



La ciudad y la  
energía:  
propuestas  
para el  
desarrollo  
sostenible  
urbano

El autoconsumo eléctrico y sus posibilidades  
reales

Mariano Sidrach de Cardona Ortín

Málaga, 11 de septiembre de 2017



## 1. Las instalaciones FV de autoconsumo

- ¿Qué es una instalación de autoconsumo?
- ¿Cuáles son los elementos de un sistema FV de autoconsumo?
- ¿Qué ahorros energéticos puedo esperar y de que dependen?
- ¿Es viable una instalación de autoconsumo?
- ¿Cuál es el tamaño óptimo?

## 2. Situación del autoconsumo en el mundo: La singularidad de España

## 3. Propuestas de la Fundación Renovables

## 4. Autoconsumo, movilidad eléctrica y generación distribuida

## 5. ¿Qué pueden hacer los ayuntamientos?



# El autoconsumo eléctrico y sus posibilidades reales

## Ventajas de la Energía Fotovoltaica:

### Tecnológicas:

- Convierte directamente Sol en electricidad
- Modular
- Precios competitivos

### Ambientales y Sociales:

- Produce energía limpia
- Permite llevar la producción al consumo
- Descentralizar la oferta energética
- Rompe el monopolio eléctrico
- Responsabiliza al ciudadano de su consumo energético

**DEMOCRATIZAR EL CONSUMO DE ENERGÍA**



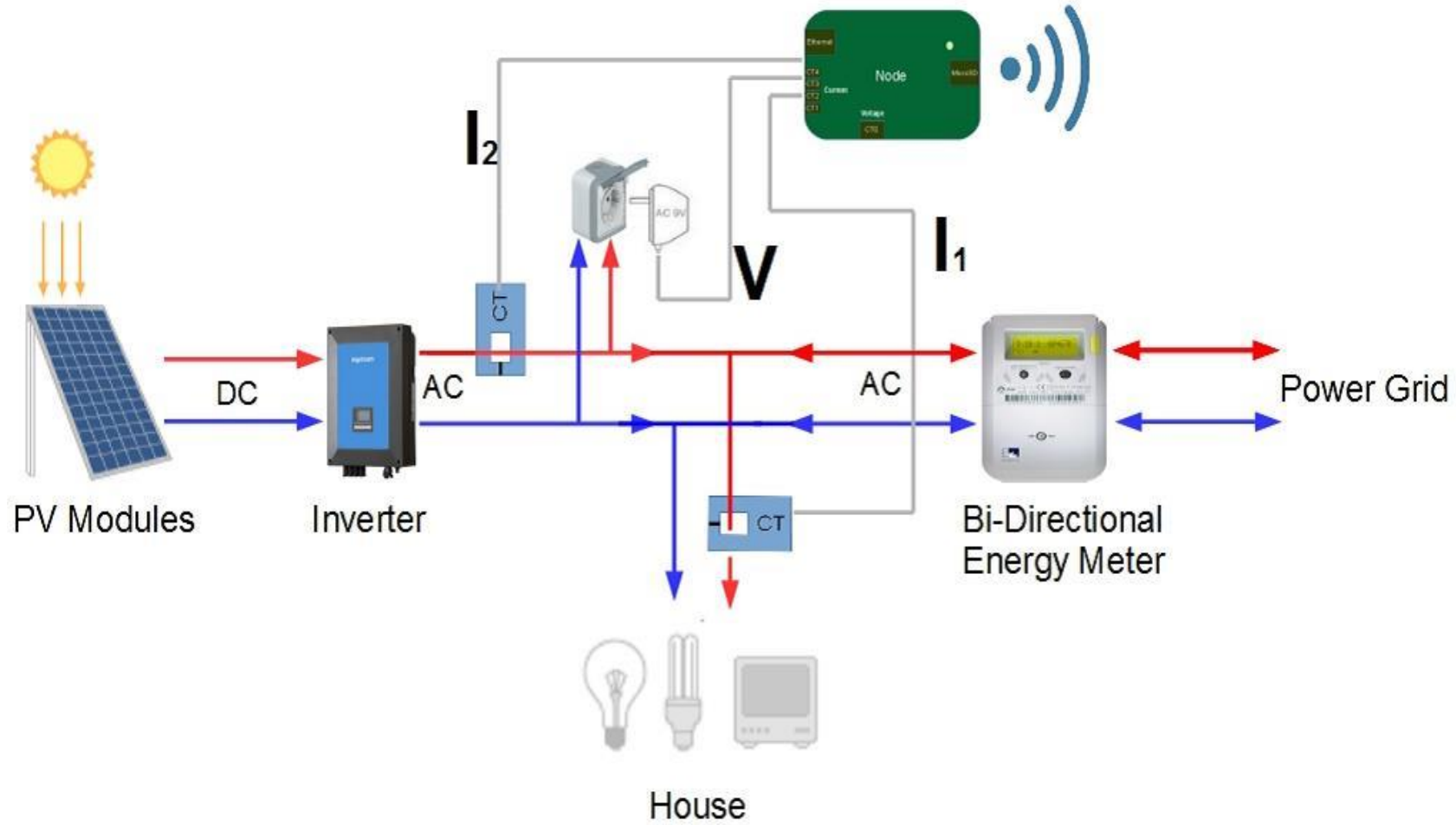
## **Autoconsumo.**

Una instalación de autoconsumo, es un sistema que permite generar energía eléctrica al usuario para abastecer sus necesidades energéticas, vertiendo a la red sus excedentes y tomando de la misma la energía que no pueda ser cubierta por su sistema.

En el caso de que esta generación se realice por medio de un sistema fotovoltaico se habla de “Sistema FV de Autoconsumo”.

Actualmente, estas instalaciones deben realizarse de acuerdo con el *RD. 900/2015 de 10 de octubre de 2015*

## Autoconsumo FV



## Autoconsumo FV



# Autoconsumo FV: Balances instantáneos

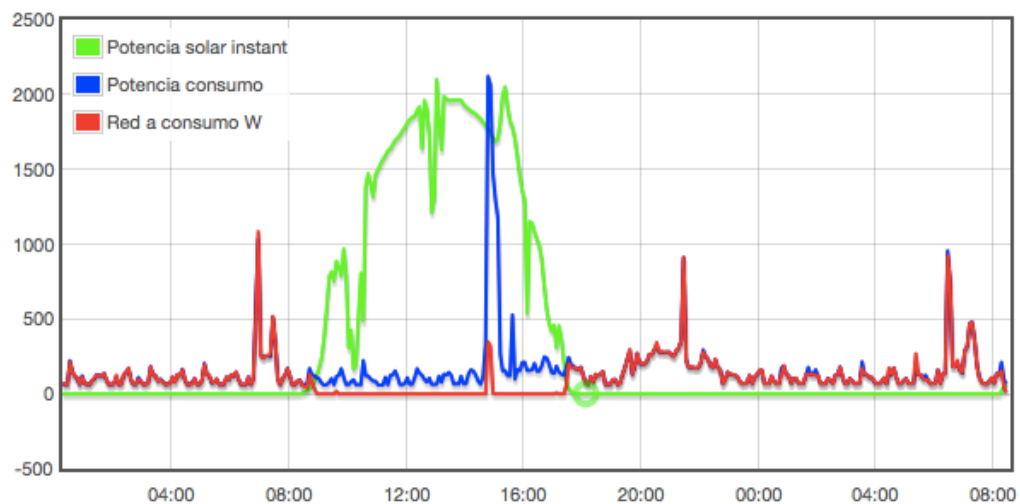


Innovación en  
Sistemas de  
Monitorización

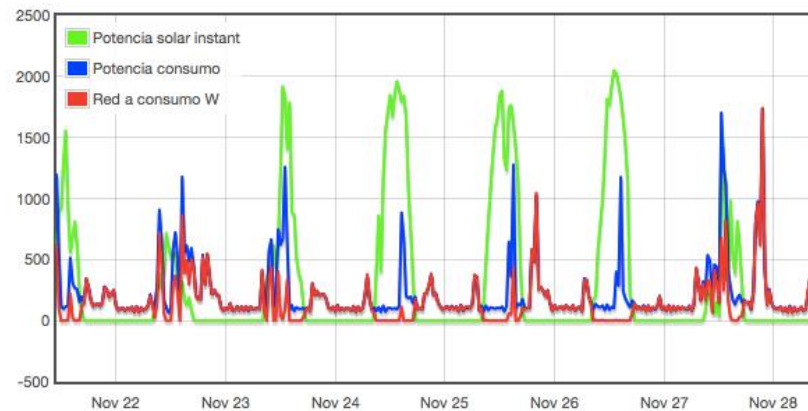


Blog autoconsumofv

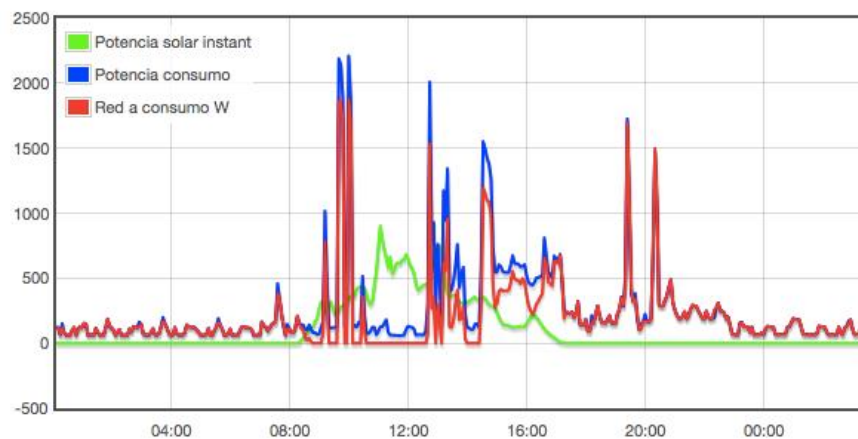
## Valores instantáneos (W)



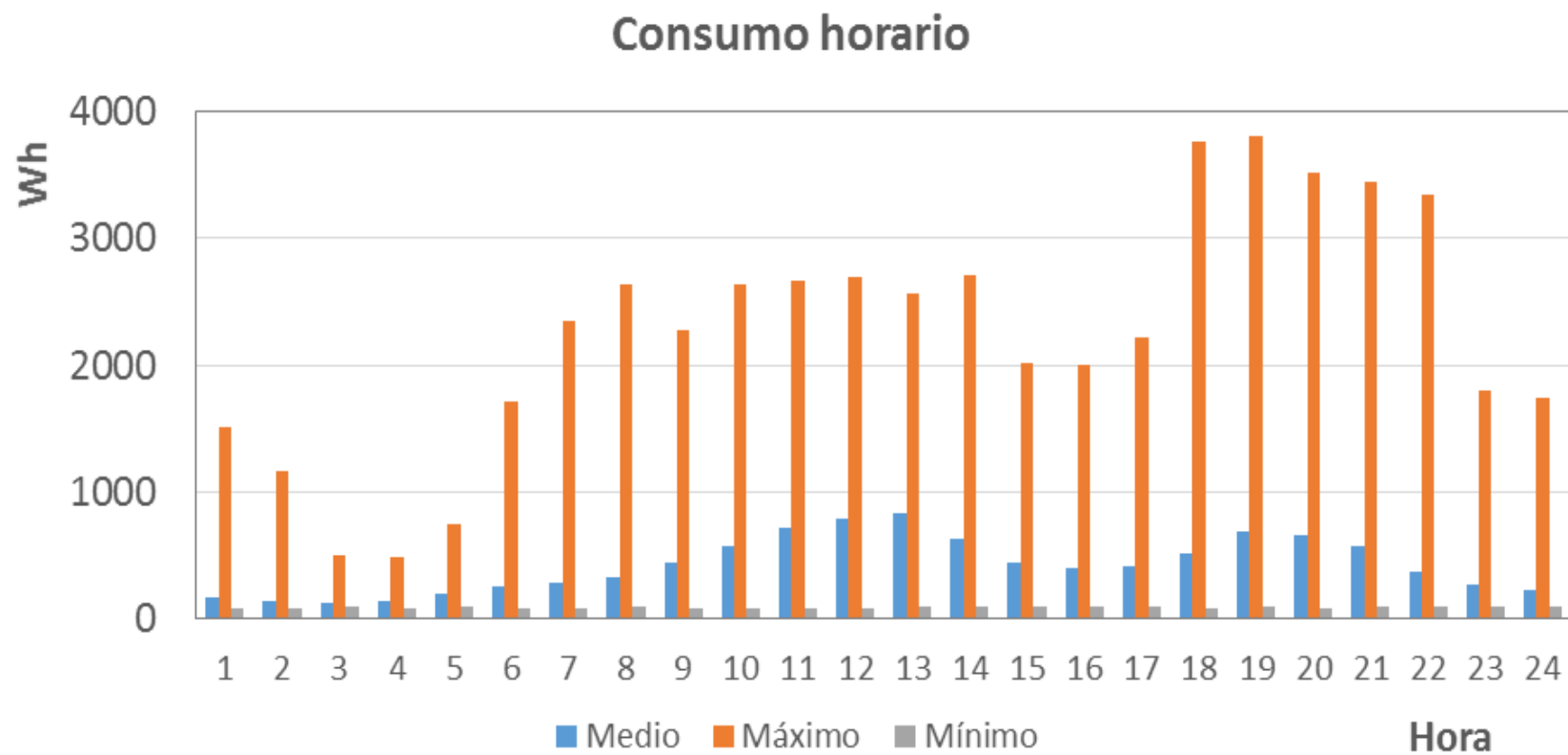
## Valores instantáneos (W)



## Valores instantáneos (W)



## Autoconsumo FV: Balances instantáneos





## Un caso real:

- 12 PV módulos de 250 Wp
- 1 inversor de 3.0 kW
- Caja de protecciones
- Caja de conexión
- Sin baterías





## Resultados:

### **Autoconsumo:**

Energía consumida que viene directamente de los módulos FV.

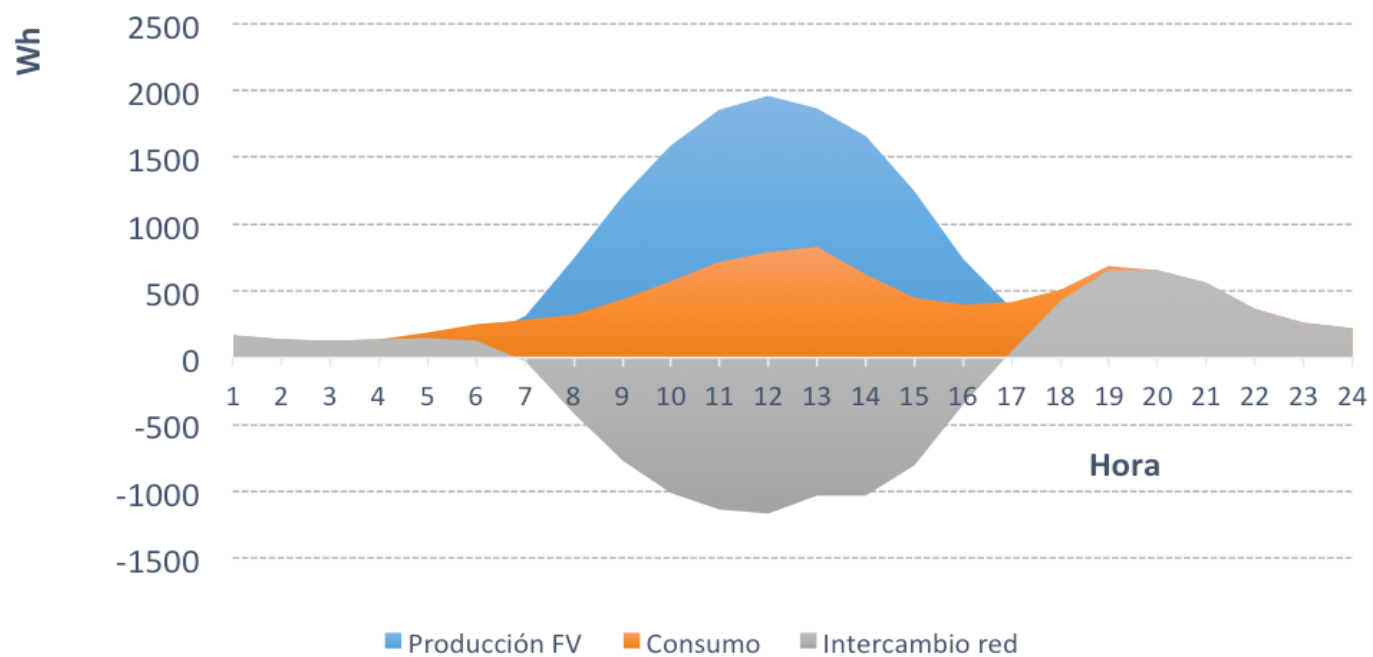
**Porcentaje de autoconsumo** es la relación entre la energía autoconsumida respecto al total producido por el sistema FV en un periodo de tiempo.

**Porcentaje de autosuficiencia** es la relación entre la energía autoconsumida respecto al consumo total de la vivienda en un periodo de tiempo

## Resultados:

	Producción FV (kWh)	Consumo (kWh)	Consumo de FV	Consumo de red	FV a la red	Autosuficiencia (%)	Autoconsumo (%)	Yield (kWh/kWp)
Enero	10.90	14.53	4.17	10.36	6.73	28.7	38.3	3.63
Febrero	12.35	12.86	4.58	8.28	7.78	35.6	37.1	4.12
Marzo	14.19	8.31	4.14	4.17	10.05	49.8	29.2	4.73
Abril	14.55	8.80	4.45	4.34	10.10	50.6	30.6	4.85
Mayo	17.72	8.75	6.35	2.40	11.37	72.6	35.8	5.91
Junio	17.38	7.68	5.51	2.17	11.87	71.7	31.7	5.79
Julio	17.55	10.15	6.54	3.62	11.01	64.4	37.3	5.85
Agosto	15.76	13.45	7.34	6.11	8.42	54.6	46.6	5.25
Septiembre	14.43	10.64	6.35	4.29	8.08	59.7	44.0	4.81
Octubre	11.23	7.15	3.04	4.11	8.19	42.5	27.1	3.74
Noviembre	12.27	5.43	2.11	3.31	10.16	39.0	17.2	4.09
Diciembre	8.68	10.35	3.68	6.67	5.00	35.6	42.4	2.89
<b>Año</b>	<b>13.92</b>	<b>9.84</b>	<b>4.86</b>	<b>4.97</b>	<b>9.06</b>	<b>49</b>	<b>34</b>	<b>4.64</b>

### Balance energético horario medio



## Algunos resultados:

	Consumo kWh	Consumo/día kWh/día	Con PV kWh/día	Costes €/day	Ahorros (%)	PV producción kWh/day	A la red kWh/day	Precios pool €/día
2013	5887	16,1						
2014	3698	10,1			37,2			
2015	3592	9,8	4,9	0,64	49,0	13,9	9,0	0,52

**2013-2014: Ahorros debidos a medidas de eficiencia energética: 37.2%**

**2014-2015: Ahorros debidos a la instalación de autoconsumo: 49 %**

**Se ha consumido directamente el 39 % de la energía FV producida**

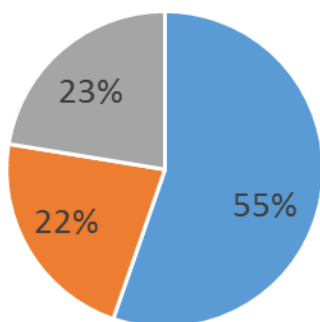
**Se ha producido con FV 1,4 veces el consumo anual de la vivienda**



**Ahorros económicos debidos al Sistema FV = 32.9 %**  
**Posible ahorro económico con neteo factura = 60.7 %**  
**Alrededor de 500 €/año**

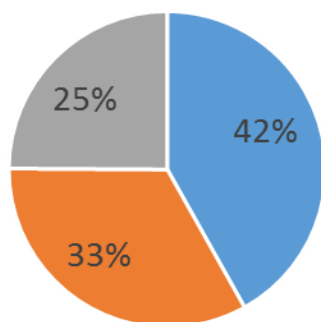
2015	Sin PV	Con PV	Con balance Neto factura
Energía	457,1	232,2	42,4
Potencia	184,1	184,1	184,1
Impuestos	185,4	138,1	98,3
Total (€)	826,6	554,5	324,8
€/kWh	0,230	0,304	

Sin FV



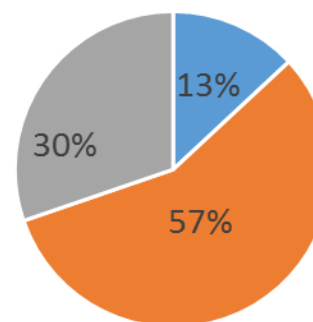
■ Energy ■ Power ■ Taxes

Con PV



■ Energy ■ Power ■ Taxes

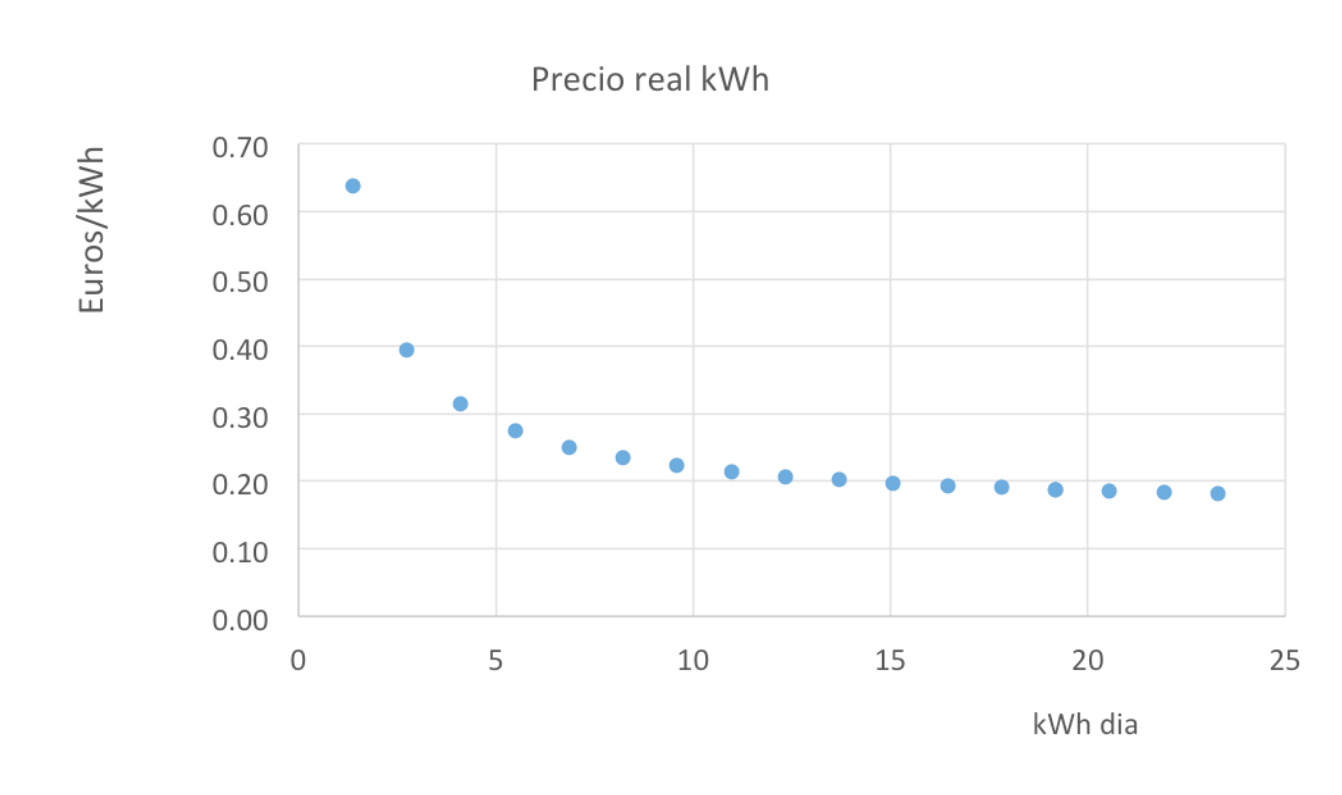
Con FV y neteo factura



■ Energy ■ Power ■ Taxes

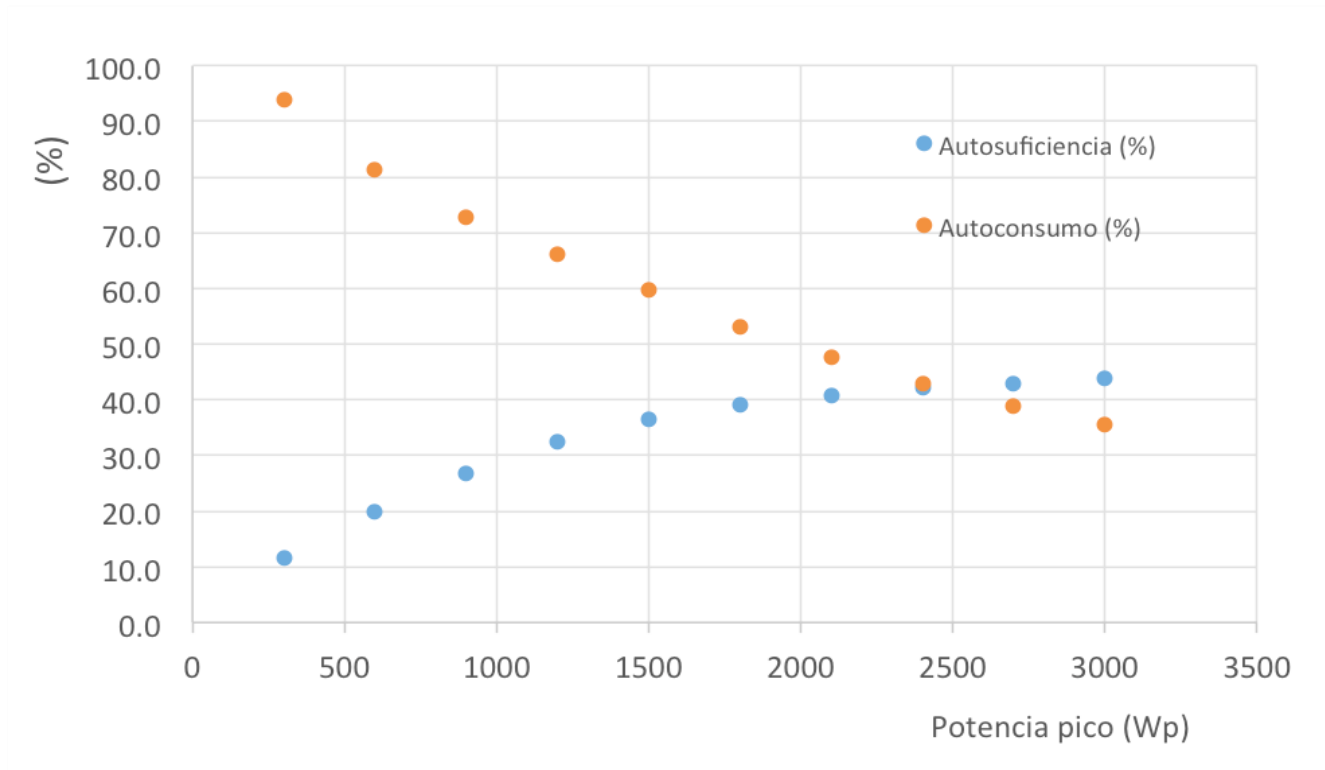


## La factura eléctrica:



**Penaliza el ahorro energético**

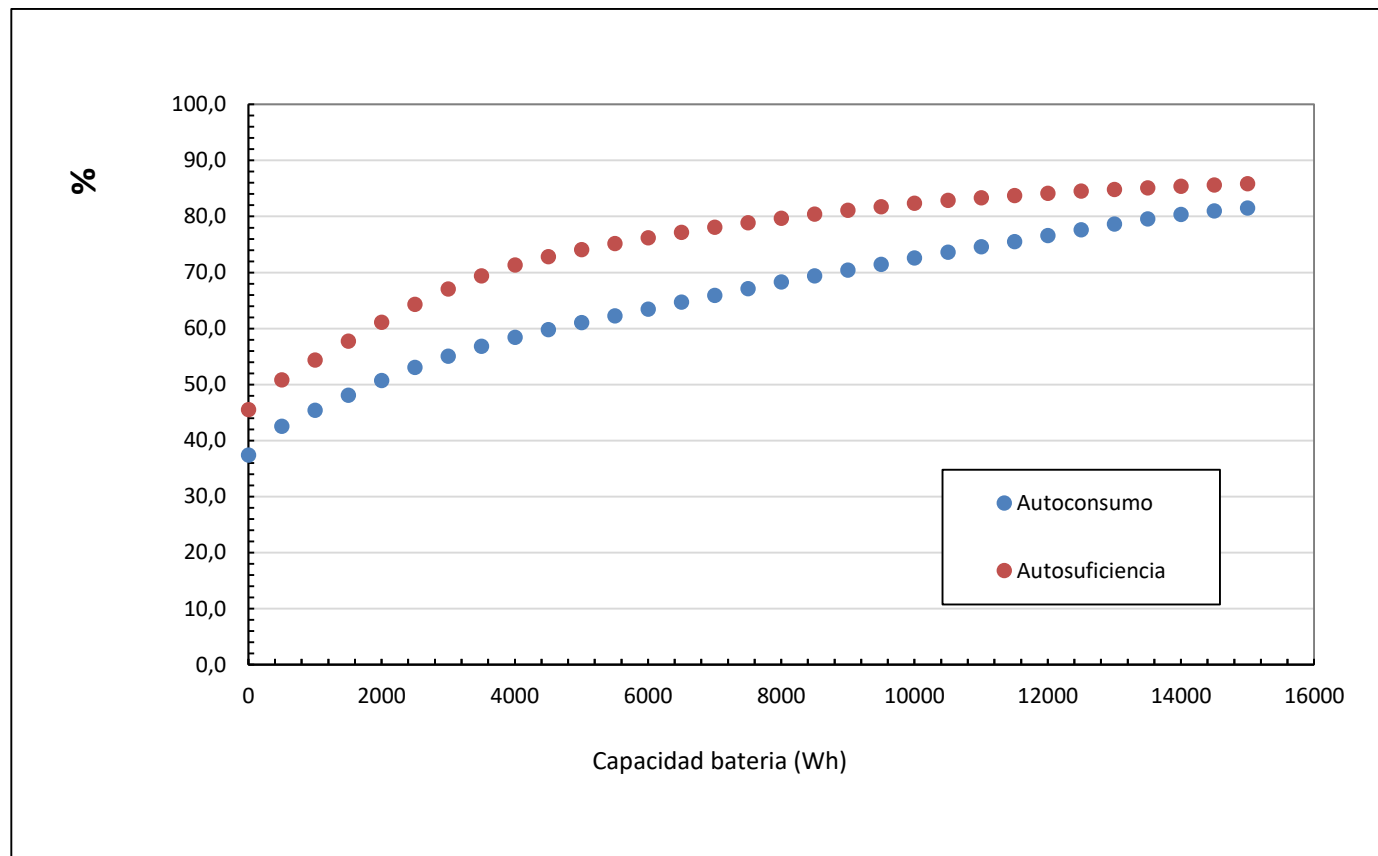
## Variación de la cobertura energética en función de la potencia instalada



**Con una instalación de 2.4 kW la energía producida iguala al consumo**  
**El Autoconsumo coincide con la autosuficiencia 41 %**

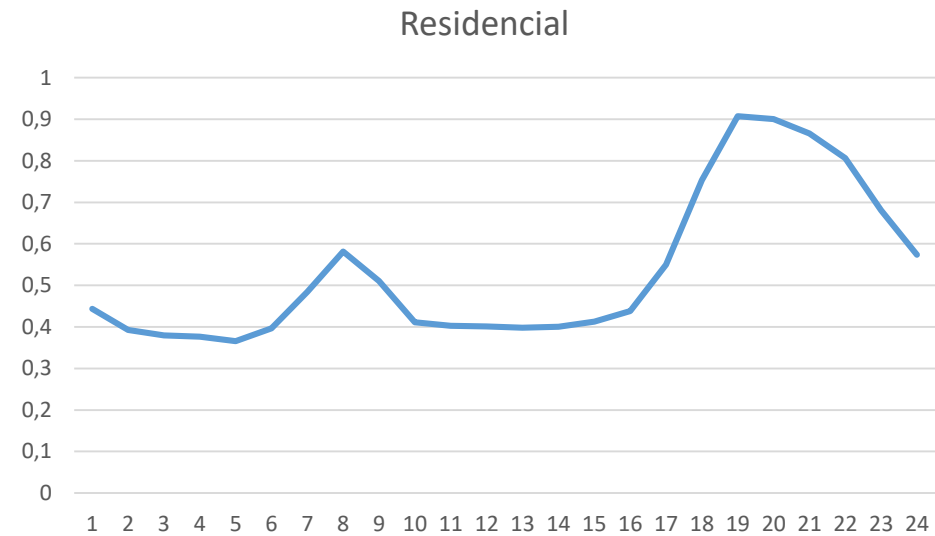
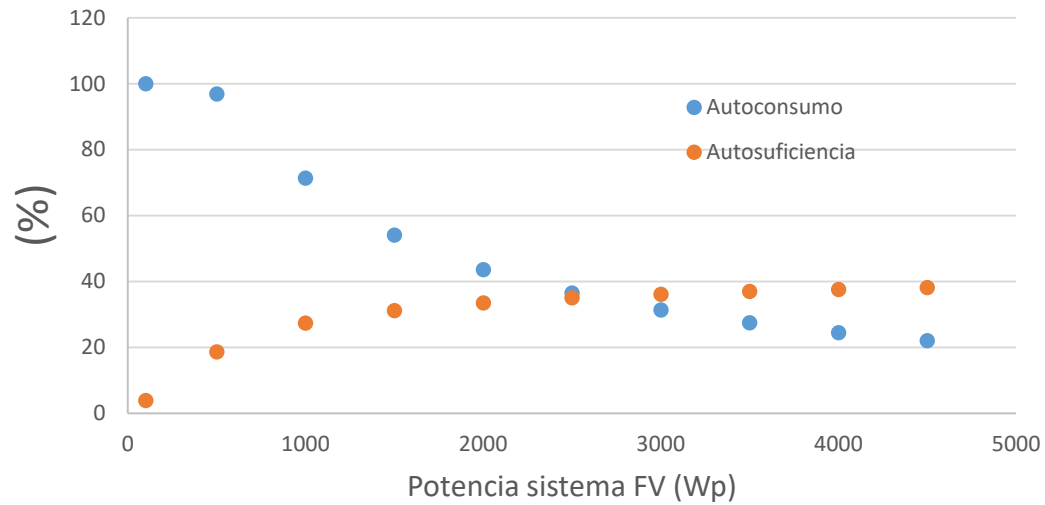


## Variación de la cobertura energética en función de la capacidad de la batería (Sistema de 3.0 kWp)



## Predicción de la autosuficiencia en un sistema determinado

Consumo residencial:  
Medio diario anual: 10,8 kWh



Fuente: Llanos Mora, José María Figueroa

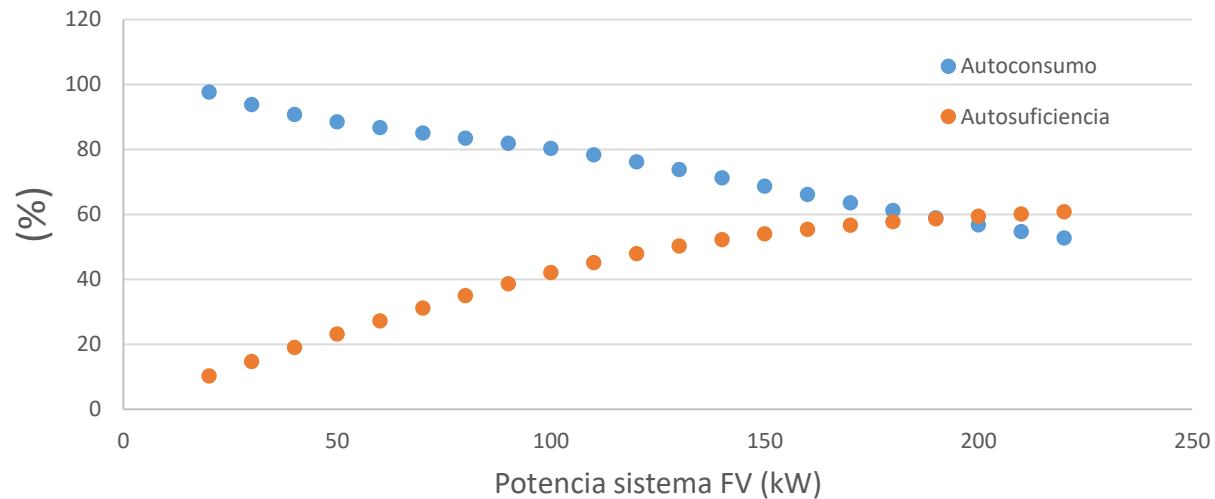
## Predicción de la autosuficiencia en un sistema determinado

	<i>Autosuficiencia<sub>mes</sub>(%)</i>				
	<b>Zona I La Coruña</b>	<b>Zona II Burgos</b>	<b>Zona III Lérida</b>	<b>Zona IV Málaga</b>	<b>Zona V Sta. Cruz de Tenerife</b>
<b>Ene</b>	16,4%	18,5%	18,6%	27,2%	29,5%
<b>Feb</b>	25,2%	24,4%	28,9%	29,5%	31,8%
<b>Mar</b>	30,5%	31,7%	33,9%	34,7%	34,9%
<b>Abr</b>	38,4%	39,2%	39,9%	40,7%	40,9%
<b>May</b>	41,8%	42,4%	42,4%	44,0%	43,4%
<b>Jun</b>	46,3%	47,5%	47,6%	47,9%	45,0%
<b>Jul</b>	46,0%	49,1%	47,1%	47,6%	46,1%
<b>Ago</b>	42,7%	44,4%	43,1%	43,8%	43,6%
<b>Sep</b>	36,6%	37,2%	38,2%	39,3%	40,0%
<b>Oct</b>	27,4%	29,1%	30,3%	32,7%	36,1%
<b>Nov</b>	19,0%	20,7%	24,3%	26,3%	30,2%
<b>Dic</b>	15,5%	17,4%	17,8%	23,6%	27,5%
<b>Media</b>	32,1%	33,5%	34,3%	36,4%	37,4%

Fuente: Llanos Mora, Juan José Pérez de la Rosa

## Predicción de la autosuficiencia en un sistema determinado

Instituto de secundaria  
Consumo medio diario anual: 790 kWh



Fuente: Llanos Mora, José María Figueroa

**Córdoba:**

**Días lectivos: 247**

**Días no lectivos: 118**

**Radiación: 5,4 kWh/m<sup>2</sup>**

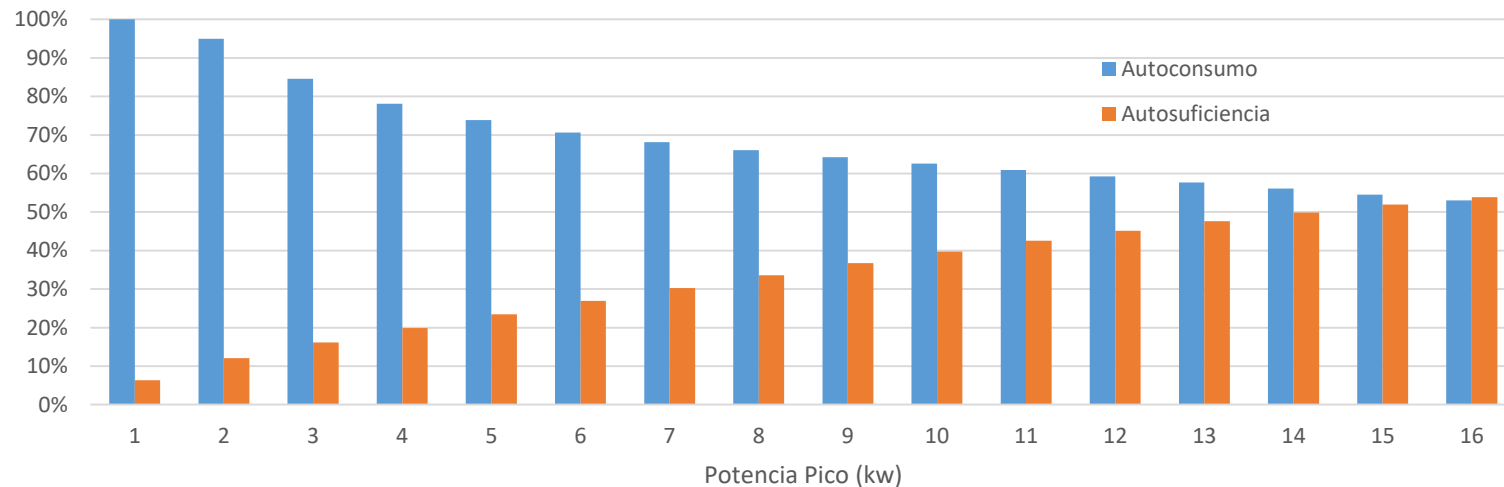
**España:**

**Días lectivos primaria: 174**

**Días lectivos secundaria: 168**

**Días lectivos bachillerato: 164**

Colegio público  
Consumo medio diario anual: 60 kWh



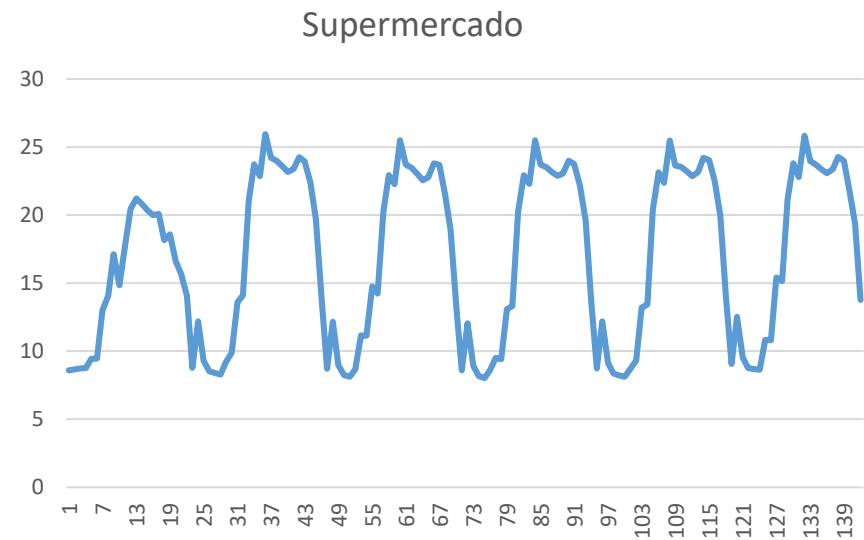
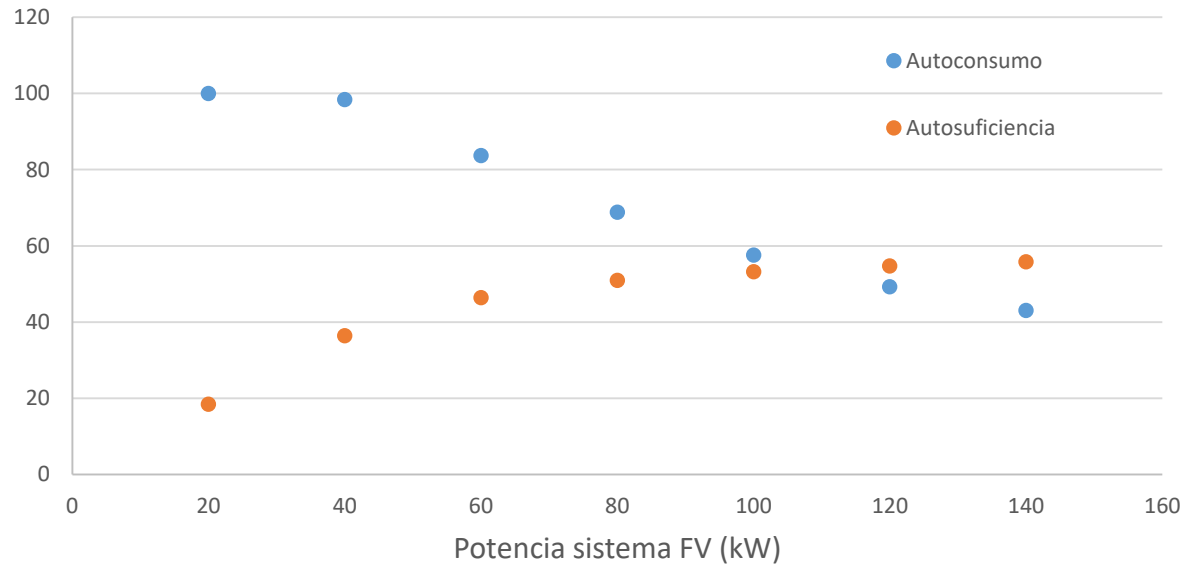
Fuente: Mariano Sidrach, Jesús Pión

**Colombia:**  
**Días lectivos: 192**  
**Días no lectivos: 153**  
**Radiación: 5,4 kWh/m<sup>2</sup>**

**España:**  
**Días lectivos primaria: 174**  
**Días lectivos secundaria: 168**  
**Días lectivos bachillerato: 164**

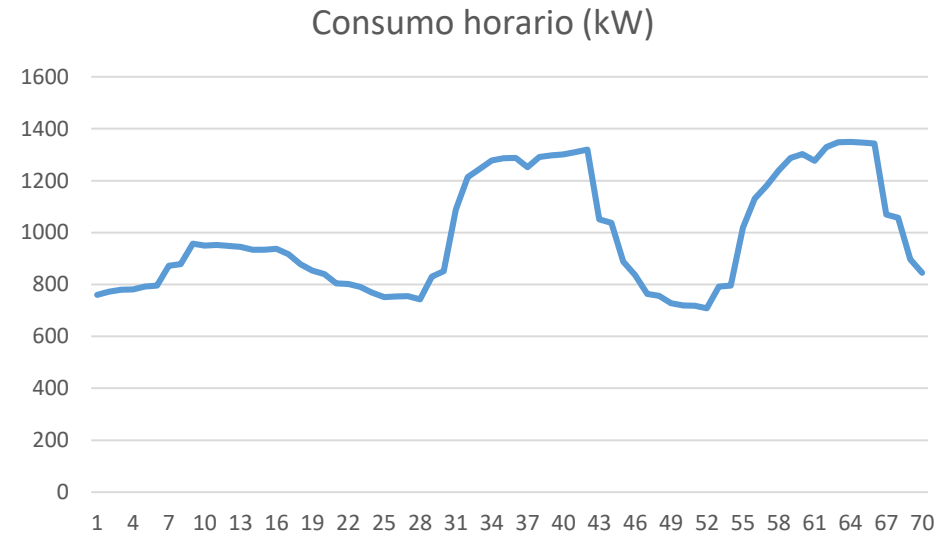
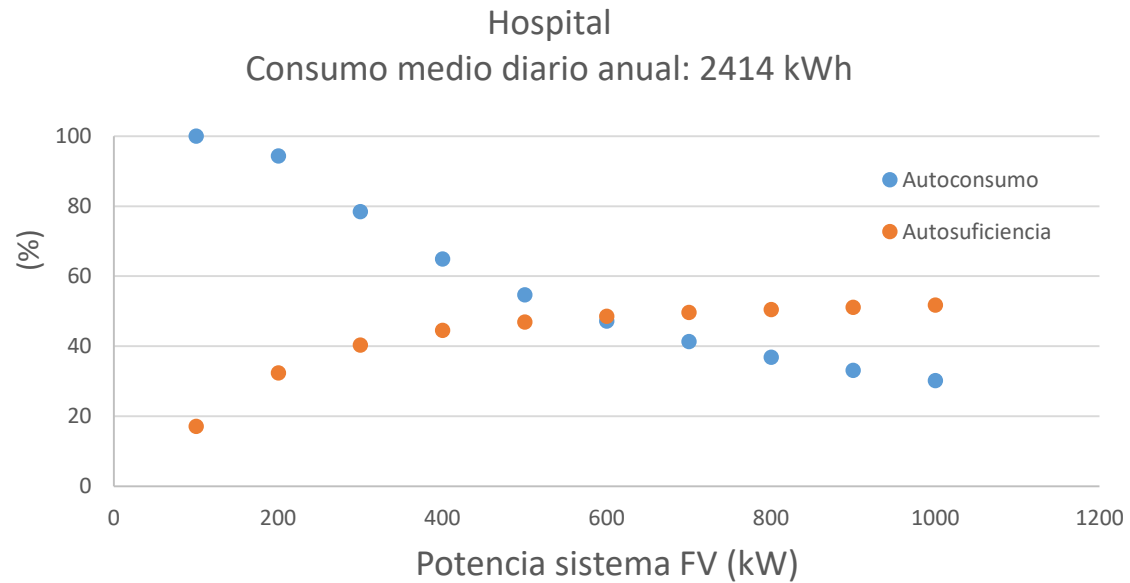
## Predicción de la autosuficiencia en un sistema determinado

Supermercado  
Consumo medio diario anual: 447 kWh



Fuente: Llanos Mora, José María Figueroa

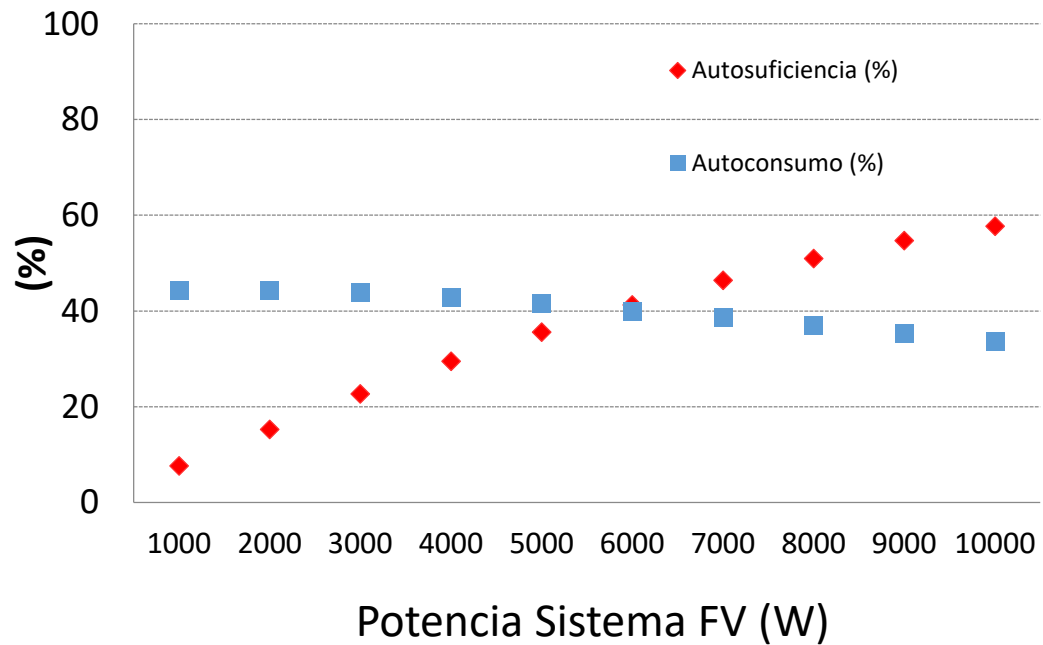
## Predicción de la autosuficiencia en un sistema determinado



Fuente: Llanos Mora, José María Figueroa

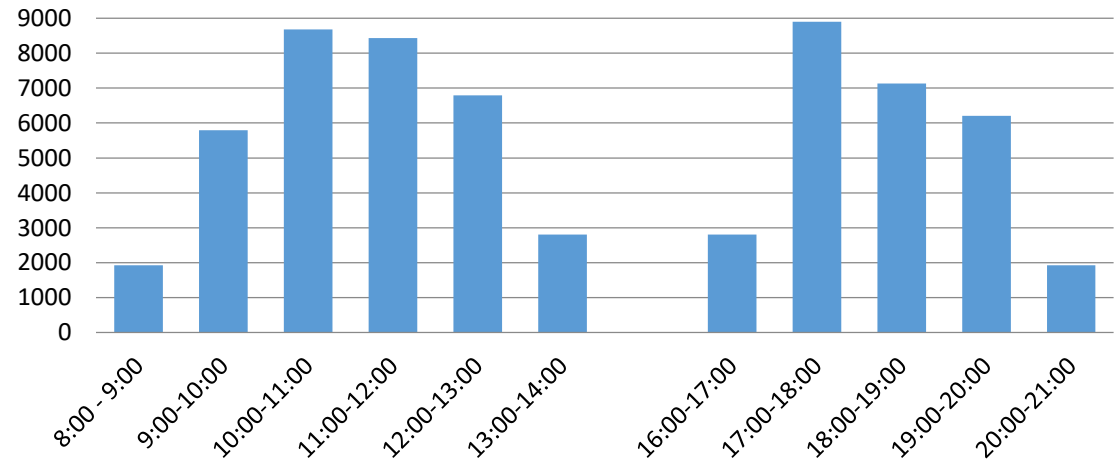
## Predicción de la autosuficiencia en un sistema determinado

### Taller mecánico



Fuente: Mariano Sidrach, Adam Gómez

### Consumo diario (Wh)



**Torremolinos:**  
**Días funcionamiento taller: 188**





## Algunas conclusiones:

Las instalaciones de autoconsumo producen ahorros energéticos importantes.

El tamaño máximo de un sistema debe ser aquel que iguale la producción FV anual al consumo total (emisiones cero). Con una legislación adecuada, este debería ser un tamaño óptimo.

Un sistema cuya potencia sea entre un 45 -60 % de este valor nos va a asegurar altos valores de autoconsumo y valores de autosuficiencia importantes.

En todas las aplicaciones analizadas es posible llegar al menos a un 40% de ahorro energético ( autosuficiencia).

Con sistemas de acumulación es posible llegar a ahorros entre el 60 y el 80 %

La estructura de la factura eléctrica impide que los ahorros económicos sean del mismo orden que los ahorros energéticos.

## El autoconsumo en el mundo:

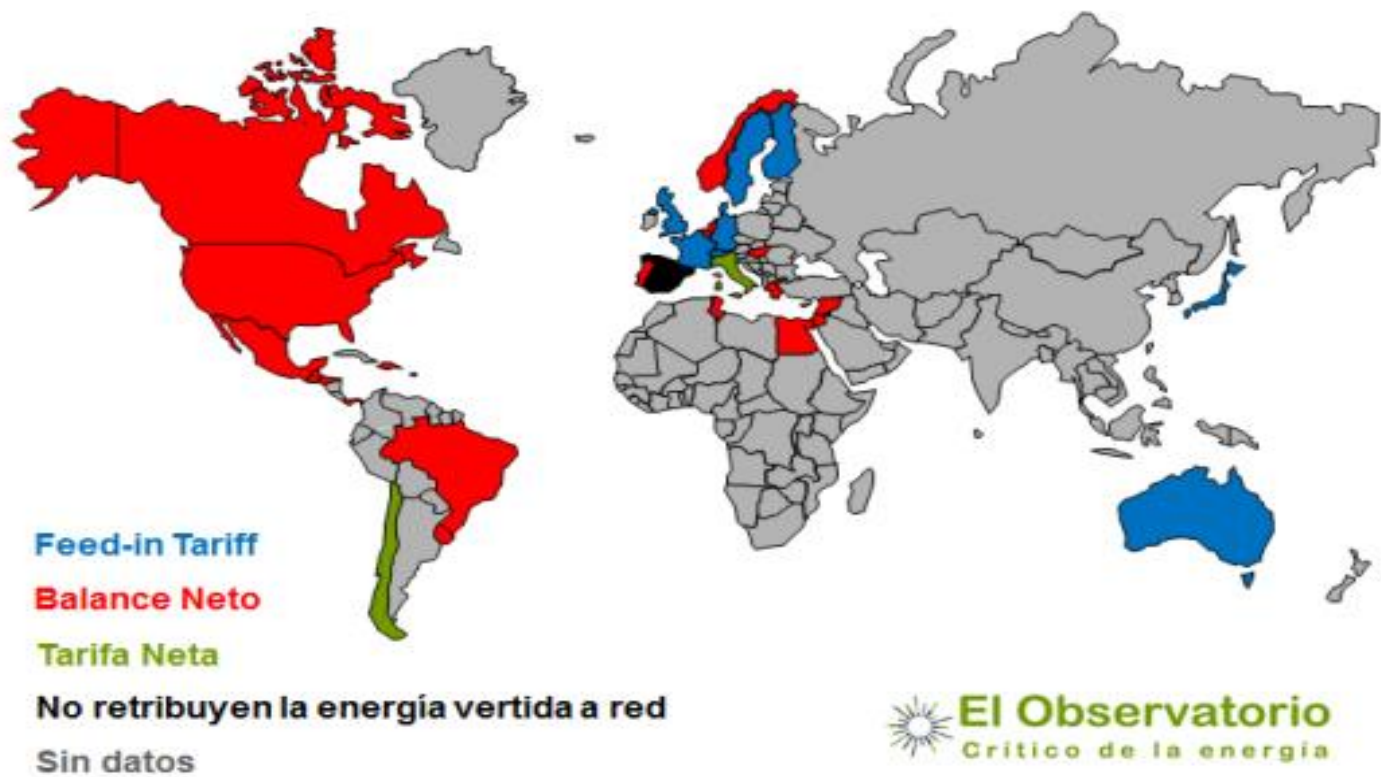


Figura 1. Esquemas de retribución de la energía vertida a la red por las instalaciones de autoconsumo.



## **Balance neto**

Bajo este modelo, la energía que se vierte a la red se compensa con la energía que se extrae de la red, se paga solo la diferencia neta. El período en el que el exceso de producción puede consumirse (es decir, el período de compensación o el plazo de crédito) puede variar desde una hora a un mes o un año. Dado que este modelo no distingue el precio de la electricidad en los períodos pico y valle, tanto producción como consumo se valoran al mismo precio fijo. Esto permite a los autoconsumidores utilizar la red para almacenar su energía.

## **Tarifa neta al balance económico**

En este caso se asigna a cada unidad vertida, en uno u otro sentido, un valor económico y el balance por el periodo estimado se realiza descontando del precio de la energía comprada el de la energía inyectada a la red, cada una según el precio establecido previamente para cada periodo. La lectura la realiza un contador reversible, que debe poder discriminar los distintos periodos horarios en que se inyecta energía en la red o se toma de ella.

## **Primas (Feed in Tariff)**

En este sistema el autoconsumidor paga la energía que importa de la red a un precio fijo, normalmente igual al del consumidor doméstico. El autoconsumidor recibe por cada kWh que inyecta en la red una tarifa fija (Feed-in Tariff).

## Características de las modalidades tipo 1 y 2. RD 900/2015.

Cuadro resumen	
Modalidad tipo 1	Modalidad tipo 2
<ul style="list-style-type: none"><li>– Un consumidor en un punto de suministro o instalación, asociado a una o varias instalaciones de producción.</li><li>– El titular del punto de suministro será el mismo que el de todos los equipos de consumo e instalaciones de generación conectados a su red.</li><li>– No debe estar dado de alta en el registro como instalación de producción de energía (se impide la venta de excedentes a red).</li><li>– La potencia contratada por el consumidor no puede ser superior a 100 kW.</li><li>– La suma de la potencia instalada de generación debe ser igual o inferior a la potencia contratada por el consumidor (máximo 100 kW).</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>– Un consumidor en un punto de suministro o instalación, asociado a una o varias instalaciones de producción.</li><li>– Existirán dos sujetos, el sujeto consumidor y el sujeto productor.</li><li>– En el caso de que existan varias instalaciones de producción, el titular de todas y cada una de ellas deberá ser la misma persona física o jurídica.</li><li>– Debe estar dado de alta en el registro como instalación de producción de energía (permite el cobro por venta de excedentes).</li><li>– La suma de las potencias instaladas de generación debe ser igual o inferior a la potencia contratada.</li><li>– No hay límite de potencia.</li></ul>






---

## Los principales elementos de la propuesta técnica de la Fundación Renovables son:

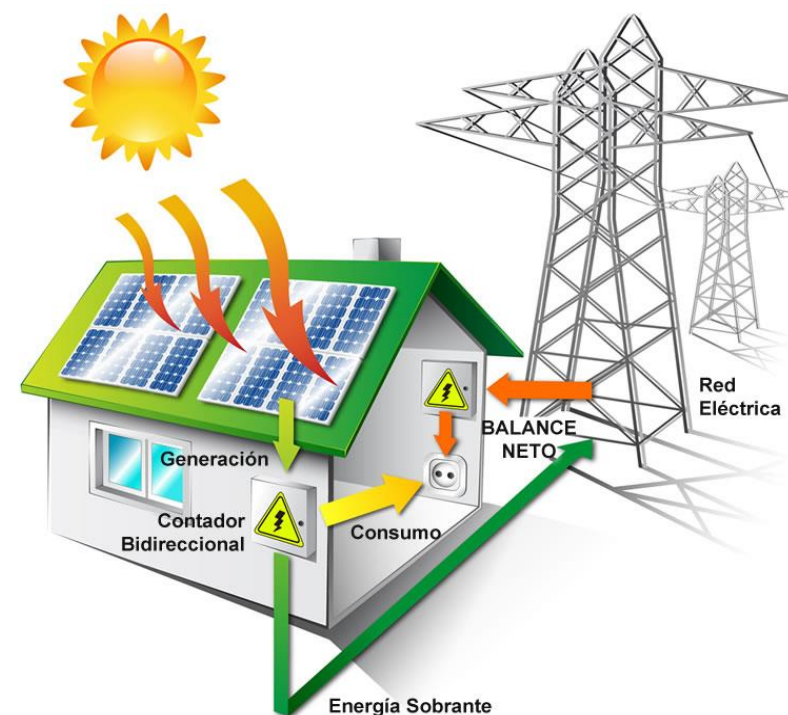
- ✓ Optar por un **Autoconsumo sin limitaciones ni restricciones de potencia y energía.**
- ✓ El intercambio con el sistema debe ser en base a la **valoración de la energía entregada/consumida**
- ✓ **Neteo en la factura.**
- ✓ Creación de **un marco para el Autoconsumo compartido**, como unión de varios generadores/consumidores.
- ✓ **Fomento del almacenamiento** como línea de gestión de la demanda y de optimización del sistema así como de la carga del vehículo eléctrico.
- ✓ Propuesta del término de **consumidor único.**
- ✓ Solicitud de una **fiscalidad reducida** para instalaciones de Autoconsumo.
- ✓ Registro y autorización administrativa **sin barreras.**
- ✓ Fomento del Autoconsumo en **las Islas y en la carga-recarga de vehículos.**
- ✓ **Regulación con la red en instalaciones por encima de 100kWp.**



De forma simplificada, el procedimiento a seguir para la energía generada no autoconsumida en su parte variable sería:

- Con periodicidad mensual se determina la factura de la energía eléctrica consumida de la red. (A)
- Con la misma periodicidad y el mismo criterio de valoración se determina el valor de la energía eléctrica entregada. (B)
- La factura resultante será el neteo entre A y B y en el caso de que esta diferencia sea negativa se arrastrará para el mes siguiente el saldo a favor del autoconsumidor. Al cabo de un año se procederá a la oportuna regularización del saldo acumulado.
- El saldo pendiente, en el caso de que la energía entregada sea mayor que la consumida, será regularizado considerando el precio unitario de la energía entregada como actividad de generación, es decir, sin incluir las partes reguladas de la tarifa que no se hayan reducido por la generación realizada cercana al consumo.
- En la factura irán incluidos los términos fijos correspondientes a la potencia contratada como consumidor.

Punto de especial interés es que el **neteo de la factura** que se cobra al autoconsumidor elimina la componente del IVA de las partes neteadas, lo que introduce un tratamiento equidistante en el caso de que el autoconsumidor sea sujeto pasivo consumidor final, sin necesidad, además, de considerarse una actividad económica (soporta el IVA de lo que consume y debería ingresar el que repercute por la energía entregada). Este tratamiento solo sería de aplicación a los consumos residenciales de menos de 15 kW de potencia contratada.



*Fuente: Emilio Ballester*

## Puesta en marcha de modelos de gestión o generación abiertos a cualquier forma de participación:

- **Consumidor único**
- **Prosumidor**, con sistemas de consumo y generación distribuidos por el territorio
- **Autoconsumo compartido**
- Deben **permitirse agregadores de demanda, gestores de demanda y/o empresas de servicios energéticos** estableciéndose cuantos contratos bilaterales con otros consumidores se estime oportuno.



Fuente: Emilio Ballester



## Autoconsumo y movilidad eléctrica:



## Parque automovilístico español:

Total	28 millones
Turismos	22 millones
Vehículos eléctricos	3000

479 turismos por cada 1000 habitantes

Edad media 11,6 años

Tiempo medio parados : 97 %

## Baterías de coches eléctricos:

Tesla	65 – 85 kWh
VW-BMW	18 – 26 kWh
Renault-Nissan	24 kWh

Consumo medio 15 -20 kWh/100 km

## Autoconsumo y movilidad eléctrica:

1 Millón coches eléctricos con 20 kWh energía gestionable en baterías = 20 GWh

Representa 3% del consumo energético diario de España

Recorrido medio diario de 50 km/día

Por cada millón de vehículos que pasen a ser eléctricos debemos aumentar **1750 MWp** de potencia renovable



## Autoconsumo, movilidad eléctrica y generación distribuida:

### Claves:

Autoconsumo

Sistemas de almacenamiento

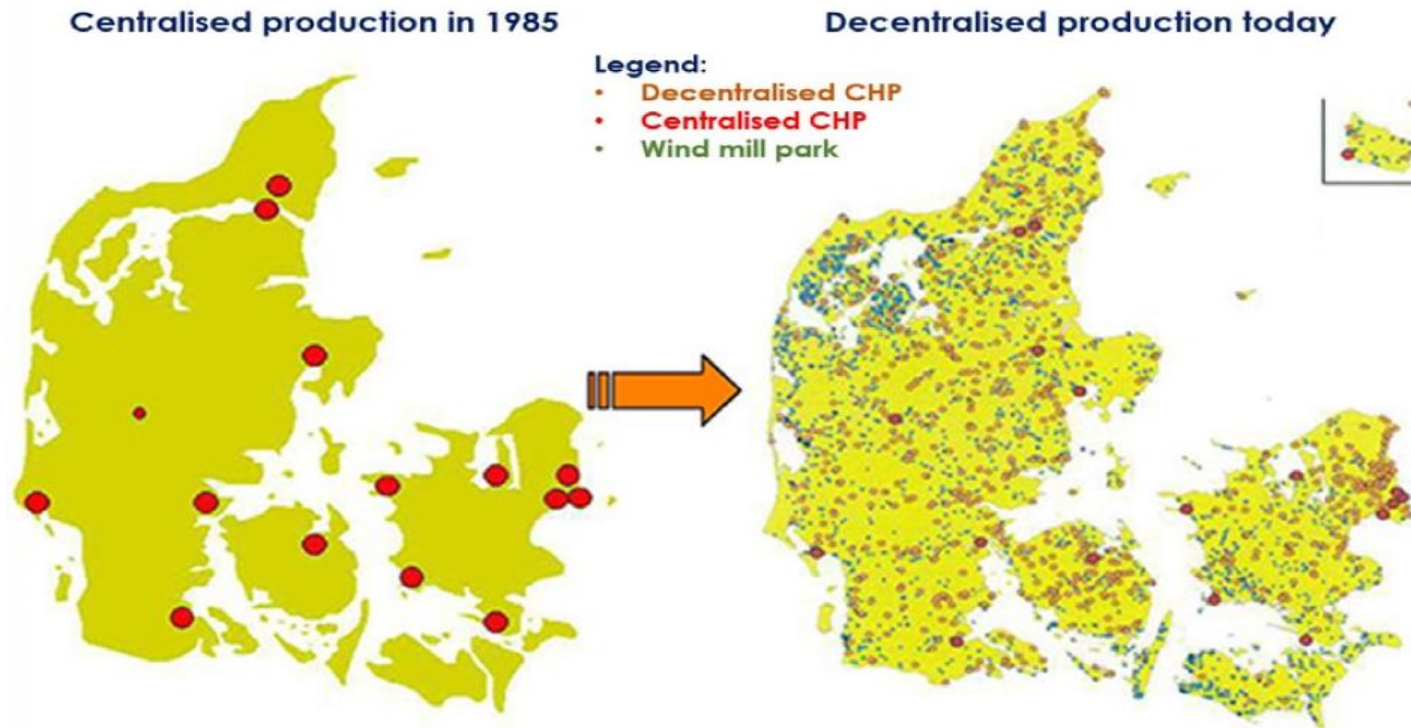
Vehículos eléctricos

TIC's



## Autoconsumo, movilidad eléctrica y generación distribuida:

### Descentralización energética en Dinamarca



## Autoconsumo, movilidad eléctrica y generación distribuida:

### El empleo en el sector de las energías renovables



\* Biomasa, biocarburantes y biogás  
 \*\* Fotovoltaica, termosolar, solar térmica (para calefacción y refrigeración)

Total mundial: 9,8 millones de puestos de trabajo

## ***Acciones municipales para promover y facilitar el autoconsumo***

1. Simplificar los procesos administrativos
2. Beneficios fiscales: *licencias de obras, IBI*
3. Implementar instalaciones de autoconsumo en los edificios y dependencias municipales
4. Promover el conocimiento sobre el consumo eléctrico, el ahorro y la eficiencia energética
5. Impulsar el vehículo eléctrico



**Gracias por su atención**

[msidrach@uma.es](mailto:msidrach@uma.es)

[www.fundacionrenovables.org](http://www.fundacionrenovables.org)

@FRenovables

