

Cálculos de disponibilidad en alumbrado autónomo fotovoltaico

Los 7 principios de su éxito

Francisco Cavaller, SALVI Lighting

Disponibilidad **luminotécnica**

Disponibilidad **de captación solar**

Disponibilidad **de acumulación**

Disponibilidad **de uso**

Disponibilidad **operativa combinada**

Disponibilidad luminotécnica

Disponibilidad de captación solar

Disponibilidad de acumulación

Disponibilidad de uso

Disponibilidad operativa combinada

#1er principio: **la austeridad**

#2º principio: **la super efectividad**

#3º principio: **en nuestra latitud, la invernabilidad**

#4º principio: **reserva suficiente**

#5º principio: **la adaptabilidad**

#6º principio: **gestión y uso inteligente**

#7º principio: **creer en ello**

Disponibilidad **luminotécnica**

#1er principio: **la austeridad**

¿Cuánta luz necesitamos? La suficiente... 1 lux, 2 lux, 7,5 lux, 0,5 cd/m2..... 50 lux

CLASE DE ALUMBRADO*	LUMINANCIA DE LA SUPERFICIE DE LA CARRETERA PARA CONDICIÓN SECA Y HÚMEDA DE LA SUPERFICIE DE LA CALZADA				DESALUMBRAMIENTO INCAPACITIVO	ALUMBRADO DE ALREDEDORES
	CONDICIONES SECAS		HÚMEDAS	CONDICIONES SECAS	CONDICIONES SECAS	
	L_m (referencia) ^(a) cd/m ²	U_o (Mínima)	U_i (Mínima) ^(b)	U_w (Mínima) ^(c)	f_{ti} (Máxima) ^(d) %	R_{ei} ^(e) (Mínima)
M1	2,00	0,40	0,70	0,15	10	0,35
M2	1,50	0,40	0,70	0,15	10	0,35
M3	1,00	0,40	0,60	0,15	15	0,30
M4	0,75	0,40	0,60	0,15	15	0,30
M5	0,50	0,35	0,40	0,15	15	0,30
M6	0,30	0,35	0,40	0,15	20	0,30

CLASE DE ALUMBRADO	ILUMINANCIA HORIZONTAL		
	E_m (Referencia) lux	U_o (Mínima)	f_{ti} (Máxima) %
C0	50,0	0,40	15
C1	30,0	0,40	15
C1A	25,0	0,40	15
C2	20,0	0,40	15
C3	15,0	0,40	20
C4	10,0	0,40	20
C5	7,5	0,40	20

CLASE DE ALUMBRADO*	LUMINANCIA HORIZONTAL			REQUISITOS ADICIONALES SI SE NECESITA RECONOCIMIENTO FACIAL	
	E_m (Referencia) lux	E_{min} lux	f_{ti} (Máxima) %	E_v lux	E_{sc} lux
P1	15,00	3,00	20	5,0	5,0
P2	10,00	2,00	25	3,0	2,0
P3	7,50	1,50	25	2,5	1,5
P4	5,00	1,00	30	1,5	1,0
P5	3,00	0,60	30	1,0	0,6
P6	2,00	0,40	35	0,6	0,2

CLASE DE ALUMBRADO	* ILUMINANCIA SEMIESFÉRICA	
	(1) E_{hs} (Referencia) lux	U_o (Mínima) lux
HS1	5,00	0,15
HS2	2,50	0,15
HS3	1,00	0,15
HS4	Prestación no determinada	Prestación no determinada

*Es el flujo luminoso total sobre una pequeña semiesfera con una base horizontal, dividida por el área de la superficie de la semiesfera.

(1) Iluminancia media de referencia en servicio, con mantenimiento de la instalación de alumbrado.

Disponibilidad **luminotécnica**

#2º principio: **la super efectividad**

¿Cómo se hace?

Siendo efectivos al conseguir los objetivos (eficacia) con los mínimos recursos (eficiencia)

efectividad

De efectivo e -idad.

1. f. Capacidad de lograr el efecto que se desea o se espera.

Disponibilidad **luminotécnica**

#2º principio: **la super efectividad**

Caso superefectivo 1

$E_m = 10 \text{ lux}$
 $U_o = 0,46$ | Clase de alumbrado C4

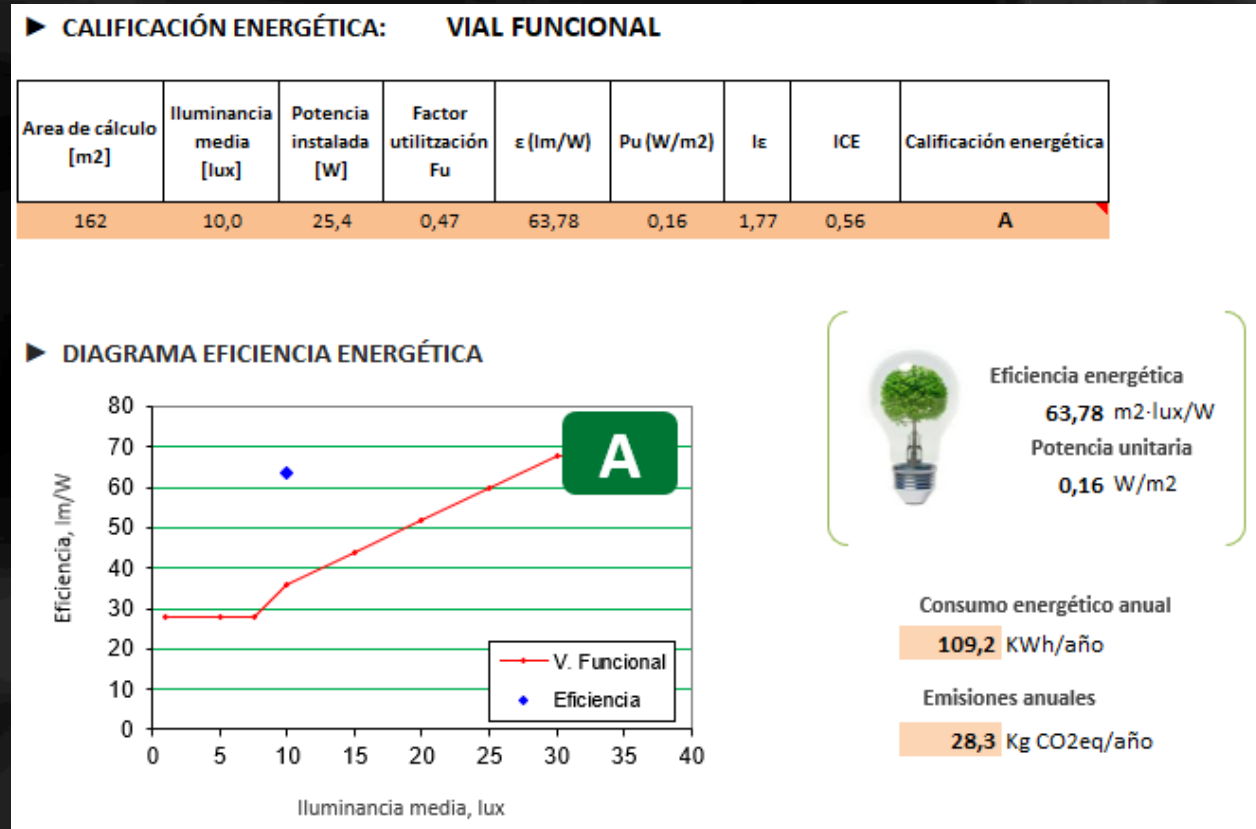
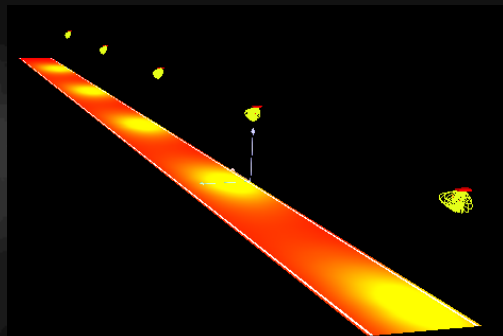
Pista anchura 6 m

H columnas = 6 m

D = 27 m (4,5 veces la altura)

2910 lm / 25,2 W

Factor de utilización = 0,47



Disponibilidad **luminotécnica**

#2º principio: **la super efectividad**

Caso superefectivo 2

$E_m = 10 \text{ lux}$
 $U_o = 0,41$ | Clase de alumbrado C4

Pista anchura 6 m

H columnas = 6 m

D = 27 m (4,5 veces la altura)

2910 lm / 21,4 W

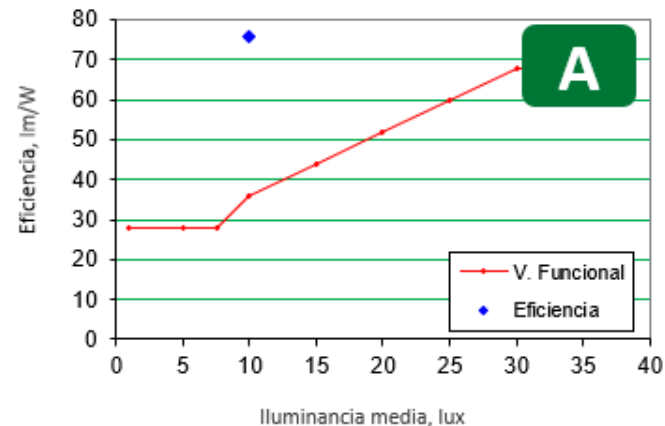
Factor de utilización = 0,56

3,8 W de diferencia son mucho aquí!

► CALIFICACIÓN ENERGÉTICA: VIAL FUNCIONAL

Area de cálculo [m ²]	Iluminancia media [lux]	Potencia instalada [W]	Factor utilización Fu	ϵ (lm/W)	Pu (W/m ²)	I_{ϵ}	ICE	Calificación energética
162	10,0	21,4	0,56	75,70	0,13	2,10	0,48	A

► DIAGRAMA EFICIENCIA ENERGÉTICA



Eficiencia energética
75,70 m²-lux/W
Potencia unitaria
0,13 W/m²

Consumo energético anual

92,0 KWh/año

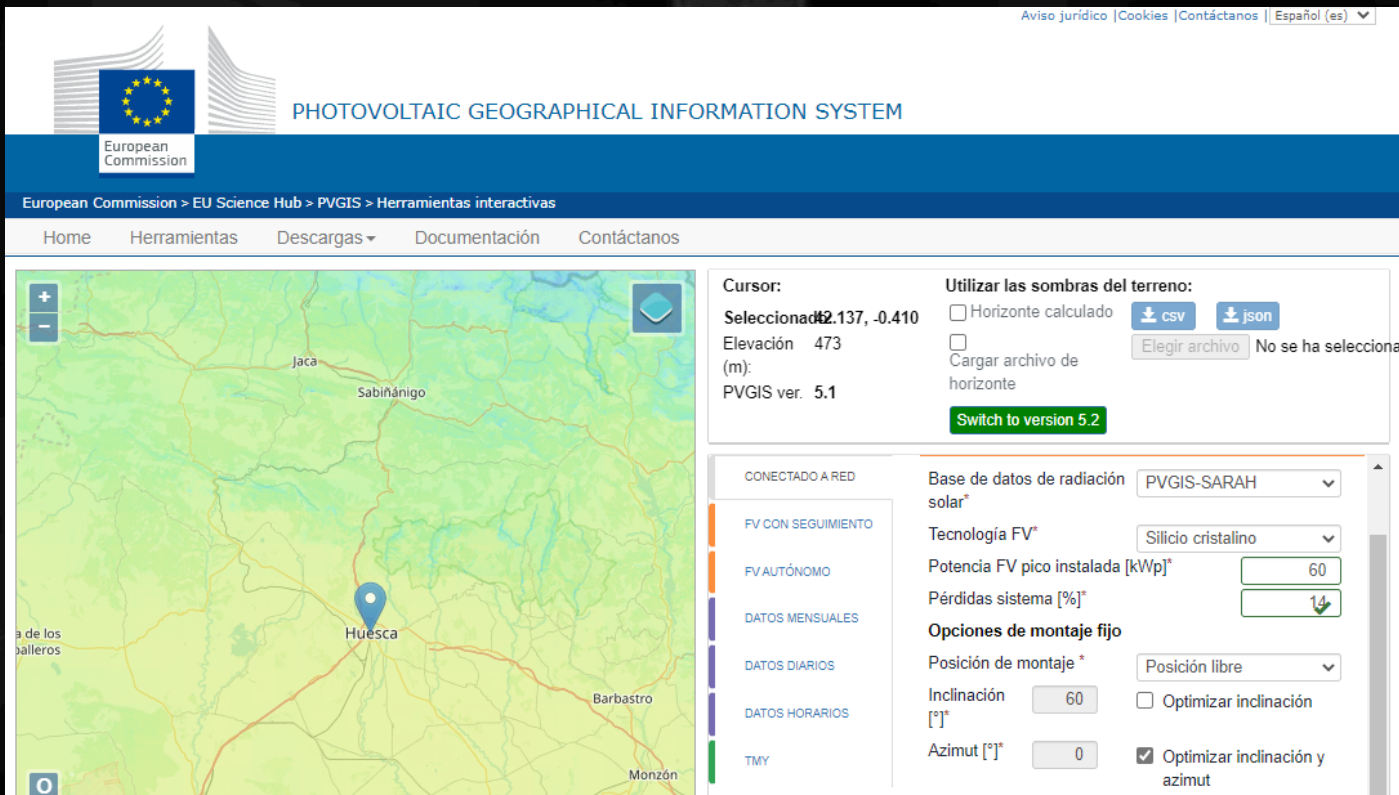
Emisiones anuales

23,8 Kg CO₂eq/año

Disponibilidad de captación solar

#3º principio: en nuestra latitud, la invernalidad

JRC Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS) - European Commission (ec.europa.eu)



The screenshot displays the PVGIS web application interface. At the top, it features the European Commission logo and the title "PHOTOVOLTAIC GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM". Below this, there is a navigation menu with options like "Home", "Herramientas", "Descargas", "Documentación", and "Contáctanos". The main content area is divided into several sections:

- Map:** A topographic map showing the location of Huesca, with a blue location pin. The map includes zoom controls and a scale bar.
- Cursor Information:** Shows the selected location coordinates as "42.137, -0.410", an elevation of "473 (m)", and the version "PVGIS ver. 5.1".
- Utilizar las sombras del terreno:** Includes checkboxes for "Horizonte calculado" and "Cargar archivo de horizonte", along with "csv" and "json" download buttons and a "Switch to version 5.2" button.
- CONECTADO A RED:** A section for grid-connected systems.
- Base de datos de radiación solar*:** A dropdown menu set to "PVGIS-SARAH".
- Tecnología FV*:** A dropdown menu set to "Silicio cristalino".
- Potencia FV pico instalada [kWp]*:** A text input field set to "60".
- Pérdidas sistema [%]*:** A text input field set to "14".
- Opciones de montaje fijo:** Includes a dropdown for "Posición de montaje*" set to "Posición libre", and checkboxes for "Optimizar inclinación" (unchecked) and "Optimizar inclinación y azimut" (checked).
- Inclinación [°]*:** A text input field set to "60".
- Azimut [°]*:** A text input field set to "0".



Disponibilidad de acumulación

#4º principio: **reserva suficiente**

The screenshot displays the AEMet website interface. At the top, there is a header with the Spanish government logo, the text 'VICEPRESIDENCIA TERCERA DEL GOBIERNO' and 'MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO', the AEMet logo, and a search bar with the text 'Bienvenido' and 'Introduzca texto'. Below the header is a navigation menu with links: 'EL TIEMPO', 'SERVICIOS CLIMÁTICOS', 'CONÓCENOS', 'I+D+I', 'CONOCER MÁS', 'EMPLEO PÚBLICO Y BECAS', 'DATOS ABIERTOS', and 'SEDE ELECTRÓNICA'. A secondary navigation bar shows the days of the week: 'jue. 11', 'vie. 12', and 'sáb. 13'. On the right side, there are social media icons for mobile, RSS, printer, Facebook, Twitter, blog, YouTube, and RSS. The main content area is titled 'Predicción general' and features a hummingbird illustration. Below the title is a map of the Iberian Peninsula with weather icons (sun, clouds, rain) indicating the forecast for different regions. On the left side, there is a sidebar menu with options: 'Península y Baleares', 'jueves 11', 'Estado del cielo', 'Temperaturas (°C)', and 'Sensación térmica (°C)'.

Disponibilidad de uso

#5º principio: la adaptabilidad

Regulación Solar SP

	Consumo
T1	41 Wh
T2	28 Wh
T3	13 Wh
T4	8 Wh
Total consumo por día	90 Wh

Configuración de sistema:

- Potencia FV instalada (Wp): 90
- Azimut (°): 0
- Capacidad de la batería (Wh): 360
- Ciudad: huesca, españa
- Capacidad diaria (Wh): 90
- Longitud: -0,40781
- Inclinación (°): 5
- Latitud: 42,18185

Reduccion del consumo hasta conseguir un porcentaje de días con batería descargada menos al 2%

Botones: **Calcular**, **Optimizar**

Resultados de la simulación

- Días batería cargada al final del día (%): 90,8
- Días batería cargada al final de la noche (%): 99,75
- 365 días con batería con carga
- Primavera: 100
- Verano: 100
- Otoño: 99,72
- Invierno: 99,29
- Capacidad diaria (Wh): 90

Generar informe

Energía FV | Rendimiento | Carga batería

Rendimiento de la batería del sistema FV autónomo

Mes	Cargado (%)	Descargado (%)
1	65	0
2	90	0
3	95	0
4	95	0
5	95	0
6	95	0
7	95	0
8	95	0
9	95	0
10	90	0
11	75	0
12	65	0

Al uso en cada momento
A cada estación del año
Al estado del sistema
Al capricho de un evento
A la norma

Cada día, cada momento,
una potencia diferente, pero
siempre la suficiente

Disponibilidad **operativa combinada**

#6º principio: **gestión y uso inteligente**

Sin gestión “inteligente esto no funciona”

- Estado de cada luminaria: carga FV, energía necesaria y disponible diaria on time
- Perfiles de “dimming” diarios y ajustados a la disponibilidad y a la estación
- Alarmas escogidas y automáticas
- Datos históricos
- Gestión remota

Disponibilidad operativa combinada

#6° principio: gestión y uso inteligente

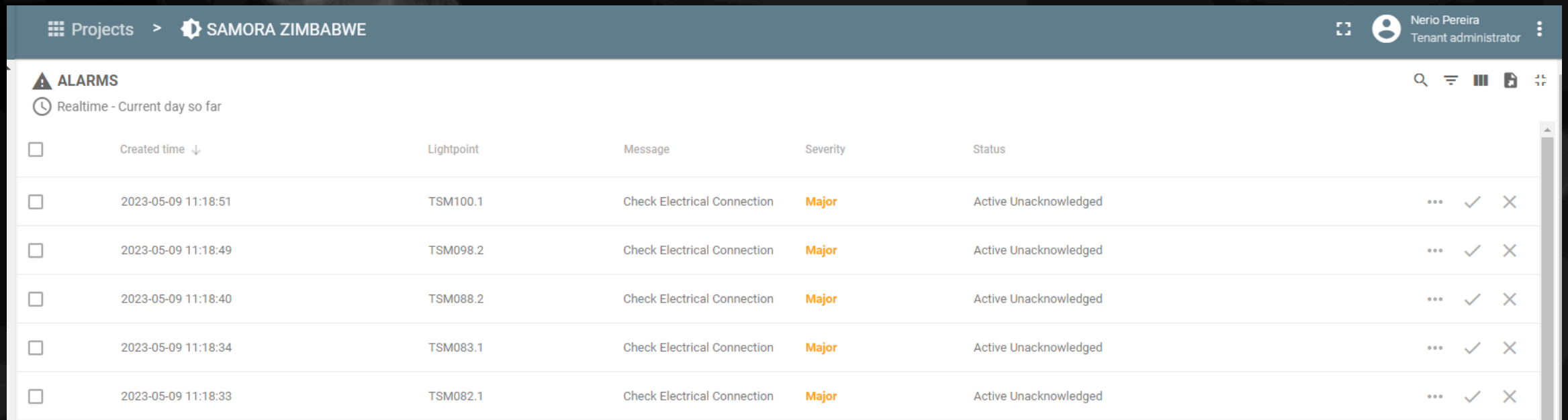
The screenshot displays the Smartec dashboard interface. At the top, the navigation bar shows 'Projects > Solar projects' and the user 'Nerio Pereira, Tenant administrator'. A central panel titled 'Parámetros del sistema: Generación Fotovoltaica, consumo y estado de baterías' provides a summary of key metrics: Battery Voltage (14.20 V), Solar Panel Power (4.09 W), Load Power (0.00 W), and Charge status (4 - Boost charge mode). A battery level indicator shows 100% SOC. To the right, there are widgets for Weather and a map of the location 'SIL M Pureti'. Below this, a 'Data' section titled 'Histórico del estado del sistema' shows a table of real-time data for the last 5 hours.

Timestamp ↓	Battery SOC	Battery voltage	Solar Panel Power	Solar Panel Current	Solar Panel Voltage	Dimming	Load Power	Charge Status
2023-05-09 09:58:35	100 %	14.2 V	3.069 W	0.09 A	34.1 V	0 %	0 W	4 - Boost charge mode
2023-05-09 09:57:35	100 %	14.2 V	4.092 W	0.12 A	34.1 V	0 %	0 W	4 - Boost charge mode
2023-05-09 09:56:35	100 %	14.2 V	5.130 W	0.15 A	34.2 V	0 %	0 W	4 - Boost charge mode
2023-05-09 09:55:35	100 %	14.2 V	5.130 W	0.15 A	34.2 V	0 %	0 W	4 - Boost charge mode
2023-05-09 09:54:35	100 %	14.2 V	6.174 W	0.18 A	34.3 V	0 %	0 W	4 - Boost charge mode
2023-05-09 09:53:35	100 %	14.2 V	6.880 W	0.2 A	34.4 V	0 %	0 W	4 - Boost charge mode
2023-05-09 09:52:35	100 %	14.2 V	8.944 W	0.26 A	34.4 V	0 %	0 W	4 - Boost charge mode
2023-05-09 09:51:35	100 %	14.2 V	12.040 W	0.35 A	34.4 V	0 %	0 W	4 - Boost charge mode
2023-05-09 09:49:35	100 %	14.2 V	48.160 W	1.6 A	30.1 V	0 %	0 W	2 - MPPT charge mode
2023-05-09 09:48:35	100 %	14.1 V	46.053 W	1.53 A	30.1 V	0 %	0 W	2 - MPPT charge mode

Estado de cada luminaria: carga FV, energía necesaria y disponible diaria on time

Disponibilidad operativa combinada

#6º principio: gestión y uso inteligente



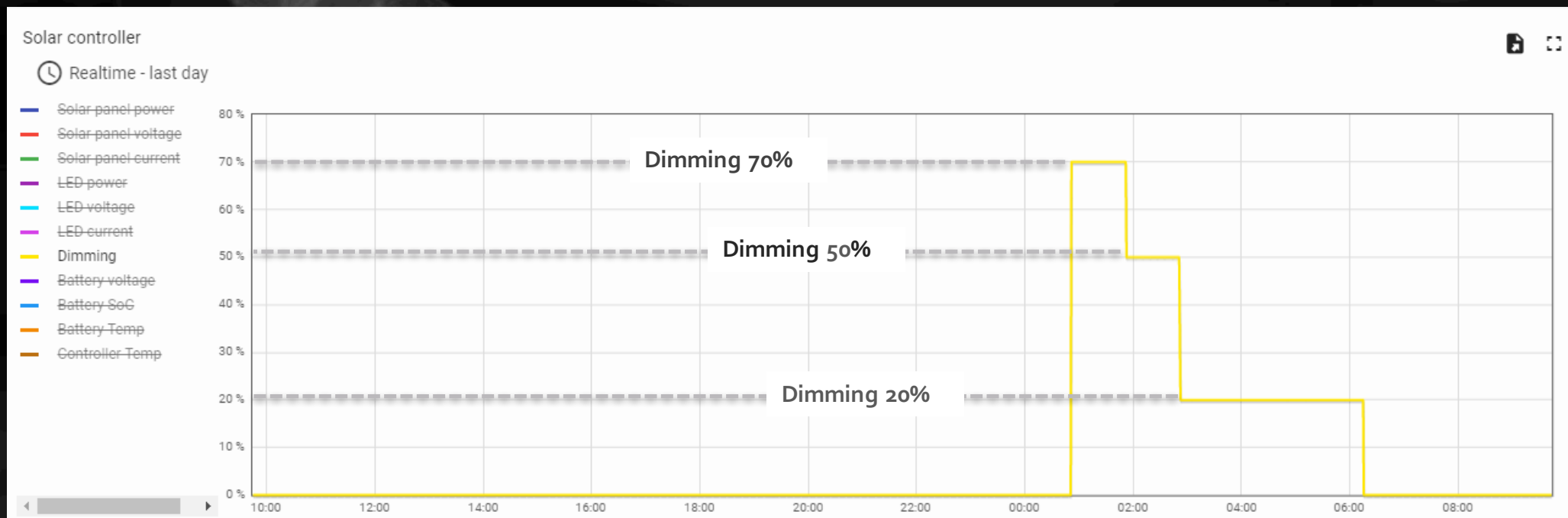
The screenshot shows a web application interface for 'SAMORA ZIMBABWE'. The top navigation bar includes 'Projects > SAMORA ZIMBABWE' and a user profile for 'Nerio Pereira, Tenant administrator'. Below the navigation bar, there is a section titled 'ALARMS' with a sub-header 'Realtime - Current day so far'. The main content is a table of alarms with columns for 'Created time', 'Lightpoint', 'Message', 'Severity', and 'Status'. Each row includes a checkbox, a timestamp, a lightpoint ID, a message, a severity level (Major), and a status (Active Unacknowledged). Action icons (three dots, checkmark, and X) are visible at the end of each row.

<input type="checkbox"/>	Created time ↓	Lightpoint	Message	Severity	Status	
<input type="checkbox"/>	2023-05-09 11:18:51	TSM100.1	Check Electrical Connection	Major	Active Unacknowledged	... ✓ X
<input type="checkbox"/>	2023-05-09 11:18:49	TSM098.2	Check Electrical Connection	Major	Active Unacknowledged	... ✓ X
<input type="checkbox"/>	2023-05-09 11:18:40	TSM088.2	Check Electrical Connection	Major	Active Unacknowledged	... ✓ X
<input type="checkbox"/>	2023-05-09 11:18:34	TSM083.1	Check Electrical Connection	Major	Active Unacknowledged	... ✓ X
<input type="checkbox"/>	2023-05-09 11:18:33	TSM082.1	Check Electrical Connection	Major	Active Unacknowledged	... ✓ X

Alarmas escogidas y automáticas

Disponibilidad operativa combinada

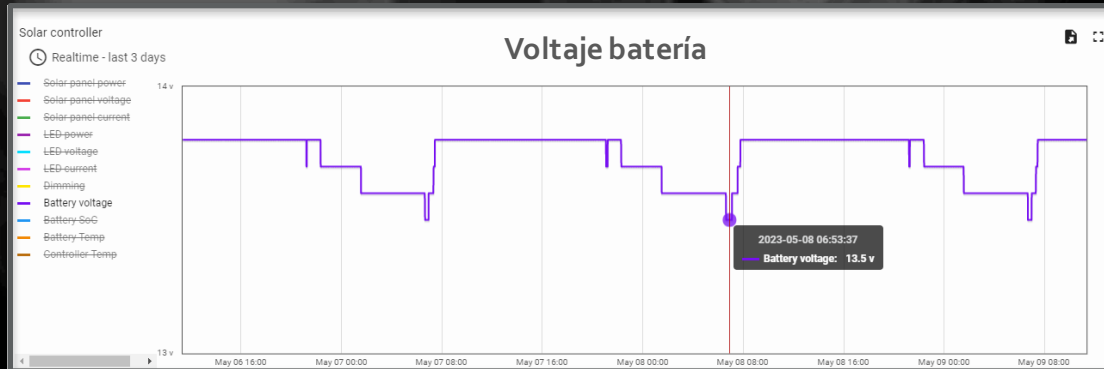
#6º principio: **gestión y uso inteligente**



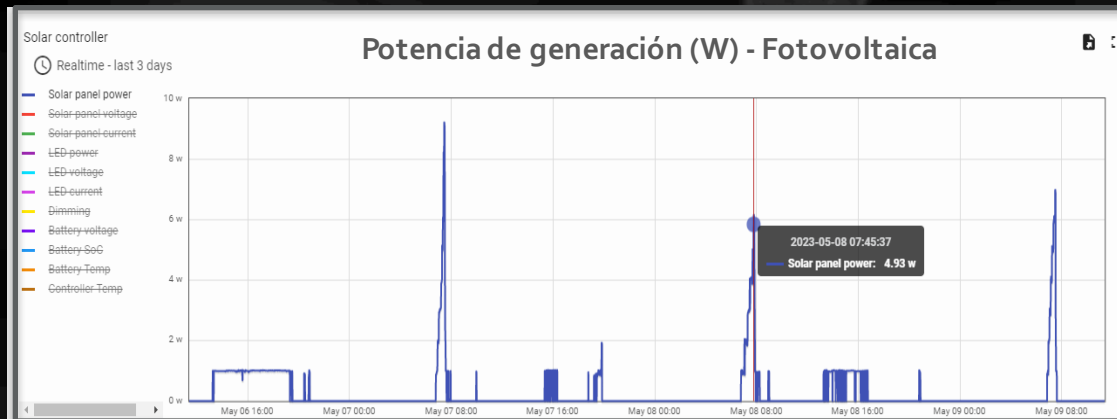
Perfiles de “dimming” diarios y ajustados a la disponibilidad y a la estación

Disponibilidad operativa combinada

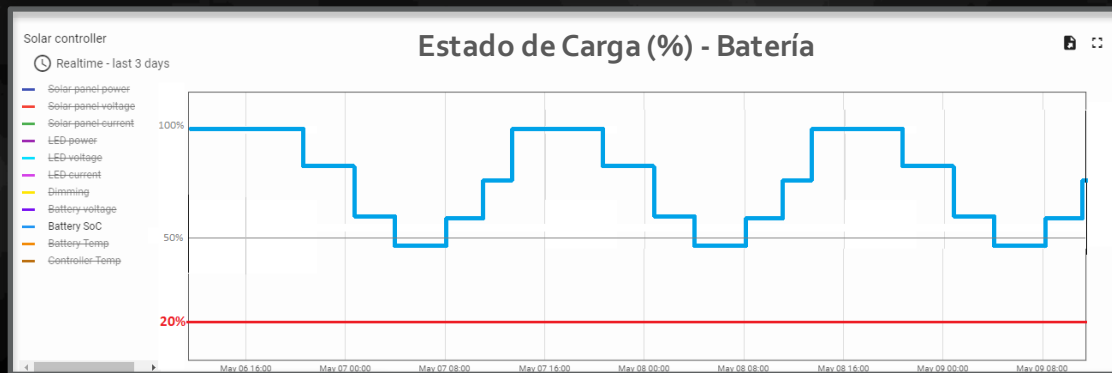
Datos históricos



Importante para identificar posibles zona de sombra (picos de bajada en horas diurnas)



Monitoreo de la generación energética FV(W)



Seguimiento del estado y el porcentaje de cargas y descargas de las baterías.

Disponibilidad **de funcionamiento**

#7º principio: **creer en ello**



SOMOS PARTE DE LAS
#1000 SOLUCIONES
PARA CAMBIAR
EL MUNDO



La etiqueta Solar
Impulse premia
soluciones
eficientes y
rentables con un
impacto positivo en
el medio ambiente
y la calidad de vida.





S.I.L

Luminaria solar autónoma con sistema de gestión, se le ha atribuido la Etiqueta de “Solución Eficiente de Solar Impulse” después de una evaluación realizada por expertos externos independientes y basada en estándares verificados. Por lo tanto, se une al desafío # 1000solutions, una iniciativa de la Fundación Solar Impulse para seleccionar soluciones que cumplan con altos estándares en rentabilidad y sostenibilidad y presentarlas a los tomadores de decisiones para acelerar su implementación.



Smartec

Nuestro sistema de gestión de la ciudad inteligente, se le ha atribuido la Etiqueta de “Solución Eficiente de Solar Impulse” después de una evaluación realizada por expertos externos independientes y basada en estándares verificados. De este modo, Smartec® se une al desafío de #beyond1000solutions recibiendo la etiqueta Solar Impulse que es otorgada a soluciones eficientes, limpias y rentables con un impacto positivo en el medio ambiente y la calidad de vida.



SOLARIMPULSE

FOUNDATION

**ECOLOGY AS THE DRIVING FORCE
OF THE ECONOMY**

Cálculos de disponibilidad en alumbrado autónomo fotovoltaico

A solar plane is shown in flight against a dramatic sunset sky. The sun is low on the horizon, casting a golden glow over a vast expanse of white clouds. The plane's long wingspan and solar panels are clearly visible.

YOU CAN BE A PART OF IT

Disponibilidad **de funcionamiento**

porque el punto de luz autónomo han de funcionar

SIEMPRE!







Cálculos de disponibilidad en
alumbrado autónomo fotovoltaico

MUCHAS GRACIAS
y ¡buena luz a todos!

Francisco Cavaller, SALVI Lighting