



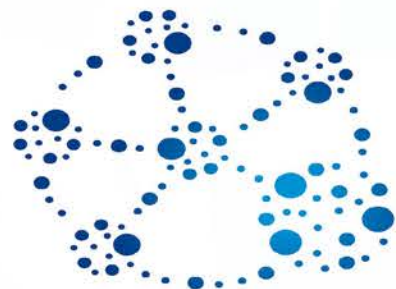
MAC 2014-2020
Cooperación Territorial

Interreg



Fondo Europeo de Desarrollo Regional

EUROPEAN UNION



MICROGRIDBLUE

Microrredes inteligentes para la integración masiva de energías renovables distribuidas en los sistemas eléctricos de Canarias y África Occidental

Herramientas desarrolladas y su aplicación a microrredes y sistemas de generación híbridos con baterías

La Gomera

8 de marzo de 2023





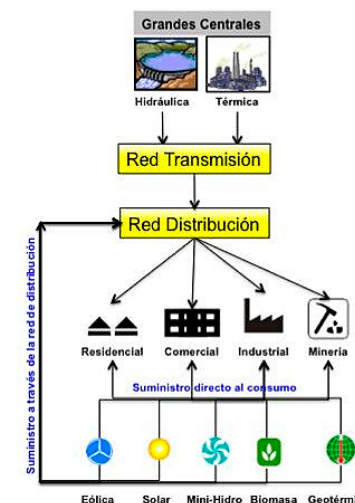
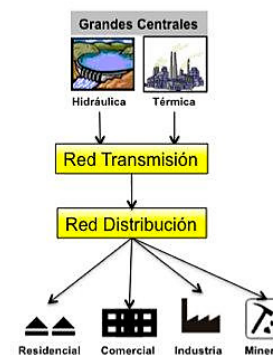
Masiva integración de energías renovables Generación distribuida

Beneficios:

- Reducir dependencia en grandes centrales de generación,
- Perdidas debidas a la red de transporte (20%),
- Ahorros en los costes de electricidad,
- El consumidor se convierte en productor,
- Sostenibilidad medioambiental,
- Generación local para un consumo local.

Riesgos/Complicaciones:

- Integración masiva sensibilidad de la red eléctrica existente,
- Sistemas de tecnología distintos,
- Normas para su integración,
- Suministro de material y mano de obra para llevar esta integración,
- Dar capacidad a todos los usuarios finales de poder hacerlo a nivel económico.



Fuente: Blog de Ignacio Mártel

Las microrredes para la integración de la generación distribuida en las redes eléctricas existentes:

“MICROGRID-BLUE”



Herramientas desarrolladas

Considerando microrredes compuestas de sistemas de generación renovables y almacenamiento de energía

Red de comunicación

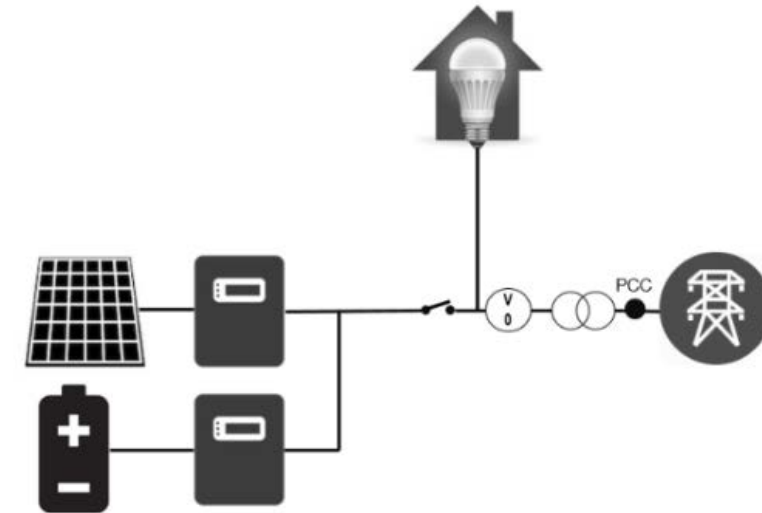
1) Sistema de monitorización de datos

2) Sistema de predicciones de datos para la gestión óptima del sistema

3) Sistema de optimización para una operación óptima de la microrred

4) Controlador de bajo nivel para la gestión en tiempo real de la instalación

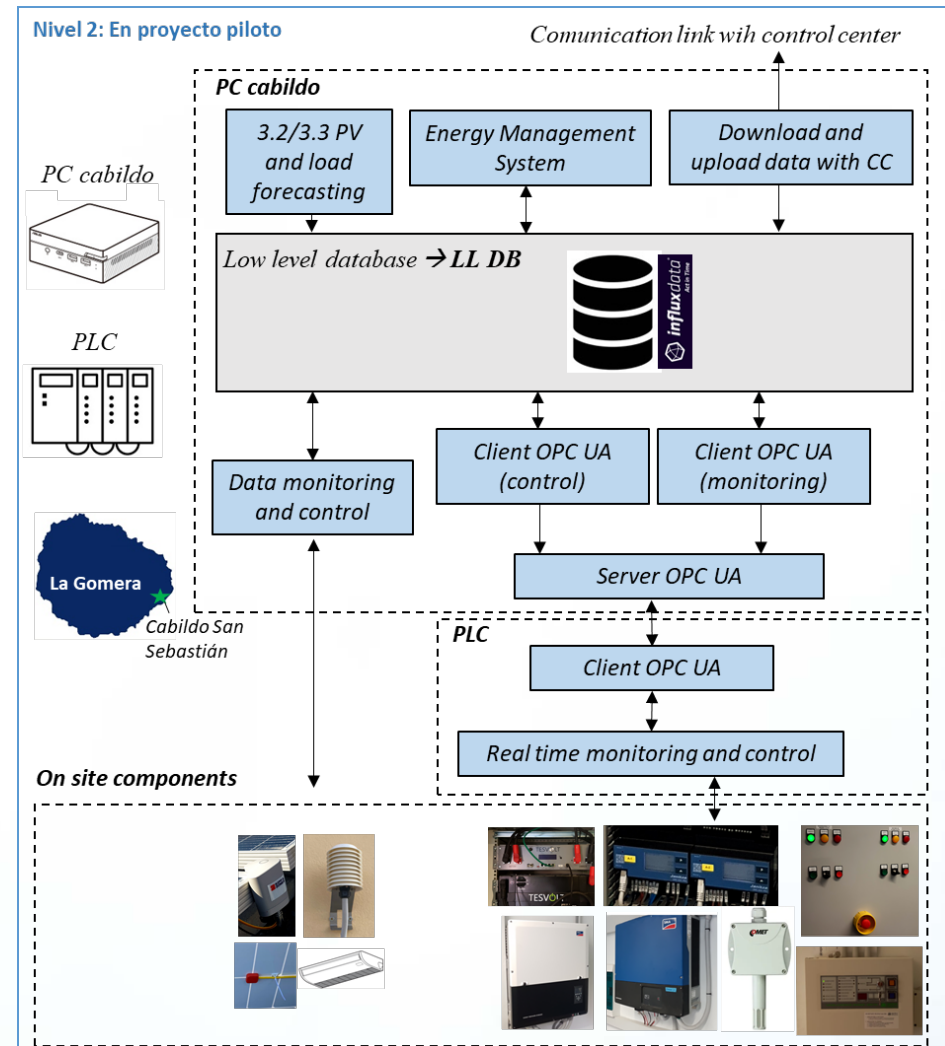
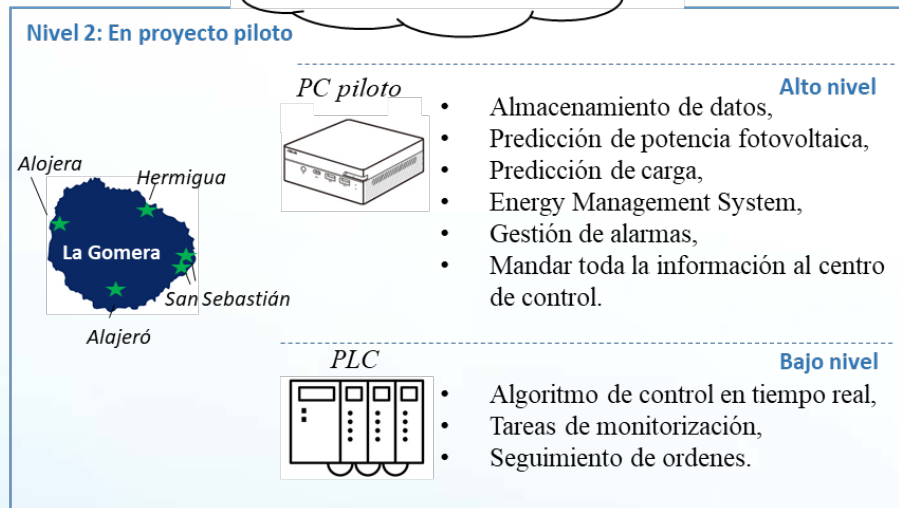
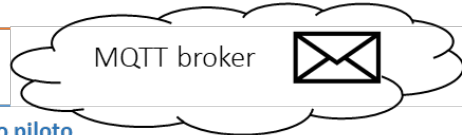
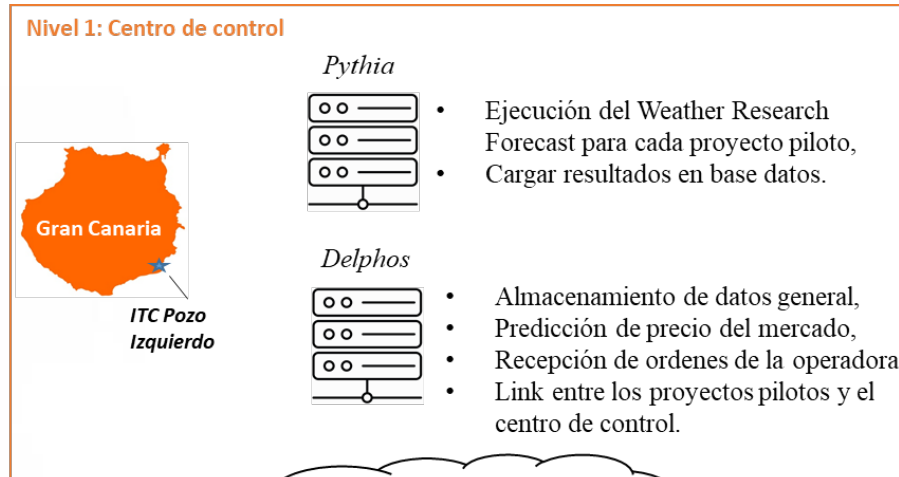
5) Monitorización y análisis del rendimiento de la instalación



Herramientas facilitando la integración de sistemas de generación con almacenamiento de tamaños distintos



Arquitectura de monitorización y de control implementada

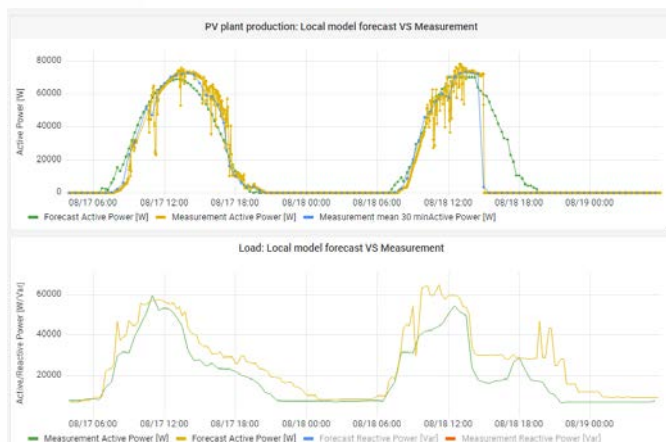




Herramienta de optimización “Energy Management System”

Para la reducción de costes y aumentar la vida útil de la instalación.

Predicciones de demanda eléctrica y de producción FV



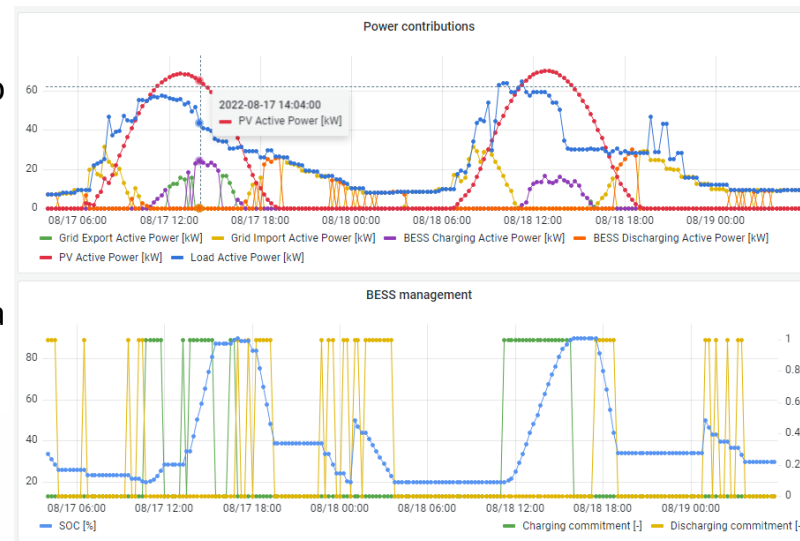
+ Restricciones técnicas del sistema con el objetivo de aumentar la vida útil,

+ Mercados de flexibilidad: según acuerdos con la operadora

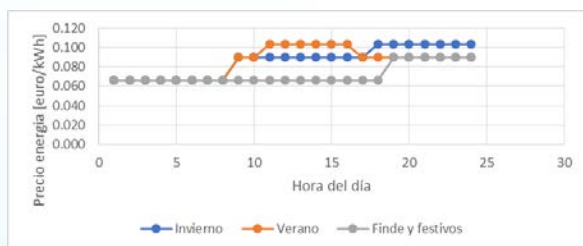
+ Alarmas en tiempo real. Disponibilidad de la generación y del almacenamiento

Despacho de energía optimo

- Carga/descarga baterías,
- Limitación generación FV,
- Control de potencia en el PCC.



Predicciones de precio de la energía



Generación de informes mensuales informando al cliente de los resultados obtenidos

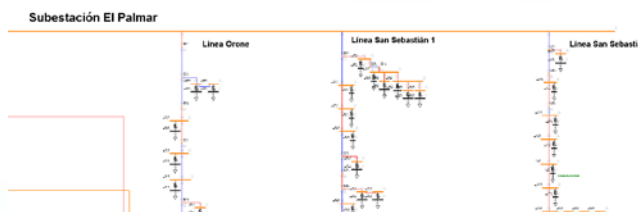
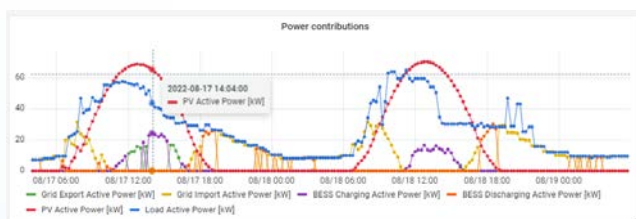
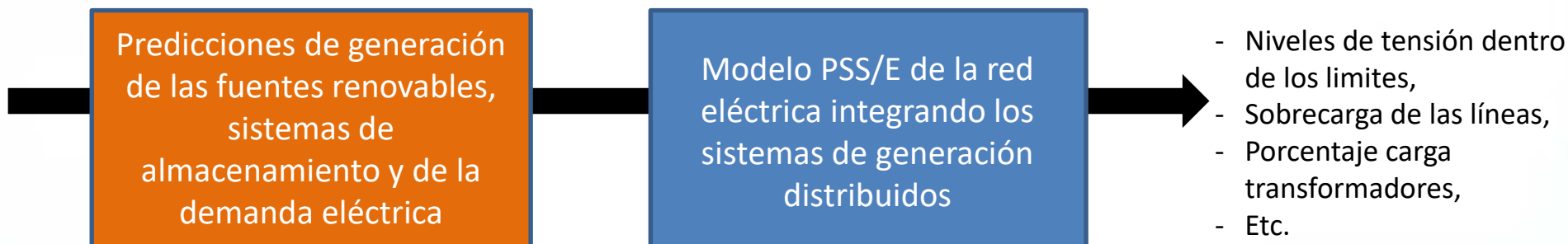


Restricciones: Predicción de estado de la red eléctrica

Herramienta de integración de muchos sistemas de generación en una zona de la red



Ejecución de forma continua haciendo uso de las predicciones más recientes y de los resultados del sistema de optimización

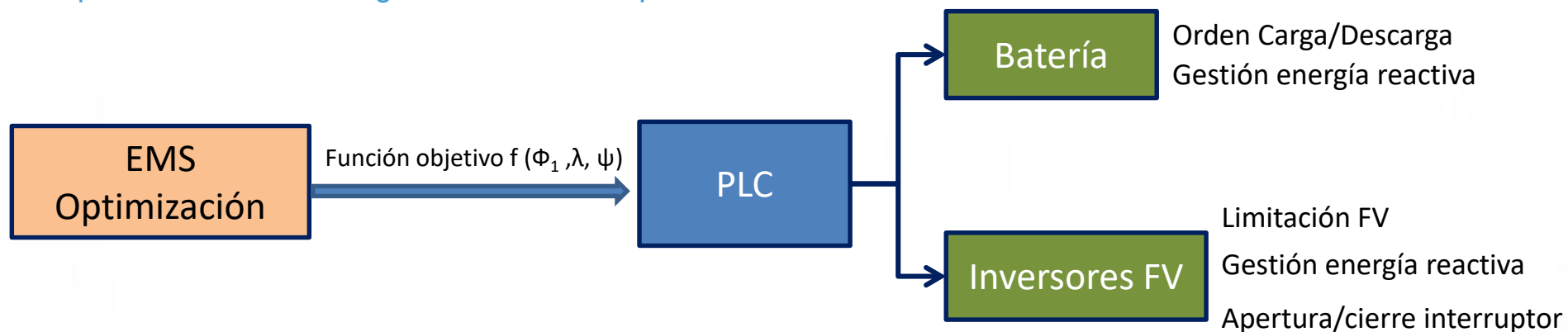


Modificar **restricciones** del sistema en caso de acercarnos de los límites físicos de la red en relación a las normas en vigor



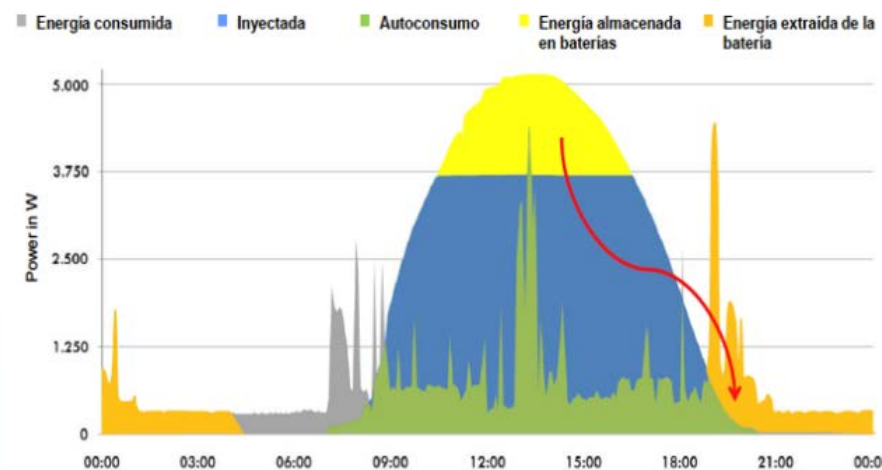
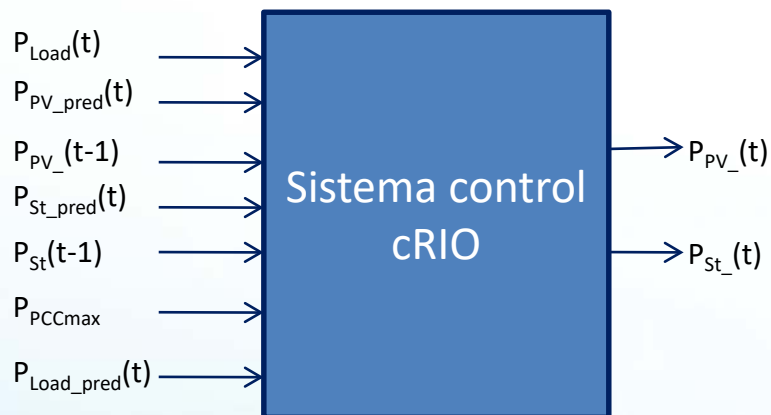
Controlador bajo nivel para el control y la monitorización en tiempo real

Interpretación de las consignas comunicadas por el EMS



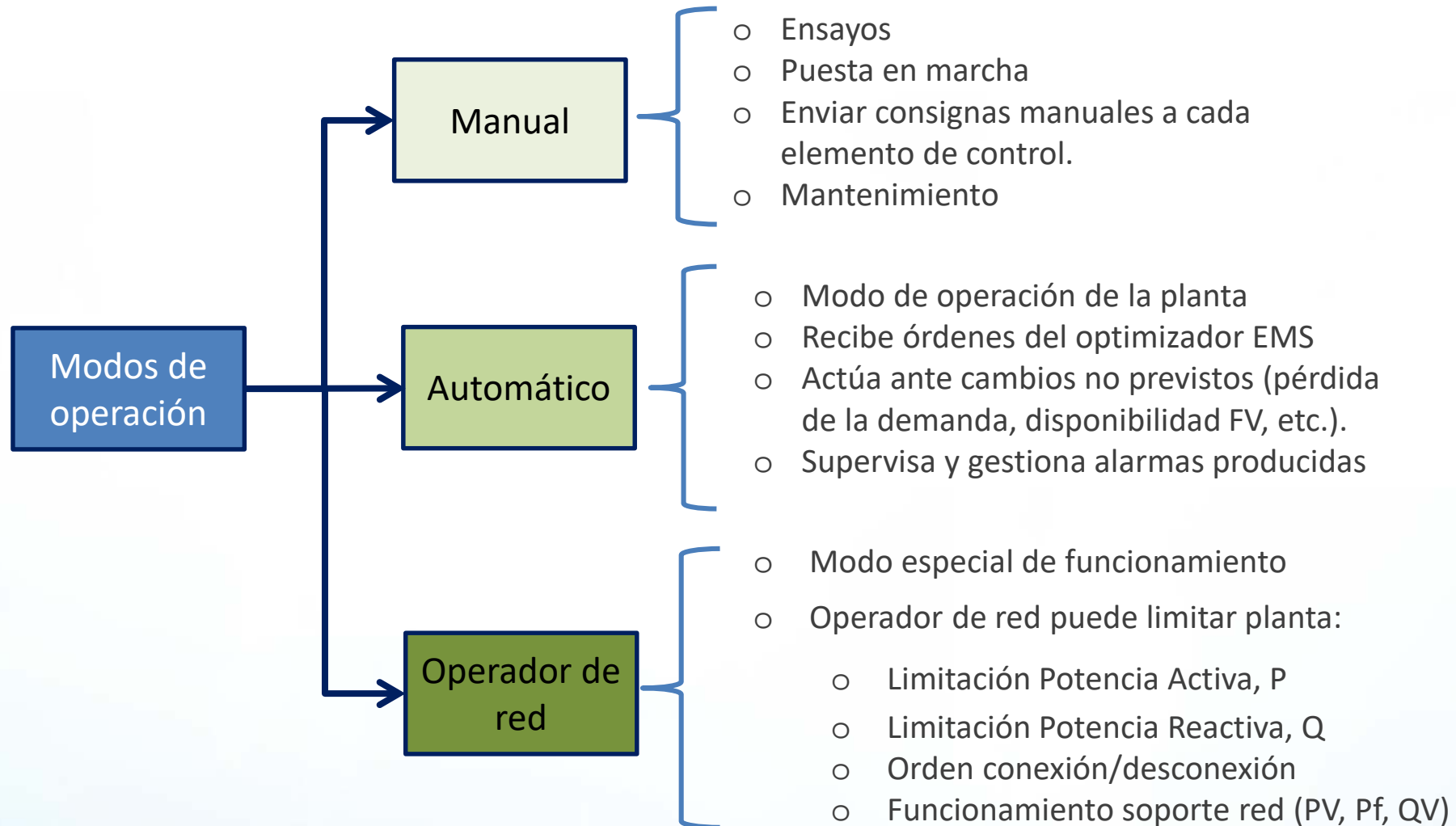
Respectando las restricciones de bajo nivel:

- Disponibilidad de batería (SOC),
- Limitación de inyección en el PCC,
- Variaciones en la demanda eléctrica





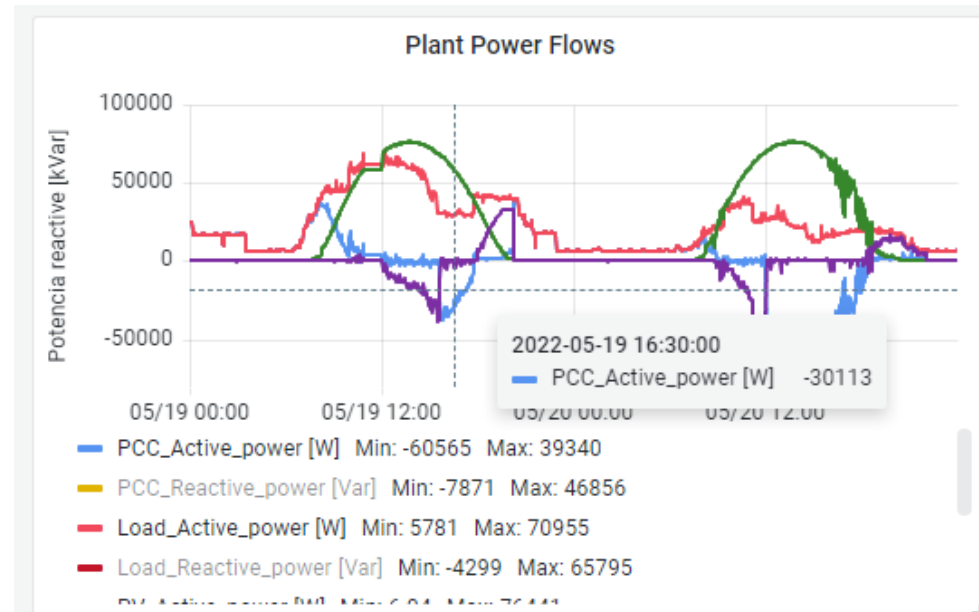
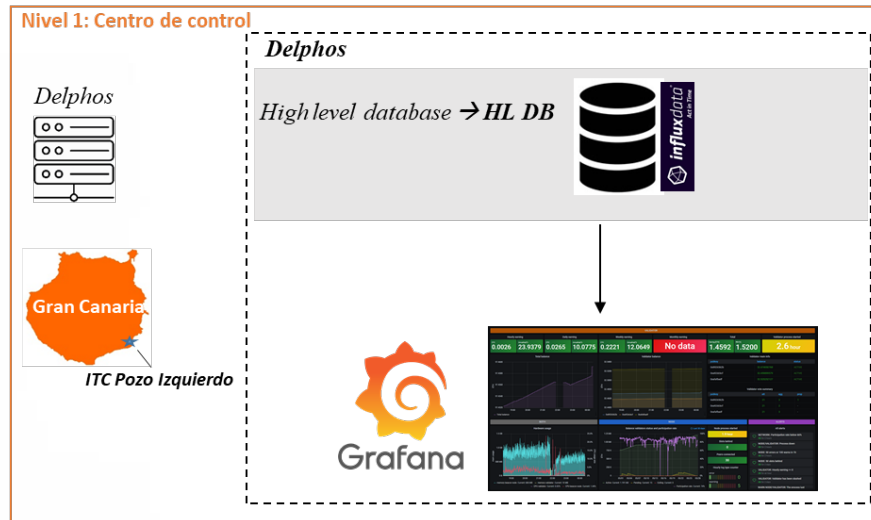
Controlador bajo nivel: Modos de operación de la central





Herramienta de visualización de datos y gestión de alarmas

Programado localmente en el centro de control haciendo uso de todos los datos recogidos en campo



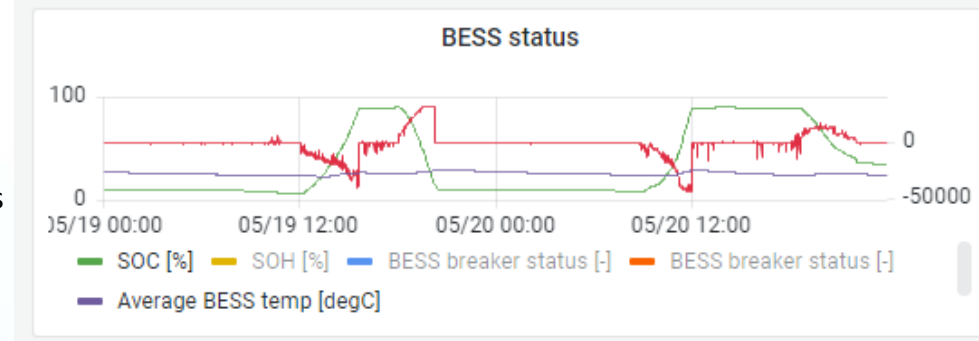
La gestión de alarma consiste en informar al operador del estado de salud del sistema.



Ejemplos:

- Cortes eléctricos,
- Problema hardware de uno de los componentes del sistema,
- Fallo de comunicación.

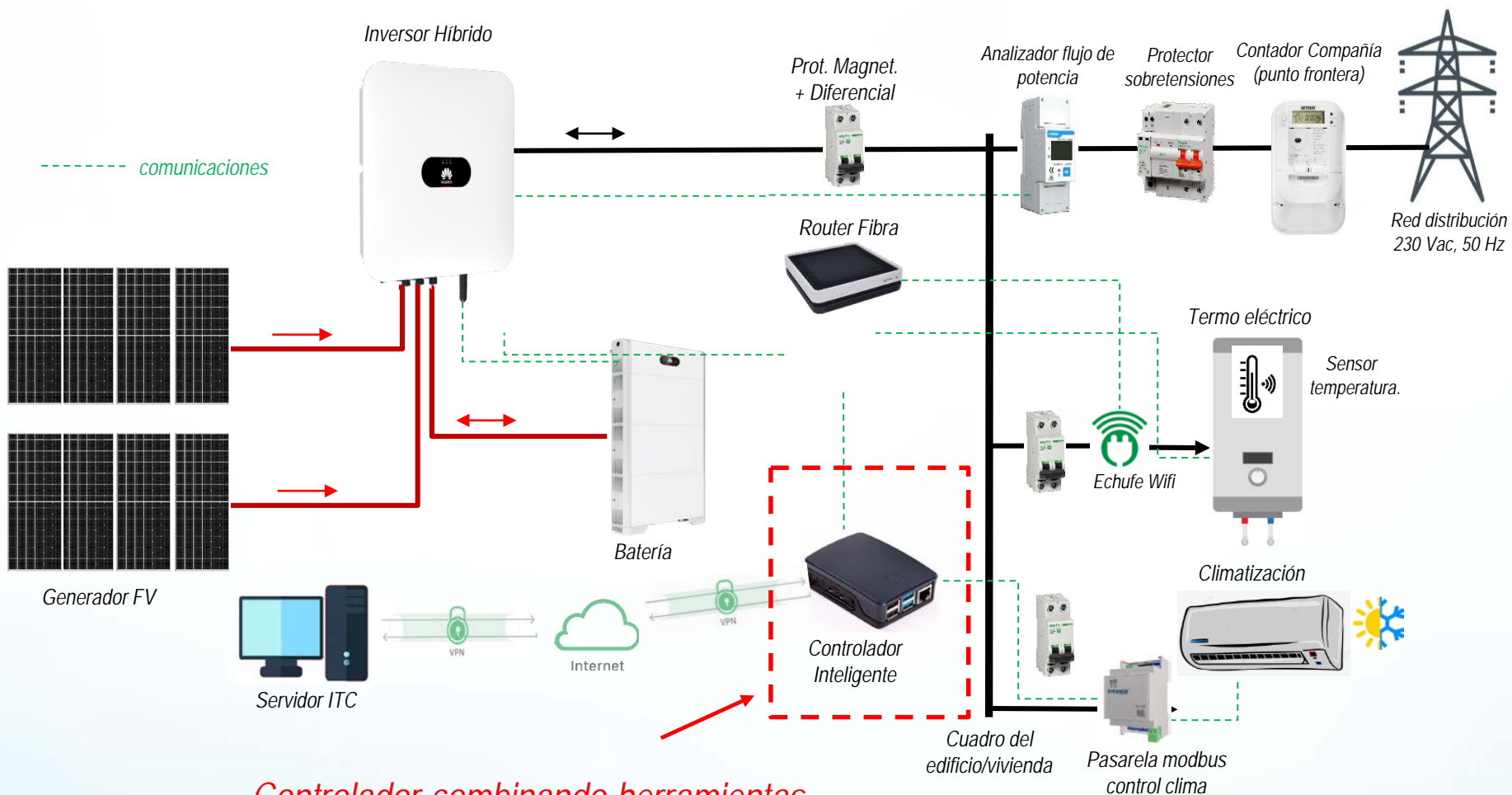
→ Mandar correos de alerta





Pilotos residenciales: gestión de la demanda

Integración de estas instalaciones en la plataforma de gestión de microrredes de alto nivel



Controlador combinando herramientas



Datos de sensores distribuidos en campo

Bajo forma de series temporales



irradiación solar inclinada
orientada según la
instalación FV [W/m²]

temperatura del modulo
FV [°C]

humedad relativa [%]

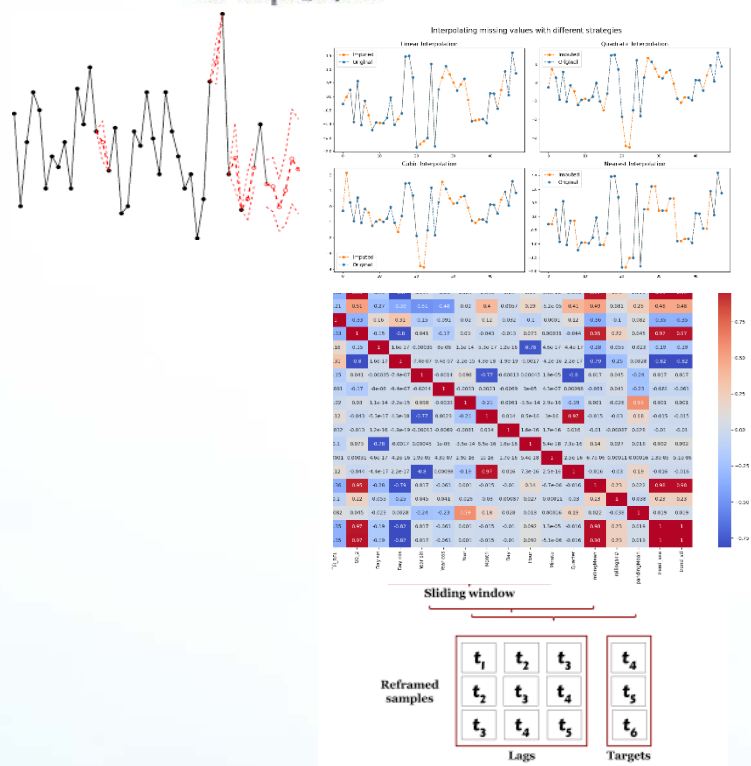
temperatura ambiente
[°C]

potencia eléctrica [kW]

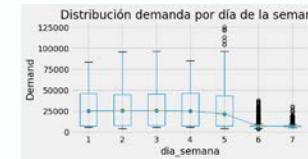
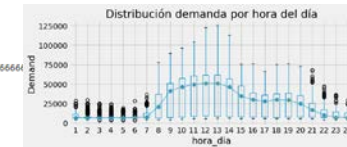
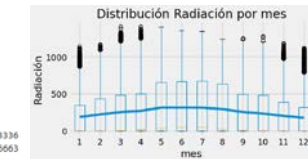
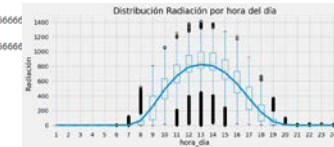


Datos almacenados en base de datos

Limpieza de datos, interrupciones en las series temporales, etc

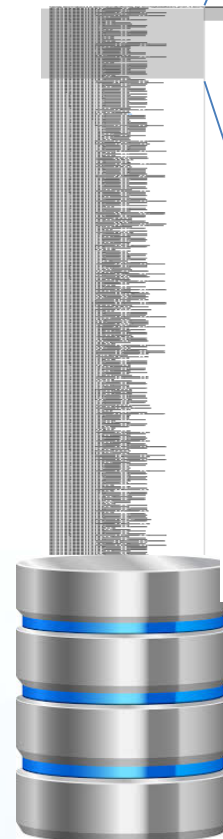


```
Timestamp,SensorIrradiance_M_2,SensorIrradianceBackPanelTemp_degC,SensorTempHumedadHumidity_percent_rh,SensorTempHumedadTemp_degC
2021-10-14 00:00:00,0,0,20.95,67.46499999999999,22.286666666666666
2021-10-14 00:01:00,0,0,20.9,67.60333333333333,22.278333333333333
2021-10-14 00:02:00,0,0,20.9,67.47300000000000,22.273333333333333
2021-10-14 00:03:00,0,0,20.816566666666666,67.16166666666666,22.266666666666666
2021-10-14 00:04:00,0,0,20.8,67.02833333333334,22.258333333333336
2021-10-14 00:05:00,0,0,20.78333333333333,66.92833333333334,22.251666666666666
2021-10-14 00:06:00,0,0,20.7,66.81,22.253333333333333
2021-10-14 00:07:00,0,0,20.7,66.55166666666666,22.26
2021-10-14 00:08:00,0,0,20.7,66.66166666666666,22.261666666666666
2021-10-14 00:09:00,0,0,20.7,66.455,22.255
2021-10-14 00:10:00,0,0,20.7,66.585,22.253333333333333
2021-10-14 00:11:00,0,0,20.7,66.265,22.258333333333336
2021-10-14 00:12:00,0,0,20.7,67.20333333333332,22.266666666666666
2021-10-14 00:13:00,0,0,20.7,67.23333333333333,22.268333333333333
2021-10-14 00:14:00,0,0,20.7,67.19833333333334,22.265
2021-10-14 00:15:00,0,0,20.7,67.71,22.27
2021-10-14 00:16:00,0,0,20.7,68.035000000000001,22.271666666666666
2021-10-14 00:17:00,0,0,20.7,68.26833333333333,22.266666666666666
2021-10-14 00:18:00,0,0,20.7,68.47833333333334,22.261666666666667
2021-10-14 00:19:00,0,0,20.7,68.97833333333334,22.268333333333333
2021-10-14 00:20:00,0,0,20.7,68.62,22.265
2021-10-14 00:21:00,0,0,20.7,68.52,22.265
2021-10-14 00:22:00,0,0,20.7,68.24333333333333,22.265
2021-10-14 00:23:00,0,0,20.7,68.385,22.265
2021-10-14 00:24:00,0,0,20.7,68.626666666666667,22.266666666666666
2021-10-14 00:25:00,0,0,20.66666666666666,68.52166666666666,22.258333333333336
2021-10-14 00:26:00,0,0,20.616666666666664,68.241666666666667,22.246666666666666
2021-10-14 00:27:00,0,0,20.6,68.47,22.251666666666666
2021-10-14 00:28:00,0,0,20.6,68.64999999999999,22.255
2021-10-14 00:29:00,0,0,20.7,68.79666666666666,22.26
2021-10-14 00:30:00,0,0,20.7,68.766666666666667,22.265
2021-10-14 00:31:00,0,0,20.8,69.12833333333333,22.273333333333333
2021-10-14 00:32:00,0,0,20.8,69.25333333333333,22.273333333333333
2021-10-14 00:33:00,0,0,20.8,69.32166666666666,22.26
2021-10-14 00:34:00,0,0,20.8,69.381666666666667,22.251666666666666
2021-10-14 00:35:00,0,0,20.8,69.446666666666667,22.243333333333333
2021-10-14 00:36:00,0,0,20.8,69.406666666666665,22.245
2021-10-14 00:37:00,0,0,20.8,69.266666666666667,22.238333333333333
2021-10-14 00:38:00,0,0,20.8,69.32,22.235
2021-10-14 00:39:00,0,0,20.8,69.12833333333333,22.236666666666665
2021-10-14 00:40:00,0,0,20.8,69.76833333333333,22.238333333333333
2021-10-14 00:41:00,0,0,20.8,69.686666666666665,22.241666666666664
2021-10-14 00:42:00,0,0,20.8,69.47833333333334,22.238333333333333
2021-10-14 00:43:00,0,0,20.8,69.40500000000000,22.245
2021-10-14 00:44:00,0,0,20.8,69.687166666666666,22.248333333333333
2021-10-14 00:45:00,0,0,20.8,69.149999999999999,22.248333333333333
2021-10-14 00:46:00,0,0,20.8,69.681666666666667,22.241666666666664
2021-10-14 00:47:00,0,0,20.8,69.6048,22.252
```



Timestamp	SensorIrradiance_W_m2	SensorIrradianceBackPanelTemp_degC	SensorTempHumedadHumidity_percent_rh	SensorTempHumedadTemp_degC
2021-10-14 00:00:00+00:00	0.00	20.950000	67.465000	22.286667
2021-10-14 00:01:00+00:00	0.00	20.900000	67.603333	22.278333
2021-10-14 00:02:00+00:00	0.00	20.900000	67.475000	22.273333
2021-10-14 00:03:00+00:00	0.00	20.816567	67.161667	22.266667
2021-10-14 00:04:00+00:00	0.00	20.800000	67.028333	22.258333

Timestamp	Temp_WW	Dis_semana	Holiday	Temp_degC
2022-03-15 00:00:00+00:00	11249.430333	1	False	14.8975
2022-03-15 00:01:00+00:00	10902.448000	1	False	14.9000
2022-03-15 00:02:00+00:00	10857.712311	1	False	14.9028
2022-03-15 00:03:00+00:00	8994.919216	1	False	15.0375
2022-03-15 00:04:00+00:00	9328.153029	1	False	15.0825
2023-01-24 08:32:00+00:00	19153.132910	1	False	18.0200
2023-01-24 08:33:00+00:00	20203.947892	1	False	18.0225
2023-01-24 08:34:00+00:00	48833.742334	1	False	18.0200
2023-01-24 08:35:00+00:00	44477.736328	1	False	18.0150
2023-01-24 08:36:00+00:00	41322.951348	1	False	18.0150



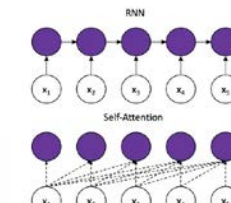
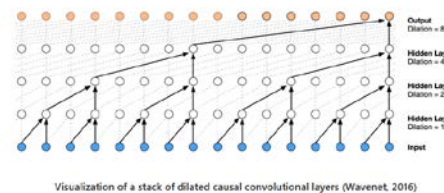
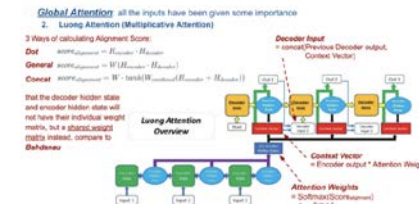
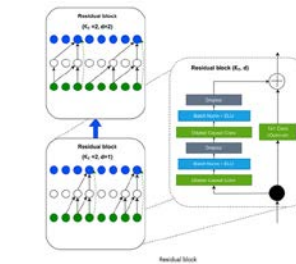
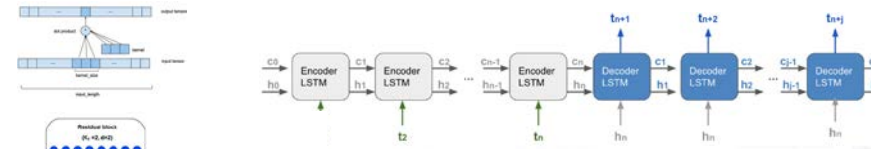
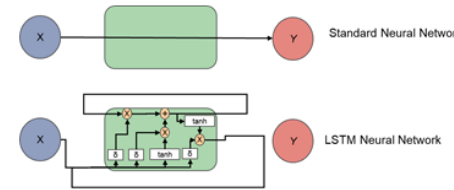
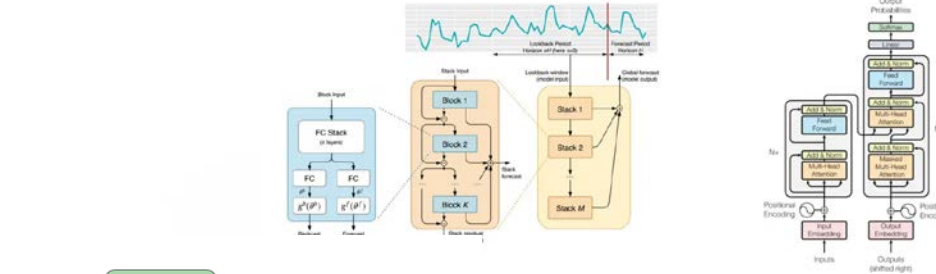


Definición de los sistemas predictivos

Inteligencia artificial probando distintos modelos de predicción según el estado del arte

Modelos implementados:

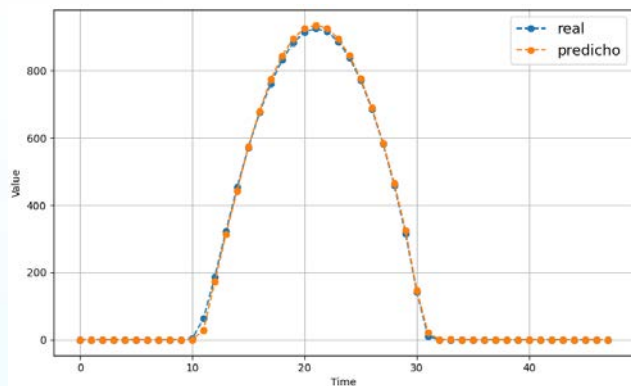
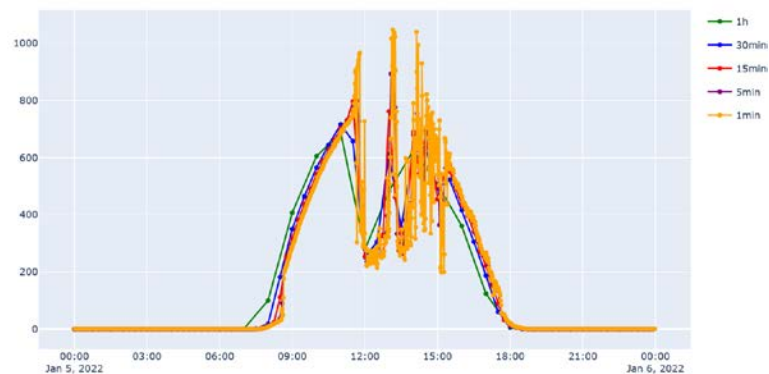
- Modelo Linea
- Modelo MLP
- Modelo CNN
- Modelo LSTM
- Modelo Random Forest
- Modelo Encoder-Decoder LSTM
- Modelo Encoder-Decoder LSTM con Attention
- Modelo Temporal Convolutional Network
- Modelo CNN-LSTM
- Modelo LSTM Bidirectinal
- Modelo LSTM-Residual
- Modelo NBeats
- Modelo Transformer
- Modelo T2vBILSTM



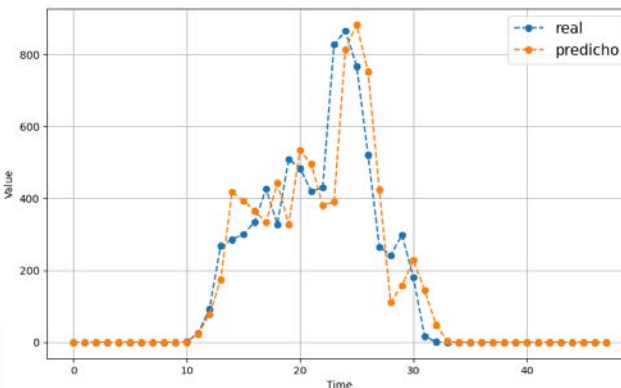


Resultados: Radiación solar

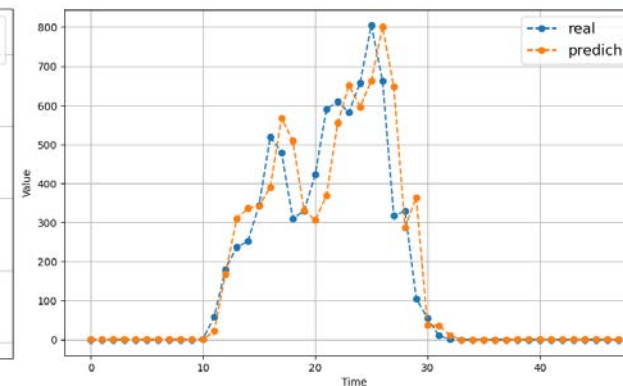
Para la estimación de la producción fotovoltaica de la planta



Error: [MAE: 4.203, RMSE: 7.459]



Error: [MAE: 44.167, RMSE: 87.865]



Error: [MAE: 50.575, RMSE: 96.165]



Sistema de predicciones

Información útil para gestionar el sistema de manera optimo

- Producción de renovables,
- Demanda eléctrica,
- Precio de la energía.



Información clave para la participación en futuros mercados de flexibilidad

Programa diario de ejecución de los modelos de predicción para siempre tener predicciones actualizadas

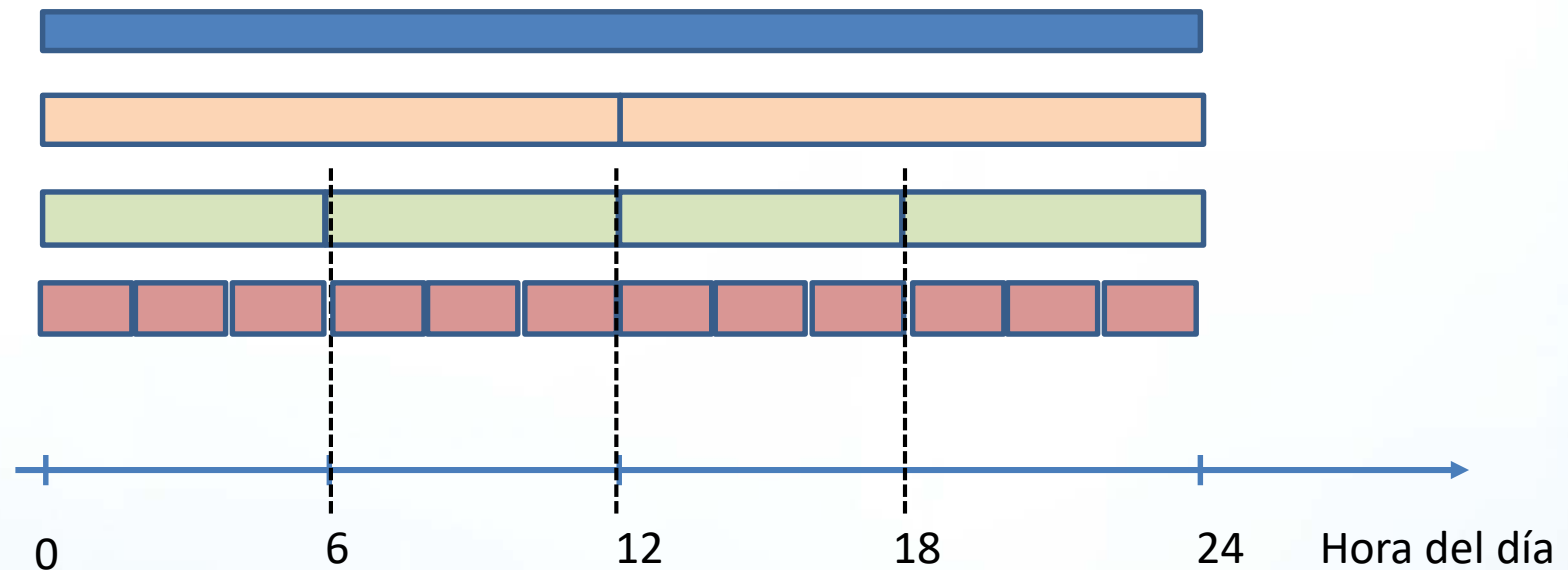
Modelos

@24h,1h

@12h,1h

@6h, 30min

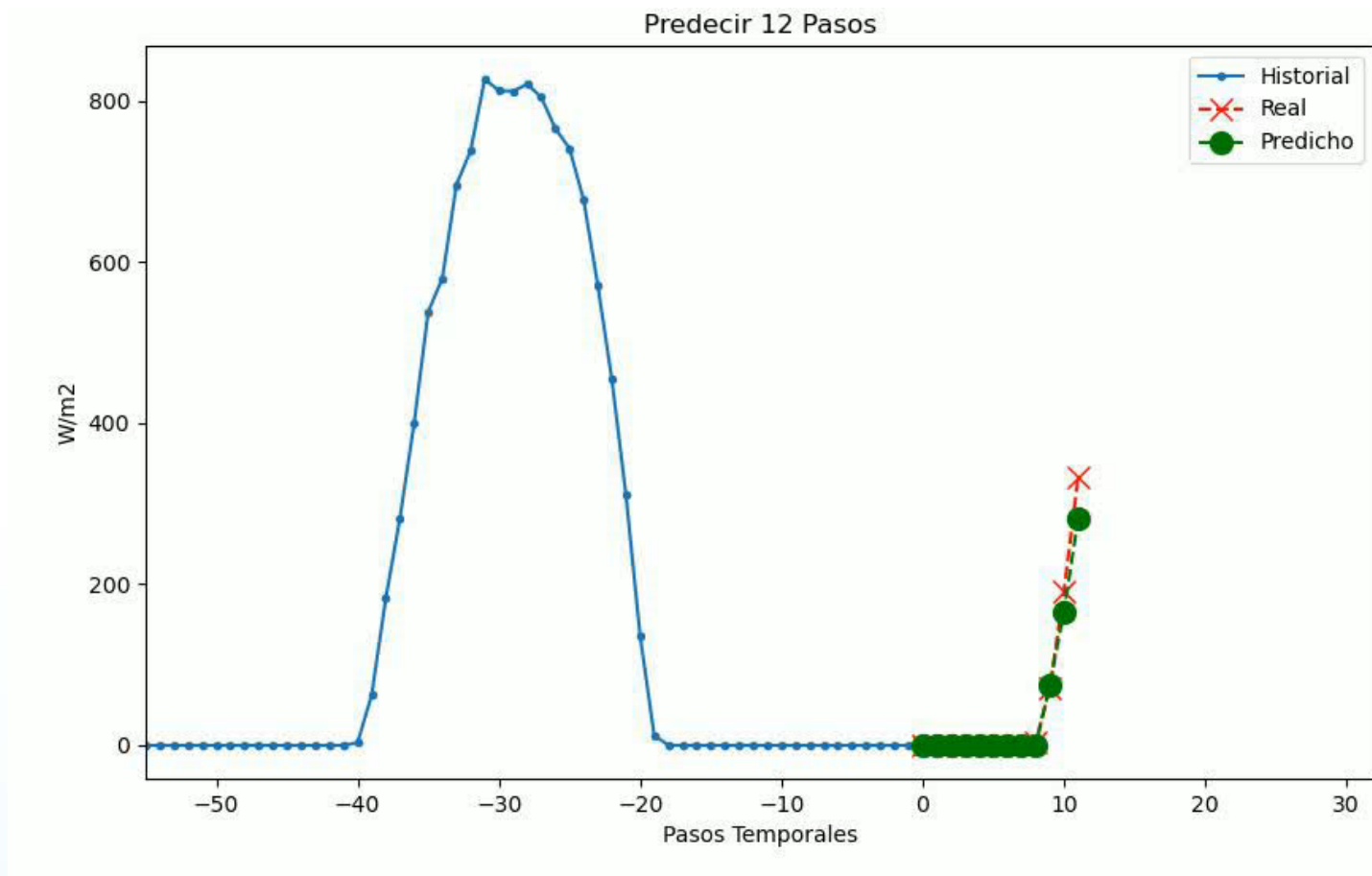
@2h, 15min





Resultados: Radiación solar

Predicción para 12 pasos temporales de 30min "6h30min"





Cámara de cielo

Mejorar las predicciones a corto





MICROGRIDBLUE



MAC 2014-2020
Cooperación Territorial

Interreg

Fondo Europeo de Desarrollo Regional



EUROPEAN UNION



CABILDO DE LANZAROTE



Cabildo de La Gomera



UNIVERSIDADE TÉCNICA DO ATLÁNTICO



CAMPUS DO MAR



Gobierno de Canarias
Consejería de Transición Ecológica,
Lucha contra el Cambio Climático
y Planificación Territorial

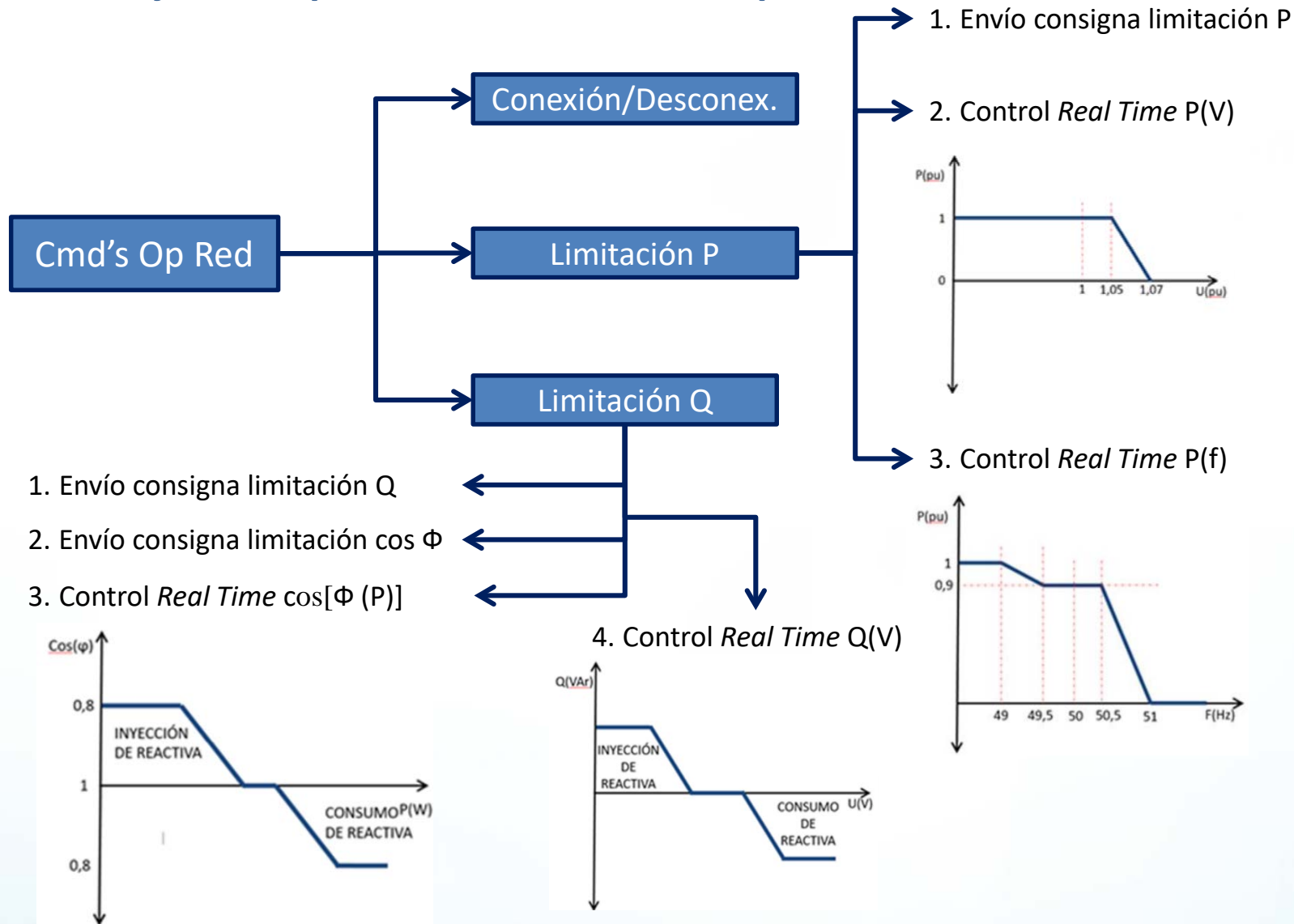


e-distribución





Controlador bajo nivel para el control en tiempo real





Controlador bajo nivel : esquema de bloques control y monitorización

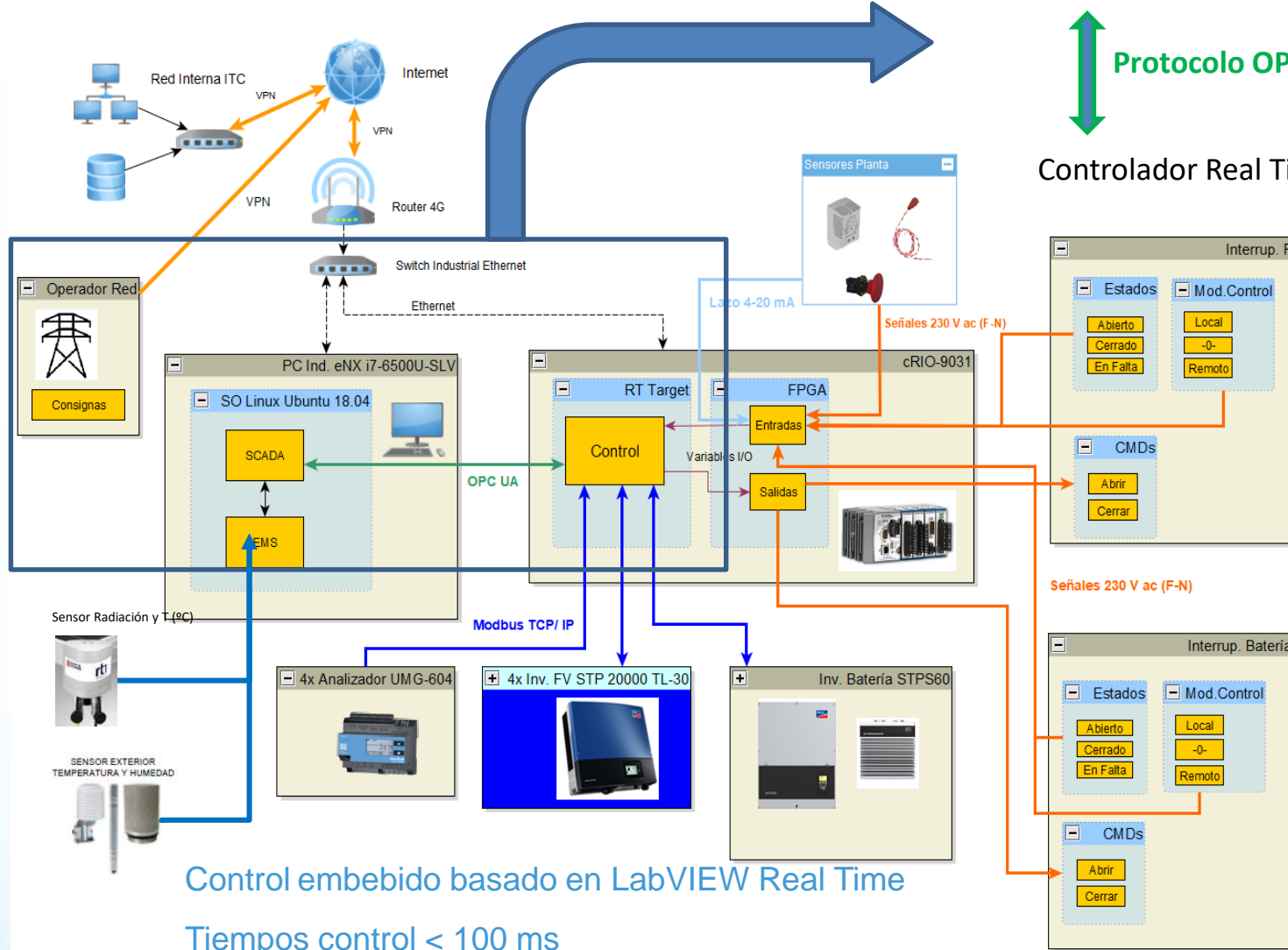
CompactRIO programación LABVIEW

Operador de Red/ Predicciones EMS



Protocolo OPC UA

Controlador Real Time cRIO



Control embebido basado en LabVIEW Real Time

Tiempos control < 100 ms