Proyecto GRACIOSA

16/01/2018

cen SOLUTIONS
Smart Energy Solutions

itc
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CANARIAS

endesa

Actividad 2

16/01/2018

Smart Citizens

cen SOLUTIONS
Smart Energy Solutions

endesa

Responsable: Endesa Energía

Coordinador de la actividad: *Juan Carlos Ruiz Aranda*

Participantes:

Socios: EE, EDE e ITC

OPIs: UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS, AICIA y FIDETIA

					2015					2016											2017									
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
					Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Act 2	Smart Citizens	2.1	Definición de arquitectura y especificaciones funcionales del sistema de gestión activa de la demanda.	P																													
				R																													
		2.2	Diseño y prototipado de equipos y sistemas de control de demanda e interfaz con los ciudadanos.	P																													
				R																													
		2.3	Diseño y desarrollo de prototipo de plataforma interoperable de gestión de la demanda.	P																													
				R																													
		2.4	Prueba y validación del sistema	P																													
				R																													

Endesa Energía

Juan C. Ruiz Aranda
Endesa Energía S.A.U.

Contenido Endesa Energía

- Presentación y objetivos de la actividad
- Esquema general microgrid GRACIOSA
- Actuaciones en Clientes
- Dificultades encontradas

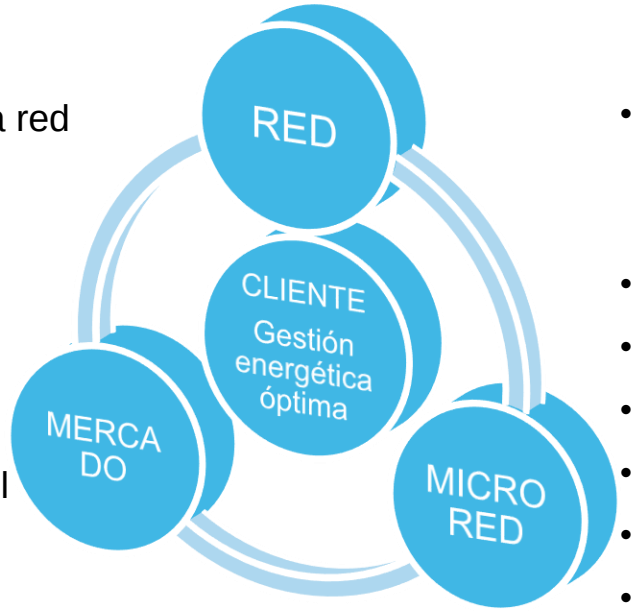
Actividad 2

Presentación y objetivos de la actividad

Objetivos: La actividad 2 se centra en desarrollar la capacidad específica de participación activa de los consumidores en el comportamiento de su demanda neta (consumos, almacenamiento y generación distribuida), en función de tres vectores: las necesidades de la red de distribución, las condiciones del precio de la energía en el mercado eléctrico y de sus necesidades y recursos energéticos (microrred).

- Colaborar en control de la red
- Maximizar la integración de la producción en la red
- Gestión de la demanda

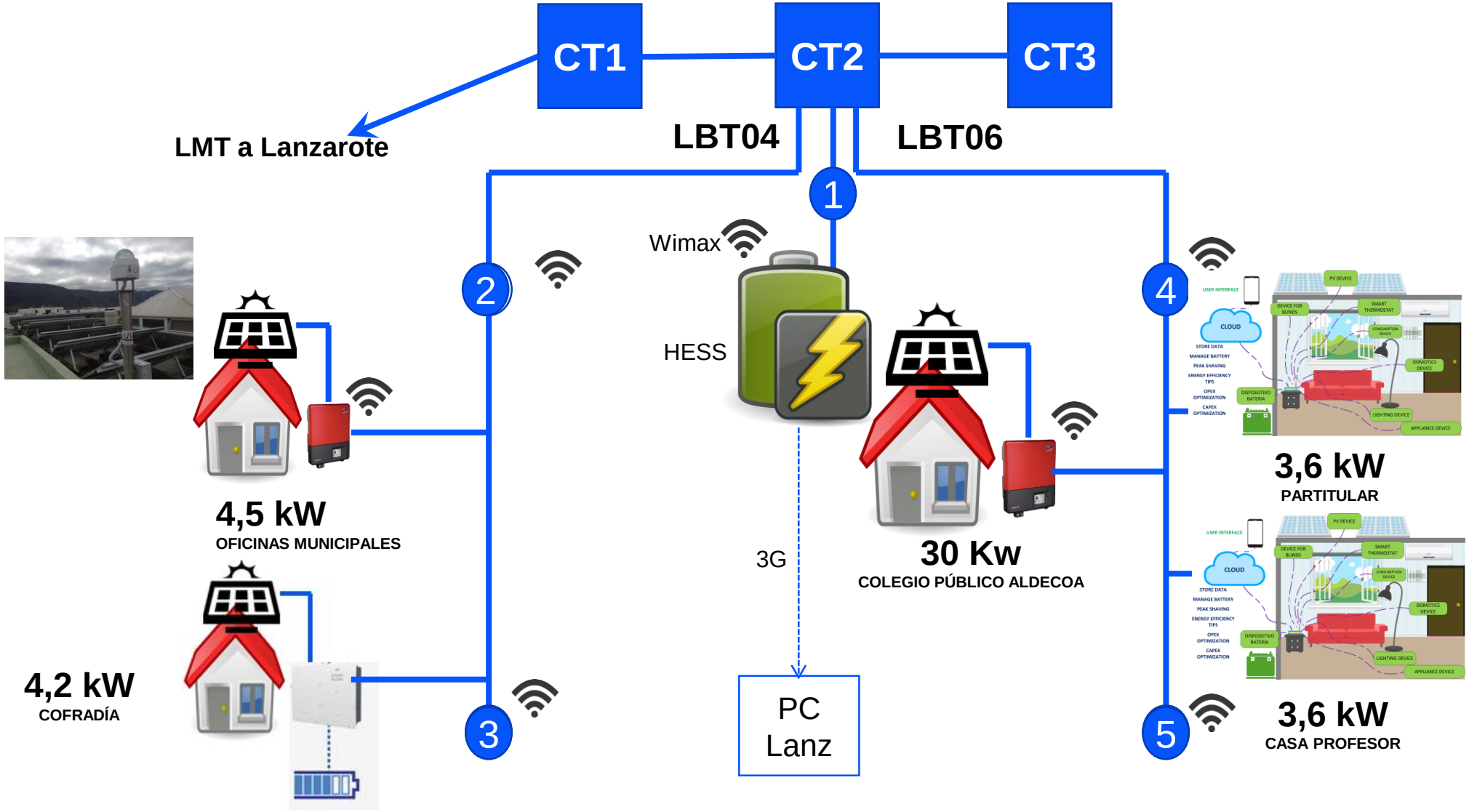
- Respuesta a precios horarios
- Disminución del coste de la energía para el cliente



- Gestión inteligente de cargas (térmicas y eléctricas), a través del aprendizaje de los hábitos de consumo.
- Almacenamiento de la energía eléctrica
- Control de potencia activa y reactiva (P,Q)
- Funcionamiento en isla (f)
- Información al cliente
- Gestión tiempo real y day-ahead
- Previsión meteorológica y de producción

GRACIOSA

Esquema general microgrid



Actividad 2

Actuaciones en Clientes

- Puntos de suministros seleccionados:

Dirección	Municipio	Tarifa	Tensión	P. contratada	Energía Eléctrica/año
Calle Siroco, 21(bis). Isla d	Teguise (35.540)	2.0	230	5,75	4.000
Calle Siroco, 25. Isla de La	Teguise (35.540)	2.0	230	3,3	1.700
Av. Virgen del Mar, 129. I	Teguise (35.540)	3.0	400	26,3	138.961

Instalaciones Clientes

Siroco 21– Puesta en servicio

Instalaciones Clientes

Siroco 25– Pendiente conexión a la red

Instalaciones Clientes

Virgen del Mar, 129 – Pendiente conexión a la red

Actividad 2

Dificultades encontradas

Dificultades encontradas:

- Concesión de la licencia de obras por parte del Ayuntamiento de Teguise solicitado el 3 de febrero de 2017, concedida 25 de julio

- Autorización Delegación de Industria solicitada 18 de septiembre y 2 de octubre, concedida (requerimiento información mediante) 15 de diciembre y aún pendiente dos de las instalaciones.

- Puesta en servicio del 15 de diciembre al 15 de enero.

- Firma documentación administrativa Clientes.

Universidad Pontificia Comillas

Álvaro Sánchez Miralles
Universidad Pontificia Comillas

Actividad 2

Actividades realizadas durante el 2015

Tarea 2.1: Definición de arquitectura y especificaciones funcionales

Arquitectura propuesta por Comillas de plataforma energética y clientes

SPLODER®

Commands

Perceptions

Customer preferences

stemy energy®

Actividad 2

Actividades realizadas durante el 2015

Tarea 2.1: Definición de arquitectura y especificaciones funcionales

- **Interfaz** a través del dispositivo táctil con los ciudadanos.
- Funcionamiento de los **precios dinámicos** hora a hora y su interacción con los equipos.
- **Respuesta a la demanda** para optimizar la factura del cliente.
- **Coordinación** de los equipos del cliente con las **señales de la red de distribución**.
- **Gestión de carga** de las microrredes, control de **tensiones** y eliminación de **picos**.
- **Procesamiento de señales** recibidas por los equipos.

Actividad 2

Actividades realizadas durante el 2016

Tarea 2.2: Diseño y prototipo de equipos y sistemas de control de la demanda en interfaz con los ciudadanos. Universidad Pontificia de Comillas (UPCO).

- Equipos y sistemas de control fabricados y probados en laboratorio de UPCO.

AMPERE: dispositivo IoT analizador de señal de elevada precisión que se instala en el cuadro de protecciones del edificio.	VOLTA: dispositivo de control de la energía generada por los paneles solares y de la energía almacenada en las baterías.	CARRIER: dispositivo para el control de equipos de clima, a través de los puentes de comunicaciones Intesis Box. Intesis Box es un equipo comercial que comunica con todos los fabricantes de AC.

Actividad 2

Actividades realizadas durante el 2016

Tarea 2.2: Diseño y prototipo de equipos y sistemas de control de la demanda en interfaz con los ciudadanos. ITC

- Montaje equipos a/a y sistema control Intesis para integración en plataforma gestión de demanda.

Calle Siroco, 25

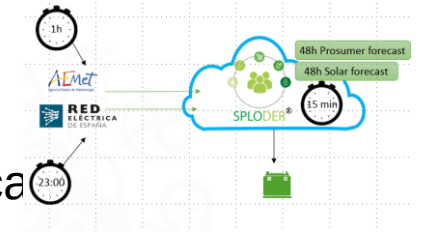
Calle Siroco, 21

Actividad 2

Actividades realizadas durante el 2016

Tarea 2.3: Diseño y desarrollo de prototipo de plataforma interoperable de gestión de la demanda

- Versión beta del programa que soporta a la plataforma y se ha probado funcionalidades requeridas en el laboratorio de UPCO.
- Plataforma en la nube operativa.
- Despliegue comunicaciones IoT y seguridad (certificados)
- Despliegue servicios que conectan con agencias de meteorología y con el merca

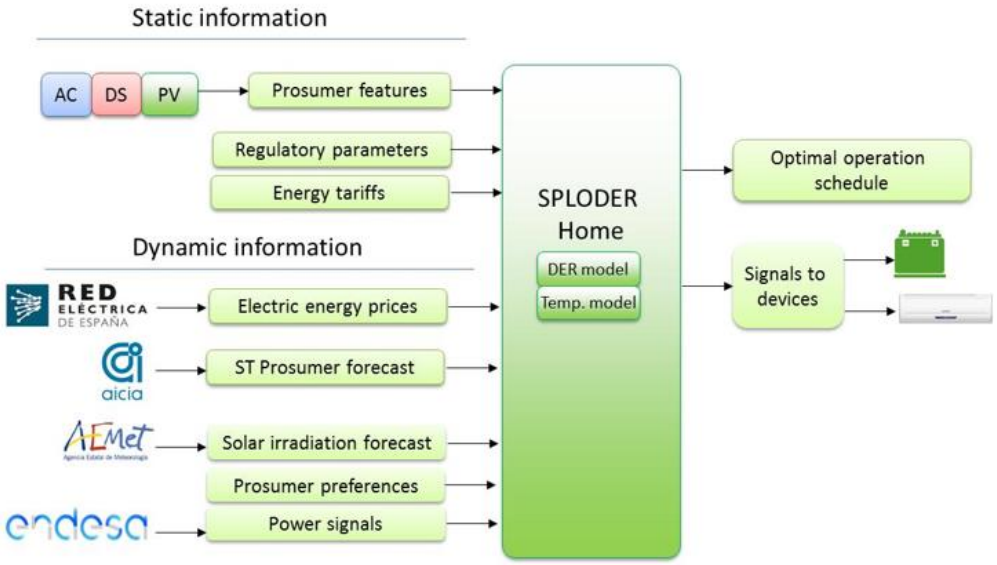


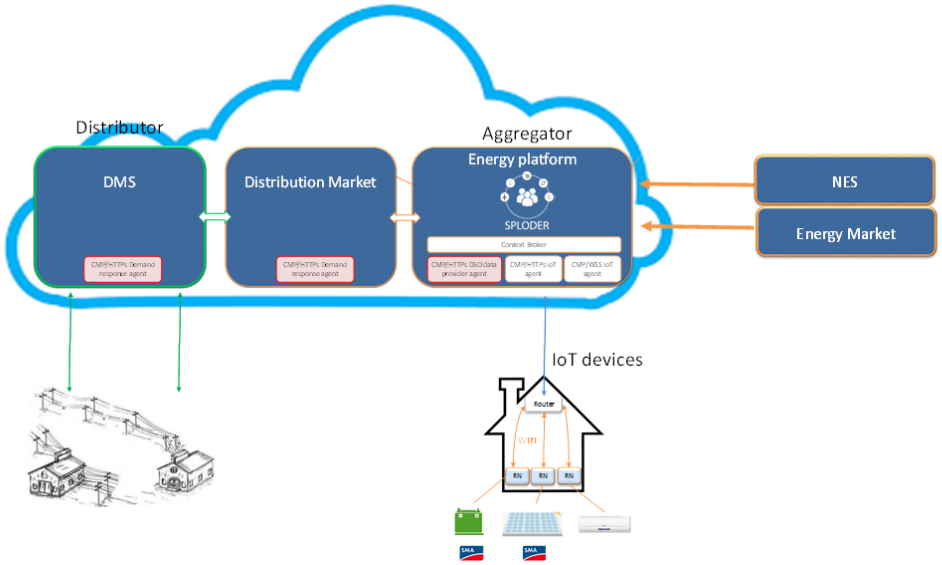
- Despliegue de los algoritmos inteligentes de gestión de renovables, almacenamiento y climatización.
- Despliegue interfaz táctil ciudadanos
- Integración de la plataforma con el mercado que da servicios de red a EDE.
  - Recepción de consignas de potencia activa y reactiva por parte del distribuidor.
  - Envío de medidas en tiempo real del consumo del cliente para que el distribuidor pueda optimizar su red en tiempo real. Esta medida es temporal.

Actividad 2

Actividades realizadas durante el 2016

Actividad 2.3: Diseño y desarrollo de prototipo de plataforma interoperable de gestión de la demanda





Actividad 2

Actividades realizadas durante el 2016

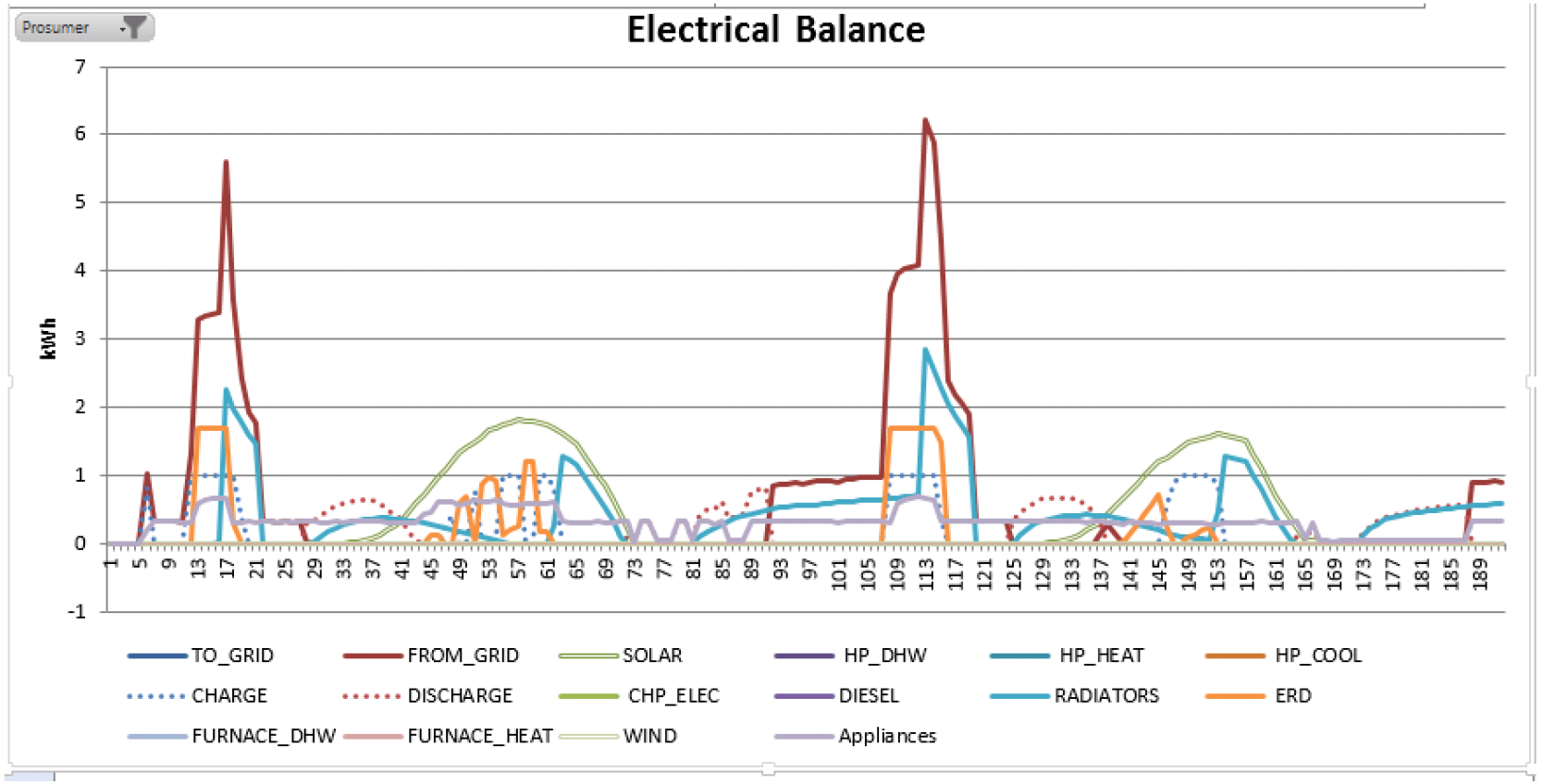
Actividad 2.3: Diseño y desarrollo de prototipo de plataforma interoperable de gestión de la demanda

Gestión óptima de:

Renovables

Almacenamiento

Climatización



Abscisa: 2 días en cuartos de horas

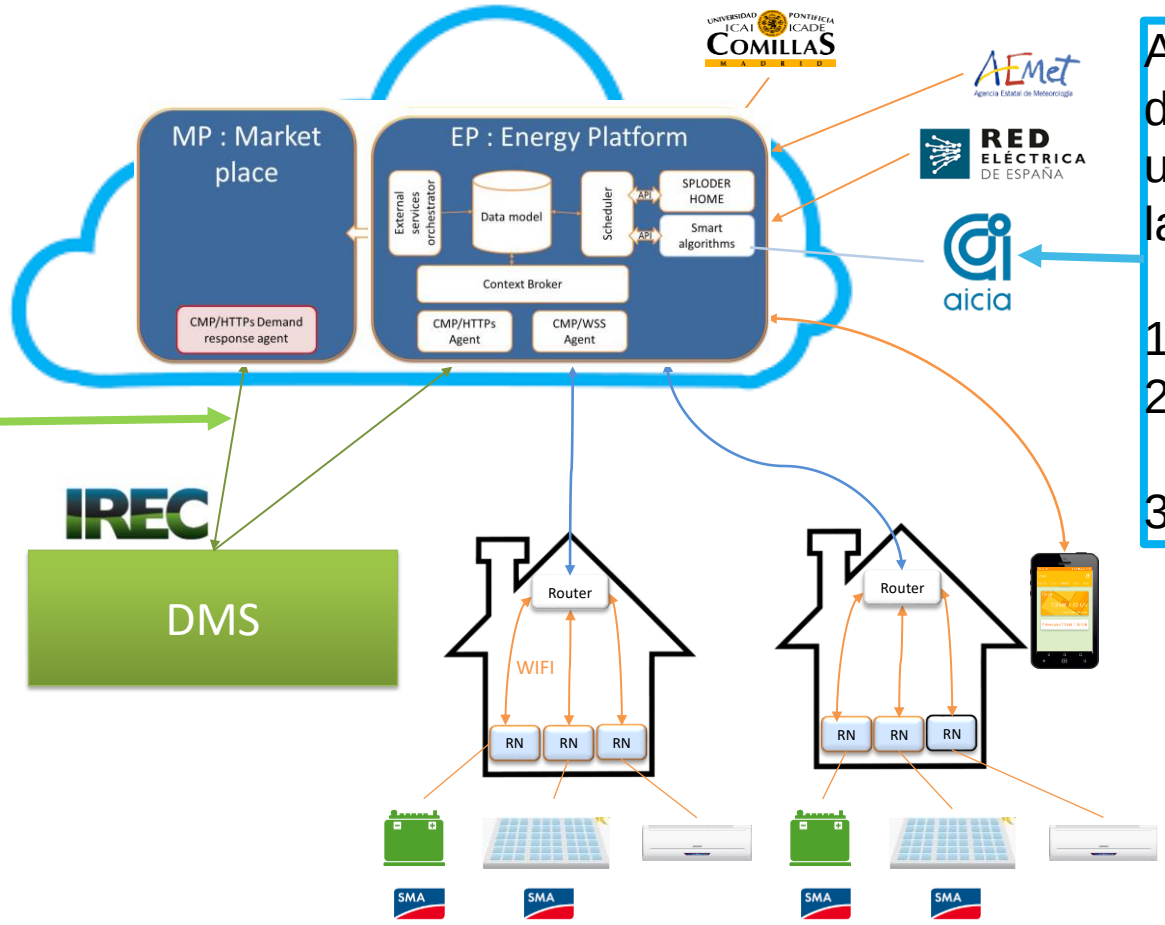
Third party integration

DSO-Aggregator integration & Third party intelligence integration

DMS recoge medidas de consumo, frecuencia, tensión, cada 15 minutos desagregadas por segundos del EP del agregador.

DMS manda consignas a EP del agregador cuando hay problemas en la red:

- O bien, por cliente
- O bien, de forma agregada por feeder.

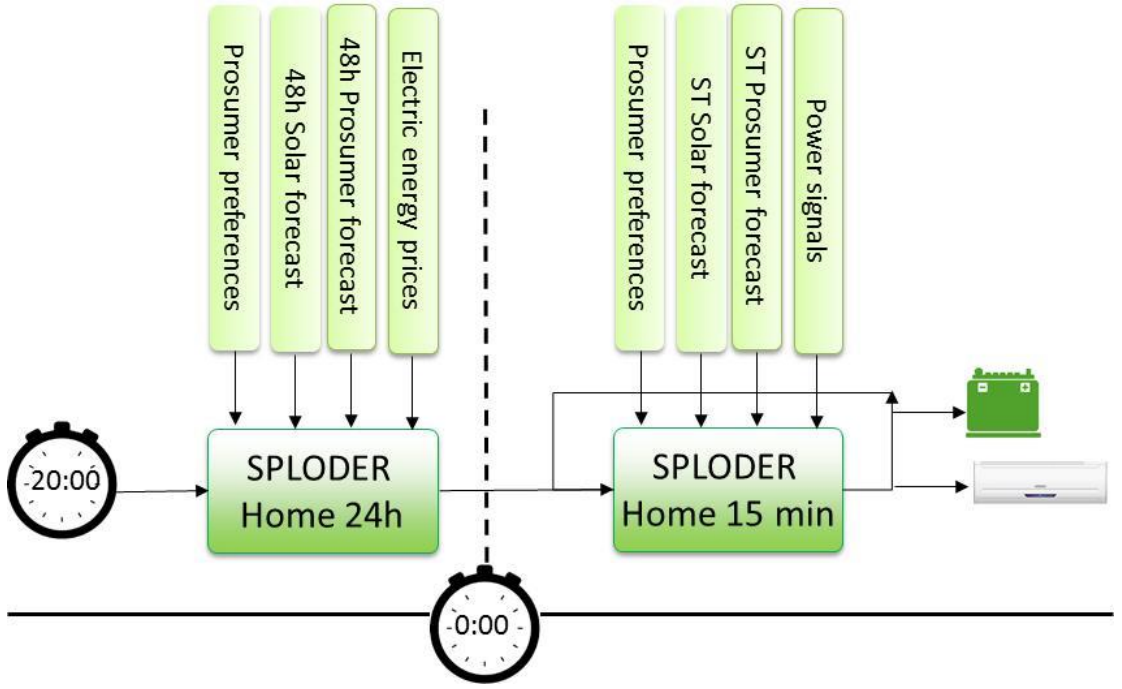


AICIA integra algoritmo de gestión térmica óptima usando la API pública de la EP.

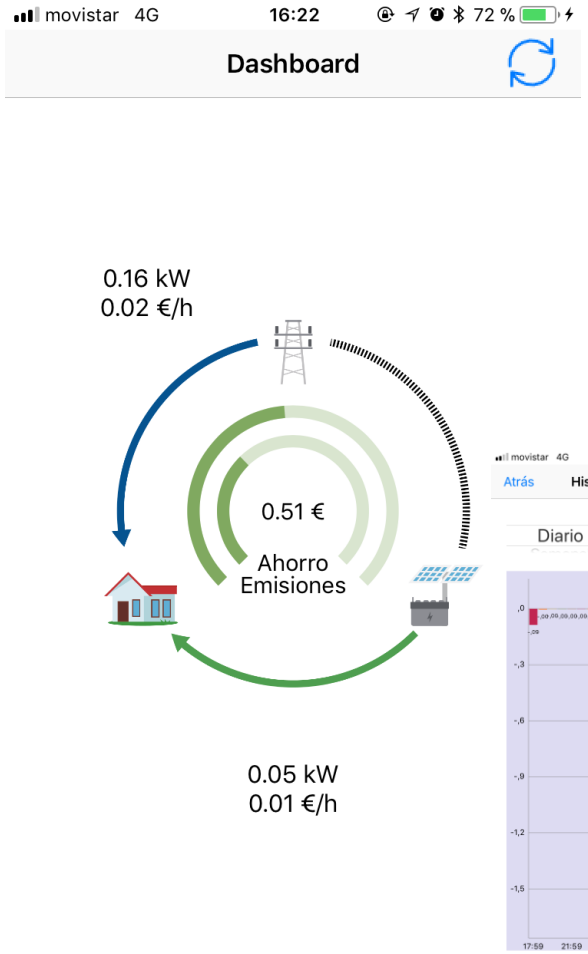
1. Suscribe a variables
2. Se ejecuta periódicamente
3. Actúa sobre clima

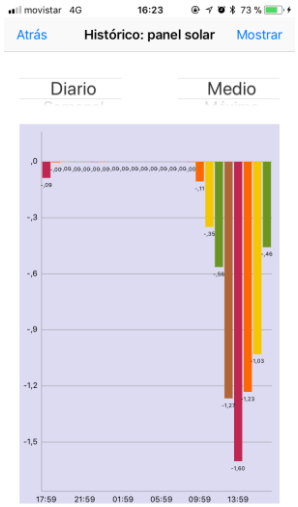
Energy services provided by SPLODER

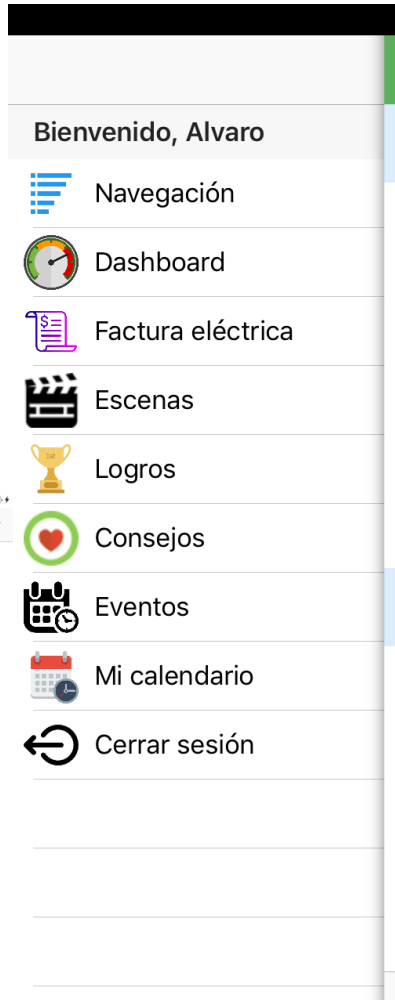
- **SPLODER Building** (OPEX): DER operation optimization (PV, heat pumps, EV, …).
- **Energy counselor**: provide advices to final users about how to reduce the energy bill.
- **Building guard**: service which monitor every device in buildings and provides maintenance events to ENDESA.
- **SPLODER Building** (CAPEX): suggest end-user investments to ENDESA. In this way, ENDESA can make customized and data driven offers to customers with very good ROI.
- **Customer behavior forecasting**: service that provides 48h end-user consumption forecasting.
- **Power control**: controls the power of the buildings in order to make peak shaving in real time.
- **PV generation forecasting**: service that provides 48h solar production forecasting.
- **Energy price monitoring**: service to provide energy prices in real time to end users.
- **Real time KPI**: this service estimates buildings' KPIs in real time.
- **Real time billing**: the end-user will be able to know what to pay so far.
- **Demand response**: the system will provide energy building flexibility to help the power grid island.
- **HVAC control**: The system has a real time thermal control to allow optimization without compromising the comfort levels.

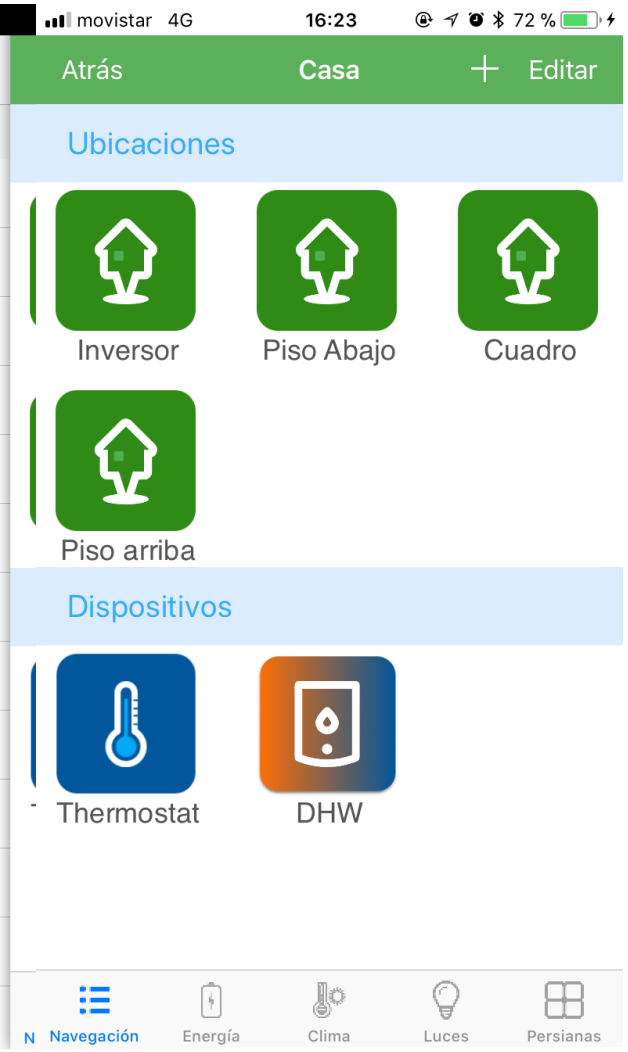


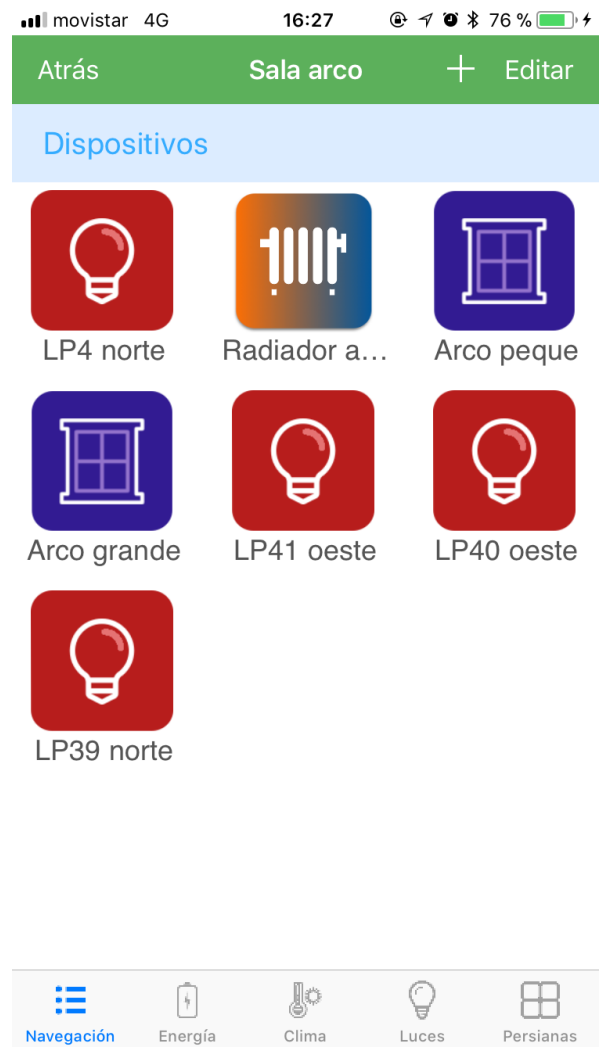
Interfaz de Usuario











KPIs

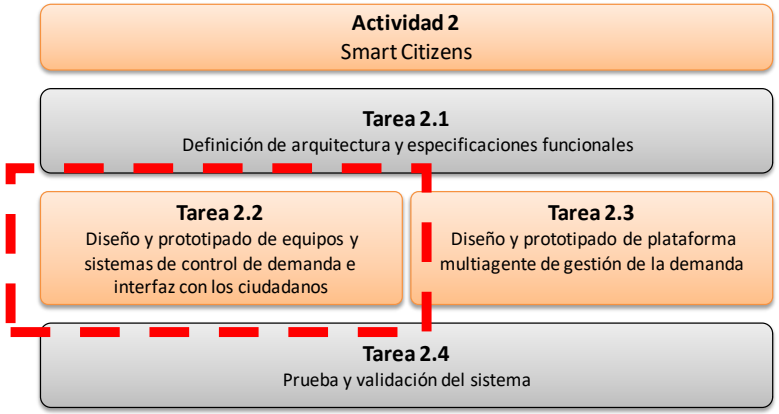
KPI ID	Objetivo	Unit	Valor
$BILLS$	Reducción de la factura	$\frac{€}{día}$	1,25-1,3
$\%BILLS$	% Reducción de la factura	%	25,5-30,5
$SPLODER$	Reducción de la factura debido solo a SPLODER	$\frac{€}{día}$	0,5-0,7
$\%SPLODER$	% Reducción de la factura debido a la actuación de SPLODER	%	12,5-13,8
THS_{DES}	Ahorro debido a la gestión óptima térmica cuando hay generación de DES	$\frac{€}{día}$	0,09
THS_{GRID}	Ahorro debido a la gestión óptima térmica cuando se consume energía de red	$\frac{€}{día}$	0,04
PKS_{GRID}	Ahorro debido a la reducción de picos de consumo de la red	$\frac{€}{día}$	0,22
$DHWS_{DES}$	Ahorro debido a la gestión óptima del agua caliente cuando hay generación de DES	$\frac{€}{día}$	0,01
$DHWS_{GRID}$	Ahorro debido a la gestión óptima del agua caliente cuando se consume energía de red	$\frac{€}{día}$	0,06
$BATS$	Ahorro debido a la gestión óptima de la batería	$\frac{€}{día}$	0,02
PVS	Ahorro debido a la producción PV	$\frac{€}{día}$	0,86
$DEMS$	Ahorro debido a la reducción de la demanda	$\frac{€}{día}$	0,15

AICIA

Servando Álvarez Domínguez
AICIA Universidad de Sevilla

Actividad 2: Smart citizens

Participación de AICIA Grupo TMT



Relación con los objetivos de la actividad

- Gestión inteligente de cargas térmicas y eléctricas.
- Almacenamiento de la energía

Tareas

- Diseño de nuevos algoritmos de control de los sistemas
- Técnicas avanzadas de control de la climatización para almacenar energía en el propio edificio: pre-heating, pre-cooling, y enfriamiento nocturno con aire exterior.

Acciones

- Protocolo de implementación y operación del sistema de gestión de la demanda de la vivienda: algoritmo de predicción de la demanda térmica de climatización
- Integración en la plataforma de gestión energética
- Potencial para la escalabilidad de las soluciones

Actividad 2: Smart citizens

Participación de AICIA Grupo TMT

Algoritmos de predicción de la demanda energética de calefacción y refrigeración

- Dos algoritmos de aplicación sucesiva que avanzan simultáneamente en el tiempo
- Basados en la física de los fenómenos

Línea base primaria.- Modela el comportamiento natural del edificio (sin intervención del usuario).

- Variable dependiente: temperatura interior del edificio en oscilación libre.
- Variables independientes: clima (temperatura exterior, radiación solar) y fuentes internas

Línea base secundaria.- Modela el efecto del uso (on /off del equipo, consignas, ventilación nocturna)

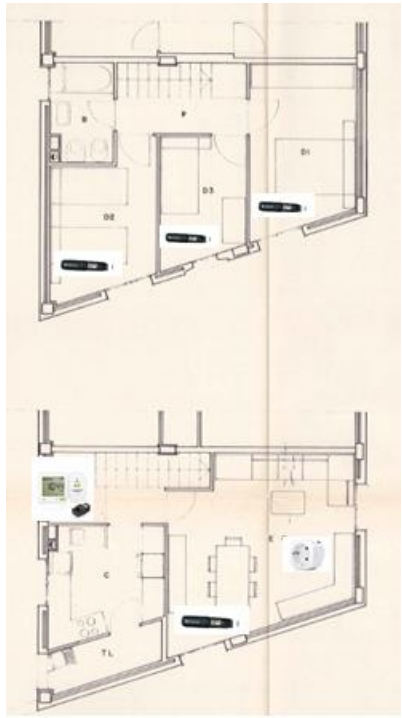
- Variable dependiente: Consumo de acondicionamiento
- Variable independiente: Diferencia entre la temperatura interior medida y la temperatura del edificio en oscilación libre.

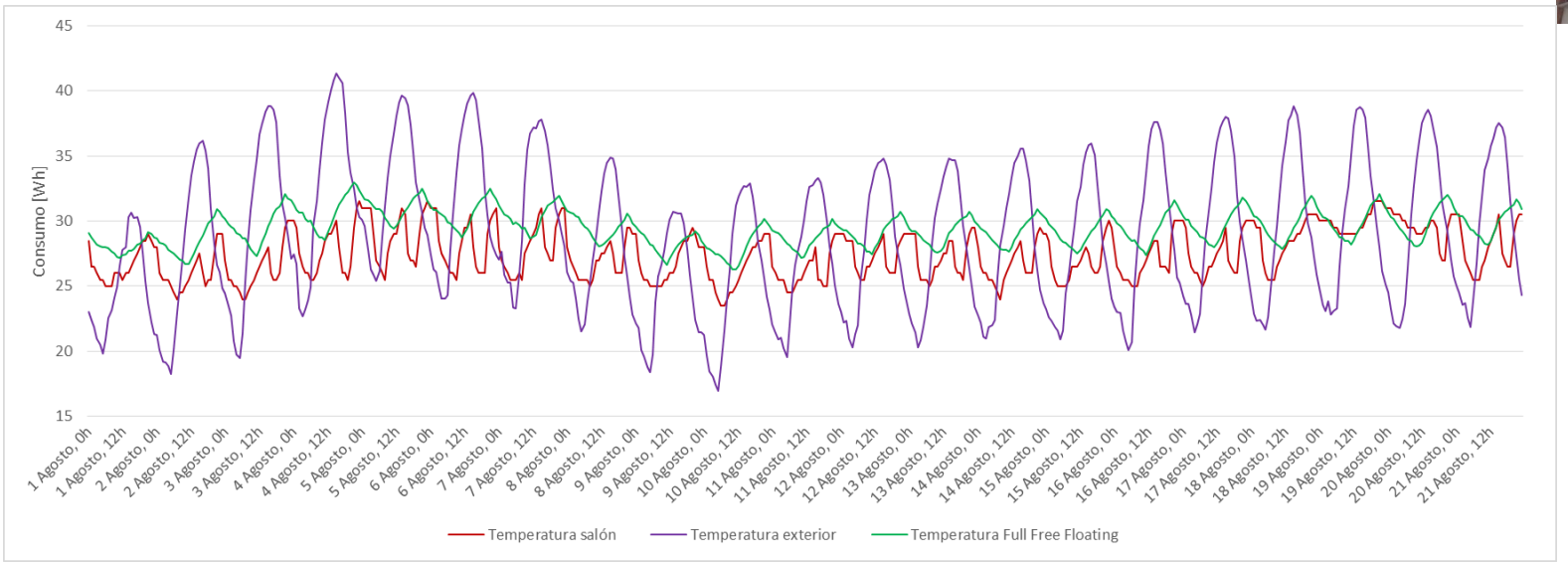
Actividad 2: Smart citizens

Ejemplo real de línea base primaria (vía medidas)

Línea base primaria.- Modela el comportamiento natural del edificio (sin intervención del usuario).

$$T_{OFF}(h) = \sum_{i=0}^{6} a_i \cdot T_{EXTERIOR}(h-i) + \sum_{i=0}^{6} b_i \cdot GS(h-i) + \sum_{i=0}^{8} d_i \cdot T_{OFF}(h-i) + TI$$





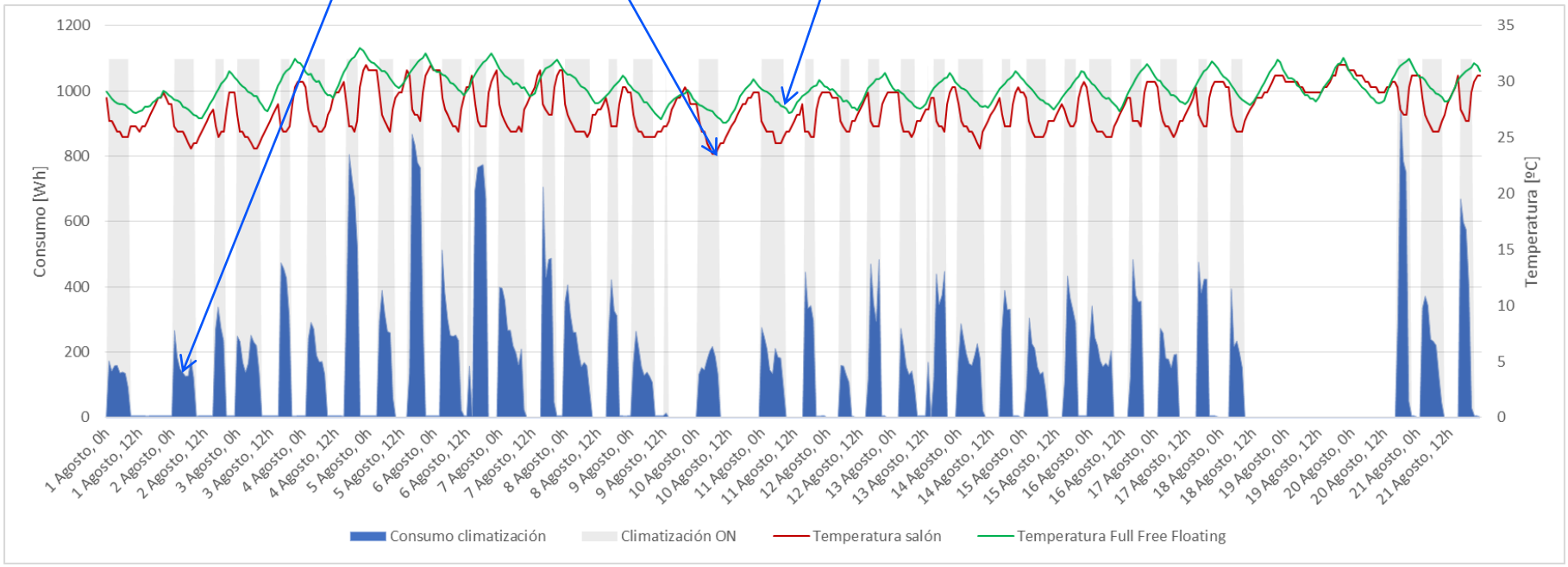
Actividad 2: Smart citizens

Ejemplo real de línea base secundaria (vía medidas)

Línea base secundaria.- Modela el efecto del uso (on /off del equipo, consignas, ventilación nocturna)

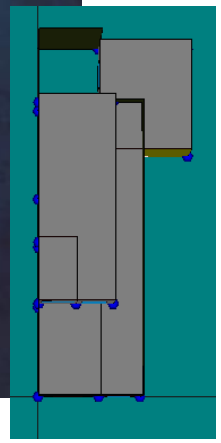
$$Q(h) = \sum_{i=0}^{6} c_i \cdot \Delta T_{INT}(h-i) + \sum_{i=0}^{2} d_i \cdot Q(h-i)$$

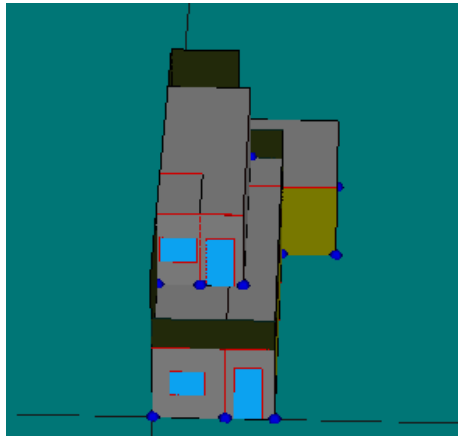
$$\Delta T_{INT}(h) = T_{INTERIOR_MEDIDA}(h) - T_{OFF}(h)$$

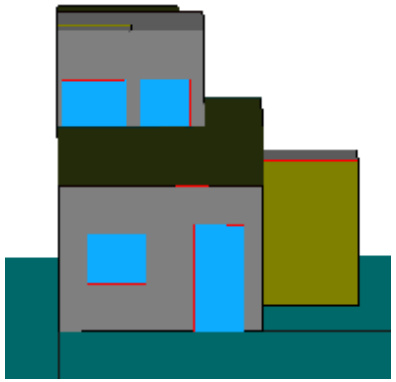


Actividad 2: Smart citizens

Ejemplo vivienda en Graciosa





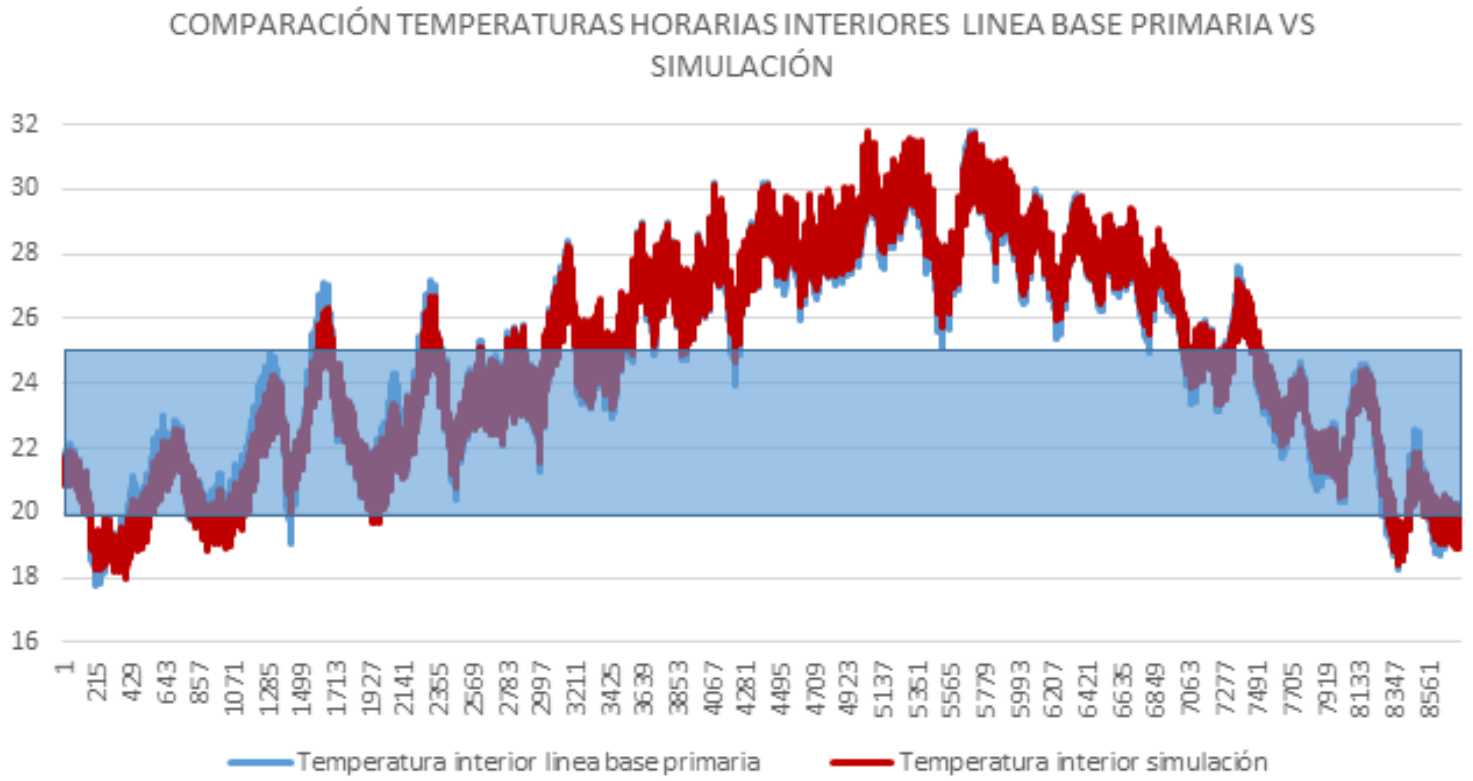


Actividad 2: Smart citizens

Ejemplo vivienda en Graciosa (vía simulación)

Resultados de la simulación y línea base primaria

$$T_{OFF}(h) = \sum_{i=0}^{6} a_i \cdot T_{EXTERIOR}(h-i) + \sum_{i=0}^{6} b_i \cdot GS(h-i) + \sum_{i=0}^{8} d_i \cdot T_{OFF}(h-i) + TI$$

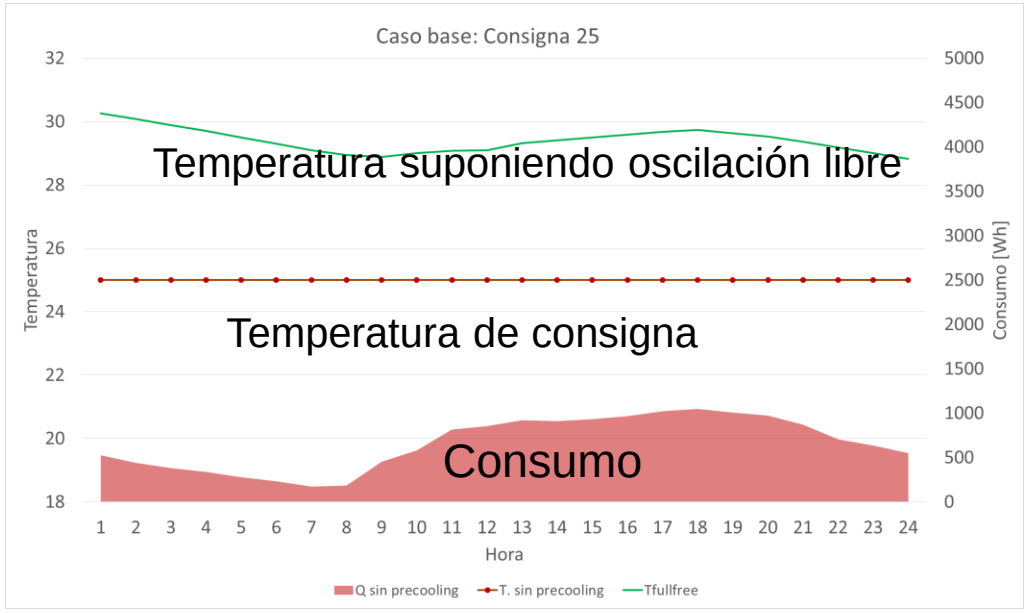


Actividad 2: Smart citizens

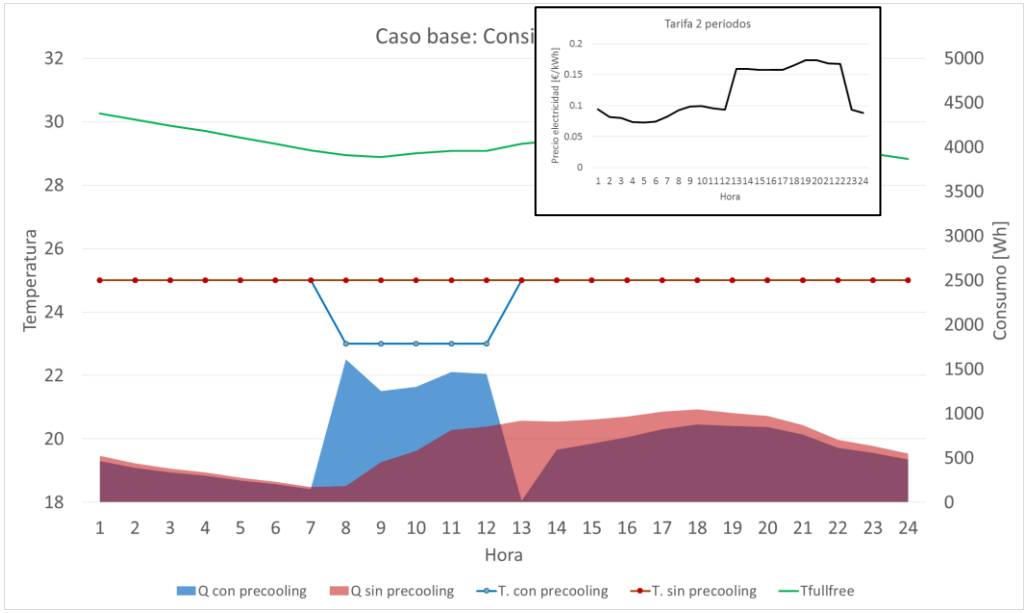
Gestión de la demanda en base a los algoritmos de predicción

Edificio situación actual

Caso base



Con preenfriamiento en horas valle

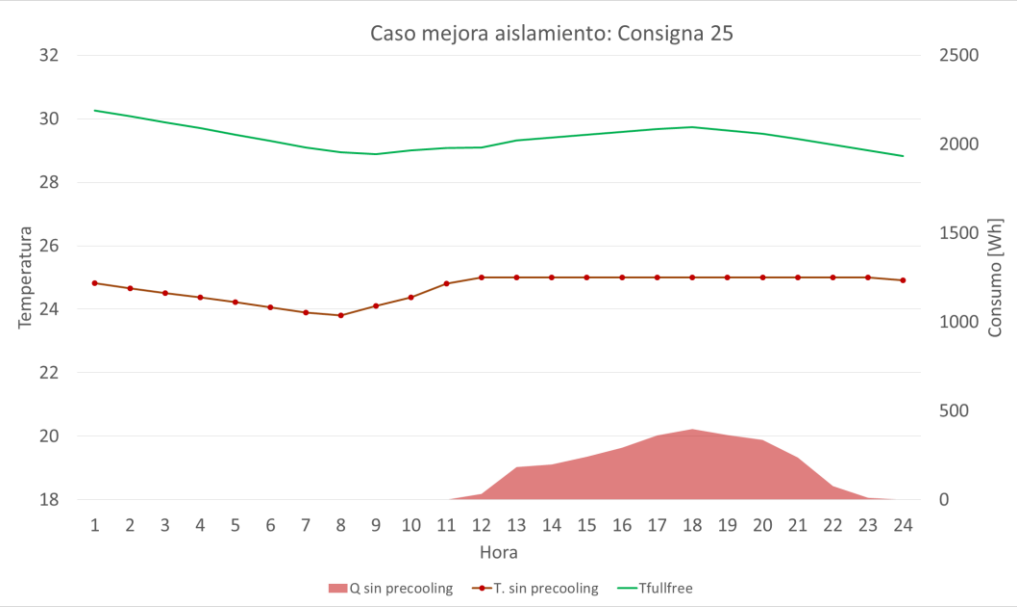


Actividad 2: Smart citizens

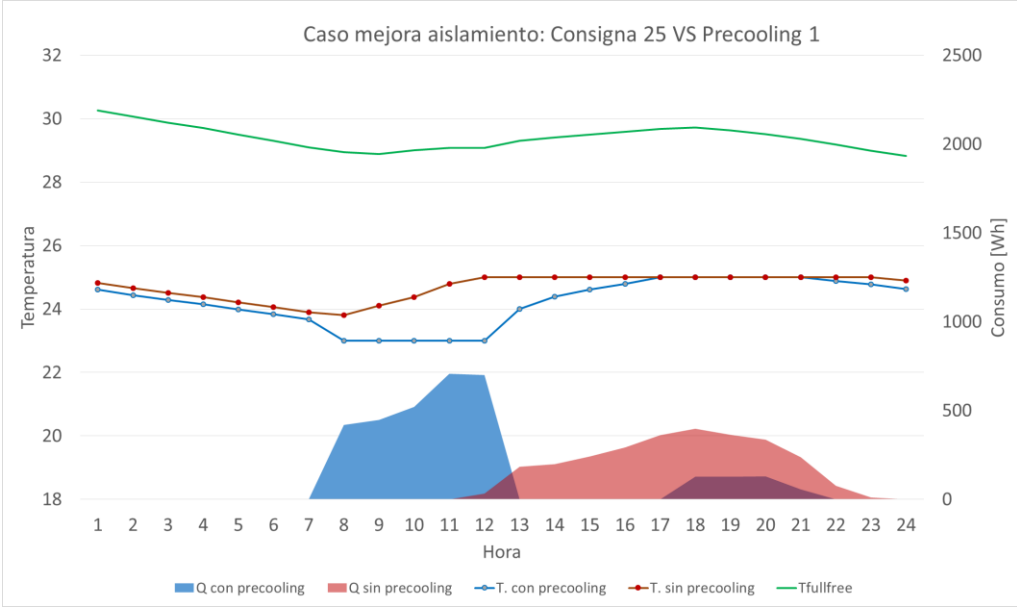
Gestión de la demanda en base a los algoritmos de predicción

Edificio con mejora de aislamiento

Caso base



Con preenfriamiento en horas valle



Actividad 2: Smart citizens

Gestión de la demanda en base a los algoritmos de predicción

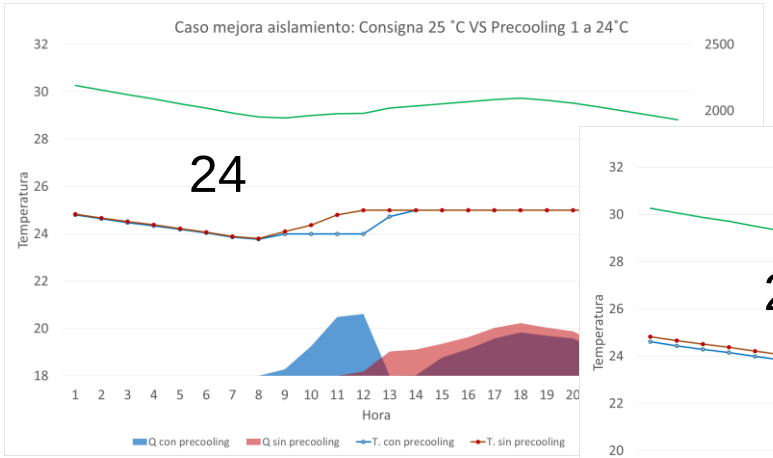
Resumen preeenfriamiento de 5 horas a 23ºC con y sin mejora de aislamiento

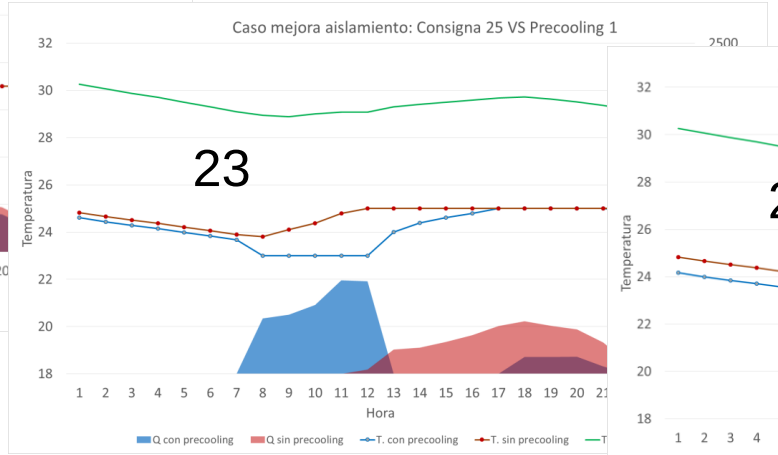
	JULIO Y AGOSTO	Sin precooling	Precooling 1:5h valle 23 ˚C, 2 periodos	Precooling 2: 5h valle 23˚C, gratis	Precooling 3: 2h valle 23˚C, gratis
Caso base	CONSUMO CLIMAT. [kWh]	709.80	789.17	789.17	742.27
	COSTE TOTAL [€]	98.14	95.91	60.67	75.27
	AUMENTO CONSUMO [%]	0	11.2%	11.2%	4.6%
	AHORRO COSTES [%]	0	2.3%	38.2%	23.3%
Mejora 20 cm. aislamiento	CONSUMO CLIMAT. [kWh]	134.26	148.77	148.77	143.99
	COSTE TOTAL [€]	21.44	16.26	4.70	8.37
	AUMENTO CONSUMO [%]	0	10.8%	10.8%	7.3%
	AHORRO COSTES [%]	0	24.2%	78.1%	61.0%

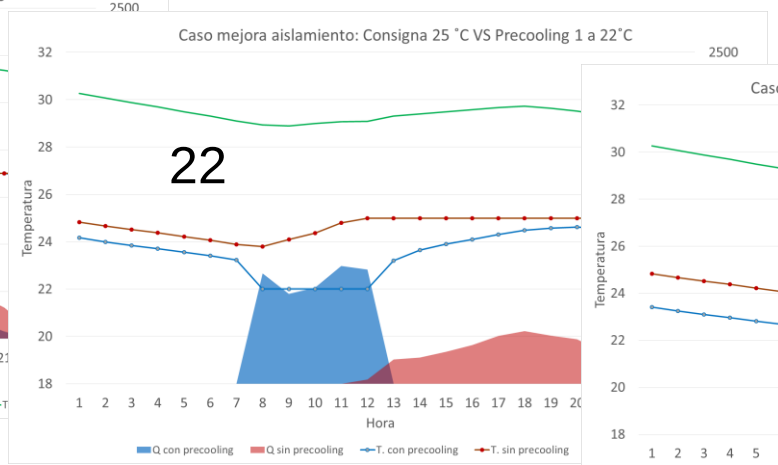
Actividad 2: Smart citizens

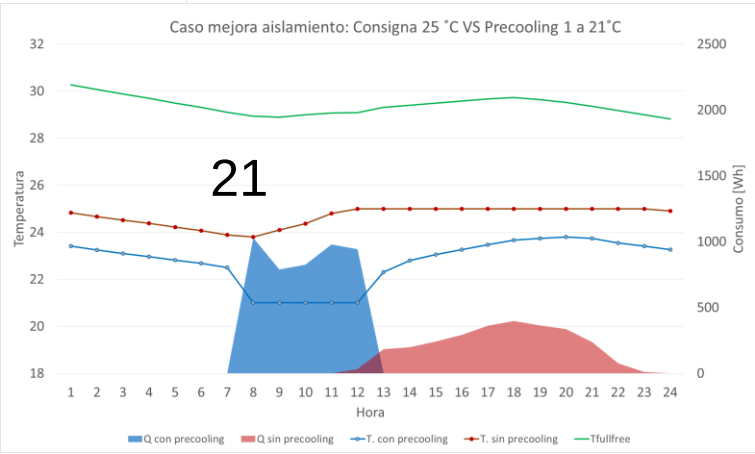
Gestión de la demanda en base a los algoritmos de predicción

Edificio con mejora de aislamiento. Efecto de la temperatura de precooling









	JULIO Y AGOSTO	Sin precooling	Precooling 5h valle 24 ˚C, 2 periodos	Precooling 5h valle 23 ˚C, 2 periodos	Precooling 5h valle 22 ˚C, 2 periodos	Precooling 5h valle 21 ˚C, 2 periodos
Mejora 20 cm. aislamiento	CONSUMO CLIMAT. [kWh]	134.26	137.16	148.77	170.29	195.76
	COSTE TOTAL [€]	21.44	19.18	16.26	16.50	18.74
	AUMENTO CONSUMO [%]	0	2.2%	10.8%	26.8%	45.8%
	AHORRO COSTES [%]	0	10.5%	24.2%	23.1%	12.6%

Actividad 2: Smart citizens

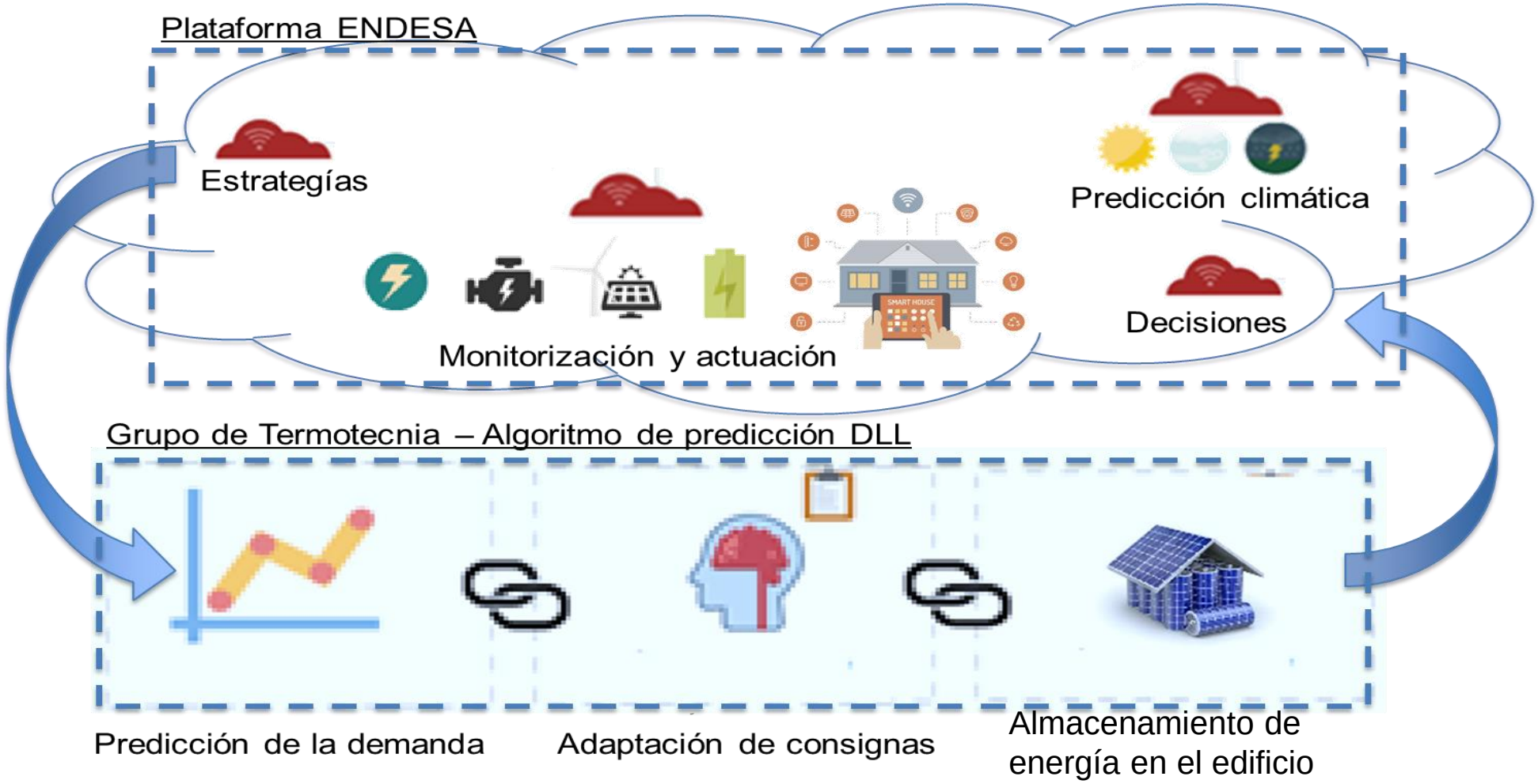
Participación de AICIA Grupo TMT

Resumen y conclusiones sobre algoritmos de predicción de la demanda energética de calefacción y refrigeración

- Dos algoritmos (línea base primaria y línea base secundaria de aplicación sucesiva que avanzan simultáneamente en el tiempo)
- Basados en la física de los fenómenos
- La línea base primaria predice el comportamiento natural del edificio (sin intervención del usuario).
- La línea base secundaria predice el efecto de las decisiones de uso del equipo sobre el comportamiento natural del edifico
- La línea base secundaria permite diseñar en tiempo real y de manera simple estrategias de optimización del uso a través del almacenamiento estructural de energía térmica,
- La optimización en on/off y consignas es compatible con estrategias de control solar (con línea base primaria) y de ventilación nocturna (con línea base secundaria)

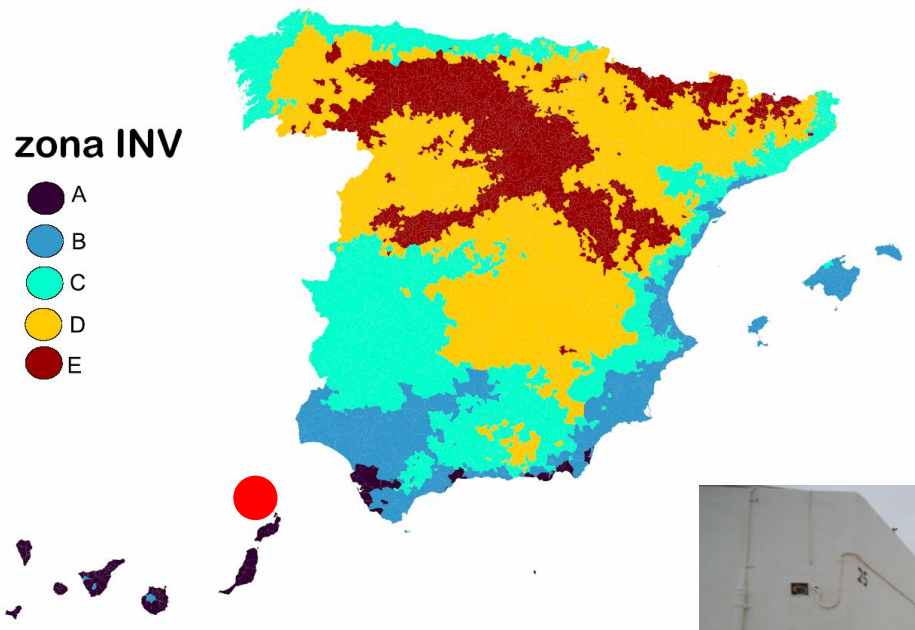
Actividad 2: Smart citizens

Integración en la plataforma de gestión energética

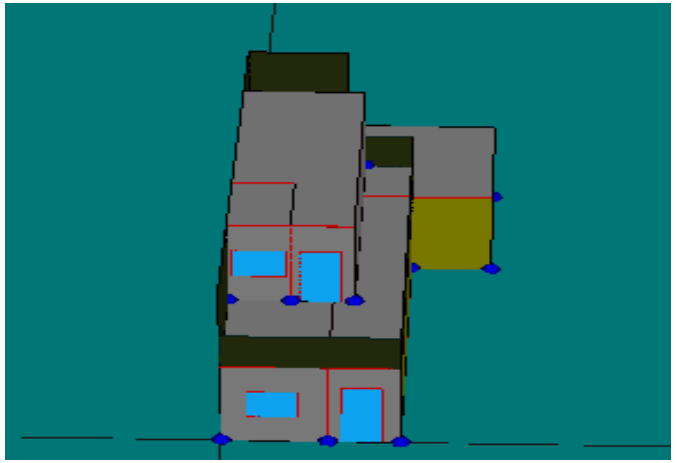


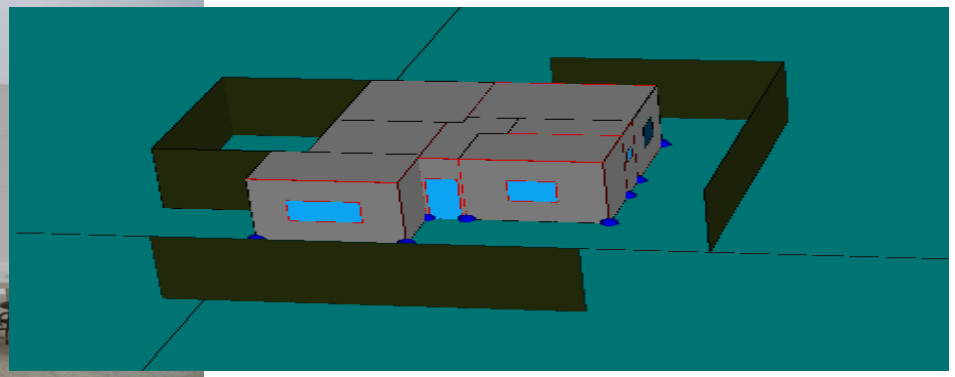
Actividad 2: Smart citizens

Potencial para la escalabilidad de las soluciones



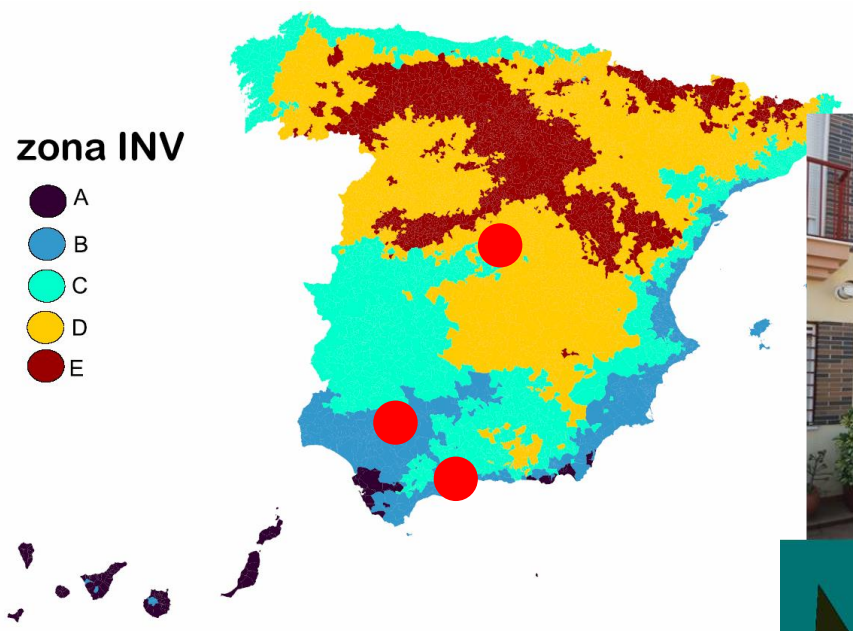
GRACIOSA

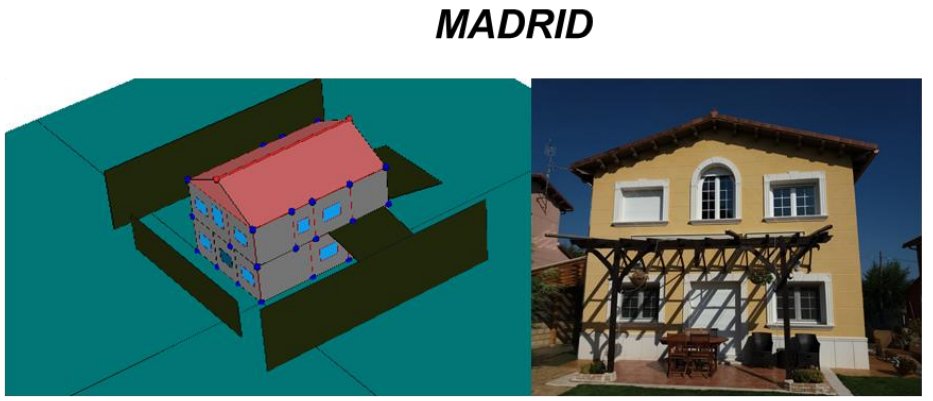


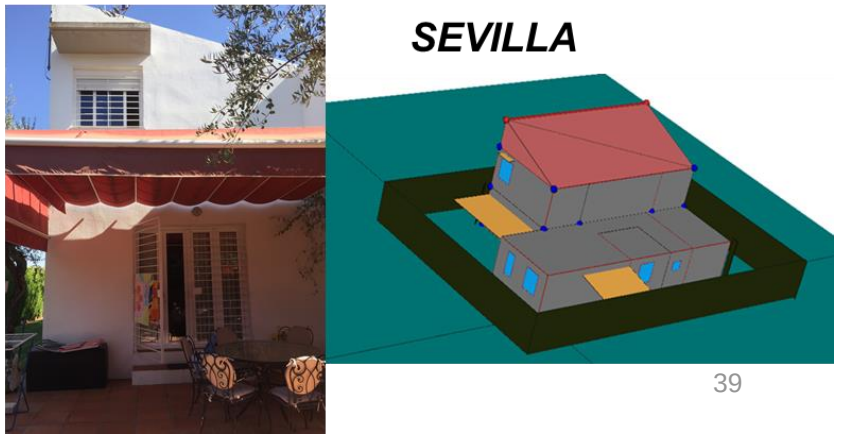


Actividad 2: Smart citizens

Potencial para la escalabilidad de las soluciones







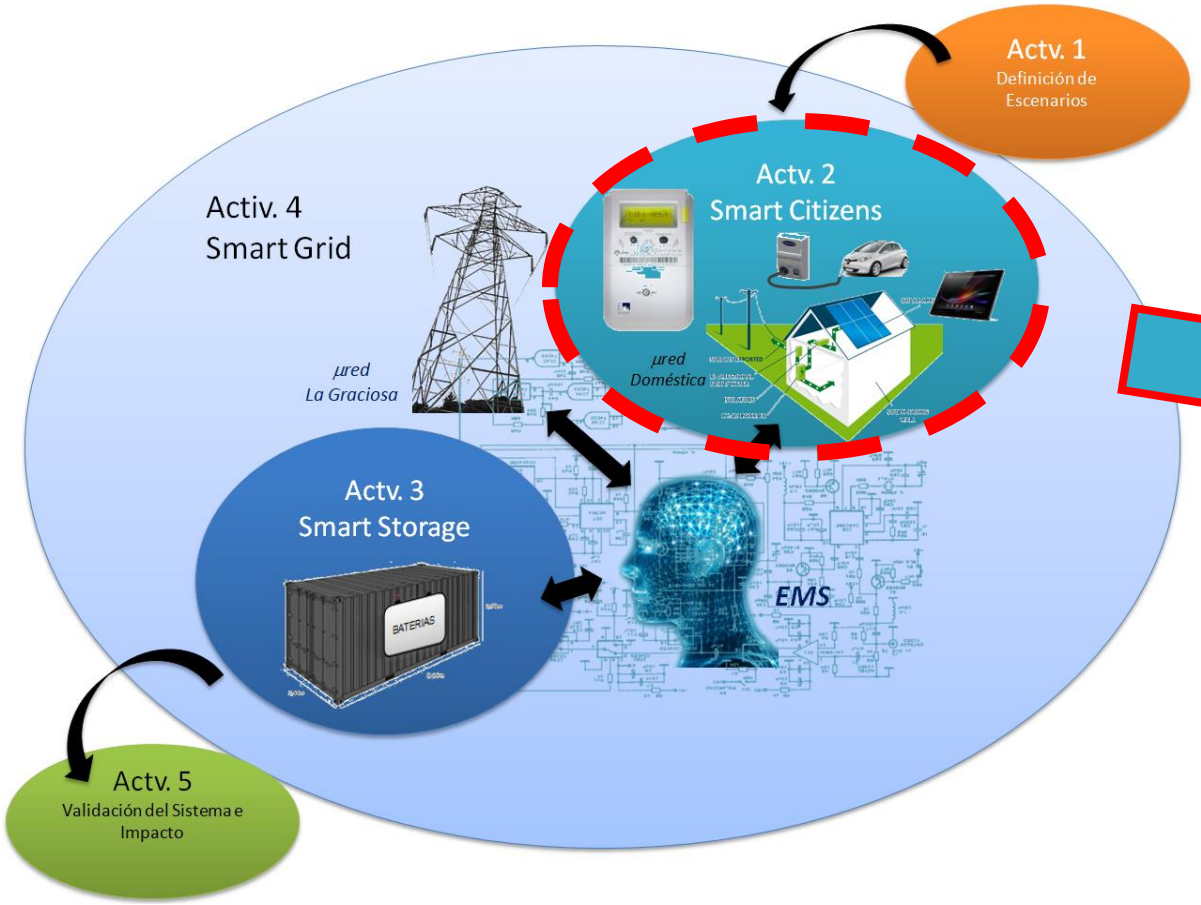
FIDETIA

Enrique Personal Vázquez

TIC150: Tecnología Electrónica e Informática Industrial

FIDETIA (Universidad de Sevilla)

Actividades del Proyecto



Tarea Fidetia - EE

Definición e implementación de un conjunto de **Indicadores de Desempeño** (KPIs) que permitan la evaluación de las acciones llevadas a cabo en la Actividad 2

Utilidad de una métrica o KPIs

Un conjunto de KPIs (o indicador clave de rendimiento) consisten en un conjunto de medidas cuyo valores están directamente relacionados con objetivos fijados en el proyecto.

- Debe ser conciso y con un leguaje claro

  (típicamente expresado como %)

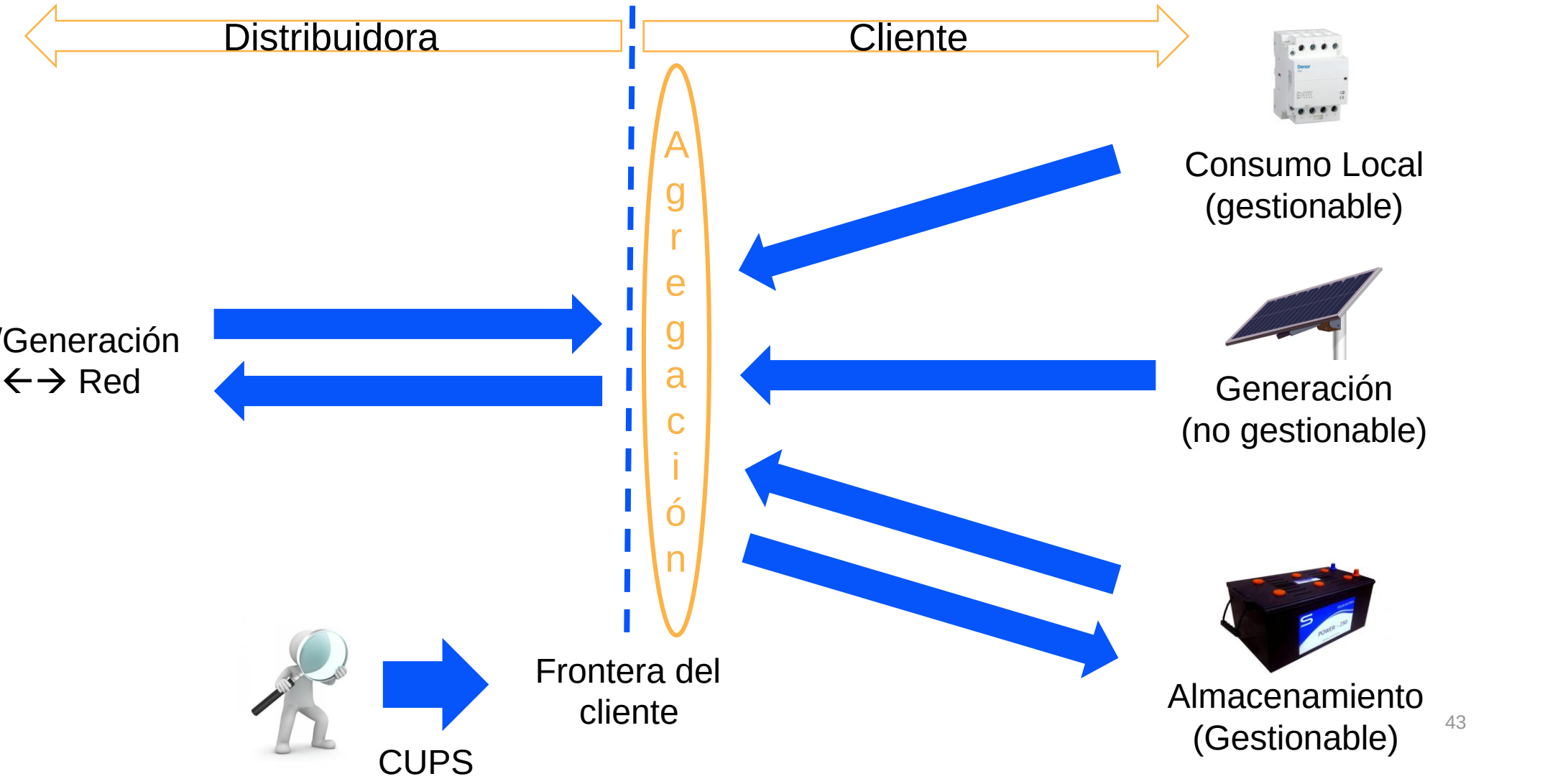
- Generalmente estructurados en un cuadro de mandos

- Debe poder ser calculado periódicamente y reflejar la evolución temporal

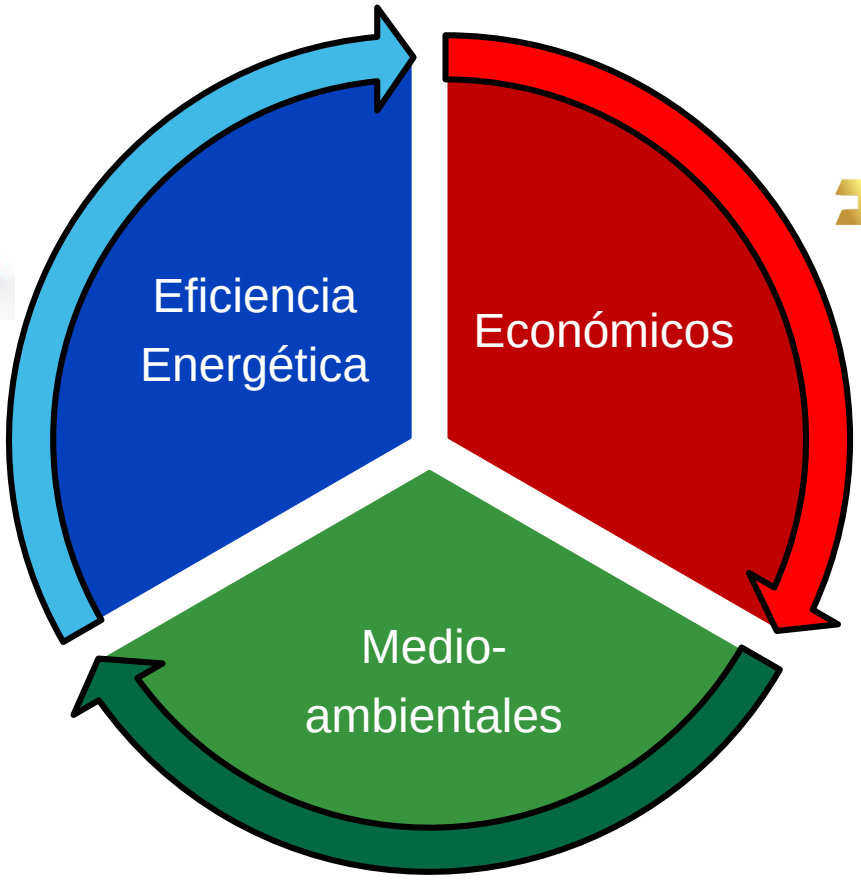
  (debe hacer posible un seguimiento de su evolución en el tiempo de forma que ponga de manifiesto las ventajas e inconvenientes de las estrategias planteadas)

Pueden ser útiles para la elección y comparación de estrategias, permitiendo escoger la más efectiva en cada momento

Esquema del consumo



Indicadores Propuestos



Indicadores estructurados en tres grupos

Indicadores Propuestos

Eficiencia Energética

Análisis a dos niveles, el cual también puede ser dividido en diferentes sistemas

Indicadores Globales	Indicadores Globales			
Consumo de Energía global (Vivienda completa)	**Consumo de Energía local**	**Generación**	**Almacenamiento**	
Reducción del consumo Global	**Aplanamiento de la curva de demanda**	**Reducción del consumo Local**	**Aplanamiento de la curva de consumo Local**	**Porcentaje del consumo gestionable**	**Porcentaje de consumo local generado**	**Porcentaje de consumo local regulado por la batería**	**Eficiencia del Sistema de almacenamiento**

Indicadores Propuestos

Eficiencia Energética

Ahorro económico en la factura del cliente

- Ahorro económico por reducción del consumo
- Ahorro económico por reducción del Termino de Potencia

Estudios de Amortización de los sistemas

- Horizonte amortización del sistema de gestión del consumo Local
- Horizonte amortización del sistema de Generación
- Horizonte amortización del sistema de Almacenamiento

Ahorro del consumo comparado con clientes de la misma tipología

Indicadores Propuestos

Eficiencia Energética

Reducción global de emisiones de CO_2

Reducción emisiones de CO_2 *asociadas a la generación local*

Reducción emisiones de CO_2 *asociadas a reducción del consumo*

Arquitectura de Datos

Datos de Consumo
Plataforma de Univ. Comillas

Datos climatológicos
AEMET

Calendario de Festivos

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA

Parámetros de la red
(Mix Generación, PVPC, etc.)

Motor de Cálculo

Líneas Base

KPIs

Descripción del Piloto

- Vivienda en Madrid (Piloto en funcionamiento)

- Tres tipologías de clientes en La Graciosa; (En despliegue)
  - Residencial 3,3 kW
  - Residencial 5,75 kW
  - Industrial 26,3 kW

Resumen primeros resultados

Vivienda Piloto

Reducción del consumo Global	36,8 % (15,1 kWh/día)
Reducción del consumo Local	7,78 % (8 kWh/día)
Ahorro económico en la factura	31 % (2,12 €/día)
Reducción global de emisiones de CO_2	36 % (2,89 $KgCO_2$/día)

Gracias por su atención