

Cubiertas vegetales en los edificios

Joaquín Ruiz Piñera. Arquitecto. Designer/Consultor Passivhaus



Museo Histórico de Vendéé. Fuente: PLAN 01 architects



¿Qué son las cubiertas vegetales?

Restitución espacio a la naturaleza

Arquitectura bioclimática

Adaptación/mitigación escala urbana

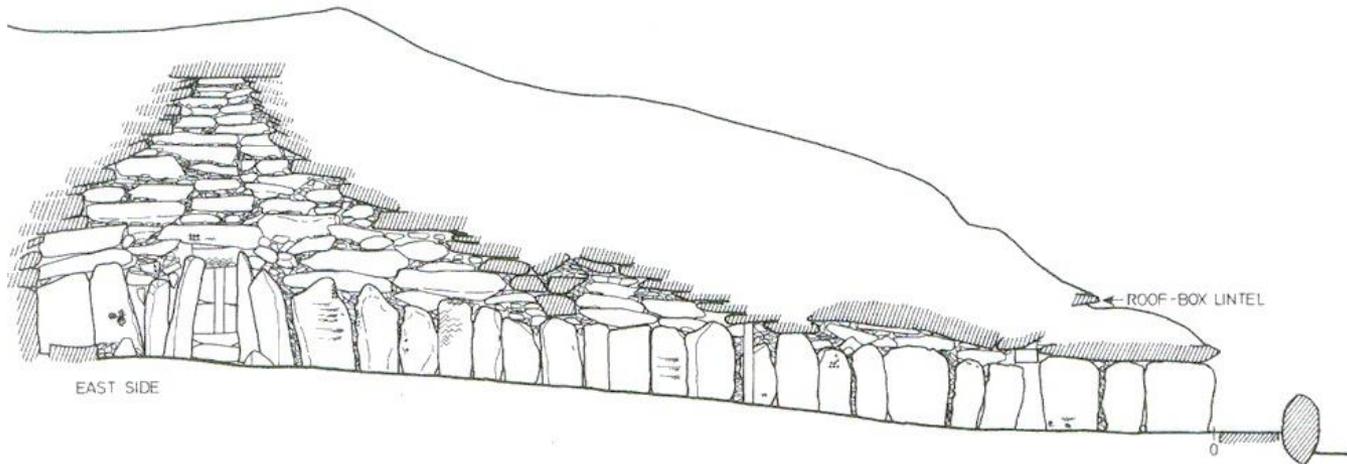


The California Academy of Sciences. Arq: Renzo Piano. Fuente: Tom Fox, SWA Group



¿Son nuevas las cubiertas vegetales?

Razones religiosas/espirituales



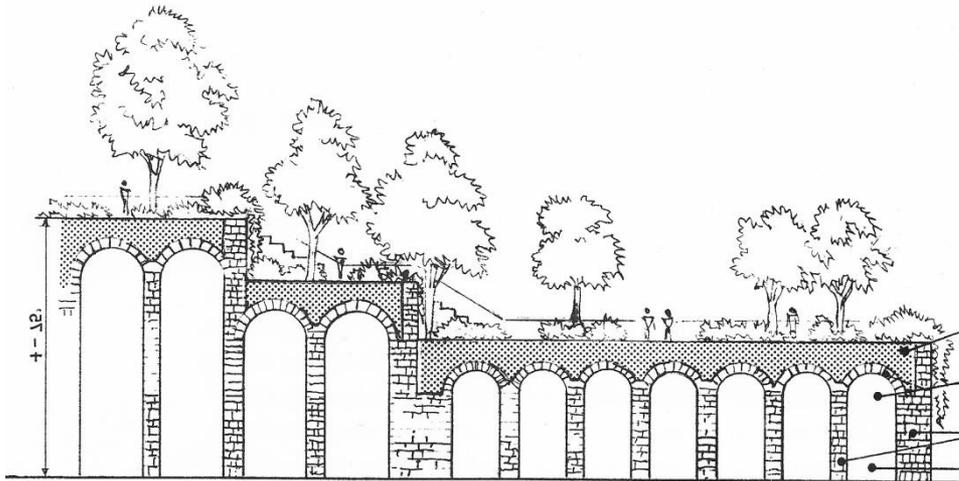
Monumento funerario Newgrange, Irlanda (ca 2300 aC). Fuente: ireland.net



¿Son nuevas las cubiertas vegetales?

Generación espacios de recreación

Modificación del microclima



Recreación de los Jardines Colgantes de Babilonia (ca 600 aC). Fuente: NeoMam Studios



Recreación de vivienda de turba Eiríksstaðir en Haukadalur, Islandia.



Cubierta vegetal en una vivienda en Tanzania. Fuente: Minke, G.

¿Son nuevas las cubiertas vegetales?

Protección del clima

Aislamiento térmico/sombreamiento



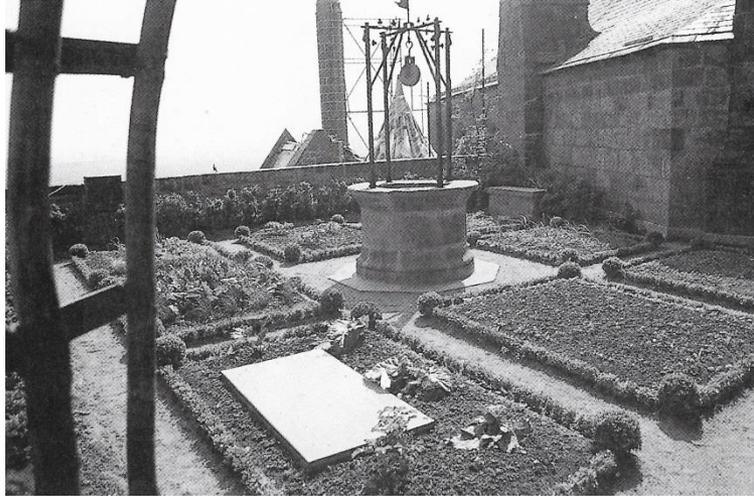
Vivienda de turba con cubierta vegetal en las llanuras de Estados Unidos c.1896.



Cubierta vegetal en una vivienda de turba en Estados Unidos. Fuente: Pearl, J.

¿Son nuevas las cubiertas vegetales?

Racionalización materias primas



Huerto en cubierta de la abadía de Mont-Saint-Michel. Fuente: Osmundson, T. 1999



Huerto urbano URBAN FARM en cubierta. Fuente: Projar.

¿Son nuevas las cubiertas vegetales?

Aprovechamiento espacio de cultivo



Azotea verde transitable del Rockefeller Center (1934). Fuente: Osmundson, T.

¿Son nuevas las cubiertas vegetales?

Re-introducción naturaleza ciudad

Racionalización espacio urbano

Beneficio económico



Recreación del efecto de Naturación urbana en Beirut Fuente: InHabitat.



Cubierta vegetal del edificio ACROS, Fukuoka, Japón. Fuente: greenroofs.com.

Beneficios de las cubiertas vegetales

Adaptación-mitigación cambio climático

Mejoras ecológicas

Filtración de la polución ambiental

Atenuación del ruido

Reducción temperatura de las ciudades

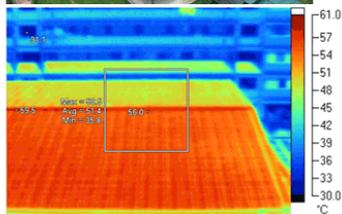
Eficiencia energética edificios

Atenuación de descarga de aguas pluviales a las redes

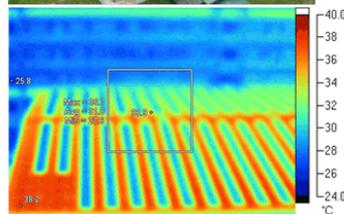
Cualidades estéticas

Aumento del valor de los edificios

Educación medioambiental



Name	Temperature	Emissivity
Centerpoint	56.0° C	0.95
Hot	59.5° C	0.95
Cold	31.1° C	0.95



Name	Temperature	Emissivity
Centerpoint	30.3° C	0.95
Hot	41.4° C	0.95
Cold	26.7° C	0.95

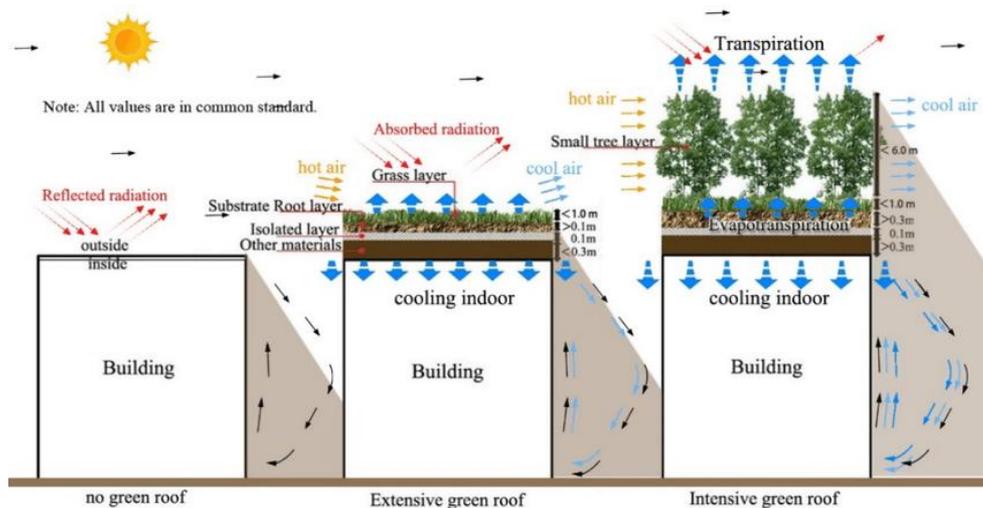
Termografía de cubiertas con y sin vegetación. Fuente: greenroofs.com.

Eficiencia energética edificios

Reducción demanda 10-40%

Mejora de temperatura superficial

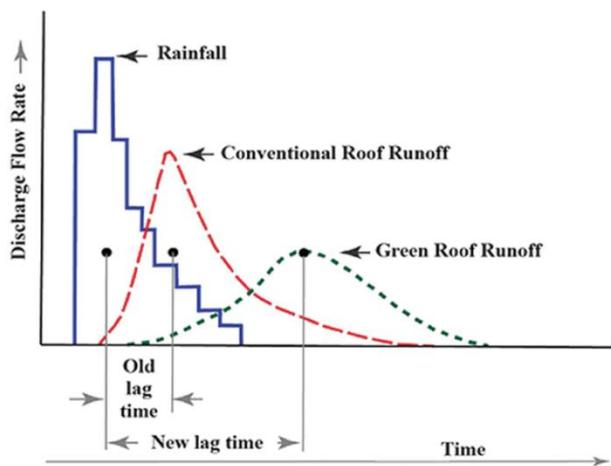
Mitigación efecto isla de calor



Efectos térmicos de las cubiertas vegetales. Fuente: Zhang, G.



Comportamiento hidrológico cubiertas. Fuente: Guía Cubiertas verdes de Barcelona.



Retraso en evacuación de agua a las redes en cubiertas verdes. Fuente: Stormwater.

Solución frente a inundaciones

Retención agua sustrato + capas tec.

Retraso evacuación exceso de agua

Evapotranspiración plantas

Retención +50 l/m² puntualmente

+80% toda la precipitación acumulada



Cubierta verde extensiva. Restaurante La Ereta. Alicante. Fotografía: autor.



Azotea vegetal intensiva. Campus Nacional de Arqueología de Israel. . Fuente: Zinco.

Tipologías de cubiertas vegetales

Cubierta extensiva

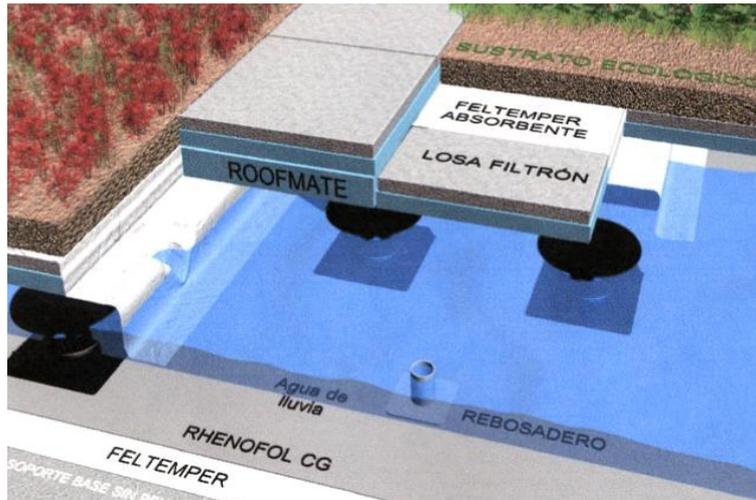
Cubierta intensiva



Cubierta vegetal floral en Atenas Fuente: Andrew Clemens.

Tipologías de cubiertas vegetales

Cubierta semi-extensiva



Cubierta vegetal aljibe. Fuente: Intemper.

Cubierta aljibe



Huerto urbano URBAN FARM. Fuente: Projar.

Tipologías de cubiertas vegetales

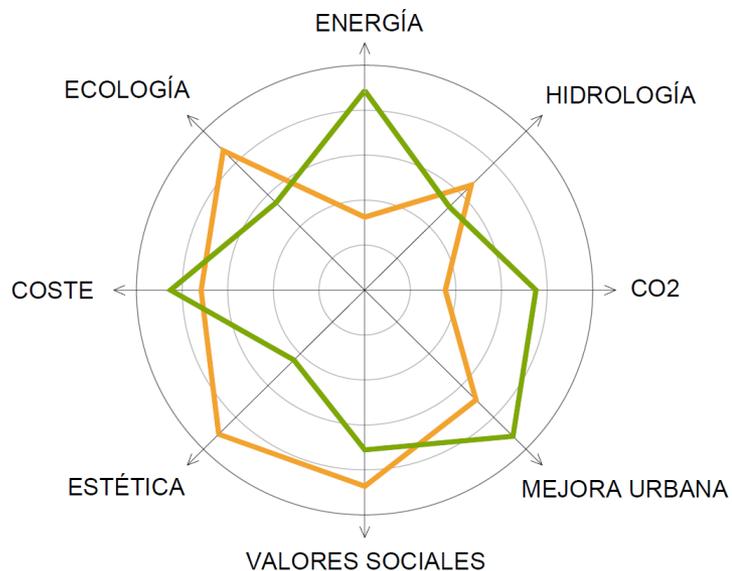
Huerto urbano



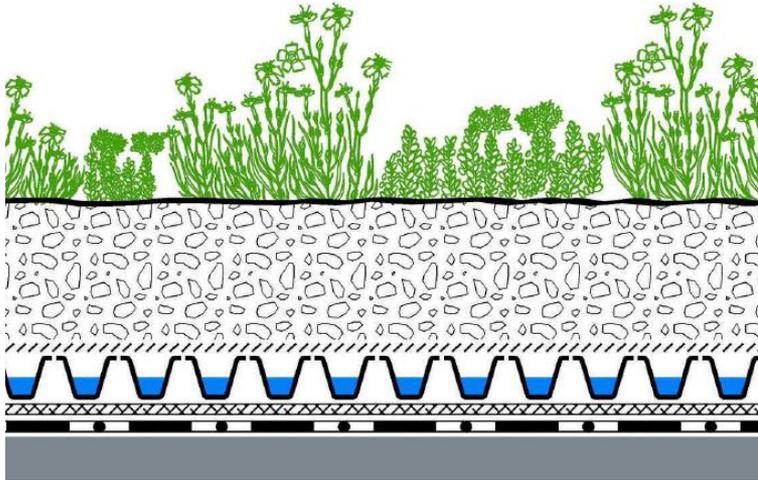
Active green roof. Fuente: climate colab.

Cubierta activa

Clasificaciones múltiples según factores



Índice de Eficiencia Hidro-Energética (%)	Clase de cubierta ecológica
90-100	Cubierta ecológica "Premium"
70-90	Cubierta ecológica "Plus"
50-70	Cubierta ecológica "Classic"
< 50	Solución no recomendada



Esquema de funcionamiento de una CV extensiva. Fuente: Geoplast



Esquema de funcionamiento de una CV extensiva. Fuente: Geoplast.

¿Cómo se construyen las cubiertas verdes?

Re-creación ecosistema (SBN)

Sistemas multicapa especializados

Diferentes funciones y diseños



Cubierta realizada in situ. Fuente: Core roof.



Cubierta de tepes de sedum. Fuente: Umich.

¿Cómo se construyen las cubiertas verdes?

Re-creación ecosistema (SBN)

Sistemas multicapa especializados

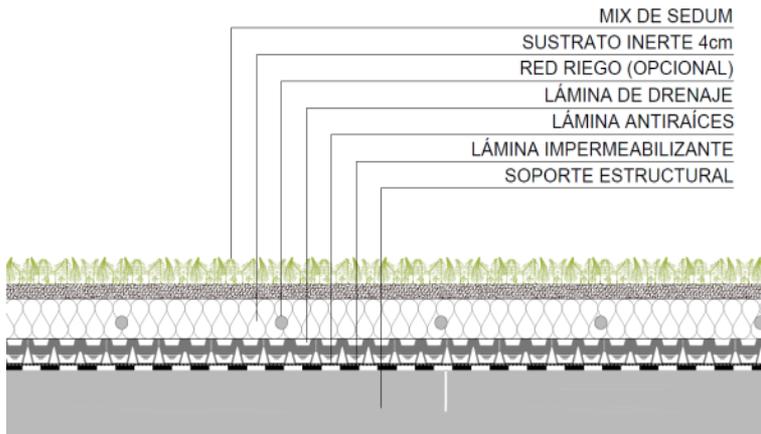
Diferentes funciones y diseños

¿Cómo se construyen las cubiertas verdes?

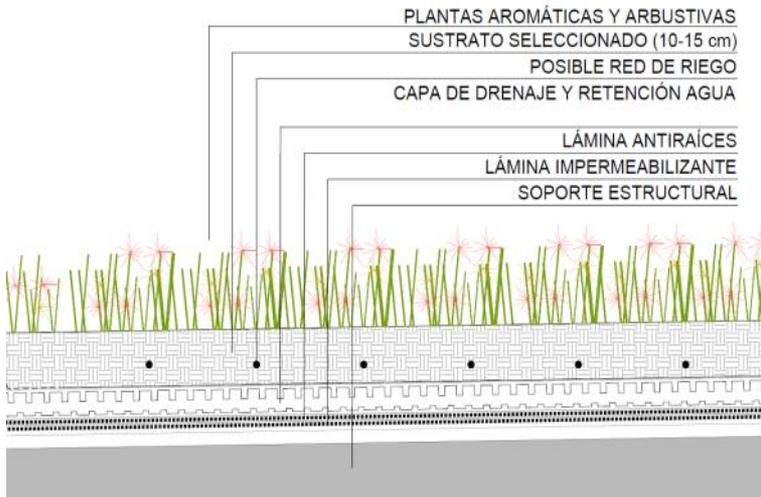
Re-creación ecosistema (SBN)

Sistemas multicapa especializados

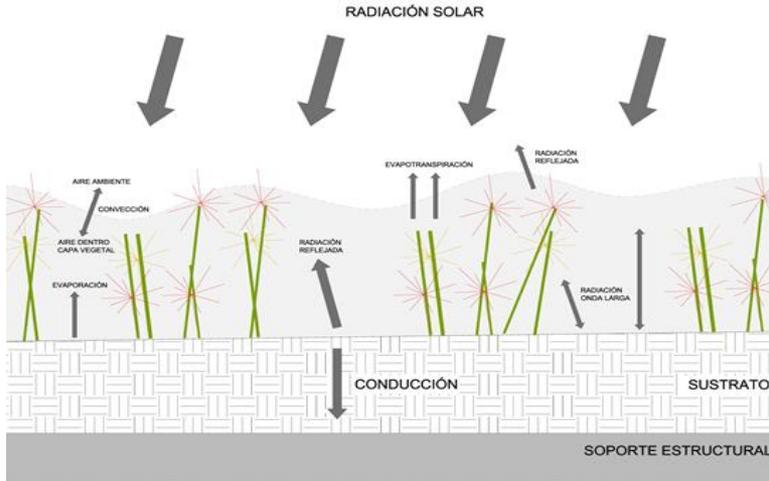
Diferentes funciones y diseños



Cubierta extensiva ligera. Fuente: ZinkArquitectura.



Cubierta semi-intensiva aromática. Fuente: ZinkArquitectura.



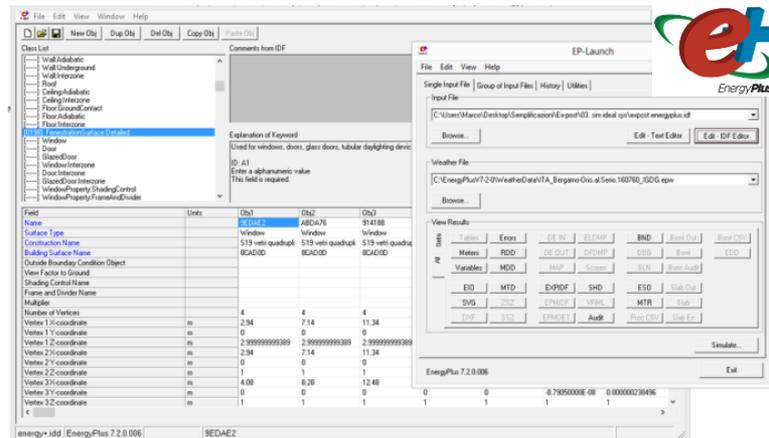
Esquema del balance térmico de una cubierta verde. Fuente: elaboración propia a partir de Leonard, T. y Leonard, J. (2006), Sailor, D.J. (2008), Refahi y Talkhabi (2015).

¿Cómo se calculan las cubiertas verdes?

Cálculos dinámicos complejos

Interrelación numerosos factores

Dependencia estado vegetación



Interfaz del motor de cálculo Energy Plus. Fuente: simulación propia.



Cubierta inclinada a 45º Superhelix, Cracovia, Polonia. Fuente: Bartłomiej Drabik



Cubierta transitable en oficinas de Green Wise en Tokio. Fuente: Green Wise.

Criterios de selección del sistema

Inclinación del soporte

Espesor del sustrato

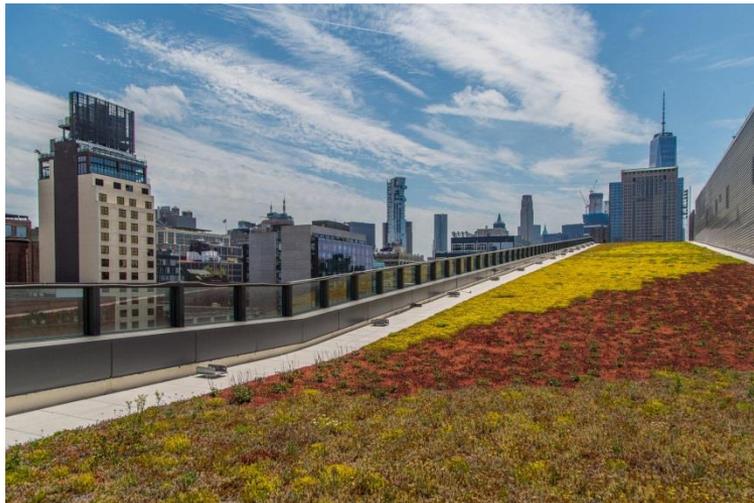
Composición del sustrato

Distribución capas técnicas

Funciones específicas requeridas



Vegetación autóctona de la Región de Murcia. Fuente: autor.



Cubierta de sedum en aparcamiento municipal en Manhattan. Fuente: nyc.gov.

Criterios de selección de la vegetación

Especies nativas / exóticas

Monocultivar / mezcla de especies

Color y forma

Valor estético

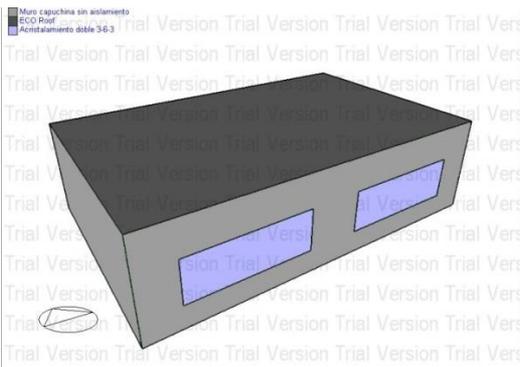
Factores climáticos y microclima

Riego y mantenimiento

Uso de fertilizantes

Método de instalación

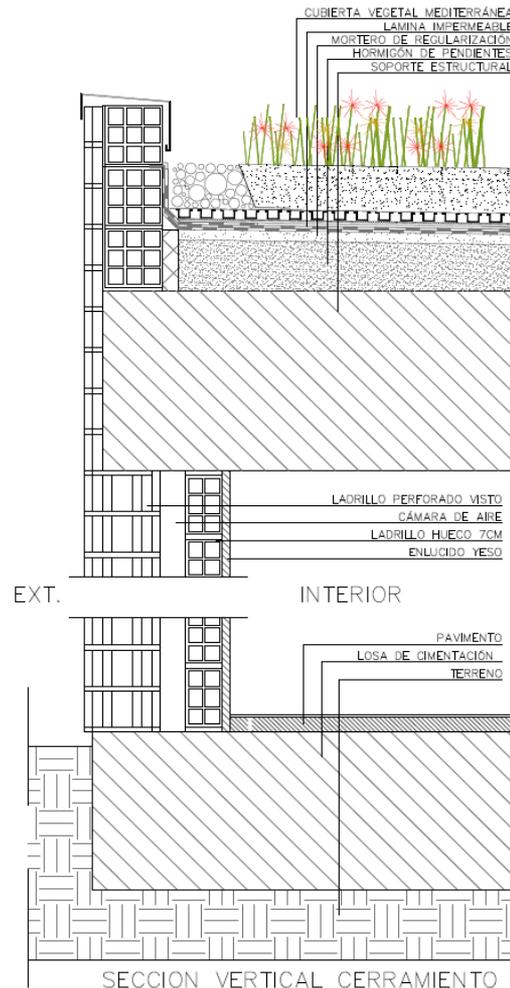
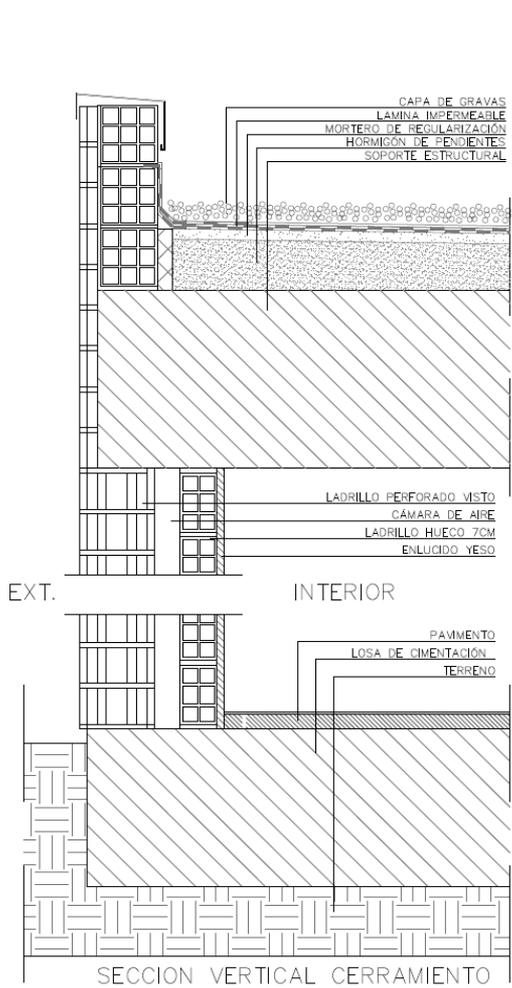
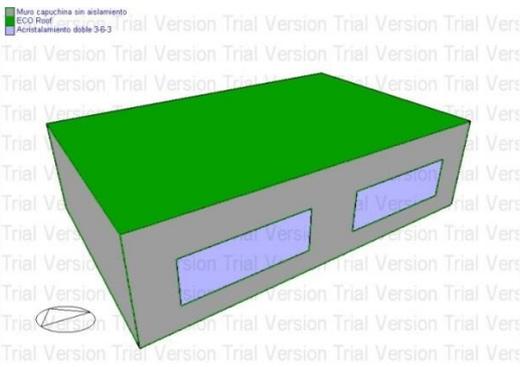
Ejemplo de aplicación



Edificio tipo A



Edificio tipo B



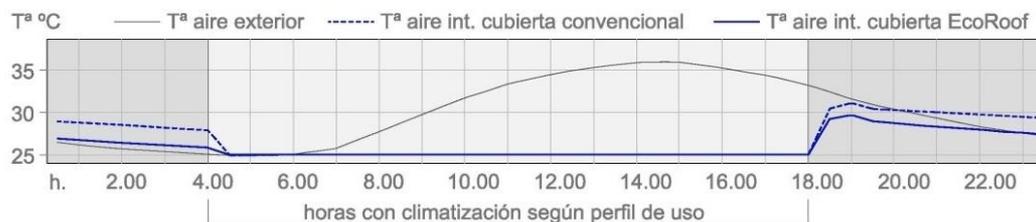
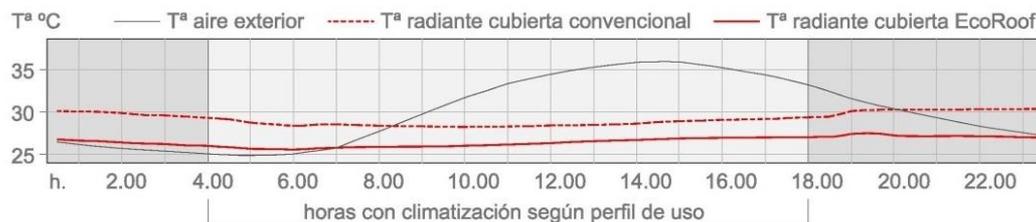
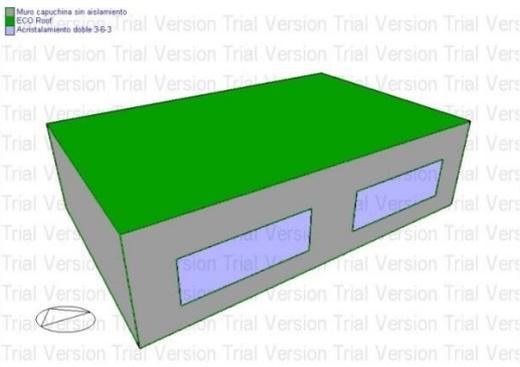
Ejemplo de aplicación



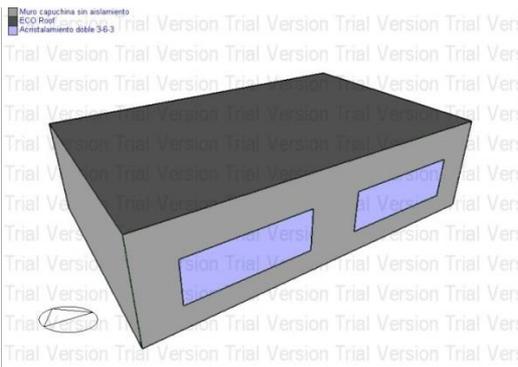
Edificio tipo A



Edificio tipo B



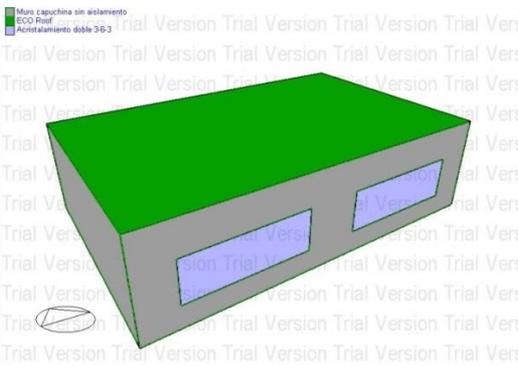
Ejemplo de aplicación



Edificio tipo A

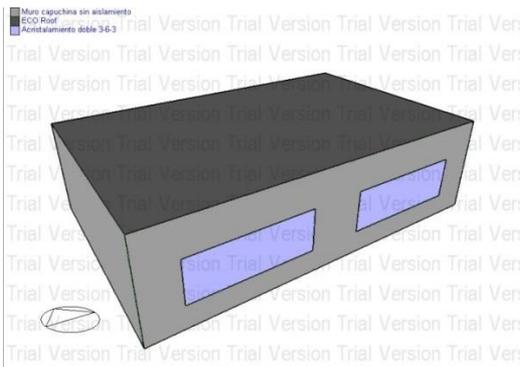


Edificio tipo B



horario	02:00	04:00	06:00	08:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	20:00	22:00	DIARIO
Temperatura Radiante en el Interior del edificio con los dos escenarios de cubierta												
Convencional (°C)	29,43	28,95	28,10	27,81	27,66	27,70	27,94	28,26	28,58	29,43	29,77	28,51
EcoRoof (°C)	25,98	25,60	25,19	25,21	25,34	25,58	25,87	26,07	26,15	26,50	26,51	25,82
Reducción (%)	-11,7%	-11,6%	-10,4%	-9,3%	-8,4%	-7,7%	-7,4%	-7,7%	-8,5%	-10,0%	-11,0%	-9,4%
Temperatura del Aire en el Interior del edificio con los dos escenarios de cubierta												
Convencional (°C)	28,20	27,63	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	29,86	29,34	26,37
EcoRoof (°C)	26,12	25,58	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	28,25	27,51	25,68
Reducción (%)	-7,4%	-7,4%	horario de climatización activa T^a=25°C							-5,4%	-6,2%	-2,6%
Temperatura Operativa en el Interior del edificio con los dos escenarios de cubierta												
Convencional (°C)	28,81	28,29	26,55	26,40	26,33	26,35	26,47	26,63	26,79	29,64	29,56	27,44
EcoRoof (°C)	26,05	25,59	25,10	25,10	25,17	25,29	25,44	25,54	25,58	27,38	27,01	25,75
Reducción (%)	-9,6%	-9,5%	-5,5%	-4,9%	-4,4%	-4,0%	-3,9%	-4,1%	-4,5%	-7,6%	-8,6%	-6,2%
Demanda de enfriamiento total en el Interior del edificio con los dos escenarios de cubierta												
Convencional (W/m2)	0,00	0,00	24,78	48,51	66,47	74,91	83,72	84,02	73,51	0,00	0,00	41,45
EcoRoof (W/m2)	0,00	0,00	3,14	30,66	51,05	60,98	70,01	69,28	56,95	0,00	0,00	31,10
Reducción (%)	-	-	-87,3%	-36,8%	-23,2%	-18,6%	-16,4%	-17,5%	-22,5%	-	-	-25,0%

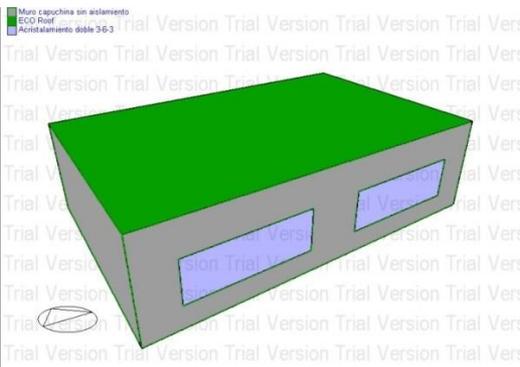
Ejemplo de aplicación



Edificio tipo A



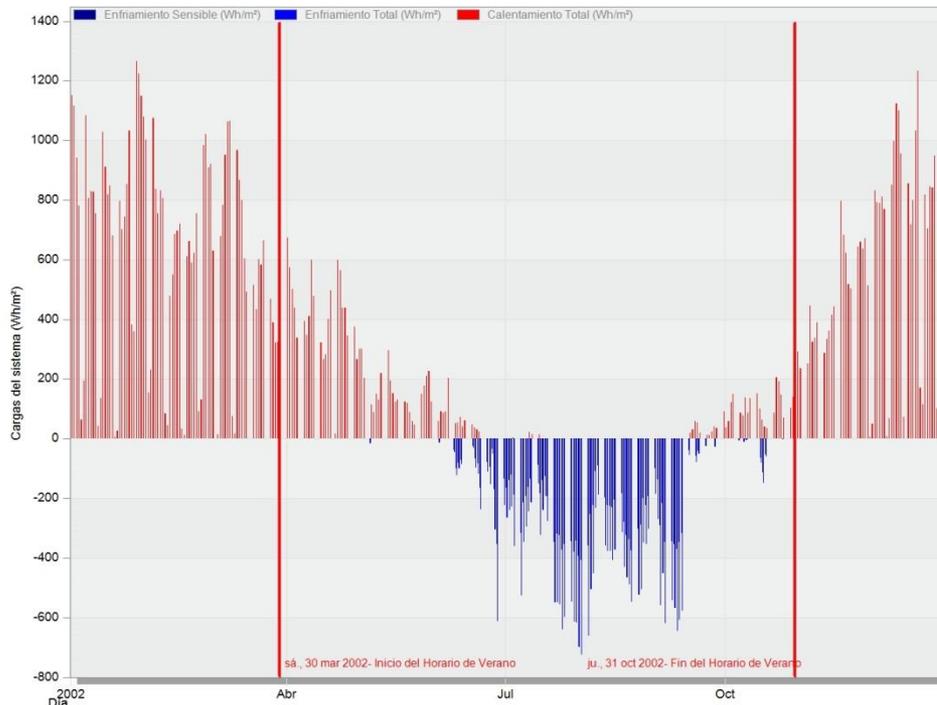
Edificio tipo B



EnergyPlus

- Comparativa Edificios sin Aislamiento, Standard roof
1 Ene - 31 Dic, Diario

Evaluación



Día	2002	Abr	Jul	Oct
Enfriamiento Sensible (Wh/m²)	0,00	0,00	0,00	0,00
Enfriamiento Total (Wh/m²)	0,00	0,00	0,00	0,00
Calentamiento Total (Wh/m²)	153,78	1064,22	346,71	0,00

Enfriamiento Sensible (Wh/m²)	0,00	0,00	0,00	0,00	-139,63	-182,86	0,00	0,00	0,00
Enfriamiento Total (Wh/m²)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-239,31	-314,08	0,00	0,00
Calentamiento Total (Wh/m²)	153,78	1064,22	346,71	0,00	61,23	0,00	0,00	0,00	146,19

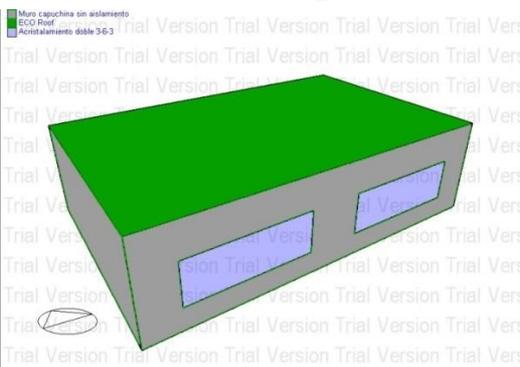
Ejemplo de aplicación



Edificio tipo A



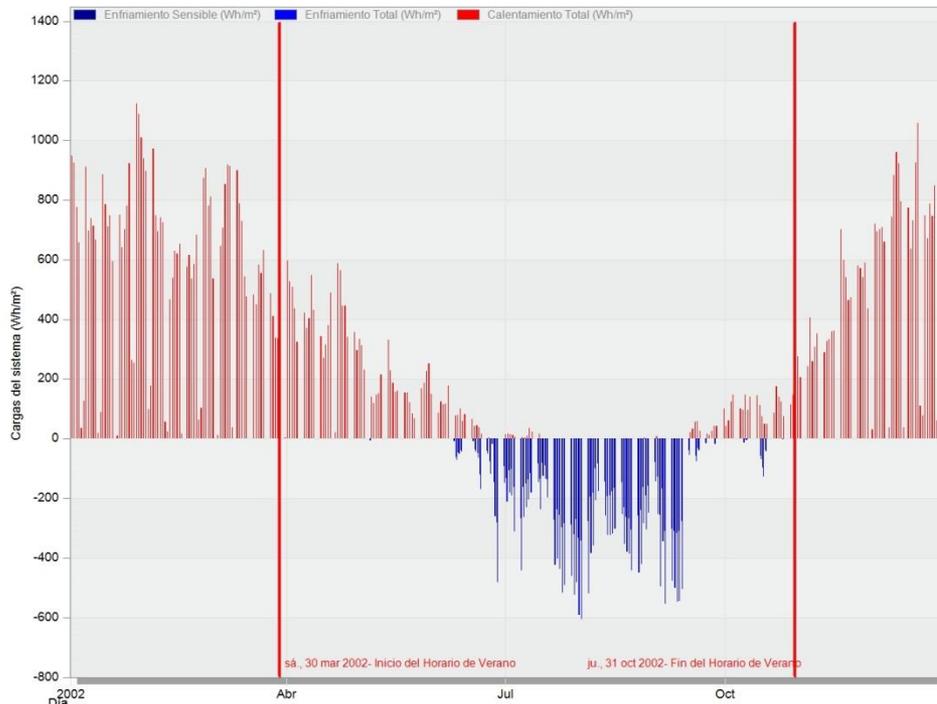
Edificio tipo B



EnergyPlus

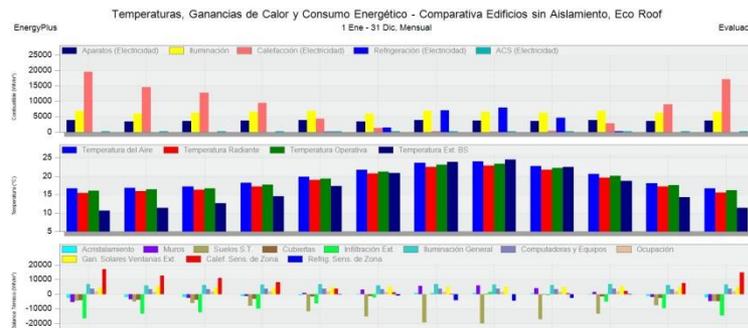
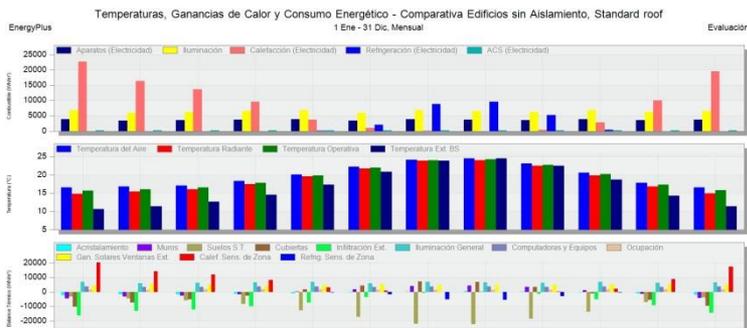
- Comparativa Edificios sin Aislamiento, Eco Roof
1 Ene - 31 Dic, Diario

Evaluación

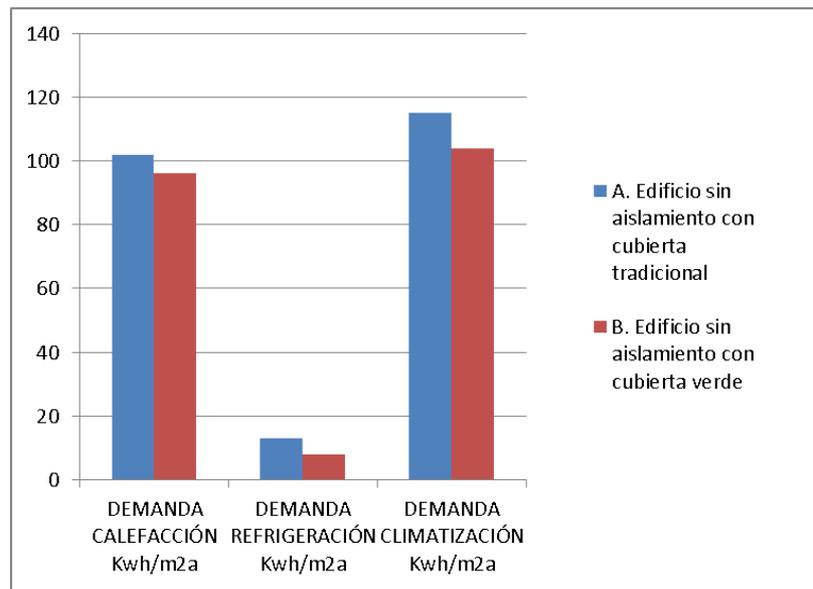


2002 Día	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
Enfriamiento Sensible (Wh/m²)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-80,95	-146,89	0,00	0,00	0,00
Enfriamiento Total (Wh/m²)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-124,61	-253,20	0,00	0,00	0,00
Calentamiento Total (Wh/m²)	97,29	917,90	371,92	0,00	82,86	0,00	0,00	0,00	125,20	572,07

Ejemplo de aplicación



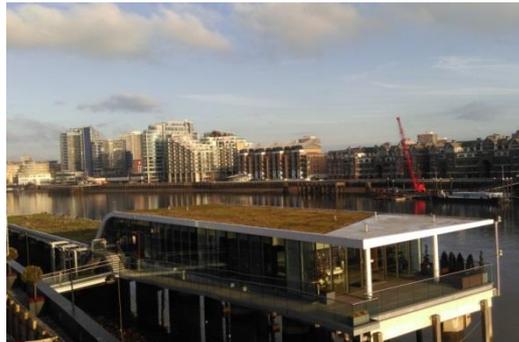
	A	B
DEMANDA TOTAL Kwh/m2a	250,45	237,95
reducción %		-4,99%
DEMANDA CALEFACCIÓN Kwh/m2a	101,99	96,06
reducción %		-5,81%
		5,93
DEMANDA REFRIGERACIÓN Kwh/m2a	12,91	7,96
reducción %		-38,34%
		4,95
DEMANDA CLIMATIZACIÓN Kwh/m2a	114,9	104,02
reducción %		-9,47%
		10,88
PÉRDIDAS CUBIERTA W/m2	-39,23	-13,23
reducción %		-66,28%



Ejemplo de aplicación



Sp. Sarah
Artistic Impression.



Cubierta vegetal ecológica en edificio sobre el río Támesis . Londres. Fuente: autor.

Ejemplo de aplicación



Cubierta vegetal ecológica en edificio sobre el río Támesis . Londres. Fuente: autor.

Futuras aplicaciones?



Futuras aplicaciones?



Gracias por su atención

Cubiertas vegetales en los edificios

Joaquín Ruiz Piñera. Arquitecto. Designer/Consultor Passivhaus

j.ruiz@zinkarquitectura.com