

Herramienta web basada en OpenStreetMap para el estudio de las ganancias solares en la edificación



Laura Romero Rodríguez
Universidad de Cádiz

Luis Barranco Mendoza
Universidad de Cádiz

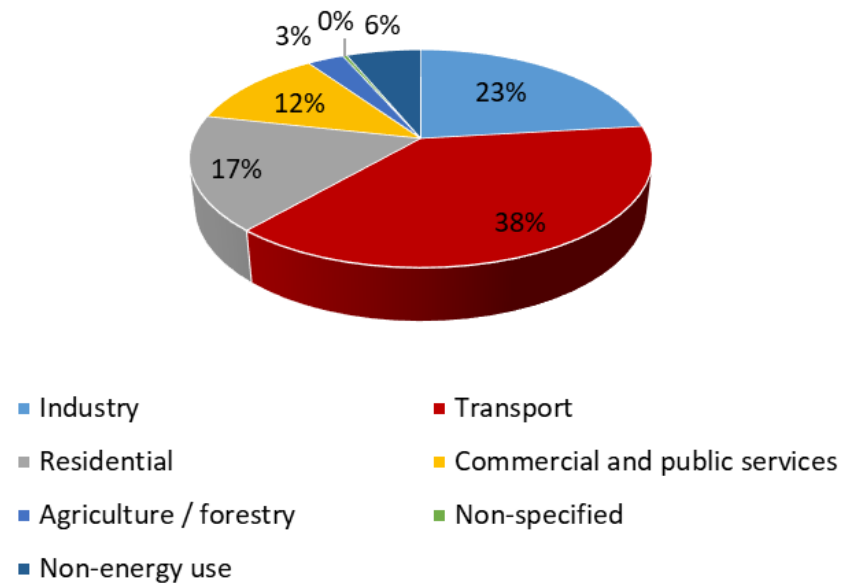
José Sánchez Ramos
Universidad de Sevilla

Servando Álvarez Domínguez
Universidad de Sevilla



Problemática en el mundo debido al alto consumo de energía

Consumos energía final por sectores (España):

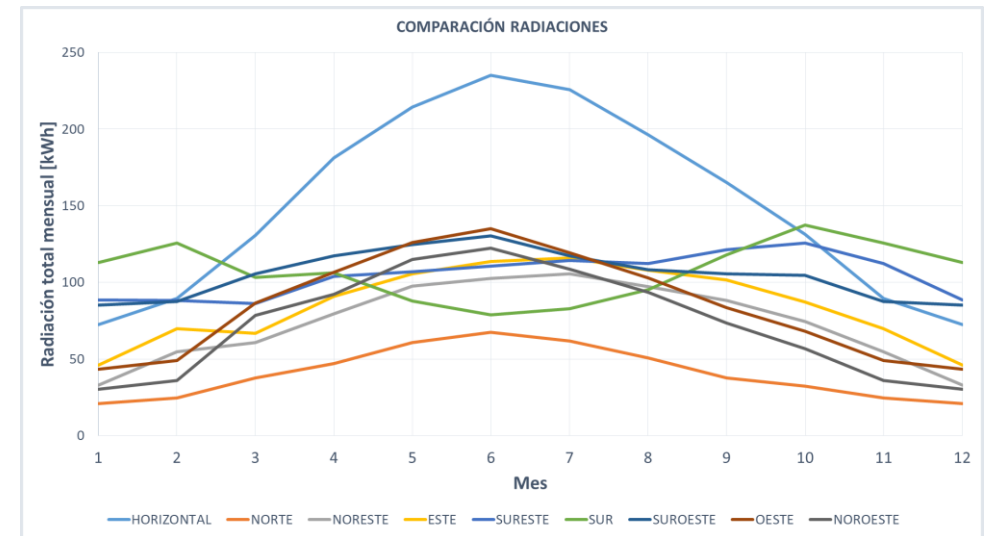
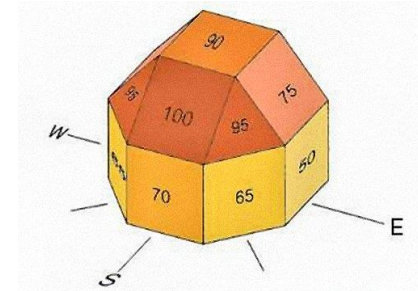
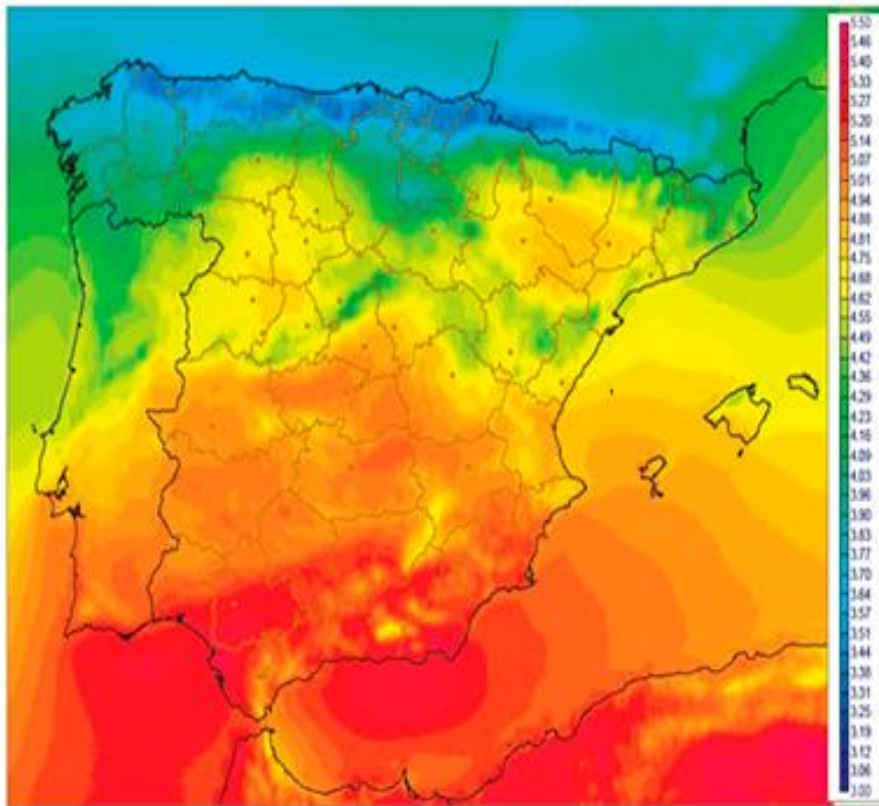


Fuente: IEA

Aproximadamente una tercera parte de la energía que se consume en España corresponde al sector de edificación

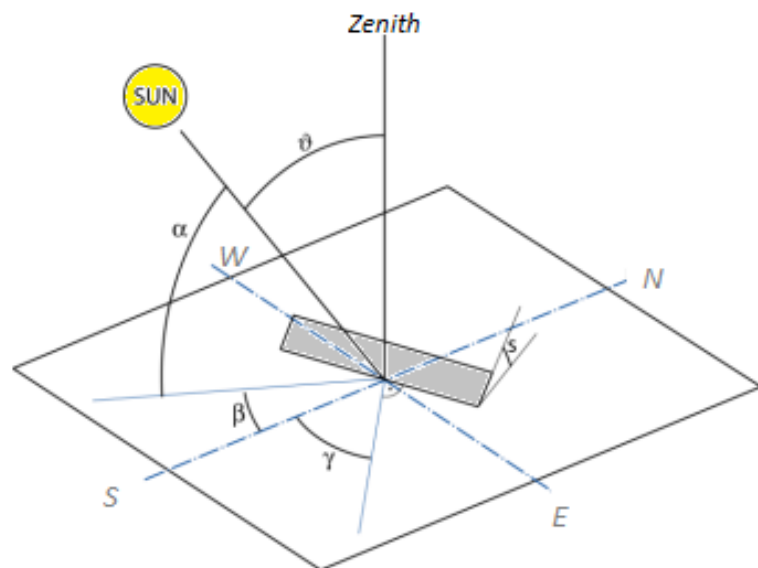
	Uu Vivienda unifamiliar	Oc Vivienda plurifamiliar < 3 plantas	Bb Vivienda plurifamiliar + 3 plantas	Total
Edificio anterior a 1900	428.178 viv	97.273 viv	139.027 viv	664.479 viv
Edificio de 1901 a 1940	663.895 viv	168.783 viv	305.724 viv	1.138.402 viv
Edificio de 1941 a 1960	913.592 viv	452.219 viv	1.040.116 viv	2.405.926 viv
Edificio de 1961 a 1980	1.854.114 viv	1.123.298 viv	5.686.104 viv	8.663.516 viv
Edificio de 1981 a 2007	4.180.057 viv	2.049.477 viv	5.233.857 viv	11.463.392 viv
Edificio de 2008 a 2020	494.338 viv	203.258 viv	679.434 viv	1.377.030 viv
Total	8.534.174 viv	4.094.308 viv	13.084.261 viv	25.712.744 viv

Ganancias solares en la edificación

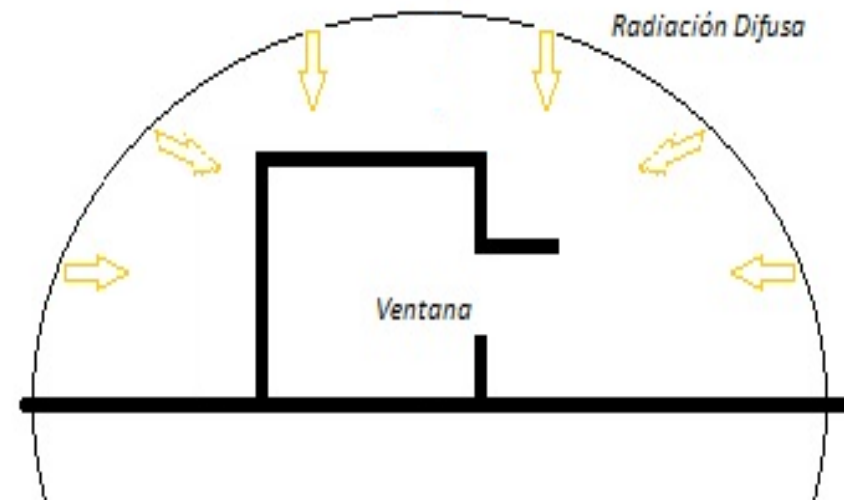


Radiación solar directa VS difusa

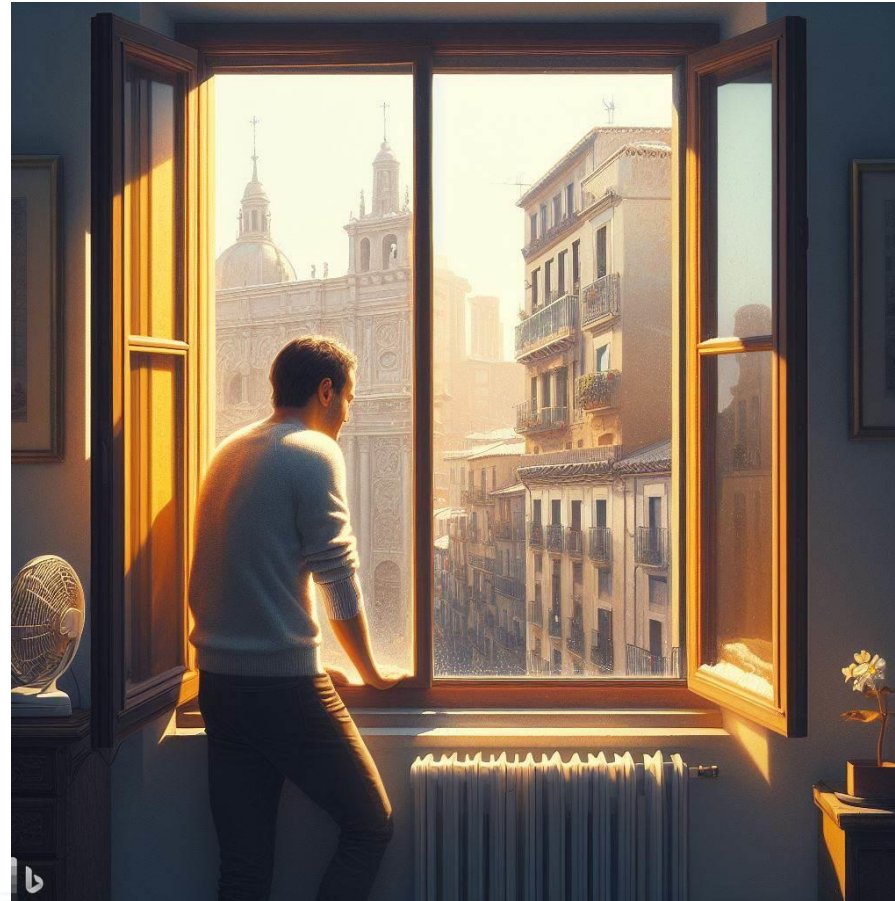
Radiación solar directa:



Radiación solar difusa:



Acceso solar



Fuente: Image creator powered by DALL-E 3

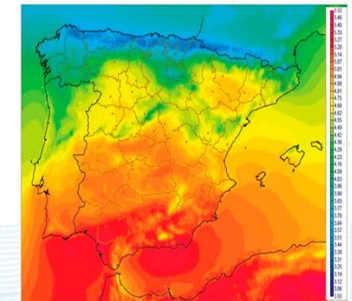
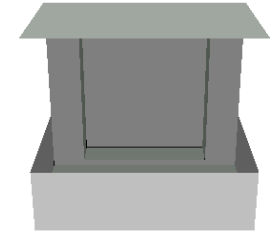
Propuesta: herramienta web

- Se ha elaborado en el contexto de un TFG, una herramienta web para estudiar y controlar las ganancias solares en las ventanas de los edificios.

Dos tipos de elementos sombras:

- Por obstáculos remotos.
- Por obstáculos propios (de fachada).

- ✓ El adecuado diseño de los obstáculos propios permite que la radiación llegue al edificio en invierno, pero la bloquee durante el verano.
- ✓ Dicho diseño se hace particularmente necesario en localizaciones de media o alta severidad climática en verano.



Obstáculos remotos

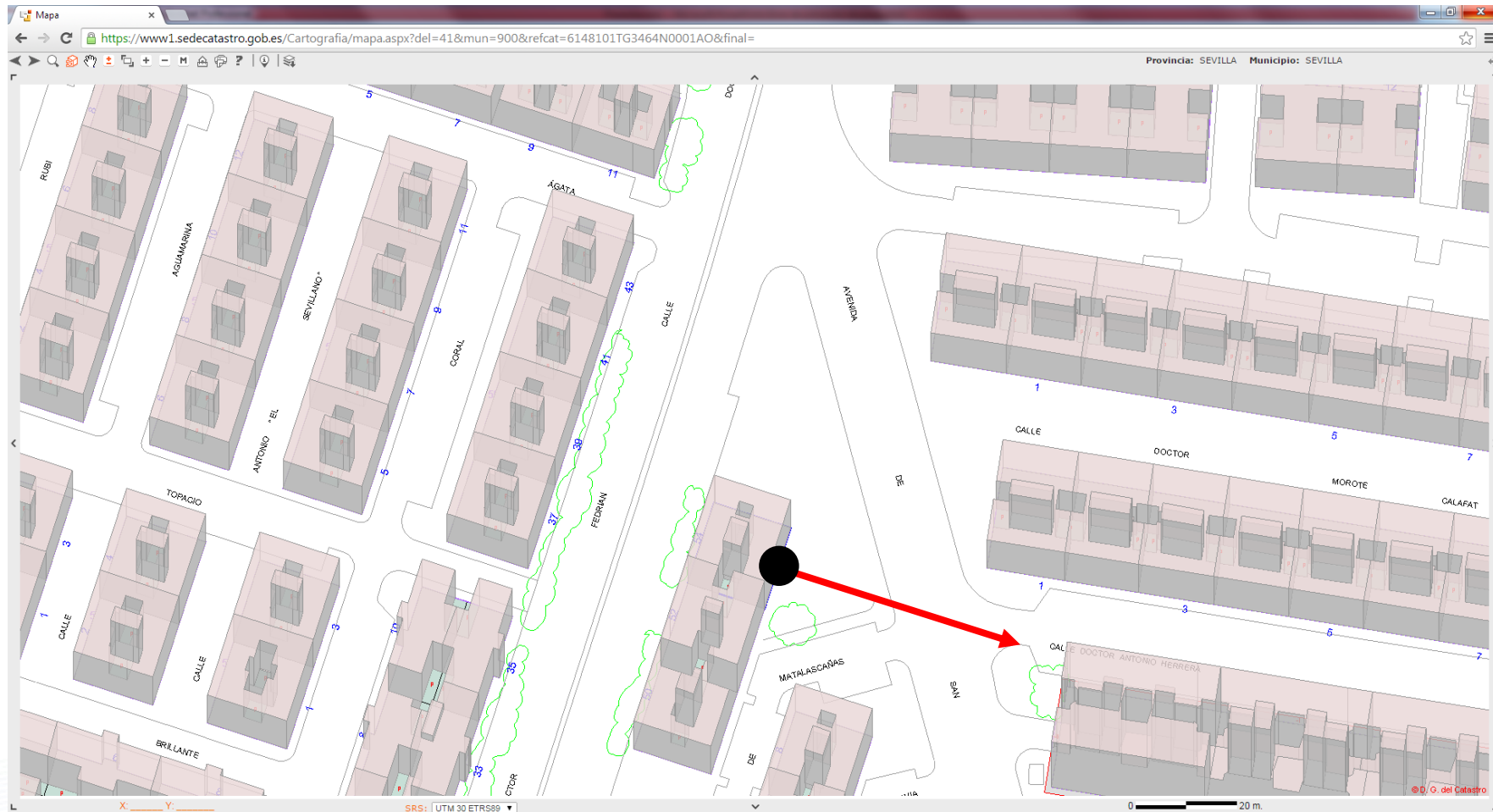
21 de Diciembre



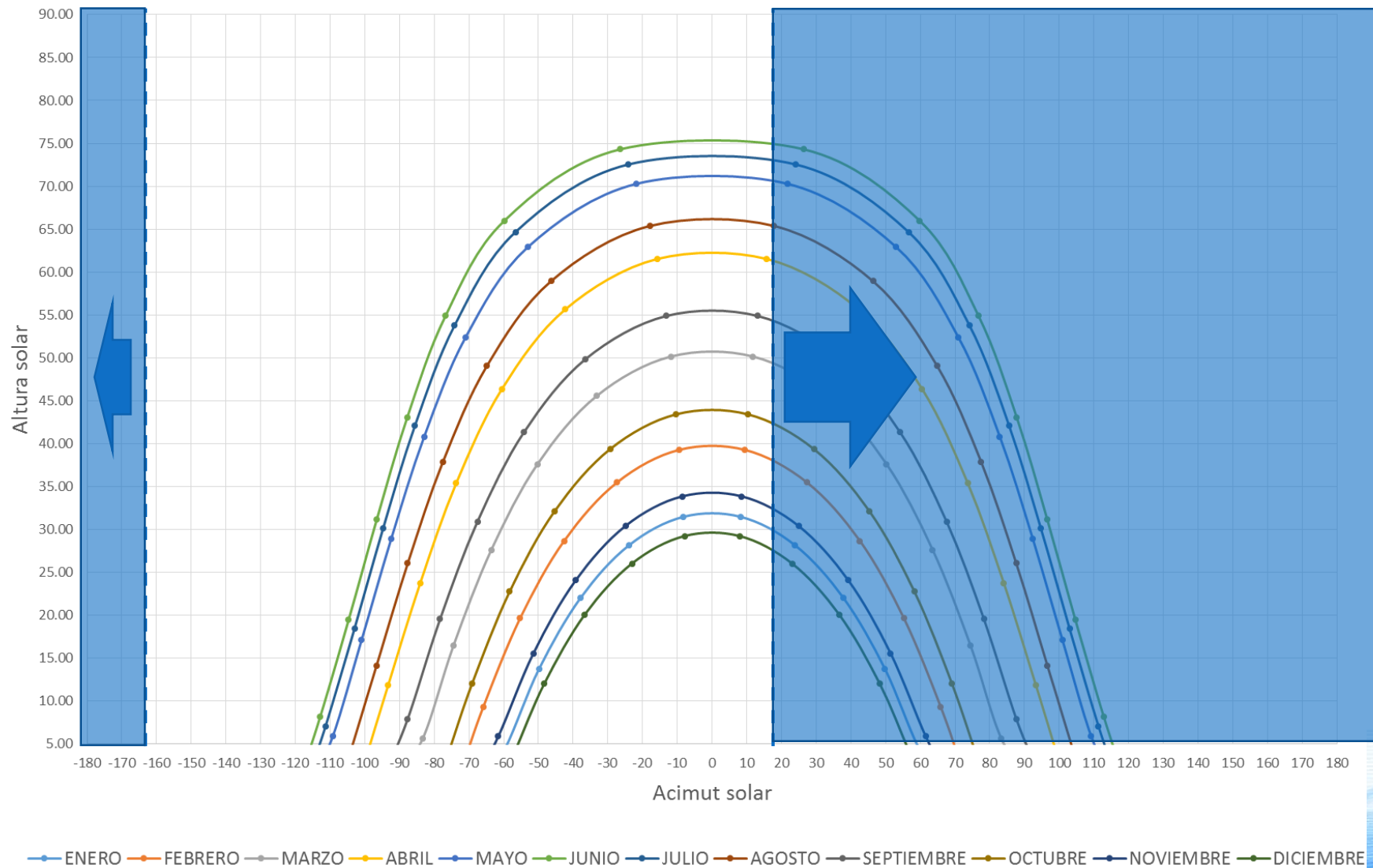
21 de Junio



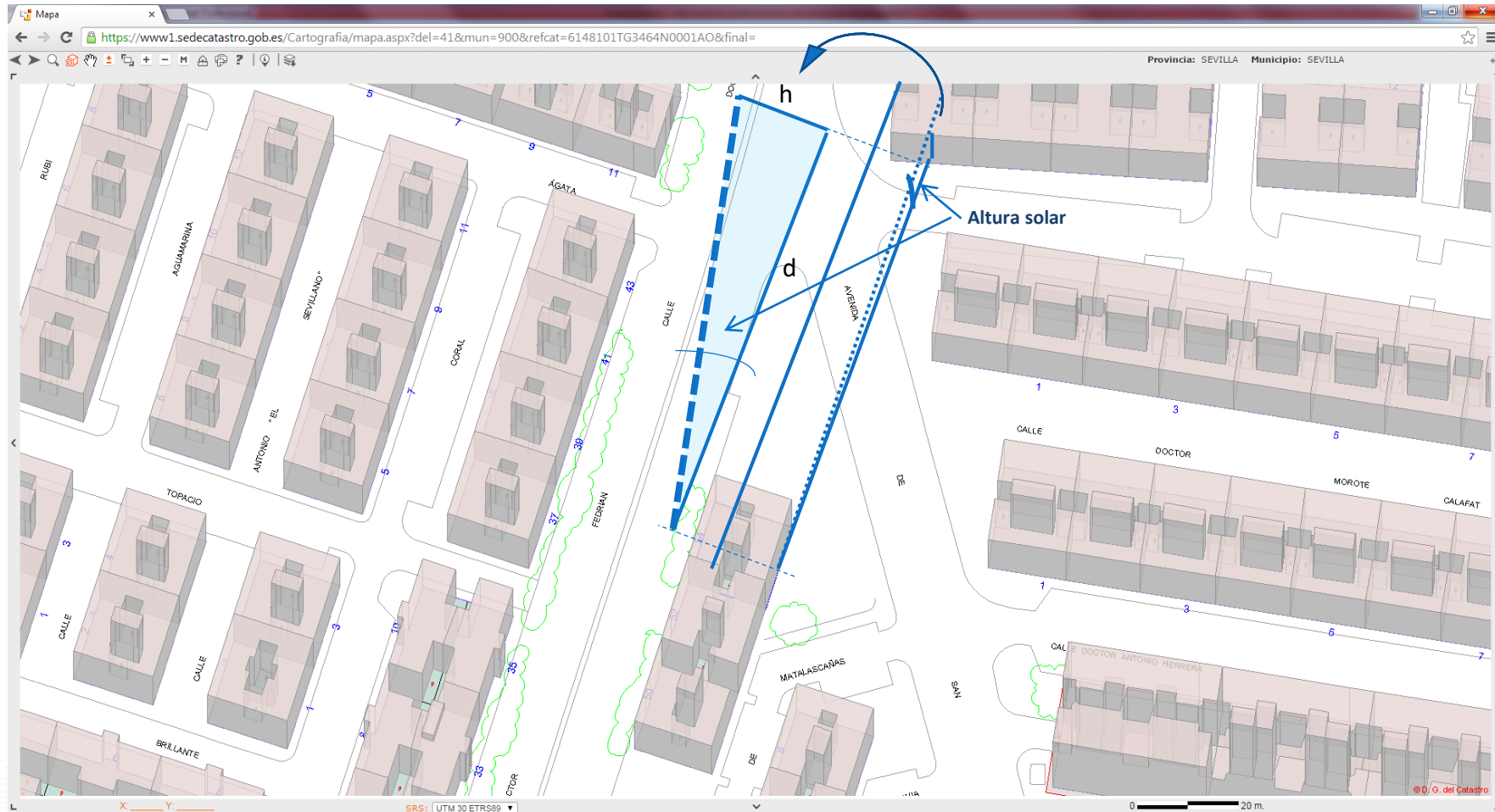
Obstáculos remotos



Obstáculos remotos

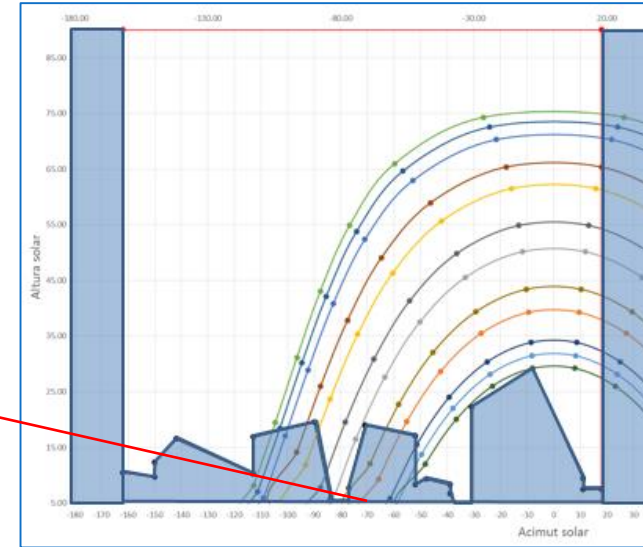


Obstáculos remotos

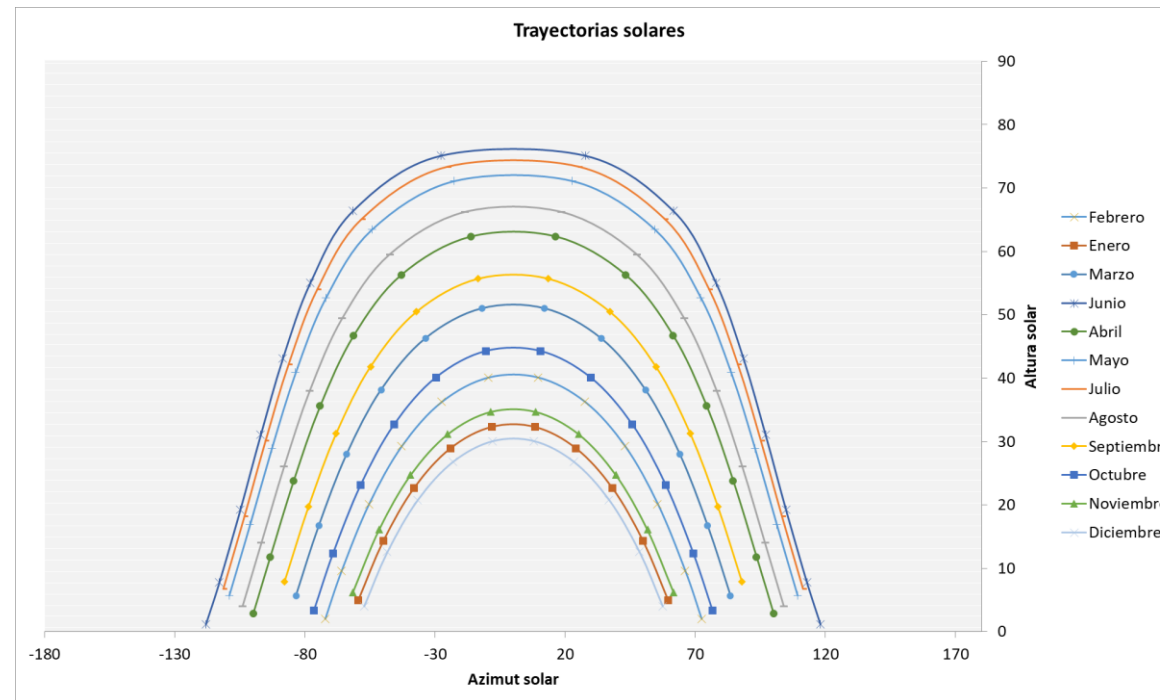


$$\text{Altura solar} = \text{ARCTAN} (h/d)$$

Obstáculos remotos

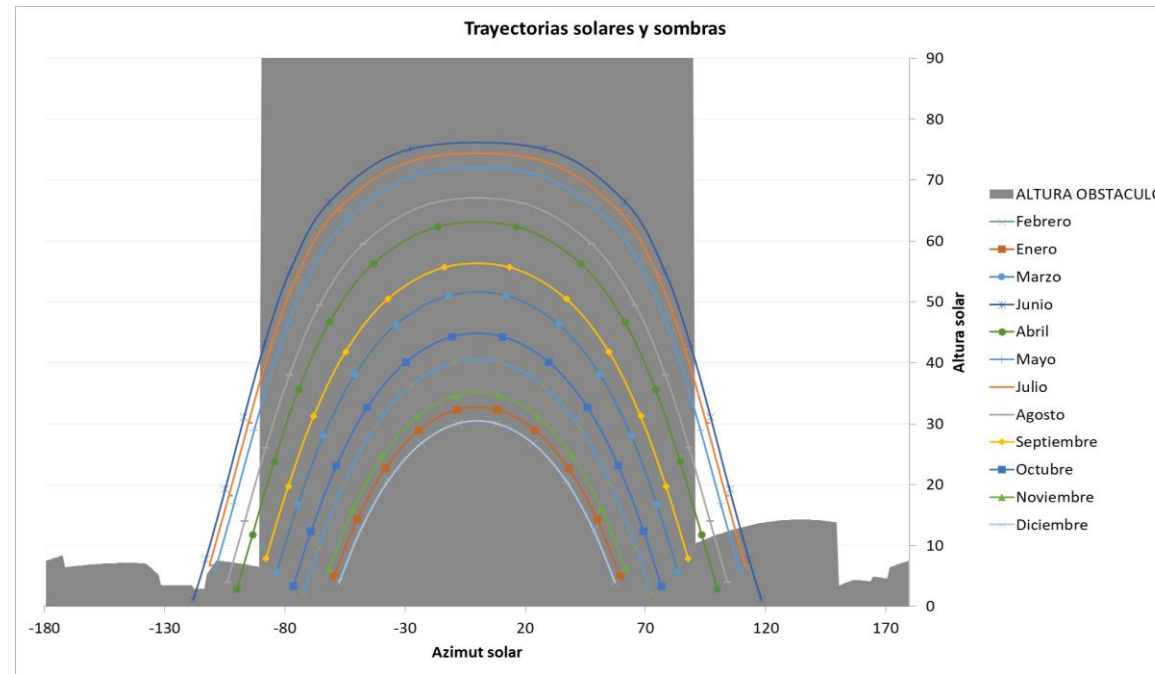


Obstáculos remotos



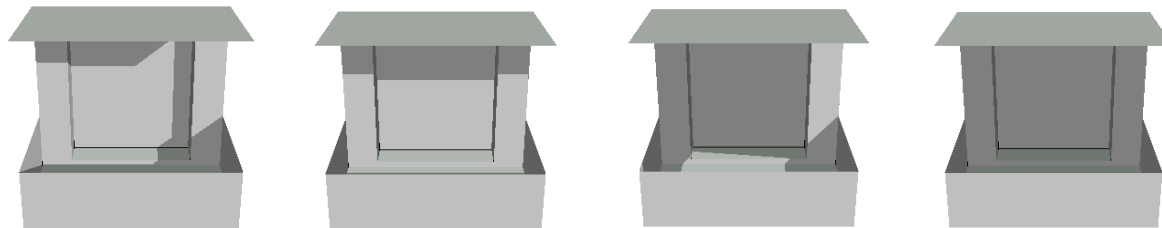
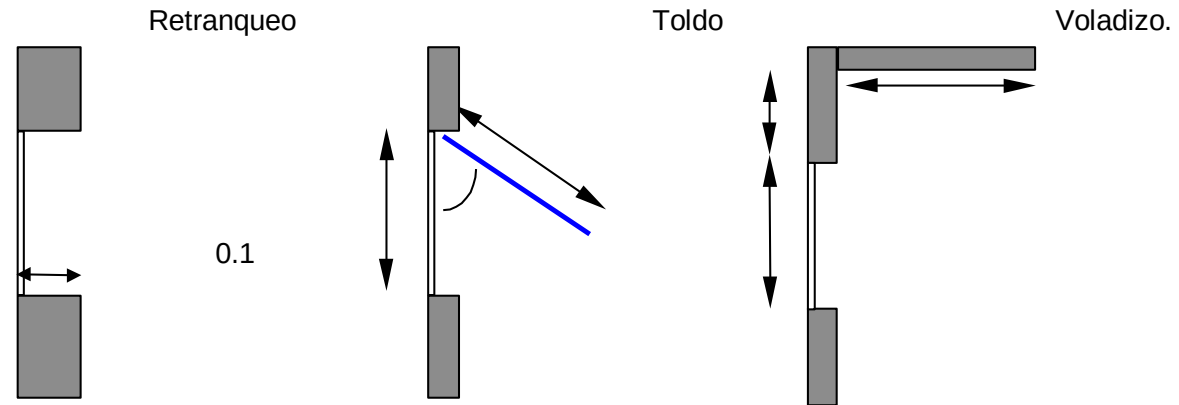
¿ Hay el sol? (0 a 1)?	HORA																							
MES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
ENERO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.23	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FEBRERO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MARZO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.32	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ABRIL	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MAYO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.45	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.45	0.00	0.00	0.00	0.00
JUNIO	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
JULIO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.84	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.84	0.00	0.00	0.00	0.00
AGOSTO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SEPTIEMBRE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.73	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
OCTUBRE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
NOVIEMBRE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.57	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DICIEMBRE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Obstáculos remotos



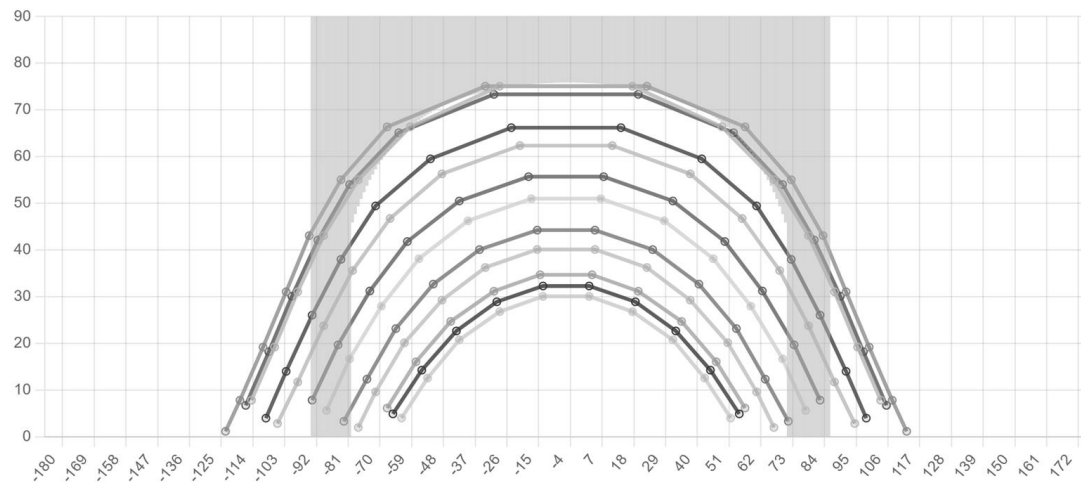
¿ Da el sol? (0 a 1) ?	HORA																							
MES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
ENERO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FEBRERO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MARZO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ABRIL	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MAYO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.23	1.00	0.77	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.87	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
JUNIO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
JULIO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.61	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AGOSTO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.29	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SEPTIEMBRE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
OCTUBRE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
NOVIEMBRE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DICIEMBRE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Obstáculos propios

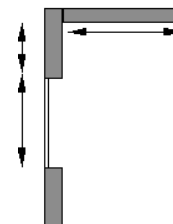
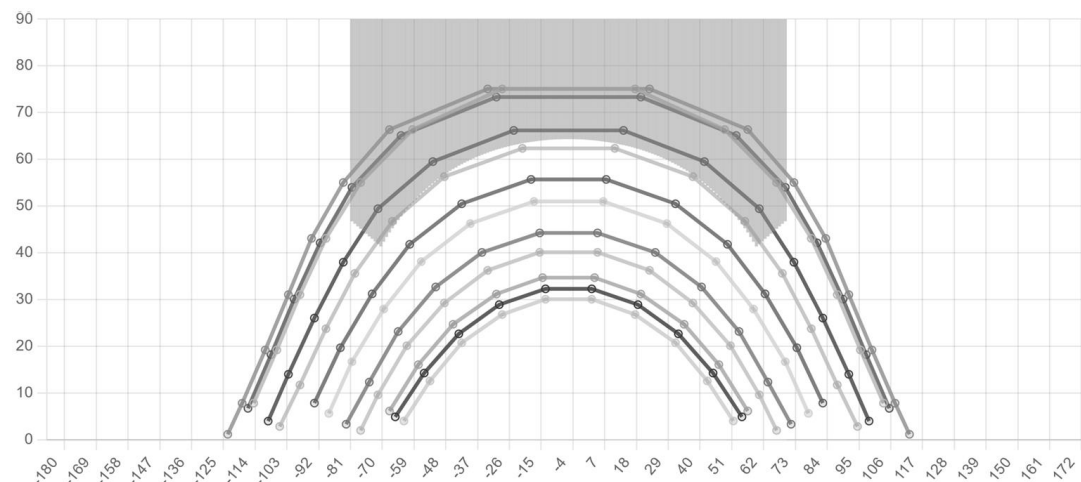


Obstáculos propios

Ejemplo retranqueo:



Ejemplo voladizo:



¿ Hay el sol? (0 a 1)		HORA																							
MES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
ENERO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.23	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
FEBRERO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
MARZO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.32	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
ABRIL	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
MAYO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.45	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.45	0.00	0.00	0.00	0.00	
JUNIO	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
JULIO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.84	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.84	0.00	0.00	0.00	0.00	
AGOSTO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
SEPTIEMBRE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.73	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
OCTUBRE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NOVIEMBRE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.57	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
DICIEMBRE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

Herramienta WINRAD

Herramienta de cálculo de la radiación incidente en ventanas



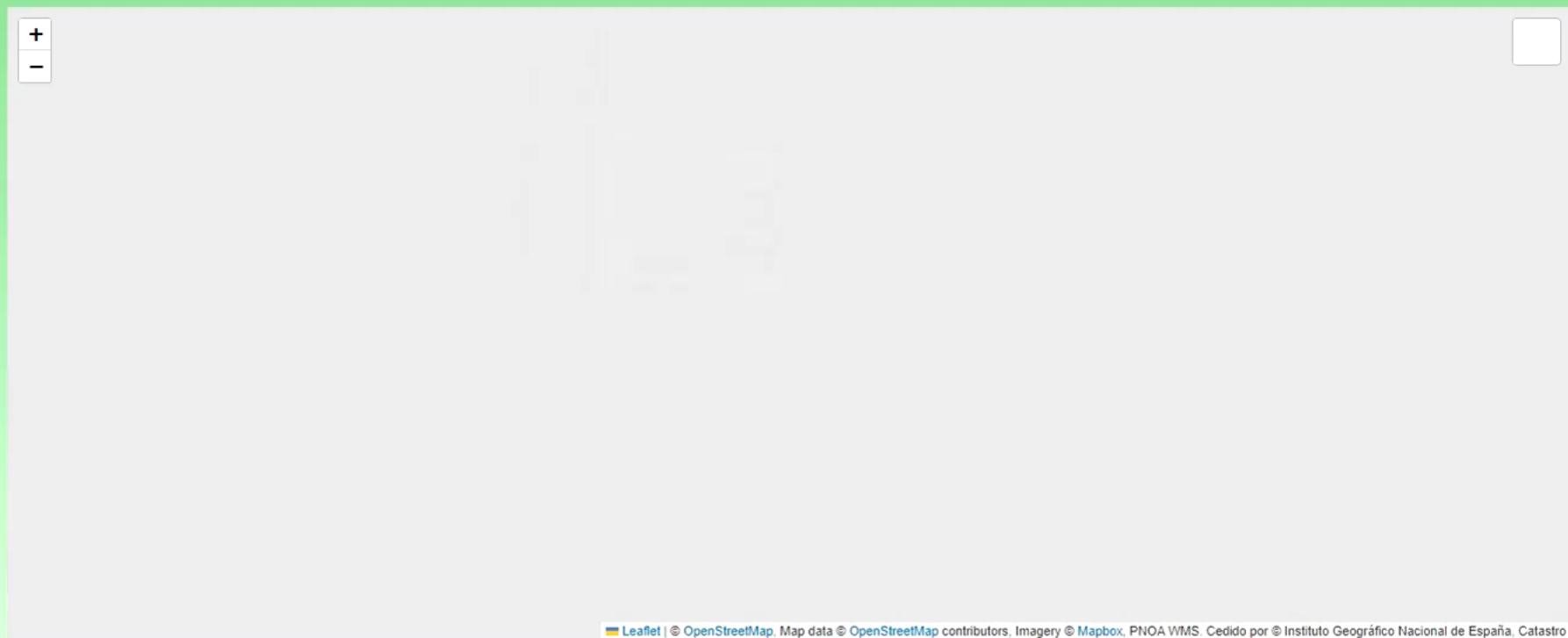
Acimut ventana:

Altura ventana:

h ventana: w ventana: r ventana: v ventana: Tita ventana: a ventana:

Coordenadas origen:

Herramienta de cálculo de la radiación incidente en ventanas



Acimut ventana:

Altura ventana:

h ventana:
 w ventana:
 r ventana:
 v ventana:
 Tita ventana:
 a ventana:

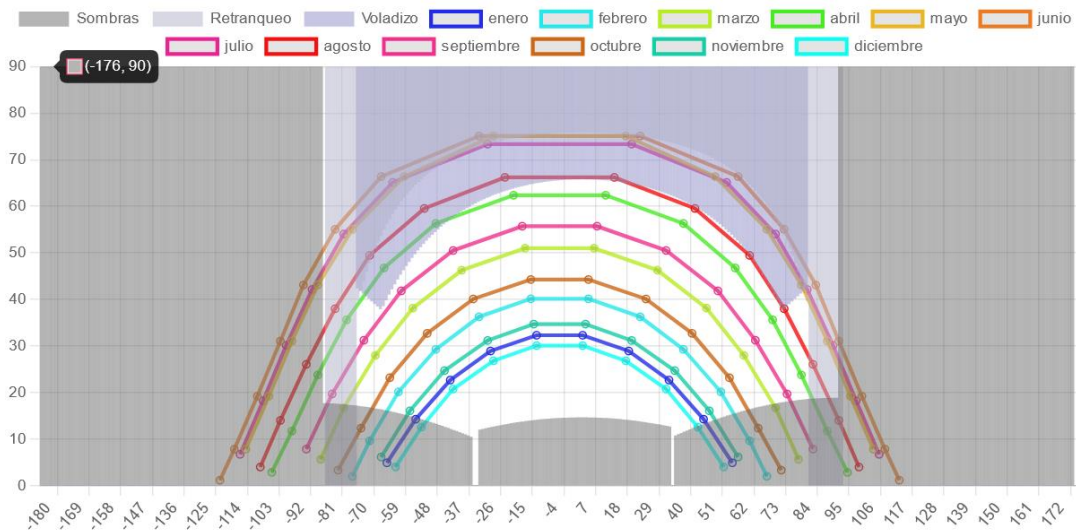
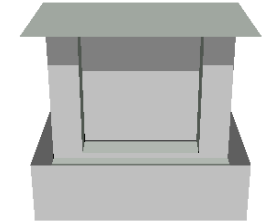
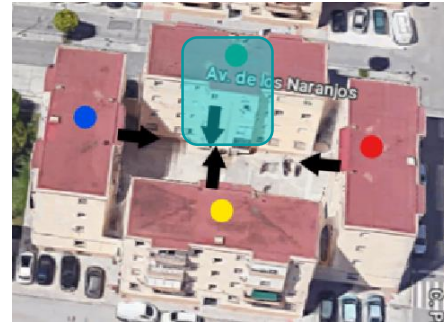
Coordenadas origen:

Ejemplos prácticos



Ejemplos prácticos: ventana ≈ sur

h:1.2, w:1.5, r: 0.15,
v: 0.15, tita: 45°, a: 0.1)

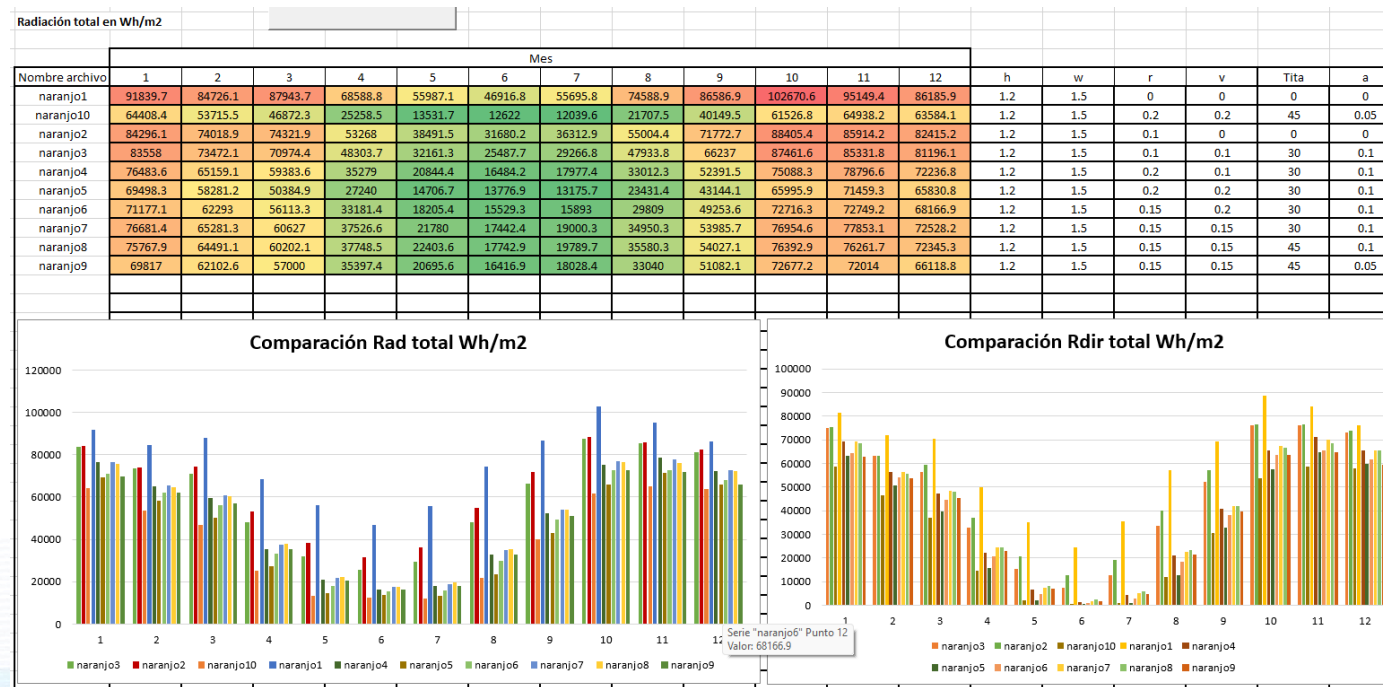
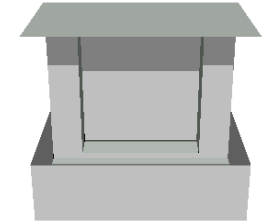
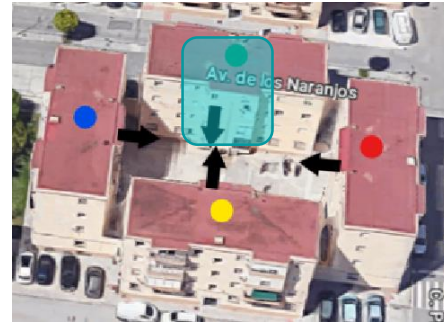


Acceso Solar con obstáculos

Mes/Hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Enero	0	0	0	0	0	0	0	0	0.39	1	1	1	1	1	1	0.9	0	0	0	0	0	0	0	0
Febrero	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Marzo	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0.39	0	0	0	0	0	0	0
Abril	0	0	0	0	0	0	0	0	0.17	0.1	0.4	0.63	0.8	0.9	0.93	1	0.67	0	0	0	0	0	0	0
Mayo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.35	0	0	0	0	0	0	0	0
Junio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Julio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Agosto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.03	0.26	0.42	0.48	0.52	0.97	0.26	0	0	0	0	0	0	0
Septiembre	0	0	0	0	0	0	0	0	0.8	0.7	1	1	1	1	1	1	0.8	0	0	0	0	0	0	0
Octubre	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Noviembre	0	0	0	0	0	0	0	0	0.73	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Diciembre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0.29	0	0	0	0	0	0	0	0

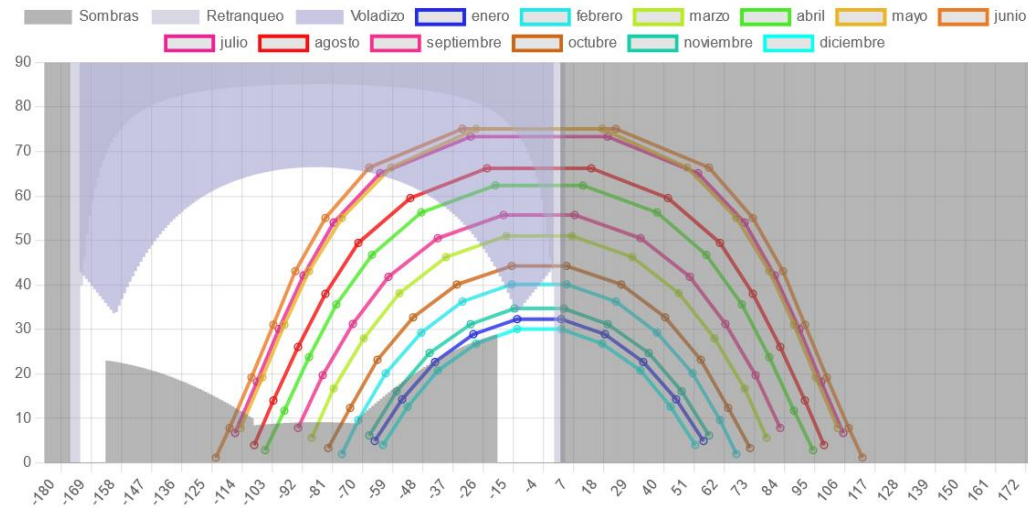
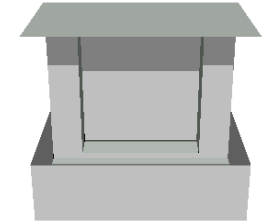
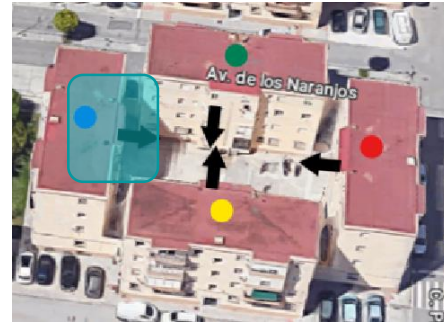
Ejemplos prácticos: ventana $\approx$ sur

h:1.2, w:1.5, r: 0.15,
v: 0.15, tita: 45°, a: 0.1)



Ejemplos prácticos: ventana $\approx$ este

$h:1.2, w:1.5, r: 0.05,$
 $v: 0.25, \text{tita: } 45^\circ, a: 0.1$

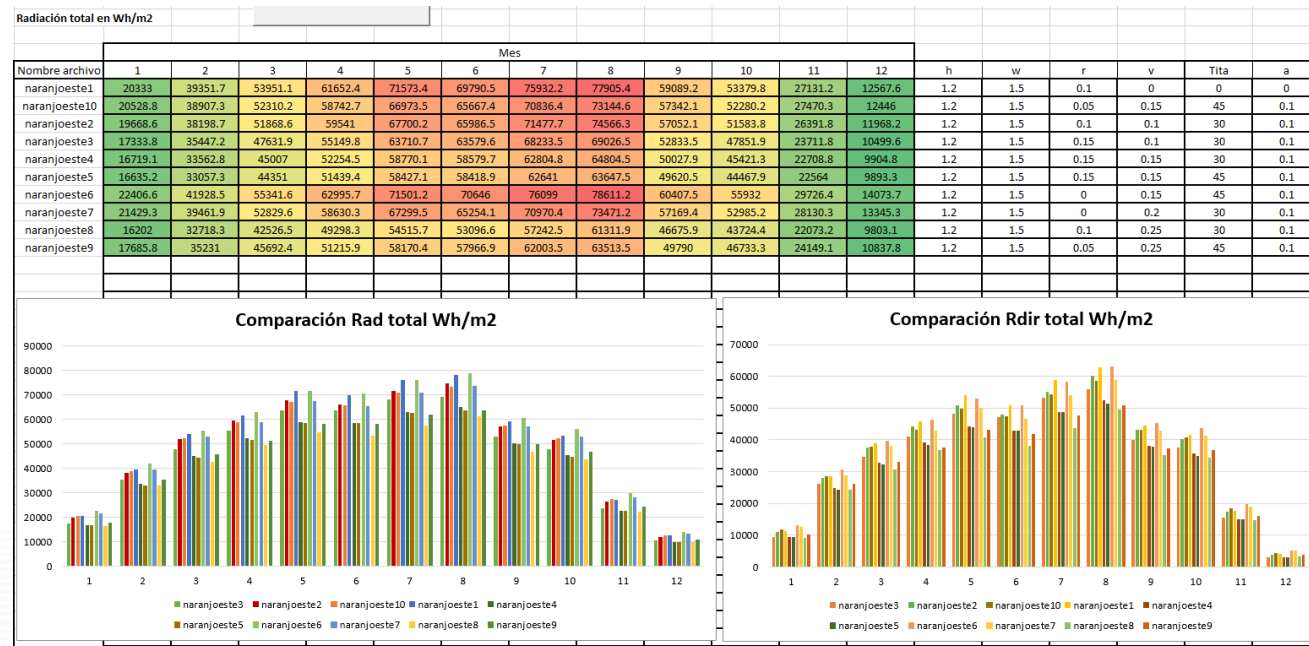
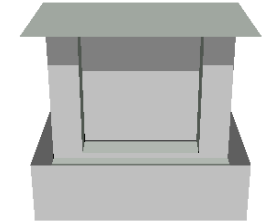
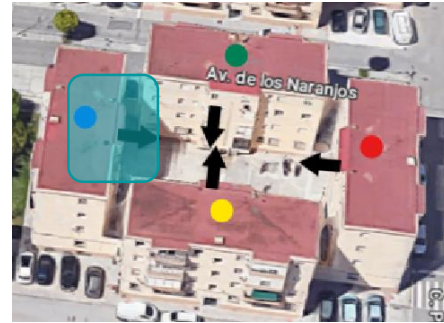


Acceso Solar con obstáculos

Mes/Hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Enero	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.45	0.84	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Febrero	0	0	0	0	0	0	0	0.5	1	1	1	0.39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Marzo	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Abril	0	0	0	0	0	0	0.93	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mayo	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0.16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Junio	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Julio	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Agosto	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0.74	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Septiembre	0	0	0	0	0	0	0.33	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Octubre	0	0	0	0	0	0	0.87	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Noviembre	0	0	0	0	0	0	0	0.37	0.83	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Diciembre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.23	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

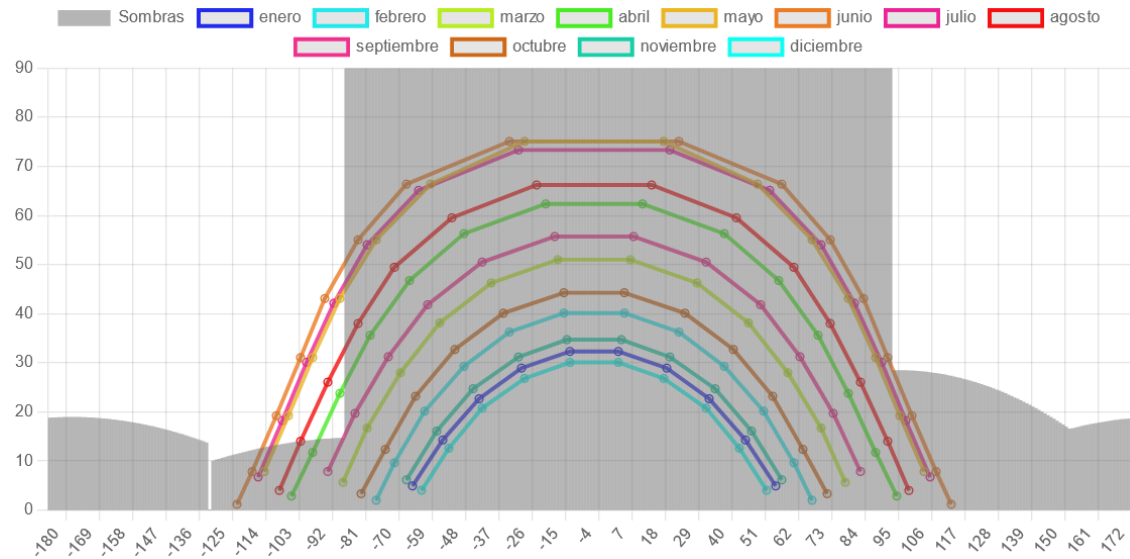
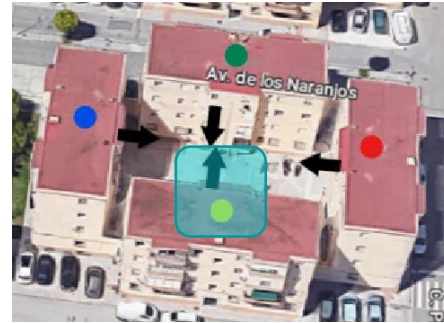
Ejemplos prácticos: ventana $\approx$ este

h:1.2, w:1.5, r: 0.05,
v: 0.25, tita: 45°, a: 0.1



Ejemplos prácticos: ventana ≈ norte

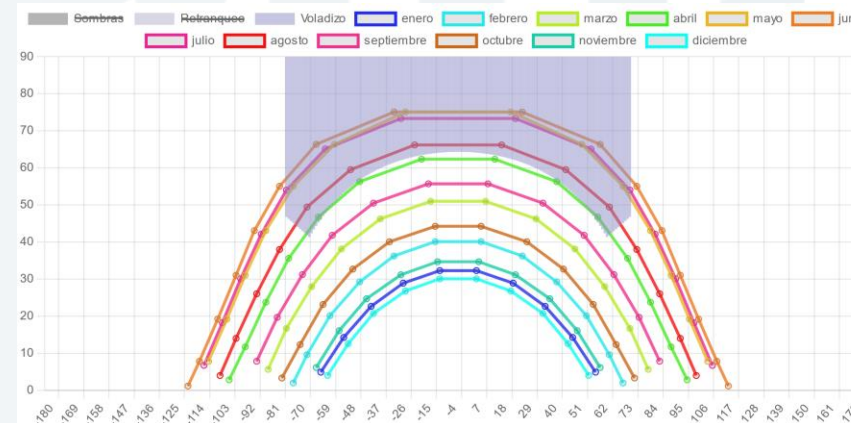
h:1.2, w:1.5



Acceso Solar con obstáculos

Mes/Hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Enero	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Febrero	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Marzo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Abril	0	0	0	0	0	0	0.13	0.67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mayo	0	0	0	0	0	0	1	1	0.61	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Junio	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Julio	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Agosto	0	0	0	0	0	0	0.52	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Septiembre	0	0	0	0	0	0	0	0.07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Octubre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Noviembre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Diciembre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Muchas gracias

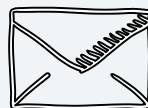


Laura Romero Rodríguez
Universidad de Cádiz

Luis Barranco Mendoza
Universidad de Cádiz

José Sánchez Ramos
Universidad de Sevilla

Servando Álvarez Domínguez
Universidad de Sevilla



laura.romero@uca.es