
Estudio del potencial solar mediante la aplicación de la metodología gSolarRoof en los polígonos industriales de Don Benito y Plasencia

Informe realizado por el CIEMAT, autores:

Ana María Martín Ávila

Javier Domínguez Bravo

José Antonio Ferrer Tebar

Guillermo Díaz Herrero

En el marco del proyecto IDERCEXA.

Versión 2.0 30/11/2020

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. POLÍGONO INDUSTRIAL DE DON BENITO	2
3. POLÍGONO INDUSTRIAL DE PLASENCIA	4
4. FUENTES DE DATOS	5
5. METODOLOGÍA	8
5.1. Vuelo fotogramétrico	9
5.2. Tratamiento de la información	11
5.3. Modelo geográfico para el análisis del potencial solar	12
6. RESULTADOS GLOBALES	16
7. GEOPORTAL PARA LA PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS	20
8. BIBLIOGRAFÍA.....	22
ANEXO I. PUNTOS DE APOYO	24
ANEXO II. INFORME DE CALIDAD DE DON BENITO	25
ANEXO III. INFORME DE CALIDAD DE PLASENCIA	34
ANEXO IV. MANUAL DE USUARIO DEL GEOPORTAL GSOLARROOF	44
ANEXO V. MAPAS TEMÁTICOS DEL POLÍGONO INDUSTRIAL DE DON BENITO	55
ANEXO VI. MAPAS TEMÁTICOS DEL POLÍGONO INDUSTRIAL DE PLASENCIA	79

1. INTRODUCCIÓN

El proyecto [IDERCEXA](#) tiene como objetivo ayudar al desarrollo y la innovación de la región EUROACE (Alentejo y Centro en Portugal y Extremadura en España) mediante la implementación y diseminación de tecnologías renovables que, a través de prototipos, pretenden impulsar un tejido tecnológico que impulse el crecimiento de la industria regional.

CIEMAT, como socio de este consorcio, ha aportado sus capacidades tecnológicas tanto en el apoyo a las empresas regionales como en el desarrollo de estos prototipos. En este sentido, a continuación presentamos el trabajo desarrollado por el grupo de Tecnologías de la Información Geográfica y Energías Renovables (gTIGER) del CIEMAT dentro de las actividades de este organismo en el marco del proyecto IDERCEXA.

Si observamos la zonificación de un área urbana cualquiera, podremos apreciar que las áreas con un mayor potencial de aprovechamiento de sus tejados para utilizar energía solar son los centros comerciales, los polígonos industriales y las zonas de servicios y equipamientos (colegios, hospitales, etc...). El propósito de este estudio es evaluar el potencial solar, fotovoltaico y térmico, de dos polígonos industriales mediante la aplicación del modelo geográfico gSolarRoof, desarrollado por el CIEMAT. Para este análisis se han seleccionado los polígonos industriales de Don Benito (Badajoz) y Plasencia (Cáceres) en la Comunidad Autónoma de Extremadura.

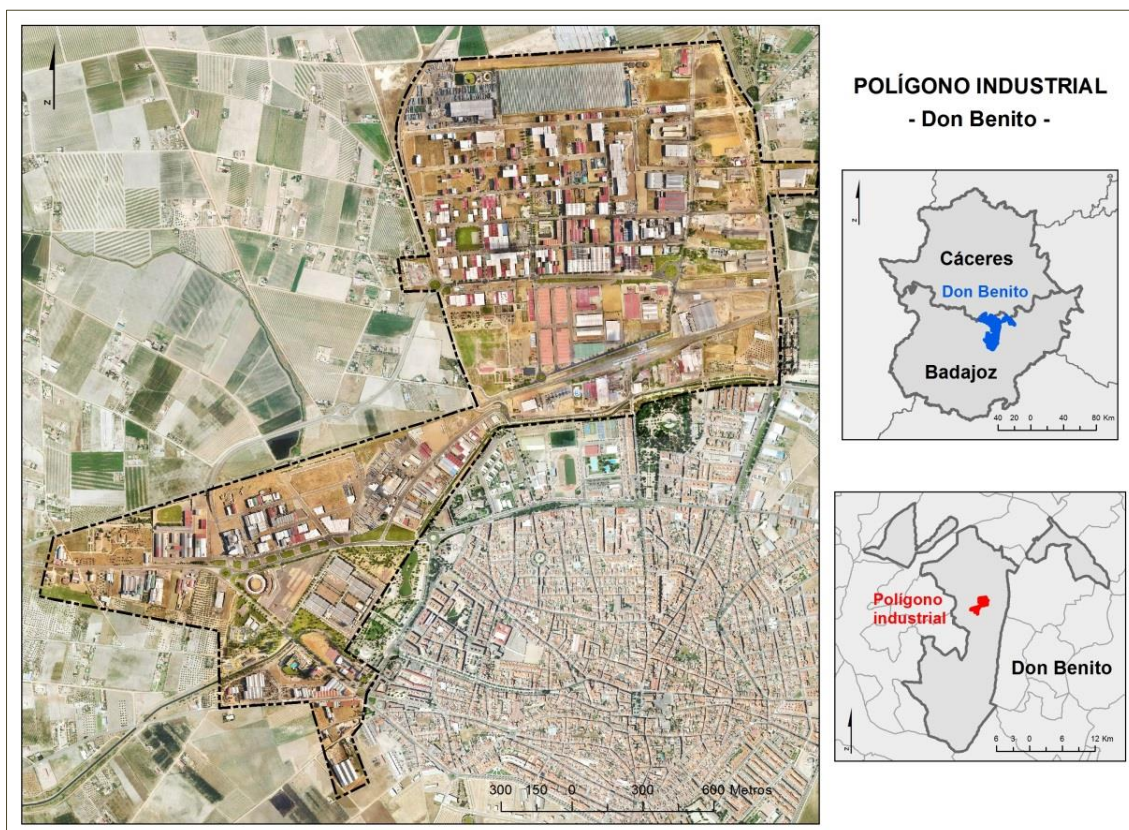
Este estudio forma parte del proyecto gSolarRoof orientado a la implementación de modelos geográfico para la evaluación de la capacidad de los espacios urbanos de incorporar energías renovables como parte de la planificación urbana. Para ello, el proyecto se apoya en la capacidad de análisis de las tecnologías de la información geográfica (TIG) y en datos de alta resolución obtenidos mediante el uso de RPAS (*Remotely Piloted Aircraft System*), comúnmente conocido como *drones*.

Además de las imágenes tomadas con RPAS, la información necesaria para el proyecto ha sido obtenida de bases de datos geográficas disponibles en diferentes organismos oficiales nacionales y regionales. El estudio está basado en la generación de un modelo tridimensional de los polígonos industriales a partir del cual se realiza el análisis del potencial solar mediante la aplicación del modelo gSolarRoof, desarrollado con el software ArcGIS. El modelo valora las superficies disponibles para el aprovechamiento solar en cada tejado, la radiación recibida, la potencia que se podría instalar y la energía que se obtendría a lo largo del año.

Para la difusión de los resultados del proyecto, se utiliza como soporte un geoportal web donde se pueden visualizar una serie de mapas con los resultados, facilitando el acceso a los datos y la información detallada de las naves industriales.

2. POLÍGONO INDUSTRIAL DE DON BENITO

Don Benito es un municipio situado en el norte de la provincia de Badajoz perteneciente a la mancomunidad de las Vegas Altas a 96 km de la capital de la provincia. El polígono industrial, que abarca un área de 343 ha, se localiza a latitud de 38° 57' 56,44" Norte y la longitud de 5° 21' 7,06" Oeste. Está situado en un área predominantemente llana, cercana al río Guadiana, que se extiende del norte al oeste del núcleo urbano, y que cuenta con acceso a la autovía EX-A2, que une Don Benito con la autovía del suroeste A-5 (ver Mapa 1).



Mapa 1. Localización del polígono industrial de Don Benito.

Don Benito presenta las características típicas de las regiones con un clima mediterráneo. La temperatura media anual es de 16,4 °C y la precipitación de 477 mm. Durante el verano las temperaturas son altas, siendo en estos meses más cálidos la temperatura media máxima de 34 °C y que pueden llegar a superar los 40 °C. En los

meses de invierno, con mínimas medias de 3 - 4 °C, las temperaturas suelen descender de los 0 °C alrededor de 25 días al año (AEMET, 2020). A nivel del suelo, la radiación media anual supera los 1800 kWh/m².

El municipio cuenta con 37.151 habitantes (INE, 2019). La actividad económica, favorecida por su posición como localidad principal de la comarca, está dominada por el sector de los servicios con un comercio minorista y mayorista bastante desarrollado dedicado a la alimentación y bebidas, materias primas agrarias, textil o la construcción. Además, dispone de equipamientos para la promoción comercial y empresarial como el FEVAL-Institución Ferial de Extremadura donde organizar congresos, ferias y exposiciones.

El sector agrario tiene un importante peso en el municipio. Debido a su cercanía a los ríos Gadiana y Ortiga se ha impulsado la explotación agrícola de regadío en la zona, aunque también se dedican otras zonas del municipio a cultivos extensivos de secano y la ganadería en la dehesa. No obstante, muy relacionado con la agricultura está el sector industrial, como la industria de concentrado de frutas, fábricas dedicadas al arroz, la transformación del cereal en piensos o cooperativas de selección de la fruta para su distribución. El sector agrario ha sido la base del desarrollo industrial del municipio que se ha ido ampliando con nuevas empresas asentadas en la zona.

Sector de actividad	Empresas	Trabajadores
Agricultura	191	1.204
Industria	103	1.356
Construcción	121	651
Servicios	813	7.373
Total	1.228	10.584

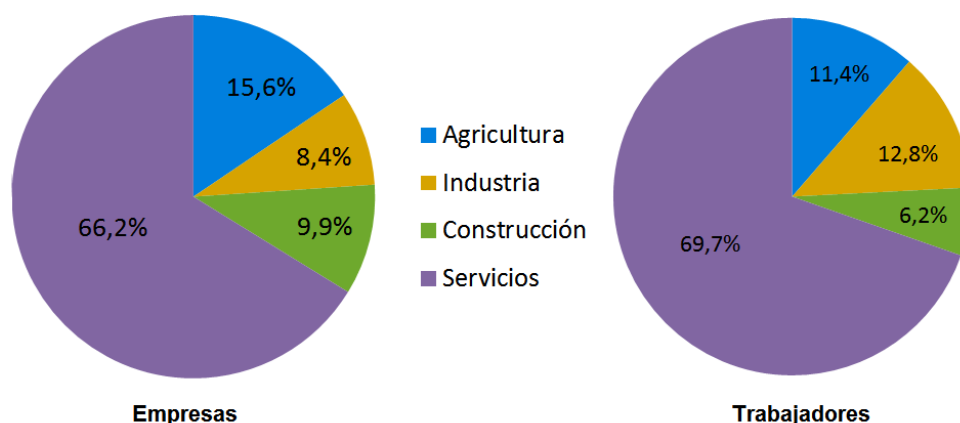
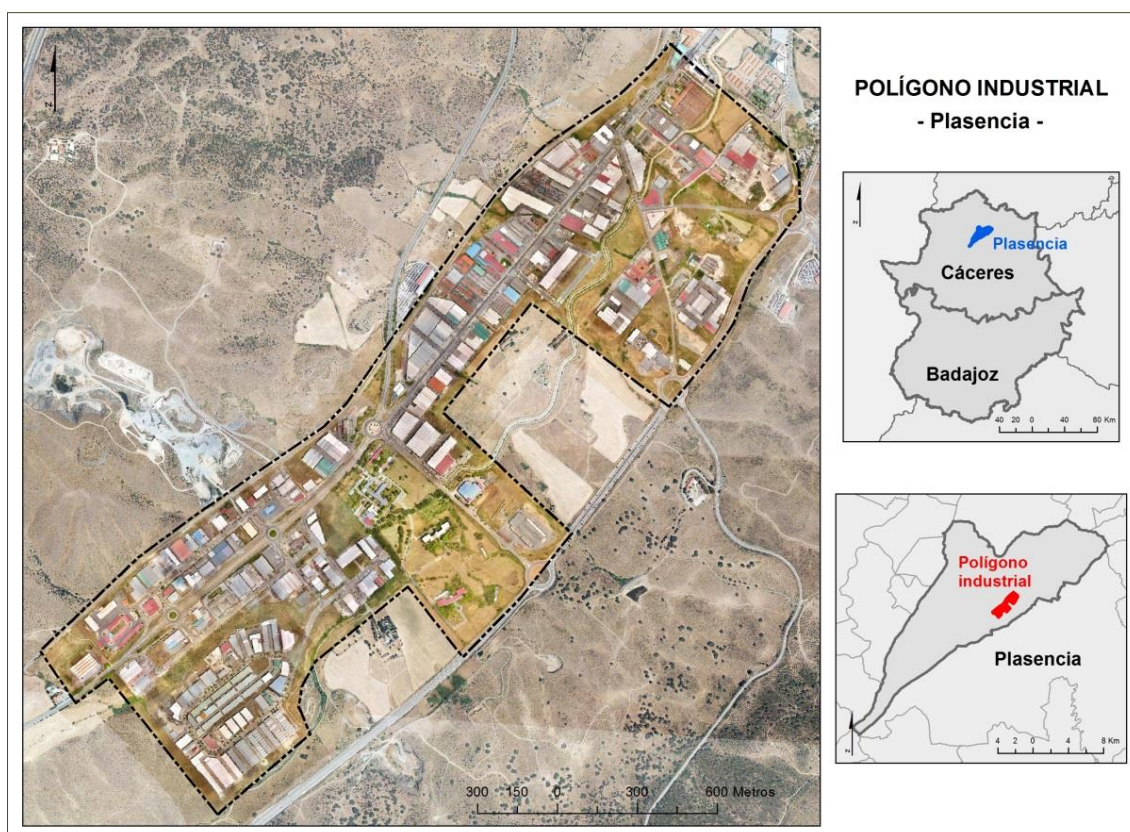


Gráfico 1. Empresas y trabajados por sector de actividad (Septiembre 2020) del municipio de Don Benito (IEEX, 2020).

3. POLÍGONO INDUSTRIAL DE PLASENCIA

Plasencia es un municipio del norte de la provincia de Cáceres situado a la entrada del Valle del Jerte y a 68 km de la capital de la provincia. El polígono industrial, con una extensión de 257 ha, se localiza a una latitud de 40° 0' 22,20" Norte y una longitud de 6° 6' 44,78" Oeste. Está situado en un área en el suroeste del núcleo urbano y con acceso a las autovías Norte de Extremadura (EX-A1) y Ruta de la Plata (A-66) (ver Mapa 2).



Mapa 2. Localización del polígono industrial de Plasencia.

Plasencia presenta las características de los climas mediterráneo y continental. La temperatura media anual es de 15,9 °C y la precipitación de 711 mm. Durante el verano la temperatura media máxima es de 34 °C en el mes más caluroso aunque pueden llegar a superar los 40 °C. Sin embargo, en los meses de invierno las temperaturas, con mínimas medias de 3 - 4 °C, también descienden de los 0 °C alrededor de 23 días al año (AEMET, 2020). Al igual que el polígono de Don Benito, presenta una buena radiación anual que puede superar los 1800 kWh/m² de media.

La ciudad cuenta con 39.913 habitantes (INE, 2019). La actividad económica principal está relacionada con el sector de los servicios con una actividad comercial y turística

fortalecida por ser la mayor ciudad del norte de Extremadura y estar rodeada de varias mancomunidades. La ciudad posee un campus universitario con varios centros dependiente de la Universidad de Extremadura y en ella se ubica el Centro de Agricultura Ecológica y de Montaña (CAEM). En el sector industrial destacan la industria de la alimentación, la fabricación de productos metálicos para la construcción, la industria de la madera y la fabricación de muebles.

Sector de actividad	Empresas	Trabajadores
Agricultura	64	178
Industria	85	939
Construcción	155	1.038
Servicios	967	7.590
Total	1.271	9.745

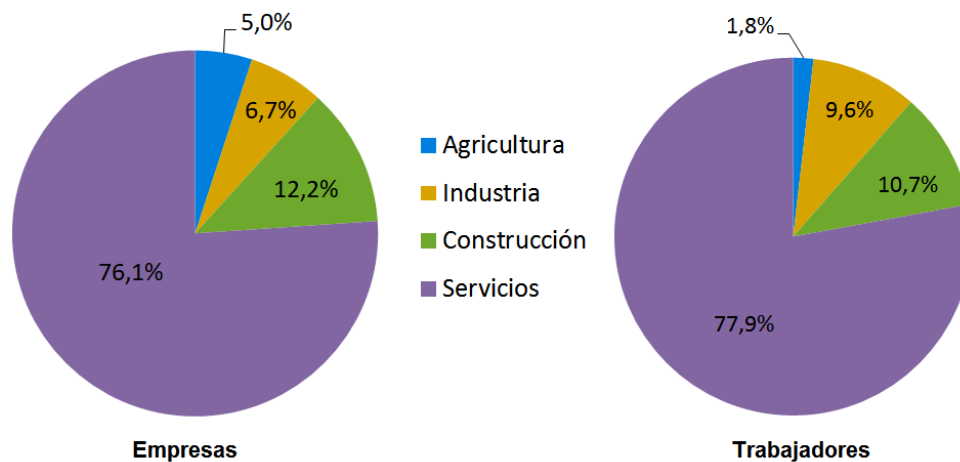


Gráfico 2. Empresas y trabajadores por sector de actividad (septiembre, 2020) del municipio de Plasencia (IEEX, 2020).

4. FUENTES DE DATOS

En el desarrollo del estudio ha sido necesario disponer de información procedente de dos fuentes principales, las bases de datos geográficas de organismos oficiales de acceso libre y la información facilitada por los vuelos fotogramétricos realizados para este proyecto en los polígonos industriales de los dos municipios.

De las diferentes fuentes de datos consultadas, se han obtenido las siguientes capas de información:

- *Nubes de puntos*: Estos archivos son básicos para realizar el análisis del potencial solar de los edificios y a partir de ellos se crea el modelo tridimensional de los

polígonos industriales. En este trabajo se han utilizado dos tipos de nubes de puntos:

- **LIDAR** (*Light Detection and Ranging*): Corresponden al proyecto LIDAR del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA) proporcionados por el Instituto Geográfico Nacional (IGN). Los ficheros LIDAR están en formato LAZ (archivos LAS versión 1.2 comprimidos) y han sido clasificados en edificios, vegetación (alta, media y baja) y terreno. Además, las nubes de puntos también incluyen color (RGB) o infrarrojo (IRC).

Primera Cobertura

Sistema de coordenadas	ETRS 1989 UTM Zone 29N
Fecha	2010
Densidad de puntos	0,5 puntos/m ²
Superficie	2 x 2 km
Archivos	Plasencia → Zona de vuelo de Extremadura (Lote8_EXT)
	Don Benito → Zona de vuelo de Extremadura (Lote9_EXT)

Segunda Cobertura

Sistema de coordenadas	ETRS 1989 UTM Zone 30N
Fecha	2018
Densidad de puntos	1 punto/m ²
Superficie	2 x 2 km
Archivos	Don Benito → Zona de vuelo de Extremadura - Sur (EXT-S)

Tabla 1. Datos LIDAR (IGN, 2020).

- **Fotogrametría:** Vuelo RPAS realizado por la empresa extremeña Azimuth SL para este proyecto en el año 2020. Las nubes de puntos han sido generadas con el *software* de fotogrametría para el mapeo con drones Pix4D. Los archivos obtenidos están en formato LAS (versión 1.2) con una resolución de 1 punto / 4 cm, el sistema de coordenadas es WGS 1984 UTM (Don Benito en huso 30 y Plasencia en huso 29) y también incluyen el color (RGB).
- **Ortofotos:** Para poder tener de una perspectiva aérea de los polígonos industriales de ambos municipios hemos utilizado las series de ortofotos del PNOA correspondientes a los años 2010 a 2019 (IGN, 2020) de resolución entre 25 y 50

cm. Además, a partir de las imágenes obtenidas con el vuelo RPAS se han calculado ortofotos de los polígonos a la máxima resolución de 4 cm. Las ortofotos se han utilizado como guía para delimitar el área de estudio, examinar los edificios y realizar una revisión detallada de los tejados para la preparación de los datos.

- *Datos de la posición del sol:* El servicio web *Solar Energy Services for Professionals* (SoDa) (MINES Paris Tech y Transvalor, 2020) ofrece un catálogo de enlaces y servicios de mapas relacionados con la radiación solar o la información meteorológica entre otros. Uno de los servicios disponible en la sección de astronomía es *Solar Geometry 2* (SG-2) para el cálculo de la posición del sol, necesario para establecer cuáles son las zonas sombreadas de los tejados. En este portal web indicando una localización se obtiene la posición solar. Para cada polígono industrial se han seleccionado los datos correspondientes al año 2020 con un intervalo de tiempo de 30 minutos.
- *Datos mensuales de radiación solar:* El portal ADRASE (CIEMAT, 2020) permite consultar y descargar datos para toda España de las medias mensuales de irradiación solar global horizontal con una resolución de 5 km. Con esta información calculamos los parámetros atmosféricos necesarios para que la determinación de la radiación solar se ajuste mejor a sus variaciones mensuales a lo largo del año.
- *Distribución de los edificios:* Una de las capas de información empleadas es la localización y delimitación de los edificios. La Dirección General de Catastro (2020) dispone de un servicio de descarga de cartografía en formato vectorial del catastro rústico y urbano. Se pueden obtener datos de la distribución del parcelario, referencias catastrales, delimitación de edificios, elementos constructivos localizados en cada parcela y datos públicos asociados a las parcelas catastrales como los usos de los edificios. Como complemento a la información catastral también hemos utilizado la cartografía de la Infraestructura de Datos Espaciales de Extremadura (Junta de Extremadura, 2020).
- *Edificios protegidos o monumentos:* Situación de edificios con alguna categoría de protección patrimonial que se pudieran estar incluidos en la zona de los polígonos industriales (Ayto. Don Benito, 2020; Ayto. Plasencia, 2020).
- *Datos de temperaturas mensuales:* La Agencia Estatal de Meteorología (AEMET, 2020) facilita series de datos e información climatológica general de sus estaciones meteorológicas. También se accede a este tipo de datos a través del 'Visor del Atlas climático' que incluye datos de temperaturas y precipitación. Este visor

genera un informe con los datos seleccionados para una comunidad autónoma, provincias, municipios u otra unidad territorial, marcando un punto en el mapa.

5. METODOLOGÍA

El estudio del potencial solar de los polígonos industriales se ha desarrollado en tres fases principales que incluyen un vuelo fotogramétrico de los polígonos industriales, el tratamiento previo de toda la información y el análisis geográfico mediante la aplicación del modelo gSolarRoof para la evaluación del potencial solar de los edificios. (Ver Figura 1).

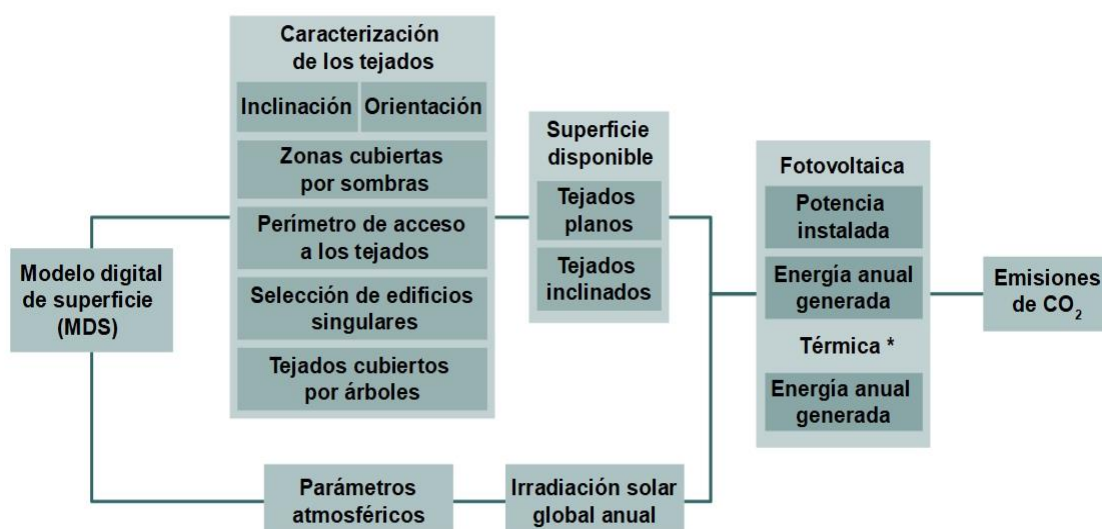
Vuelo fotogramétrico



Tratamiento de la información



Modelo gSolarRoof



* Para las temperaturas de 40°C, 70°C y 90°C

Figura 1. Esquema general de la metodología.

5.1. Vuelo fotogramétrico

Los vuelos fotogramétricos de ambos polígonos industriales han sido realizados con RPAS por la empresa [AZIMUT Topografía y drones S.L.](#) que ha llevado a cabo las siguientes tareas:

- Planificación del vuelo para cada polígono industrial detallando el número de misiones a realizar (17 en Don Benito y 16 en Plasencia) y la superficie cubierta, duración de los mismos, parámetros de los vuelos, número de fotos y precisión, recubrimiento y solape y configuración de la cámara.
- Localización de los puntos de apoyo y de control tomados en campo con un GPS de precisión necesarios para georreferenciar adecuadamente los vuelos a realizar y cotejar los resultados obtenidos en las capas de datos generadas a partir de las fotografías. Han realizado el levantamiento topográfico de 66 puntos en Don Benito y 49 puntos en Plasencia (Anexo I).
- Ejecución de los vuelo en campo con RPAS siguiendo las rutas planificadas para cada misión con la obtención de las fotografías (2.117 en Don Benito y 2.319 en Plasencia).
- Procesado de las imágenes para generar los archivos de datos requeridos por el modelo: nubes de puntos, ortofotos y modelo digital de superficie (MDS) con una resolución de 4 cm (Anexos II y III). El procesado se ha realizado con el software Pix4d.



Figura 2. Nube de puntos de fotogrametría. Polígono industrial de Don Benito.



Figura 3. Ortofotos del vuelo fotogramétrico. Polígono industrial de Don Benito.



Figura 4. Nube de puntos de fotogrametría. Polígono industrial de Plasencia.



Figura 5. Ortofotos del vuelo fotogramétrico. Polígono industrial de Plasencia.

5.2. Tratamiento de la información

Previamente al análisis del modelo geográfico es importante preparar las nubes de puntos, crear las capas de datos y proporcionarles el formato adecuado siguiendo la estructura de datos establecida para la entrada al modelo gSolarRoof del CIEMAT. El proceso de tratamiento de la información consta de los siguientes pasos básicos:

- Preparar las capas de datos y tablas (límites de los polígonos industriales, distribución de los edificios, datos de posición del Sol, temperaturas, etc.), extrayendo del conjunto de la información recopilada únicamente los datos utilizados en el análisis y asignándoles la estructura, georreferenciación y formato necesarios para ejecutar el modelo.
- Revisar las nubes de puntos e identificar y corregir los posibles errores que puedan presentar siempre preservando la delimitación de las superficies de los elementos definidos por los puntos. En el proceso de edición de estos archivos se eliminan puntos duplicados o redundantes para reducir el tamaño de los archivos suprimiendo puntos innecesarios y se elimina el ruido generado por puntos erróneos cuya posición no se ajusta a los de su entorno. También se revisa si la

definición de los elementos relevantes como los edificios, vegetación y superficie del terreno se ajustan a la resolución de la nube de puntos.

- Componer una base de datos geográfica donde se ordena toda la información previamente tratada siguiendo el modelo de datos específico de gSolarRoof. El diseño de la base de datos permitirá posteriormente en el análisis relacionar datos espaciales de diversos formatos proporcionando una visión conjunta de la zona.

5.3. Modelo geográfico para el análisis del potencial solar

En el modelo geográfico gSolarRoof del CIEMAT (Martín et al., 2016) se definen las variables que determinarán el potencial solar de los polígonos industriales, analizando cuáles son las localizaciones adecuadas para los módulos solares y la generación de energía según la radiación solar en la zona. El modelo ha sido diseñado con la aplicación ModelBuidier del software ArcGIS para crear y gestionar este tipo de modelos. Para su aplicación en el proyecto de los polígonos industriales los flujos de trabajo implementados en gSolarRoof han requerido ser actualizados y modificados. En su aplicación en el proyecto las principales funciones incluidas son las siguientes:

- Crear un MDS de los polígonos industriales a partir de los archivos de nubes de puntos para disponer de una representación tridimensional del conjunto urbano. El MDS permite caracterizar las dimensiones de los edificios, la forma de los tejados y la disposición de los elementos situados en el entorno cercano. Conforme a la densidad en las nubes de puntos se ha realizado pruebas con varias precisiones 1 m, 50 cm y 20 cm.
- Análisis de la orientación e inclinación de los tejados. En fotovoltaica se consideran una inclinación máxima 60° con unas pérdidas de energía por orientación e inclinación del 40 % en el aprovechamiento de la radiación solar respecto a la posición óptima de los tejados (hacia el sur). En térmica se ha definido una inclinación máxima 90° y una orientación acorde a la posición este - sur - oeste.
- Delimitar una zona perimetral de acceso alrededor de los tejados, incluyendo la delimitación de las diferentes secciones que forman los edificios. Dependiendo de la superficie de cada unidad constructiva la anchura de la franja asignada variará entre 0,5 m y 1 m.
- Identificación de los edificios con características singulares que los excluyen parcial o totalmente de la instalación de módulos solares como los edificios

protegidos por su valor patrimonial, ruinas, en construcción, cuando falta información, etc.

Edificios completos	Secciones de edificios
Edificio protegido	Sección modificada
Edificio en construcción	Sección en ruina
Edificio en ruina	Sección sin información
Edificio modificado	Cubierta acristalada
Sin edificar	Paneles solares instalados
Edificio sin información	Sección sin construir
Edificio derribado	Sección derribada

Tabla 2. Clasificación de los edificios singulares.

- Revisión de las zonas arboladas cercanas a los edificios para descartar aquellas áreas de los tejados que estén cubiertas por árboles.
- Análisis del sombreado de los tejados para aprovechar al máximo las horas centrales del día con mayor radiación solar. El software ArcGIS dispone de una herramienta para el cálculo del sombreado para una posición del Sol en un momento del día y del año determinado. El análisis de la superficie de los tejados afectada por sombras se realiza para todo el año, teniendo en cuenta la distribución de las naves en el polígono industrial, los árboles o cualquier otro elemento sombreador del entorno circundante. Para cada uno de los días del año se calculan mapas de sombras en las horas centrales del día.

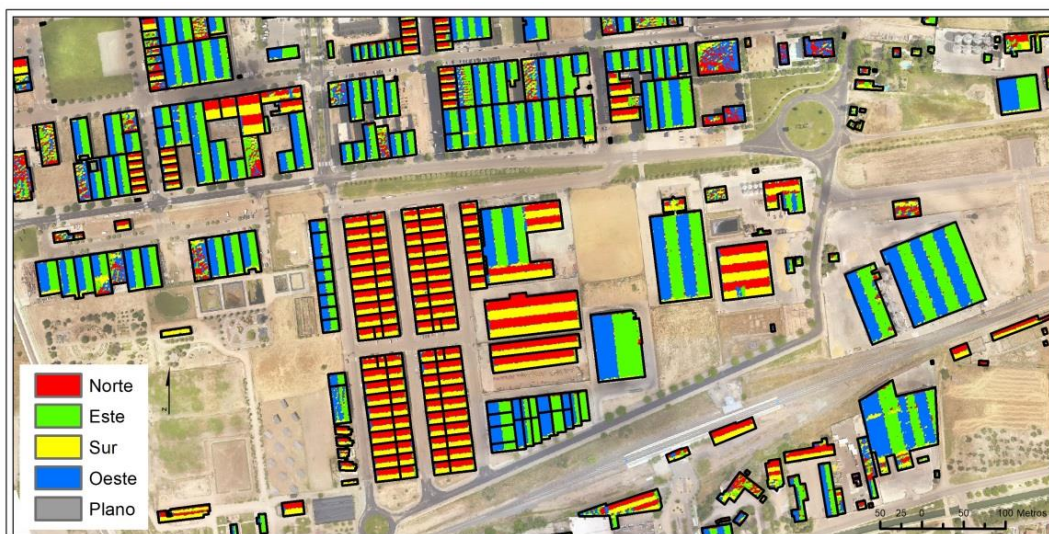
Mes	Horas
Febrero - Marzo - Abril	10:30 / 11:00 / 12:00 / 13:00 / 13:30
Mayo - Junio - Julio	10:00 / 11:00 / 12:00 / 13:00 / 14:00
Agosto - Septiembre - Octubre	10:30 / 11:00 / 12:00 / 13:00 / 13:30
Noviembre - Diciembre - Enero	11:00 / 12:00 / 13:00

Tabla 3. Franjas horarias para el cálculo del sombreado.

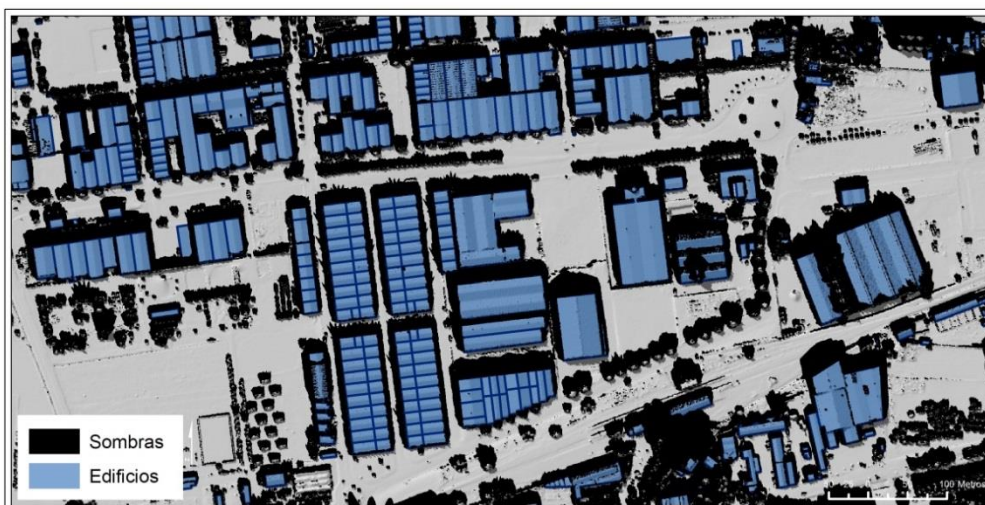
- Determinar la superficie útil de tejados en las naves para las instalaciones solares seleccionando aquellas zonas de los mismos que por su posición (inclinación y orientación) tendrán un mayor aprovechamiento de la radiación solar, evitan las sombras en determinados momentos del día, no están cubiertas por árboles y se

facilita el acceso a las instalaciones. En la superficie disponible también se ha diferenciado entre tejados planos e inclinados.

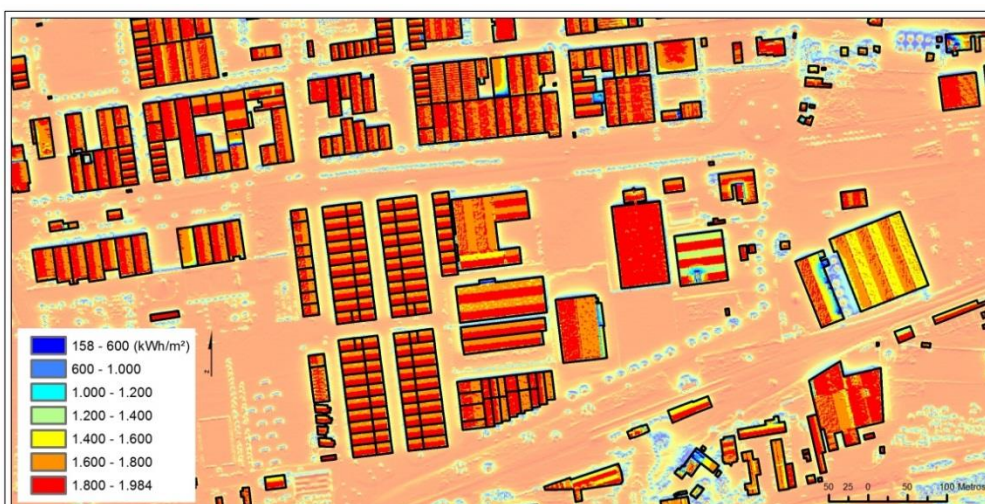
- Determinar la radiación solar que incide anualmente en los tejados utilizando la herramienta 'Radiación solar de áreas' del software ArcGIS, tomando como base el MDS para incluir la diversidad de formas de los tejados de las naves industriales y la configuración de los parámetros atmosféricos que influyen en la variación de la radiación a lo largo del año (Martín y Domínguez, 2019).
- Calcular la potencia instalada y la producción de energía eléctrica anual (Defaix et al., 2012) con módulos fotovoltaicos de los tipos 'Silicio monocristalino' (Viessmann, 2016) y 'Silicio multicristalino' (Canadian Solar, 2017).
- Calcular la producción de energía anual tomando como referencia varias temperaturas de uso que se necesiten alcanzar (40 °C, 70 °C y 90 °C) con colectores solares térmicos de los tipos 'Tubo de vacío', 'Plano selectivo' y 'Plano no selectivo' (IDAE y ASIT, 2020).
- Determinar las emisiones anuales a la atmósfera de CO₂ evitadas con la energía solar generada en relación a la electricidad convencional para fotovoltaica y al combustible empleado (gas natural) para generar agua caliente (IDAE, 2014).
- Asignación a cada nave de los resultados obtenidos en el modelo de todos los parámetros calculados con energía solar fotovoltaica y térmica siguiendo la distribución de edificios definida por el parcelario catastral.



Mapa 3. Orientación de los tejados. Polígono industrial de Don Benito.



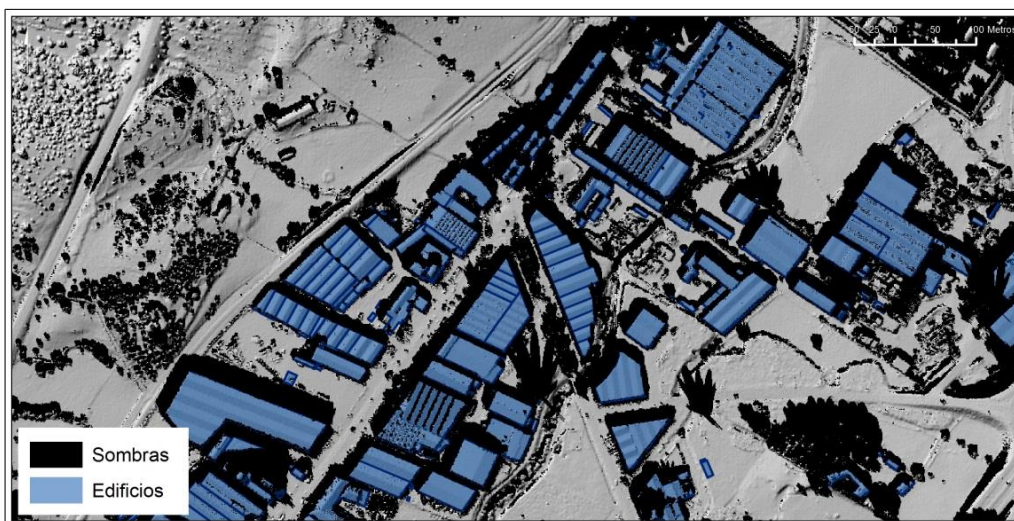
Mapa 4. Zonas sombreadas. Polígono industrial de Don Benito.



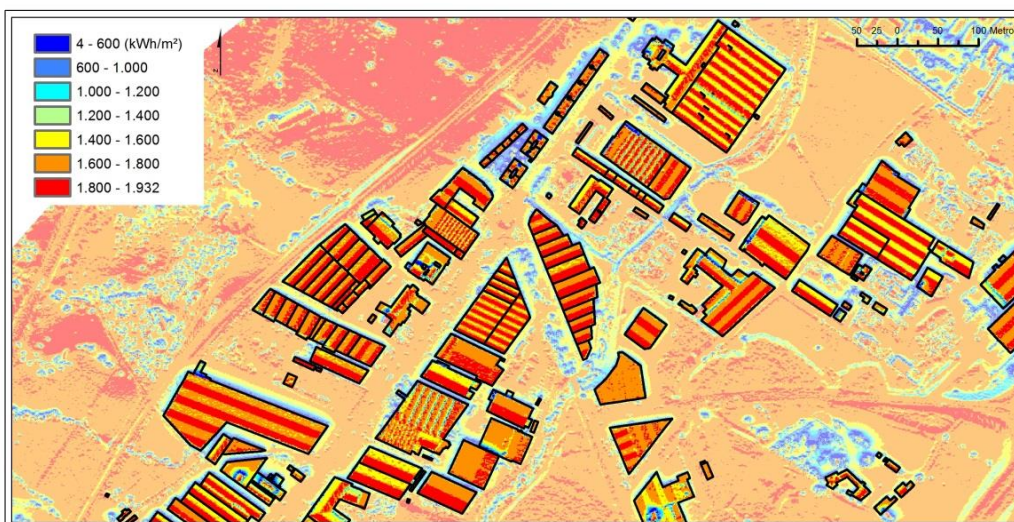
Mapa 5. Irradiación solar global anual. Polígono industrial de Don Benito.



Mapa 6. Orientación de los tejados. Polígono industrial de Plasencia.



Mapa 7. Zonas sombreadas. Polígono industrial de Plasencia.



Mapa 8. Irradiación solar global anual. Polígono industrial de Plasencia.

6. RESULTADOS GLOBALES

Como resultados del análisis del potencial solar con el modelo gSolarRoof se han obtenido datos relativos a 720 parcelas catastrales del municipio de Don Benito con una superficie total construida de 616.585 m² que representan una superficie urbanizada del 18 % de la extensión del polígono industrial. Del total de edificios estudiado únicamente un 3 % no cumplen los criterios establecidos para considerarse que disponen de superficie útil para la instalación de módulos fotovoltaicos. Asimismo, un 4 % de las naves tampoco presentan superficie disponible donde situar colectores térmicos. El porcentaje de superficie potencial de captación respecto a la superficie

construida en planta llega al 58,79 % para fotovoltaica y al 33,36 % en térmica. (Ver gráfico 3).

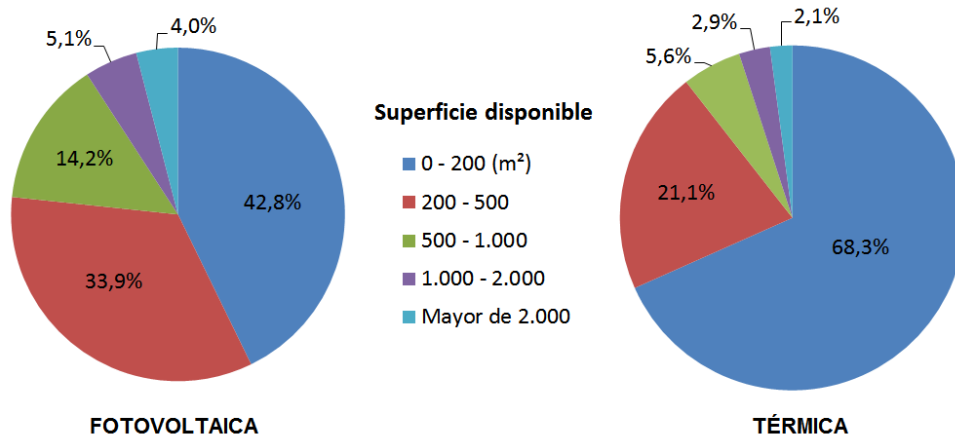


Gráfico 3. Distribución de edificios en función de la superficie de tejados disponible para el polígono industrial de Don Benito.

En relación al polígono industrial de Plasencia se han obtenido datos relativos a 716 parcelas catastrales con una superficie total construida de 611.979 m² que representan una superficie urbanizada del 24 % de la extensión del polígono industrial. Del total de edificios estudiado únicamente un 1 % no cumplen los criterios establecidos para considerarse superficie útil para la instalación de módulos fotovoltaicos y colectores térmicos. El porcentaje de superficie potencial de captación respecto a la superficie construida en planta llega al 65,55 % para fotovoltaica y al 36,89 % en térmica.(Ver gráfico 4).

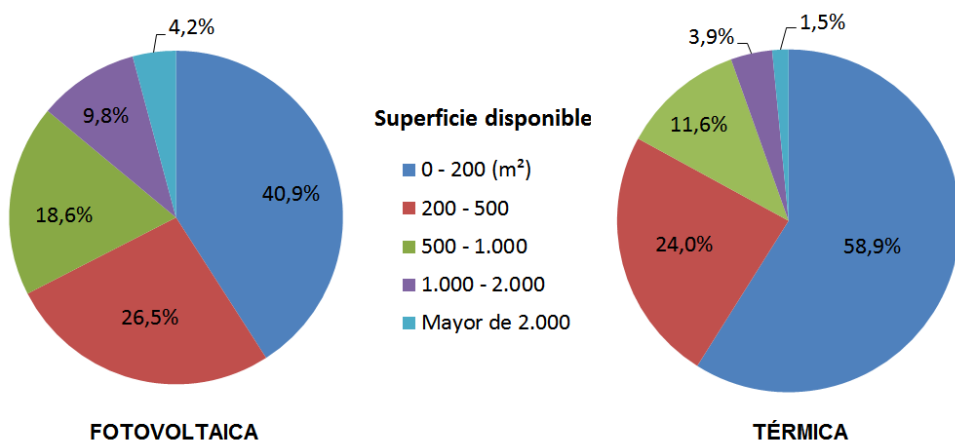


Gráfico 4. Distribución de edificios en función de la superficie de tejados disponible para el polígono industrial de Plasencia.

Los resultados globales de los polígonos industriales para las diferentes tecnologías analizadas de módulos fotovoltaicos y colectores térmicos se resumen en las siguientes tablas:

Módulos Fotovoltaicos		
Edificios con superficie disponible		699 naves
Superficie disponible		362.503 m ²
Potencia instalada	Silicio monocristalino	45,01 MWp
	Silicio multicristalino	41,78 MWp
Energía anual generada	Silicio monocristalino	60,63 GWh
	Silicio multicristalino	56,27 GWh
Emisiones anuales de CO ₂ evitadas	Silicio monocristalino	20.068 T
	Silicio multicristalino	18.627 T

Tabla 4. Fotovoltaica: Síntesis de resultados totales del polígono industrial de Don Benito.

Colectores Solares Térmicos			
Edificios con superficie disponible			692 naves
Superficie disponible			205.692 m ²
Energía anual generada	Tubo de vacío	90 °C	58,58 GWh
		70 °C	103,28 GWh
		40 °C	165,09 GWh
	Plano selectivo	90 °C	12,20 GWh
		70 °C	58,79 GWh
		40 °C	150,20 GWh
	Plano no selectivo	90 °C	0 GWh
		70 °C	0,09 GWh
		40 °C	97,88 GWh
Emisiones anuales de CO ₂ evitadas	Tubo de vacío	90 °C	14.762 T
		70 °C	26.027 T
		40 °C	41.602 T
	Plano selectivo	90 °C	3.075 T
		70 °C	14.815 T
		40 °C	37.852 T
	Plano no selectivo	90 °C	0 T
		70 °C	24 T
		40 °C	24.665 T

Tabla 5. Térmica: Síntesis de resultados totales del polígono industrial de Don Benito.

Módulos Fotovoltaicos

Edificios con superficie disponible		710 naves
Superficie disponible		401.155 m²
Potencia instalada	Silicio monocristalino	46,47 MWp
	Silicio multicristalino	43,13 MWp
Energía anual generada	Silicio monocristalino	57,00 GWh
	Silicio multicristalino	52,91 GWh
Emisiones anuales de CO₂ evitadas	Silicio monocristalino	18.868 T
	Silicio multicristalino	17.513 T

Tabla 6. Fotovoltaica: Síntesis de resultados totales del polígono industrial de Plasencia.

Colectores Solares Térmicos

Edificios con superficie disponible			710 naves
Superficie disponible			225.776 m²
Energía anual generada	Tubo de vacío	90 °C	52,44 GWh
		70 °C	95,29 GWh
		40 °C	154,89 GWh
	Plano selectivo	90 °C	10,32 GWh
		70 °C	52,27 GWh
		40 °C	139,11 GWh
	Plano no selectivo	90 °C	0 GWh
		70 °C	0 GWh
		40 °C	89,82 GWh
Emisiones anuales de CO ₂ evitadas	Tubo de vacío	90 °C	13.215 T
		70 °C	24.014 T
		40 °C	39.033 T
	Plano selectivo	90 °C	2.600 T
		70 °C	13.173 T
		40 °C	35.056 T
	Plano no selectivo	90 °C	0 T
		70 °C	0 T
		40 °C	22.636 T

Tabla 7. Térmica: Síntesis de resultados totales del polígono industrial de Plasencia.

Al tratarse de zonas industriales, la presencia de edificios con altas tasas de generación de energía es considerable debido a las grandes dimensiones características de estos tejados, con superficies en general homogéneas y sin la presencia de demasiados elementos como antenas, chimeneas o cubiertas acristaladas, lo que las hace especialmente idóneas para las instalaciones solares. La morfología y disposición de los tejados influye en la energía que puede llegar a generarse, sin embargo, aunque las naves industriales dispongan de una superficie de tejados suficiente para considerar el aprovechamiento, siempre hay que tener en cuenta que la estructura de los tejados sea adecuada para soportar la instalación de estos sistemas. En este trabajo no se ha tenido acceso a información detallada de cada uno de los edificios respecto a las peculiaridades de sus cubiertas ni sus materiales, por lo que algunas superficies podrían finalmente no ser adecuadas para este tipo de instalaciones.

7. GEOPORTAL PARA LA PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

Para la representación de la información se ha creado un geoportal o visor web cartográfico donde alojar los mapas con los resultados del proyecto. En el geoportal los usuarios pueden realizar consultas, visualizar los datos de los edificios y compartir la información de una forma sencilla.

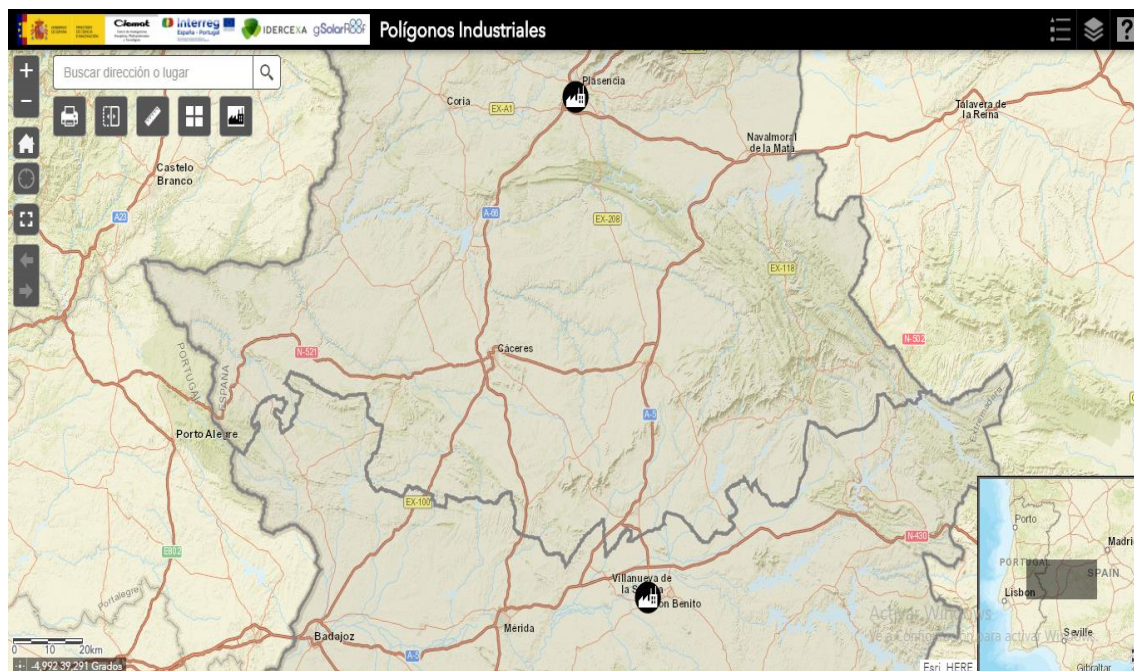


Figura 6. [Geoportal gSolarRoof](#) para para los polígonos industriales (CIEMAT, 2020).

Aunque existen diferentes plataformas web para volcar los datos geográficos en internet, hemos optado por ArcGIS Online (relacionada con el software empleado con

el modelo) para la publicación de los resultados en el geoportal gSolarRoof de 'Polígonos Industriales'.

Esta plataforma nos permite generar mapas *online* cargando en la nube las capas de datos y asignándoles el formato adecuado para su visualización. Además, facilita personalizar la disposición del visor configurando las herramientas, ventanas emergentes, despleables y botones de consulta para acceder a la información, moverse por el mapa y realizar búsquedas (para mayor información sobre su funcionamiento ver el Anexo IV).

Entre los datos generados por el modelo, las capas de información incluidas en el mapa web son las siguientes:

- Límites administrativos provinciales y municipales.
- Límites de los polígonos industriales de Don Benito y Plasencia.
- Distribución de edificios según las parcelas catastrales.
- Fotovoltaica: Superficie disponible (m^2).
- Fotovoltaica: Potencia instalada (kWp).
- Fotovoltaica: Energía anual generada (MWh).
- Fotovoltaica: Emisiones anuales de CO_2 Evitadas (T).
- Térmica: Superficie disponible (m^2).
- Térmica: Energía anual generada (MWh) para las temperaturas de 40 °C, 70 °C y 90° C.
- Térmica: Emisiones anuales de CO_2 evitadas (T) para las temperaturas de 40 °C, 70 °C y 90° C.
- Irradiación solar global anual (kWh/m^2).
- Ortoimágenes actualizada de los polígonos industriales.

Finalmente, para completar la información mostrada en el geoportal gSolarRoof se ha preparado una recopilación de todos los resultados en un Atlas (Anexos V y VI).

8. BIBLIOGRAFÍA

Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) (2020). *Visor del Atlas climático*. Disponible en: <http://agroclimap.aemet.es/#> [Consulta: 15 de septiembre de 2020].

Ayuntamiento de Don Benito (2020). *Ayuntamiento de Don Benito*. Disponible en: <https://www.donbenito.es/go.faces?xmid=1> [Consulta: 15 de septiembre de 2020].

Ayuntamiento de Plasencia (2020). *Ayuntamiento de Plasencia*. Disponible en: <https://www.plasencia.es/web/#> [Consulta: 15 de septiembre de 2020].

Canadian Solar (2017). PV Module Product Datasheet V5.531EN. CS6K-260 | 265 | 270 | 275P. Canadian Solar Inc.

Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT) (2020). *gSolarRoof: Polígonos Industriales*. Disponible en: <https://ciemat.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=80d02c9736b9481aa7b4a361aa147f3a> [Consulta: 15 de septiembre de 2020].

Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT) (2020). *ADRASE. Acceso a datos de radiación solar de España*. Disponible en: <http://www.adrase.com/> [Consulta: 15 de septiembre de 2020].

Defaix, P.R., Van Sark, W.G.J.H.M., Worrell, E. y De Visser, E. (2012). Technical potential for photovoltaics on buildings in the EU-27. *Solar Energy*, 86, 2644-2653.

Dirección General de Catastro (2020). *Sede Electrónica del Catastro. Difusión de datos catastrales*. Disponible en: <https://www.sedecatastro.gob.es/> [Consulta: 15 de septiembre de 2020].

Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) (2014). Factores de emisiones de CO₂ y coeficientes de paso a energía primaria de diferentes fuentes de energía final consumidas en el sector de edificios en España. Documento Reconocido del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE). Madrid: IDAE.

Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) y Asociación Solar de la Industria térmica (ASIT) (2020). *Guía IDAE 022: Guía técnica de energía solar térmica*. Madrid: IDAE.

Instituto de Estadística de Extremadura (IEEX) (2020). *Empresas dadas de alta en la Seguridad Social en Extremadura. Septiembre 2020*. Disponible

en: <https://ciudadano.gobex.es/web/ieex/publicaciones-tipo/-/publicacion-categoria/ficha/9893855> [Consulta: 15 de septiembre de 2020].

Instituto Geográfico Nacional (IGN) (2020). *Centro de descargas*. Disponible en: <http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/index.jsp> [Consulta: 4 de febrero de 2020].

Instituto Nacional de Estadística (INE) (2019). *INEbase. Demográfica y población*. Disponible en: <https://www.ine.es/> [Consulta: 15 de septiembre de 2020].

Junta de Extremadura (2020). *Infraestructura de Datos Espaciales de Extremadura. Centro de Descargas. Cartografía topográfica*. Disponible en: <http://sitex.gobex.es/SITEX/centrodescargas/view/1> [Consulta: 15 de septiembre de 2020].

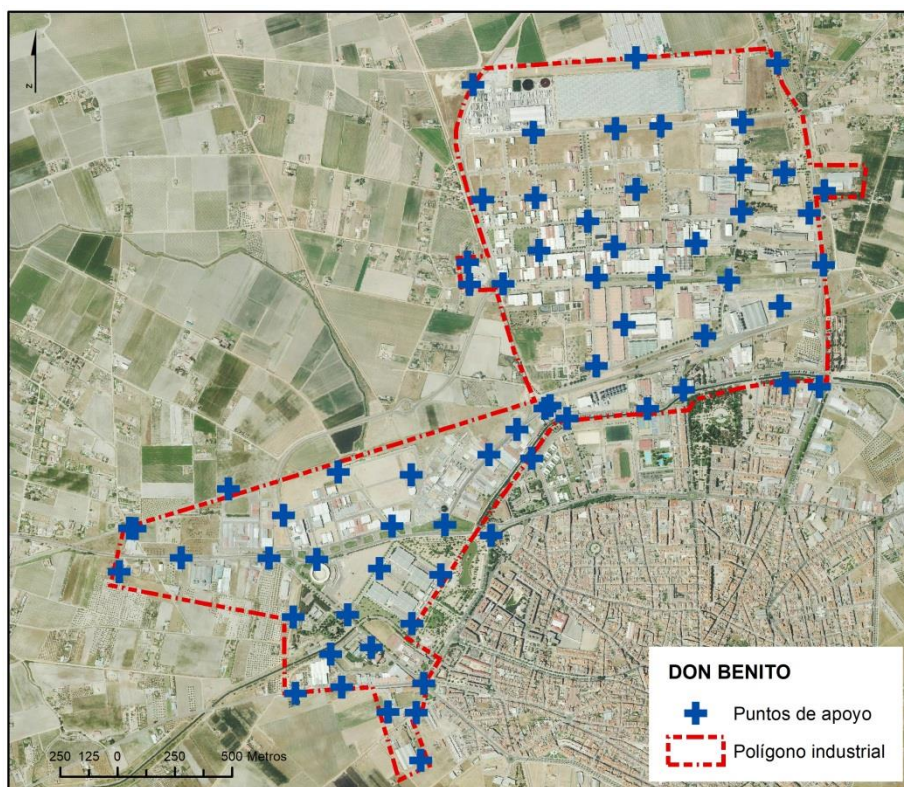
Martín Ávila, A.M., Domínguez Bravo, J. y Amador Guerra, J. (2016). Desarrollo de un modelo geográfico para la evaluación del potencial fotovoltaico en entornos urbanos. *GeoFocus. Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica*, 18, 147-167.

Martín, A.M. y Domínguez J. (2019). Solar Radiation Interpolation. En Polo, J., Martín-Pomares, L., Sanfilippo, A. eds. *Solar Resources Mapping: Fundamentals and Applications*. Netherlands: Springer, pp. 221-243.

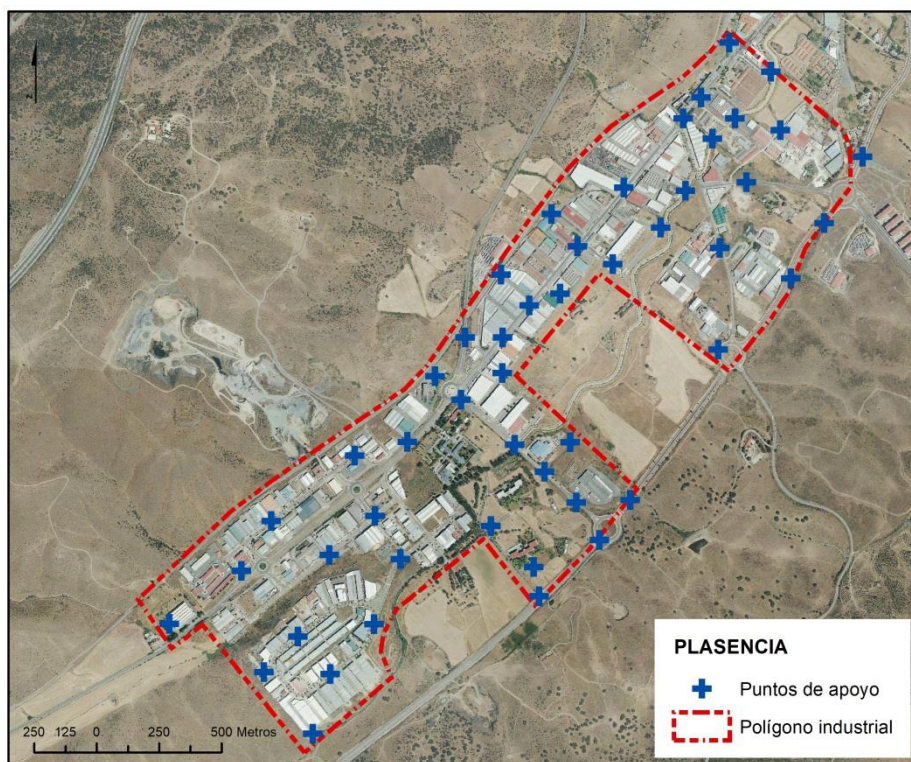
MINES Paris Tech / Transvalor (2020). *SoDa. Solar radiation data. Web Services. Astronomy. Solar Geometry 2*. Disponible en: <http://www.soda-pro.com/es/web-services/astronomy/solar-geometry-2> [Consulta: 15 de septiembre de 2020].

Viessmann (2016a). Datos técnicos VITOVOLT 300. Modelo M290OA, M295OA, M300OA. Viessmann, S.L.

ANEXO I. PUNTOS DE APOYO



Mapa 9. Distribución de los puntos de apoyo en el polígono industrial de Don Benito.



Mapa 10. Distribución de los puntos de apoyo en el polígono industrial de Plasencia.

ANEXO II. INFORME DE CALIDAD DE DON BENITO

Quality Report



Generated with Pix4DDiscovery version 4.5.6

Important: Click on the different icons for:

- Help to analyze the results in the Quality Report
- Additional information about the sections

Click [here](#) for additional tips to analyze the Quality Report

Summary



Project	Don Benito
Processed	2020-09-07 13:05:22
Camera Model Name(s)	FC330_3.6_4000x3000 (RGB)
Average Ground Sampling Distance (GSD)	4.05 cm / 1.59 in
Area Covered	4.484 km ² / 448.3575 ha / 1.73 sq. mi. / 1108.4889 acres

Quality Check



Images	median of 32947 keypoints per image	
Dataset	2110 out of 2117 images calibrated (99%), all images enabled	
Camera Optimization	7.47% relative difference between initial and optimized internal camera parameters	
Matching	median of 6520.95 matches per calibrated image	
Georeferencing	yes, 62 GCPs (62 3D), mean RMS error = 0.088 m	

Preview

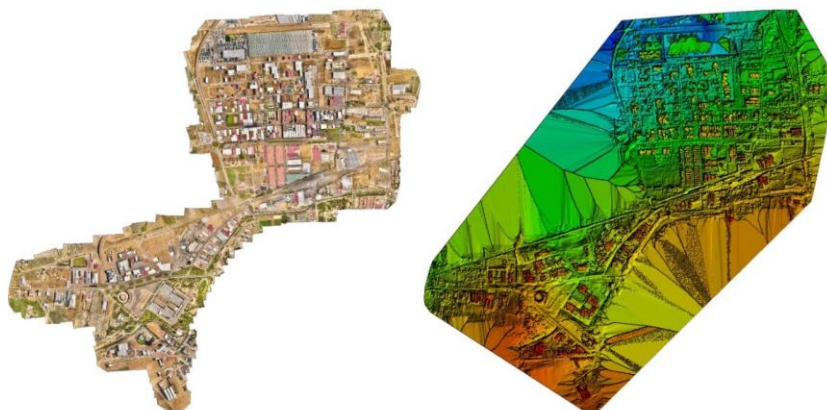


Figure 1: Orthomosaic and the corresponding sparse Digital Surface Model (DSM) before densification.

Calibration Details



Number of Calibrated Images	2110 out of 2117
Number of Geolocated Images	2117 out of 2117

? Initial Image Positions

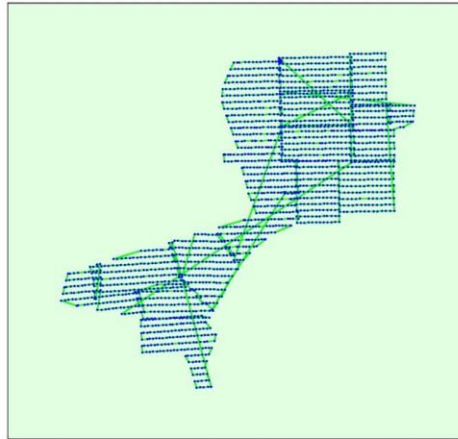


Figure 2: Top view of the initial image position. The green line follows the position of the images in time starting from the large blue dot.

? Computed Image/GCPs/Manual Tie Points Positions



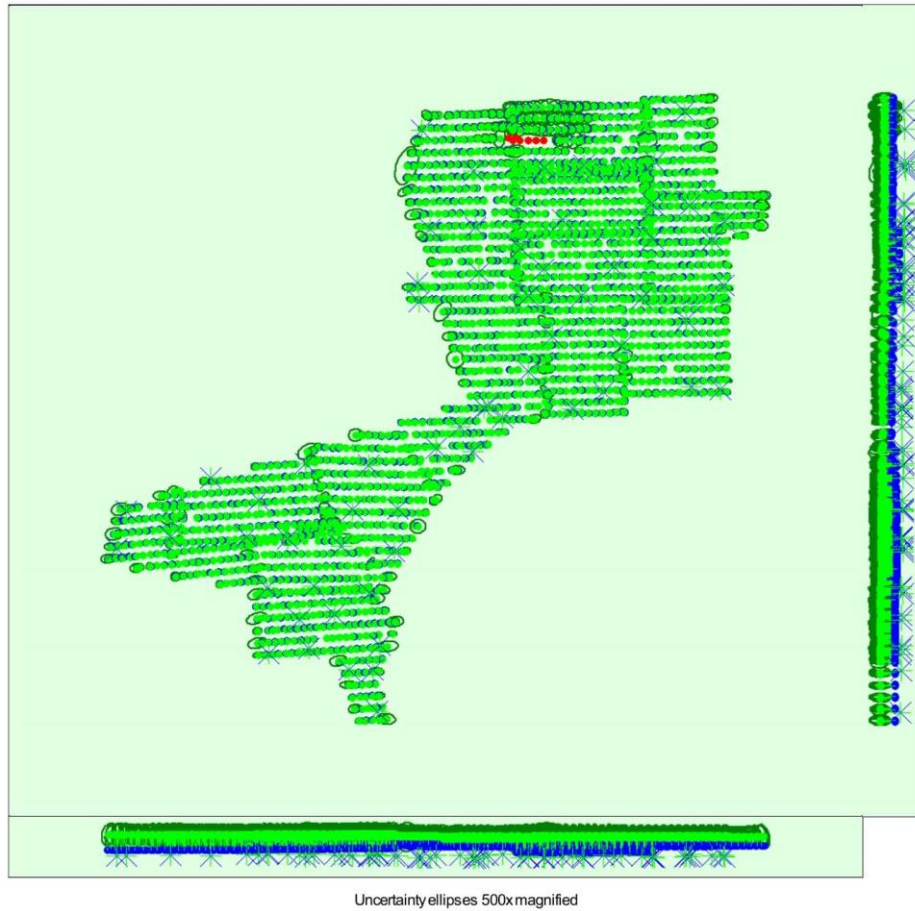


Figure 3: Offset between initial (blue dots) and computed (green dots) image positions as well as the offset between the GCPs initial positions (blue crosses) and their computed positions (green crosses) in the top-view (XY plane), front-view (XZ plane), and side-view (YZ plane). Red dots indicate disabled or uncalibrated images. Dark green ellipses indicate the absolute position uncertainty of the bundle block adjustment result.

? Absolute camera position and orientation uncertainties



	X [m]	Y [m]	Z [m]	Omega [degree]	Phi [degree]	Kappa [degree]
Mean	0.030	0.025	0.100	0.012	0.015	0.005
Sigma	0.013	0.010	0.007	0.005	0.006	0.003

? Overlap



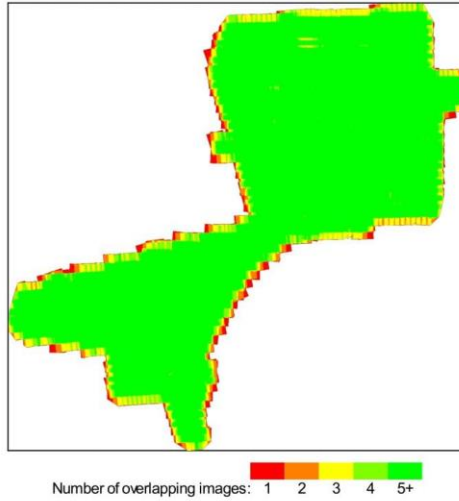


Figure 4: Number of overlapping images computed for each pixel of the orthomosaic. Red and yellow areas indicate low overlap for which poor results may be generated. Green areas indicate an overlap of over 5 images for every pixel. Good quality results will be generated as long as the number of keypoint matches is also sufficient for these areas (see Figure 5 for keypoint matches).

Bundle Block Adjustment Details

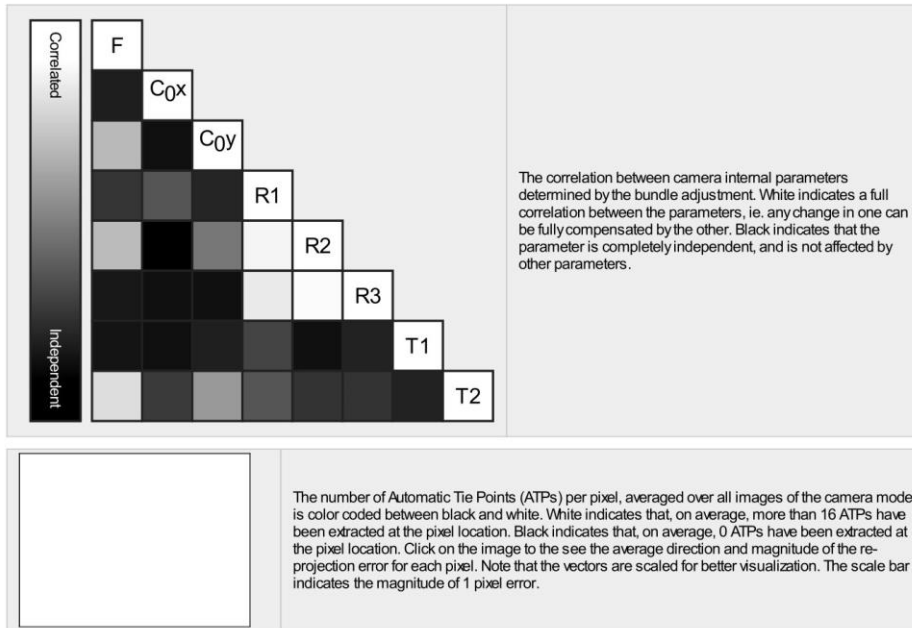
Number of 2D Keypoint Observations for Bundle Block Adjustment	15425490
Number of 3D Points for Bundle Block Adjustment	5044170
Mean Reprojection Error [pixels]	0.190

Internal Camera Parameters

FC330_3.6_4000x3000 (RGB). Sensor Dimensions: 6.317 [mm] x 4.738 [mm]

EXIF ID: FC330_3.6_4000x3000

	Focal Length	Principal Point x	Principal Point y	R1	R2	R3	T1	T2
Initial Values	2285.714 [pixel] 3.610 [mm]	2000.000 [pixel] 3.159 [mm]	1500.000 [pixel] 2.369 [mm]	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Optimized Values	2456.584 [pixel] 3.880 [mm]	1991.729 [pixel] 3.146 [mm]	1506.135 [pixel] 2.379 [mm]	-0.007	0.001	-0.001	0.000	0.000
Uncertainties (Sigma)	2.423 [pixel] 0.004 [mm]	0.096 [pixel] 0.000 [mm]	0.113 [pixel] 0.000 [mm]	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000



2D Keypoints Table

	Number of 2D Keypoints per Image	Number of Matched 2D Keypoints per Image
Median	32947	6521
Mn	12715	382
Max	74065	39241
Mean	33276	7311

3D Points from 2D Keypoint Matches

	Number of 3D Points Observed
In 2 Images	2900003
In 3 Images	980159
In 4 Images	435139
In 5 Images	246603
In 6 Images	169606
In 7 Images	110747
In 8 Images	72631
In 9 Images	50607
In 10 Images	33447
In 11 Images	21628
In 12 Images	12086
In 13 Images	5183
In 14 Images	2561
In 15 Images	1564
In 16 Images	953
In 17 Images	557
In 18 Images	292
In 19 Images	215
In 20 Images	107
In 21 Images	53
In 22 Images	21

In 23 Images

8

2D Keypoint Matches

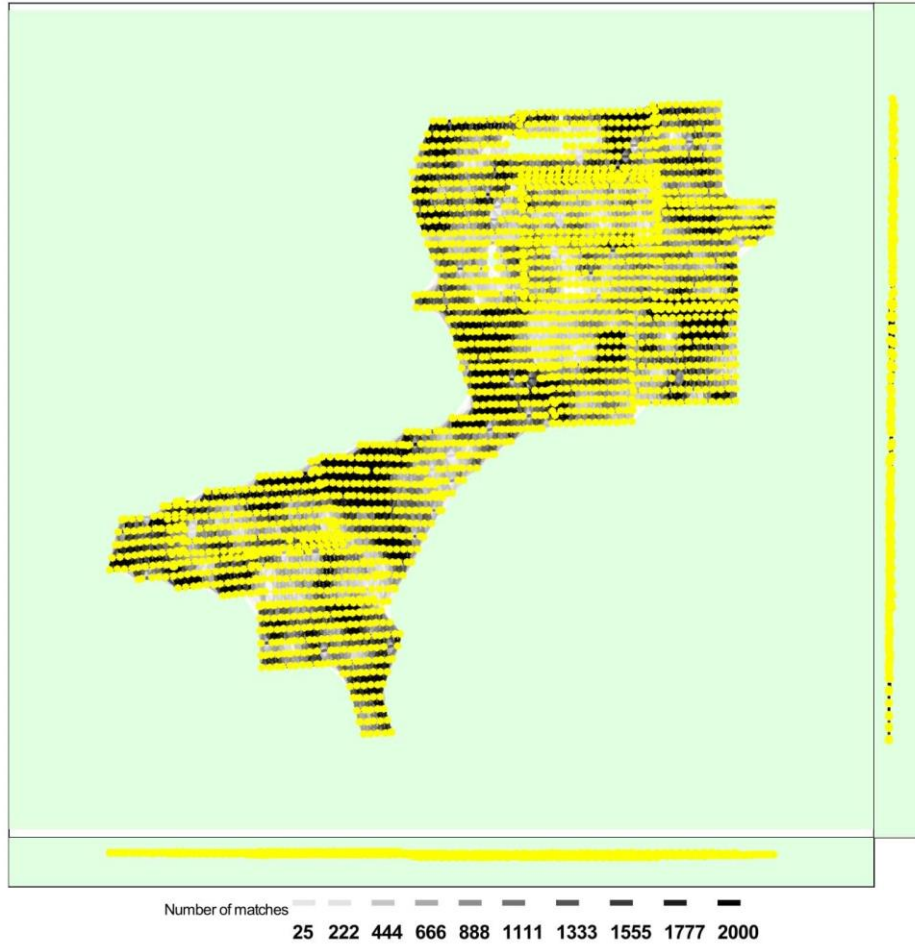


Figure 5: Computed image positions with links between matched images. The darkness of the links indicates the number of matched 2D keypoints between the images. Bright links indicate weak links and require manual tie points or more images.

Geolocation Details

Ground Control Points

GCP Name	Accuracy XY/Z [m]	Error X [m]	Error Y [m]	Error Z [m]	Projection Error [pixel]	Verified/Marked
50 (3D)	0.020/ 0.020	0.066	-0.055	-0.006	1.229	16 / 16
7 (3D)	0.020/ 0.020	0.009	-0.028	0.002	0.355	9 / 9
8 (3D)	0.020/ 0.020	0.011	0.058	-0.022	0.738	6 / 6
59 (3D)	0.020/ 0.020	0.010	0.154	-0.075	0.693	7 / 7
49 (3D)	0.020/ 0.020	0.191	-0.017	-0.035	1.763	12 / 12

55 (3D)	0.020/ 0.020	0.031	0.206	-0.013	0.754	10 / 10
9 (3D)	0.020/ 0.020	0.037	0.230	0.001	1.955	12 / 12
46 (3D)	0.020/ 0.020	-0.032	0.270	0.050	0.759	9 / 9
47 (3D)	0.020/ 0.020	-0.034	0.067	0.008	0.836	11 / 11
48 (3D)	0.020/ 0.020	0.097	0.012	-0.011	0.693	11 / 11
4 (3D)	0.020/ 0.020	0.234	-0.045	-0.017	0.619	9 / 9
5 (3D)	0.020/ 0.020	0.034	-0.033	0.026	0.873	9 / 9
56 (3D)	0.020/ 0.020	-0.089	-0.042	0.012	0.666	10 / 10
6 (3D)	0.020/ 0.020	-0.237	-0.171	-0.004	2.519	11 / 11
54 (3D)	0.020/ 0.020	-0.244	-0.125	-0.003	1.038	10 / 10
52 (3D)	0.020/ 0.020	-0.025	-0.077	-0.028	0.706	10 / 10
53 (3D)	0.020/ 0.020	0.119	-0.016	0.005	0.454	9 / 9
51 (3D)	0.020/ 0.020	0.092	-0.177	-0.016	0.661	7 / 7
3 (3D)	0.020/ 0.020	0.084	0.002	-0.012	0.457	7 / 7
2 (3D)	0.020/ 0.020	-0.148	0.020	-0.022	2.183	9 / 9
58 (3D)	0.020/ 0.020	0.134	-0.090	0.023	0.621	6 / 6
57 (3D)	0.020/ 0.020	-0.055	-0.084	0.022	0.694	9 / 9
1 (3D)	0.020/ 0.020	-0.001	-0.005	-0.004	0.382	10 / 10
45 (3D)	0.020/ 0.020	-0.232	-0.029	-0.047	0.590	6 / 6
44 (3D)	0.020/ 0.020	-0.033	0.041	0.002	0.504	9 / 9
62 (3D)	0.020/ 0.020	0.071	0.119	-0.035	0.341	7 / 7
61 (3D)	0.020/ 0.020	0.119	0.086	0.010	0.535	9 / 9
63 (3D)	0.020/ 0.020	-0.055	-0.208	-0.015	0.379	6 / 6
10 (3D)	0.020/ 0.020	0.104	-0.002	-0.005	0.403	10 / 10
65 (3D)	0.020/ 0.020	-0.062	-0.126	0.003	0.420	6 / 6
11 (3D)	0.020/ 0.020	0.060	-0.234	0.011	0.596	7 / 7
37 (3D)	0.020/ 0.020	-0.148	-0.251	-0.000	0.850	9 / 9
38 (3D)	0.020/ 0.020	0.034	-0.204	-0.016	0.395	5 / 5
23 (3D)	0.020/ 0.020	-0.027	-0.038	-0.052	3.058	7 / 7
36 (3D)	0.020/ 0.020	-0.188	-0.185	0.025	0.631	9 / 9
39 (3D)	0.020/ 0.020	-0.060	-0.165	-0.019	1.007	15 / 15
41 (3D)	0.020/ 0.020	0.078	-0.068	-0.092	3.051	13 / 13
40 (3D)	0.020/ 0.020	0.107	0.005	-0.018	1.344	13 / 13
42 (3D)	0.020/ 0.020	0.108	-0.040	-0.018	1.065	18 / 18
12 (3D)	0.020/ 0.020	0.068	0.022	-0.005	0.646	12 / 12
35 (3D)	0.020/ 0.020	-0.045	-0.079	-0.002	0.810	15 / 15
22 (3D)	0.020/ 0.020	-0.255	-0.139	0.018	0.981	8 / 8
34 (3D)	0.020/ 0.020	-0.216	-0.025	-0.010	0.740	14 / 14
32 (3D)	0.020/ 0.020	0.011	0.060	0.002	1.119	21 / 21
33 (3D)	0.020/ 0.020	0.026	-0.010	-0.002	0.679	9 / 9
31 (3D)	0.020/ 0.020	0.009	-0.027	-0.007	0.554	10 / 10
29 (3D)	0.020/ 0.020	0.044	0.037	0.007	0.603	11 / 11
14 (3D)	0.020/ 0.020	0.030	-0.150	-0.038	0.624	7 / 7
15 (3D)	0.020/ 0.020	0.121	0.068	-0.090	0.532	5 / 5
16 (3D)	0.020/ 0.020	0.134	0.033	-0.006	0.660	10 / 10
60 (3D)	0.020/ 0.020	0.080	-0.005	-0.012	0.475	11 / 11
30 (3D)	0.020/ 0.020	0.157	-0.011	-0.001	0.546	19 / 19
17 (3D)	0.020/ 0.020	0.062	0.072	-0.024	0.540	9 / 9
26 (3D)	0.020/ 0.020	-0.006	0.279	-0.006	0.509	15 / 15
27 (3D)	0.020/ 0.020	0.048	0.252	-0.040	0.790	12 / 12
28 (3D)	0.020/ 0.020	0.112	0.261	0.040	0.708	7 / 7
25 (3D)	0.020/ 0.020	-0.061	0.233	0.021	1.022	16 / 16
102 (3D)	0.020/ 0.020	-0.080	0.091	-0.042	2.291	20 / 20
24 (3D)	0.020/ 0.020	-0.131	0.116	-0.003	2.837	14 / 14
43 (3D)	0.020/ 0.020	-0.195	0.176	0.014	0.692	13 / 13
20 (3D)	0.020/ 0.020	-0.022	0.043	0.003	0.377	10 / 10
18 (3D)	0.020/ 0.020	-0.061	-0.015	-0.055	2.369	7 / 7
Mean [m]		-0.000132	0.000624	-0.010041		
Sigma [m]		0.111384	0.127184	0.026763		

RMS Error [m]	0.111384	0.127186	0.028584	
----------------------	----------	----------	----------	--

Localisation accuracy per GCP and mean errors in the three coordinate directions. The last column counts the number of calibrated images where the GCP has been automatically verified vs. manually marked.

? Absolute Geolocation Variance



Mn Error [m]	Max Error [m]	Geolocation Error X [%]	Geolocation Error Y [%]	Geolocation Error Z [%]
-	-15.00	0.00	0.00	26.45
-15.00	-12.00	0.00	0.00	0.00
-12.00	-9.00	0.09	0.00	0.00
-9.00	-6.00	9.19	0.00	0.00
-6.00	-3.00	11.66	1.37	0.00
-3.00	0.00	27.16	46.68	0.00
0.00	3.00	29.48	51.75	8.01
3.00	6.00	15.73	0.19	17.25
6.00	9.00	6.59	0.00	20.33
9.00	12.00	0.09	0.00	9.00
12.00	15.00	0.00	0.00	8.77
15.00	-	0.00	0.00	10.19
Mean [m]		0.292199	1.163731	-49.729671
Sigma [m]		3.897366	1.169674	15.024040
RMS Error [m]		3.908304	1.649972	51.949610

Min Error and Max Error represent geolocation error intervals between -1.5 and 1.5 times the maximum accuracy of all the images. Columns X, Y, Z show the percentage of images with geolocation errors within the predefined error intervals. The geolocation error is the difference between the initial and computed image positions. Note that the image geolocation errors do not correspond to the accuracy of the observed 3D points.

Geolocation Bias	X	Y	Z
Translation [m]	0.292199	1.163731	-49.729671

Bias between image initial and computed geolocation given in output coordinate system.

? Relative Geolocation Variance



Relative Geolocation Error	Images X [%]	Images Y [%]	Images Z [%]
[-1.00, 1.00]	75.36	100.00	49.43
[-2.00, 2.00]	99.95	100.00	76.26
[-3.00, 3.00]	100.00	100.00	99.62
Mean of Geolocation Accuracy [m]	5.000000	5.000000	10.000000
Sigma of Geolocation Accuracy [m]	0.000000	0.000000	0.000000

Images X, Y, Z represent the percentage of images with a relative geolocation error in X, Y, Z.

Geolocation Orientational Variance	RMS [degree]
Omega	0.510
Phi	1.166
Kappa	4.377

Geolocation RMS error of the orientation angles given by the difference between the initial and computed image orientation angles.

Initial Processing Details



System Information



Hardware	CPU: Intel(R) Core(TM) i7-8700 CPU @ 3.20GHz RAM: 32GB GPU: Intel(R) UHD Graphics 630 (Driver: 23.20.16.4974), NVIDIA Quadro P3200 (Driver: 23.21.13.9174)
Operating System	Windows 10 Pro, 64-bit

Coordinate Systems

Image Coordinate System	WGS 84 (EGM96 Geoid)
Ground Control Point (GCP) Coordinate System	WGS 84 / UTM zone 30N (EGM96 Geoid)
Output Coordinate System	WGS 84 / UTM zone 30N (EGM96 Geoid)

Processing Options

Detected Template	No Template Available
Keypoints Image Scale	Full, Image Scale: 1
Advanced: Matching Image Pairs	Aerial Grid or Corridor
Advanced: Matching Strategy	Use Geometrically Verified Matching: no
Advanced: Keypoint Extraction	Targeted Number of Keypoints: Automatic
Advanced: Calibration	Calibration Method: Standard Internal Parameters Optimization: All External Parameters Optimization: All Rematch: Auto, no

Point Cloud Densification details

Processing Options

Image Scale	multiscale, 1/2 (Half image size, Default)
Point Density	Optimal
Minimum Number of Matches	3
3D Textured Mesh Generation	yes
3D Textured Mesh Settings:	Resolution: Medium Resolution (default) Color Balancing: no
LOD	Generated: no
Advanced: 3D Textured Mesh Settings	Sample Density Divider: 1
Advanced: Image Groups	group1
Advanced: Use Processing Area	yes
Advanced: Use Annotations	yes

Results

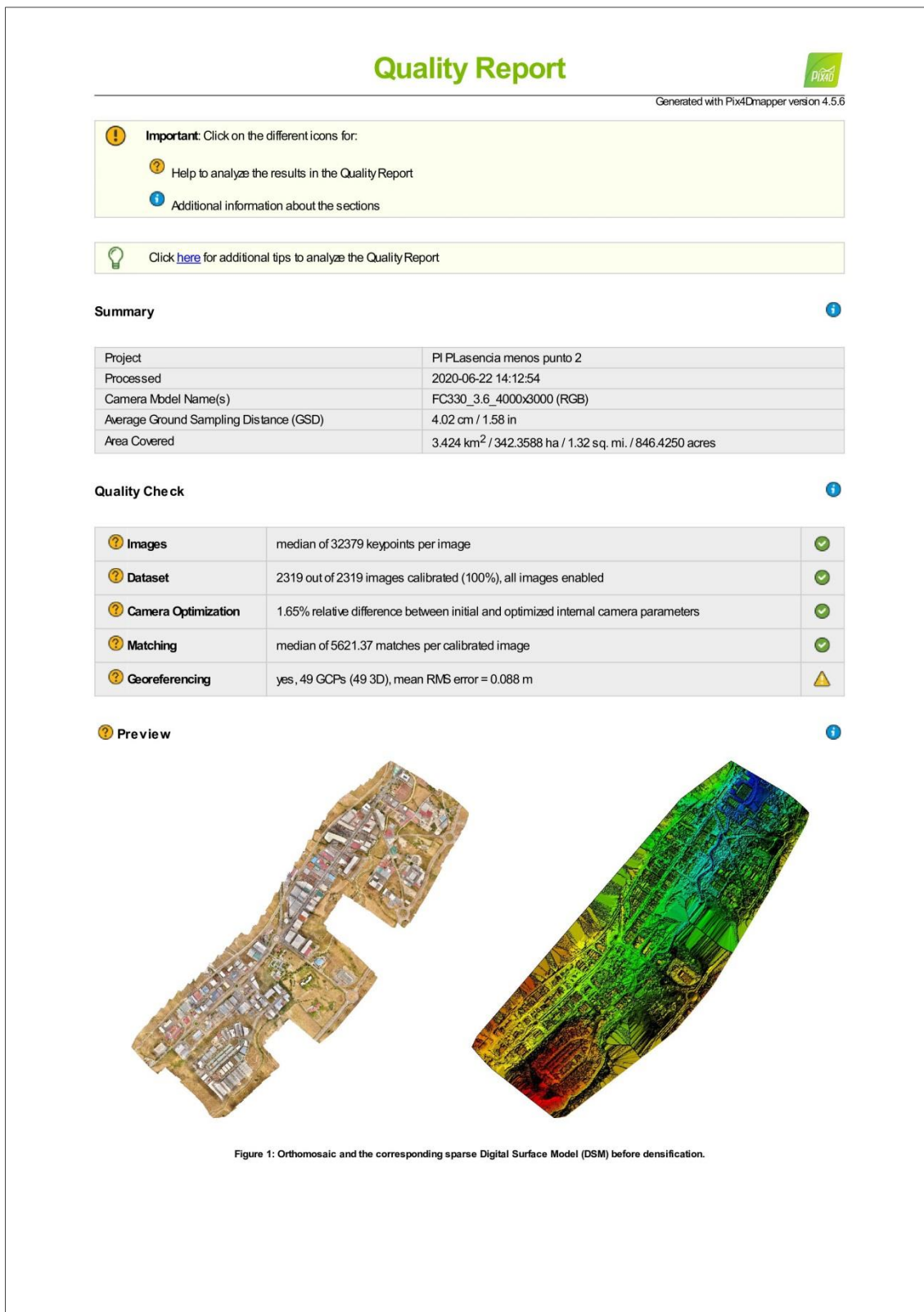
Number of Generated Tiles	7
Number of 3D Densified Points	192955370
Average Density (per m ³)	48.49

DSM, Orthomosaic and Index Details

Processing Options

DSM and Orthomosaic Resolution	2 x GSD (4.05 [cm/pixel])
DSM Filters	Noise Filtering: yes Surface Smoothing: yes, Type: Sharp

ANEXO III. INFORME DE CALIDAD DE PLASENCIA



Calibration Details

Number of Calibrated Images	2319 out of 2319
Number of Geolocated Images	2319 out of 2319

? Initial Image Positions

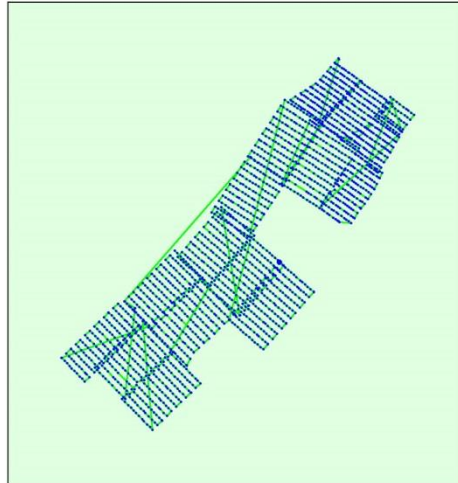
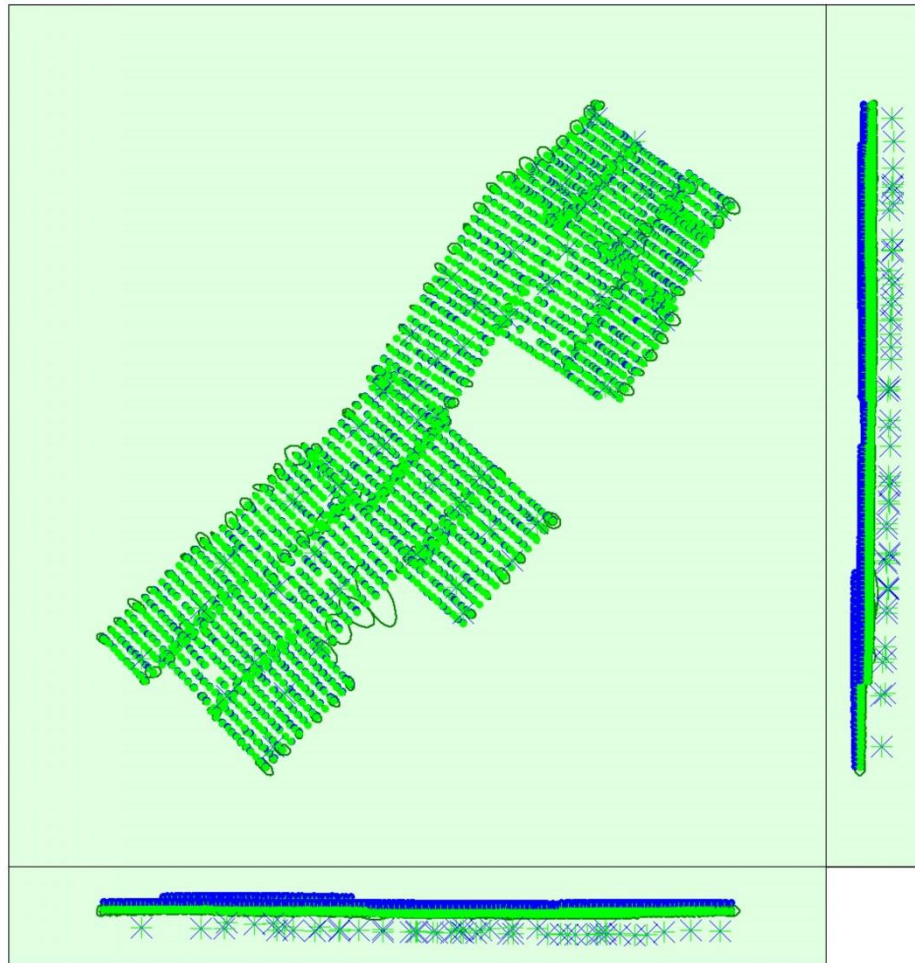


Figure 2: Top view of the initial image position. The green line follows the position of the images in time starting from the large blue dot.

? Computed Image/GCPs/Manual Tie Points Positions



Uncertainty ellipses 500x magnified

Figure 3: Offset between initial (blue dots) and computed (green dots) image positions as well as the offset between the GCPs initial positions (blue crosses) and their computed positions (green crosses) in the top-view (XY plane), front-view (XZ plane), and side-view (YZ plane). Dark green ellipses indicate the absolute position uncertainty of the bundle block adjustment result.

2 Absolute camera position and orientation uncertainties

	X[m]	Y[m]	Z[m]	Omega [degree]	Phi [degree]	Kappa [degree]
Mean	0.021	0.020	0.043	0.011	0.011	0.004
Sigma	0.012	0.012	0.004	0.006	0.008	0.003

2 Overlap

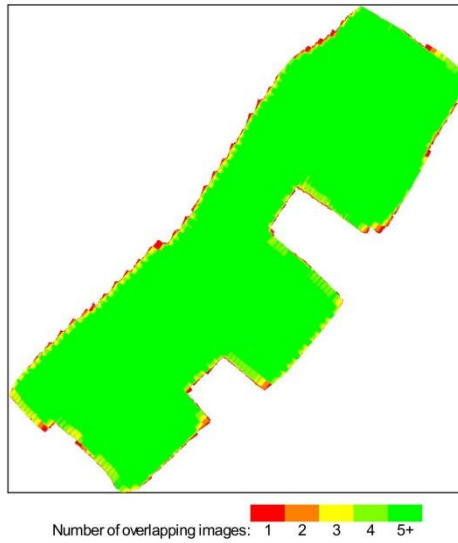


Figure 4: Number of overlapping images computed for each pixel of the orthomosaic. Red and yellow areas indicate low overlap for which poor results may be generated. Green areas indicate an overlap of over 5 images for every pixel. Good quality results will be generated as long as the number of keypoint matches is also sufficient for these areas (see Figure 5 for keypoint matches).

Bundle Block Adjustment Details

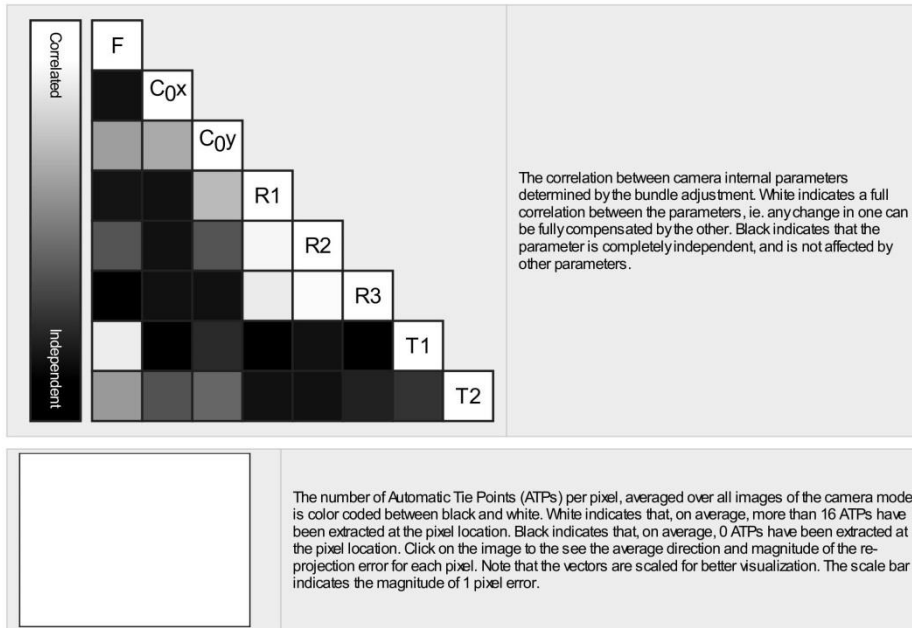
Number of 2D Keypoint Observations for Bundle Block Adjustment	14055345
Number of 3D Points for Bundle Block Adjustment	4505852
Mean Reprojection Error [pixels]	0.179

Internal Camera Parameters

FC330_3.6_4000x3000 (RGB). Sensor Dimensions: 6.317 [mm] x 4.738 [mm]

EXIF ID: FC330_3.6_4000x3000

	Focal Length	Principal Point x	Principal Point y	R1	R2	R3	T1	T2
Initial Values	2285.714 [pixel] 3.610 [mm]	2000.000 [pixel] 3.159 [mm]	1500.000 [pixel] 2.369 [mm]	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Optimized Values	2323.594 [pixel] 3.670 [mm]	1991.835 [pixel] 3.146 [mm]	1514.007 [pixel] 2.391 [mm]	-0.006	-0.000	-0.001	0.000	0.000
Uncertainties (Sigma)	1.011 [pixel] 0.002 [mm]	0.055 [pixel] 0.000 [mm]	0.061 [pixel] 0.000 [mm]	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000



2D Keypoints Table

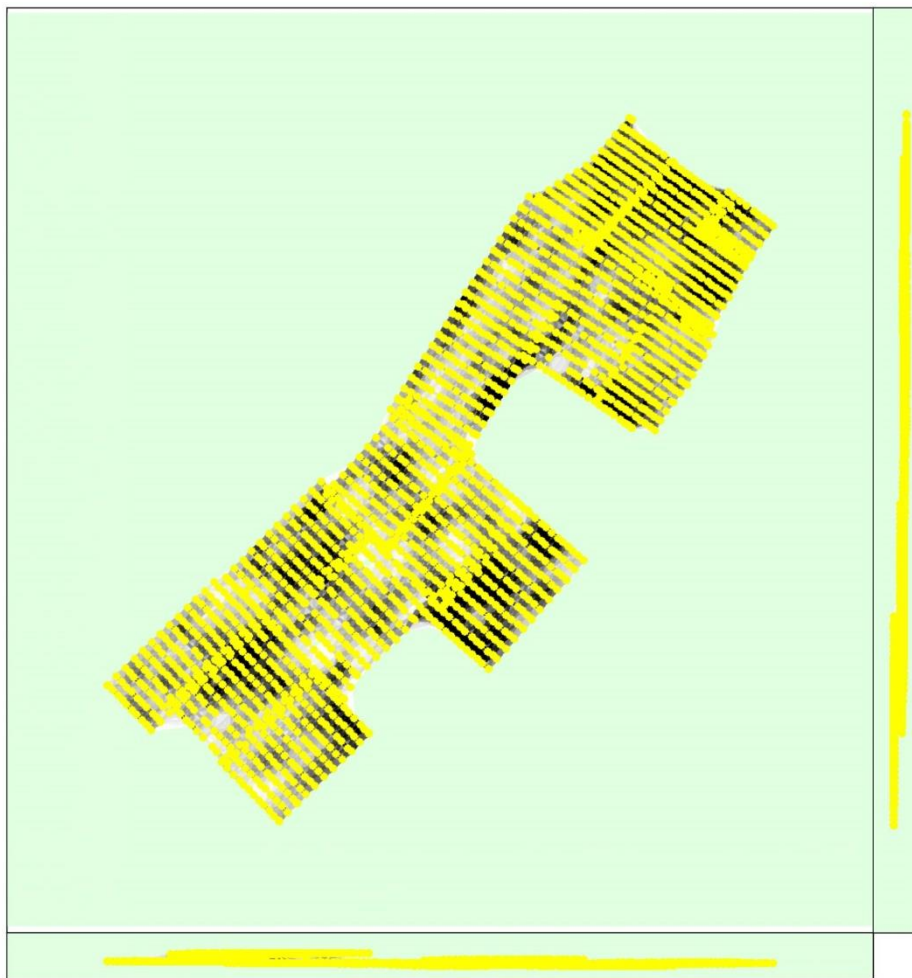
	Number of 2D Keypoints per Image	Number of Matched 2D Keypoints per Image
Median	32379	5621
Mn	14334	216
Max	60078	22638
Mean	32420	6061

3D Points from 2D Keypoint Matches

	Number of 3D Points Observed
In 2 Images	2770008
In 3 Images	772807
In 4 Images	348561
In 5 Images	187129
In 6 Images	117272
In 7 Images	79958
In 8 Images	56714
In 9 Images	40947
In 10 Images	31968
In 11 Images	23830
In 12 Images	17013
In 13 Images	12114
In 14 Images	9516
In 15 Images	7734
In 16 Images	6395
In 17 Images	5162
In 18 Images	4020
In 19 Images	3245
In 20 Images	2704
In 21 Images	2100
In 22 Images	1648

In 23 Images	1166
In 24 Images	876
In 25 Images	681
In 26 Images	532
In 27 Images	440
In 28 Images	338
In 29 Images	253
In 30 Images	235
In 31 Images	160
In 32 Images	118
In 33 Images	91
In 34 Images	52
In 35 Images	45
In 36 Images	15
In 37 Images	3
In 38 Images	2

2D Keypoint Matches



Number of matches

25 222 444 666 888 1111 1333 1555 1777 2000

Figure 5: Computed image positions with links between matched images. The darkness of the links indicates the number of matched 2D keypoints between the images. Bright links indicate weak links and require manual tie points or more images.

Geolocation Details

Ground Control Points

GCP Name	Accuracy XY/Z [m]	Error X[m]	Error Y[m]	Error Z[m]	Projection Error [pixel]	Verified/Marked
40 (3D)	0.020/ 0.020	0.136	0.037	-0.033	0.573	11 / 11
46 (3D)	0.020/ 0.020	0.032	0.241	-0.021	0.590	15 / 15
35 (3D)	0.020/ 0.020	0.080	-0.028	0.012	0.672	27 / 27
25 (3D)	0.020/ 0.020	-0.016	-0.082	0.012	0.609	14 / 14
37 (3D)	0.020/ 0.020	-0.170	-0.097	0.004	0.508	16 / 16
33 (3D)	0.020/ 0.020	-0.099	-0.076	0.002	0.380	13 / 13
51 (3D)	0.020/ 0.020	-0.239	0.078	-0.016	0.696	19 / 19
34 (3D)	0.020/ 0.020	-0.198	0.187	-0.000	1.222	10 / 10
39 (3D)	0.020/ 0.020	-0.027	0.214	0.015	0.562	10 / 10
38 (3D)	0.020/ 0.020	-0.065	0.054	0.027	0.786	38 / 38
45 (3D)	0.020/ 0.020	0.016	0.276	-0.006	0.572	16 / 16
30 (3D)	0.020/ 0.020	0.216	-0.099	-0.015	0.365	10 / 10
32 (3D)	0.020/ 0.020	-0.221	-0.082	0.014	0.654	24 / 24
49 (3D)	0.020/ 0.020	-0.196	0.033	0.018	0.478	8 / 8
50 (3D)	0.020/ 0.020	0.176	-0.109	-0.021	0.384	10 / 10
20 (3D)	0.020/ 0.020	0.143	-0.098	-0.012	0.464	10 / 10
24 (3D)	0.020/ 0.020	-0.024	0.129	0.018	0.605	13 / 13
23 (3D)	0.020/ 0.020	-0.020	0.071	0.031	0.445	8 / 8
14 (3D)	0.020/ 0.020	0.120	0.163	0.033	0.892	18 / 18
13 (3D)	0.020/ 0.020	0.049	0.018	-0.025	0.743	20 / 20
18 (3D)	0.020/ 0.020	-0.035	0.082	-0.001	0.407	11 / 11
8 (3D)	0.020/ 0.020	-0.143	-0.076	0.012	0.858	18 / 18
19 (3D)	0.020/ 0.020	-0.130	-0.052	0.006	0.390	11 / 11
1 (3D)	0.020/ 0.020	-0.065	0.200	-0.032	0.615	12 / 12
5 (3D)	0.020/ 0.020	-0.119	0.107	-0.003	0.490	17 / 17
4 (3D)	0.020/ 0.020	-0.129	0.004	-0.009	0.442	13 / 13
47 (3D)	0.020/ 0.020	-0.107	-0.145	-0.012	2.111	16 / 16
3 (3D)	0.020/ 0.020	-0.019	-0.050	0.003	0.421	10 / 10
17 (3D)	0.020/ 0.020	-0.209	0.085	-0.031	1.000	7 / 7
16 (3D)	0.020/ 0.020	-0.039	-0.004	-0.015	0.355	11 / 11
15 (3D)	0.020/ 0.020	0.023	0.214	-0.012	0.646	12 / 12
22 (3D)	0.020/ 0.020	0.073	-0.015	0.023	0.845	12 / 12
27 (3D)	0.020/ 0.020	-0.007	0.058	-0.013	0.556	18 / 18
28 (3D)	0.020/ 0.020	-0.070	0.024	0.028	0.751	8 / 8
29 (3D)	0.020/ 0.020	0.025	-0.043	-0.008	0.696	15 / 15
31 (3D)	0.020/ 0.020	0.233	-0.031	-0.007	0.525	15 / 15
41 (3D)	0.020/ 0.020	0.244	-0.184	-0.021	0.611	17 / 17
42 (3D)	0.020/ 0.020	0.204	-0.093	-0.023	0.471	22 / 22
43 (3D)	0.020/ 0.020	0.071	0.041	0.011	0.753	27 / 27
36 (3D)	0.020/ 0.020	-0.082	-0.067	-0.012	0.698	12 / 12
21 (3D)	0.020/ 0.020	0.152	-0.154	-0.036	0.487	8 / 8
9 (3D)	0.020/ 0.020	0.065	-0.073	0.006	0.366	16 / 16
10 (3D)	0.020/ 0.020	0.250	-0.173	-0.022	0.946	11 / 11
2 (3D)	0.020/ 0.020	0.177	-0.164	0.001	0.917	18 / 18
7 (3D)	0.020/ 0.020	0.069	-0.167	0.020	0.819	19 / 19
48 (3D)	0.020/ 0.020	-0.023	0.003	0.015	0.652	23 / 23

11 (3D)	0.020/ 0.020	0.002	-0.004	0.030	0.530	12 / 12
12 (3D)	0.020/ 0.020	-0.186	0.114	-0.020	0.461	7 / 7
6 (3D)	0.020/ 0.020	-0.050	-0.030	-0.045	0.659	11 / 11
Mean [m]		-0.002676	0.004844	-0.002637		
Sigma [m]		0.131070	0.116109	0.019400		
RMS Error [m]		0.131098	0.116210	0.019578		

Localisation accuracy per GCP and mean errors in the three coordinate directions. The last column counts the number of calibrated images where the GCP has been automatically verified vs. manually marked.

? Absolute Geolocation Variance

Min Error [m]	Max Error [m]	Geolocation Error X [%]	Geolocation Error Y [%]	Geolocation Error Z [%]
-	-15.00	0.00	0.00	0.00
-15.00	-12.00	0.00	0.00	1.34
-12.00	-9.00	0.00	0.00	14.96
-9.00	-6.00	2.41	0.82	12.68
-6.00	-3.00	12.25	10.65	2.54
-3.00	0.00	33.94	39.84	4.44
0.00	3.00	36.96	36.57	12.68
3.00	6.00	12.46	11.56	36.48
6.00	9.00	1.98	0.52	14.88
9.00	12.00	0.00	0.04	0.00
12.00	15.00	0.00	0.00	0.00
15.00	-	0.00	0.00	0.00
Mean [m]		0.114815	1.767127	34.451203
Sigma [m]		2.853023	2.495562	6.508554
RMS Error [m]		2.855332	3.057870	35.060615

Min Error and Max Error represent geolocation error intervals between -1.5 and 1.5 times the maximum accuracy of all the images. Columns X, Y, Z show the percentage of images with geolocation errors within the predefined error intervals. The geolocation error is the difference between the initial and computed image positions. Note that the image geolocation errors do not correspond to the accuracy of the observed 3D points.

Geolocation Bias	X	Y	Z
Translation [m]	0.114815	1.767127	34.451203

Bias between image initial and computed geolocation given in output coordinate system.

? Relative Geolocation Variance

Relative Geolocation Error	Images X [%]	Images Y [%]	Images Z [%]
[-1.00, 1.00]	89.95	94.74	89.13
[-2.00, 2.00]	100.00	99.96	100.00
[-3.00, 3.00]	100.00	100.00	100.00
Mean of Geolocation Accuracy [m]	5.000000	5.000000	10.000000
Sigma of Geolocation Accuracy [m]	0.000000	0.000000	0.000000

Images X, Y, Z represent the percentage of images with a relative geolocation error in X, Y, Z.

Geolocation Orientational Variance	RMS [degree]
Omega	0.844
Phi	1.071
Kappa	5.129

Geolocation RMS error of the orientation angles given by the difference between the initial and computed image orientation angles.

Initial Processing Details

System Information

Hardware	CPU: Intel(R) Core(TM) i7-8700 CPU @ 3.20GHz RAM: 32GB GPU: NVIDIA Quadro P3200 (Driver: 23.21.13.9174)
Operating System	Windows 10 Pro, 64-bit

Coordinate Systems

Image Coordinate System	WGS 84 (EGM96 Geoid)
Ground Control Point (GCP) Coordinate System	WGS 84 / UTMzone 29N (EGM96 Geoid)
Output Coordinate System	WGS 84 / UTMzone 29N (EGM96 Geoid)

Processing Options

Detected Template	3D Maps
Keypoints Image Scale	Full, Image Scale: 1
Advanced: Matching Image Pairs	Aerial Grid or Corridor
Advanced: Matching Strategy	Use Geometrically Verified Matching: no
Advanced: Keypoint Extraction	Targeted Number of Keypoints: Automatic
Advanced: Calibration	Calibration Method: Standard Internal Parameters Optimization: All External Parameters Optimization: All Rematch: Auto, no

Point Cloud Densification details

Processing Options

Image Scale	multiscale, 1/2 (Half image size, Default)
Point Density	Optimal
Minimum Number of Matches	3
3D Textured Mesh Generation	yes
3D Textured Mesh Settings:	Resolution: Medium Resolution (default) Color Balancing: no
LOD	Generated: no
Advanced: 3D Textured Mesh Settings	Sample Density Divider: 1
Advanced: Image Groups	group1
Advanced: Use Processing Area	yes
Advanced: Use Annotations	yes
Time for Point Cloud Densification	03h:06m:36s
Time for Point Cloud Classification	NA
Time for 3D Textured Mesh Generation	30m:14s

Results

Number of Processed Clusters	7
Number of Generated Tiles	7
Number of 3D Densified Points	183679880
Average Density (per m ³)	54.83

DSM, Orthomosaic and Index Details

Processing Options



DSM and Orthomosaic Resolution	2 x GSD (4.02 [cm/pixel])
DSM Filters	Noise Filtering: yes Surface Smoothing: yes, Type: Sharp
Raster DSM	Generated: yes Method: Inverse Distance Weighting Merge Tiles: yes
Orthomosaic	Generated: yes Merge Tiles: yes GeoTIFF Without Transparency: no Google Maps Tiles and KML: no
Grid DSM	Generated: yes, Spacing [cm]: 50
Time for DSM Generation	22m:18s
Time for Orthomosaic Generation	46m:36s
Time for DTM Generation	00s
Time for Contour Lines Generation	00s
Time for Reflectance Map Generation	00s
Time for Index Map Generation	00s

ANEXO IV. MANUAL DE USUARIO DEL GEOPORTAL GSOLARROOF

En esta guía se describe el funcionamiento del geoportal gSolarRoof del proyecto IDERCExA a través del cual se accede a la información relativa al uso de la energía solar mediante herramientas de búsqueda, visualización y navegación sobre un mapa.

En el geoportal se pueden consultar los datos relacionados con cada edificio de los polígonos industriales de los municipios de Plasencia y Don Benito, considerando como unidad básica de representación la parcela catastral. En su diseño se ha tratado de presentar una interfaz sencilla y de fácil comprensión en la que se incluyen las siguientes funcionalidades:

- Ventanas emergentes.
- Herramientas de control.
- Herramientas de utilidades.
- Botones desplegables.

VENTANAS EMERGENTES

Las ventanas emergentes se generan al seleccionar cualquier edificio en el mapa y muestran los datos básicos del mismo y una breve descripción de sus características en un archivo adjunto descargable en formato pdf.



Figura 7. Ventana emergente de los edificios.

HERRAMIENTAS DE CONTROL

Buscador de direcciones

Permite a los usuarios buscar ubicaciones por las direcciones en el mapa. Al ser un motor de búsquedas internacional, hay que concretar el municipio correspondiente a la dirección deseada.

1. Cuando se introduce el nombre de un lugar en el cuadro de búsqueda, aparecen sugerencias de diferentes localizaciones como en cualquier sistema de búsqueda por direcciones.

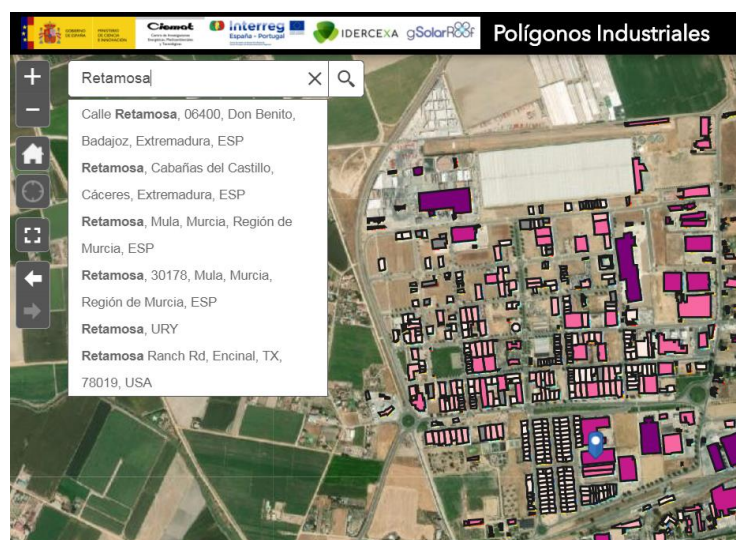


Figura 8. Herramienta 'Buscador de direcciones'.

2. Aparecerá una ventana emergente en la ubicación del lugar con la información disponible.

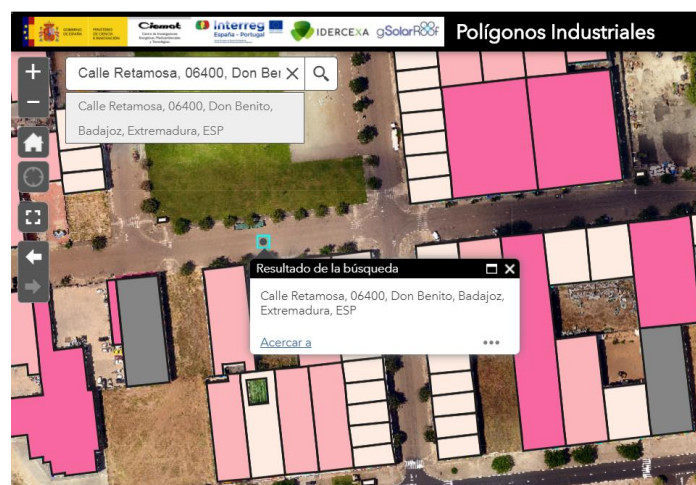


Figura 9. Resultado de la herramienta 'Buscador de direcciones'.

Zoom

Botones para acercar (+) o alejar (-) la vista del mapa en la que nos encontramos.

1. Para controlar el zoom en la visualización del mapa también es posible usar la rueda central del ratón. Además, se puede pulsar y mantener presionada la tecla Mayúscula y arrastrar un cuadro en el mapa.
2. Para desplazarse panorámicamente por el mapa se utilizan las teclas de flechas del teclado. Otra forma de desplazarse consiste en mantener presionado el ratón y arrastrando.

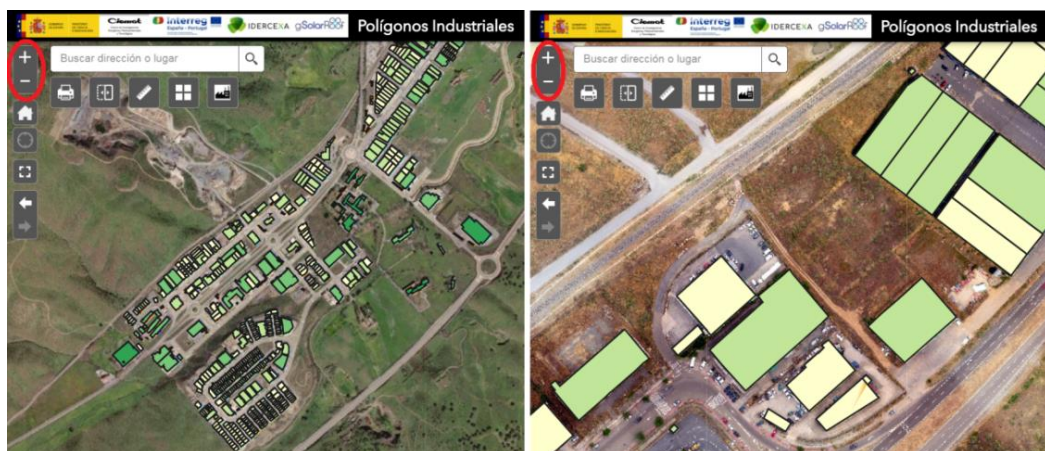


Figura 10. Herramienta 'Zoom'.

Vista inicio

Establece la vista a la extensión del mapa inicial, aplicando el zoom del mapa a la posición de inicio.

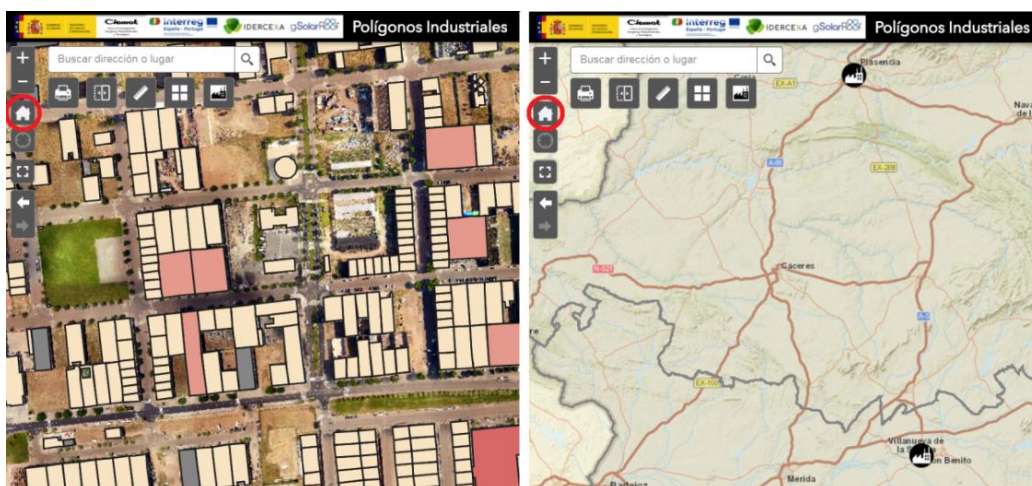


Figura 11. Herramienta 'Vista inicio'.

Localizar mi ubicación

Si el dispositivo desde el que se realiza la consulta tiene GPS, permite detectar su ubicación y aplica el zoom centrando la vista del mapa en esa posición.



Figura 12. Herramienta 'Localizar mi ubicación'.

Pantalla completa

Permite usar el modo de pantalla completa para visualizar el mapa. Para salir de esta vista y recuperar la situación anterior se puede utilizar el botón o pulsar la tecla 'Esc'.



Figura 13. Herramienta 'Pantalla completa'.

Navegar por extensión del mapa

Permite navegar por el mapa recuperando la extensión de las vistas anteriores, avanzando y retrocediendo por todas aquellas que hayan sido visualizadas previamente.

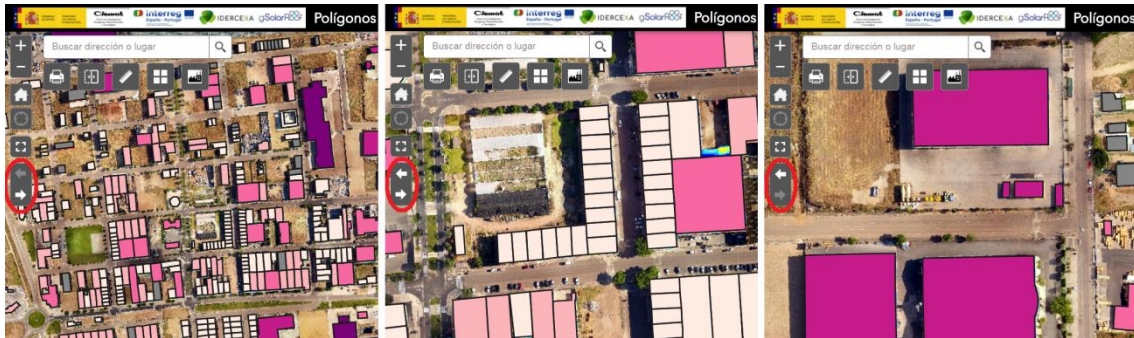


Figura 14. Herramienta 'Navegar por extensión del mapa'.

Vista general del mapa

Botón desplegable que muestra la posición y extensión de la ventana visible en cada momento como un rectángulo dentro de la vista general del mapa, permitiendo su desplazamiento para modificar la posición de la vista actual.

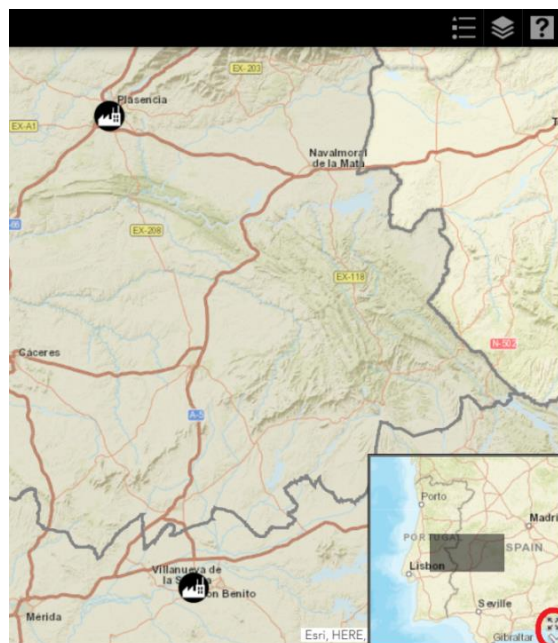


Figura 15. Herramienta 'Vista general del mapa'.

Para expandir la imagen, utilizar el icono de maximizar  y para ocultar la vista general del mapa, volver a seleccionar el icono .

HERRAMIENTAS DE UTILIDADES

Polígonos industriales

Despliega una lista con los polígonos industriales definidos en el mapa donde se puede seleccionar cada uno de ellos para centrar la vista del mapa en su localización.

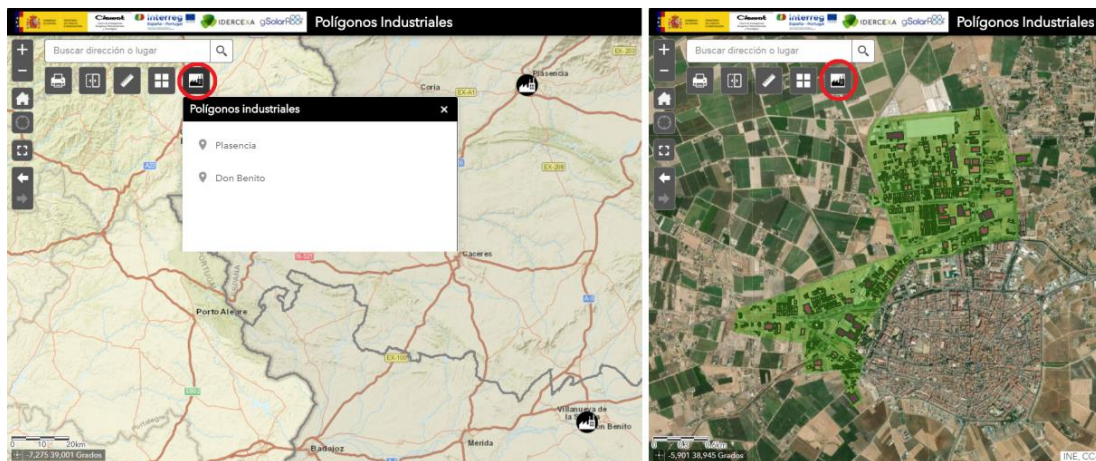


Figura 16. Herramienta 'Polígono industriales'.

Galería de mapas base

Presenta un conjunto de mapas base y permite al usuario seleccionar el mapa base que más le convenga en cada momento, desde mapas físicos o imágenes de satélites a mapas de carreteras.



Figura 17. Herramienta 'Galería de mapas base'.

Medición

Permite al usuario medir el área de un polígono, la longitud de una línea o encontrar las coordenadas de un punto:

1. **Medición de área** : Seleccionar el icono de medición de área y, a continuación, dibujar un polígono en el mapa. Para terminar de dibujar el polígono haga doble clic. Se pueden cambiar las unidades de área en el menú desplegable.
2. **Medición de distancia** : Seleccionar el icono de medición de distancia, a continuación, dibujar una línea en el mapa con dos o más puntos. Para terminar de dibujar la línea haga doble clic. Se pueden cambiar las unidades de distancia en el menú desplegable.
3. **Medición de ubicación** : Seleccionar el icono de medición de ubicación y, a continuación, marque un punto en el mapa. Se muestran las coordenadas del punto en grados. Se puede cambiar el formato de visualización de coordenadas a grados/minutos/segundos en el menú desplegable.



Figura 18. Herramienta 'Medición'.

Mediante 'Borrar' se pueden eliminar del mapa las mediciones realizadas.

Vista dividida

Se trata de una barra deslizante que permite comparar dos capas visualizadas simultáneamente en el mapa.

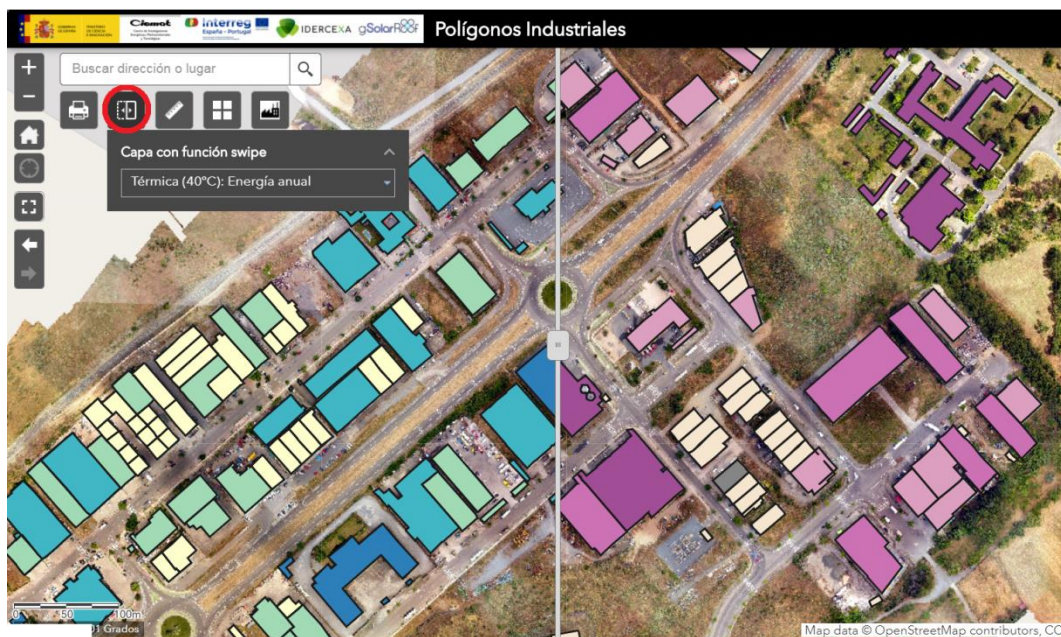


Figura 19. Herramienta 'Vista dividida'.

1. Siempre compara la capa marcada visible con la que esté inmediatamente por debajo. Para que se muestren las capas correctamente, en la ventana desplegable que se genera al ejecutar la aplicación se ha de seleccionar la capa superior visible en ese momento.
2. Una vez activado deslice la herramienta para mostrar el contenido de las capas visibles del mapa.

Seleccionar el icono de Vista dividida para desactivarlo.

Imprimir

Permite imprimir la vista del mapa actual en la que se encuentre el usuario con diferentes formatos de imágenes.

1. Seleccione el 'Título del mapa', 'Diseño' y 'Formato' para el mapa que desee exportar. El formato MAP_ONLY muestra en la impresión el mapa pero no información marginal como el título o la leyenda.
2. En la pestaña 'Avanzado' se dispone de un menú con las opciones de impresión para establecer la escala, autor y la calidad de la impresión.
3. Después de definir las opciones del mapa, al completarse el proceso de impresión se puede descargar el mapa.

4. Finalizada la impresión es posible borrar el historial de impresiones en la pestaña de 'Borrar impresiones'.

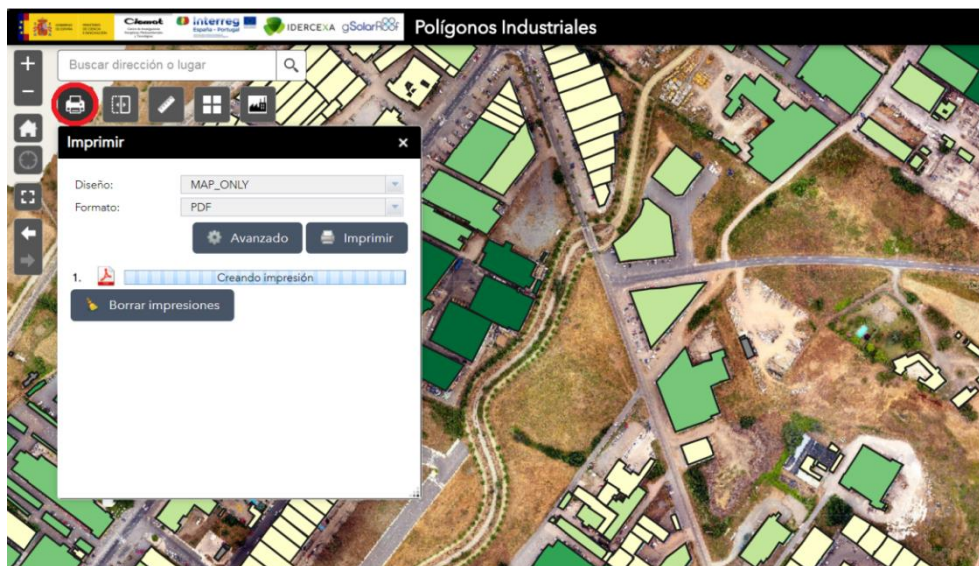


Figura 20. Herramienta 'Imprimir'.

BOTONES DESPLEGABLES

Leyenda

Muestra la leyenda correspondiente a las capas visibles en cada momento.



Figura 21. Botón 'Leyenda'.

Lista de capas

Muestra las capas de información presentes, marcando o desmarcando la casilla de cada capa se pueden hacer visibles o no.



Figura 22. Botón 'Lista de capas'.

1. Marcando cada una de las capas se muestra su simbología y usando el menú desplegable se activan y expanden todas a la vez.

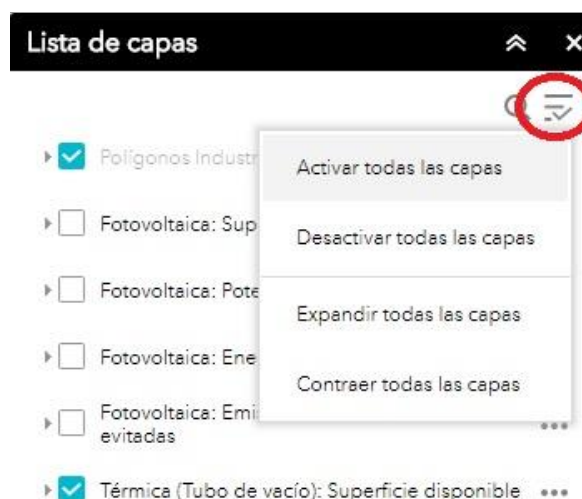


Figura 23. Menú desplegable del botón 'Lista de capas'.

2. Usando el menú desplegable de cada capa con el icono (...) aparecen opciones para acercar la capa en la vista del mapa, modificar la transparencia del color y desplazarlas arriba o abajo en la lista.



Figura 24. Opciones del menú desplegable de las capas.

Ayuda

Contiene el manual de usuario con una breve descripción del funcionamiento de las herramientas, botones y ventanas emergentes.

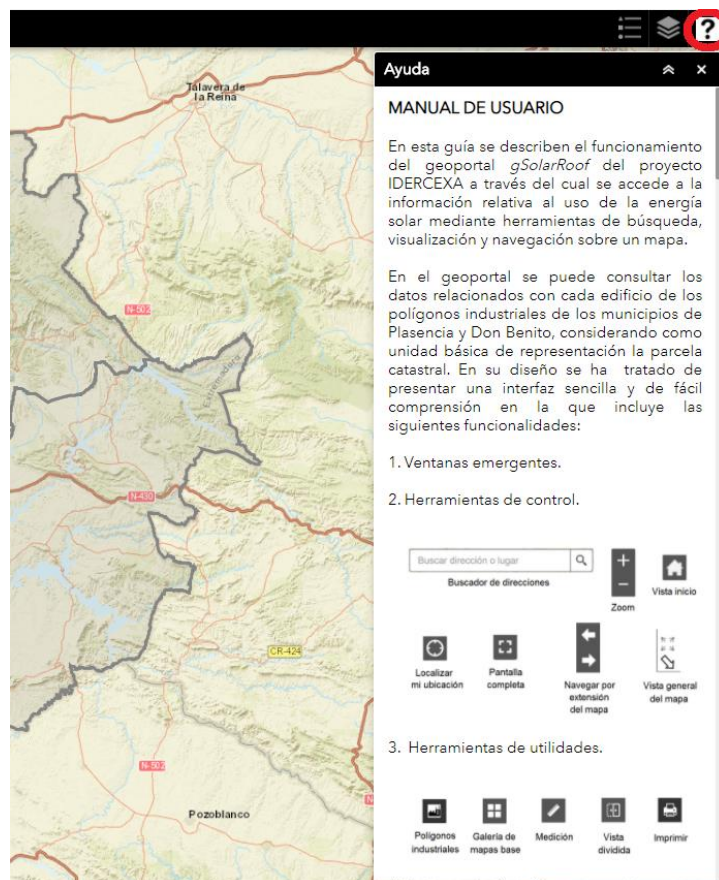


Figura 25. Botón 'Ayuda'.

ANEXO V. MAPAS TEMÁTICOS DEL POLÍGONO INDUSTRIAL DE DON BENITO

FOTOVOLTAICA:

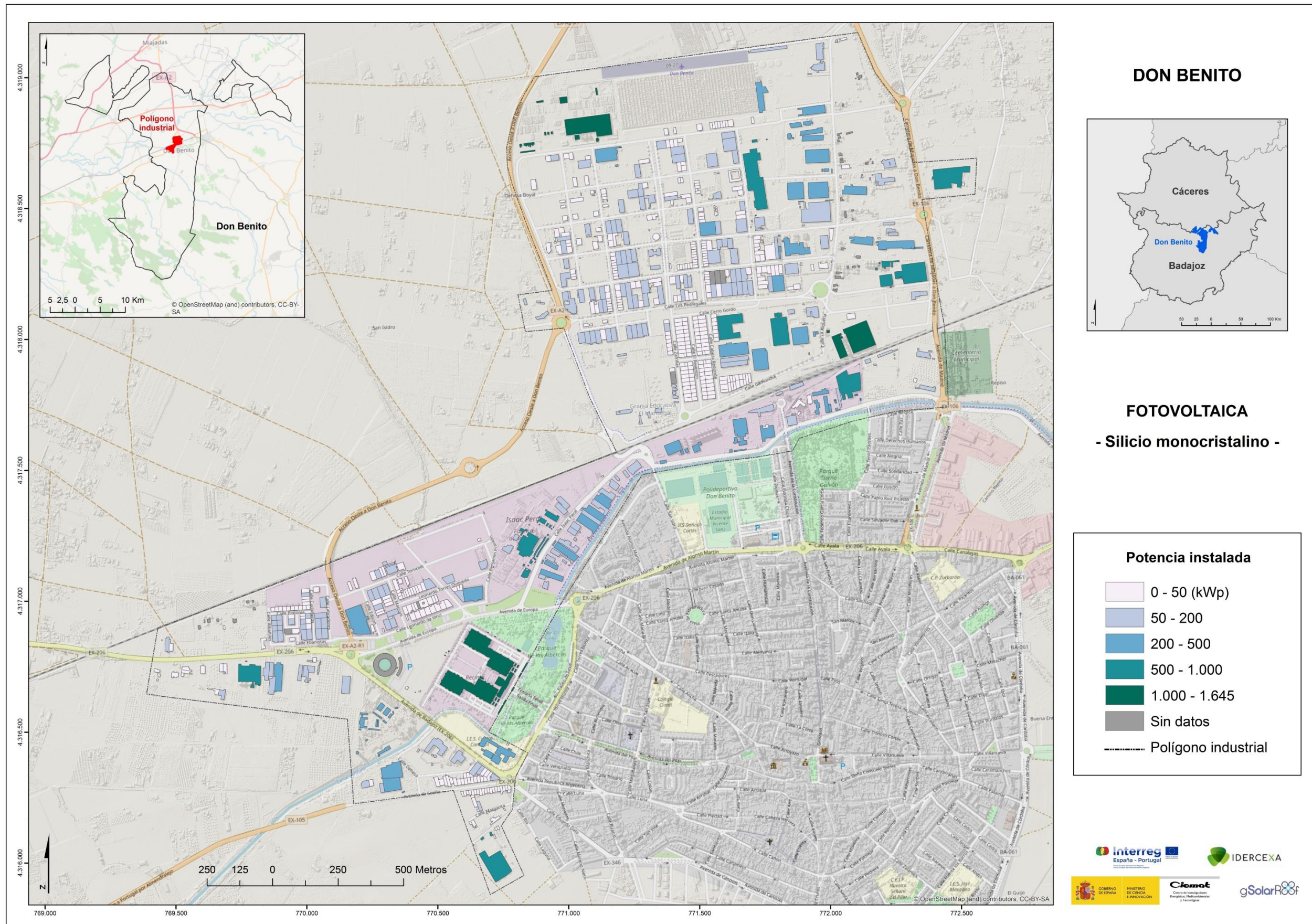
- Superficie de tejado disponible.
- Potencia instalada (Módulo de silicio monocristalino).
- Potencia instalada (Módulo de silicio multicristalino).
- Energía anual generada (Módulo de silicio monocristalino).
- Energía anual generada (Módulo de silicio multicristalino).
- Emisiones anuales de CO₂ evitadas (Módulo de silicio monocristalino).
- Emisiones anuales de CO₂ evitadas (Módulo de silicio multicristalino).

TÉRMICA:

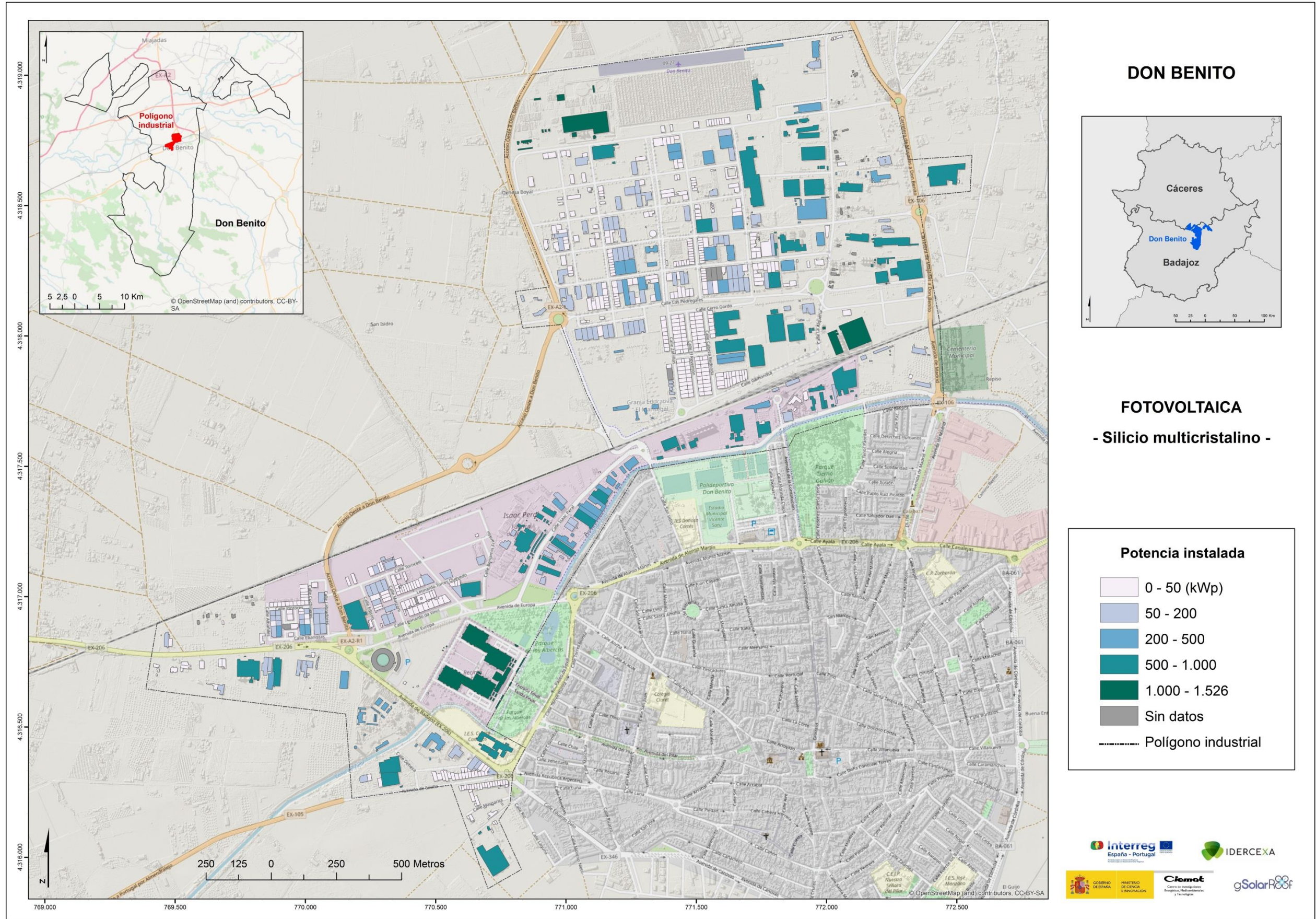
- Superficie de tejado disponible.
- Energía anual generada (Colector de tubo de vacío) para la temperatura de 40 °C.
- Energía anual generada (Colector de tubo de vacío) para la temperatura de 70 °C.
- Energía anual generada (Colector de tubo de vacío) para la temperatura de 90 °C.
- Energía anual generada (Colector plano selectivo) para la temperatura de 40 °C.
- Energía anual generada (Colector plano selectivo) para la temperatura de 70 °C.
- Energía anual generada (Colector plano selectivo) para la temperatura de 90 °C.
- Energía anual generada (Colector plano no selectivo) para la temperatura de 40 °C.
- Emisiones anuales de CO₂ evitadas (Colector de tubo de vacío) para la temperatura de 40 °C.
- Emisiones anuales de CO₂ evitadas (Colector de tubo de vacío) para la temperatura de 70 °C.
- Emisiones anuales de CO₂ evitadas (Colector de tubo de vacío) para la temperatura de 90 °C.
- Emisiones anuales de CO₂ evitadas (Colector plano selectivo) para la temperatura de 40 °C.

- Emisiones anuales de CO₂ evitadas (Colector plano selectivo) para la temperatura de 70 °C.
- Emisiones anuales de CO₂ evitadas (Colector plano selectivo) para la temperatura de 90 °C.
- Emisiones anuales de CO₂ evitadas (Colector plano no selectivo) para la temperatura de 40 °C.

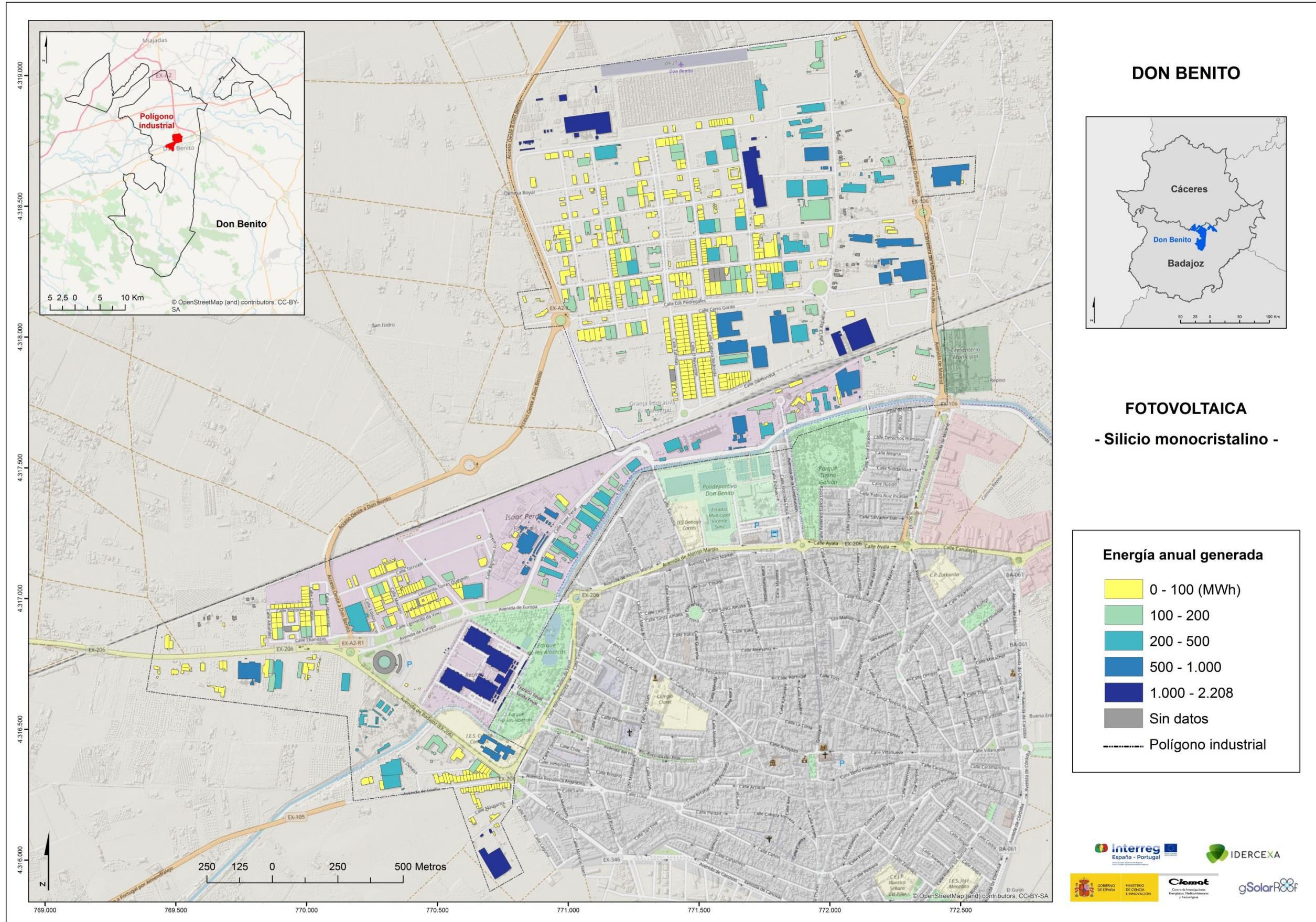
Mapa 11. Fotovoltaica: Superficie de tejado disponible. Don Benito.



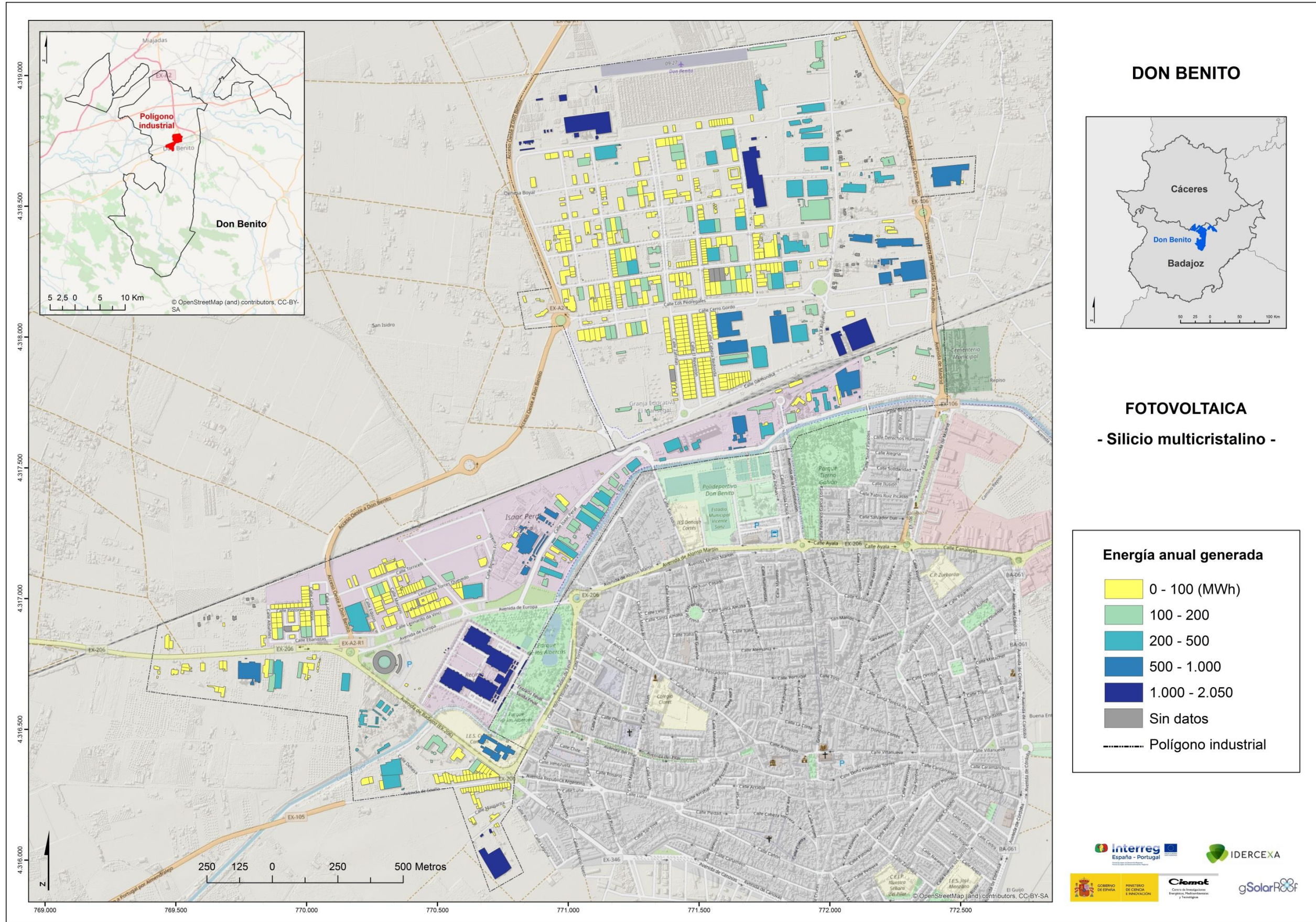
Mapa 12. Fotovoltaica: Potencia instalada (Módulo de silicio monocristalino). Don Benito.



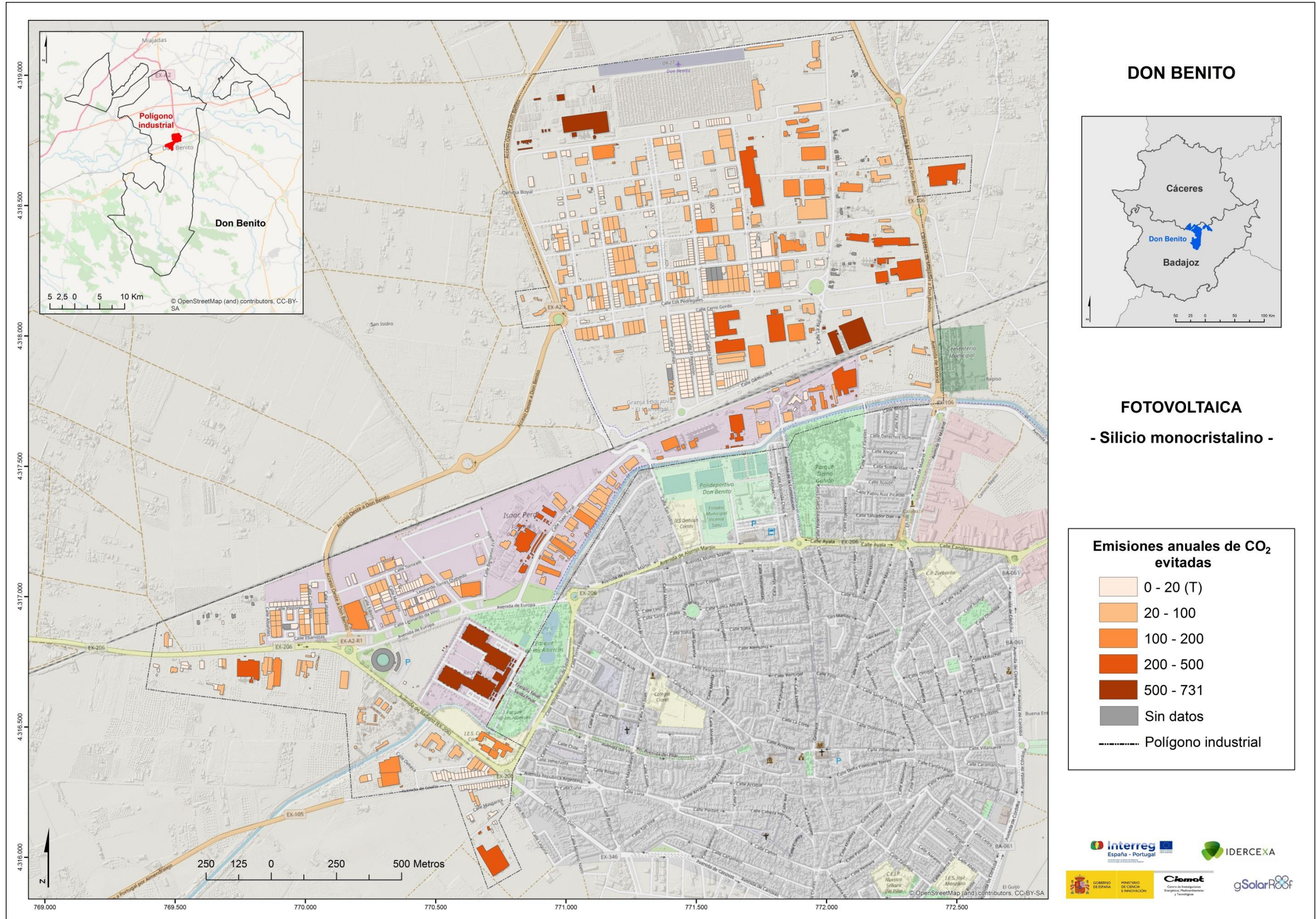
Mapa 13. Fotovoltaica: Potencia instalada (Módulo de silicio multicristalino). Don Benito.



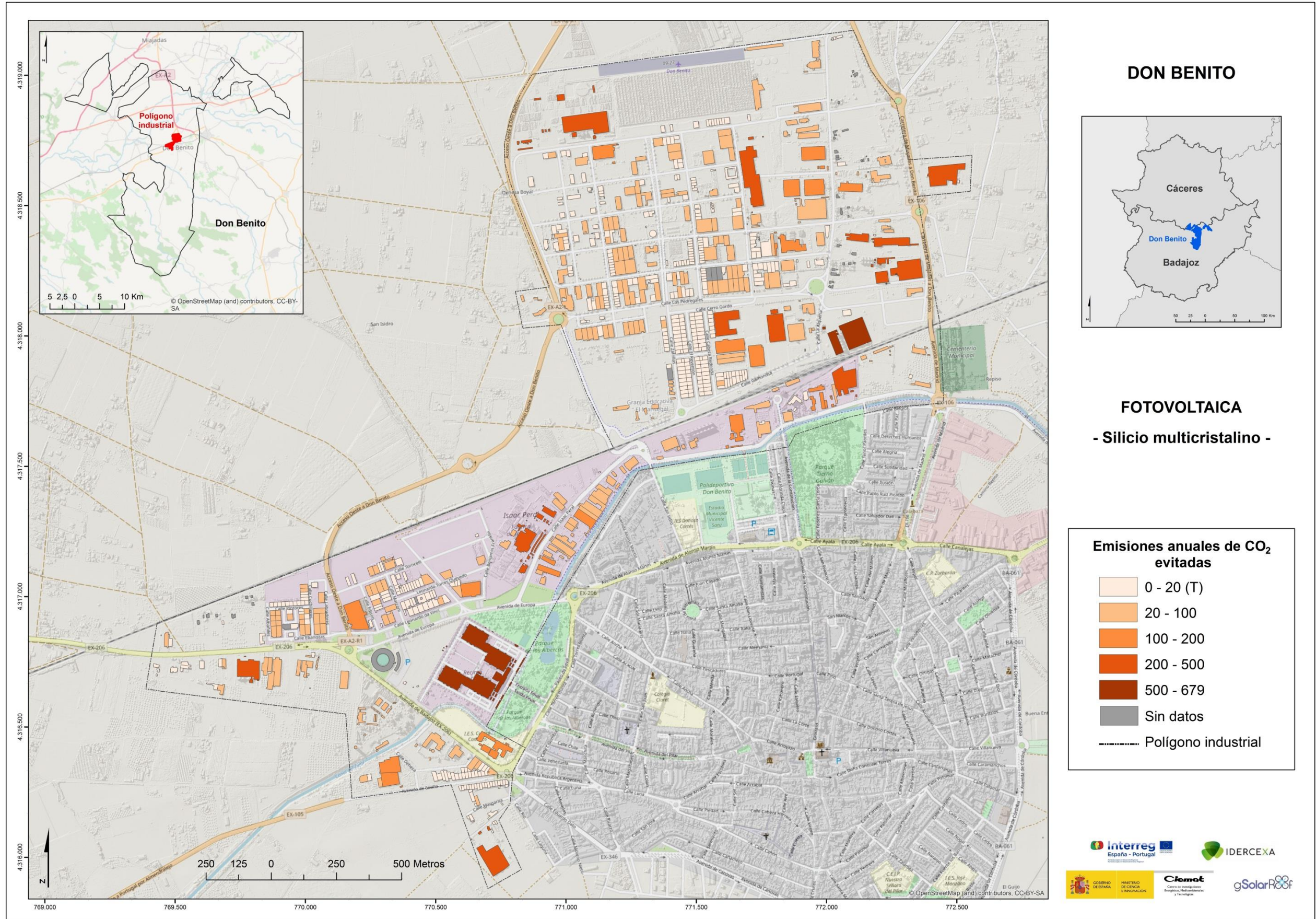
Mapa 14. Fotovoltaica: Energía anual generada (Módulo de silicio monocristalino). Don Benito.



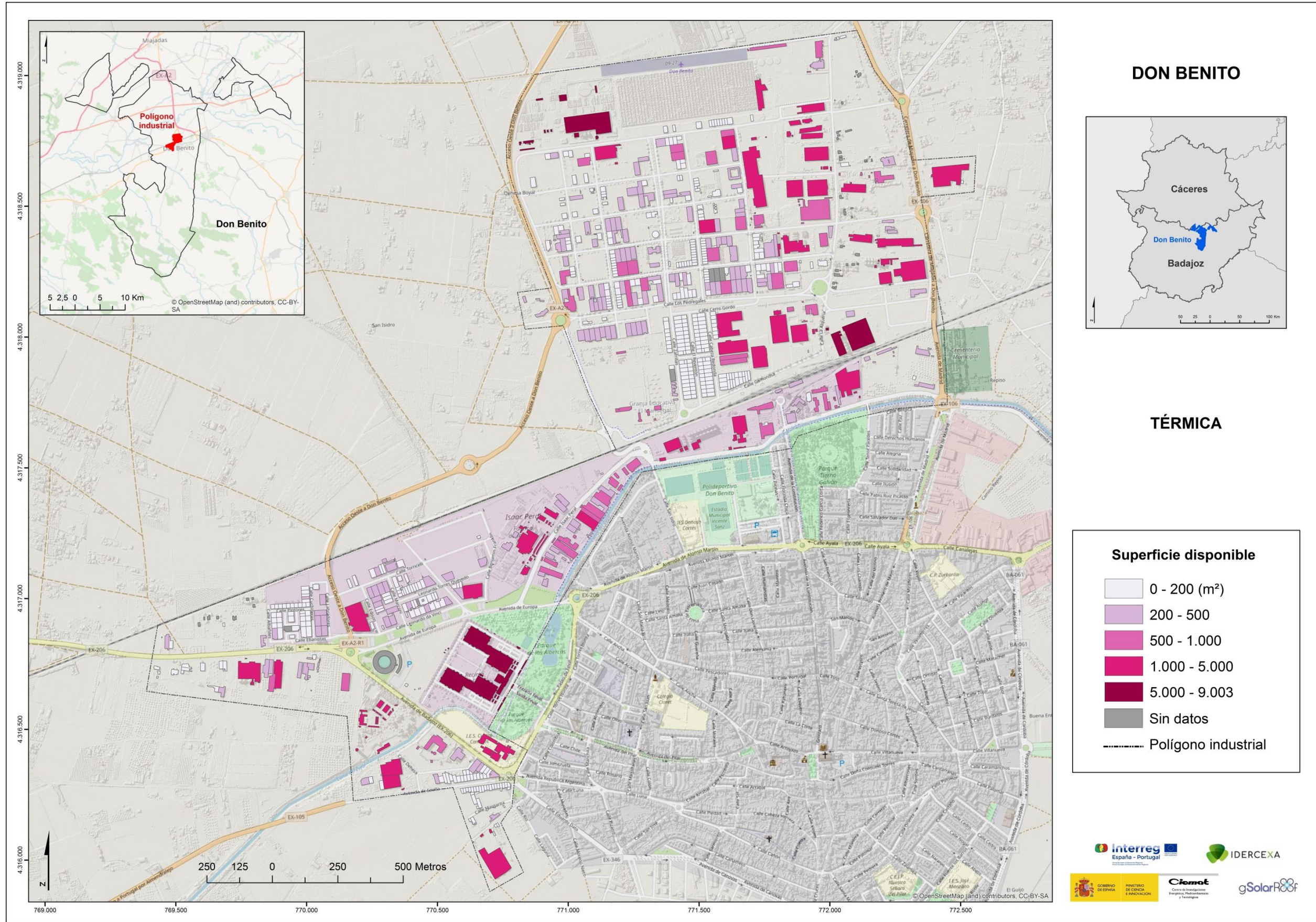
Mapa 15. Fotovoltaica: Energía anual generada (Módulo de silicio multicristalino). Don Benito.



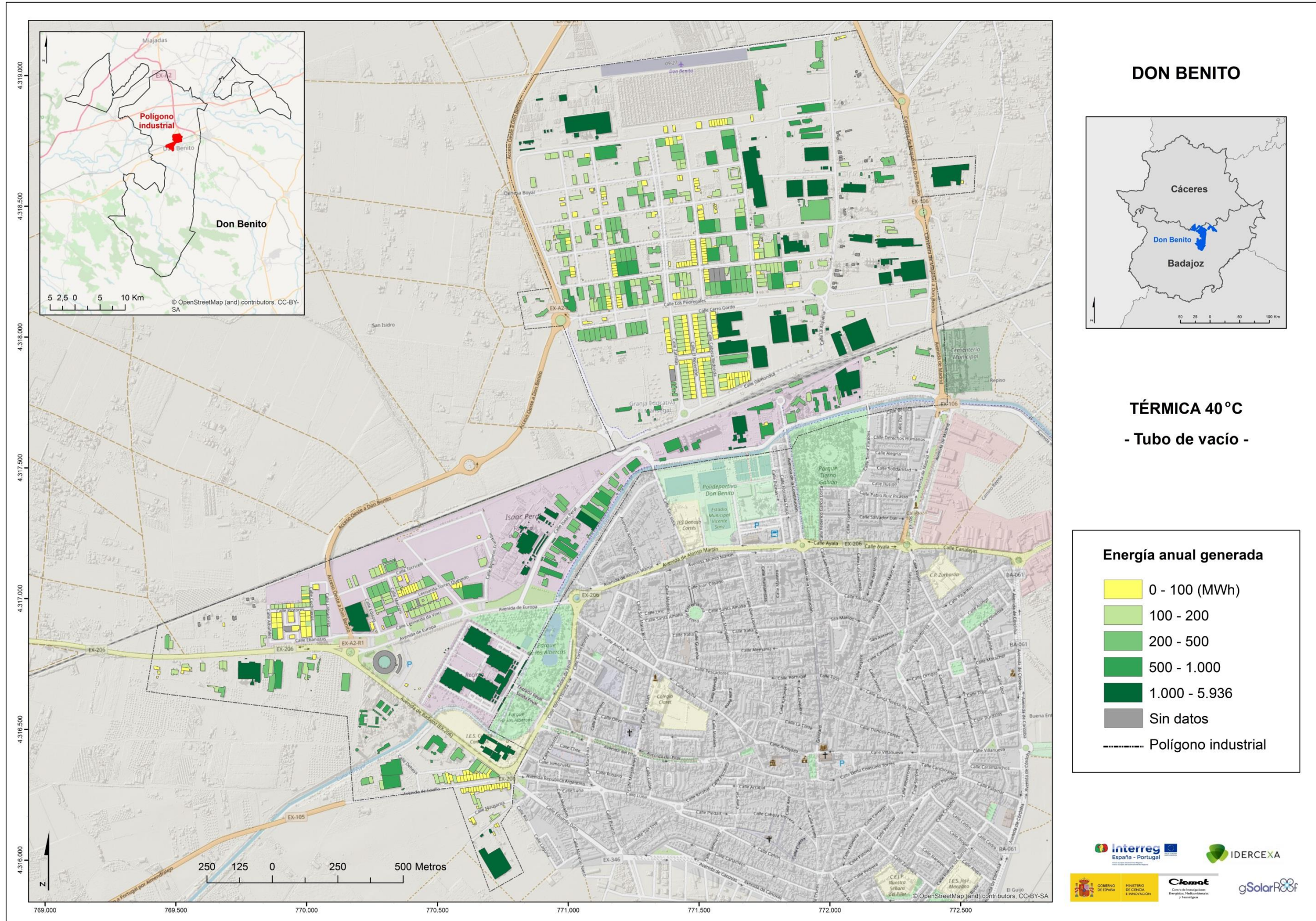
Mapa 16. Fotovoltaica: Emisiones anuales de CO₂ evitadas (Módulo de silicio monocristalino). Don Benito.



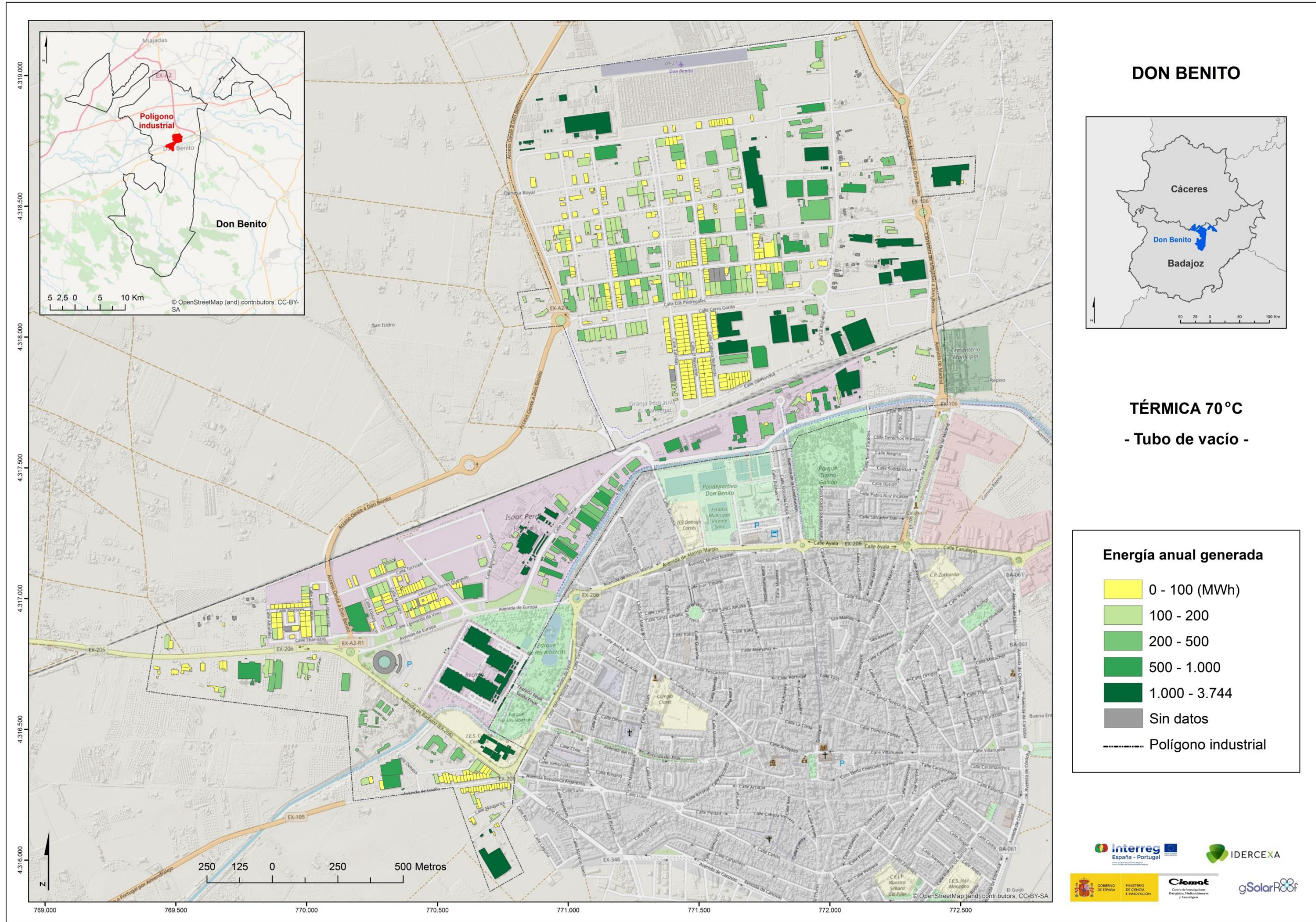
Mapa 17. Fotovoltaica: Emisiones anuales de CO₂ evitadas (Módulo de silicio multicristalino). Don Benito.



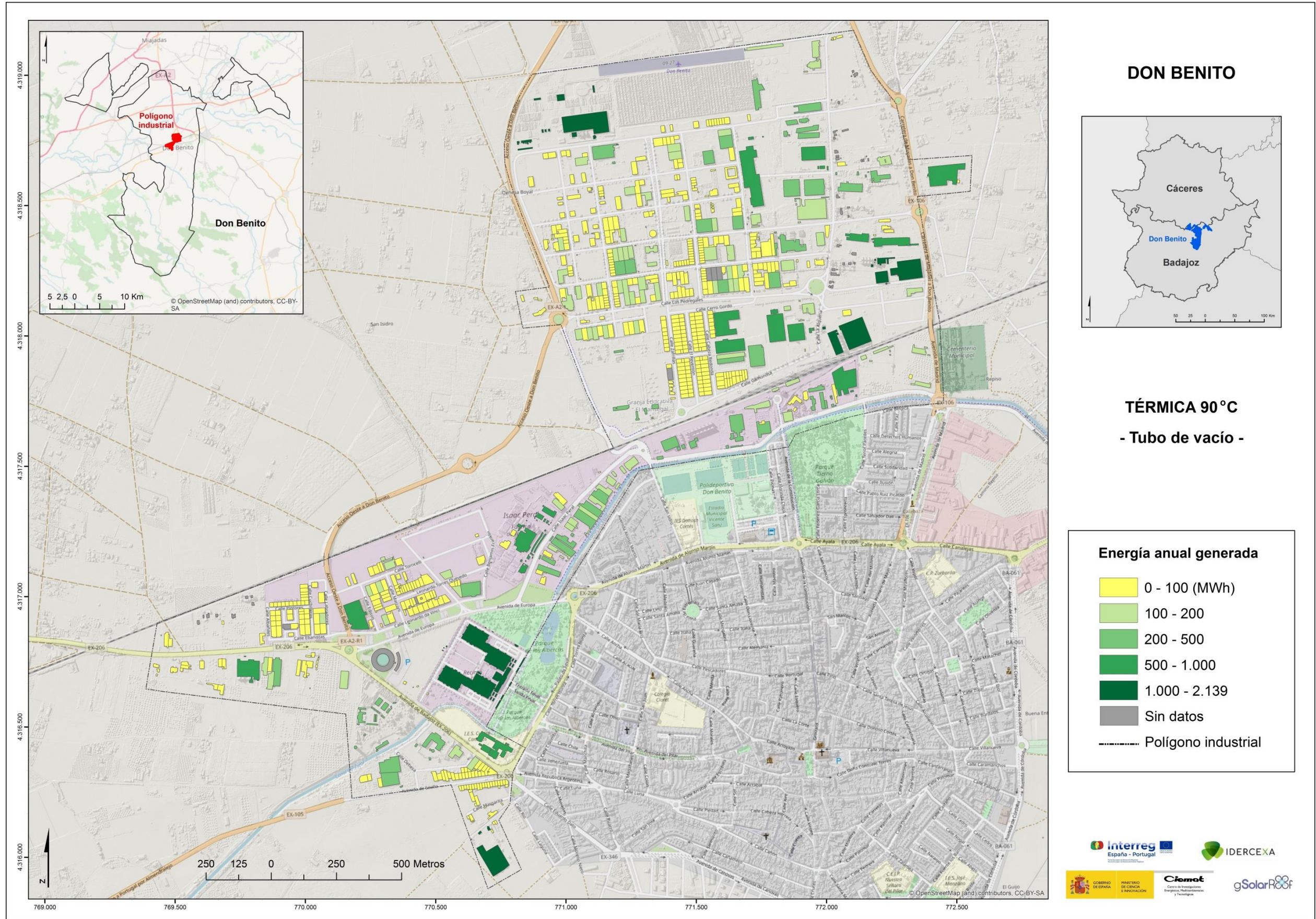
Mapa 18. Térmica: Superficie de tejado disponible. Don Benito.



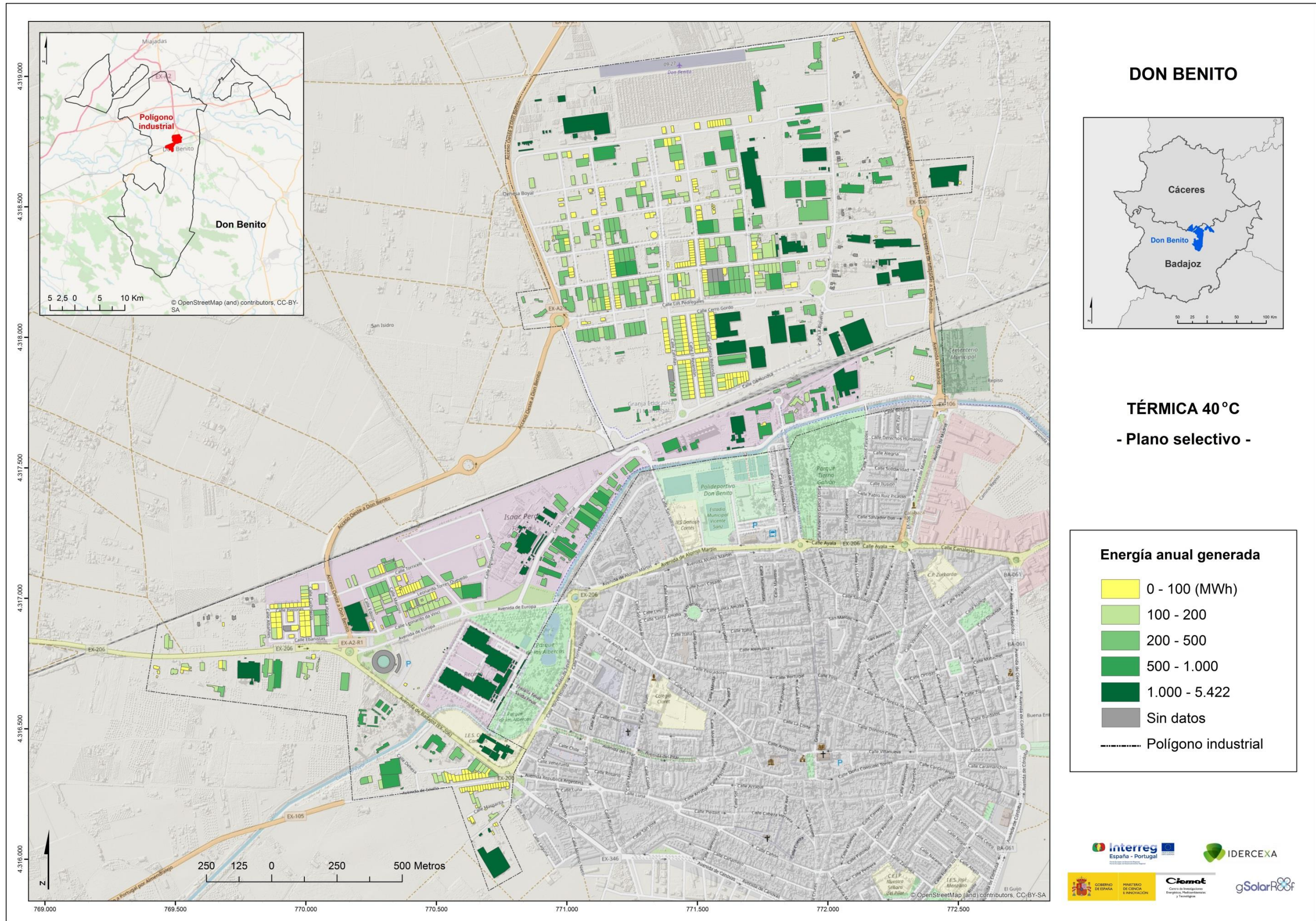
Mapa 19. Térmica: Energía anual generada (Colector de tubo de vacío) para una temperatura de 40 °C. Don Benito.



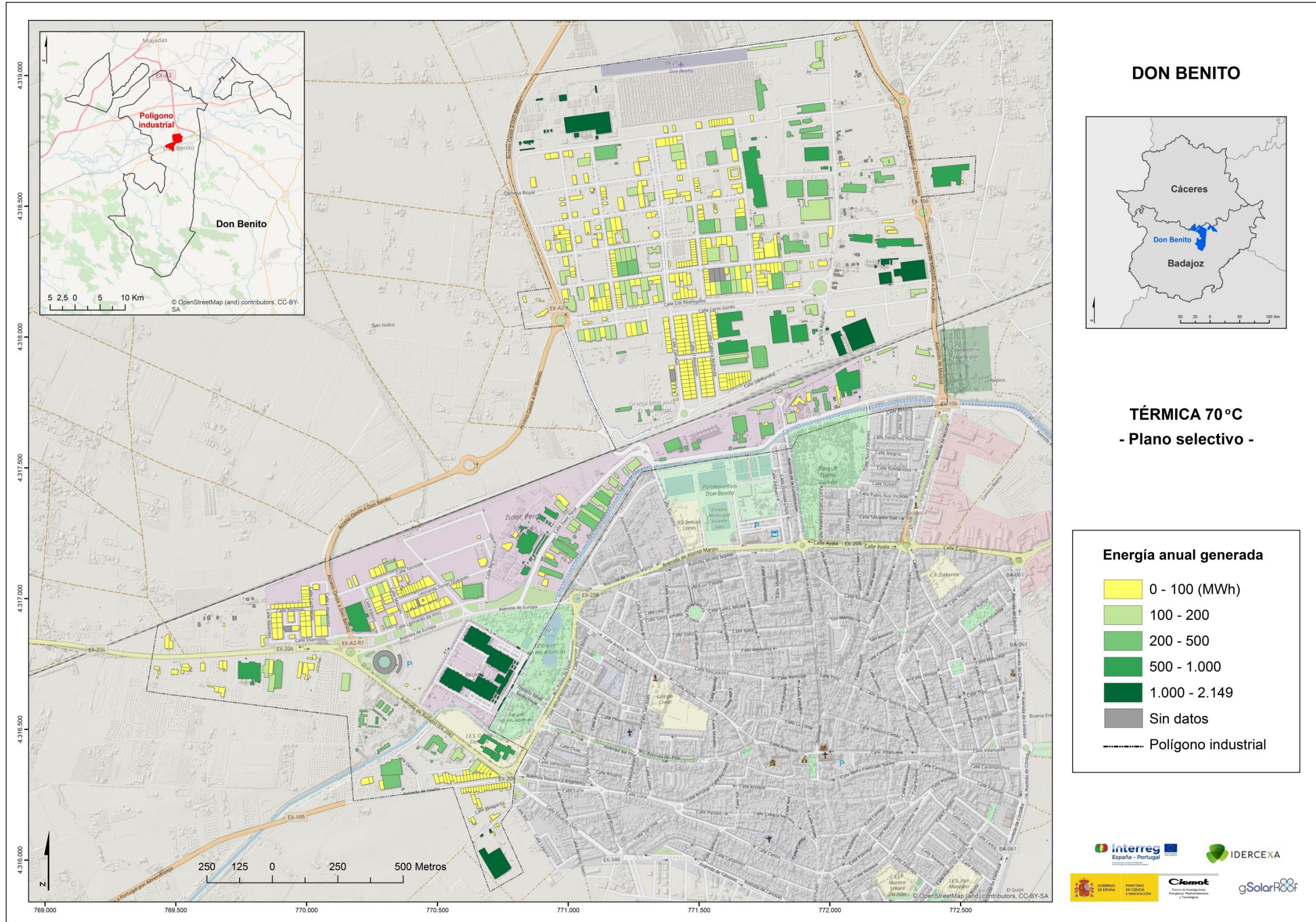
Mapa 20. Térmica: Energía anual generada (Colector de tubo de vacío) para una temperatura de 70 °C. Don Benito.



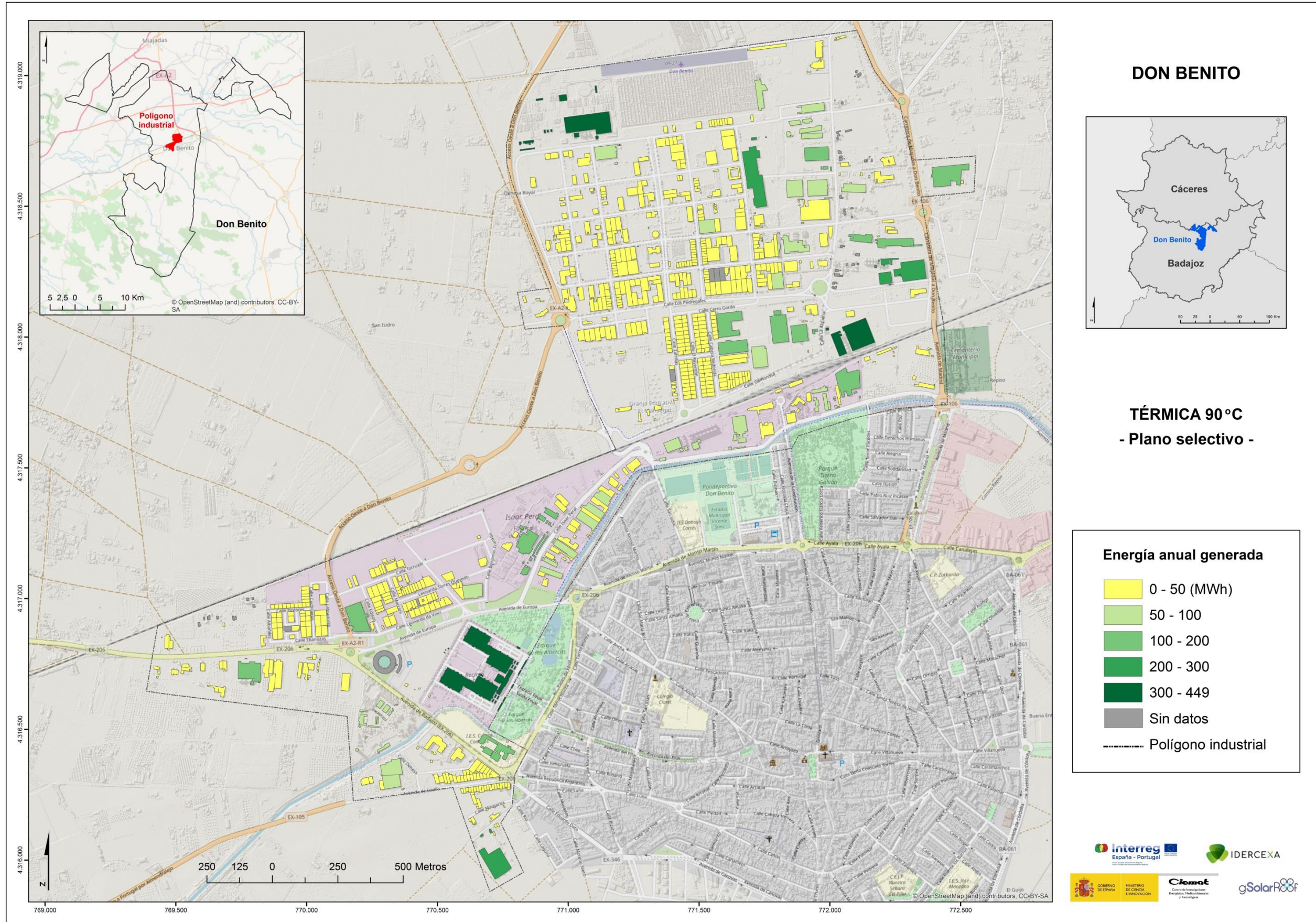
Mapa 21. Térmica: Energía anual generada (Colector de tubo de vacío) para una temperatura de 90 °C. Don Benito.



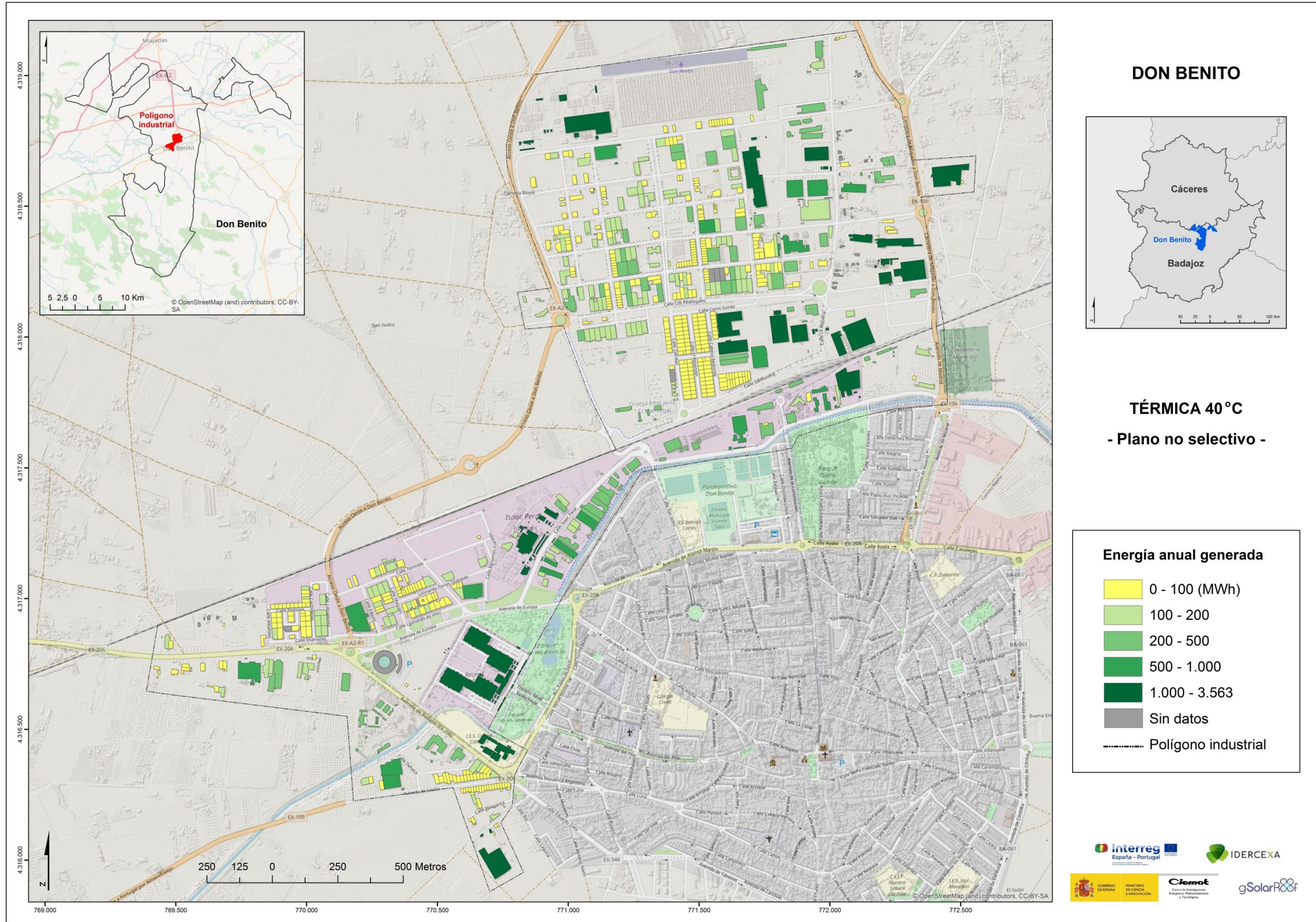
Mapa 22. Térmica: Energía anual generada (Colector plano selectivo) para una temperatura de 40 °C. Don Benito.



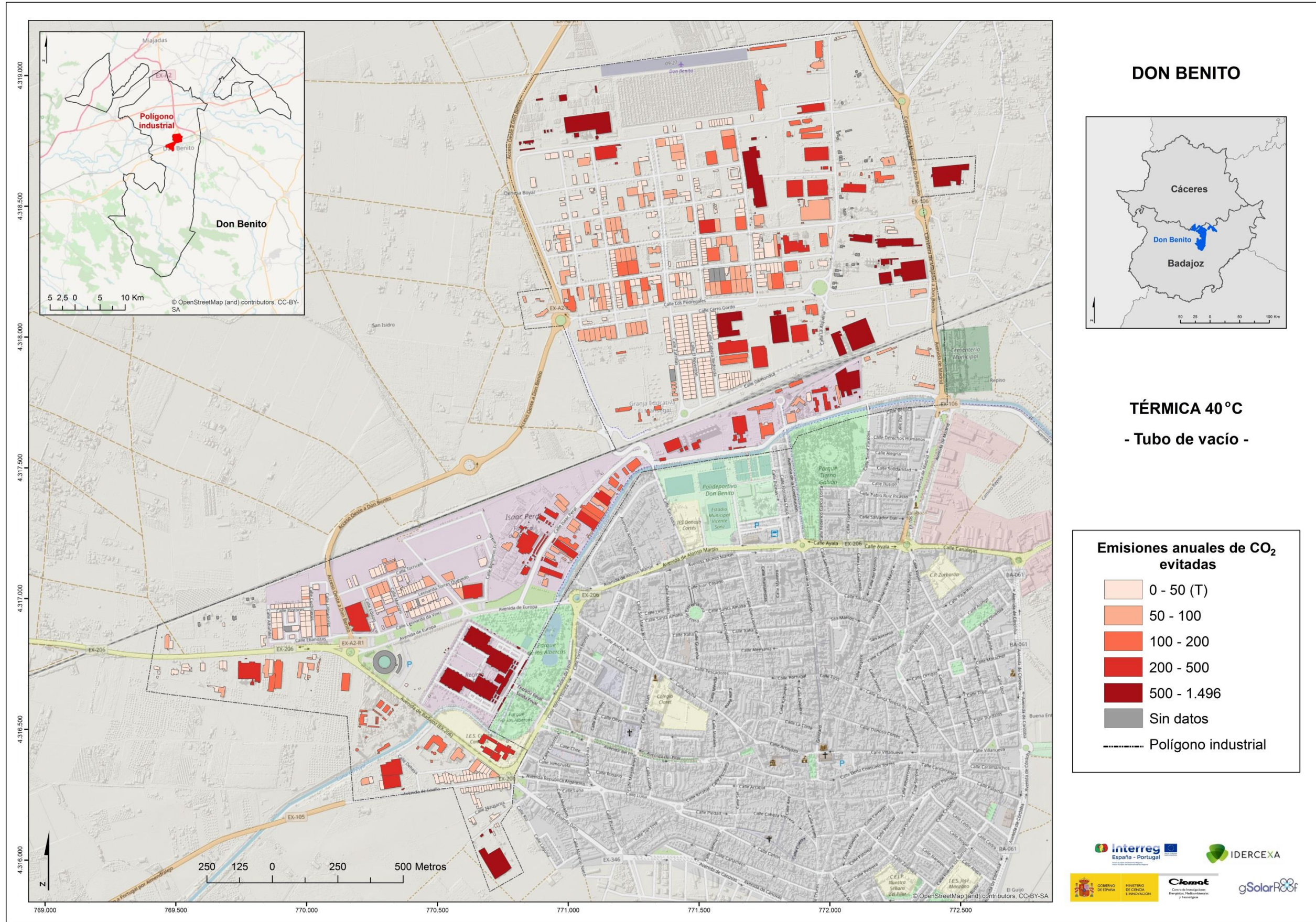
Mapa 23. Térmica: Energía anual generada (Colector plano selectivo) para una temperatura de 70 °C. Don Benito.



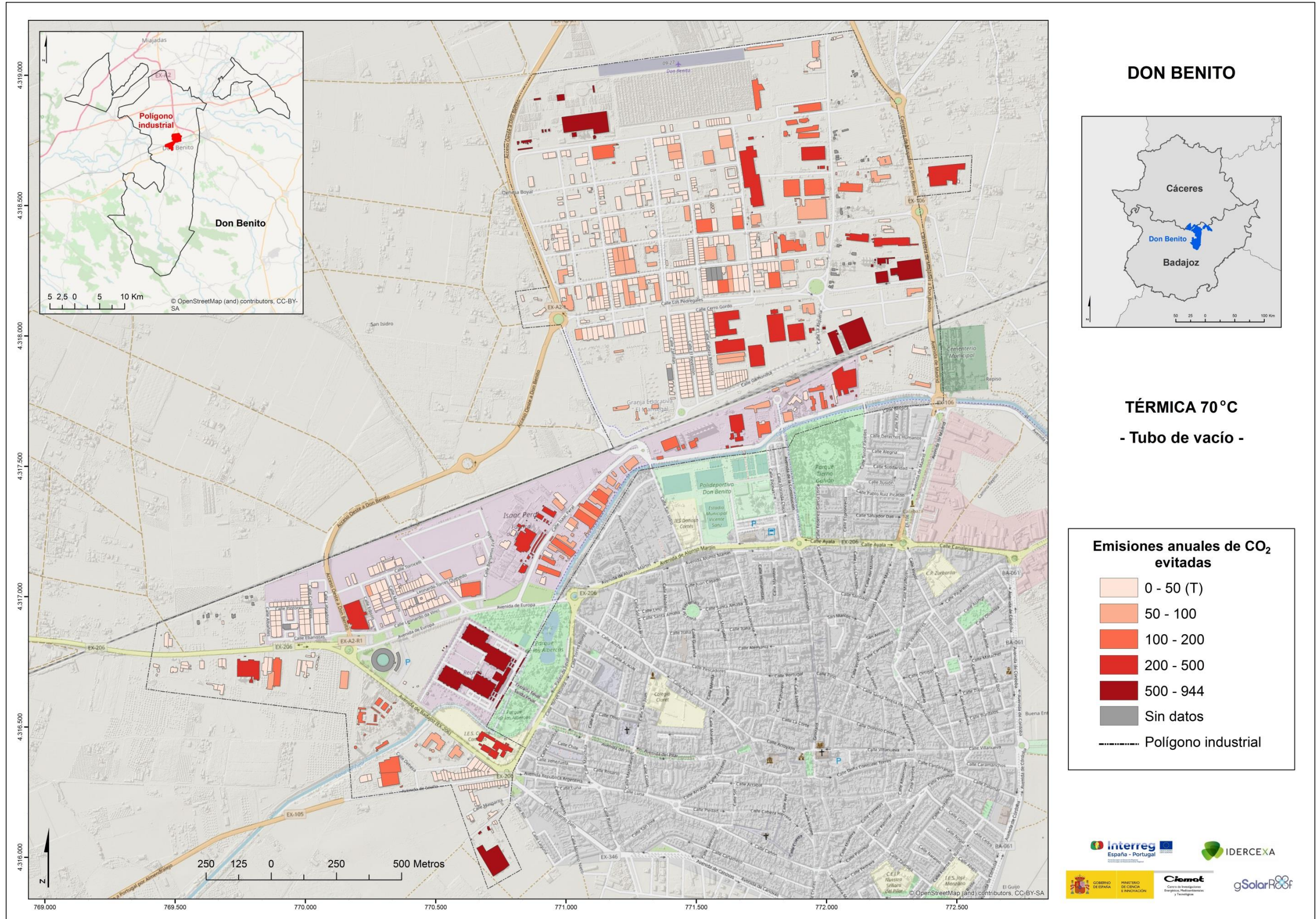
Mapa 24. Térmica: Energía anual generada (Colector plano selectivo) para una temperatura de 90 °C. Don Benito.



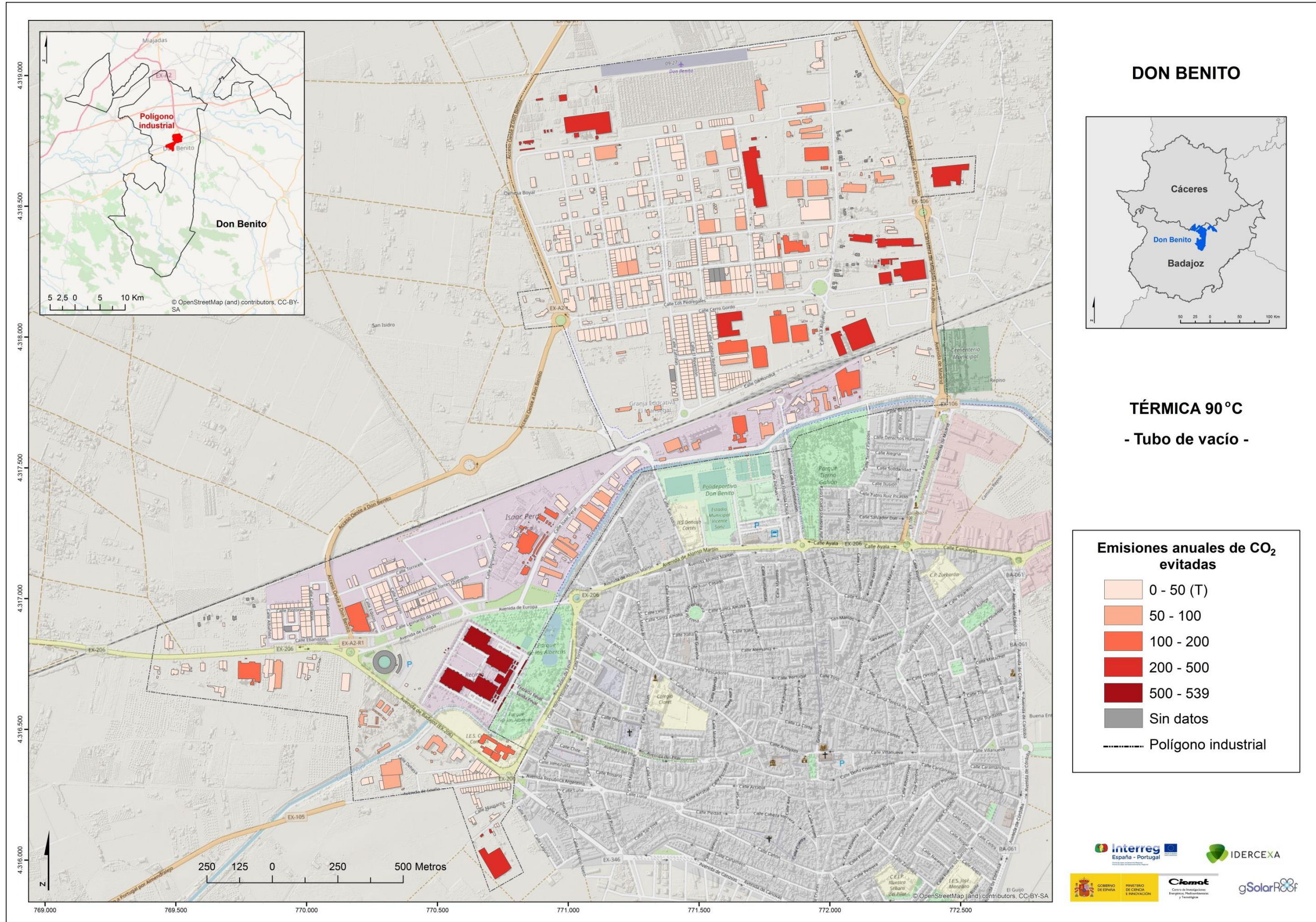
Mapa 25. Térmica: Energía anual generada (Colector plano no selectivo) para una temperatura de 40 °C. Don Benito.



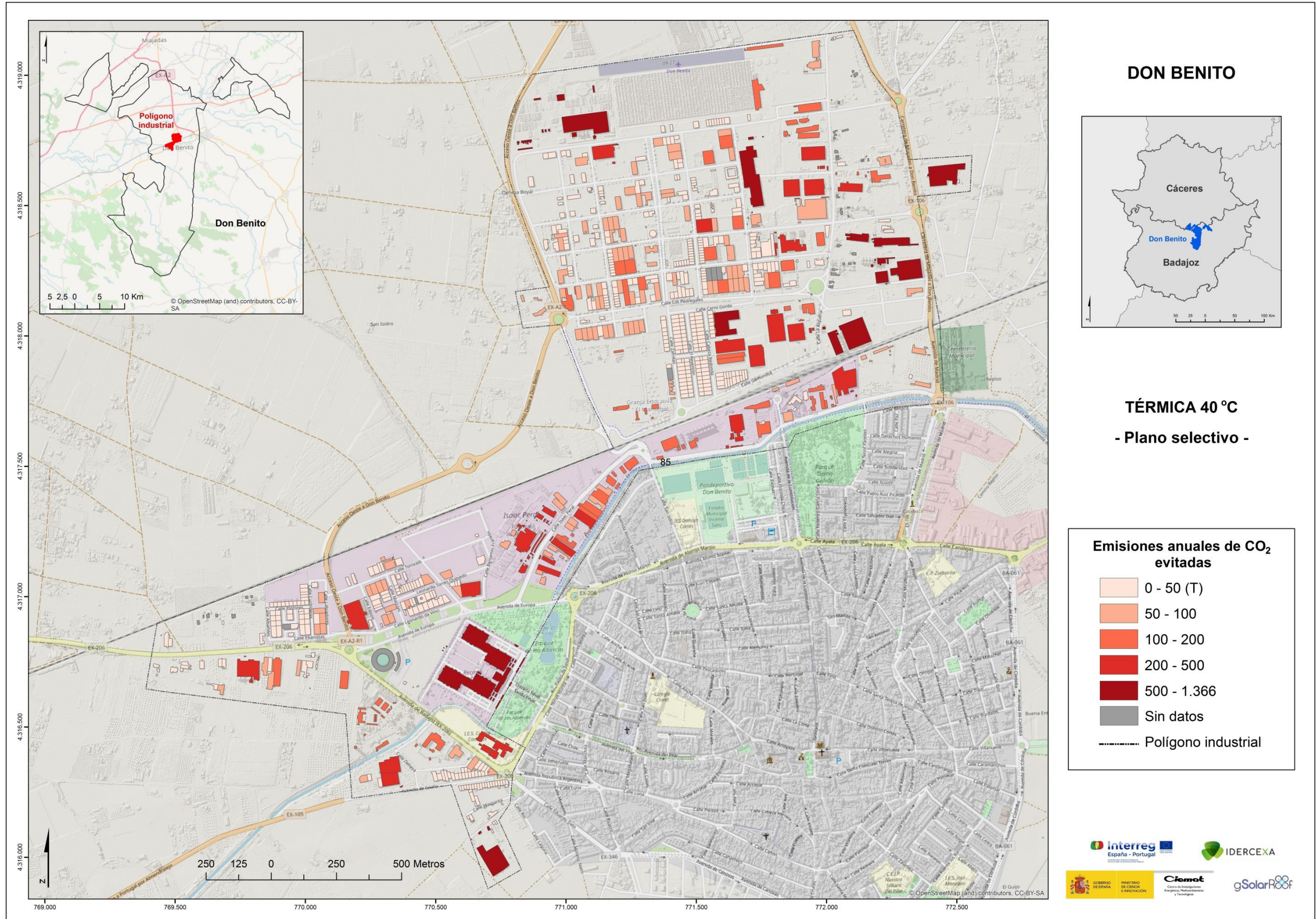
Mapa 26. Térmica: Emisiones anuales de CO₂ evitadas (Colector de tubo de vacío) para una temperatura de 40 °C. Don Benito.



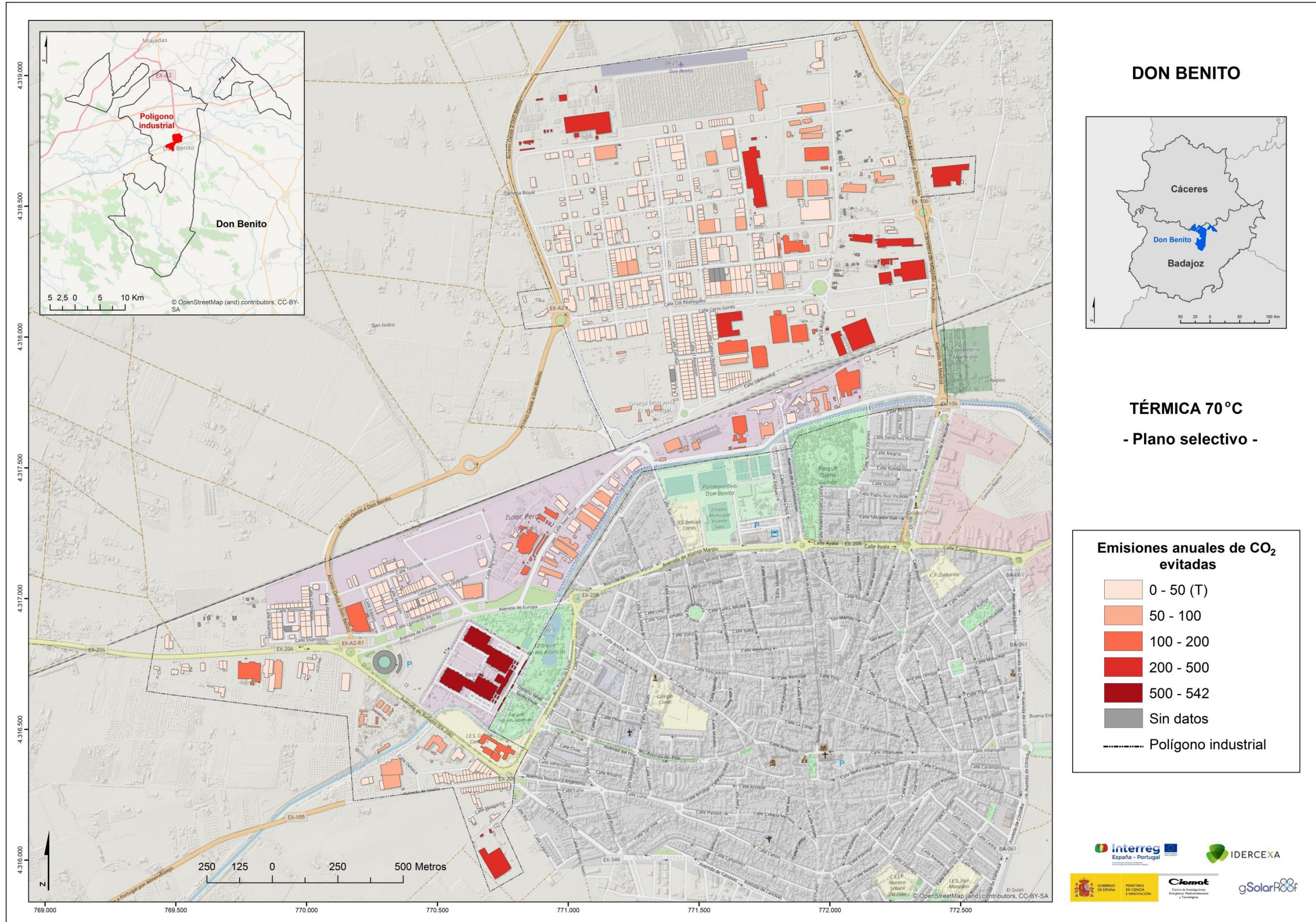
Mapa 27. Térmica: Emisiones anuales de CO₂ evitadas (Colector de tubo de vacío) para una temperatura de 70 °C. Don Benito.



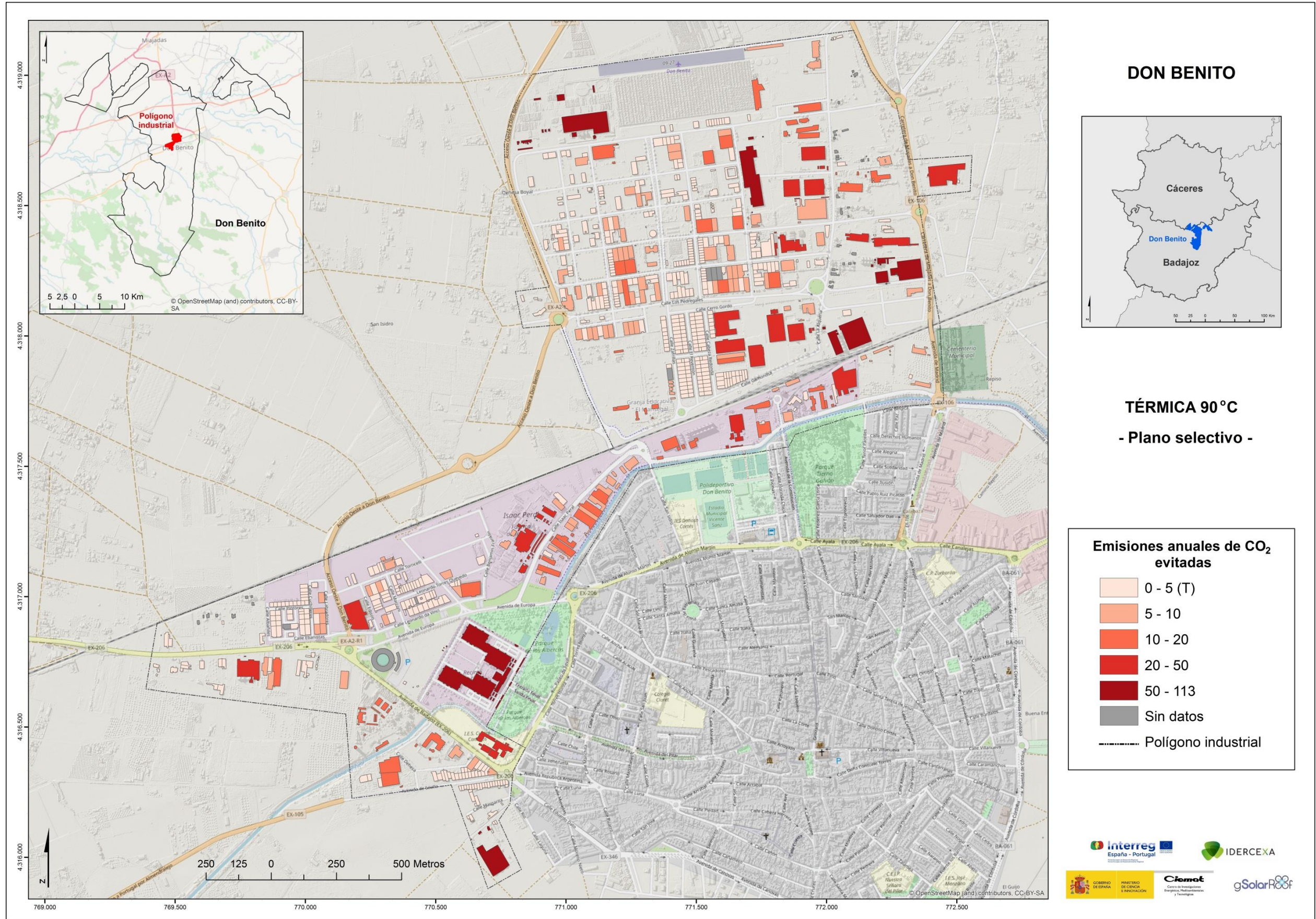
Mapa 28. Térmica: Emisiones anuales de CO₂ evitadas (Colector de tubo de vacío) para una temperatura de 90 °C. Don Benito.



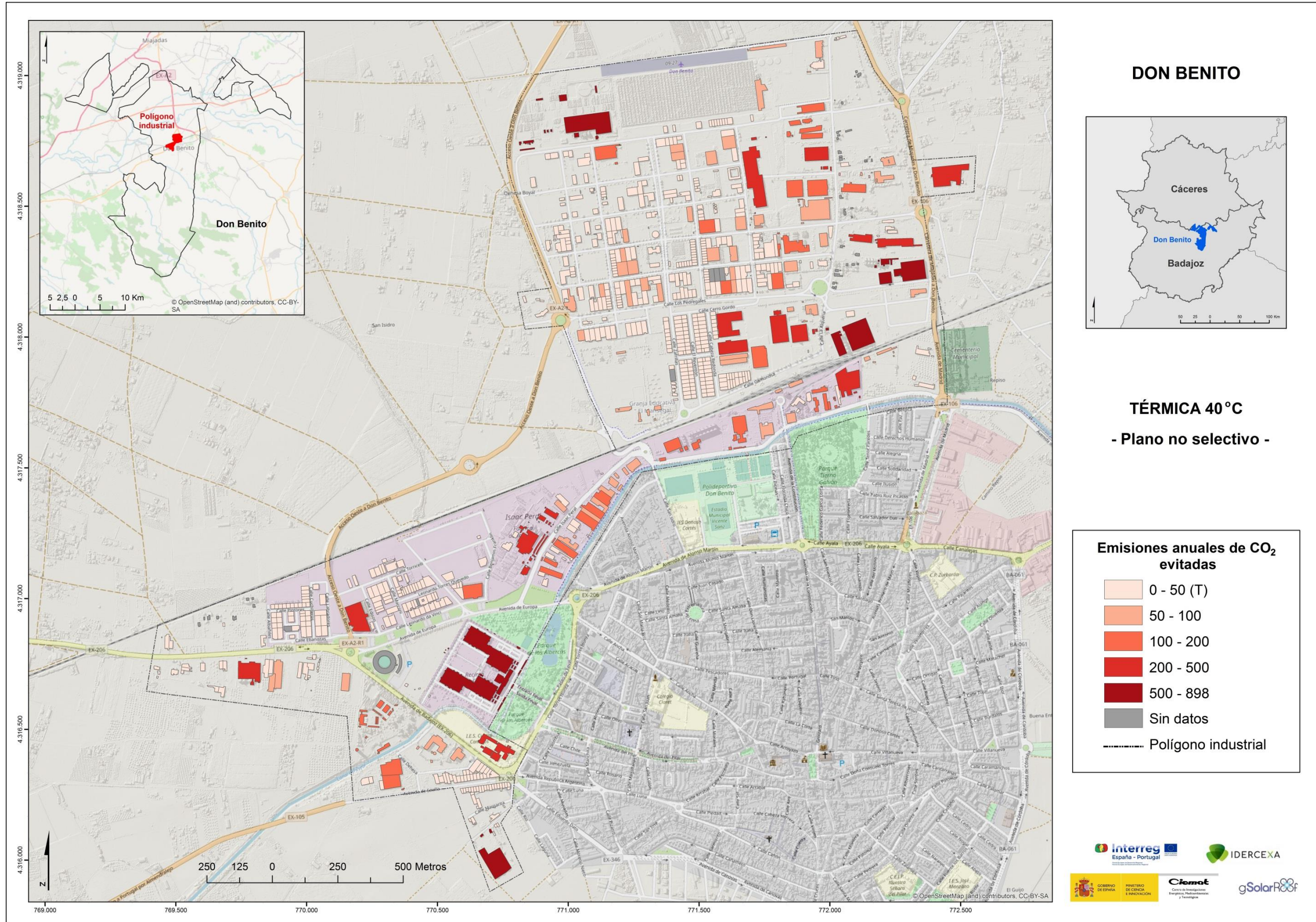
Mapa 29. Térmica: Emisiones anuales de CO₂ evitadas (Colector plano selectivo) para una temperatura de 40 °C. Don Benito.



Mapa 30. Térmica: Emisiones anuales de CO₂ evitadas (Colector plano selectivo) para una temperatura de 70 °C. Don Benito.



Mapa 31. Térmica: Emisiones anuales de CO₂ evitadas (Colector plano selectivo) para una temperatura de 90 °C. Don Benito.



Mapa 32. Térmica: Emisiones anuales de CO₂ evitadas (Colector plano no selectivo) para una temperatura de 40 °C. Don Benito.

ANEXO VI. MAPAS TEMÁTICOS DEL POLÍGONO INDUSTRIAL DE PLASENCIA

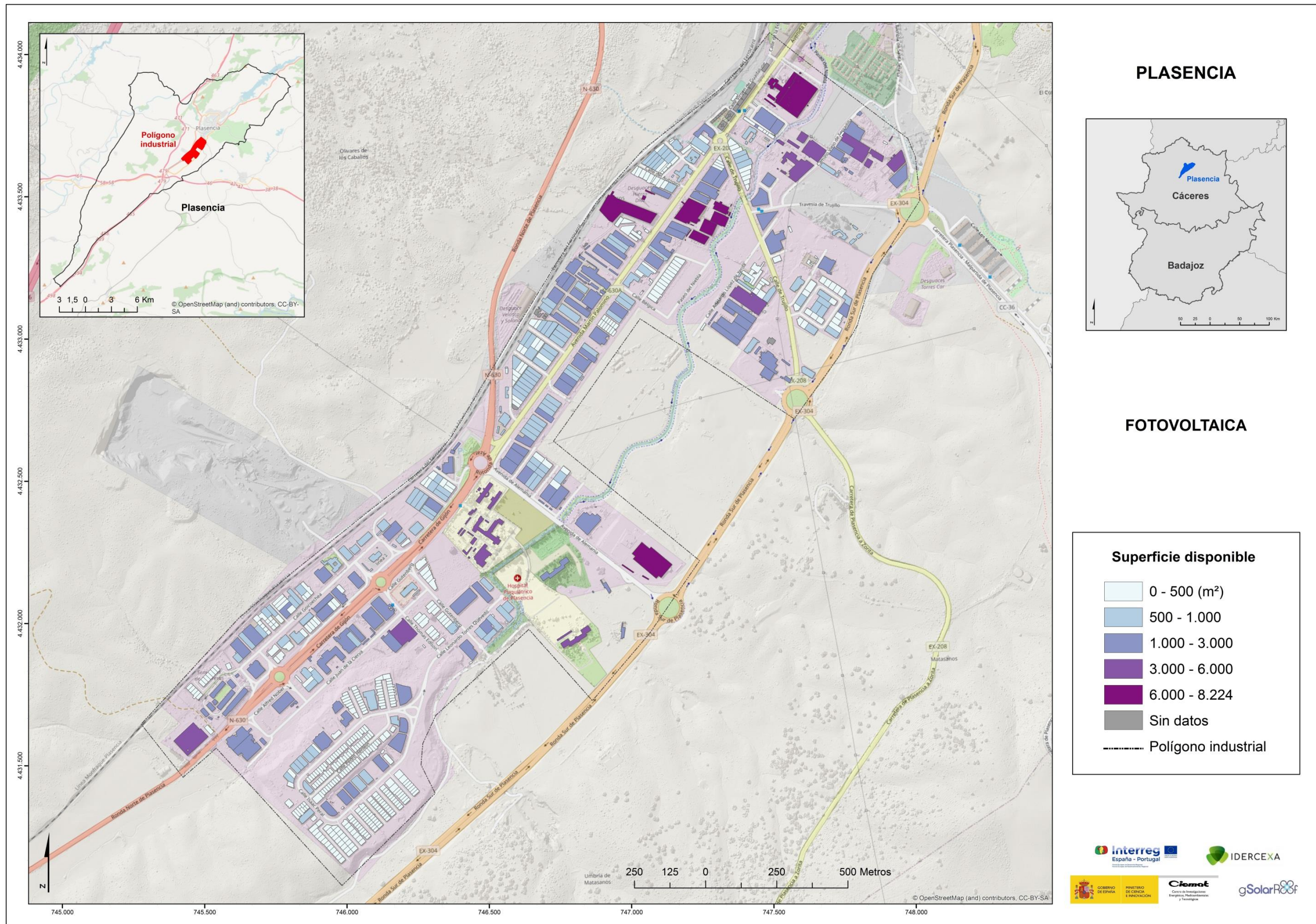
FOTOVOLTAICA:

- Superficie de tejado disponible.
- Potencia instalada (Módulo de silicio monocristalino).
- Potencia instalada (Módulo de silicio multicristalino).
- Energía anual generada (Módulo de silicio monocristalino).
- Energía anual generada (Módulo de silicio multicristalino).
- Emisiones anuales de CO₂ evitadas (Módulo de silicio monocristalino).
- Emisiones anuales de CO₂ evitadas (Módulo de silicio multicristalino).

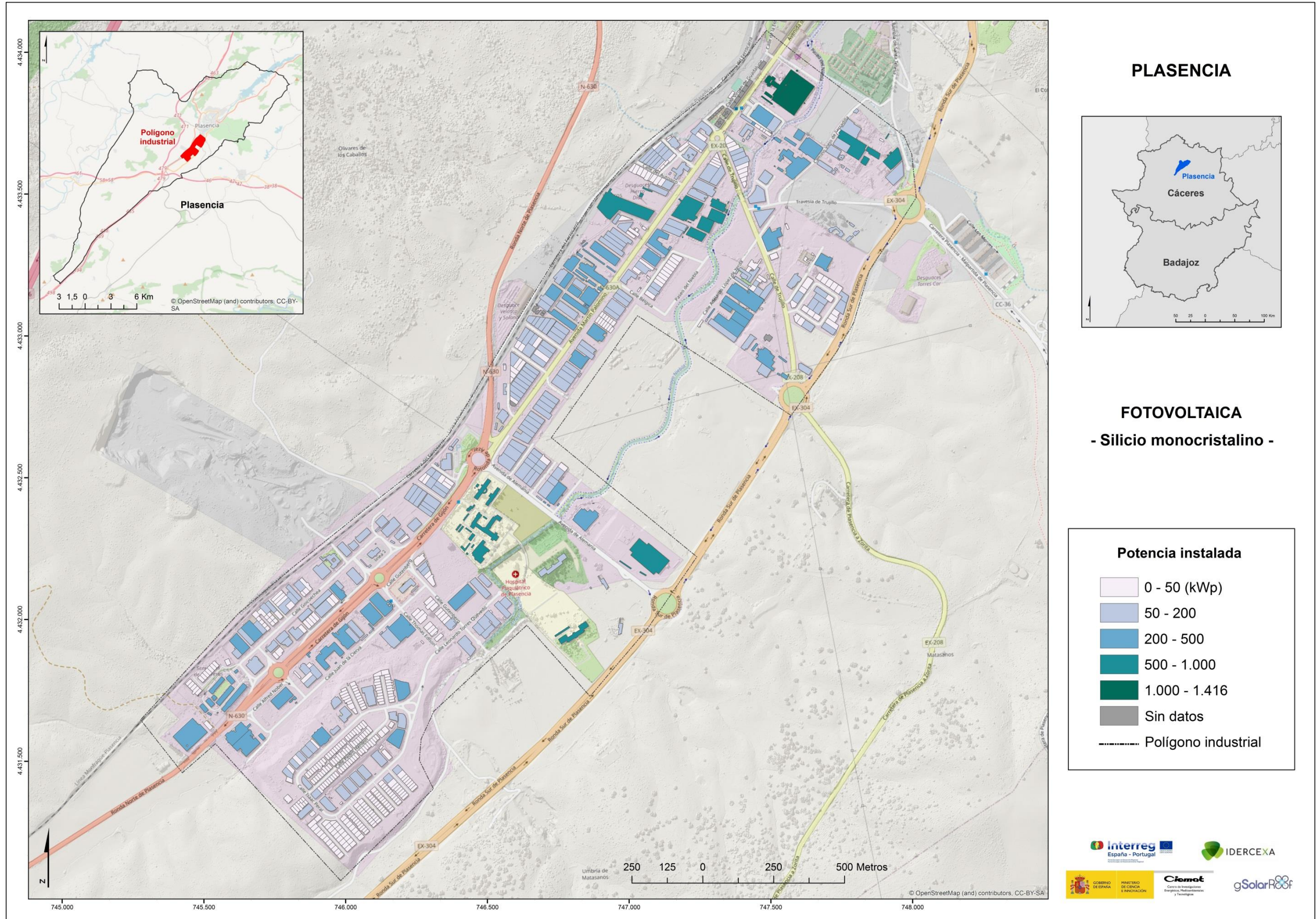
TÉRMICA:

- Superficie de tejado disponible.
- Energía anual generada (Colector de tubo de vacío) para la temperatura de 40 °C.
- Energía anual generada (Colector de tubo de vacío) para la temperatura de 70 °C.
- Energía anual generada (Colector de tubo de vacío) para la temperatura de 90 °C.
- Energía anual generada (Colector plano selectivo) para la temperatura de 40 °C.
- Energía anual generada (Colector plano selectivo) para la temperatura de 70 °C.
- Energía anual generada (Colector plano selectivo) para la temperatura de 90 °C.
- Energía anual generada (Colector plano no selectivo) para la temperatura de 40 °C.
- Emisiones anuales de CO₂ evitadas (Colector de tubo de vacío) para la temperatura de 40 °C.
- Emisiones anuales de CO₂ evitadas (Colector de tubo de vacío) para la temperatura de 70 °C.
- Emisiones anuales de CO₂ evitadas (Colector de tubo de vacío) para la temperatura de 90 °C.

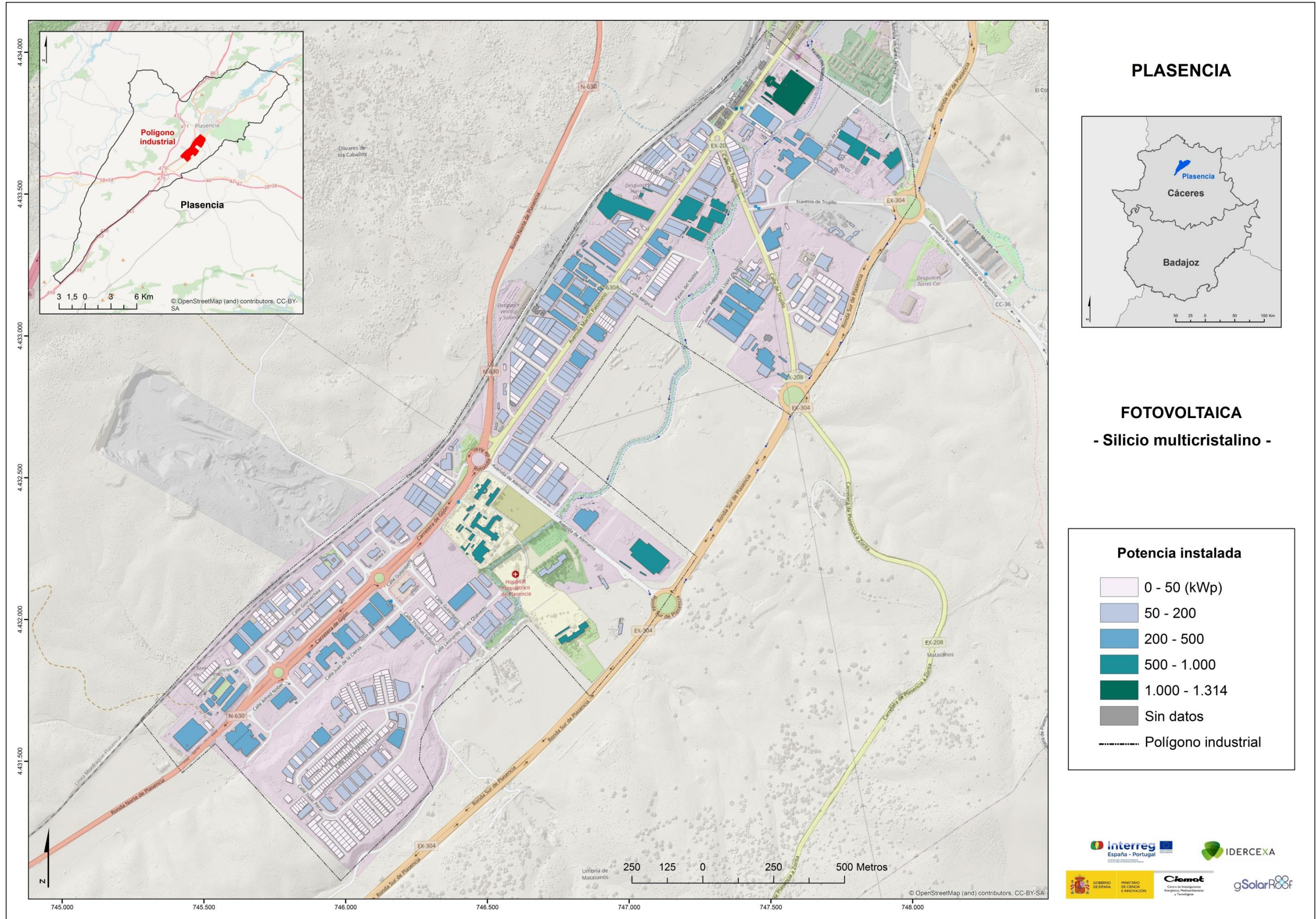
- Emisiones anuales de CO₂ evitadas (Colector plano selectivo) para la temperatura de 40 °C.
- Emisiones anuales de CO₂ evitadas (Colector plano selectivo) para la temperatura de 70 °C.
- Emisiones anuales de CO₂ evitadas (Colector plano selectivo) para la temperatura de 90 °C.
- Emisiones anuales de CO₂ evitadas (Colector plano no selectivo) para la temperatura de 40 °C.



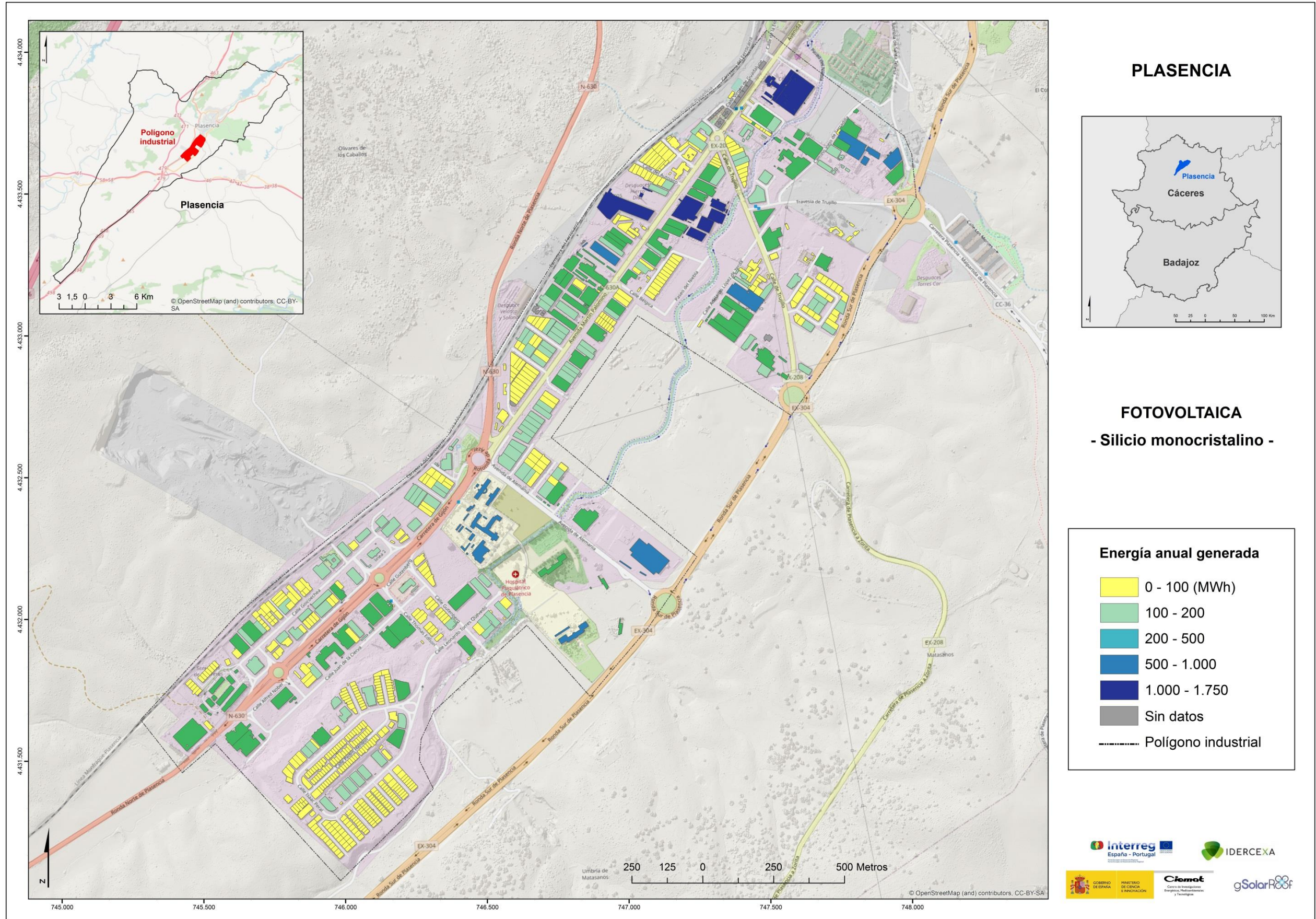
Mapa 33. Fotovoltaica: Superficie de tejado disponible. Plasencia.



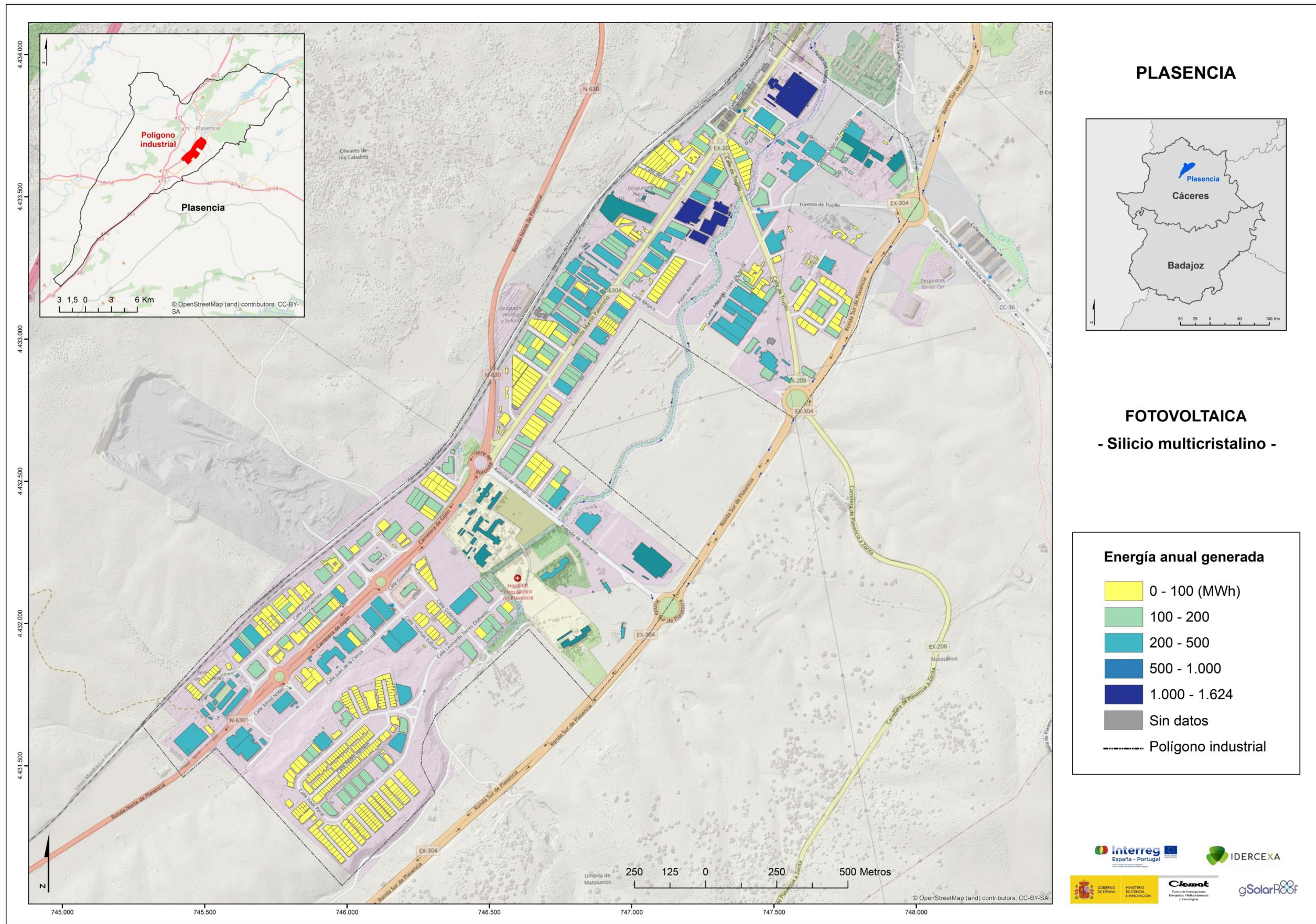
Mapa 34. Fotovoltaica: Potencia instalada (Módulo de silicio monocristalino). Plasencia.

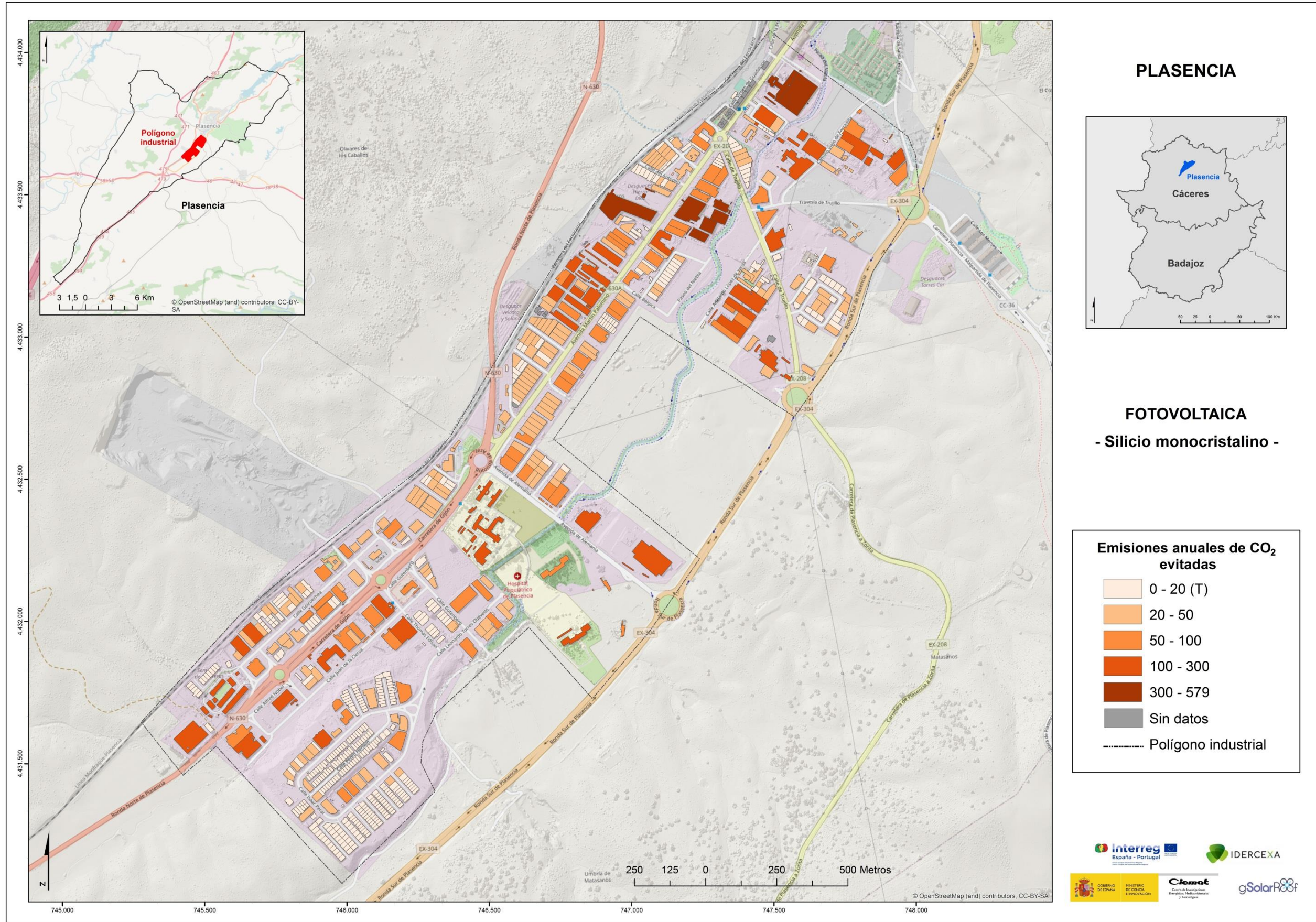


Mapa 35. Fotovoltaica: Potencia instalada (Módulo de silicio multicristalino). Plasencia.

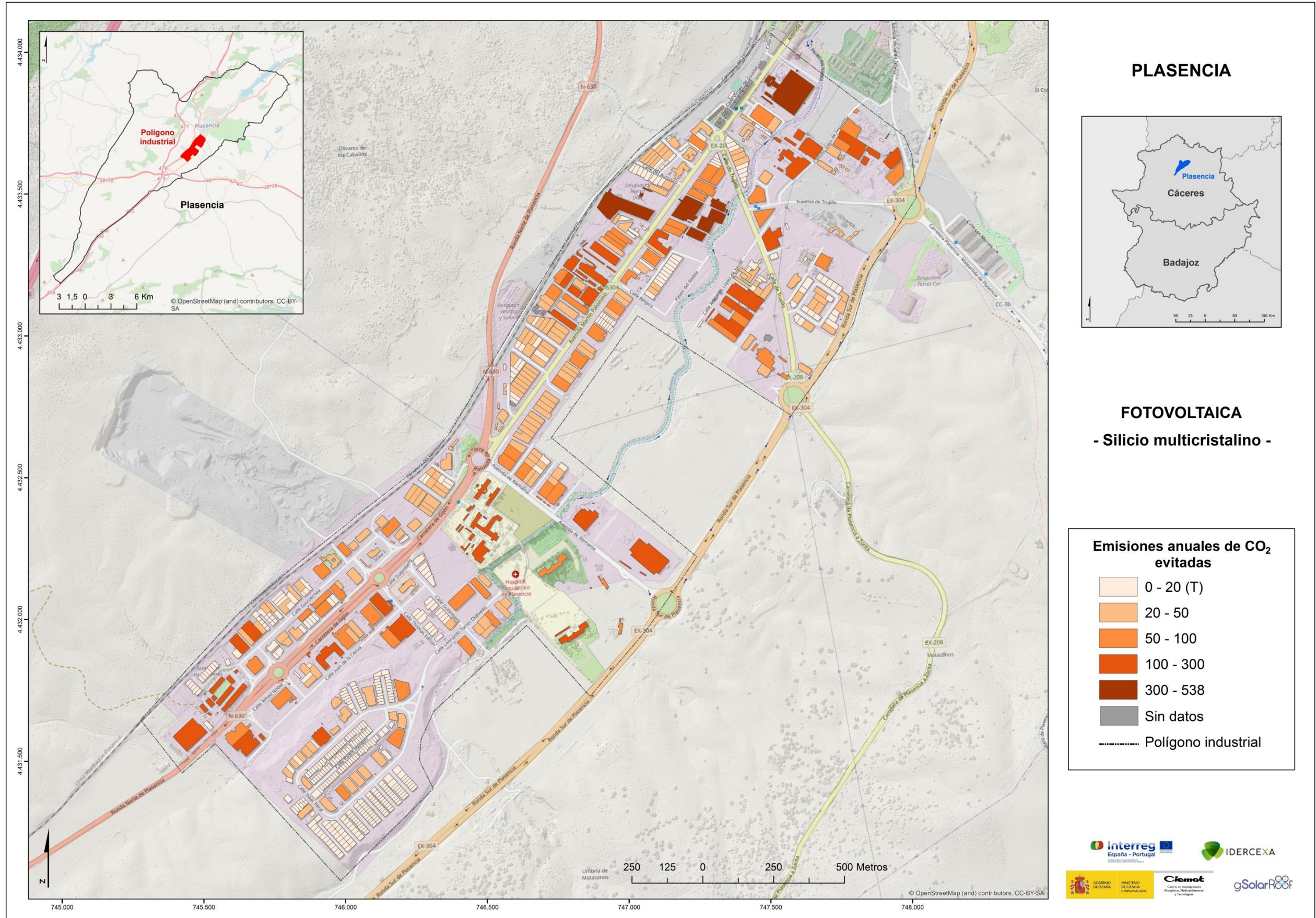


Mapa 36. Fotovoltaica: Energía anual generada (Módulo de silicio monocristalino). Plasencia.

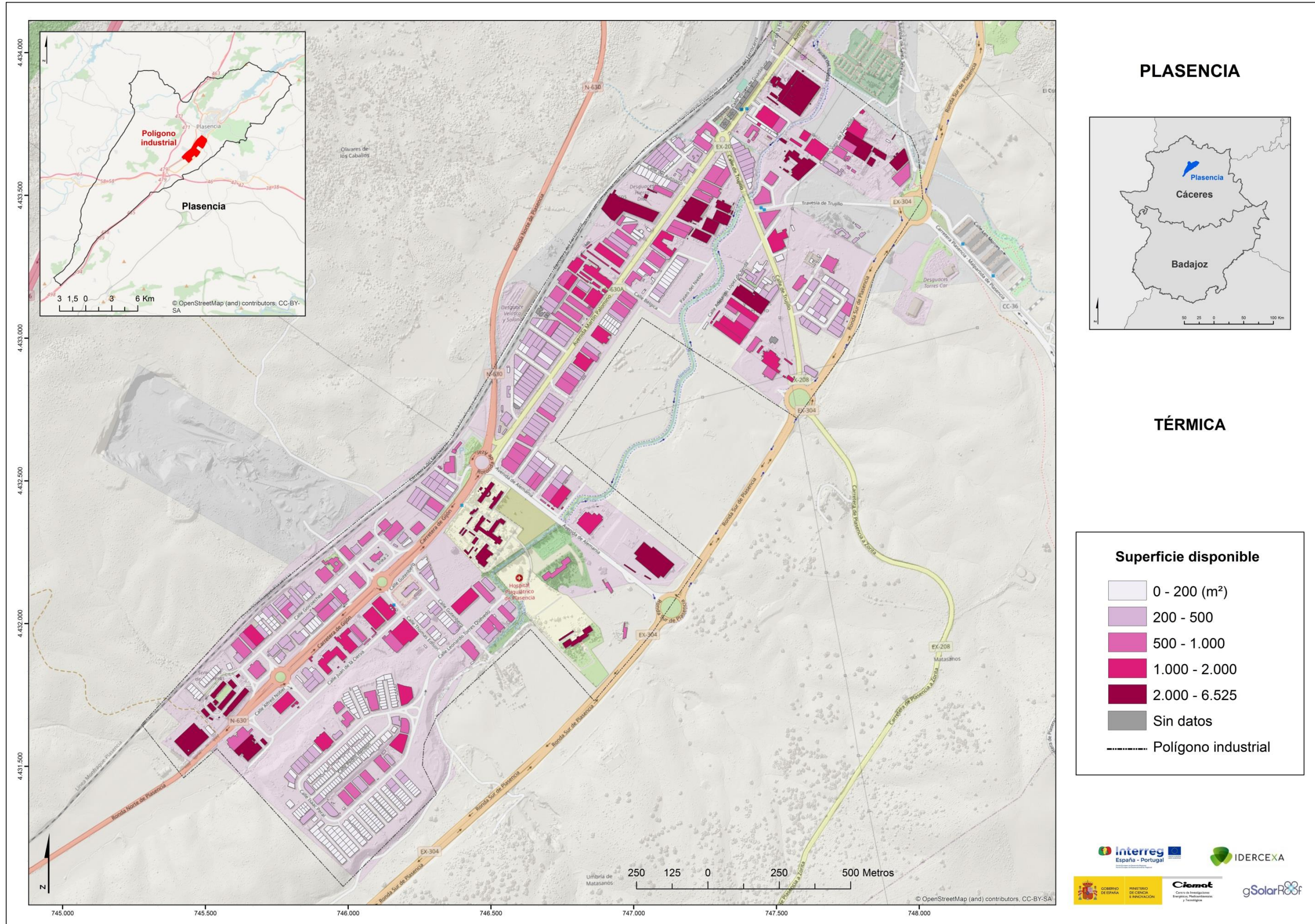




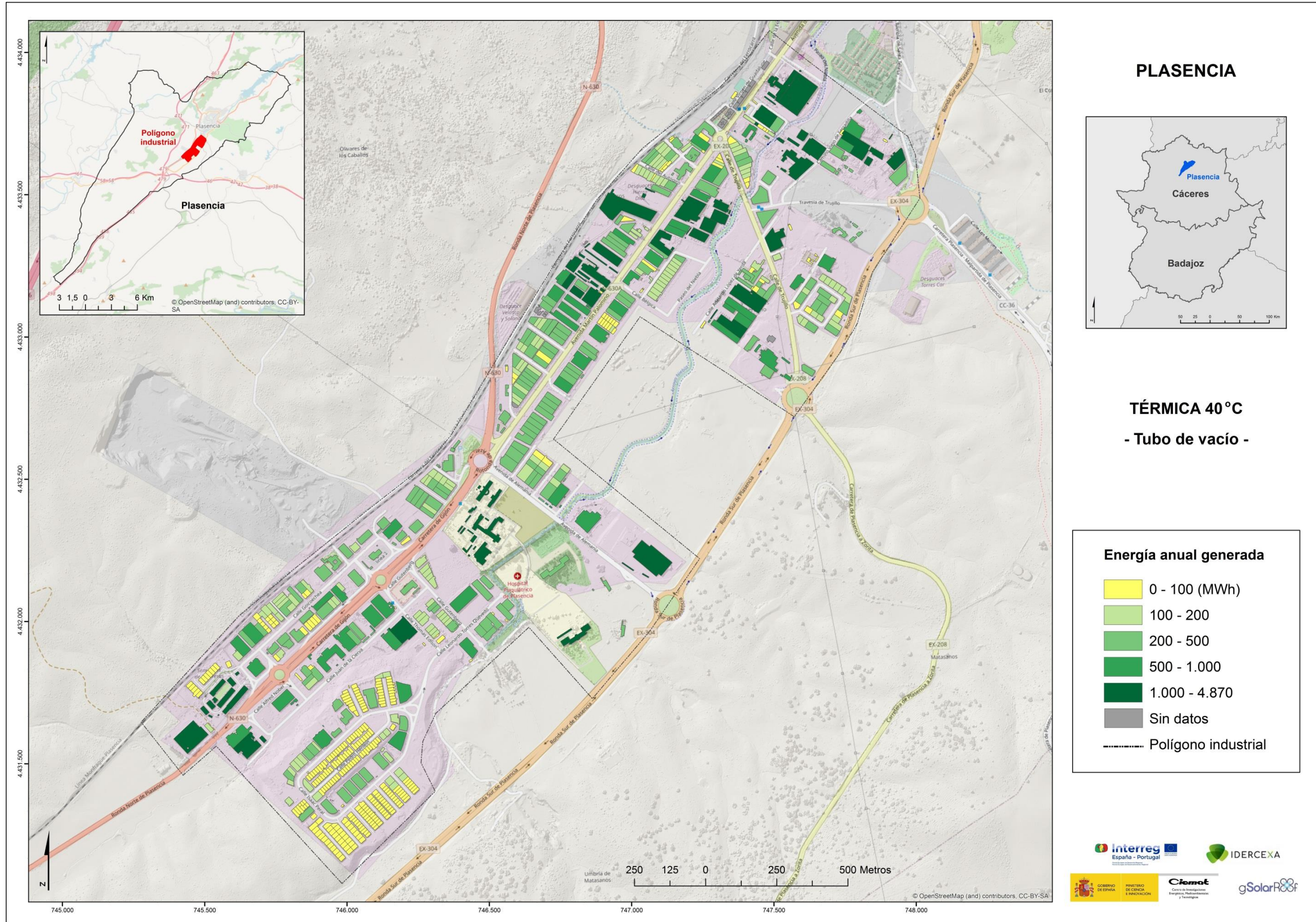
Mapa 38. Fotovoltaica: Emisiones anuales de CO₂ evitadas (Módulo de silicio monocristalino). Plasencia.



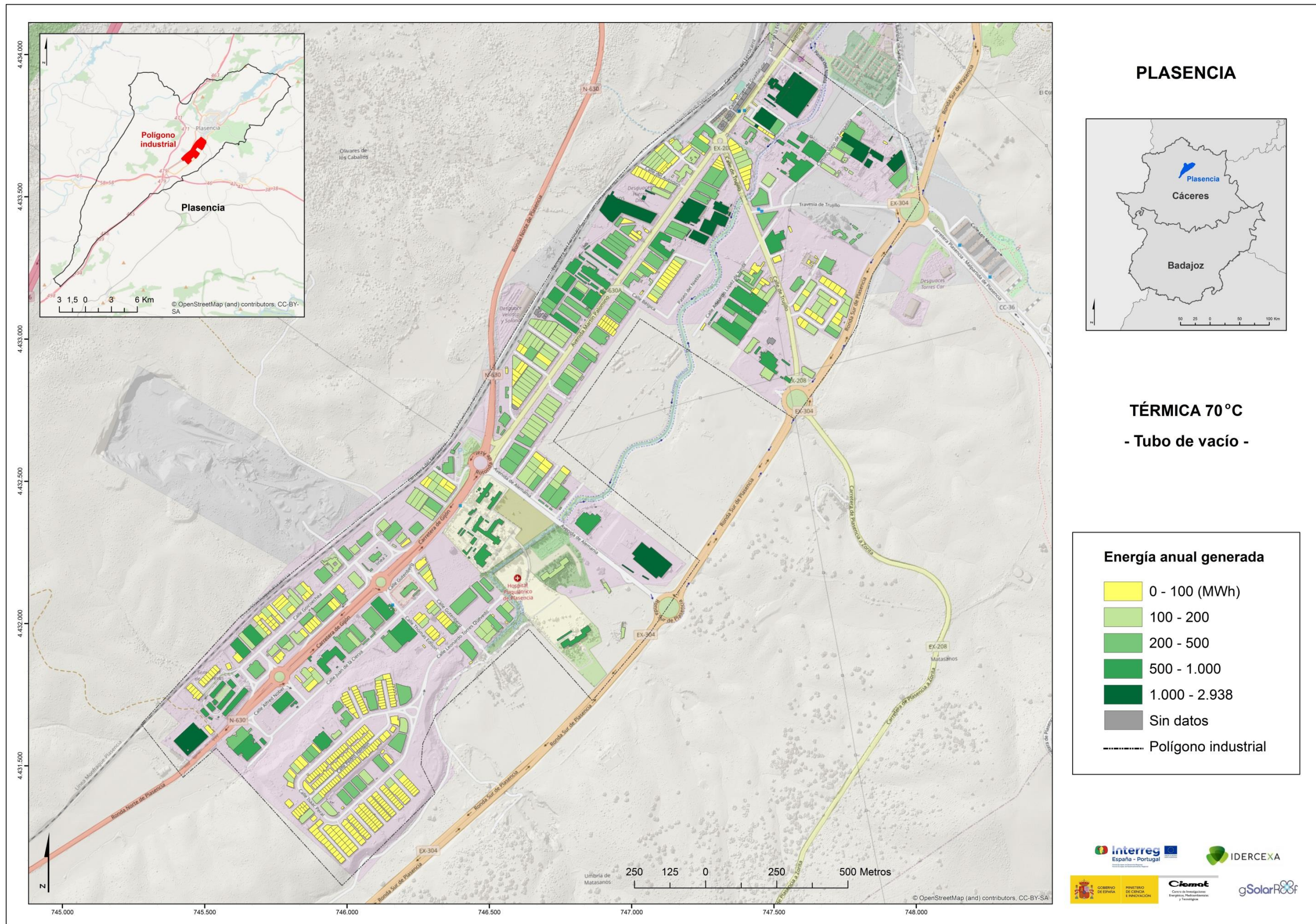
Mapa 39. Fotovoltaica: Emisiones anuales de CO₂ evitadas (Módulo de silicio multicristalino). Plasencia.



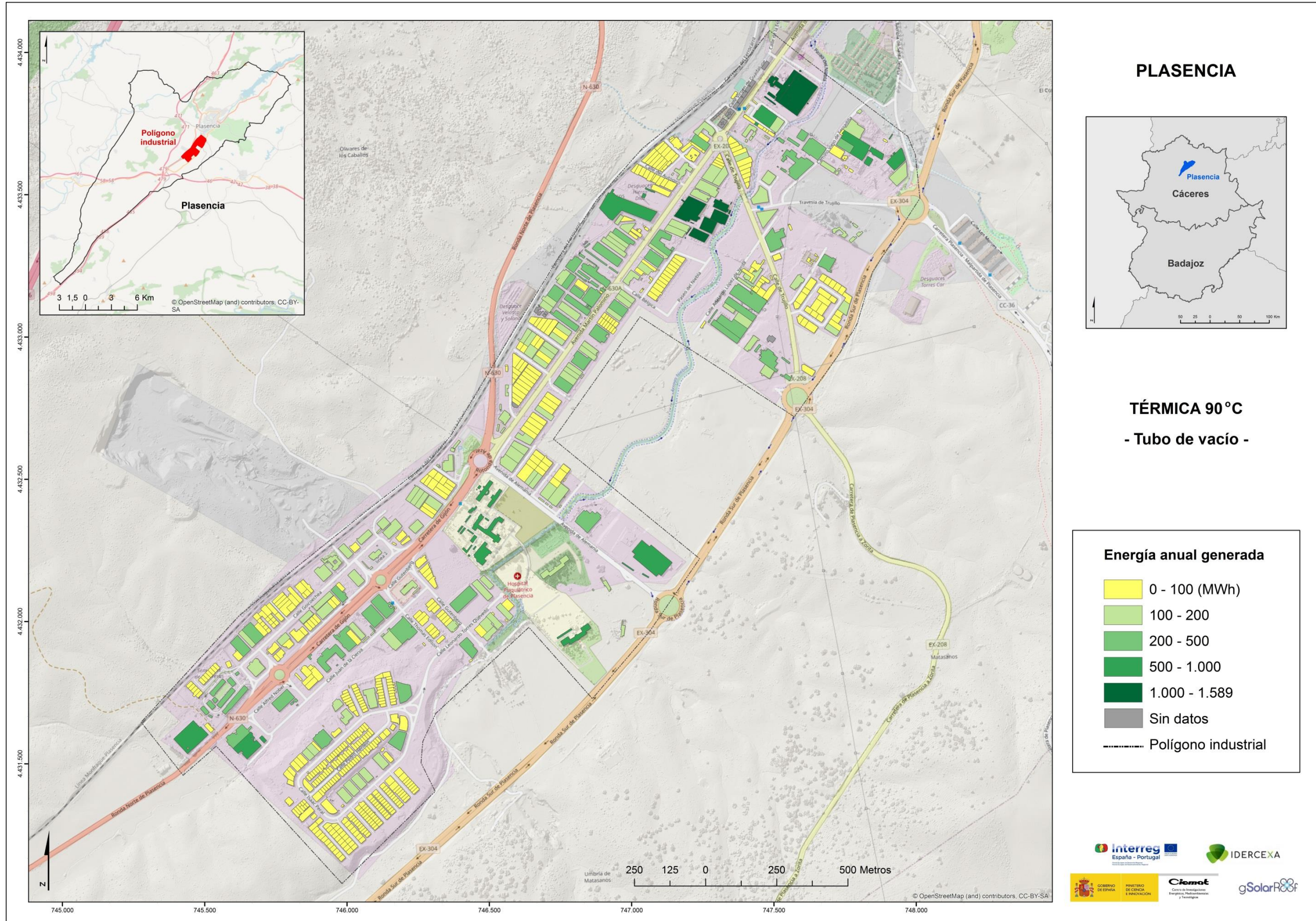
Mapa 40. Térmica: Superficie de tejado disponible. Plasencia.

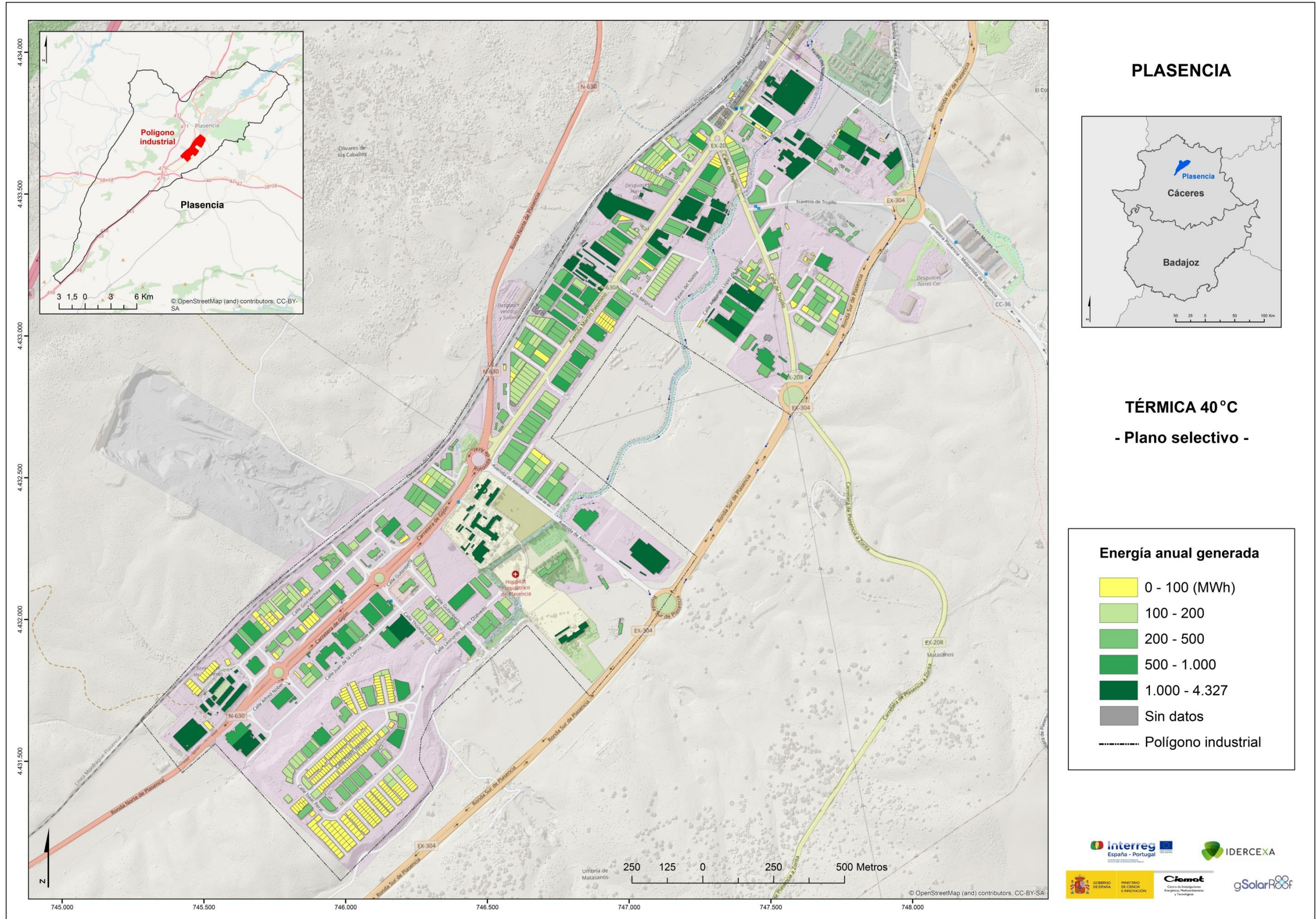


Mapa 41. Térmica: Energía anual generada (Colector de tubo de vacío) para una temperatura de 40 °C. Plasencia.

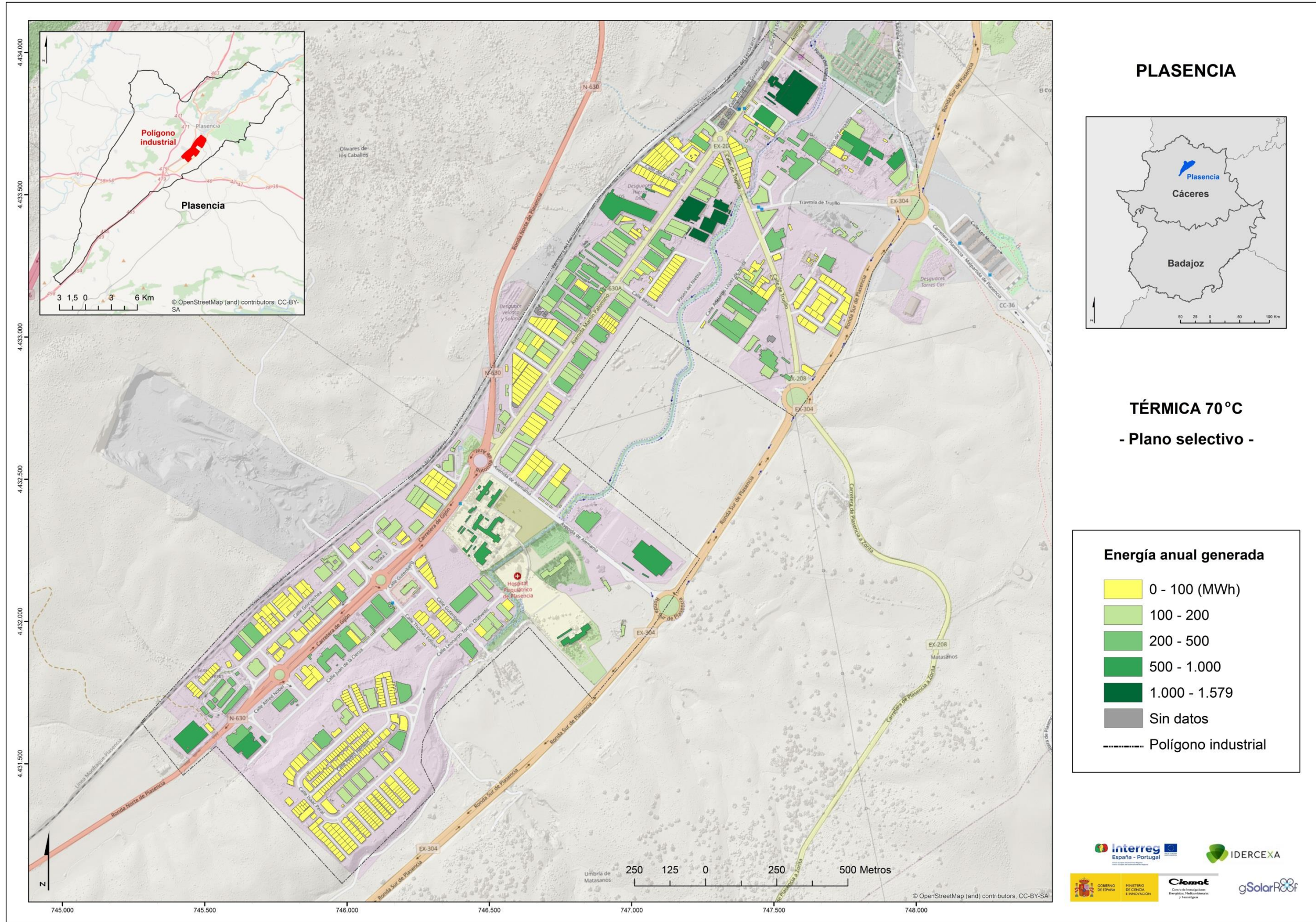


Mapa 42. Térmica: Energía anual generada (Colector de tubo de vacío) para una temperatura de 70 °C. Plasencia.

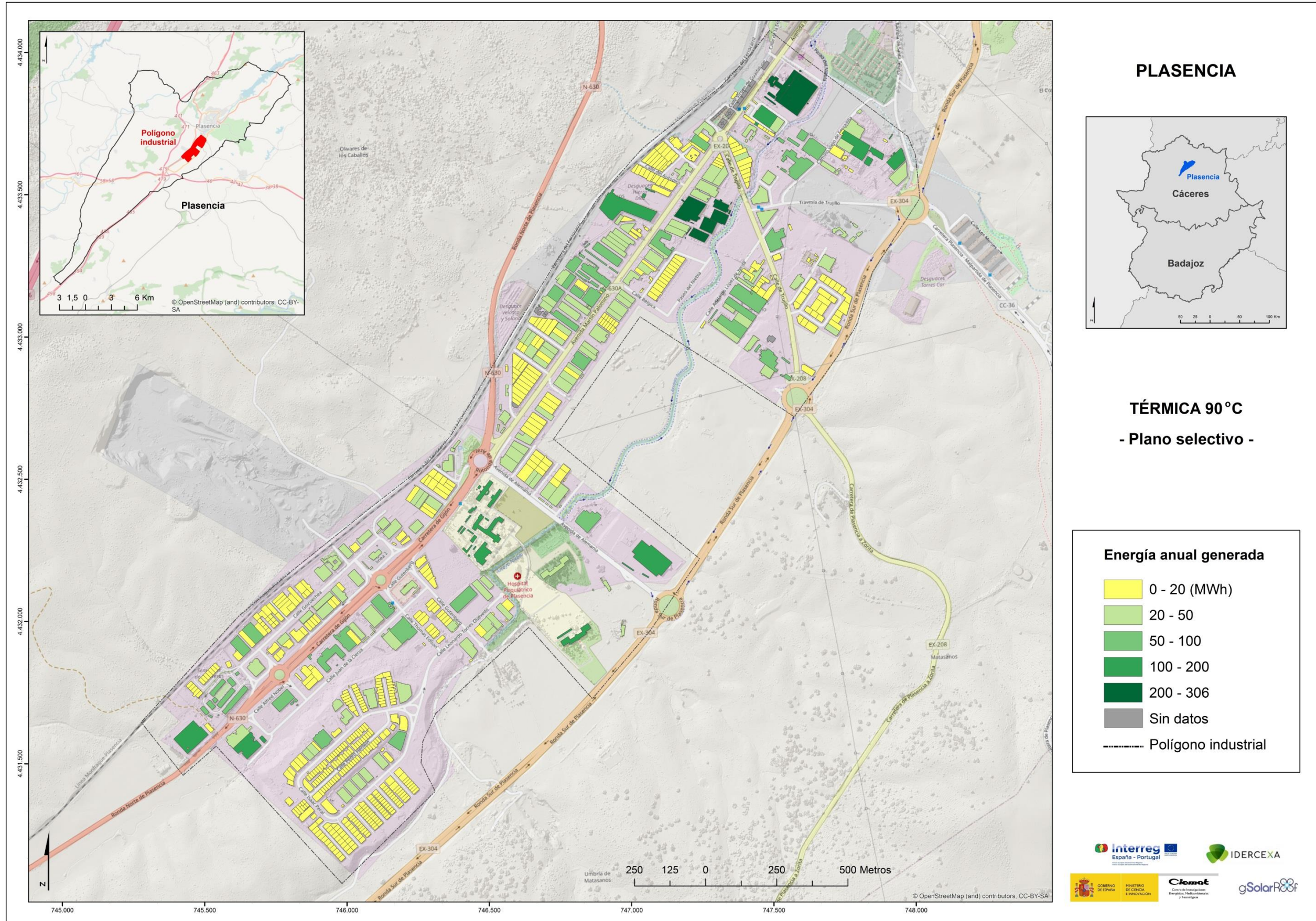




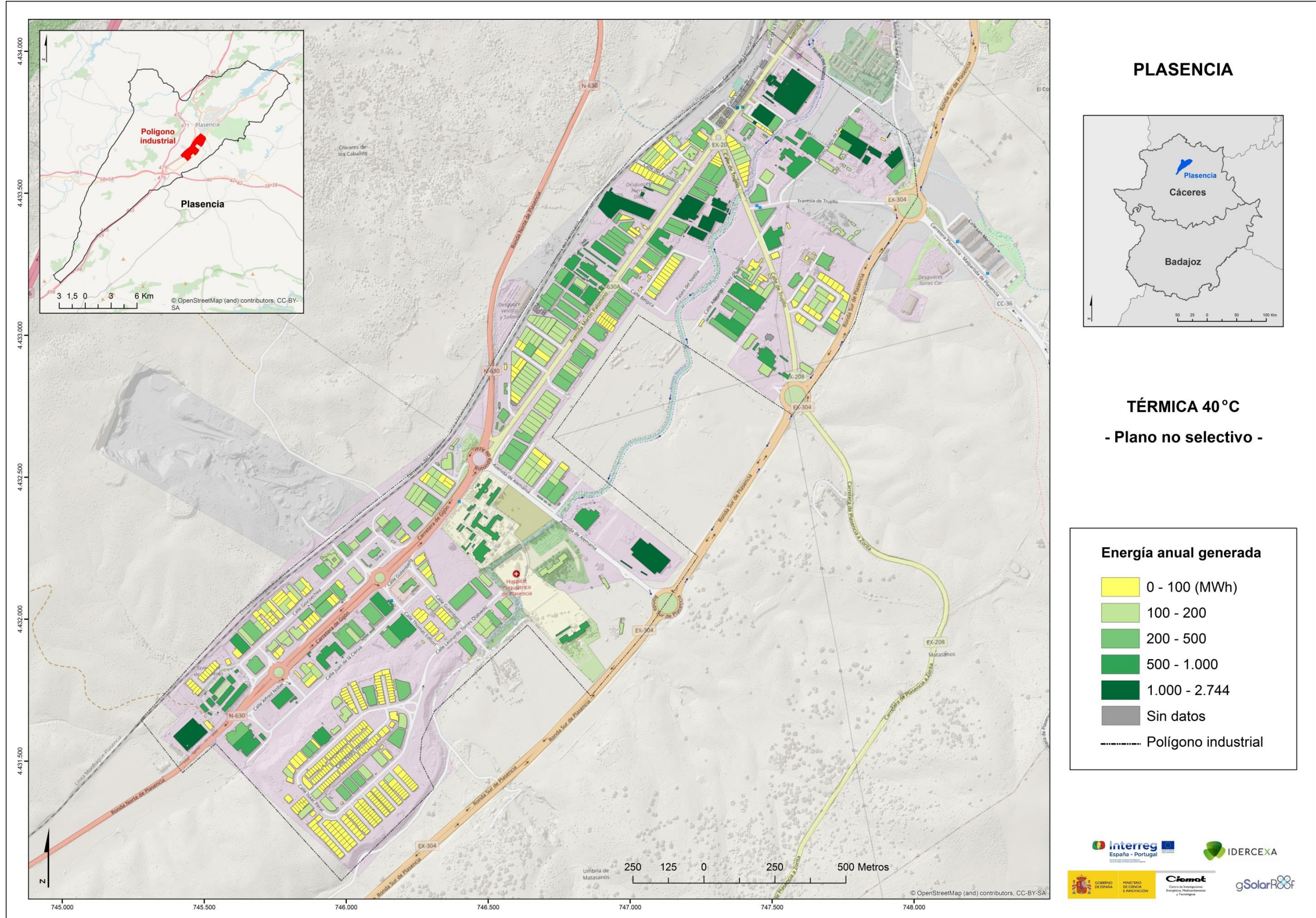
Mapa 44. Térmica: Energía anual generada (Colector plano selectivo) para una temperatura de 40 °C. Plasencia.



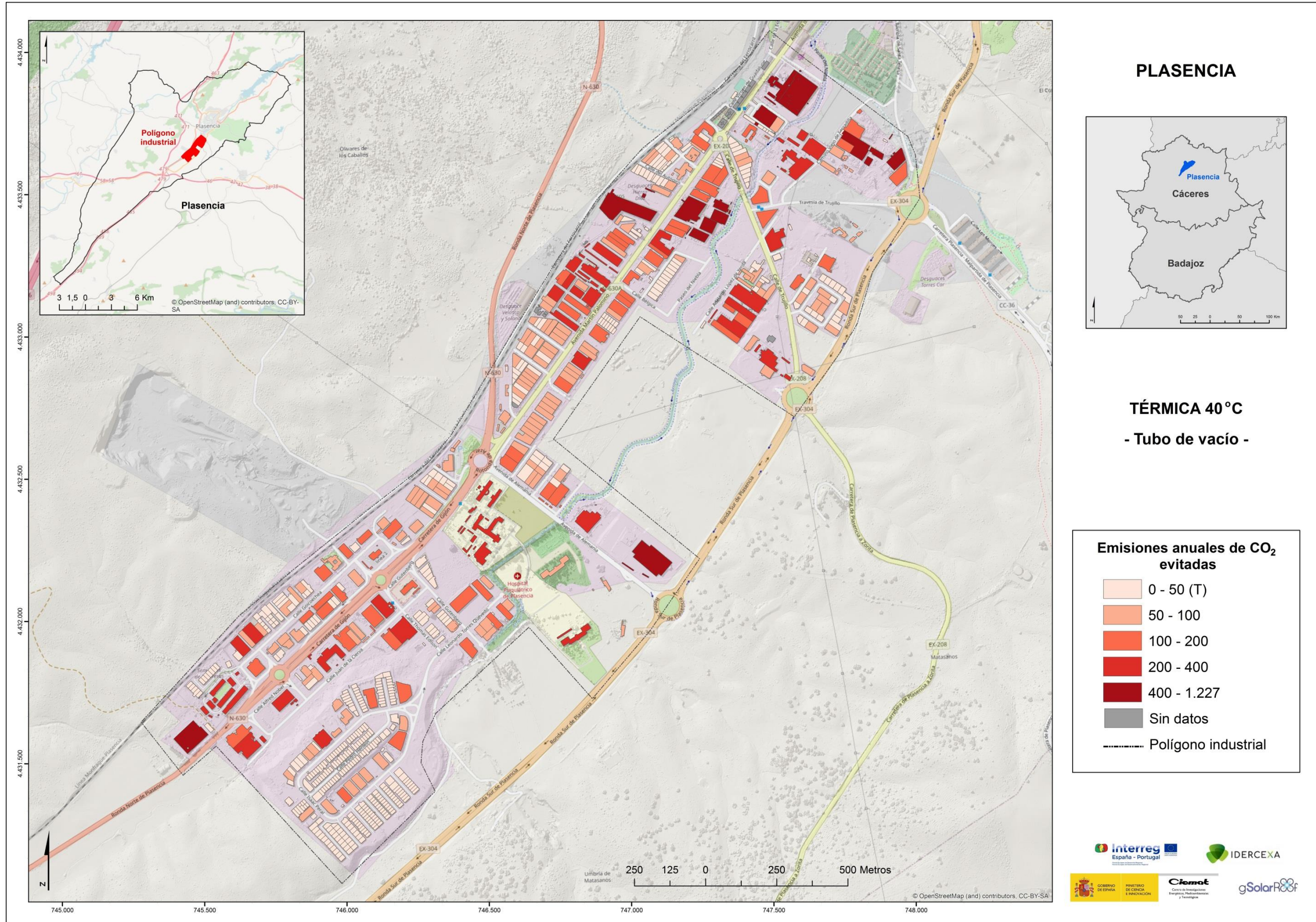
Mapa 45. Térmica: Energía anual generada (Colector plano selectivo) para una temperatura de 70 °C. Plasencia.



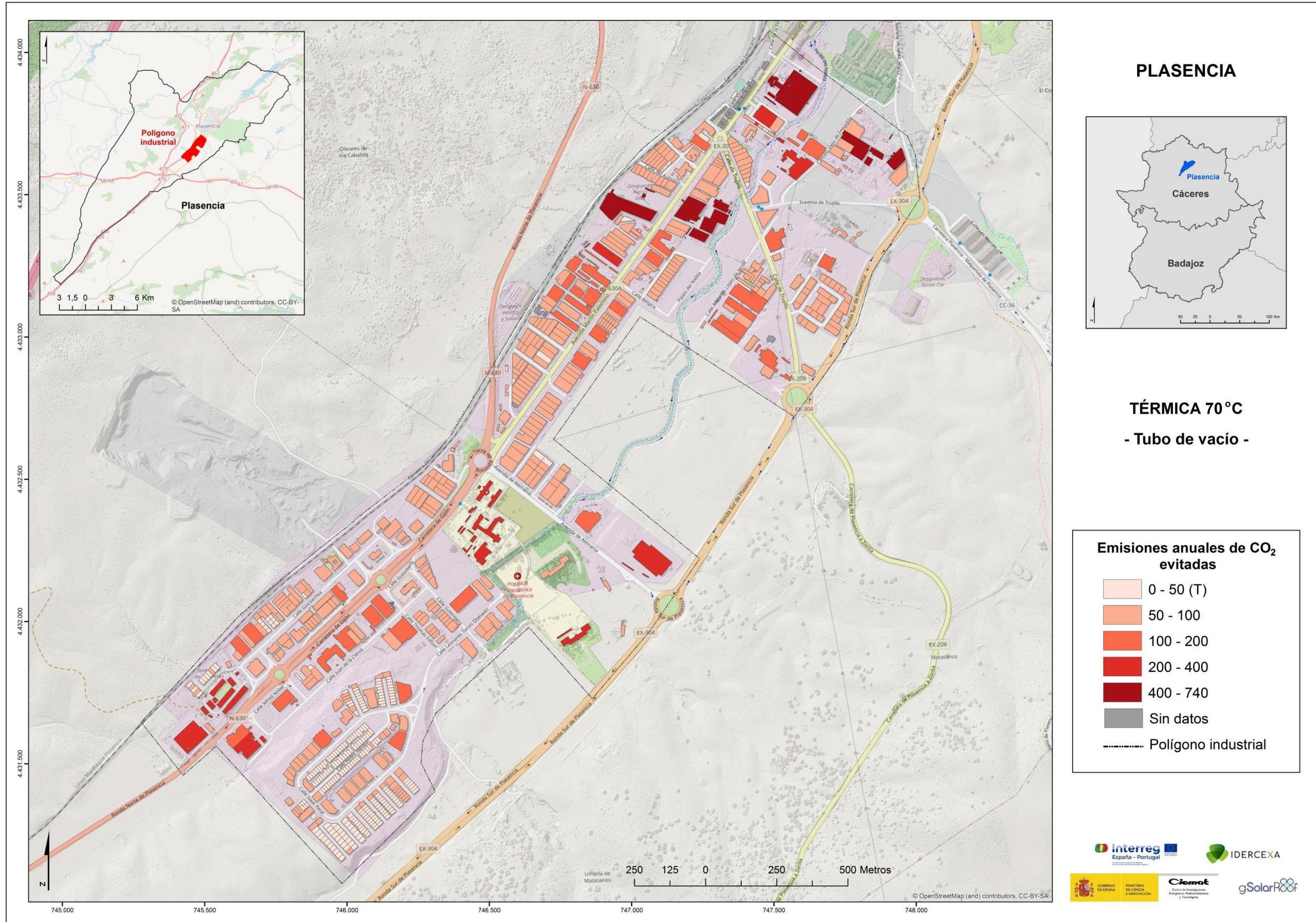
Mapa 46. Térmica: Energía anual generada (Colector plano selectivo) para una temperatura de 90 °C. Plasencia.



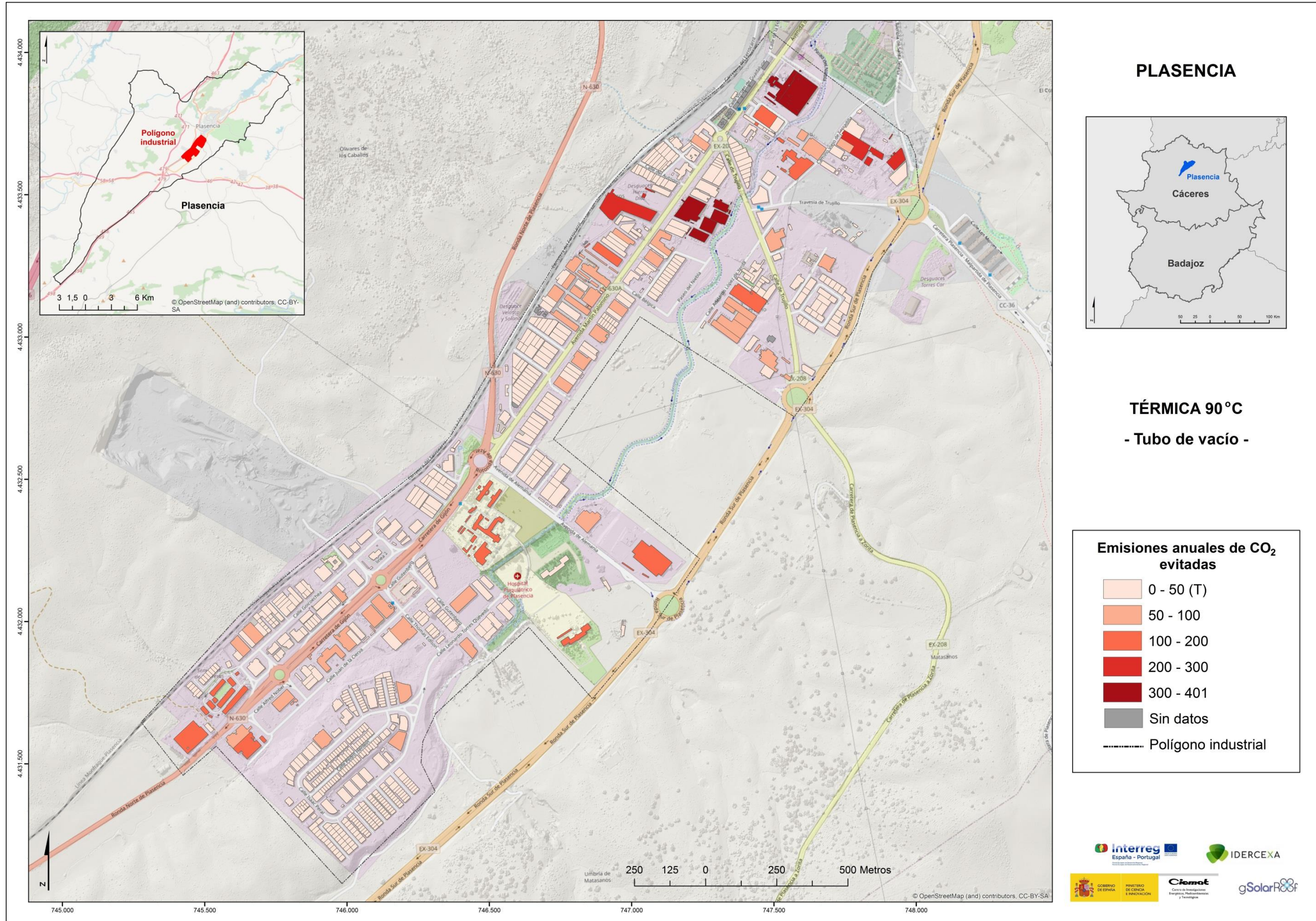
Mapa 47. Térmica: Energía anual generada (Colector plano no selectivo) para una temperatura de 40 °C. Plasencia.



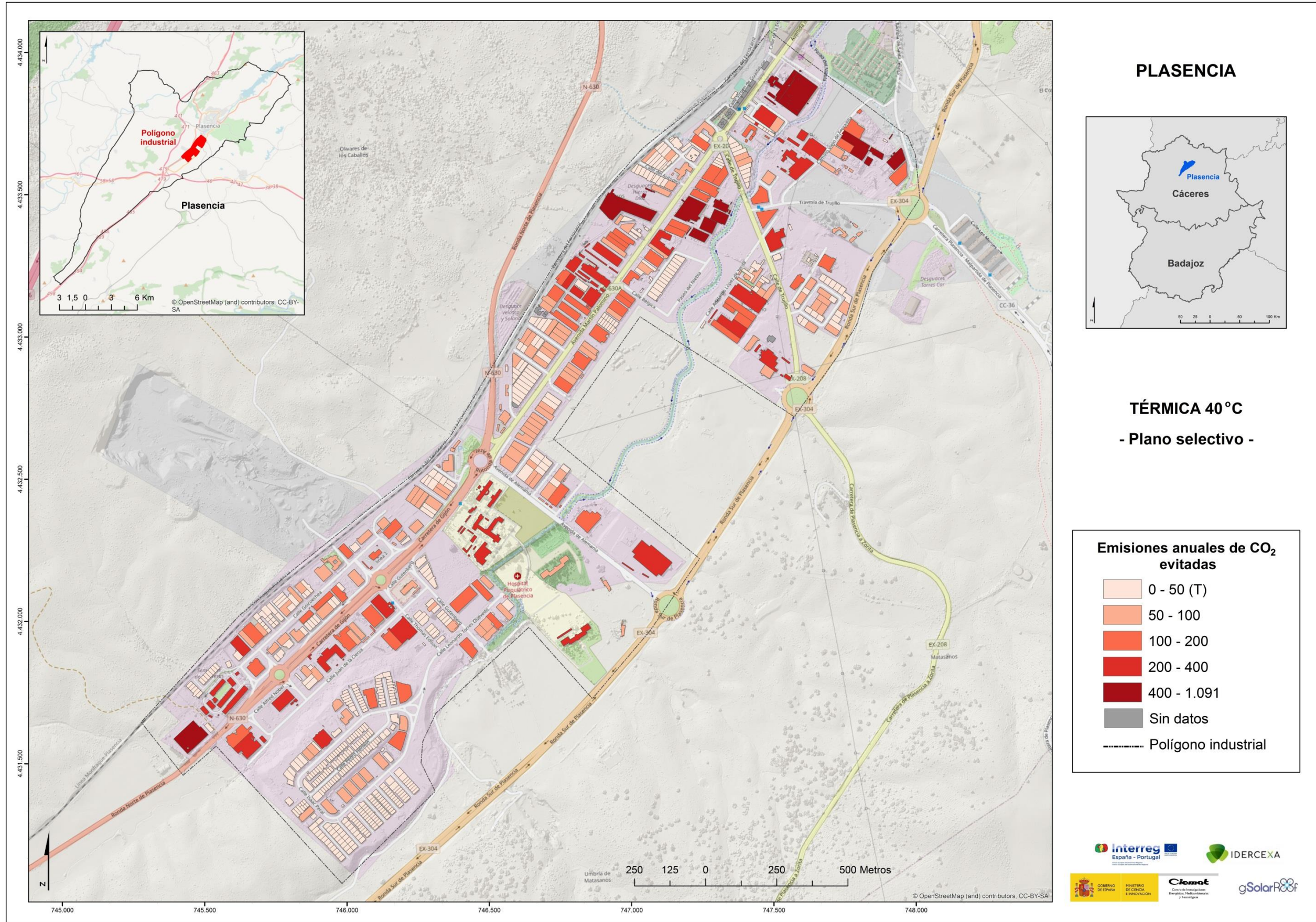
Mapa 48. Térmica: Emisiones anuales de CO₂ evitadas (Colector de tubo de vacío) para una temperatura de 40 °C. Plasencia.



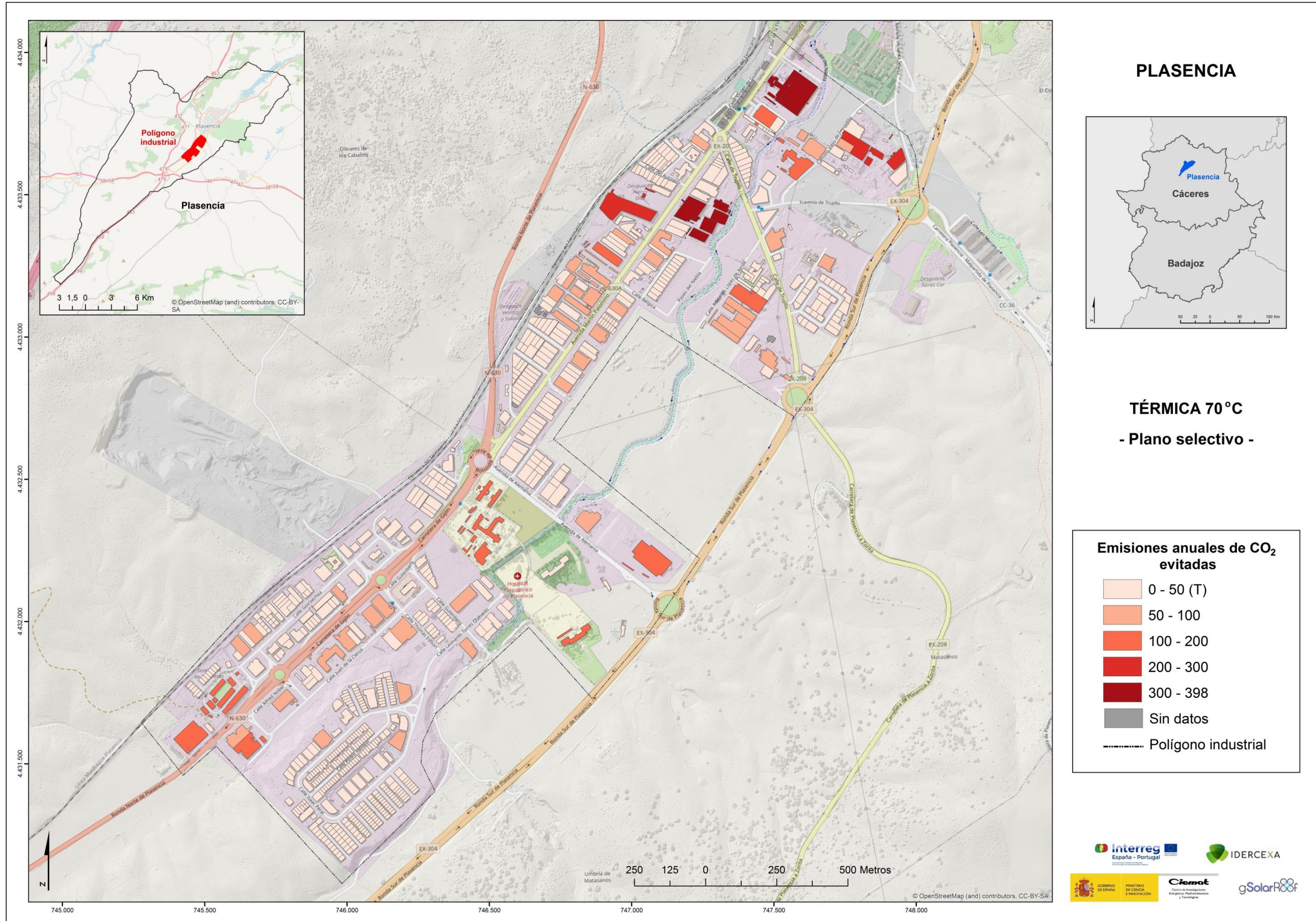
Mapa 49. Térmica: Emisiones anuales de CO₂ evitadas (Colector de tubo de vacío) para una temperatura de 70 °C. Plasencia.



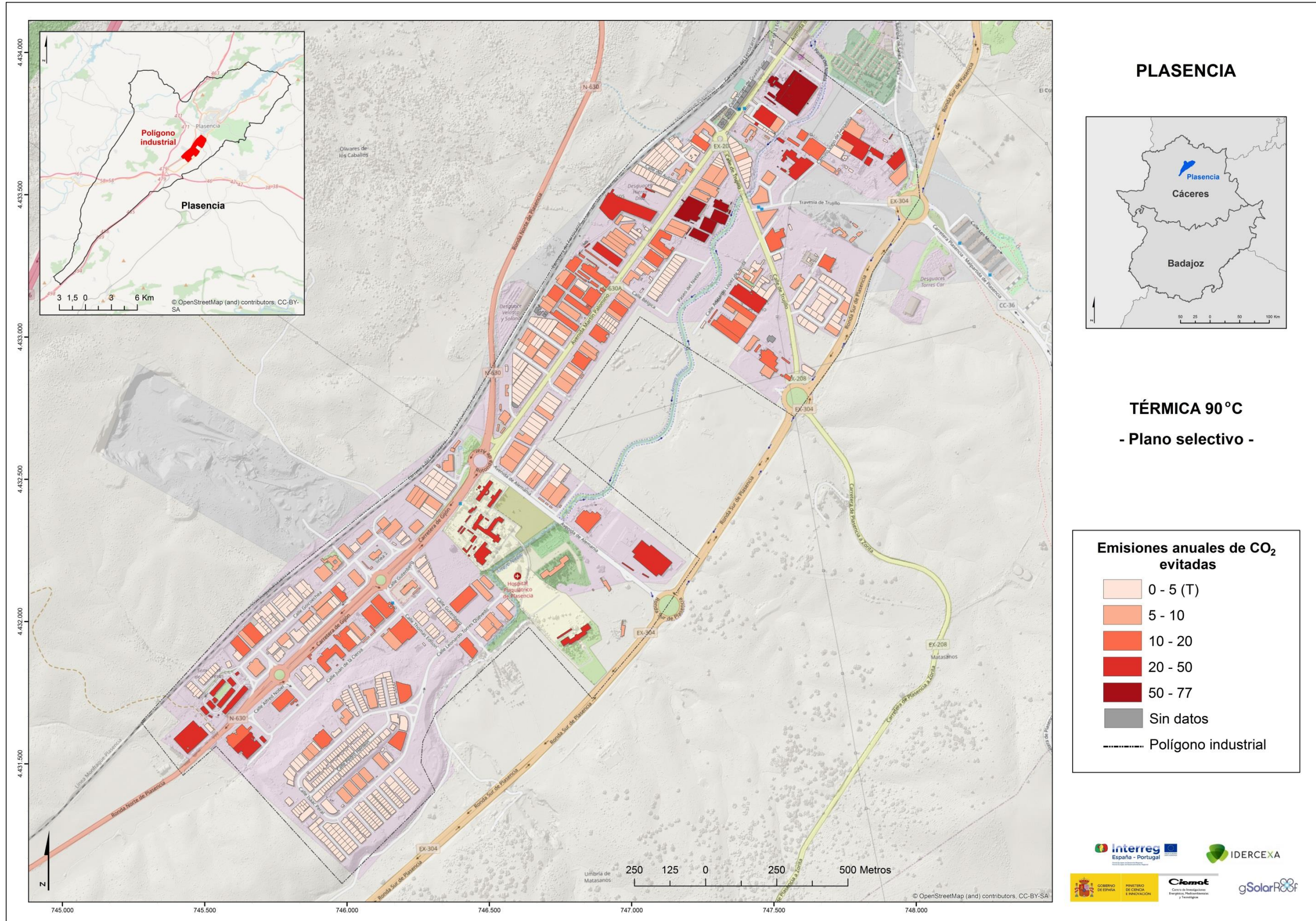
Mapa 50. Térmica: Emisiones anuales de CO₂ evitadas (Colector de tubo de vacío) para una temperatura de 90 °C. Plasencia.



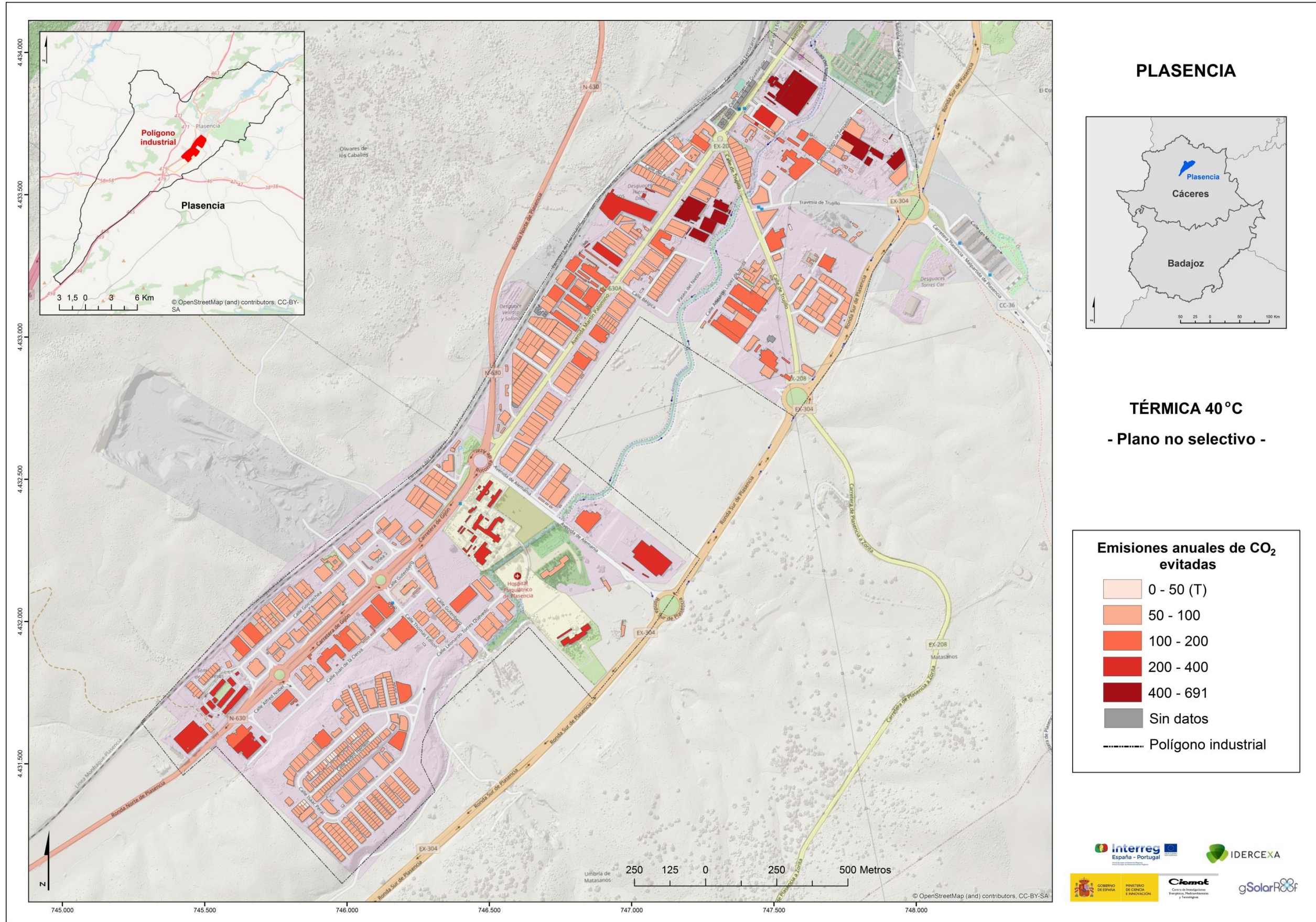
Mapa 51. Térmica: Emisiones anuales de CO₂ evitadas (Colector plano selectivo) para una temperatura de 40 °C. Plasencia.



Mapa 52. Térmica: Emisiones anuales de CO₂ evitadas (Colector plano selectivo) para una temperatura de 70 °C. Plasencia.



Mapa 53. Térmica: Emisiones anuales de CO₂ evitadas (Colector plano selectivo) para una temperatura de 90 °C. Plasencia.



Mapa 54. Térmica: Emisiones anuales de CO₂ evitadas (Colector plano no selectivo) para una temperatura de 40 °C. Plasencia.