



Ayuntamiento
de Murcia

ESTUDIO DEL POTENCIAL FOTOVOLTAICO DE TODAS LAS CUBIERTAS DE LA CIUDAD DE MURCIA Y PEDANIAS.

Manual para el ciudadano

Ayuntamiento de Murcia.

Agencia Local de la Energía y Cambio Climático.

Octubre de 2022





Índice

1	Introducción	3
2	Datos.....	4
2.1	Datos geográficos	4
2.2	Datos climáticos.....	4
3	Cálculos.....	5
4	Resultados.....	6

1 Introducción

La transición energética implica tanto medidas de reducción de consumo y mejora de la eficiencia energética, como la promoción de generación de energía a partir de fuentes renovables.

Gran parte de la energía mundial se consume en las ciudades, se hace por tanto necesario adaptarse y beneficiarse de las nuevas fuentes de energía renovables para generar y distribuir la energía en las propias ciudades.

Una fuente renovable importante es la energía fotovoltaica, la cual puede instalarse en las cubiertas de los edificios, permitiendo generar energía en los propios hogares o incluso distribuirla a la red.

Desde la Agencia Local de la Energía y Cambio Climático del Ayuntamiento de Murcia se presenta el **“Estudio del potencial Fotovoltaico de todas cubiertas de la Ciudad de Murcia y Pedanías”** realizado por la empresa DOTGIS corporation. Se trata de un análisis del potencial para producir energía solar fotovoltaica en función de la radiación solar recibida en los edificios de la ciudad de Murcia y pedanías.

Los cálculos han sido realizados en las cubiertas de varias tipologías de edificios contenidos en la cartografía municipal a escala 1:1000, concretamente los que se encuentran en las siguientes categorías:

- Edificio en Construcción (728)
- Edificios Religioso (1.225)
- Edificio Singular (4.866)
- Nave agroindustrial o fábrica (11.672)
- Marquesina (26.771)
- Recinto de Elemento Constructivo (9.362)

Como resultado, para cada cubierta se ofrece información sobre el tipo de azotea, el área, inclinación predominante, orientación predominante, la superficie útil para la instalación fotovoltaica, número de paneles y potencia fotovoltaica de instalación y el potencial de generación de energía eléctrica anual.

Además de los datos de generación de energía mediante sistemas fotovoltaicos también se ha realizado el cálculo de las toneladas de emisión de CO₂ ahorradas por cada edificio si en él se instalasen paneles solares.

También se ha calculado el barrio o pedanía a la que pertenece cada cubierta analizada. De esta forma se pueden realizar agregaciones de los datos calculados en cada cubierta a nivel de barrios o pedanías.

2 Datos

Para realizar el “**Estudio del potencial Fotovoltaico de todas cubiertas de la Ciudad de Murcia y Pedanías**” fueron necesarios básicamente 2 tipologías de datos: Datos geográficos y datos climáticos.

2.1 Datos geográficos

Las fuentes de información geográfica empleadas para este estudio han sido dos:

- Cartografía municipal a escala 1:1000
- Datos LIDAR

2.2 Datos climáticos

Con el fin de obtener datos climáticos históricos y obtener una base de datos de radiación solar en la región de Murcia se obtuvieron datos a partir de la herramienta PVGIS. Dicha herramienta contempla series de datos históricas en cualquier parte del mundo. Estos datos han sido utilizados para validar los datos de radiación y energía generada calculados.

3 Cálculos

Las premisas de cálculo del estudio realizado han sido:

- Utilización de la capa de polígonos de edificios contenidos en la cartografía municipal a escala 1:1000 filtrando por las siguientes categorías:
 - Recinto de edificio genérico (346.896)
 - Edificio en Construcción (728)
 - Edificios Religioso (1.225)
 - Edificio Singular (4.866)
 - Nave agroindustrial o fábrica (11.672)
 - Marquesina (26.771)
 - Recinto de Elemento Constructivo (9.362)
- Utilización de los datos LIDAR del año 2016 (último disponible en el IGN en el municipio de Murcia).
- Para el cálculo de la energía generada y el número de paneles disponibles para cada cubierta se ha utilizado el tipo de panel de 450 W.
- El umbral de radiación a partir del cual se define qué superficie es útil se situó en 1300 kWh/m²
- Azoteas con un valor predominante de inclinación menor o igual 18° son consideradas cubiertas planas. Azoteas con un valor predominante de inclinación mayor a 18° son consideradas cubiertas inclinadas.
- Para el cálculo de emisiones de CO₂ de evitadas se ha utilizado el valor de mix de la red eléctrica española publicado por la CNMC en fecha 20 de abril de 2022 es de 259 g CO₂eq/kWh. Valor calculado en base a la energía producida en el año 2021.

4 Resultados

Los modelos generados en el análisis han sido los siguientes:

Modelos digitales del terreno

Se han generado una serie de modelos digitales del terreno con 2m de resolución de pixel:

- Un modelo digital de superficies (MDS) a partir de los datos del último vuelo LIDAR
- Un modelo digital de orientaciones
- Un modelo digital de inclinaciones
- Un modelo digital de radiación solar

Modelo climático

Además de los modelos digitales anteriormente descritos se ha generado un modelo climático a través de la herramienta PVGIS. Para ajustar el modelo se ha realizado validación/correlación de cientos de miles de puntos contra la base de datos de PVGIS

(<https://ec.europa.eu/jrc/en/pvgis>)

Cálculos de superficie útil y potencia pico

Se han realizado los cálculos de la superficie útil de cada cubierta. Para el caso de Murcia se ha estimado un valor de 1300 kWh/m² como umbral a partir del cual es rentable instalar paneles solares de otras zonas por debajo de dicho umbral en las cuales no es recomendable instalar paneles. Este umbral permite discriminar para una cubierta cuantos m² respecto al total son metros útiles de instalación de paneles.

La potencia pico viene establecida por la multiplicación de la potencia de todos los paneles solares de la instalación fotovoltaica por su número total.

Gracias a la superficie útil anteriormente calculada y en función del tipo de azotea se ha realizado el cálculo del número de paneles de 450W que se podrían llegar a instalar en la cubierta.

Cálculos de producción fotovoltaica

En el presente estudio se ha podido calcular tanto la radiación solar anual recibida por las cubiertas, teniendo en cuenta las sombras de edificios, árboles y otros obstáculos colindantes, así como la potencia pico de una futura instalación fotovoltaica. Con estas dos variables y una serie de fórmulas descritas con anterioridad ha sido posible estimar la producción fotovoltaica anual de cada una de las cubiertas en kWh año.

Además de la producción fotovoltaica de cada cubierta se ha calculado la producción fotovoltaica por unidad de superficie, de tal manera que se pueden clasificar y simbolizar aquellas cubiertas que poseen una mayor capacidad de producción fotovoltaica.

Cálculos de emisiones de CO₂ evitadas

Se han calculado el equivalente de emisiones de CO₂ evitadas si se llevasen a cabo las instalaciones fotovoltaicas potenciales para cada cubierta. Los cálculos han sido realizados en base al valor de mix de la red eléctrica española publicado por la CNMC en fecha 20 de

abril de 2022 donde indica un valor de 259 g CO₂eq/kWh. Este valor ha sido calculado en base a la energía producida en el año 2021.

Capa resultado

Los datos que se pueden consultar en la capa (shapefile) resultado son los siguientes:

- Ogc_fid
- Tipo de elemento
- Superficie total de la cubierta
- Superficie útil
- Tipo de azotea (Plana, inclinada)
- Inclinación predominante
- Orientación predominante
- Potencia pico de la instalación
- N° de paneles instalables en la zona útil
- Radiación global anual media total de la azotea
- Radiación global anual media superficie útil
- Radiación global anual media total de la azotea
- Radiación global anual media superficie útil
- Emisiones de CO₂ evitadas
- Energía total generada por hora
- Irradiancia por metro cuadrado
- Energía anual generada en zona útil
- Energía anual generada en zona útil por superficie total
- Barrios/Pedanías

Modelo de datos capa resultado

El modelo de datos de la capa de edificios resultado se describe a continuación en la siguiente tabla:

Nombre campo	Alias	Unidades	Descripción
ogc_fid	ogc_fid	-	Id ogc de la cubierta
elemento	elemento	-	Tipo de elemento
superficie	superficie	m ₂	Superficie total de la cubierta
super_util	superficie útil	m ₂	Superficie útil
tipo_azo	tipo azotea	-	Tipo de azotea (Plana, inclinada)
inclina	inclinación	grados	Inclinación predominante
orienta	orientación	grados	Orientación predominante
rad_anu_to	radiación global anual total	kW/h m ₂	Radiación global anual media total de la azotea
rad_anu_ut	radiación global anual zona útil	kW/h m ₂	Radiación global anual media superficie útil
pot_pico	potencia pico	kWp	Potencia pico de la instalación
n_pan_util	n paneles zona útil	-	Nº de paneles zona útil
co2_evi	emisiones CO ₂ evitadas	-	Emisiones de CO ₂ evitadas
rad_med_to	radiación global anual media total	kW/h m ₂	Radiación global anual media total de la azotea
rad_med_ut	radiación global anual media zona útil	kW/h m ₂	Radiación global anual media superficie útil
tc	tc	°C	Temperatura real de los paneles
ener_gen_h	energía total generada por hora	kWh	Energía total generada por hora
ener_gen_a	energía total generada por año	kWh año	Energía total generada por hora
irrad_hora	irradiancia por hora	W/m ₂	Irradiancia por metro cuadrado
en_ano_sup	energía total generada año por m ₂	kWh año	Energía anual generada por superficie
id_bar_pe	id de barrio o pedanía	-	ID del barrio o pedanía
barri_ped	barrio o pedanía	-	Barrio/Pedanía a la que pertenece la cubierta

Estadísticas de barrios y pedanías

Dentro de los análisis también se han realizado agregaciones de los datos totales calculados en cada cubierta a nivel de barrios y pedanías.

A continuación, se muestra una tabla de datos agregados totales de los barrios en relación a los datos de superficie, superficie útil, potencia pico, energía genera y emisiones de CO₂ evitadas:

Barrios	Geometrías (nº)	Superficie (m²)	Superficie útil (m²)	Potencia pico (kWp)	Energía (GWh/año)	Emisiones CO₂ (tn/año)
BUENOS AIRES	685	34,960	18,852	5,537	9.0	2,324
EL CARMEN	4,276	277,920	155,910	48,145	78.2	20,265
EL RANERO	2,424	123,817	85,201	21,401	35.1	9,103
ESPINARDO	9,353	477,152	324,522	88,114	144.3	37,384
INFANTE JUAN MANUEL	1,982	175,833	111,407	29,558	48.6	12,597
LA CATEDRAL	1,211	75,104	38,212	13,051	21.0	5,435
LA FAMA	1,047	88,491	48,508	13,299	21.6	5,591
LA FLOTA	2,158	134,852	84,187	24,490	39.8	10,318
LA PAZ	704	77,458	49,240	11,870	19.6	5,074
LA PURISIMA-BARRIOMAR NTRA. SRA.	3,530	197,401	141,317	39,781	65.3	16,920
FUENSANTA	420	14,877	10,099	3,475	5.5	1,436
SAN ANDRES	557	45,235	27,578	7,616	12.5	3,231
SAN ANTOLIN	1,055	62,553	31,924	10,717	17.4	4,507
SAN ANTON SAN	1,279	97,303	53,712	16,094	26.1	6,763
BARTOLOME	583	29,176	12,552	4,184	6.6	1,716
SAN BASILIO	1,053	91,351	63,757	16,229	26.9	6,973
SAN JUAN	1,552	113,923	64,037	19,730	32.2	8,349
SAN LORENZO	1,211	70,529	35,898	11,987	19.3	4,985
SAN MIGUEL	1,470	119,991	61,667	19,192	30.9	8,012
SAN NICOLAS	885	48,822	25,029	8,972	14.4	3,738
SAN PEDRO	880	52,395	28,534	8,946	14.5	3,758
SAN PIO X	641	84,608	66,792	16,159	27.1	7,017
SANTA CATALINA SANTIAGO EL MAYOR	458	24,189	10,845	3,885	6.2	1,603
STA. EULALIA	3,496	159,895	101,523	30,099	49.0	12,688
STA. MARIA DE GRACIA	924	47,148	24,068	8,277	13.3	3,439
GRACIA	2,680	210,718	137,756	37,056	60.7	15,734
VISTA ALEGRE	3,782	232,043	130,461	38,207	61.8	16,013
VISTABELLA	1,007	69,372	47,701	14,942	24.5	6,339

Los valores totales del conjunto de todos los barrios son:

Barrios	Geometrías (nº)	Superficie (m²)	Superficie útil (m²)	Potencia pico (kWp)	Energía (GWh/año)	Emisiones CO₂ (tn/año)
TODOS	51,303	3,237,116	1,991,289	571,012	931.7	241,310

A continuación, se muestra una tabla de datos agregados totales de las pedanías en relación a los datos de superficie, superficie útil, potencia pico, energía genera y emisiones de CO₂ evitadas:

Pedanías	Geometrías (nº)	Superficie (m²)	Superficie útil (m²)	Potencia pico (kWp)	Energía (GWh/año)	Emisiones CO₂ (tn/año)
ALGEZARES	6,790	320,307	219,762	66,398	108.5	28,106
ALJUCER	10,156	540,419	402,414	114,701	189.8	49,163
ALQUERIAS BAÑOS Y MENDIGO	8,157	509,496	401,083	102,399	170.1	44,065
BARQUEROS	6,738	221,053	165,966	47,971	81.5	21,122
BENIAJAN CABEZO DE TORRES	2,015	96,964	74,093	21,399	36.1	9,355
CANADAS DE SAN PEDRO	9,923	598,357	440,183	113,357	187.3	48,507
CARRASCOY LA MURTA	12,462	737,736	554,251	144,946	240.5	62,304
CASILLAS	1,582	68,201	53,593	14,603	24.3	6,302
CHURRA	407	17,351	14,605	4,047	7.0	1,822
COBATILLAS	5,639	323,816	247,025	62,531	103.7	26,857
CORVERA	9,913	674,104	518,611	120,694	201.6	52,205
EL ESPARRAGAL	4,350	313,287	247,397	59,174	99.0	25,648
EL PALMAR	7,132	260,203	197,880	56,463	95.8	24,814
EL PUNTAL	11,756	679,259	514,171	138,562	229.9	59,558
EL RAAL	18,990	1,324,842	978,085	243,267	403.8	104,601
ERA ALTA	8,606	789,583	596,324	139,543	234.2	60,656
GARRES Y LAGES	9,293	676,950	532,568	136,129	226.5	58,669
GEA Y TRUYOLS	4,382	220,465	162,261	46,347	76.5	19,810
GUADALUPE	9,364	421,698	304,665	83,031	136.6	35,373
JAVALI NUEVO	5,409	265,376	203,732	61,073	103.4	26,773
JAVALI VIEJO	8,559	364,276	263,182	75,114	124.0	32,110
JERONIMO Y AVILESES	5,106	200,700	139,751	40,701	66.9	17,318
LA ALBATALIA	3,712	182,471	126,792	39,080	63.9	16,557
LA ALBERCA	6,138	214,062	156,402	43,480	72.7	18,827
LA ARBOLEJA	3,998	210,124	160,443	44,270	73.4	19,023
LA ÑORA	12,114	562,049	363,682	106,790	174.0	45,063
LA RAYA	3,723	192,041	146,447	40,112	66.4	17,196
LLANO DE BRUJAS	6,711	267,763	187,309	58,148	95.8	24,824
LOBOSILLO	3,377	152,430	110,606	31,558	52.1	13,486
LOS DOLORES	8,060	449,099	339,028	93,413	154.8	40,105
LOS MARTINEZ DEL PUERTO	3,019	184,360	144,176	36,542	61.8	16,014
MONTEAGUDO	6,507	390,973	294,527	74,751	123.9	32,089
NONDUERMAS	1,492	88,332	71,283	18,806	31.9	8,272
PUEBLA DE SOTO	5,287	286,349	216,253	57,445	94.8	24,549
PUENTE TOCINOS	6,642	382,056	291,690	78,296	129.7	33,586
RINCON DE BENISCORNIA	3,898	263,275	204,364	54,860	91.3	23,649
RINCON DE SECA	2,887	139,681	101,813	28,466	47.2	12,227
SAN BENITO - PATIÑO	12,420	795,602	596,039	154,141	254.7	65,967
SAN BENITO - PROGRESO	1,710	76,622	54,013	16,153	26.5	6,856
	3,941	178,931	133,680	37,396	61.7	15,990
	4,827	251,871	177,439	50,363	82.7	21,421
	5,831	302,738	213,741	60,845	100.2	25,947



Pedanías	Geometrías (nº)	Superficie (m²)	Superficie útil (m²)	Potencia pico (kWp)	Energía (GWh/año)	Emisiones CO₂ (tn/año)
SAN GINES	4,043	470,703	386,703	80,207	135.2	35,009
SAN JOSE DE LA VEGA	4,869	285,049	215,998	55,254	91.8	23,766
SANGONERA LA SECA	11,857	1,024,824	848,274	187,770	317.3	82,185
SANGONERA LA VERDE	16,159	684,226	501,638	145,160	239.7	62,067
SANTA CRUZ SANTIAGO Y ZARAICHE	4,557	249,547	191,465	54,647	90.5	23,430
SANTO ANGEL	4,782	194,273	128,830	36,743	60.0	15,527
SUCINA	5,310	277,190	188,632	55,453	90.5	23,443
TORREAGÜERA VALLADOLISES Y LO JURADO	4,201	188,125	142,818	38,637	64.8	16,792
ZARANDONA	11,309	498,897	355,586	97,004	158.5	41,065
ZENETA	1,278	63,921	53,041	13,659	23.2	6,014
	5,743	377,539	286,670	73,577	121.5	31,481
	2,770	121,770	89,647	25,871	42.5	11,011

Los valores totales del conjunto de todas las pedanías son:

Pedanías	Geometrías (nº)	Superficie (m²)	Superficie útil (m²)	Potencia pico (kWp)	Energía (GWh/año)	Emisiones CO₂ (tn/año)
TODAS	349,901	19,631,336	14,710,631	3,881,348	6,442.2	1,668,577



**Ayuntamiento
de Murcia**



AYUNTAMIENTO DE MURCIA

ALEM – Agencia Local de la Energía y Cambio Climático

Plaza Robert Schuman s/n, CP 30007, Murcia, España

www.energiamurcia.es

www.murcia.es