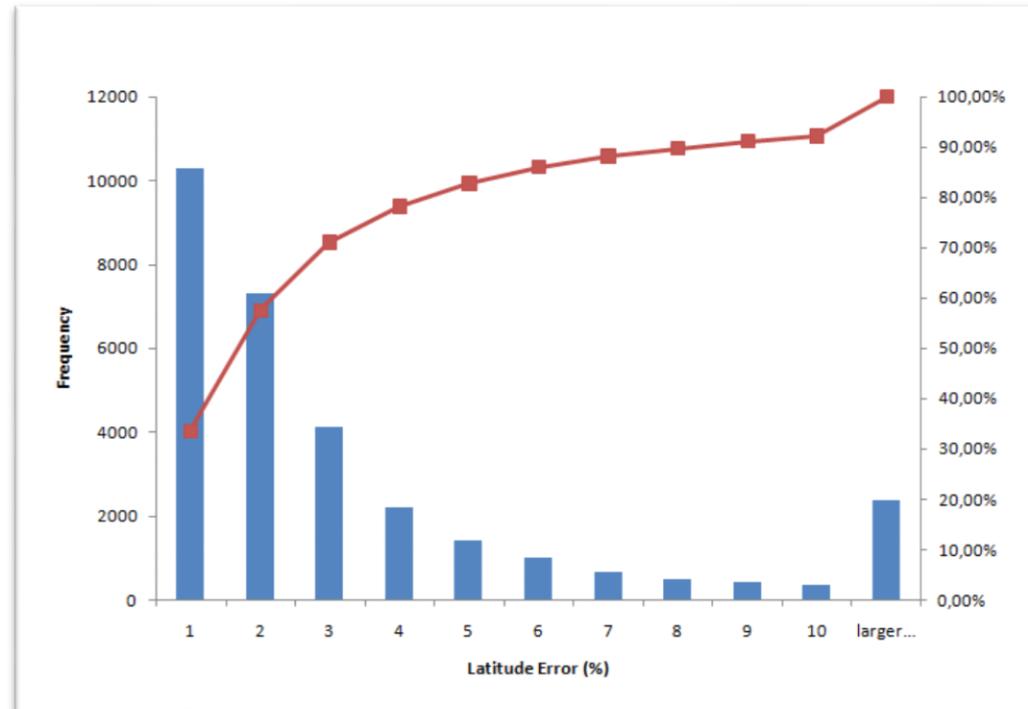
- Experimentación sobre archivos de NOAA (36.000+)
- 7 Estaciones distintas.
- Detección de errores en medidas.

<http://www.sgpsproject.org/>



# 3.- Descripción del Sistema

## Resultados reales



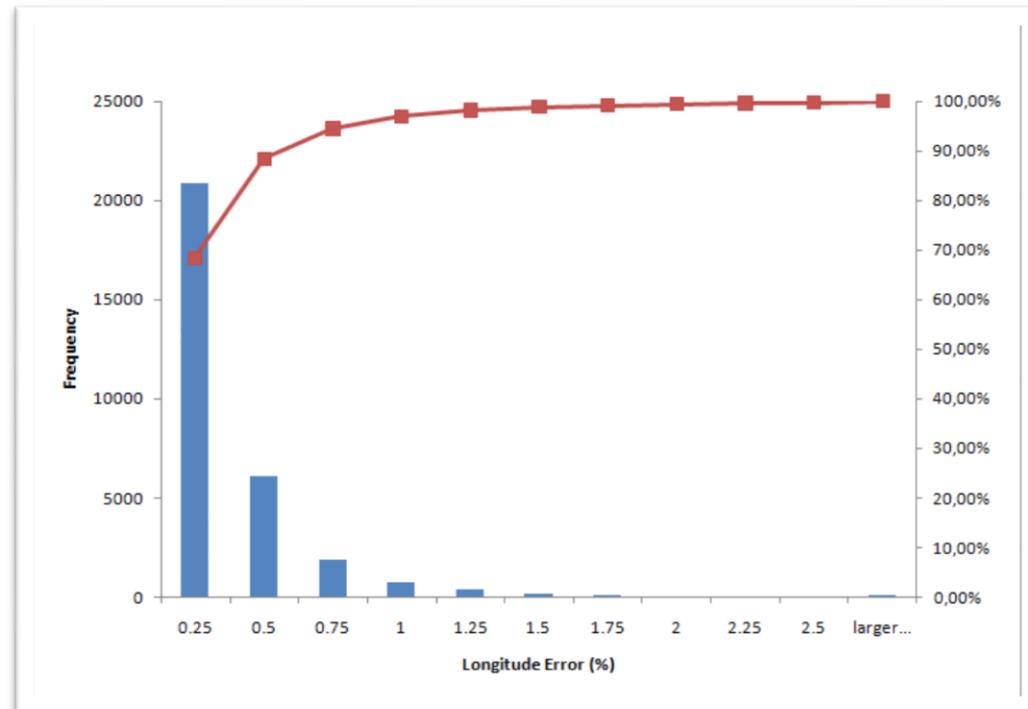
85% días: error menor del  $\leq 5\%$  en latitud

<http://www.sgpsproject.org/>



# 3.- Descripción del Sistema

## Resultados reales



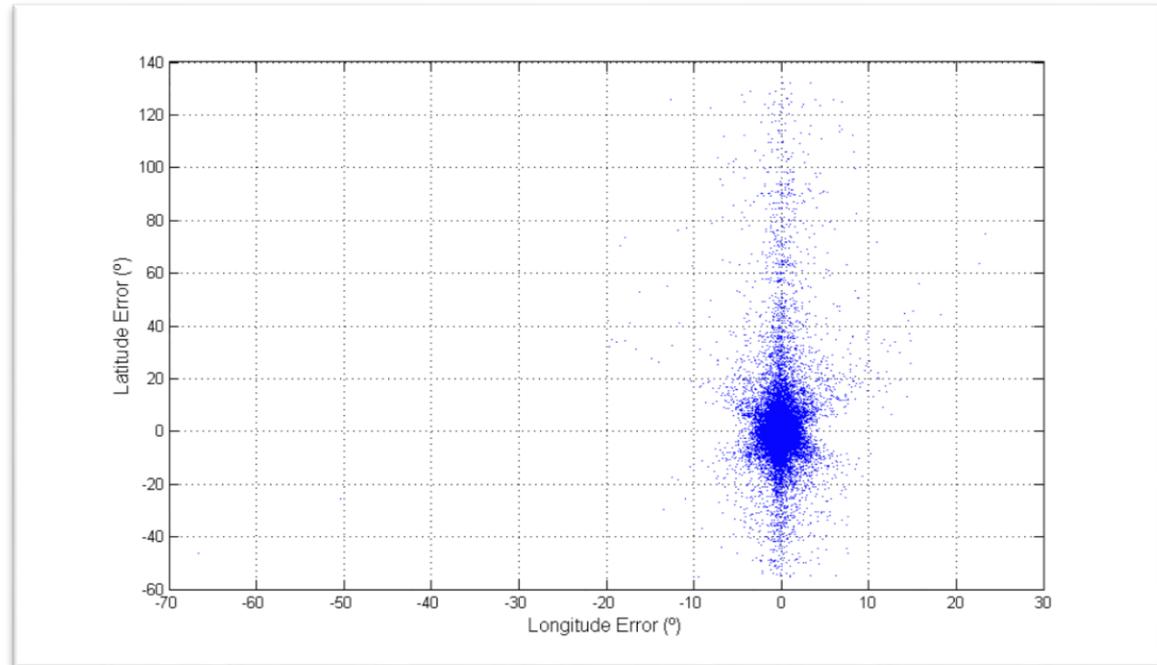
95% días: error menor del  $\leq 1\%$  en longitud

<http://www.sgpsproject.org/>



# 3.- Descripción del Sistema

## Resultados reales

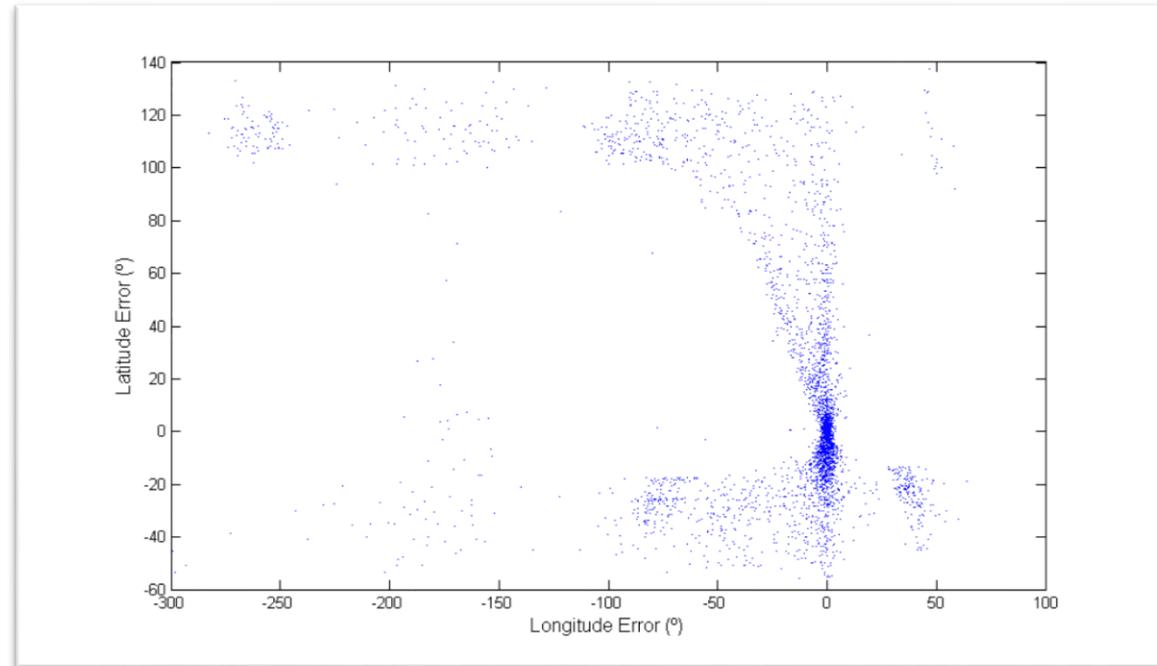


<http://www.sgpsproject.org/>



# 3.- Descripción del Sistema

## Resultados reales

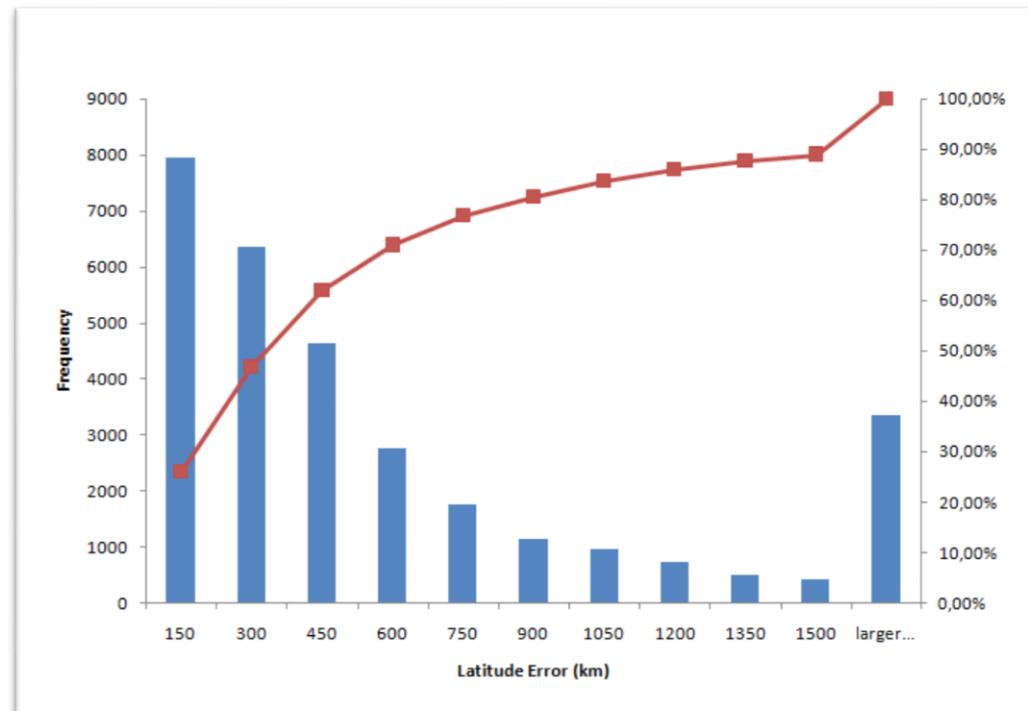


<http://www.sgpsproject.org/>



# 3.- Descripción del Sistema

## Resultados reales (km)



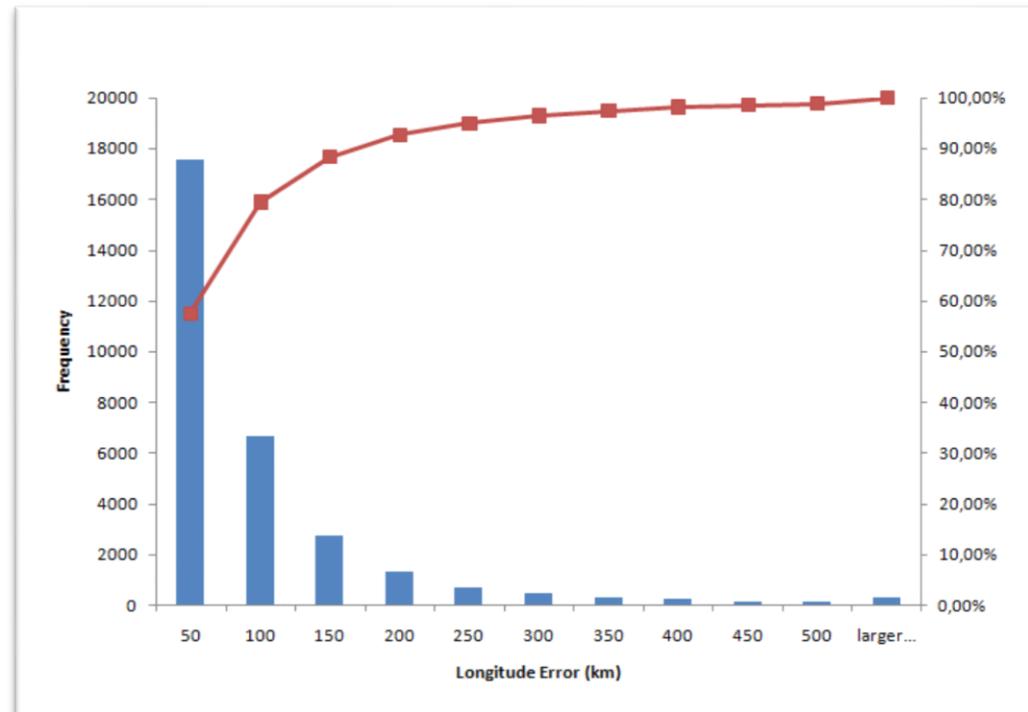
80% días: error menor del  $\leq 900$  km en latitud

<http://www.sgpsproject.org/>



# 3.- Descripción del Sistema

## Resultados reales (km)



90% días: error menor del  $\leq 150$  km en longitud

<http://www.sgpsproject.org/>



# 3.- Descripción del Sistema

## Iterative SGPS

- Uso de algoritmos genéticos para resolver la localización.
- Resultados muy similares.

## Fundamentos:

- Forward Celestial Model (FCM): de la latitud y la longitud se obtiene el amanecer y el anochecer.
- Inverse Celestial Model (ICM): del amanecer y el anochecer se obtienen la latitud y la longitud.

<http://www.sgpsproject.org/>



# 3.- Descripción del Sistema

## Iterative SGPS

- El algoritmo genético busca las coordenadas para cada día cuyo FCM dan resultados más similares a los medidos.

### Fundamentos:

- Forward Celestial Model (FCM): de la latitud y la longitud se obtiene el amanecer y el anochecer.
- Inverse Celestial Model (ICM): del amanecer y el anochecer se obtienen la latitud y la longitud.

<http://www.sgpsproject.org/>



# 3.- Descripción del Sistema

## LDR GPS

- Mismo principio. Fórmulas un poco diferentes.
- Gerd Bartelt, <http://sebulli.com/>

### Hardware:

- AVR Butterfly Module (ATMega169 + Display LCD).
- 1 Resistencia de  $1M\Omega$ .
- LDR.

<http://www.sgpsproject.org/>



# 3.- Descripción del Sistema

## LDR GPS - Implementación

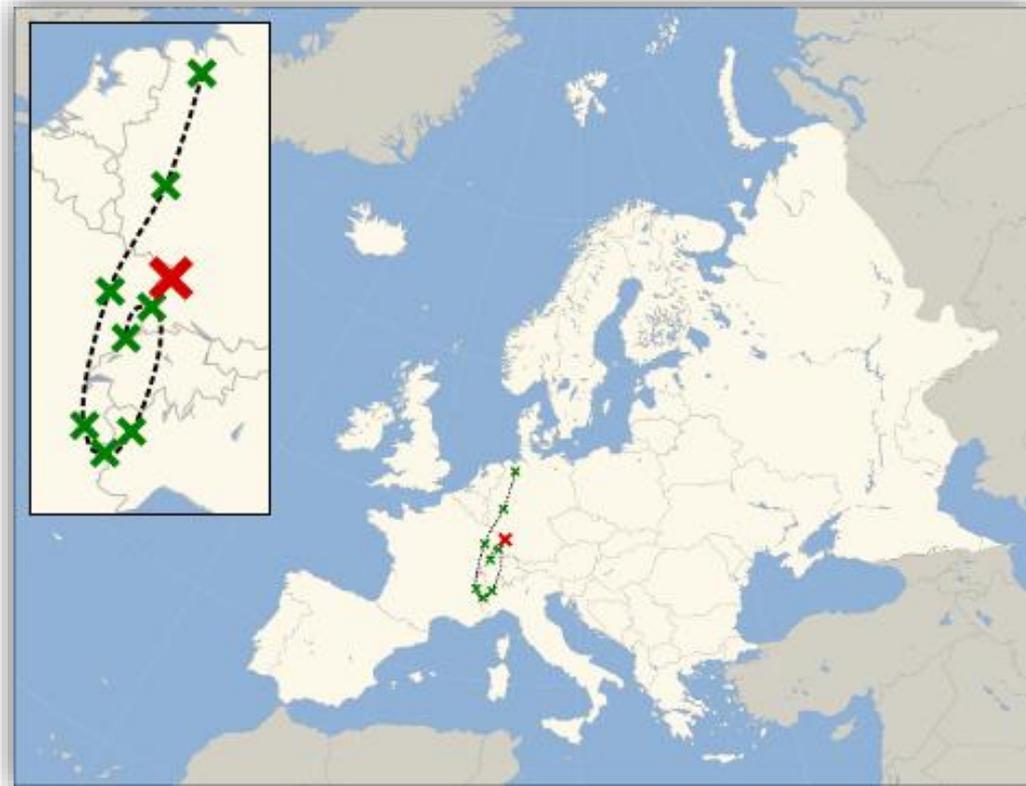


<http://www.sgpsproject.org/>



# 3.- Descripción del Sistema

## LDR GPS - Resultados



9-20 de enero de 2011: 100km W-E, 500 N-S

<http://www.sgpsproject.org/>



# 3.- Descripción del Sistema

## Líneas de trabajo prometedoras

- Redes de sensores.
- Implementación avanzada.
- Diseño de un nuevo sensor que permita posicionar a cualquier hora del día.
- Uso de otras magnitudes: color, presión atmosférica, campo magnético...

<http://www.sgpsproject.org/>



# Tabla de Contenidos

- 1 .- Introducción
- 2 .- Historia y Motivación
- 3 .- Descripción del Sistema**
- 4 .- Discusión
- 5 .- SGPS Project
- 6 .- Ciencia Abierta

<http://www.sgpsproject.org/>



# Tabla de Contenidos

- 1 .- Introducción
- 2 .- Historia y Motivación
- 3 .- Descripción del Sistema
- 4 .- Discusión**
- 5 .- SGPS Project
- 6 .- Ciencia Abierta

<http://www.sgpsproject.org/>



# 4.- Discusión

	GPS	SGPS
<b>Tipo</b>	Propietario y cerrado	Libre y abierto
<b>Uso</b>	Exteriores	Exteriores
<b>Precisión</b>	MUY elevada	Baja
<b>Tasa de refresco</b>	MUY rápida	MUY lenta
<b>Coste</b>	Elevado	MUY bajo
<b>Consumo</b>	Elevado	MUY bajo
<b>Infraestructura</b>	MUY cara y compleja	No necesaria.

- Equinoccios.
- Invierno/verano en los polos.
- Objetos estacionarios.

<http://www.sgpsproject.org/>



# Tabla de Contenidos

- 1 .- Introducción
- 2 .- Historia y Motivación
- 3 .- Descripción del Sistema
- 4 .- Discusión**
- 5 .- SGPS Project
- 6 .- Ciencia Abierta

<http://www.sgpsproject.org/>



# Tabla de Contenidos

- 1 .- Introducción
- 2 .- Historia y Motivación
- 3 .- Descripción del Sistema
- 4 .- Discusión
- 5 .- SGPS Project**
- 6 .- Ciencia Abierta

<http://www.sgpsproject.org/>



# 5.- SGPS Project

## Comunidad Open Source. Objetivos:

- Continuar el desarrollo del sistema.
- Totalmente abiertos.
- Internacionales.
- Libre de instituciones.

Las características de SGPS y el gran número de ideas que surge a raíz de sus resultados y limitaciones motivan la generación de esta comunidad.

<http://www.sgpsproject.org/>



# 5.- SGPS Project

## TO DO

---

1. Document and improve the already existing C/C++ code.
2. In the basic C++ implementation, test the algorithm with the Meeus EqT (Equation of Time) formula.
3. Improve the sunrise and sunset detection when there are more than 2 transitions.
4. Create a program which takes the coordinates for each station, calculates the sunrise and sunset time for that station and see what is the light value in those moments. Do that for all stations and all days. This way we can improve the accuracy when using NOAA files.
5. Instead of using an approximation for fractional days where the sunrise used is from the day the day d, modify the algorithm to use the sunset of day d and sunrise of day d-1. This should improve accuracy.
6. Use a CCD sensor (webcam for example) to measure the light intensity (medium value of the gray level of all the pixels).
7. Implement the algorithm in an open source device. For example, using Arduino.
  1. Test the system with real underwater measurements.
  2. Implement a sensor network or measurements from various sensors at the same time.
8. Create an algorithm to implement a sensor network, which helps to reduce the error.
9. Change the current algorithm in order to use the Meeus Equation of Time formula, which is supposed to have zero error.
10. Create a program to read the NOAA database but instead reading all the measurements, applying intelligent measurement strategies to reduce the energy consumed by the system. More information [here](#) ☐
11. Implement the tracking algorithm proposed by Frode's base paper. More information [here](#) ☐
12. Implement a modified algorithm which takes into account data of current day and also the results of the previous days to correct errors. It could be useful to use Kalman filter or particle filter, to predict the position and update it.

## New Ideas

---

1. Include HUE (HSV color space H value) to the sunlight intensity data to improve the sunrise/sunset detection.
  1. Concept of a [Simple Hue Sensor](#)
2. Include a correction to the algorithm to take into account the elevation of the sensors above the sea level.
3. Study better signal processing techniques to apply to the NOAA database.
4. Study how to apply machine learning (for instance clustering) or artificial intelligent techniques to improve the accuracy of the sunrise and sunset detection.
  1. To normalize the sunlight data in time could be very helpful to apply machine learning algorithms... but how can we do this?
5. Study how to predict and counteract the systematic latitude error, maybe via probabilistic estimations.
6. Deep study of how this system can be applied to other planets. We think changing the celestial model is enough. Can anybody give a celestial model for other planet?
7. Try to find a way to calculate the zenith angle from light intensity (or other magnitude). This will make easier to detect sunrise and sunset because zenith = 90° means sunrise or sunset.
8. Obtaining a good fitting for the sunlight intensity signal will allow to derivate the signal. The maximum inflexion points (third derivative = 0) could be interesting to analyze.
9. Study how to include other magnitudes to the algorithm such as: light spectrum, temperature, atmospheric pressure...
10. Track the position of the sun using the incidence angle, following the idea proposed in <http://www.mdpi.com/1424-8220/11/3/2857/> ☐
11. Use time series prediction and the date (if possible) to predict the increment or decrement in the length of the day time and this way the sunrise and sunset can be predicted prior their measurement and hence the measures are more robust.
12. Study the existing sun tracker and star tracker systems and check their reliability within the SGPS project.
13. Build a system which is able to use [Cosm](#) ☐ database to test SGPS and also connect and upload data in the same database.
14. Use the <http://www.smartsantander.eu/> ☐ real-time data to test the SGPS.

<http://www.sgpsproject.org/>



# 5.- SGPS Project

## ¿Qué buscamos/necesitamos?

- Gente que nos ayude a desarrollar las ideas.
- Gente que proponga nuevas ideas.
- Gente con interés por la investigación.
- Gente que crea en el modelo Open Source.
- Etc.

## ¿Qué beneficio se obtiene?

- Contribuir en el desarrollo del sistema.
- Contribuir a la comunidad Open Source.
- Contribuir a la comunidad Científica.

<http://www.sgpsproject.org/>



# 5.- SGPS Project

## Políticas

- Cualquiera puede participar a cualquier nivel.
- Licencia documentación:



- Licencia software:



(Posible actualización de licencias)

<http://www.sgpsproject.org/>



# Tabla de Contenidos

- 1 .- Introducción
- 2 .- Historia y Motivación
- 3 .- Descripción del Sistema
- 4 .- Discusión
- 5 .- SGPS Project**
- 6 .- Ciencia Abierta

<http://www.sgpsproject.org/>



# Tabla de Contenidos

- 1 .- Introducción
- 2 .- Historia y Motivación
- 3 .- Descripción del Sistema
- 4 .- Discusión
- 5 .- SGPS Project
- 6 .- Ciencia Abierta**

<http://www.sgpsproject.org/>



# 6.- Ciencia abierta

La Ciencia desde siempre ha seguido un modelo abierto.

Sin embargo muchas empresas que investigan no publican sus métodos, sólo sus resultados (caso Microsoft Kinect).

Muchos científicos no aplican el modelo abierto de la ciencia: publican algoritmos y resultados, pero no código, nuevas ideas, etc.

Las revistas venden los artículos de publicación.

<http://www.sgpsproject.org/>



# 6.- Ciencia abierta

## ¿Qué proponemos?

- Investigar con un objetivo distinto al de publicar para poder seguir investigando.
- Compartir todo: código, documentación, ideas (tanto buenas como malas).
- Cualquiera puede publicar sobre el proyecto mientras que lo mencione (no a sus creadores).

<http://www.sgpsproject.org/>



# 6.- Ciencia abierta

## ¿Por qué?

- El potencial del proyecto y sus características motivan dicha filosofía de investigación.
- Muchos proyectos de software libre (de hardware es más difícil) han tenido éxito siguiendo estos pasos.
- La ciencia debería ser así.

—“La investigación en España no vale para nada”.

<http://www.sgpsproject.org/>



**¡Muchas  
gracias!**

¡Colaborad!

<http://www.sgpsproject.org/>

