

Generación y Demanda en La ciudad de Zaragoza. Casos de estudio.

INTRODUCCIÓN

CONCEPTOS

Contexto:

El proceso de transición energética y sostenibilidad que promueve la legislación vigente en España facilita la creación de comunidades energéticas

Para el desarrollo de este trabajo se toma como base el Real Decreto 244/2019 que reglamenta el autoconsumo individual y colectivo, como así también el proyecto de Real decreto sobre comunidades energéticas.

La instalación de sistemas fotovoltaicos en entornos urbanos enfrenta varias limitaciones. Entre las principales barreras se encuentran la disponibilidad limitada de espacio. Ante la limitación existente una solución prometedora es la utilización de las cubiertas de edificios públicos. Los municipios, a través de la cesión de estos espacios, pueden facilitar la instalación de sistemas fotovoltaicos a gran escala.

A través de la realización de un perfil agregado de la demanda y el consumo energético en la ciudad de Zaragoza, se identifican las necesidades energéticas locales y la capacidad de satisfacerlas a través de la generación distribuida de energía solar.

Objetivos:

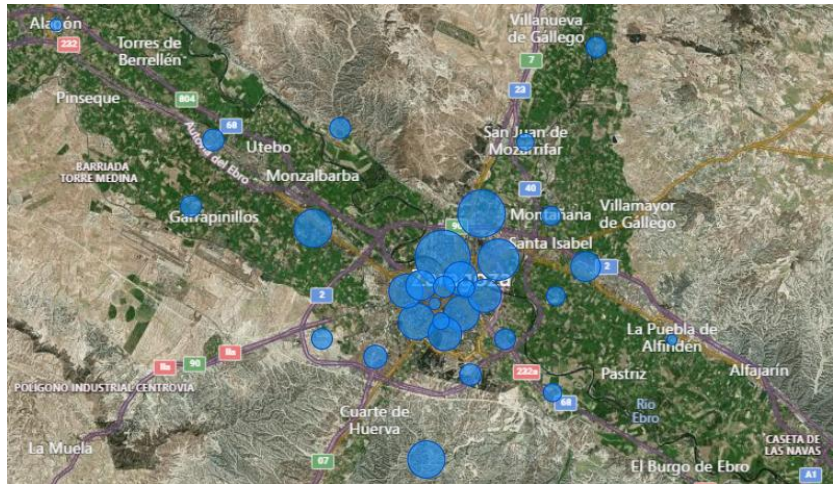
- ✓ Analizar la demanda eléctrica de diferentes tipos de consumidores de Zaragoza
- ✓ Evaluar el potencial de generación fotovoltaica en edificios públicos de Zaragoza
- ✓ Proponer esquemas de autoconsumo colectivo beneficiosos económica, ambiental y socialmente

Caracterización de la generación

Caracterización de la generación

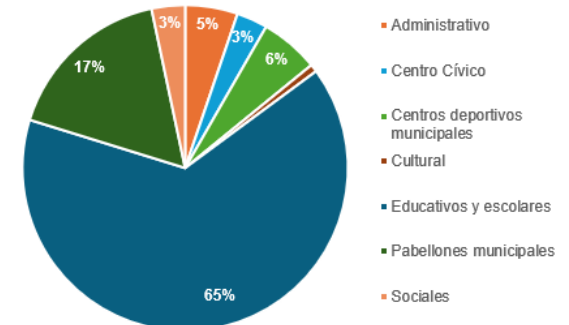
Datos proporcionados por el Ayuntamiento de Zaragoza

Potencial de instalación FV en equipamiento municipal: Resultados globales



- **Potencia pico: 19,26 MW**
- **Inversión requerida: € 21.189.088**
- **Energía por producir: 28.582 MWh año de**
- **Emisiones por evitar: 7.024 Ton CO₂+**

Distribución instalaciones por tipo de equipamiento

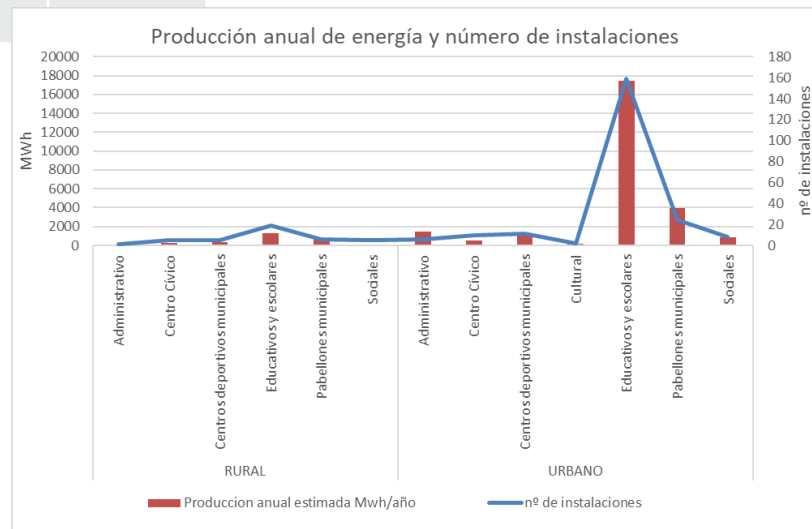


Caracterización de la generación

Datos proporcionados por el Ayuntamiento de Zaragoza

Análisis de potencial de instalaciones FV por tipo de edificio

Tipo de edificio	Número de instalaciones	Reducción de CO ₂ (tn/año)	Ratio Wp/m ²	Producción Mwh/año	Kwp	Inversión €
Administrativo	7	370,83	343,15	1.507,46	1.004,64	1.105.104
Centro Cívico	15	186,34	876,58	757,51	593,62	652.982
Centros deportivos municipales	16	409,66	1.065,65	1.665,38	1122	1.234.200
Cultural	2	51,55	158,03	209,55	145,88	160.468
Educativos y escolares	178	4.613,31	26.111,73	18.781,63	12.500,97	13.751.064,02
Pabellones municipales	30	1.154,67	2.086,53	4.693,77	3.255,64	358.1204
Sociales	13	237,83	917,72	966,73	640,06	704.066
Total	261	7.024,19	31.559,39	28.582,03	19.262,81	21.189.088,02





Caracterización de la generación

Datos proporcionados por el Ayuntamiento de Zaragoza

Análisis de potencial de instalaciones FV por barrio

Distrito	CP	Instalación FV (kWp)	Eficiencia de generación (kWh/kWp)	Generación anual (MWh)	Nº de instalaciones	Reducción de CO ₂ (tn/año)	Inversión €
Casco Histórico	50001	160,3	1437,24	230,39	3	56,68	176325,16
Las Fuentes	50002	847,72	1505,62	1276,34	8	313,98	932487,71
La Almozara	50003	892,25	1488,74	1328,33	12	326,78	981473,46
Centro - Aljafería	50004	283,68	1496,90	424,64	3	104,46	312051,74
Goya	50005	46	1476,74	67,93	1	16,71	50600,00
Universidad	50006	141,42	1511,38	213,74	3	52,58	155565,17
Torrero-La Paz	50007	877,7	1506,27	1322,05	15	325,22	965470,81
Centro - Miraflores	50008	1003,14	1501,81	1506,53	8	370,60	1103448,15
Romareda - Casablanca	50009	1134,1	1417,89	1608,03	15	395,59	1247503,20
Parque Roma	50010	665,74	1533,57	1020,96	11	244,13	732316,89
Venta del Olivar - Miralbueno	50011	1172,97	1501,52	1761,24	18	433,26	1290259,07
Valdefierro - Oliver	50012	1120,26	1512,29	1694,16	16	416,77	1232293,03
San José	50013	252,29	1500,06	378,45	3	93,10	277524,94
Cogullada - Vadorrey	50014	1442,8	1501,53	2166,41	20	532,94	1587100,70
El Rabal	50015	2078,38	1420,62	2952,59	25	726,34	2286197,67
Santa Isabel	50016	646,64	1499,89	969,89	7	238,59	711294,08
Delicias	50017	928,03	1460,20	1355,11	12	333,35	1020831,69
Actur-Rey Fernando	50018	2772,96	1496,92	4150,91	28	1021,14	3050284,53
Distrito Sur	50019	350,82	1499,94	526,21	5	129,46	385891,97
Parque Venecia	50021	287,63	1499,98	431,44	3	106,14	316389,92
Arcosur	50022	257,13	1499,98	385,69	4	94,88	282839,61
Montañana	50059	202,75	1486,81	301,45	2	74,16	223025,79
Monzalbarba	50120	266,34	1484,87	395,48	4	97,29	292973,62
La Puebla de Alfinden	50171	22,5	1679,11	37,78	1	9,29	24750,00
Garrapinillos	50190	272,43	1468,85	400,16	9	98,43	299659,67
Peñaflor	50193	262,05	1420,72	372,3	7	91,58	288253,46
Movera	50194	191,41	1507,86	288,62	4	71,01	210553,73
Casetas	50620	289,74	1515,08	438,98	7	107,98	318720,66
Alagón	50630	50,9	1500,20	76,36	1	18,78	55994,02
Cartuja Baja	50720	190,02	1425,06	270,79	4	66,62	209025,52
San Juan de Mozarrifar	50820	152,71	1500,03	229,07	2	56,35	167982,05
TOTAL		19262,81	1.492,18	28.582,03	261	7024,19	21189088,02

Caracterización de la demanda

Caracterización de la demanda

Metodología de obtención de datos

The screenshot shows the Datadis API interface. The top navigation bar includes 'Quiénes somos', 'Datos públicos', 'Centro de Ayuda', 'Contacto', 'Área privada', and 'ES'. The main content area has tabs for 'Consultas', 'Informes', and 'Datos analíticos'. Under 'Consultas', there are sub-tabs for 'Consumos y contratos' and 'Autoconsumo'. The 'Consumos y contratos' tab is active, showing a description of the data and a list of filters: 'Rango de fechas*', 'Localizaciones*', 'Sector', and 'Tensiones o Tarifas'. Each filter has a dropdown menu. The 'Rango de fechas*' dropdown shows '01/03/2024 - 31/03/2024'. The 'Localizaciones*' dropdown shows '1 Comunidad'. The 'Sector' dropdown shows '3 Sectores seleccionados'. The 'Tensiones o Tarifas' dropdown shows '7 Tensiones seleccionadas'. A green arrow points from the 'Tensiones o Tarifas' dropdown to the 'Consultar' button.

Consulta API de Datadis:

- Fecha: 01/01/23 a 31/12/23
- Formato: Horario
- Parámetros:
 - Puntos de medida (Todos, 1 a 5)
 - Comunidad: Aragón
 - Ciudad: Zaragoza
 - Código Postal: todos
 - Sector: 3 tipos de consumidor (Residencial, Servicios, Industrial)

2023-01-01_50001_sector_1_page_0.json
2023-01-01_50001_sector_2_page_0.json
2023-01-01_50001_sector_3_page_0.json
2023-01-01_50002_sector_1_page_0.json
2023-01-01_50002_sector_2_page_0.json
2023-01-01_50002_sector_3_page_0.json
2023-01-01_50003_sector_1_page_0.json
2023-01-01_50003_sector_2_page_0.json
2023-01-01_50003_sector_3_page_0.json
2023-01-01_50004_sector_1_page_0.json
2023-01-01_50004_sector_2_page_0.json
2023-01-01_50004_sector_3_page_0.json
2023-01-01_50005_sector_1_page_0.json

Resultado de consulta:

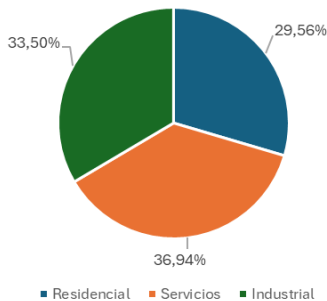
- .json para cada día del año por sector
- Consumo horario agregado para cada tipo de consumidor: RESIDENCIAL, SERVICIOS E INDUSTRIAL

Caracterización de la demanda

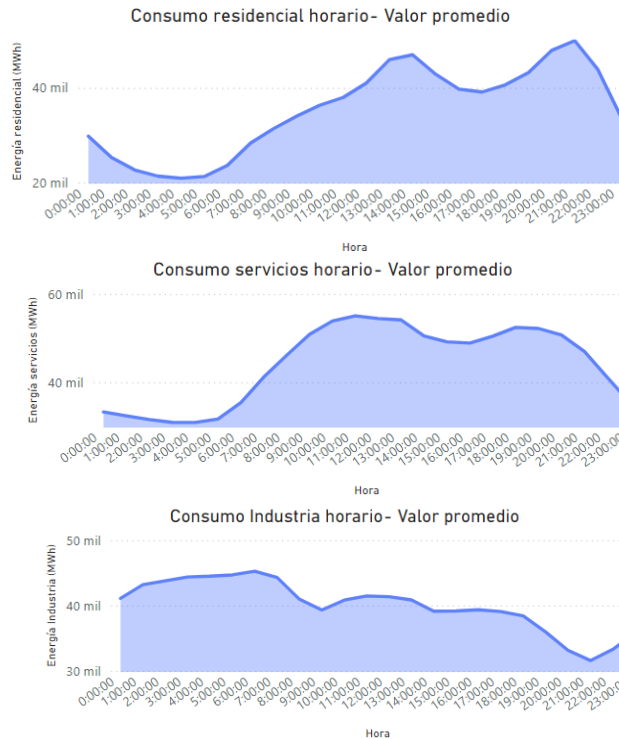
Análisis por sector

- **Sector Residencial: 847.888 MWh**
- **Sector Servicios: 1.059.624 MWh**
- **Sector industria: 961.046 MWh**

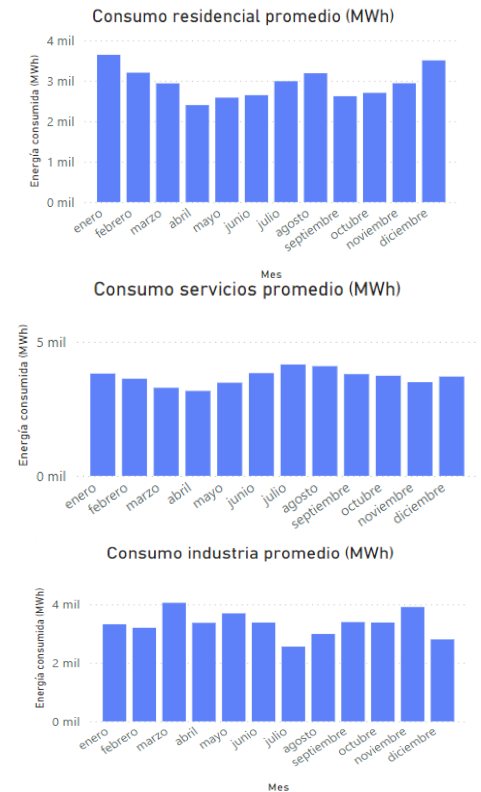
Reparto porcentual consumo eléctrico



Demanda eléctrica media diaria en Zaragoza



Demanda eléctrica media mensual





Caracterización de la demanda

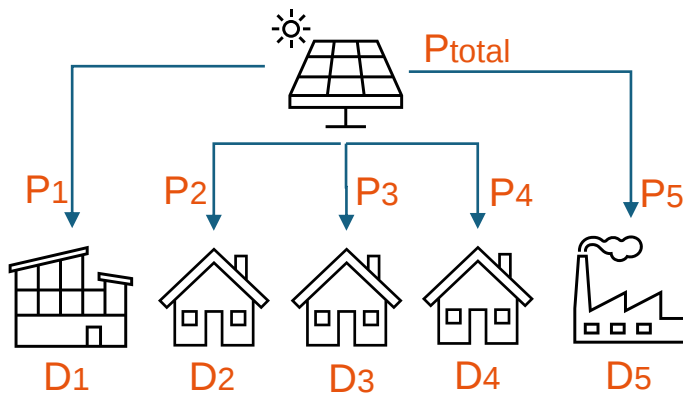
Análisis por barrio

Distrito	CP	Consumo residencial (%)	Consumo servicios (%)	Consumo industrial (%)	Consumo total (%)
Casco Histórico	50001	2,52%	4,22%	0,05%	2,32%
Las Fuentes	50002	6,59%	3,15%	0,09%	3,14%
La Almozara	50003	6,29%	4,88%	0,11%	3,70%
Centro - Aljafería	50004	3,86%	6,03%	0,14%	3,42%
Goya	50005	2,97%	1,96%	0,07%	1,63%
Universidad	50006	3,95%	5,27%	0,04%	3,13%
Torrero-La Paz	50007	9,01%	5,40%	0,18%	4,72%
Centro - Miraflores	50008	5,72%	4,70%	0,07%	3,45%
Romareda - Casablanca	50009	5,92%	11,57%	0,06%	6,04%
Parque Roma	50010	4,64%	2,25%	0,04%	2,21%
Venta del Olivar - Miralbueno	50011	5,39%	4,99%	3,30%	4,54%
Valdefierro - Oliver	50012	4,82%	4,38%	1,67%	3,60%
San José	50013	2,72%	5,51%	0,57%	3,03%
Cogullada - Vadorrey	50014	5,47%	6,41%	3,93%	5,30%
El Rabal	50015	5,90%	4,96%	11,33%	7,37%
Santa Isabel	50016	2,05%	2,58%	18,13%	7,64%
Delicias	50017	5,26%	2,17%	0,07%	2,38%
Actur-Rey Fernando	50018	7,12%	7,19%	0,06%	4,78%
Distrito Sur	50019	2,98%	1,28%	0,01%	1,36%
Monzalbarba	50020	0,28%	0,03%	0,00%	0,09%
Parque Venecia	50021	1,14%	2,19%	0,01%	1,15%
Arcosur	50022	0,78%	0,05%	0,00%	0,25%
Montaña	50059	0,58%	0,57%	16,34%	5,86%
Monzalbarba	50120	0,29%	0,25%	0,05%	0,20%
Garrapinillos, AE Zaragoza	50190	0,95%	2,26%	0,09%	1,14%
Juslibol-El Zorongo	50191	0,17%	0,28%	0,01%	0,16%
Peñaflor	50193	0,21%	0,09%	0,00%	0,10%
Movera	50194	0,44%	0,23%	0,00%	0,21%
Casetas	50620	1,01%	0,73%	2,39%	1,37%
Cartuja Baja	50720	0,50%	3,59%	41,16%	15,28%
San Juan de Mozarrifar	50820	0,46%	0,82%	0,03%	0,45%
TOTAL		100%	100%	100%	100%

Escenarios de participación en una CCEE

Escenario 1

Reparto de energía en función de la curva de consumo de cada miembro del autoconsumo



$$P_i = P_{total} * \frac{D_i}{\sum_{i=1}^n D_i}$$

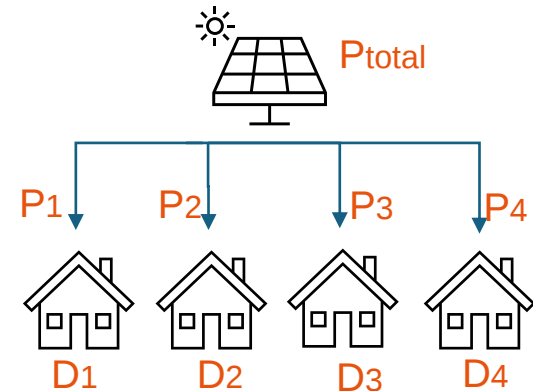
P= producción

D= demanda

i= nº de usuarios

Escenario 2

La participación de las viviendas se establece en base a un porcentaje fijo



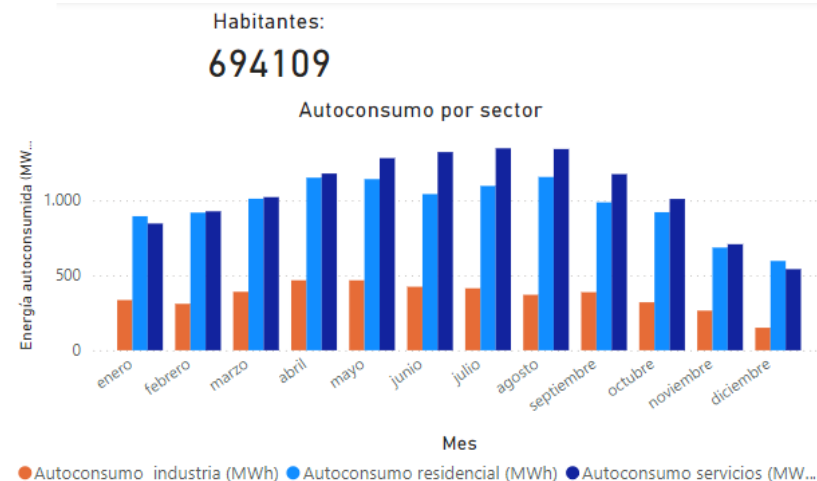
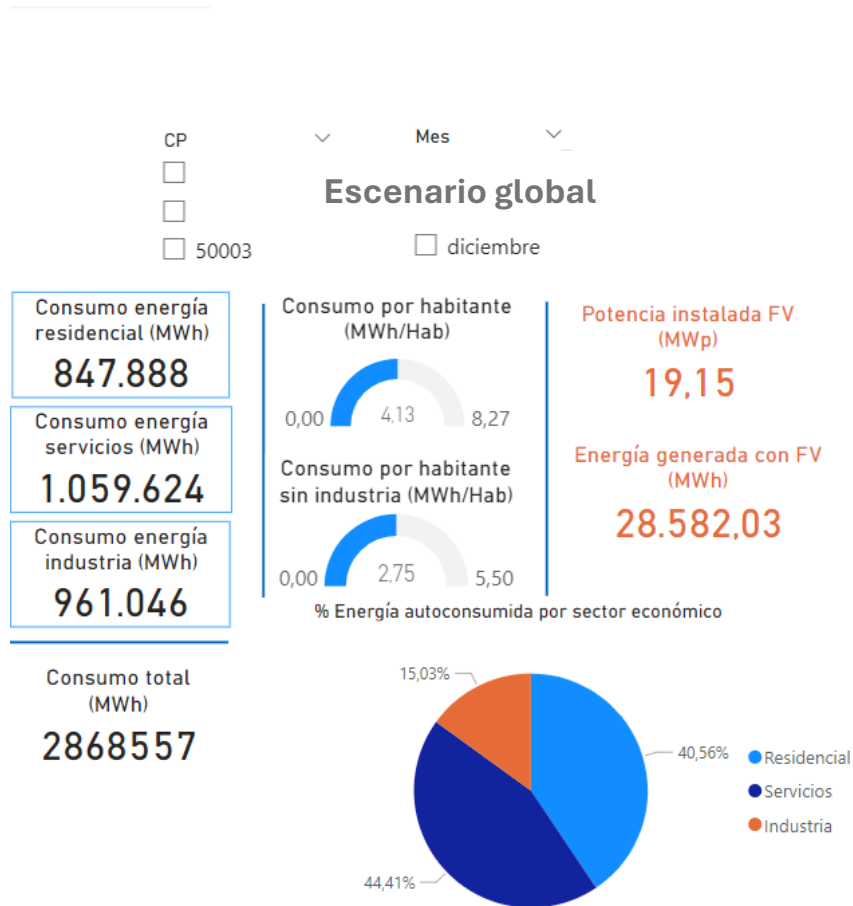
$$P_1 = P_2 = P_3 = P_4 = P_{total} * X$$

Donde X= 1/i

i= nº de viviendas

Análisis del potencial de generación y demanda en Zaragoza

Análisis del potencial de generación y demanda en la ciudad de Zaragoza

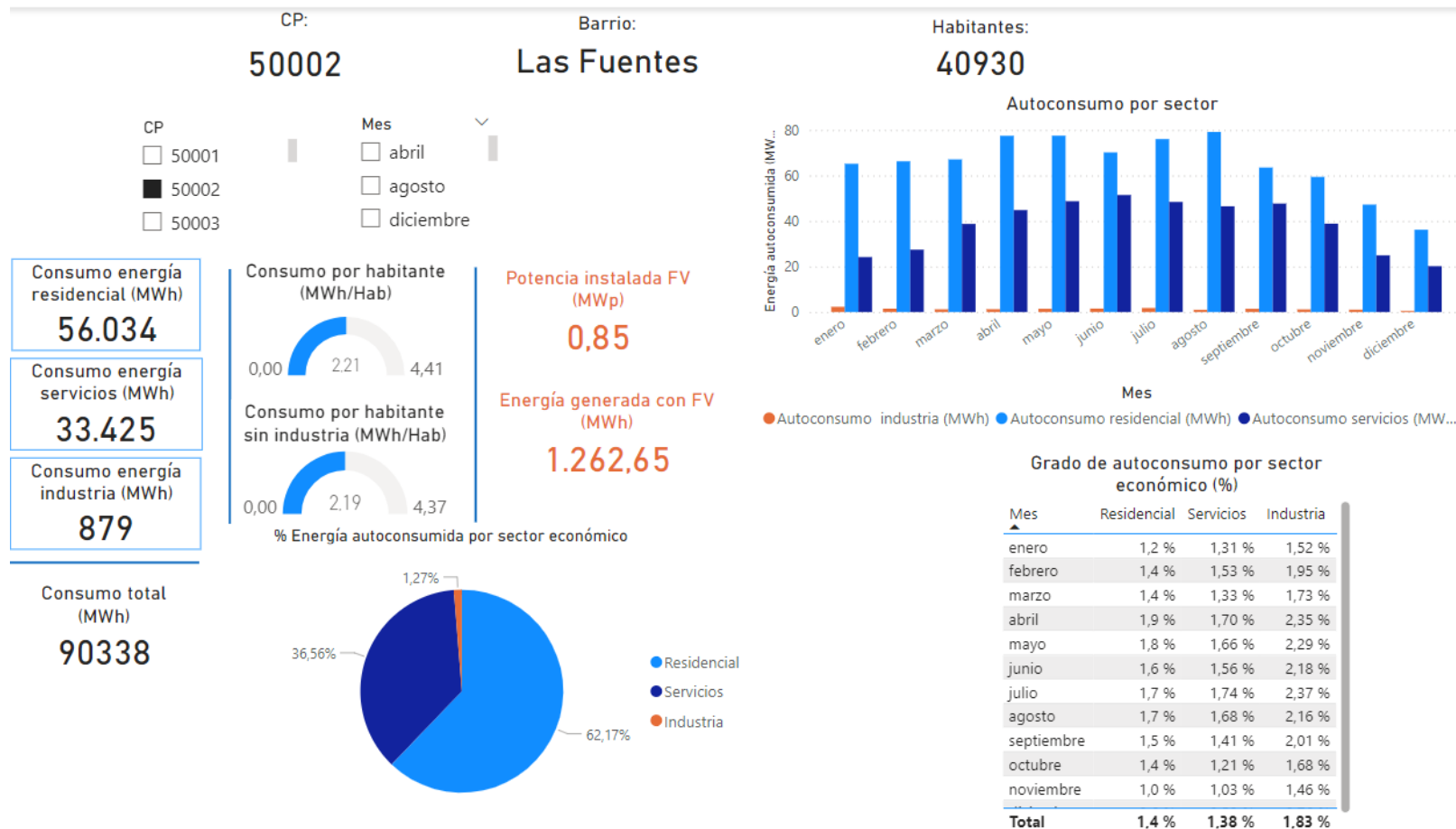


Grado de autoconsumo por sector económico (%)

Mes	Residencial	Servicios	Industria
enero	1,0 %	0,92 %	0,42 %
febrero	1,2 %	1,07 %	0,40 %
marzo	1,4 %	1,30 %	0,40 %
abril	2,0 %	1,55 %	0,58 %
mayo	1,8 %	1,54 %	0,53 %
junio	1,6 %	1,44 %	0,52 %
julio	1,5 %	1,35 %	0,67 %
agosto	1,5 %	1,37 %	0,52 %
septiembre	1,6 %	1,29 %	0,48 %
octubre	1,4 %	1,13 %	0,39 %
noviembre	1,0 %	0,84 %	0,28 %
Total	1,4 %	1,20 %	0,45 %

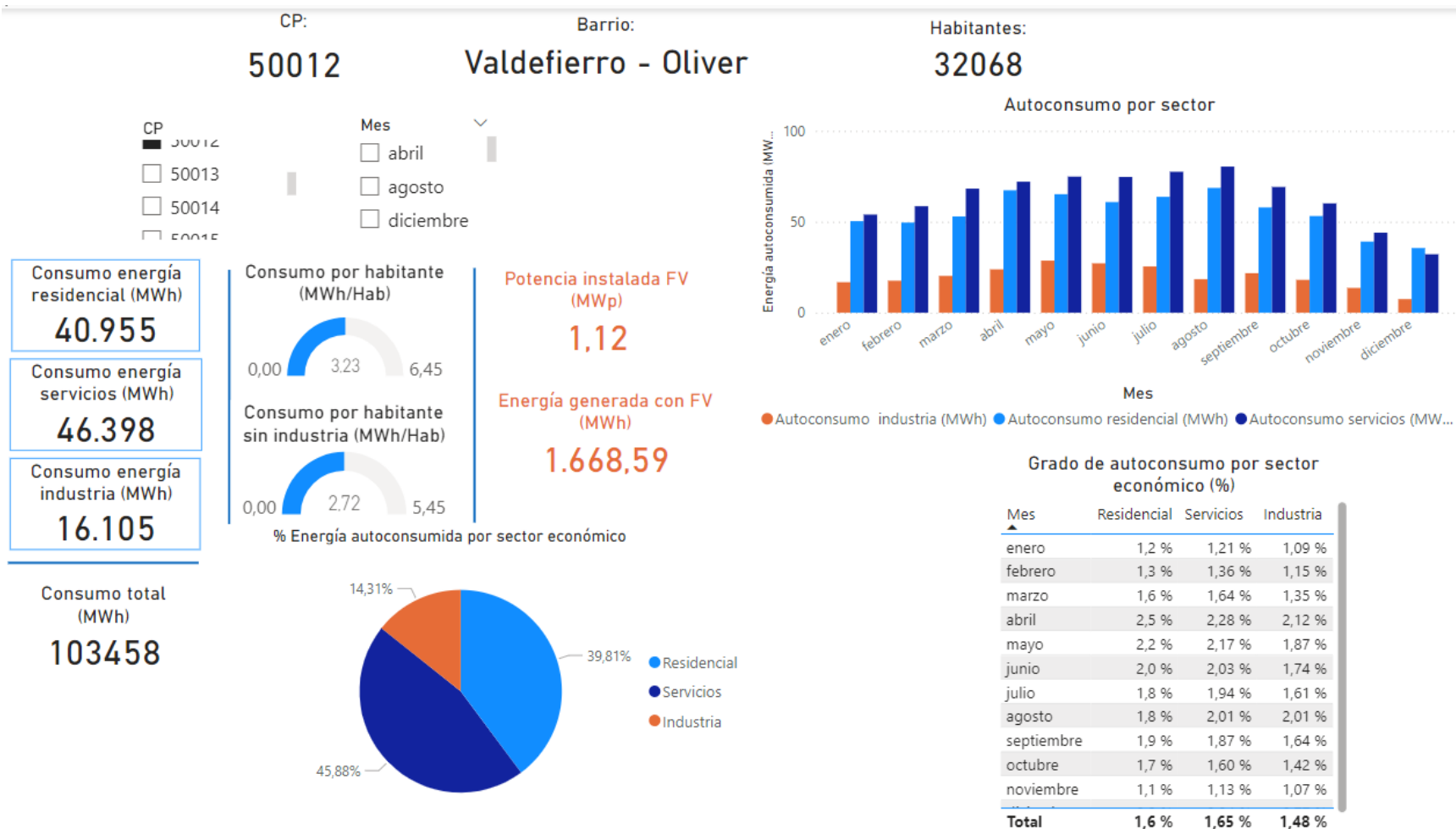
Análisis del potencial de generación y demanda en la ciudad de Zaragoza

Barrio con predominancia de demanda en sector Residencial



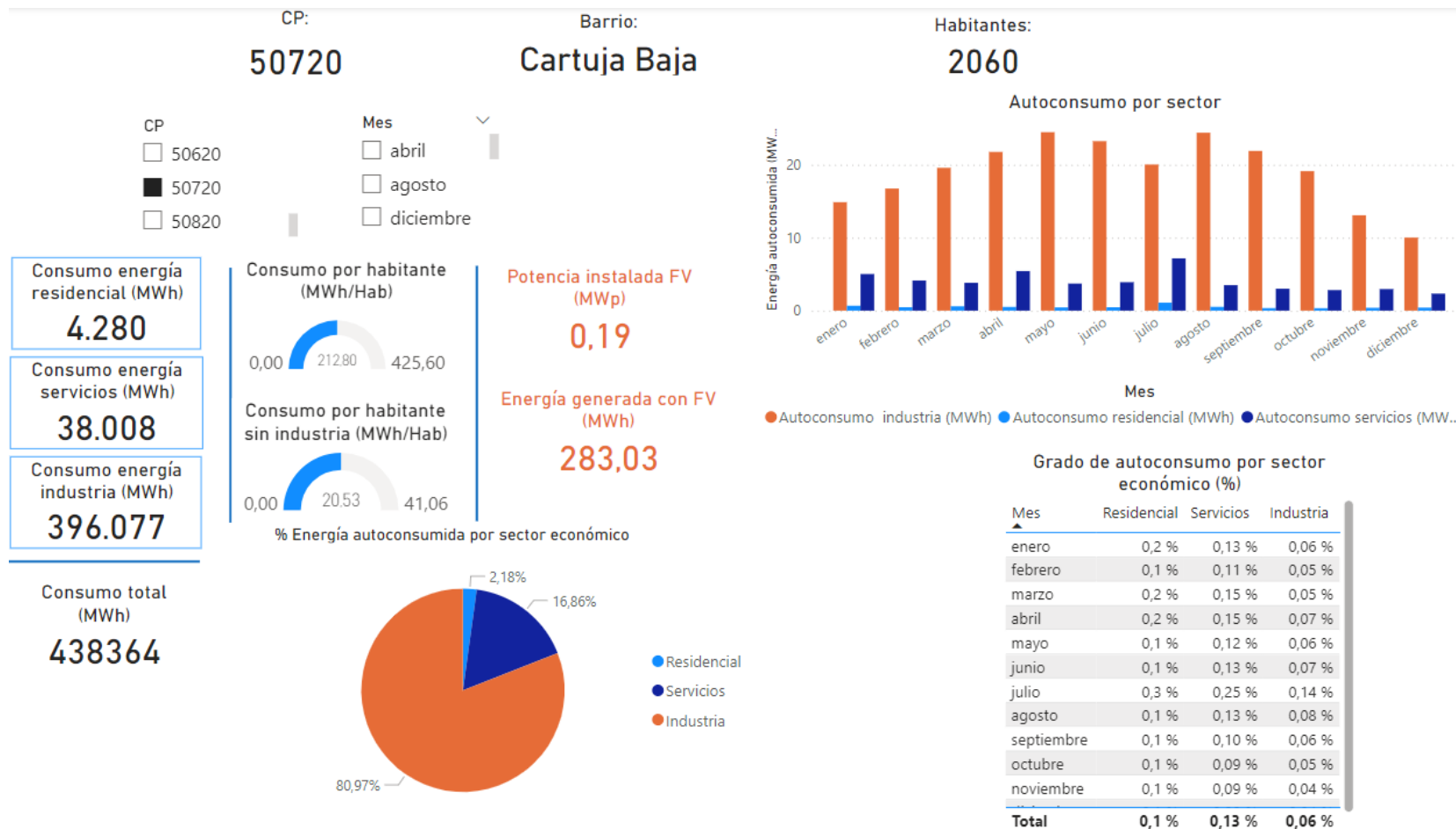
Análisis del potencial de generación y demanda en la ciudad de Zaragoza

Barrio con predominancia de demanda en sector Servicios



Análisis del potencial de generación y demanda en la ciudad de Zaragoza

Barrio con predominancia de demanda en sector Industria



Caso de estudio: Barrio Peñaflor

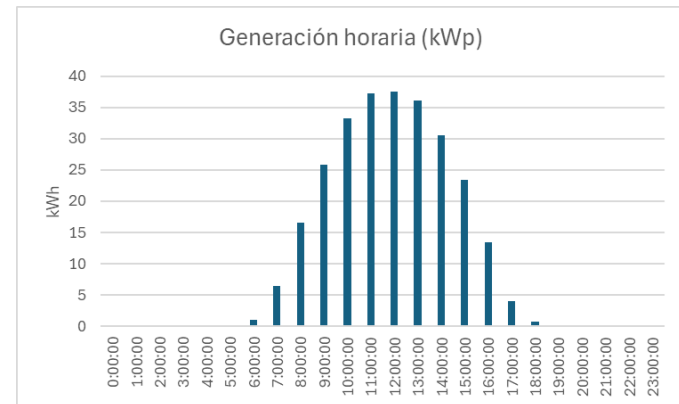
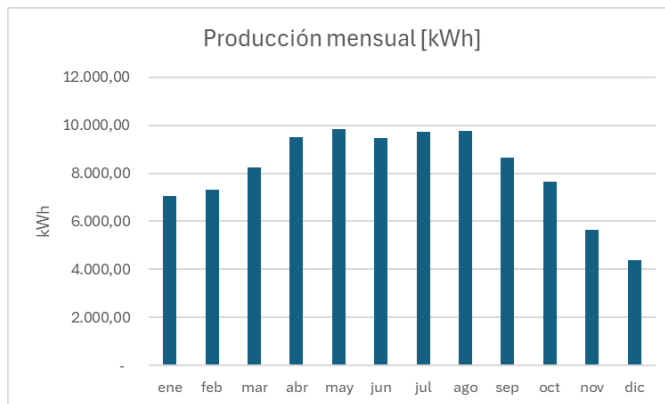
Caso de estudio: Barrio Peñaflor

Potencial de generación

Cubierta que podría ser cedida por el Ayto a la comunidad energética: Centro deportivo municipal Eduardo Espiau Ramírez Peñaflor

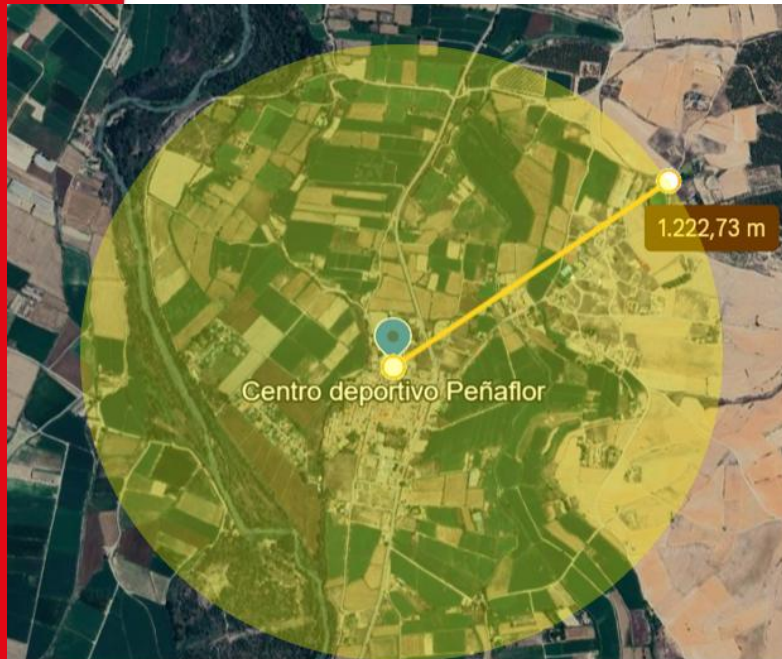


POTENCIA ELÉCTRICA		REDUCCIONES DE CONTAMINACIÓN	
Ratio [Wp/m ²]	83,43	Reducción CO ₂ [tn/año]	23,91
Potencia a instalar [kWp]	68,08	Reducción SO ₂ [tn/año]	34,31
Producción estimada [MWh]	97,2		

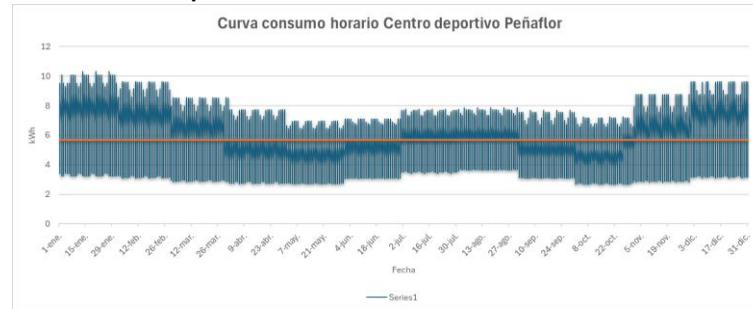


Caso de estudio: Barrio Peñaflor

Demanda

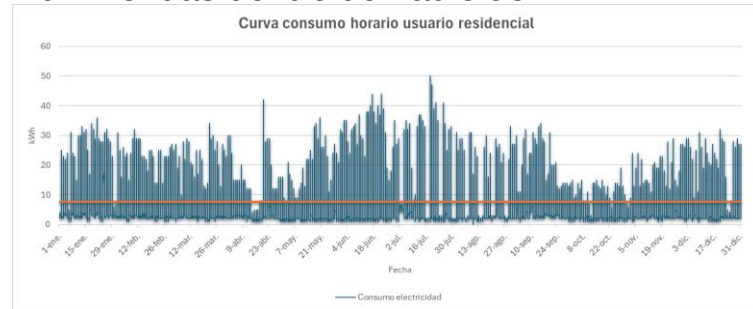


Centro deportivo Peñaflor



Consumo medio:
5,69 kWh

20 viviendas dentro del radio de 2 Km.



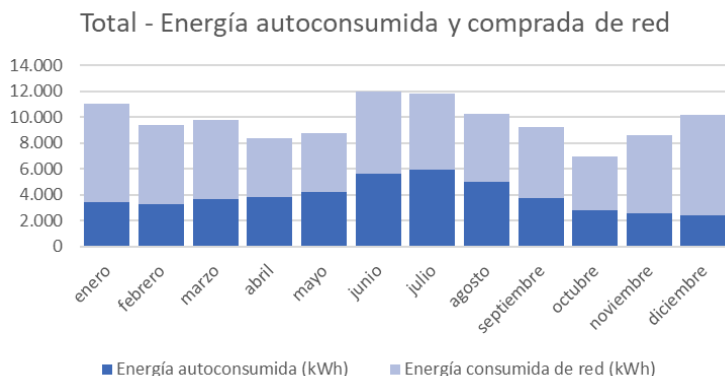
Consumo
medio
simultáneo de
20 viviendas: 7,6
kWh

Caso de estudio: Barrio Peñaflor

Sincronización Generación-Demanda en caso de estudio

Escenario 1: Reparto de energía en función de la curva de consumo de cada miembro del autoconsumo

Resultados energéticos



Resultados económicos

Variables de entrada	
Datos de la inversión	
Potencia pico (kWp)	68,08
Coste (€/Wp)	1,10
Evolución de costes esperada	
Subida interanual de costes generales	2,0%
Subida interanual de costes de energía	3,5%
Financiación	
% de la Inv. Inicial asumido por la empresa	100%
Interés	4,50%
Años Financiación	10

Viviendas		Ayuntamiento	
Resultados		Resultados	
Datos globales		Datos globales	
Energía anual generada	47.087	Energía anual generada	50.113
% que supone del consumo total	94,5%	% que supone del consumo total	75,2%
% de energía generada autoconsumida	42,7%	% de energía generada autoconsumida	53,1%
Inversión inicial	36.246 €	Inversión inicial	38.642 €
Ahorro económico en año 1	4.608 €	Ahorro económico en año 1	8.792 €
Datos por vivienda		Datos por vivienda	
Inversión por vivienda	1.812 €	Inversión por vivienda	1.812 €
Energía anual por vivienda	2.354	Energía anual por vivienda	2.354
Ahorro económico en año 1	230 €	Ahorro económico en año 1	230 €
TIR	27,5%	TIR	48,7%
VAN	76.086 €	VAN	170.239 €
Payback (años)	3,9	Payback (años)	2,2
Reducción de kg de CO2 emitidas (kg CO2/kWh)	11.536	Reducción de kg de CO2 emitidas (kg CO2/kWh)	12.278
Grado de autosuficiencia	40,3%	Grado de autosuficiencia	40,0%
Excedentes	26.979,16	Excedentes	23.479,62

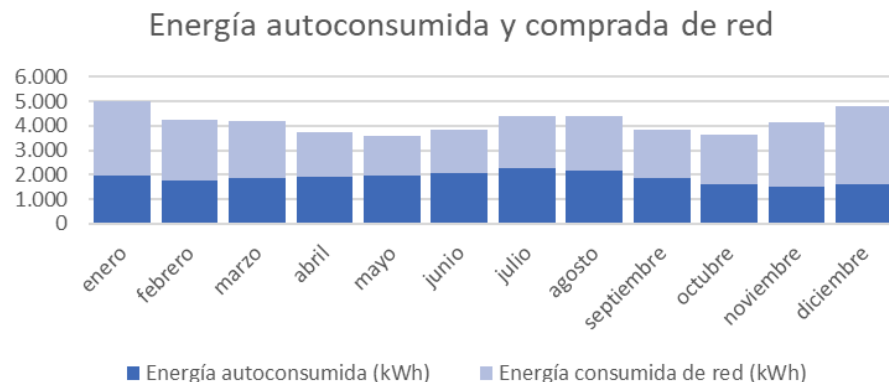
- **Centro deportivo Peñaflor:** recibe un 52% de la energía generada, dado su mayor consumo energético derivado de las actividades y servicios que ofrece.
- **20 viviendas:** se les asigna el 48% restante, en función de su demanda conjunta de energía eléctrica para usos domésticos.

Caso de estudio: Barrio Peñaflor

Sincronización Generación-Demanda en caso de estudio

Escenario 2: La participación de las viviendas se establece en base a un porcentaje fijo

Resultados energéticos



El promedio anual de autoconsumo se sitúa en el 45,4%.
Mas de la mitad de la demanda sigue siendo cubierta por la red eléctrica.

Hay mayor período de amortización de la inversión.

Resultados económicos

Variables de entrada	
Datos de la inversión	
Potencia pico (kWp)	68,08
Coste (€/Wp)	1,10

Evolución de costes esperada	
Subida interanual de costes generales	2,0%
Subida interanual de costes de energía	3,5%

Financiación	
% de la Inv. Inicial asumido por la empresa	100%
Interés	4,50%
Años Financiación	10

Resultados	
Datos globales	
Energía anual generada	97.200
% que supone del consumo total	195,0%
% de energía generada autoconsumida	23,3%
Inversión inicial	74.888 €
Ahorro económico en año 1	7.579 €

Datos por vivienda	
Inversión por vivienda	3.744 €
Energía anual por vivienda	4.860
Ahorro económico en año 1	379 €
TIR	10,6%
VAN	70.940 €
Payback (años)	9,6
Reducción de kg de CO2 emitidas (kg CO2/kWh)	23.814
Grado de autosuficiencia	45,4%
Excedentes (kWh)	74.562,13



Zaragoza
AYUNTAMIENTO