

“LA CIUDAD SOLAR”

IDENTIFICACIÓN DEL POTENCIAL SOLAR ACTIVO EN LAKUA



ÍNDICE

1.- METODOLOGÍA DESARROLLADA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE POTENCIAL SOLAR ACTIVO:

- 1.1.-Recurso GIS Vitoria-Gasteiz: incorporación de datos
- 1.2.-Protección Patrimonial
- 1.3.-Superficies Disponibles
- 1.4.-Uso comunitario/privado
- 1.5.-Datos Estructurales
- 1.6.-Pérdidas Orientación e Inclinación
- 1.7.-Pérdidas Sombras
- 1.8.-Calificación Potencial Solar PV
- 1.9.-Potencial Solar Térmico

2.- RESULTADOS ACCIÓN PILOTO LAKUA. POTENCIAL SOLAR ACTIVO.

- 2.1.-Archivos SHP
- 2.2.-Mapa director + Mapas áreas a mayor escala + Tablas asociadas
- 2.3.-Conclusiones

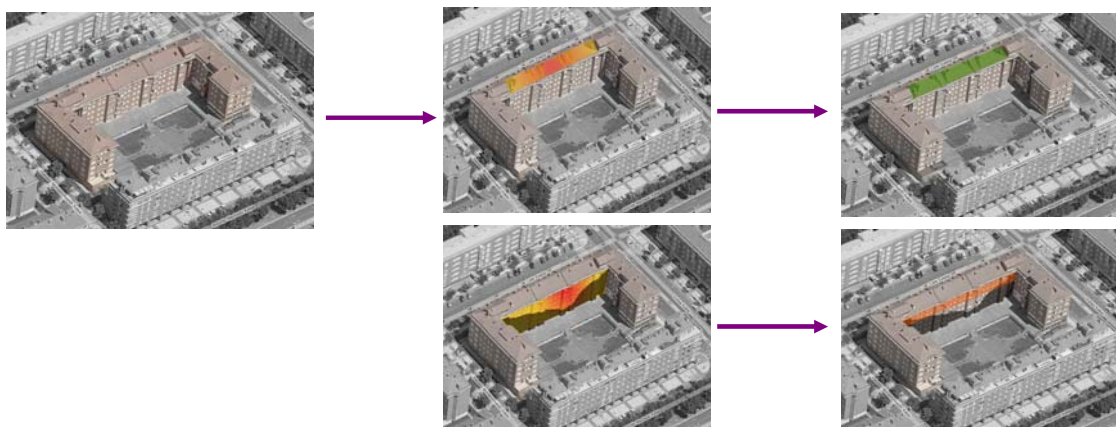
3.-BALANCE ENERGÉTICO ÁREA ACCIÓN PILOTO.

1 METODOLOGÍA DESARROLLADA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE POTENCIAL SOLAR ACTIVO.

1.1.-Recurso GIS Vitoria-Gasteiz: Incorporación de datos

Se ha proporcionado la información del **PGOU en formato GIS** (protección patrimonial, ordenanzas aplicables, etc..) , además de **información tridimensional de las cubiertas** de Vitoria-Gasteiz.

Unidad de análisis POLIS: EDIFICACIÓN Y ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS



1 METODOLOGÍA DESARROLLADA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE POTENCIAL SOLAR ACTIVO.

1.2.-PROTECCIÓN PATRIMONIAL

En el caso de existir **EDIFICIOS PROTEGIDOS**, quedarían excluidos del análisis, así como los adyacentes a éstos, debiendo ser objeto de estudio pormenorizado. **NO ES EL CASO DE LAKUA**



CATÁLOGO KATALOGOIA

- Protección integral Babes integrala
- Protección integral (ELM) Babes integrala (HT)
- Conservación estructural Egituraren kontserbazioa
- ⊙ Conservación estructural (ELM) Egituraren kontserbazioa (HT)
- △ Rehabilitación/renovación con mantenimiento de fachada Birgaikuntza/eraberritzea fatxadaren kontserbazioarekin
- △ Rehabilitación/renovación sin mantenimiento de fachada Birgaikuntza/eraberritzea fatxadaren kontserbaziorik gabe
- △ Rehabilitación/renovación (ELM) Birgaikuntza/eraberritzea (HT)
- Conservación estructural de zonas verdes Berdeguneetako egituraren kontserbazioa
- Conservación estructural de zonas verdes (ELM) Berdeguneetako egituraren kontserbazioa (HT)



1 METODOLOGÍA DESARROLLADA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE POTENCIAL SOLAR ACTIVO.

1.3.-SUPERFICIES DISPONIBLES

En fachadas y cubiertas se estudia la superficie soleada con el fin de descartar superficies menores de 15 m², correspondiendo esta superficie a la que daría servicio cial el **inversor mínimo comercial**.

descartadas Superficies < 15 m²

1.4.-USO COMUNITARIO/PRIVADO

De la misma manera se descartan las superficies de uso privado como terrazas privadas.

descartados elementos de uso privado



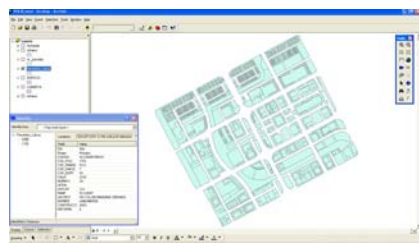
1 METODOLOGÍA DESARROLLADA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE POTENCIAL SOLAR ACTIVO.

PROTECCIÓN PATRIMONIAL	USO COMÚN / PRIVADO	SUPERFICIES CUBIERTA			SUPERFICIE DE FACHADA			
		HORIZONTAL	VERDADERA DIMENSION	SUP. SOLEADA	LONGITUD	ALTURA	SUPERFICIE	SUP. SOLEADA
NO	COMÚN				14	6	84,00	76,35
					29		174,00	146,61
					43		258,00	131,40
							-	-
					14		84,00	71,90
							-	-
							-	-
							-	-
							-	-
							-	-
		PRIVADO						
		COMÚN	4,31	4,31	SUP. < MIN	-	-	-
	4,31		4,31	SUP. < MIN	-	-	-	
	4,31		4,31	SUP. < MIN	-	-	-	
		PRIVADO	433,33	433,33	420,01	-	-	-
						-	-	-
						-	-	-
						-	-	-
						-	-	-
						-	-	-
						-	-	-
						-	-	-
						-	-	-
						-	-	-
		COMÚN	14,41	14,41	SUP. < MIN	-	-	-
			14,41	14,41	SUP. < MIN	-	-	-
			313	313	308,61	-	-	-
			46,27	46,27	46,27	-	-	-
			21,36	21,36	21,36	-	-	-
			91,59	91,59	91,59	-	-	-
	21,07		21,07	21,07	-	-	-	
	89,46		89,46	89,46	-	-	-	
	20,57		20,57	20,57	-	-	-	
	90,72		90,72	90,72	-	-	-	
	20,47	20,47	20,47	-	-	-		
	43,33	43,33	43,33	-	-	-		
	COMÚN							
	COMÚN	206,04	206,04	-	-	-	-	
	PRIVADO							



1 METODOLOGÍA DESARROLLADA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE POTENCIAL SOLAR ACTIVO.

1.5.-**DATOS ESTRUCTURALES**, a partir de datos de edad de edificaciones se clasifican los edificios en dos grandes grupos, según la **normativa estructural aplicable** (coeficientes de seguridad) en el momento de su construcción:



NBE-AE-88
CTE-DB-SE-AE

Tipos de cubierta considerados:

CASO 1: CUBIERTA PLANA O CUBIERTA INCLINADA FORJADO HORMIGÓN

CASO 2: CUBIERTA INCLINADA LIGERA

CASO 3: CUBIERTA INCLINADA SOBRE PALOMEROS

Tipos de fachada considerados:

CASO 1: CERRAMIENTO LADRILLO

CASO 2: CERRAMIENTO LIGERO

CASO 3: CERRAMIENTO PREFABRICADO HORMIGÓN



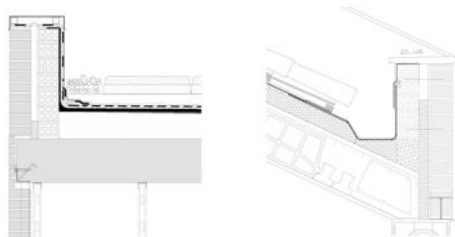
1 METODOLOGÍA DESARROLLADA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE POTENCIAL SOLAR ACTIVO.

CASO 1: CUBIERTA PLANA O CUBIERTA INCLINADA FORJADO HORMIGÓN ARMADO

Cargas permanentes:	Peso Propio	4 kN/m ²
	Cargas muertas	2 kN/m ²
Sobrecargas:	Nieve	0 kN/m ²
	<u>Uso</u>	<u>1 kN/m²</u>
	Total	7 kN/m ²

Según AE-88 $6 \cdot 1,5 + 1 \cdot 1,6 = 10,6 \text{ kN/m}^2$ Aceptaría cargas de hasta 3,6kN/m²

Según CTE $6 \cdot 1,35 + 1 \cdot 1,5 = 9,6 \text{ kN/m}^2$ Aceptaría cargas de hasta 2,6 kN/m²



1 METODOLOGÍA DESARROLLADA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE POTENCIAL SOLAR ACTIVO.

CASO 2: CUBIERTA INCLINADA LIGERA

Cargas permanentes:	Peso Propio	0,5 kN/m ²
	Cargas muertas	0,8 kN/m ²
Sobrecargas:	Nieve	0 kN/m ²
	<u>Uso</u>	<u>1 kN/m²</u>
	Total	2,3 kN/m ²

Según AE-88 $1,3 \cdot 1,5 + 1 \cdot 1,6 = 3,55 \text{ kN/m}^2$ Aceptaría cargas de hasta 1,25 kN/m²

Según CTE $1,3 \cdot 1,35 + 1 \cdot 1,5 = 3,25 \text{ kN/m}^2$ Aceptaría cargas de hasta 0,95 kN/m²



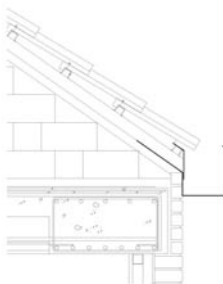
1 METODOLOGÍA DESARROLLADA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE POTENCIAL SOLAR ACTIVO.

CASO 3: CUBIERTA INCLINADA PALOMEROS

Cargas permanentes:	Peso Propio	4 kN/m ²
	Cargas muertas	3 kN/m ²
Sobrecargas:	Nieve	0 kN/m ²
	<u>Uso</u>	<u>1 kN/m²</u>
	Total	8 kN/m ²

Según AE-88 $7 \cdot 1,5 + 1 \cdot 1,6 = 12,1 \text{ kN/m}^2$ Aceptaría cargas de hasta 4,2 kN/m²

Según CTE $7 \cdot 1,35 + 1 \cdot 1,5 = 10,95 \text{ kN/m}^2$ Aceptaría cargas de hasta 2,95 kN/m²



1 METODOLOGÍA DESARROLLADA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE POTENCIAL SOLAR ACTIVO.

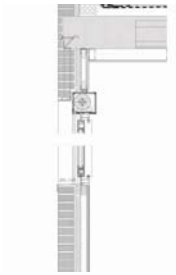
La acción predominante es la vertical (peso propio) sobre vigas y zunchos de borde.

CASO 1: FACHADA CERRAMIENTO DE LADRILLO

Cargas permanentes:	<u>Peso Propio</u>	7 kN/m
	Total	7 kN/m

Según AE-88 $7 \cdot 1,5 = 10,5$ kN/m Aceptaría cargas de hasta 3,5 kN/m

Según CTE $7 \cdot 1,35 = 9,45$ kN/m Aceptaría cargas de hasta 2,45 kN/m



1 METODOLOGÍA DESARROLLADA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE POTENCIAL SOLAR ACTIVO.

CASO 2: FACHADA CERRAMIENTO LIGERO

Cargas permanentes:	<u>Peso Propio</u>	2 kN/m
	Total	2 kN/m

Según AE-88 $2 \cdot 1,5 = 3$ kN/m Aceptaría cargas de hasta 1 kN/m

Según CTE $2 \cdot 1,35 = 2,7$ kN/m Aceptaría cargas de hasta 0,7 kN/m



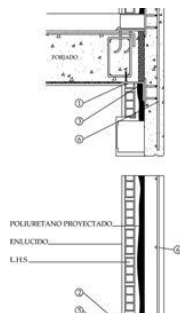
1 METODOLOGÍA DESARROLLADA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE POTENCIAL SOLAR ACTIVO.

CASO 3: FACHADA CERRAMIENTO PREFABRICADO HORMIGÓN

Cargas permanentes: $\frac{\text{Peso Propio}}{\text{Total}} = \frac{8 \text{ kN/m}}{8 \text{ kN/m}}$

Según AE-88 $8 \cdot 1,5 = 12 \text{ kN/m}$ Aceptaría cargas de hasta 4 kN/m

Según CTE $8 \cdot 1,35 = 10,80 \text{ kN/m}$ Aceptaría cargas de hasta 2,80 kN/m



1 METODOLOGÍA DESARROLLADA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE POTENCIAL SOLAR ACTIVO.

EVALUACIÓN CARGA DE INSTALACIONES:

Para evaluar la carga de las instalaciones se ha realizado según la comunicación "La Integración de la Generación Energética Distribuida y su Impacto Estructural" artículo enviado al I congreso de Generación Distribuida GENERDIS 2009 y contrastándolos con las cargas determinadas en fichas técnicas de los paneles PV y Térmicos utilizados en las hipótesis planteadas en la investigación.

Panel térmico lleno ~ 0,34 kN/m²
 Panel fotovoltaico ~ 0,15 kN/m²

En cualquier caso que realizar una peritación individualizada.

EDAD EDIFICACIÓN	TIPO ESTRUCTURA	CARGA ADMISIBLE (kN/m ²)	CARGA SISTEMAS E. SOLAR	
			TÉRMICA (kN/m ²)	FOTOVOLTAICA (kN/m ²)
POSTERIOR A 2001	CUB. PLANA TRADICIONAL	2,6	0,34	0,15



1 METODOLOGÍA DESARROLLADA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE POTENCIAL SOLAR ACTIVO.

$$\text{RADIACIÓN GLOBAL} = \text{RADIACIÓN DIRECTA} + \text{RADIACIÓN DIFUSA} + \text{RADIACIÓN DE ALBEDO}$$

1.6.-ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN

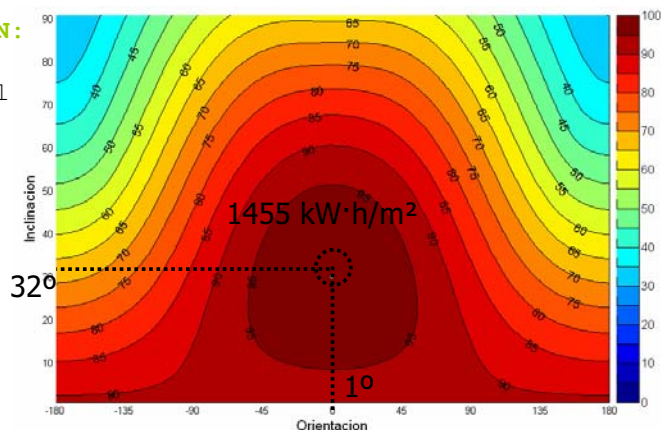
PÉRDIDAS ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN:

SOFTWARE DESARROLLADO IES-UPM

VARIABLES: ·radiación global anual
·inclinación (β)
·orientación (α)

DATOS METEOROLOGICOS:

Medias mensuales de radiación diaria para Vitoria-Gasteiz (Atlas de Radiación País Vasco).



1 METODOLOGÍA DESARROLLADA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE POTENCIAL SOLAR ACTIVO.

DB CTE HE-4 "CONTRIBUCIÓN SOLAR MÍNIMA DE AGUA CALIENTE SANITARIA"

DB CTE HE-5 "CONTRIBUCIÓN FOTOVOLTAICA MÍNIMA DE ENERGÍA ELÉCTRICA"

Tabla 2.2 Pérdidas límite

Caso	Orientación e inclinación	Sombras	Total
General	10 %	10 %	15 %
Superposición	20 %	15 %	30 %
Integración arquitectónica	40 %	20 %	50 %

Integración arquitectónica de módulos fotovoltaicos: Módulos fotovoltaicos que cumplen una doble función, energética y arquitectónica (revestimiento, cerramiento o sombreado) y, además, sustituyen a elementos constructivos convencionales o son elementos constituyentes de la composición arquitectónica.

Superposición de módulos fotovoltaicos: Módulos fotovoltaicos que se colocan paralelos a la envolvente del edificio sin la doble funcionalidad definida en la integración arquitectónica. No obstante no se consideran los módulos horizontales.

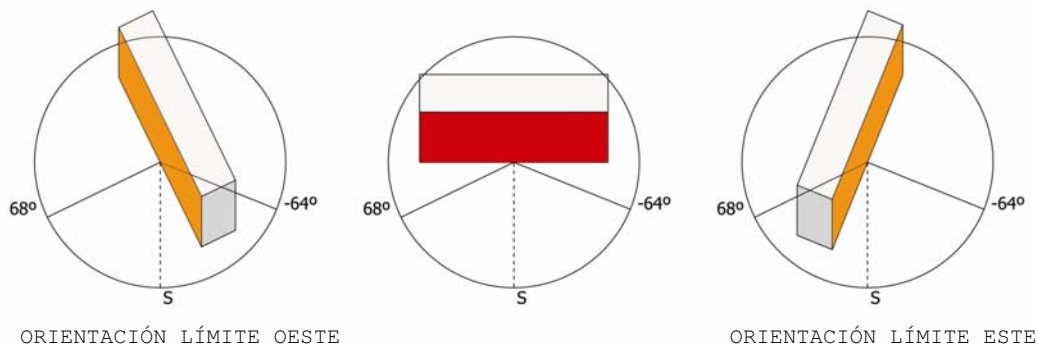
Caso general: Módulos fotovoltaicos que no se encuentran en los casos "integración arquitectónica" o "Superposición".



1 METODOLOGÍA DESARROLLADA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE POTENCIAL SOLAR ACTIVO.

Orientaciones válidas Fachadas entre -64° y 68°

Determinación de **criterios de exclusión** fachadas ($P(\alpha, \beta) > 40\%$)



1 METODOLOGÍA DESARROLLADA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE POTENCIAL SOLAR ACTIVO.

Determinación de **pérdidas máximas admisibles** por sombras

Tabla 2.2 Pérdidas límite

Caso	Orientación e inclinación	Sombras	Total
General	10 %	10 %	15 %
Superposición	20 %	15 %	30 %
Integración arquitectónica	40 %	20 %	50 %

$$(1 - P_{(\alpha, \beta)}) \cdot (1 - P_s) = (1 - P_t)$$

Siendo:

$P_{(\alpha, \beta)}$ = Pérdidas por orient. e incl.

P_s = Pérdidas por Sombras

P_t = Pérdidas totales

Si $P_{(\alpha, \beta)} = 40\%$, entonces $P_{(s) \text{máx}} = 16,67\%$

$$(1 - 0,40) \cdot (1 - P_s) = (1 - 0,50)$$

ORIENTACIÓN α	INCLINACIÓN β	PÉRDIDAS $\alpha \beta$ ($\leq 40\%$)	PÉRDIDAS máx. sombras ($\leq 20\%$ y total $\leq 50\%$)
-28 °	90 °	34,49%	20,00%
62 °	90 °	38,46%	18,76%
-28 °	90 °	34,49%	20,00%
-72 °	90 °	41,96%	PERD. >ADMISIBLES
-117 °	90 °	56,40%	PERD. >ADMISIBLES
-28 °	90 °	34,49%	20,00%
62 °	90 °	38,46%	18,76%
108 °	90 °	52,02%	PERD. >ADMISIBLES
152 °	90 °	66,13%	PERD. >ADMISIBLES
-118 °	90 °	56,74%	PERD. >ADMISIBLES
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
-28 °	32 °	1,96%	20,00%

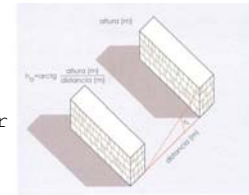


1 METODOLOGÍA DESARROLLADA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE POTENCIAL SOLAR ACTIVO.

1.7.-PÉRDIDAS SOMBRAS

A) OBSTRUCCIÓN SOLAR OBSTÁCULOS ENFRENTADOS

En **edificaciones de geometría sencilla**, sólo sombreadas por obstáculos enfrentados.

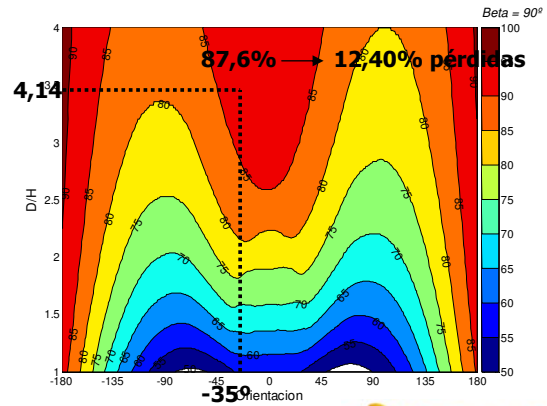
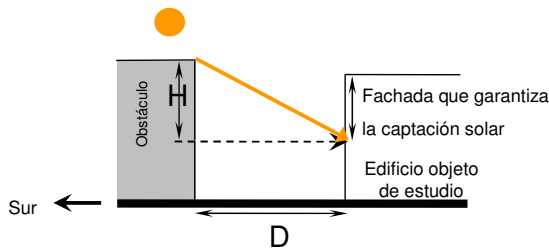


Conocemos:

D = distancia a obstáculo

H = Diferencia de alturas (evaluando 6 metros de fachada)

α = orientación respecto acimut

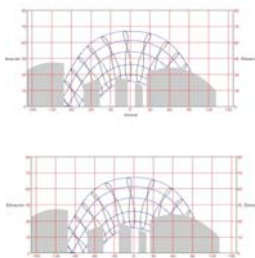


1 METODOLOGÍA DESARROLLADA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE POTENCIAL SOLAR ACTIVO.

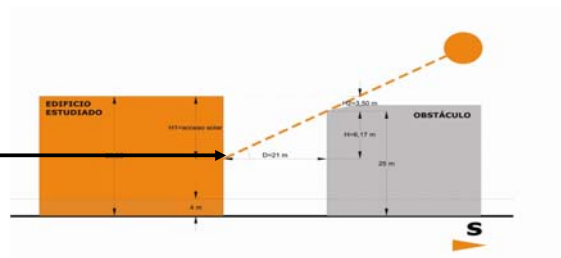
PÉRDIDAS POR SOMBRAS:

B) OBSTRUCCIÓN SOLAR OBSTÁCULOS ENFRENTADOS + AUTOSOMBREAMIENTO

Aplicación software IES



Análisis a 6 cornisa



OBSTRUCCIÓN SOLAR OBSTÁCULOS ENFRENTADOS			AUTOSOMBREAMIENTO	PÉRDIDAS sombras	PÉRDIDAS TOTALES	CALIFICACIÓN POTENCIAL SOLAR
DISTANCIA OBSTACULO ENFRENTADO (m)	H (m)	D/H				
16,50	2,75	6,00	-	10,10%	41,11%	F
HERRAMIENTA IES UPM			-	16,70%	48,73%	F
HERRAMIENTA IES UPM			-	10,27%	41,22%	F
-	-	-	-	-	-	-
22,50	5,81	3,87	-	14,40%	43,92%	F
100,00	8,09	12,36	-	10,10%	44,67%	F
HERRAMIENTA IES UPM			-	3,00%	4,91%	A



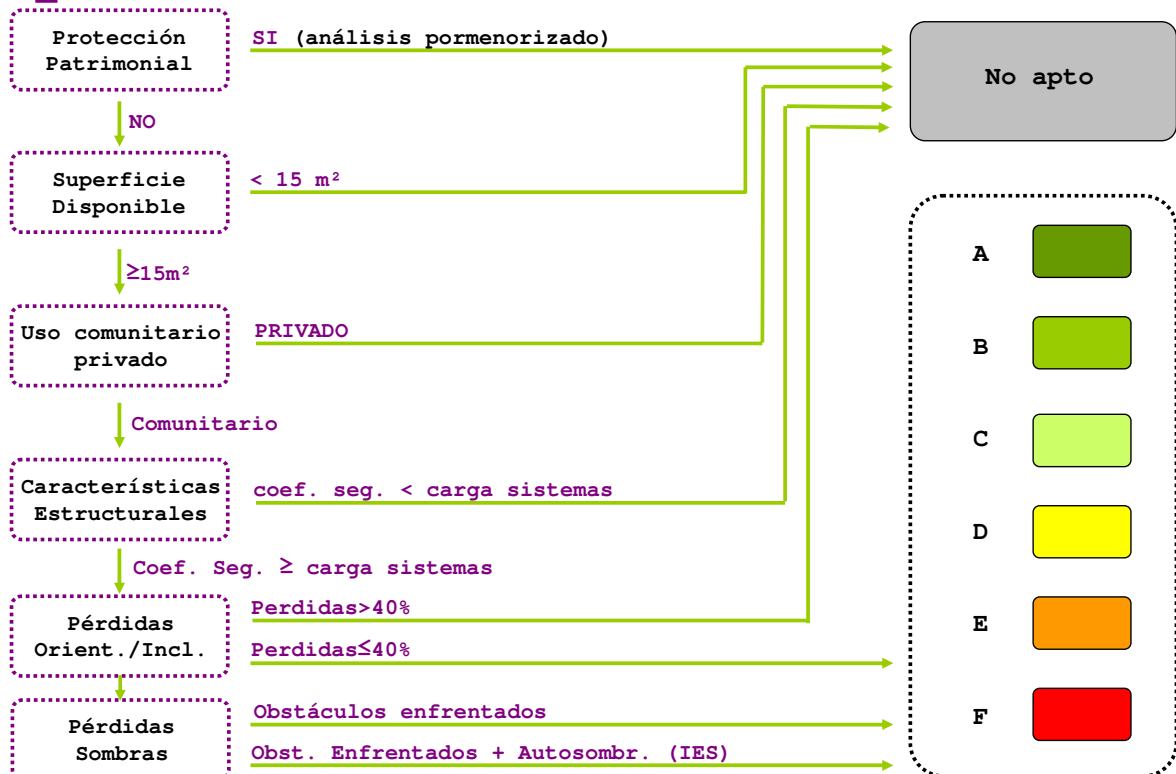
1 METODOLOGÍA DESARROLLADA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE POTENCIAL SOLAR ACTIVO.

1.8.-CALIFICACIÓN POTENCIAL SOLAR PV:

(1455 kWh/m ² - 1382 kWh/m ²)	A PÉRDIDAS ≤ 5%
(1382 kWh/m ² - 1309 kWh/m ²)	B 5% < PÉRDIDAS ≤ 10%
(1309 kWh/m ² - 1164 kWh/m ²)	C 10% < PÉRDIDAS ≤ 20%
(1164 kWh/m ² - 1018 kWh/m ²)	D 20% < PÉRDIDAS ≤ 30%
(1018 kWh/m ² - 873 kWh/m ²)	E 30% < PÉRDIDAS ≤ 40%
(873 kWh/m ² - 726 kWh/m ²)	F 40% < PÉRDIDAS ≤ 50%

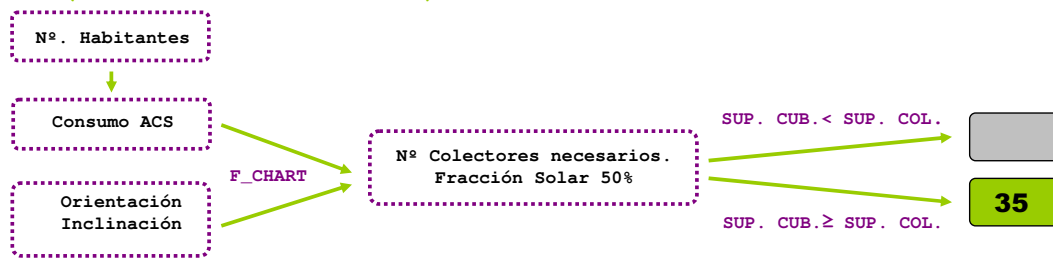


1 METODOLOGÍA DESARROLLADA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE POTENCIAL SOLAR ACTIVO.

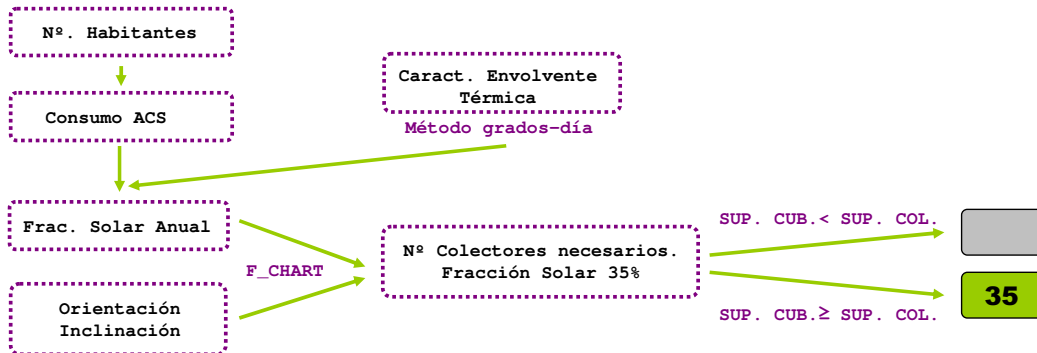


1 METODOLOGÍA DESARROLLADA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE POTENCIAL SOLAR ACTIVO.

ACS (FRACCIÓN SOLAR ANUAL = 50%)



ACS + CALEFACCIÓN (FRACCIÓN SOLAR ANUAL = 35%)



2 RESULTADOS OBTENIDOS ACCIÓN PILOTO LAKUA IDENTIFICACIÓN POTENCIAL SOLAR ACTIVO

2.1.-Producción de mapas SHP: Se generan los siguientes archivos shp a los que se les asignan diferentes datos:

-EDIFICACIONES.SHP:

- Identificación elementos
- Protección Patrimonial
- Año de construcción
- Datos consumo A.C.S.

-FACHADAS_ACTIVADO.SHP

-CUBIERTAS_ACTIVADO.SHP

- Identificación elementos
- Uso comunitario/privado
- Superficie aprovechable
- Características estructurales
- Datos y pérdidas de orientación, inclinación y Sombras
- Captadores térmicos (ACS y ACS + calefacción)



2 RESULTADOS OBTENIDOS ACCIÓN PILOTO LAKUA IDENTIFICACIÓN POTENCIAL SOLAR ACTIVO

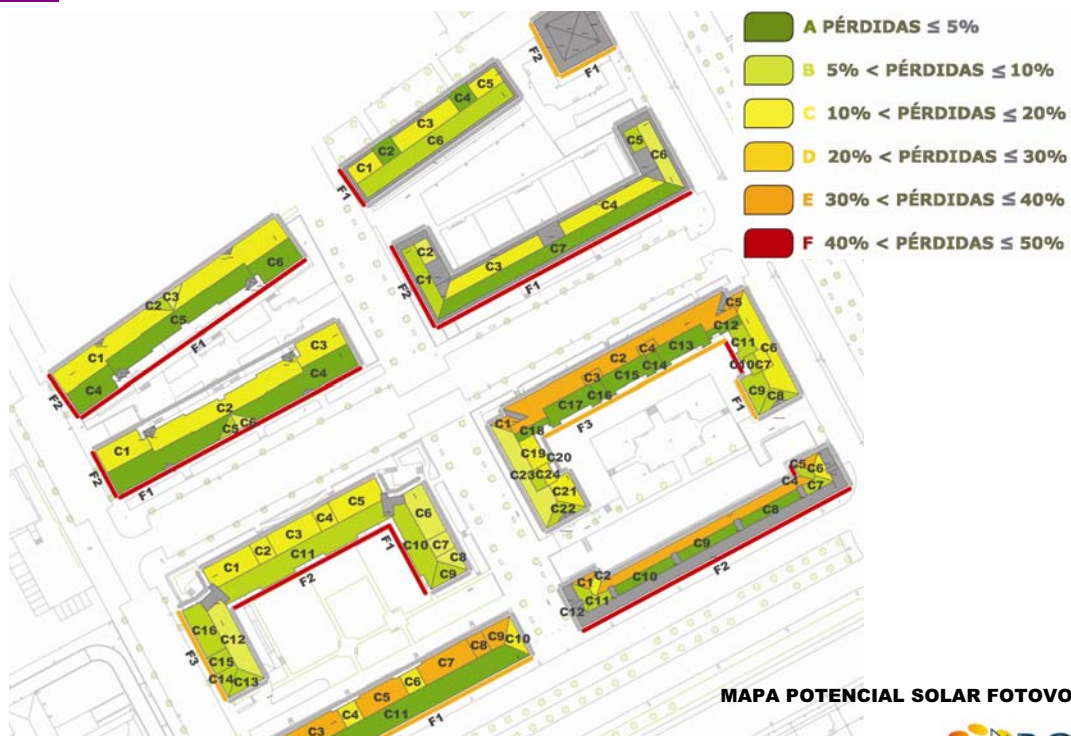
2.2.-Mapa director + Mapa por áreas a mayor escala (PDF)

Los mapas producidos desde el GIS en relación al potencial solar activo son:

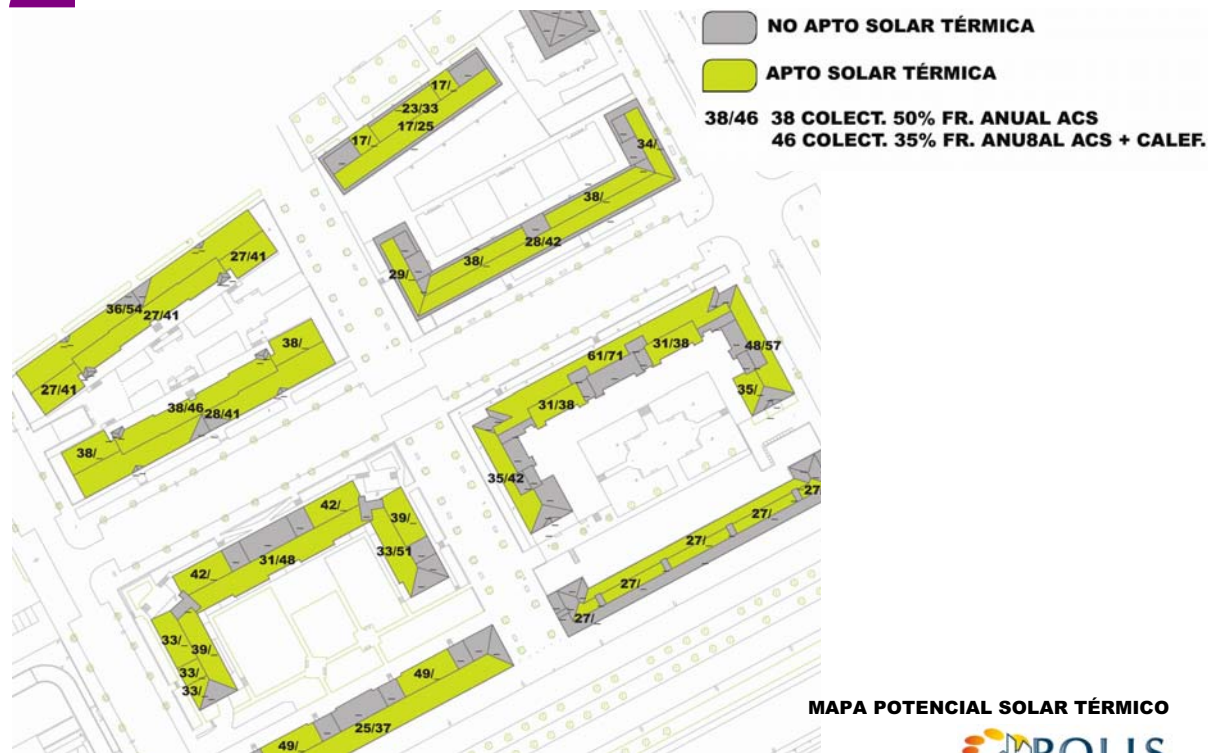
- 1.-Mapa potencial solar PV
- 2.-Mapa potencial solar térmico (ACS y ACS + Calefacción)



2 RESULTADOS OBTENIDOS ACCIÓN PILOTO LAKUA IDENTIFICACIÓN POTENCIAL SOLAR ACTIVO



2 RESULTADOS OBTENIDOS ACCIÓN PILOTO LAKUA IDENTIFICACIÓN POTENCIAL SOLAR ACTIVO



2 RESULTADOS OBTENIDOS ACCIÓN PILOTO LAKUA IDENTIFICACIÓN POTENCIAL SOLAR ACTIVO

2.3.-Conclusiones:

FORTALEZAS

Elemento de concienciación social y muestra del posible ahorro energético y económico que se podría producir con la incorporación de estos sistemas de energía solar. Hacia una mayor autonomía energética.

GIS permite la relación de parámetros energéticos con otros socio-económicos como herramienta para la toma de decisiones en el diseño urbano.

OPORTUNIDADES

Extensión al análisis del potencial solar en **espacios públicos**.

Revitalización del sector de la construcción, uno de los más dañados por la crisis, al fomentar la integración de estos sistemas.

2 RESULTADOS OBTENIDOS ACCIÓN PILOTO LAKUA IDENTIFICACIÓN POTENCIAL SOLAR ACTIVO

DEBILIDADES

Necesidad de datos de cartografía 3D Vuelos Especializados
Toma de datos in situ

Análisis detallado de elementos constructivos obliga al desarrollo de una cartografía específica

Imposibilidad de obtener análisis estructural fiable sin hacer una peritación individualizada de cada edificio

AMENAZAS

Considerar los resultados de este proyecto como el único factor a tener en cuenta para diseñar la ciudad, olvidando por completo factores socio-económicos, igualmente importantes.

ESTA ACCIÓN PILOTO CONCLUYE EL 30 DE ABRIL DE 2011. SIMULTÁNEAMENTE SE ESTÁ REALIZANDO EL ANÁLISIS DEL POTENCIAL SOLAR DE TEJIDO INDUSTRIAL (JUNDIZ) Y METODOLOGÍA SIMPLIFICADA PARA LA CIUDAD COMPLETA.



3 BALANCE ENERGÉTICO ÁREA URBANA

ENERGÍA NECESARIA - (ENERGÍA SOLAR PASIVA + SOLAR TÉRMICA + SOLAR FV)



	Consumo tipo en Vitoria-Gasteiz		
	Vivienda tipo I (hasta 60 m ²)	Vivienda tipo II (60-90 m ²)	Vivienda tipo III (90-150 m ²)
Cocina	520,13 kW·h	780,19 kW·h	1560,38 kW·h
ACS	1002,33 kW·h	1503,49 kW·h	3006,98 kW·h
Calefacción	2746,92 kW·h	4120,38 kW·h	8240,75 kW·h
Iluminación	422,60 kW·h	633,90 kW·h	1267,81 kW·h
Electrodoméstico	726,01 kW·h	1089,01 kW·h	2178,03 kW·h
TOTAL	5417,98 kW·h	8126,98 kW·h	16253,95 kW·h

Tipos de viviendas y consumo asociado:

Tipo 1: Vivienda (hasta 60 m²)

Tipo 2: Vivienda (60-90 m²)

Tipo 3: Vivienda (90-150 m²)

105 viviendas tipo I → 568.887 kWh

305 viviendas tipo II → 2.478.729 kWh

30 viviendas tipo III → 487.618 kWh

Consumo total = 3.535.234 kW·h



3 BALANCE ENERGÉTICO ÁREA URBANA

NIVELES DE PRIORIZACIÓN:

1.-POTENCIAL SOLAR PASIVO

En función de estrategias de captación empleadas
 $1251 \text{ m}^2 \cdot 164 \text{ kW}\cdot\text{h}/\text{m}^2 = 205.164 \text{ kW}\cdot\text{h}$

2.- POTENCIAL SOLAR TÉRMICO (35% ACS + CALEFACCIÓN o 50% ACS)

Aporte de **693.880 kW·h**

3.- POTENCIAL SOLAR FV

Se elimina la superficie de cubierta ocupada por sistemas térmicos y la superficie ocupada por sistema pasivos.

Aporte de **402.778 kW·h**

Aporte total de **1.301.822 kW·h** con un aporte de un 37% de la energía consumida por los edificios de éste área.

