

MASTER EN ENERGIA PER AL DESENVOLUPAMENT SOSTENIBLE

MASTER EN ENERGIA PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE



Universidad
Católica
"Nuestra Señora de la Asunción"



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA

MÒDUL 10 : PROJECTE FINAL DE MASTER
COORDINADOR : DANIEL GARCIA-ALMIÑANA

**Diseño de un edificio autosuficiente y "low cost" para
autoconstrucción
- ANEXOS -**

Autores :
Christof Knie
Adrià Belmonte
Bruno Berthomieu
Santiago Madrid

GRUPO G04/2009-TER
Tutor :
Martí Rosas Casals
Presentación :
Terrassa, a 16 de Enero de 2010

0 Índice

0	Índice	1
1	Anexo al apartado 8.....	3
1.1	Luminarias	3
1.1.1	Halógenas.....	3
1.1.2	Bajo consumo	3
1.1.3	LED	4
1.2	Método de los lúmenes	5
1.2.1	Índice del local	5
1.2.2	Índice de reflexión.....	5
1.2.3	Factor de utilización y mantenimiento.....	6
1.2.4	Niveles deseados de iluminación.....	6
1.2.5	Resolución	7
2	Anexo al apartado 10.....	8
2.1	Coefficiente de pérdidas por cerramientos.....	8
2.1.1	Detalle requerimientos NBE-CT79.....	8
2.1.2	Cálculo del coeficiente de pérdidas por cerramientos	9
2.2	Dimensionado pozo canadiense	15
2.2.1	Intercambio térmico suelo / aire.....	15
2.2.2	Dimensionado de la tubería	16
2.2.3	Temperatura del subsuelo	20
2.3	Chimenea de agua	24
2.3.1	Temperatura mínima histórica	24
2.3.2	Selección de la termo-chimenea.....	26
2.3.3	Combustible leña	27
2.4	Suelo radiante	28
2.4.1	Elección del captador solar.....	28
2.4.2	Cálculo de la energía aprovechable	28
3	Anexo al apartado 11.....	29
3.1	Cálculo de temperatura del agua de red	29

3.2	Selección del captador	31
3.3	Sistema de apoyo.....	33
4	Anexo al apartado 12.....	33
4.1	Demanda energética de electricidad.....	33
4.1.1	Electrodomésticos.....	33
4.1.2	Iluminación.....	34
4.1.3	Sistemas auxiliares.....	40
4.2	El Atlas Eólico de España	49
4.3	Potencial eólico en la parcela.....	50
4.3.1	La Rosa de los Vientos	50
4.3.2	Datos de viento.....	51
4.3.3	Recurso eólico / distribución de Weibull	52
4.4	El aerogenerador.....	53
5	Anexo al capítulo 14	54
5.1	Sistema de depuración de agua.....	54
5.2	Consumo de agua de la vivienda	56
5.2.1	Consumo doméstico	56
5.2.2	Consumo de huertos y jardín.....	56
5.3	Pluviometría.....	57
6	Anexo al apartado 15.....	58
6.1	Mapas de Impacto ambiental	58
6.2	Valores límite de iluminación.....	61
6.3	Factor de emisiones del Mix eléctrico español.....	75
7	Anexo al apartado 16.....	76
7.1	Presupuesto de la construcción	76

1 Anexo al apartado 8

1.1 Luminarias


1.1.1 Halógenas

Éste tipo de luminaria se va a instalar en aquellos espacios que requieran un encendido de luces instantáneo y un buen nivel de iluminación. Las luces halógenas sustituyen a las convencionales luces incandescentes, aportando mayor cantidad de lúmenes por el mismo consumo energético. Aunque este tipo de luminaria no sea la más adecuada a efectos de reducir el consumo energético, lo es a efectos de tener un tipo de luminaria que proporcione iluminación rápida a espacios como pasillos, armarios o el tocador del baño.

En la Tabla 1 se muestran las características técnicas de lámparas halógenas seleccionadas.

Tabla 1: Características de las lámparas halógenas

Halógena	
Dicroica 50 mm Ø	
Voltaje (V)	12
Potencia (W)	50
Intensidad luminosa (lum.)	3500
Apertura del haz	20°
Duración (h. aprox.)	12000





1.1.2 Bajo consumo

Las lámparas de bajo consumo se van a instalar en aquellos espacios que requieran un nivel alto de iluminación prolongadamente. Las luminarias de bajo consumo requieren de unos minutos entre que activa el interruptor y proporcionan el nivel nominal de iluminación, por lo que no son adecuadas para aquellas aplicaciones que requieran luz durante breves instantes de tiempo. Por ello, se van a instalar en espacios de uso prolongado como el salón, la cocina o la iluminación exterior.

Asimismo, se van a instalar dos tipos de luminarias de bajo consumo. El primer modelo es de una potencia superior, y proporciona mayor nivel de iluminación. Este modelo va a ser instalado en los techos, y deben aportar más luz puesto que su función es iluminar un espacio mayor. Por otra parte, el segundo modelo instalado es de menor potencia y menor nivel de iluminación. Éste tipo de lámpara se va a instalar en luminarias de pie, cuya función es la de iluminar una zona muy próxima a la de su instalación, para permitir actividades como la lectura o ver la televisión sin tener todo el espacio iluminado.

Tabla 2: Características de las lámparas de bajo consumo

Bajo Consumo techo		
E-27 Cuatro tubos		
Voltaje (V)	220	
Potencia (W)	30	
Intensidad luminosa (lum.)	2000	
Color	Blanco cálido	
Duración (h. aprox.)	8000	
Bajo consumo lectura		
Mini E-27 Dos tubos		
Voltaje (V)	220	
Potencia (W)	7	
Intensidad luminosa (lum.)	430	
Color	Blanco cálido	
Duración (h. aprox.)	5000	



1.1.3 LED

El último tipo de lámpara utilizado son los focos LED. Este tipo de luminaria, que es de una gran eficiencia lumínica, aporta un alto nivel de iluminación a corto alcance, consumiendo una cantidad de energía muy por debajo de otros tipos de lámparas.

Los LED's son lámparas de muy larga duración, que emiten luz sin rayos infrarrojos ni ultravioleta, por lo que hay menor disipación de energía, lo que conlleva la no emisión de calor durante su funcionamiento. Éstas características técnicas hacen que los focos LED's sean ideales para trabajar en la cocina haciendo tareas que requieran un alto nivel de iluminación muy cercana, así como el estudio de la segunda planta. Los LED's permiten tener el foco muy cerca del plano de trabajo, aportado gran cantidad de iluminación, sin generación de calor y consumiendo muy poca energía.

Su bajo consumo lo hace ideal también para su instalación en el exterior de la vivienda. Así, se va a instalar una línea de focos LED's en el porche de la vivienda, resiguiendo perimetralmente la casa.

Tabla 3: Características de los focos LED

LED's interiores		
Laesled alta intensidad Hi-Volt		
Voltaje (V)	230	
Potencia (W)	2	
Intensidad luminosa (lum.)	115	
Apertura del haz	15°	
Duración (h. aprox.)	10000	
LED's exteriores		
Laesled 50 mm Ø		
Voltaje (V)	12	
Potencia (W)	1	
Intensidad luminosa (lum.)	37	
Apertura del haz	38°	
Duración (h. aprox.)	20000	

1.2 Método de los lúmenes

Mediante este método se puede determinar el nivel de iluminación que tiene que haber en el plano de iluminación para poder garantizar un nivel medio de iluminación determinado en el plano de trabajo. Se trata de un sistema de cálculo aproximado, pero debido al carácter básico de éste proyecto se considera un sistema viable para hacer una primera aproximación al cálculo de iluminación. En estudios posteriores se recomienda usar el método de las curvas isolux, o en su defecto, usar programas informáticos simuladores como *Dialux*.

1.2.1 Índice del local

Para llevar a cabo éste método debe definirse en primer lugar la geometría del espacio a estudiar. En este sentido, debe mencionarse la principal limitación de éste método, y es que sólo puede usarse en espacios con una geometría rectangular y relativamente uniforme. Quedan por lo tanto excluidos los espacios con más o menos de 4 paredes, como los pasillos, escaleras, o posibles salas con forma circular.

Los parámetros geométricos a definir son los siguientes:

- Anchura (A)
- Longitud (L)
- Altura de colocación del plano de iluminación (PI)
- Altura del plano de trabajo (PT)

A partir de estos parámetros se debe calcular el *Índice del local* (IL) mediante la siguiente fórmula:

$$IL = \frac{A \cdot L}{(P_I - P_T)(A + L)} \quad (1)$$

1.2.2 Índice de reflexión

Posteriormente, se deben definir los *índices de reflexión* de las paredes y techos del local. Unas paredes completamente blancas tendrán un índice de reflexión muy alto, mientras que paredes oscuras u opacas tendrán índices de reflexión menores. Cuanto menor es el índice de reflexión, mayor aportación artificial tiene que haber, puesto que las paredes reflejan menos luz hacia el plano de trabajo.

En el caso estudiado, puesto que los cerramientos interiores son de sacos de arena, revoco de adobe o madera, se ha considerado un índice de reflexión del 30% para todos los cerramientos. Éste índice corresponde a cerramientos oscuros, tal y como muestra la Tabla 4.

Tabla 4: Factor de reflexión según el color de un cerramiento (Fuente: <http://edison.upc.edu/curs/llum/interior>)

	Color	Factor de reflexión
Techo	Blanco o muy claro	0,7
	claro	0,5
	medio	0,3
Paredes	claro	0,7
	medio	0,5
	oscuro	0,3
Suelo	claro	0,5
	oscuro	0,3

1.2.3 Factor de utilización y mantenimiento

En base al índice del local calculado y los índices de reflexión asignados se halla el *factor de utilización*. Este factor se tiene que obtener a partir de tablas, en las cuales debe definirse además el tipo de fuente de luz. En este caso, todas las fuentes luminosas propuestas en la vivienda son fuentes puntuales y de luz semi-indirecta. La Imagen 1 muestra un ejemplo de tabla a partir de la cual se han obtenido los factores de utilización de los distintos espacios de la vivienda.

LUMINARIA	Coeficiente de conservación	Índice local	Techo 70%			Techo 50%			Techo 30%	
			Paredes 50%	Paredes 30%	Paredes 10%	Paredes 50%	Paredes 30%	Paredes 10%	Paredes 30%	Paredes 10%
			Coeficiente de utilización para alumbrados interiores							
Luminaria para lámparas de vapor de mercurio. Haz medio. Alumbrado DIRECTO	Bueno: 0,75 Medio: 0,70 Malo: 0,65	0,60	0,52	0,49	0,47	0,52	0,49	0,47	0,49	0,47
		1	0,64	0,61	0,59	0,63	0,61	0,59	0,60	0,58
		2	0,74	0,72	0,70	0,73	0,71	0,66	0,70	0,69
		3	0,78	0,76	0,74	0,77	0,75	0,74	0,74	0,73
4	0,79	0,78	0,76	0,78	0,77	0,76	0,76	0,76	0,75	
Pantalla para tubos fluorescentes standard. Alumbrado SEMIDIRECTO	Bueno: 0,70 Medio: 0,60 Malo: 0,50	0,60	0,30	0,25	0,22	0,29	0,25	0,22	0,25	0,21
		1	0,46	0,41	0,37	0,45	0,40	0,36	0,39	0,36
		2	0,65	0,60	0,56	0,62	0,58	0,54	0,56	0,53
		3	0,73	0,69	0,65	0,70	0,66	0,63	0,63	0,61
4	0,77	0,73	0,70	0,73	0,70	0,68	0,67	0,67	0,65	
Luminaria para tubos fluorescentes standard provista de cubeta de material plástico. Alumbrado SEMIDIRECTO	Bueno: 0,75 Medio: 0,70 Malo: 0,65	0,60	0,24	0,19	0,15	0,23	0,19	0,15	0,18	0,15
		1	0,36	0,31	0,26	0,34	0,29	0,26	0,28	0,25
		2	0,51	0,46	0,41	0,48	0,43	0,40	0,41	0,38
		3	0,57	0,53	0,49	0,53	0,50	0,47	0,47	0,44
4	0,60	0,57	0,53	0,57	0,54	0,51	0,50	0,50	0,48	

Imagen 1: Factores de utilización según tipo de luminaria

Además de los factores hallados, hay que determinar también el *factor de mantenimiento*. Este factor hace referencia al mantenimiento que tienen las luminarias. Los valores normales son de entre 0,6 (para ambientes sucios) a 0,8 (para ambientes limpios). En el caso estudiado, puesto que se trata de una vivienda de uso intermitente, se ha escogido un valor medio de 0,7.

1.2.4 Niveles deseados de iluminación

Finalmente, deben definirse los niveles medios de iluminación deseados en el plano de trabajo. La elección de estos valores depende mucho del uso que se le

quiera dar al espacio. En este caso, al tratarse de una vivienda se han seleccionado los valores medios a partir de la Tabla 5.

Tabla 5: Valores recomendables de iluminación (en Lux) en vivienda (Fuente: <http://edison.upc.edu/curs/llum/interior/iluint1.html#nivel>)

	Mínimo	Recomendable	Óptimo
Dormitorios	100	150	200
Aseos	100	150	200
Cuartos de estar	200	300	500
Cocinas	100	150	200
Cuartos de estudio	300	500	750

1.2.5 Resolución

Con todos los datos obtenidos, puede calcularse el flujo luminoso mínimo que tiene que haber en la altura de colocación de las luminarias para abastecer lumínicamente el plano de trabajo según los valores propuestos en el apartado anterior. Para ello, se usa la siguiente fórmula:

$$FLN = \frac{I_N \cdot A \cdot L}{F_U \cdot F_M} \quad (2)$$

Donde:

- FLN: Flujo luminoso necesario
- In: Iluminación necesaria en plano de trabajo
- A: Anchura del espacio
- L: Longitud del espacio
- Fu: Factor de utilización
- Fm: Factor de mantenimiento

Por otra parte, puesto que se conocen las características técnicas de las luminarias propuestas en el plano 07 y su altura de colocación, puede establecerse el flujo luminoso que éstas luminarias producen en el plano de colocación. Para calcularlo, se hace el producto de los lúmenes que cada luminaria proporciona por el número de luminarias instaladas en cada espacio, tal y como indica la siguiente expresión:

$$FL = \sum Li \cdot Ni \quad (3)$$

Finalmente, si se cumple la condición de que el flujo luminoso aportado por las luminarias propuestas es igual o mayor al flujo luminoso necesario calculado, significa que la iluminación propuesta es suficiente para abastecer lumínicamente el edificio durante la noche.

La Tabla 6 muestra los pasos de cálculo que se han llevado a cabo en este método, y si definitivamente las luminarias propuestas cumplan con las condiciones necesarias.

Tabla 6: Cálculo del flujo luminoso necesario

Cálculo de luminarias necesarias								
Espacio	Salón + cocina	Dormitorio 1	Lavabo	Baño	Invernadero	Armario	Dormitorio 2	Sala técnica
Anchura (m)	4,18	2,80	1,38	1,28	3,02	1,38	2,22	1,61
Longitud (m)	7,35	4,15	1,90	4,28	4,34	2,22	4,15	1,87
Superficie (m ²)	30,72	11,62	2,62	5,48	13,11	3,06	9,21	3,01
Nivel de iluminación necesario	200,00	150,00	200,00	200,00	200,00	150,00	150,00	100,00
Altura de colocación (m)	2,30	2,20	2,20	2,20	2,30	2,20	2,20	2,20
Altura del plano de trabajo (m)	0,85	0,57	1,20	1,20	0,85	1,20	0,85	1,20
Índice del local	1,84	1,03	0,80	0,99	1,23	0,85	1,07	0,87
Coefficiente reflexión techo	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Coefficiente reflexión paredes	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Factor de utilización	0,68	0,60	0,33	0,36	0,61	0,56	0,61	0,56
Factor de mantenimiento	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
Flujo luminoso necesario	12.908,82	4.150,00	2.270,13	4.347,94	6.139,02	1.172,30	3.236,42	768,04
Flujo luminoso aportado	14.205,00	4.360,00	9.000,00	7.000,00	6.860,00	3.500,00	4.360,00	3.500,00
Cumple?	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si

2 Anexo al apartado 10

2.1 Coeficiente de pérdidas por cerramientos

2.1.1 Detalle requerimientos NBE-CT79

Tabla 7: Valor máximo de KG en kcal/h.m².°C (W/m².C) según NBE-CT79

Tipo de energía para calefacción	Factor de forma f (m ⁻¹)	Zona climática según Mapa 1 (art. 13.º)				
		A	B	C	D	E
Caso I Combustibles sólidos, Líquidos o gaseosos	≤ 0,25	2,10 (2,45)	1,61 (1,89)	1,40 (1,61)	1,26 (1,47)	1,19 (1,40)
	≥ 1,00	1,20 (1,40)	0,92 (1,08)	0,80 (0,92)	0,72 (0,84)	0,68 (0,80)
Caso II Edificios sin calefacción o calefactados con energía eléctrica directa por efecto Joule	≤ 0,25	2,10 (2,45)	1,40 (1,61)	1,05 (1,19)	0,91 (1,05)	0,77 (0,91)
	≥ 1,00	1,20 (1,40)	0,80 (0,92)	0,60 (0,68)	0,52 (0,60)	0,45 (0,52)

2.1.2 Cálculo del coeficiente de pérdidas por cerramientos

Tabla 8: Propiedades de los materiales de construcción (1/2)

FACHADAS	CONSTITUCIÓN	Espesor m	Superficie ESTE	Superficie SUR	Superficie OESTE	Superficie NORTE	Superficie Total (m ²)	Volumen m ³	Densidad ρ (kg/m ³)	λ (W/m.°C)	U = 1/λ (m ² .K/W)	€/m ²	Precio €	Bibliografía	
Systema de una trinchera con sacos de yute rellenos de una mezcla de arcilla, uno puesto sobre el otro entre una estructura de madera:	Entablado vertical de madera 22 mm de pino flandes no tratado (En partes de fachadas sin porches)	0,02	16,60	7,80	0,00	0,00	24,40	ç		0,16	6,13			http://www.miliarium.com/prontuario/Tablas/Quimica/PropiedadesTermicas.htm	
	Trasventilación 40 mm con rastrelles verticales y horizontales de 20 mm (total 40 mm)	0,04	22,65	7,80	0,00	0,00	30,45	1,22		0,15	6,67			Modulo 4, B10, Tabla1.19	
	Revoco exterior a base de cal hydraulico; 40 mm (en fachada con revoco a la vista, debajo del porche)	0,04	12,88	8,96	0,00	0,00	21,84	0,87		0,93	1,08			http://www.corpnor.es/descargas/fichastecnicas/Pulmor%20MCH.pdf	
	Aislamiento de fibra de madera 100 mm tipo Gutex Thermowall o similar	0,12	29,48	16,76	0,00	0,00	46,24	5,55		0,04	25,64			http://gutex-insulation.com/en/pdf/Datasheet_thermowall-engl.pdf	
	Barerra de Vapor: Lamina de fibra de vidrio con celulosa y polyethyleno tipo Pro Clima o similar		29,48	7,80	0,00	0,00	37,28							http://www.biohaus.es/pdf/Catalogo_Proclima_2009.pdf	
	Sacos de yute -relleno de mezcla con arcilla, cal y cañamo, grosor, 25 cm (Saco: 45x25 = 0,0281 m ³)	0,26	39,68	8,96	0,00	0,00	48,64	12,65	550,00	0,08	12,50			http://www.hanfaser.de/hanf/Bau_HanfLehmMischung.htm	
	5% Arena							0,63							
	5% Cal Hydraulica							0,63							http://www.cannabric.com/esp/cannabric.htm
	30% Arcilla							3,79							
60% Cañamo							7,59								
Unidades de sacos 450												0,45	202,52		
Revoco interior de arcilla de 3 capas : 1. con aditivo de 4 % de aceite de linaza en la ultima capa como barera de vapor 40 mm	0,04	5,65			0,00	0,00	5,65	0,23	1600,00	0,79	1,27			Okobuch: Gernot Minke, Handbuch Lehmabau, 2001, P. 28.	
Systema de balas de paja comprimida puestas entre una estructura de madera (systema infill) y revocado o recubierto con entablado de madera:	Entablado vertical de madera 22 mm de pino flandes no tratado (En partes de fachadas sin porches)	0,02	6,05	0,00	22,54	29,84	58,43	1,29		0,16	6,13			http://www.miliarium.com/prontuario/Tablas/Quimica/PropiedadesTermicas.htm	
	Trasventilación 40 mm con rastrelles verticales y horizontales de 20 mm (total 40 mm)	0,04	6,05	0,00	22,54	29,84	58,43	2,34		0,15	6,67			Modulo 4, B10, Tabla1.19	
	Revoquo exterior a base de cal hydraulico 40 mm (solo en fachada debajo del porche)	0,04	0,00	0,00	12,88	0,00	12,88	0,52		0,93	1,08			http://www.corpnor.es/descargas/fichastecnicas/Pulmor%20MCH.pdf	
	Aislamiento de fibra de madera 20 mm, Tipo Gutex Thermowall o similar	0,02	6,05	0,00	35,42	29,84	71,31	1,43		0,04	25,64			http://gutex-insulation.com/en/pdf/Datasheet_thermowall-engl.pdf	
	Balas de paja de trigo comprimida de 100 x 50 x35 con una humedad relativa de < 15%	0,35	6,05	0,00	22,54	29,84	71,31	24,96		0,05	22,22			Okobuch: Gernot Minke, Handbuch Strohhallenbau 2009, P. 18	
	Cinta de de tension diagonal para aumentar la rigidez horizontal de la estructura (fibra de de polipropileno)				0,00		0,00	0,00							
	Revoco interior de arcilla de 3 capas : 1. con aditivo de 4 % de aceite de linaza en la ultima capa como barera de vapor 40 mm	0,04	6,05	0,00			6,05	0,24		0,79	1,27			Okobuch Gernot Minke, Handbuch Lehmabau, 2001, P. 28.	
BASAMENTOS	CONSTITUCIÓN	Espesor m	Superficie ESTE	Superficie SUR	Superficie OESTE	Superficie NORTE	Superficie Total (m ²)	Volumen m ³	Densidad ρ (kg/m ³)	λ (W/m.°C)	U = 1/λ (m ² .K/W)	€/m ²	Precio €	Bibliografía	
	ZOCALO Y FUNDAMENTOS CON CEMENTO CICLÓPEO	Revestimiento de piedras naturales a la vista: grosor, 15 cm, altura 35 cm	0,15	4,81	0,00	3,07	3,60	11,48	1,72		2,3	0,43			http://www.w-k-s-b.de/index-1-8.html
		Aislamiento exterior perimetral de espuma de vidrio del zocalo 35 mm	0,035	23,85	0,00	23,85	5,04	52,74	1,85		0,043	23,26			http://www.zesfoamglass.com/ProductsShow.asp?classid=40&TheClassName=Cellular%20Glass&Titleid=1
		Lámina PE 2 mm (protección contra humedad)	0,60	47,70	10,08	47,70	20,16	125,64							
Fundamentos lineales de hormigón ciclópeo: 150x60 cm, 60% de piedras, 8 % cal NHL 5, 32% arena		0,60	23,85	5,04	23,85	10,08	62,82	37,69		0,93	1,08			http://www.cannabric.com/esp/cales_caracteristicas.htm	
SUELOS	CONSTITUCIÓN	Espesor m	Superficie Total (m ²)	Volumen m ³	Densidad ρ (kg/m ³)	λ (W/m.°C)	U = 1/λ (m ² .K/W)	€/m ²	Precio €	Bibliografía					
	SUELOS RADIANTES Y SUELOS DE ESTUCCO	Estuco de de mortero de cañamo 15 mm entre rastrelles de madera (roble): cal, arena, marmolina, pigmentos, cañamo	0,015	76,5	1,1475	1800	0,87	1,15			http://www.schulungsstelle-traunstein.de/Energieberatung/background/53040296650836f01/53040296660c4517a/index.html				
		Pavimento exterior de barro cocido 20 mm	0,02	90	1,8										
		Mortero de cal nivelante para pavimento exterior 15 cm	0,2	90	18	1000	0,21	4,76							
		Mortero de cañamo 20 cm : cal 15% , cañamo 55 % , arena 30%	0,2	31,5	6,3		0,18	5,56			http://www.cannabric.com/esp/cannabric.htm				
		Mortero de cañamo 20 cm con tubos de suelo radiante:cal 15% , cañamo 55 % , arena 30%	0,2	45	9		0,18	5,56			http://www.cannabric.com/esp/cannabric.htm				
		Lámina de transpiración (Lamina fibra con celulosa)		76,5	0										
		Vidrio multicelular reciclado (espuma de vidrio) Foamglass Floorboard 10 cm	0,1	76,5	7,65		0,042	23,81			http://www.foamglas.es/espanol/construccion/pdf/floorboard_sp.pdf				
		Aislamiento perimetral en zócalos con vidrio multicelular reciclado (espuma de vidrio) foamglass wallboard 10 cm	0,1	18	1,8		0,039	25,64			http://www.foamglas.es/espanol/construccion/pdf/wallboard_sp.pdf				
		Lámina PE 2 mm (protección contra humedad)		76,5											
Bancada anticapilar de gravilla 25cm		0,25	198	49,5		0,035	28,57			http://www.caatvalencia.es/normas/ct-79/nbec3bam.htm					

Tabla 9: Propiedades de los materiales de construcción (2/2)

CUBIERTAS	CONSTITUCIÓN	Espesor m	Superficie Total (m ²)	Volumen m ³	λ (W/m.°C)	U = 1/λ (m ² .K/W)	€/m ²	Precio €	Bibliografía
CUBIERTAS AISLADAS	Entablado Horizontal de madera 22 mm de pino flandes no tratado	0,022	86,32		0,163	6,13			http://www.miliarium.com/prontuario/Tablas/Quimica/PropiedadesTermicas.htm
	Trasventilación 40 mm con rastrelles de madera	0,04	86,32		0,15	6,67			Modulo 4, B10, Tabla1.19
	Impermeabilización con lamina syntetica de caucho 1,3 mm		86,32						
	Aislamiento de fibra de madera impermeable : 20 mm, tipo Gutex Multiplex-top o similar	0,02	86,32		0,044	22,73			http://gutex-insulation.com/en/pdf/Datasheet_Multiplex_engl.pdf
	Aislamiento de fibra de madera 200 mm Tipo Gutex Termosafeo similar	0,2	86,32		0,037	27,03			http://gutex-insulation.com/en/pdf/Datasheet_thermosafe-engl.pdf
	Barrera de vapor tipo Pro Clima DB+ o similar		86,32						
	Tablero contralaminado KLH, grosor 20 cm	0,2	86,32		0,14	7,14			http://www.klh.at/produkt-brettsperholz-klh/vorteilevonundmitklhii.html?L=5
CUBIERTAS DE PORCHES	Entablado Horizontal de madera 22 mm de pino flandes no tratado								
	Trasventilación 40 mm con rastrelles de madera, 35mm								
	Impermeabilización con lamina syntetica de caucho 1,3 mm								
	Tablero contralaminado KLH, grosor 20 cm								
Estructura de madera	CONSTITUCIÓN		Total						
ESQUELETO DE MADERA PARA EL SISTEMA INFIL	Pilares y bigas 24x16cm			ml					
	Bigas de marco perimetral 12x32 cm			ml					
	Bigas base del zocalo de pared con sacos 22x32cm			ml					
	Bigas del zocalo de pared de paja 14x24cm			ml					
	Montantes de madera , grosor 35x6 cm			ml					
	Montantes y bigas en galería			ml					
	Perfil 6x3,5 cm			ml					
	Anclajes:								
		Zapata montantes			unid.				
		conex. Bigas			unid.				
	angulos			unid.					
TABLEROS DE MADERA CONTRALAMINADA PARA TECHOS, FORJADOS, PAREDES Y MONTANTES	KLH para techos y porches, grosor 20 cm			m2					
	KLH triangular para soportar porches, grosor 6cm			m2					
	KIH paredes interiores y sala técnica, grosor 10 cm		86,32	m2					
	Montantes de KLH, grosor 35x6 cm			m2					
	KLH como forjado, 20 cm			m2					
	Tablero multicapa de avedul 20 mm, para el marco perimetral interior (función de zuncho perimertal para la rigidez)			m2					
	Escalera y escritorio de galería en tablero multicapa de avedul 20 mm			m2					
PAREDES INTERIORES MACIZAS	CONSTITUCIÓN		Total						
	Pared de chimenea con mortero de cañamo comprimida: cal 15% , cañamo 15 % , arena 70%			m3					
	Revoco de cal con estuco en zocalo de cama			m2					

VOLUMEN Y SUPERFICIES		
Netovolumen de la vivienda	223,13	m3
Brutovolumen de la vivienda	382,56	m3
Superficie const. habitaculo Pb	82,93	m2
Invernadero	13,88	m2
Sala técnica	3,51	m2
Total superficie construida Pb	100,32	m2
Total superficie construida PI	29,45	m2
Total superficie construida	129,77	m2

Tabla 10: Cálculo del coeficiente de pérdidas por cerramientos (1/2)

CERRAMIENTOS VERTICALES EN CONTACTO CON EL AMBIENTE EXTERIOR	ELEMENTOS	CONSTITUCIÓN	Espesor (m)	Superficie neta (m ²)	λ (W/m ² .°C)	R (m ² .°W)	U (1/R) (W/m ² .K)	Coeficiente corrector	UA (W/K)	
	Muro exterior con sacos de yute relleno de arcilla y con recubrimiento exterior de entablado	Aire exterior					0,11			
		Entablado vertical de madera 22 mm de pino flandes no tratado (En partes de fachadas sin porches)	0,02	24,40	0,16	0,13				
		Trasventilación 40 mm con rastrelles verticales y horizontales de 20 mm (total 40 mm)	0,04	24,40	0,15	0,27				
		Aislamiento de fibra de madera 100 mm tipo Gutex Thermowall o similar	0,12	24,40	0,04	3,08				
		Sacos de yute relleno de mezcla con arcilla, cal y cañamo, grosor, 25 cm (Saco: 45x*25 = 0, 0281 m ³)	0,26	24,40	0,08	3,25				
		Aire Interior				0,06				
	TOTAL			0,44	24,40		6,90	0,145	1,00	3,537
	Muro exterior con sacos de yute relleno de arcilla y con revoco exterior de cal	Aire exterior					0,11			
		Revoco exterior a base de cal hydraulico; 40 mm (en fachada con revoco a la vista, debajo del porche)	0,04	21,84	0,93	0,04				
Aislamiento de fibra de madera 100 mm tipo Gutex Thermowall o similar		0,12	21,84	0,04	3,08					
Sacos de yute relleno de mezcla con arcilla, cal y cañamo, grosor, 25 cm (Saco: 45x*25 = 0, 0281 m ³)		0,26	21,84	0,08	3,25					
Aire Interior					0,06					
TOTAL			0,42	21,84		6,54	0,153	1,00	3,339	
Muro exteriores de balas de paja y un recubrimiento exterior con entablado de madera	Aire exterior					0,11				
	Entablado vertical de madera 22 mm de pino flandes no tratado (En partes de fachadas sin porches)	0,02	58,43	0,16	0,13					
	Trasventilación 40 mm con rastrelles verticales y horizontales de 20 mm (total 40 mm)	0,04	58,43	0,15	0,27					
	Aislamiento de fibra de madera 20 mm, Tipo Gutex Thermowall o similar	0,02	58,43	0,04	0,51					
	Balas de paja de trigo comprimida de 100 x 50 x35 con una humedad relativa de < 15%	0,35	58,43	0,05	7,78					
	Revoco interior de arcilla de 3 capas con aditivo de 4 % de aceite de linaza en la ultima capa como barera de vapor 40 mm	0,04	58,43	0,79	0,05					
	Aire Interior				0,06					
TOTAL			0,47	58,43		8,91	0,112	1,00	6,556	
Muro exteriores de balas de paja con un	Aire exterior					0,11				

	revoco exterior de cal	Revoco exterior a base de cal hidraulico 40 mm (solo en fachada debajo del porche)	0,04	12,88	0,93	0,04			
		Aislamiento de fibra de madera 20 mm, Tipo Gutex Thermowall o similar	0,02	12,88	0,04	0,51			
		Balas de paja de trigo comprimida de 100 x 50 x35 con una humedad relativa de < 15%	0,35	12,88	0,05	7,78			
		Revoco interior de arcilla de 3 capas con aditivo de 4 % de aceite de linaza en la ultima capa como barera de vapor 40 mm	0,04	12,88	0,79	0,05			
		Aire Interior				0,06			
	TOTAL		0,45	12,88		8,55	0,117	1,00	1,506
	Carpinterías exteriores	Ventanas de doble cristal		11,21			1,10		12,33
		Puertas de doble cristal		13,12			1,60		20,99
	TOTAL			24,33		0,00		1,00	33,323
	Zocalos	Aire exterior					0,11		
		Revestimiento de piedras naturales a la vista: grosor, 15 cm	0,15	6,50	2,3	0,07			
		Aislamiento exterior perimetral de espuma de vidrio del zocalo 35 mm	0,035	6,50	0,043	0,81			
		Fundamentos lineales de hormigón ciclópeo: 150x60 cm, 60% de piedras, 8 % cal NHL 5, 32% arena	0,60	6,50	0,93	0,65			
		Aire Interior				0,06			
	TOTAL		0,79	6,50		1,69	0,590	1,00	3,836
ELEMENTOS	CONSTITUCIÓN	Espesor (m)	Superficie neta (m²)	λ (W/m².°C)	R (m².°/W)	U (1/R) (W/m².K)	Coefficiente corrector	UA (W/K)	
U*A TOTAL (W/ °C)		52,097	SUPERFICIE TOTAL		148,38				

Tabla 11: Cálculo del coeficiente de pérdidas por cerramientos (2/2)

CERRAMIENTOS CON LOCALES NO CALEFACTADOS	ELEMENTOS	CONSTITUCIÓN	Espesor (m)	Superficie neta (m ²)	λ (W/m ² .°C)	R (m ² .°/W)	U (1/R) (W/m ² .K)	Coeficiente corrector	UA (W/K)	
	Pared a galería de cristal	Sacos de yute relleno de mezcla con arcilla, cal y cañamo, grosor, 25 cm (Saco: 45x*25 = 0, 0281 m ³)	0,26	8,96	0,08	0,02	0,02		0,07	
		Puerta acristalada		4,40			1,60		2,82	
	TOTAL				13,36		0,02		0,40	2,891
	Pared a cuarto técnico	Aislamiento de fibra de madera 20 mm, Tipo Gutex Thermowall o similar	0,02	7,26	0,043	0,47				
		Balas de paja de trigo comprimida de 100 x 50 x35 con una humedad relativa de < 15%	0,35	7,26	0,05	7,78				
		Revoco interior de arcilla de 3 capas con aditivo de 4 % de aceite de linaza en la ultima capa como barera de vapor 40 mm	0,04	7,26	0,79	0,051				
	TOTAL			0,41	7,26		8,29	0,121	0,50	0,438
	ELEMENTOS	CONSTITUCIÓN	Espesor (m)	Superficie neta (m ²)	λ (W/m ² .°C)	R (m ² .°/W)	U (1/R) (W/m ² .K)	Coeficiente corrector	UA (W/K)	
	UA TOTAL (W/°C)		3,328	SUPERFICIE TOTAL		20,62				
CERRAMIENTOS CON EL TERRENO	ELEMENTOS	CONSTITUCIÓN	Espesor(m)	Superficieneta (m ²)	λ (W/m ² .°C)	R(m ² .°/W)	U (1/R)(W/m ² .K)	Coeficientecorrector	UA(W/K)	
	Suelos	Estuco de de mortero de cañamo 15 mm entre rastreles de madera (roble): cal, arena, marmolina, pigmentos, cañamo	0,015	76,5	0,87	0,02				
		Mortero de cañamo 20 cm	0,2	76,5	0,18	1,11				
		Vidrio multicelular reciclado (espuma de vidrio) Foamglass Floorboard 10 cm	0,1	76,5	0,042	2,38				
		Bancada anticapilar de gravilla 25cm	0,25	76,5	0,035	7,14				
	TOTAL				76,50		10,65	0,094	0,50	3,591
	Paredes enterradas (55 cm)	Aislamiento exterior perimetral de espuma de vidrio del zocalo 35 mm	0,035	8,10	0,043	0,81				
		Fundamentos lineales de hormigón ciclópeo: 150x60 cm, 60% de piedras, 8 % cal NHL 5, 32% arena	0,60	8,10	0,93	0,65				
		Revoco interior de arcilla de 3 capas con aditivo de 4 % de aceite de linaza en la ultima capa como barera de vapor 40 mm	0,04	8,10	0,79	0,05				
	TOTAL			0,68	8,10		1,51	0,662	0,50	2,683

	ELEMENTOS	CONSTITUCIÓN	Espesor (m)	Superficie neta (m ²)	λ (W/m ² .°C)	R (m ² .°/W)	U (1/R) (W/m ² .K)	Coefficiente corrector	UA (W/K)	
	UA TOTAL (W/°C)		6,273	SUPERFICIE TOTAL		84,60				
CERRAMIENTOS DE TECHO	ELEMENTOS	CONSTITUCIÓN	Espesor (m)	Superficie neta (m ²)	λ (W/m ² .°C)	R (m ² .°/W)	U (1/R) (W/m ² .K)	Coefficiente corrector	UA (W/K)	
	Cubiertas Aisladas	Aire exterior					0,17			
		Entablado Horizontal de madera 22 mm de pino flandes no tratado		0,022	86,32	0,163	0,13			
		Trasventilación 40 mm con rastrelles de madera,		0,04	86,32	0,15	0,27			
		Aislamiento de fibra de madera impermeable : 20 mm, tipo Gutex Multiplex-top o similar		0,02	86,32	0,044	0,45			
		Aislamiento de fibra de madera 200 mm Tipo Gutex Termosafeo similar		0,2	86,32	0,037	5,41			
		Tablero contralaminado KLH, grosor 20 cm		0,2	86,32	0,14	1,43			
		Aire Interior					0,05			
	TOTAL			0,48	86,32		7,91	0,126	0,50	5,456
UA TOTAL (W/°C)		5,456	SUPERFICIE TOTAL		86,32					

U_G	0,198	W/m².°C
A_G	339,920	m²
UA_G	67,155	W/K

2.2 Dimensionado pozo canadiense

2.2.1 Intercambio térmico suelo / aire

Se partirá de la hipótesis que la temperatura exterior del tubo es constante, es decir que la inercia térmica del suelo compensa el intercambio de calor. Asimismo se considera que el intercambio térmico se hace en régimen estacionario, es decir que las temperaturas se mantienen constantes en el suelo y en la pared exterior del tubo.

Para una pared cilíndrica, la resistencia térmica por conducción es:

$$R_{cond} = \frac{1}{2 \times \pi \times \lambda \times L} \times \ln \frac{\varnothing_e}{\varnothing_i} \quad (4)$$

- L : longitud (en m)
- \varnothing_e : Diámetro exterior (en m)
- \varnothing_i : Diámetro interior (en m)
- λ : conductividad térmica (en W/m.K)

La resistencia térmica por convección se expresa como:

$$R_{conv} = \frac{1}{\pi \times h \times \varnothing_i} \quad (5)$$

- \varnothing_i : Diámetro interior (en m)
- h : coeficiente superficial de transferencia de calor W/(m².K)

En el caso específico del aire circulante a baja temperatura en convección forzada en un tubo cilíndrico, el coeficiente h se expresa como:

$$h = 4.129 \times \frac{v^{0.75}}{\varnothing_i^{0.25}} \quad (6)$$

- \varnothing_i : Diámetro interior (en m)
- v : velocidad del aire (en m/s)

De las ecuaciones (2) y (3) se deduce:

$$R_{conv} = \frac{\varnothing_i^{0.25}}{\pi \times \varnothing_i \times 4.129 \times v^{0.75}} \quad (7)$$

La cantidad de calor intercambiado por unidad de tiempo corresponde al flujo térmico multiplicado por la superficie de intercambio:

$$dQ = \varphi \times S \times dt = \frac{(T_{suelo} - T_{aire})}{R} \times S \times dt \quad (8)$$

Con:

$$R = R_{cond} + R_{conv} \quad (9)$$

Este intercambio de calor provoca la variación de la temperatura del aire:

$$dT_{aire} = \frac{dQ}{C \times \rho \times V} \quad (10)$$

- C : capacidad calorífica del aire = 1000 J/(kg.K)
- ρ : densidad del aire = 1.2 kg/m³
- V : volumen de aire considerado

Combinando y simplificando las dos ecuaciones anteriores se obtiene:

$$\frac{dT}{(T_{suelo} - T)} = \frac{\pi \times \emptyset}{R \times \rho \times C \times Q_v} \times dl \quad (11)$$

- \emptyset : diámetro interior del tubo (en m)
- Q_v : caudal de aire en el tubo (en m³/s)
- $dl = v \cdot dt$, con v : velocidad del aire en el tubo (en m/s)

Integrando la relación anterior se obtiene la evolución de la temperatura del aire a lo largo de la tubería:

$$T = T_{suelo} - (T_{suelo} - T_{superficie}) \times e^{-\frac{\pi \times \emptyset}{R \times \rho \times C \times Q_v} \times l} \quad (12)$$

Esta relación ilustra el hecho de que la temperatura del aire converge hacia la del suelo.

2.2.2 Dimensionado de la tubería

El caudal de ventilación se ha establecido en el apartado 10.1.4 de la memoria, en aproximadamente una renovación por hora, lo cual se traduce en 223 m³/h o 62 l/s. Con el objetivo de reducir gastos, se opta por emplear una tubería simple para el intercambio de calor con el suelo.

El primer parámetro importante a considerar para dimensionar la tubería es la velocidad del aire. Para evitar ruidos de circulación de aire se recomienda no sobrepasar una velocidad de 4m/s. Siguiendo este criterio, el diámetro de la tubería no debería ser inferior a 140mm (Imagen 2).

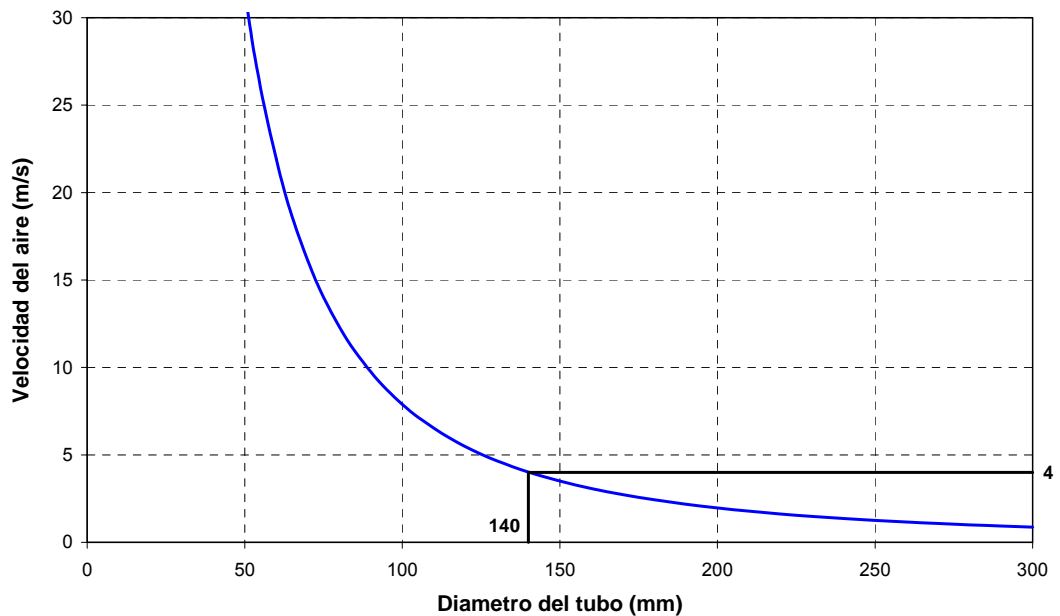


Imagen 2: Velocidad del aire circulante función del diámetro del tubo

Otro parámetro a tener en cuenta es la caída de presión, que ha de mantenerse baja para evitar sobredimensionar el ventilador.

La pérdida de carga de un fluido en un conducto lineal se define como:

$$\Delta p = \frac{\Lambda}{D} \times \frac{\rho \times V^2}{2} \times L \quad (13)$$

- Δp : pérdida de carga (Pa)
- Λ : coeficiente de pérdida de carga
- ρ : densidad del fluido (1.2 kg/m³ para el aire)
- V : velocidad del aire (en m/s)
- D : diámetro del tubo (en m)
- L : longitud del tubo (en m)

El coeficiente de pérdida de carga depende de la naturaleza del flujo, laminar o turbulento.

El flujo se puede caracterizar por su número de Reynolds (Re < 2000: flujo laminar / Re > 4000: flujo turbulento):

$$Re = \frac{\rho \times V \times D}{\mu} \quad (14)$$

- Re : Número de Reynolds
- μ : viscosidad dinámica del fluido (18.5x10⁻⁶ Pa.s para el aire)

Como puede observarse en la siguiente gráfica, considerando el caudal de diseño (y que la viscosidad del aire no varía con la temperatura), el flujo de aire en la tubería siempre será turbulento.

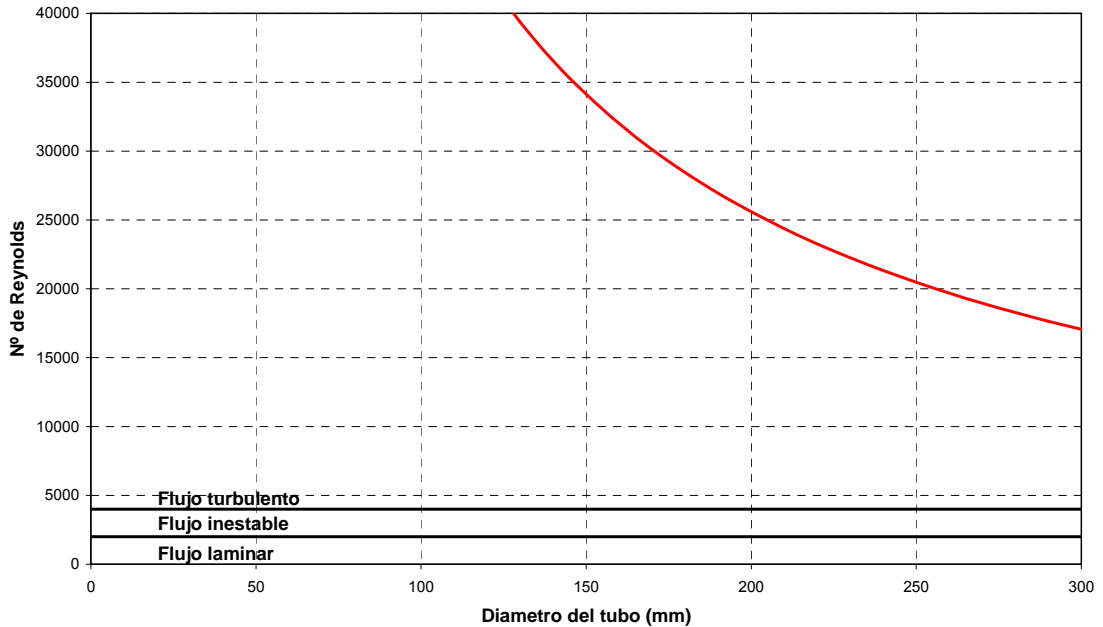


Imagen 3: de Reynolds función del diámetro del tubo

En esta condición, el coeficiente de pérdida de carga se obtiene por la relación de Colebrook-White:

$$\frac{1}{\sqrt{\Lambda}} = -2 \times \log_{10} \left(\frac{2.51}{\text{Re}} \times \frac{1}{\sqrt{\Lambda}} + \frac{k}{3.7 \times D} \right) \quad (15)$$

- k : índice de rugosidad del tubo (mm)

El índice de rugosidad del tubo depende del material empleado (Tabla 1). Lógicamente, cuanto más alto sea el índice de rugosidad, más importantes serán las pérdidas de carga.

Tabla 12: Índices de rugosidad

Índices de rugosidad (k) en mm	
Superficie interior	Índice rugosidad k
Cobre, latón	0,001 ~ 0,002
Tubo PVC / PE	0,0015
Acero Inoxidable	0,015
Tubo de acero comercial	0,045 ~ 0,09
Acero extruido	0,015
Acero soldado	0,045
Acero galvanizado	0,15
Acero oxidado	0,01 ~ 1
Fundición nueva	0,25 ~ 0,8
Fundición antigua	0,8 ~ 1,5
Fundición incrustada	1,5 ~ 2,5
Chapa	0,01 ~ 0,015
Cemento liso	0,3
Hormigón ordinaria	1
Hormigón bruto	5
Madera alisada	5
Madera ordinaria	1

Resolviendo por iteración la ecuación (15) se obtiene, para un tubo de PE (k=0.0015):

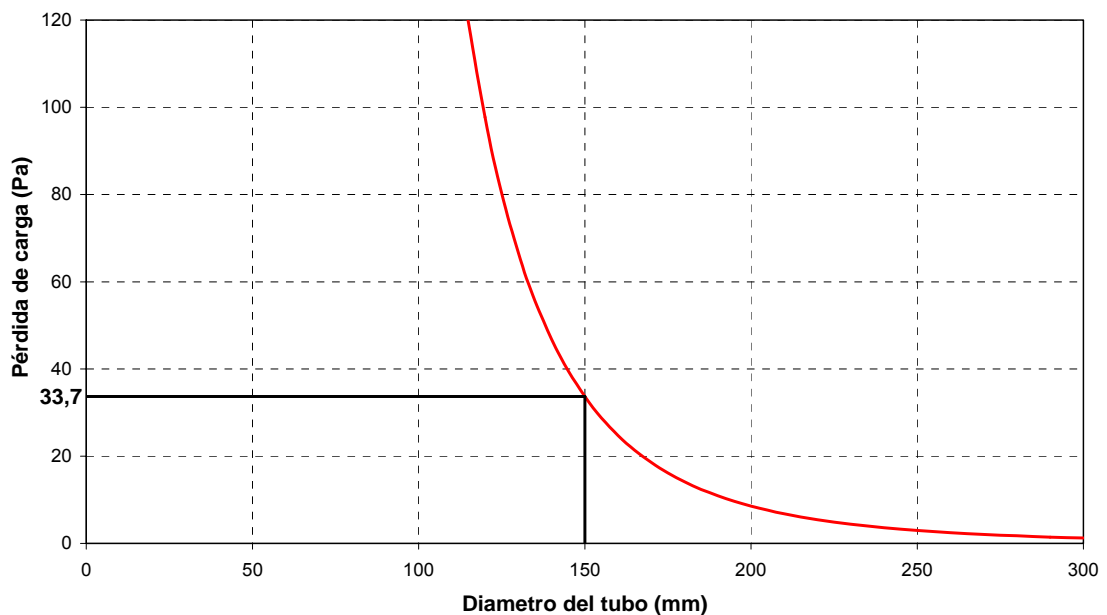


Imagen 4: Pérdida de carga función del diámetro de tubo

Considerando los resultados anteriores, se selecciona un tubo de Polietileno de 150mm de diámetro interior y de espesor 4,3mm de espesor. El polietileno, además de su bajo coste, es de calidad alimentaria, siendo totalmente neutro para el organismo (otros materiales como el PVC pueden liberar vapores nocivos al estar sometidos a temperaturas superiores a los 30°C) y presenta una conductividad térmica razonable (el doble de la del PVC).

Para la instalación del pozo canadiense se aprovechará la excavación de la zanja necesaria para canalizar la recuperación de agua de lluvia. El pozo de depuración se encuentra a 30m de distancia de la vivienda, y a pocos metros de desnivel.

Características tubo PE:

- *Diámetro interior \varnothing_i : 150mm*
- *Espesor de pared e : 4.3mm*
- *Longitud: 30m*
- *Conductividad térmica: 0.43 W/m.K*

2.2.3 Temperatura del subsuelo

La evolución de la temperatura del suelo según la profundidad, para las profundidades que interesan, se calcula considerando la respuesta en el tiempo a las variaciones de temperatura de superficie. Para simplificar, se considera que la temperatura de la superficie varía de manera sinusoidal:

$$T_{\text{aire}}(t) = m + A \cdot \text{seno}(\omega t - \tau) \quad (16)$$

- *m : temperatura media anual*
- *A : amplitud de las variaciones de temperatura*
- *ω : pulsación*
- *τ : desfase*

A continuación se observa la evolución anual de las temperaturas medias mensuales, recogidas en la estación meteorológica automática (EMA) de Santa Coloma de Queralt, próxima al terreno, en el año 2007 (valor real), así como su aproximación sinusoidal:

- *m : 12.45°C*
- *A : 8.35°C*
- *ω : 12*
- *$-\tau$: -0.6*

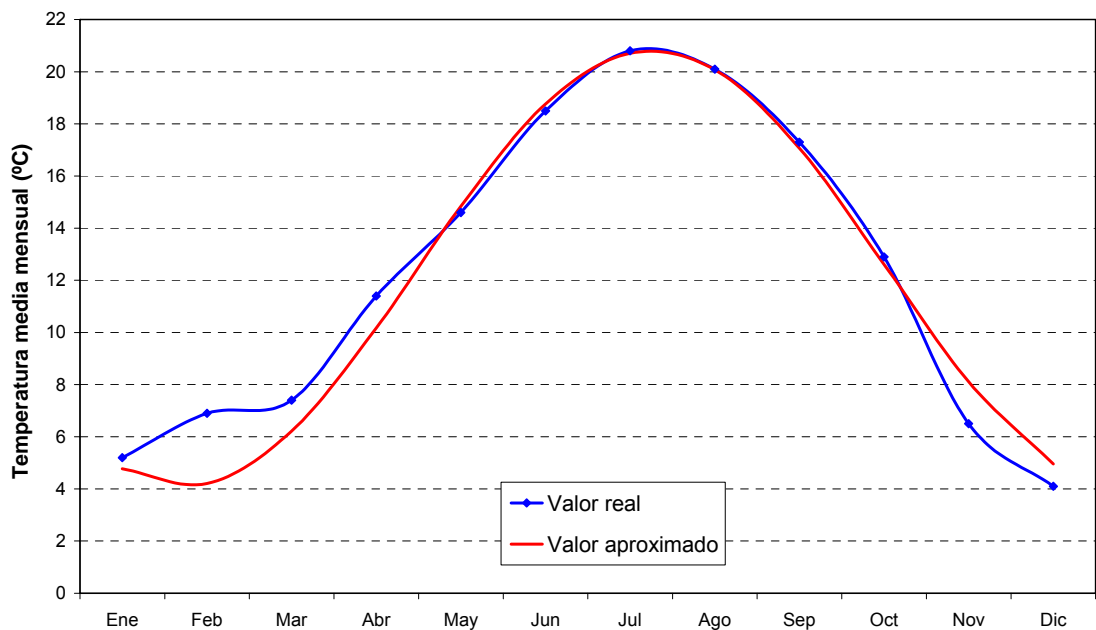


Imagen 5: Temperaturas medias mensuales - Sta Coloma de Queralt (año 2007)

Resolviendo la ecuación del calor en régimen transitorio para un medio semi-infinito cuya temperatura de superficie es la impuesta por la ecuación anterior, se obtiene la temperatura en función de la profundidad:

$$T_{suelo}(t) = m + A.e^{-x\sqrt{\frac{\omega}{2a}}}.seno(\omega t - \tau - x\sqrt{\frac{\omega}{2a}}) \quad (17)$$

- $a = \frac{k}{\rho.C}$
- k: conductividad térmica del suelo en W/(m.K)
- ρ : densidad del suelo en kg/m³
- C: capacidad calorífica del suelo en J/(kg.K)

Esta relación ilustra varias características importantes de la evolución de la temperatura en profundidad:

- La temperatura media y su período no varían con la profundidad
- La amplitud de la variación de temperatura disminuye exponencialmente con la profundidad.
- El desfase aumenta con la profundidad.

Los suelos no son homogéneos, están constituidos por elementos de origen mineral y de origen orgánico, pero también de agua y de aire. Las

características térmicas de los suelos dependen de la naturaleza de sus constituyentes¹ y de su proporción respectiva, como se indica a continuación.

Tabla 13: Propiedades térmicas de los principales constituyentes del suelo

Composición del suelo	Densidad	Capacidad calorífica	Conductividad térmica
	ρ (kg/m ³)	C (J/kg.K)	λ (W/m.K)
Mineral	2650	800	2,9
Arena y grava	1700 ~ 2200	910 ~ 1180	2
Arcilla	1200 ~ 1800	1670 ~ 2500	1,5
Materia orgánica	1300	1900	0,25
Agua	1000	4200	0,585
Hielo	920	2100	2,2
Aire	1,25	1000	0,023

En ausencia de datos concretos sobre el terreno, se han considerado los valores siguientes: $\rho=2000\text{kg/m}^3$; $\lambda=2\text{ W/m.K}$; $C=900\text{ J/kg.K}$.

A continuación se puede observar la evolución anual de las temperaturas a diferentes profundidades para un ciclo anual de temperaturas (Imagen 6), así como la evolución del diferencial de temperatura entre el suelo y el aire de la superficie (Imagen 7). Se observa la disminución de la amplitud con la profundidad y el aumento del desfase. A 4m de profundidad el desfase es de unos 3 meses.

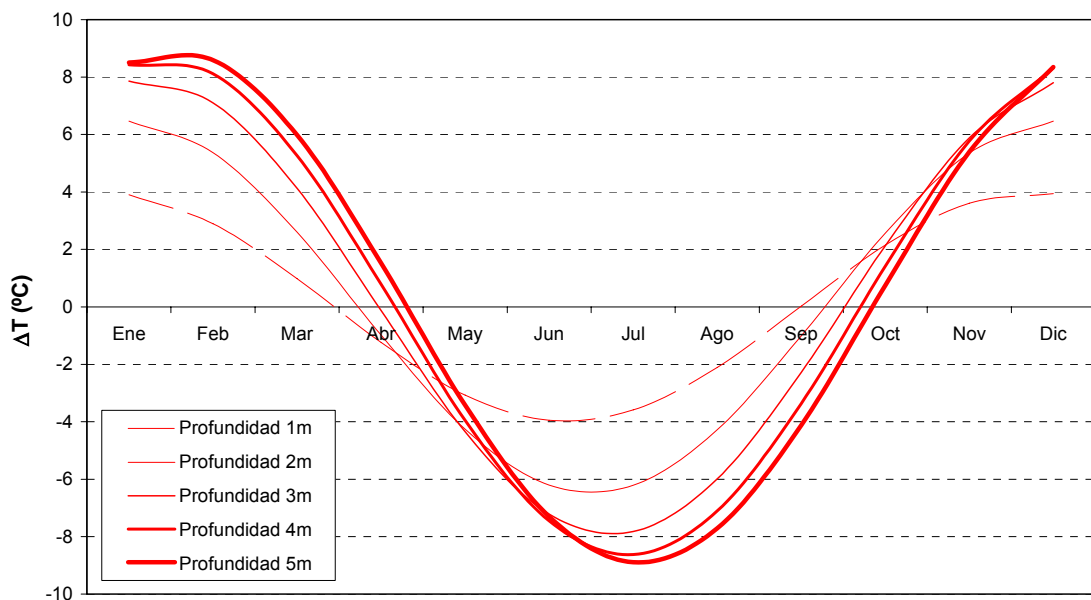


Imagen 6: Temperatura media mensual en profundidad

¹ http://www.ecoquartiers.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/puits_canadien_cle5ba991.pdf

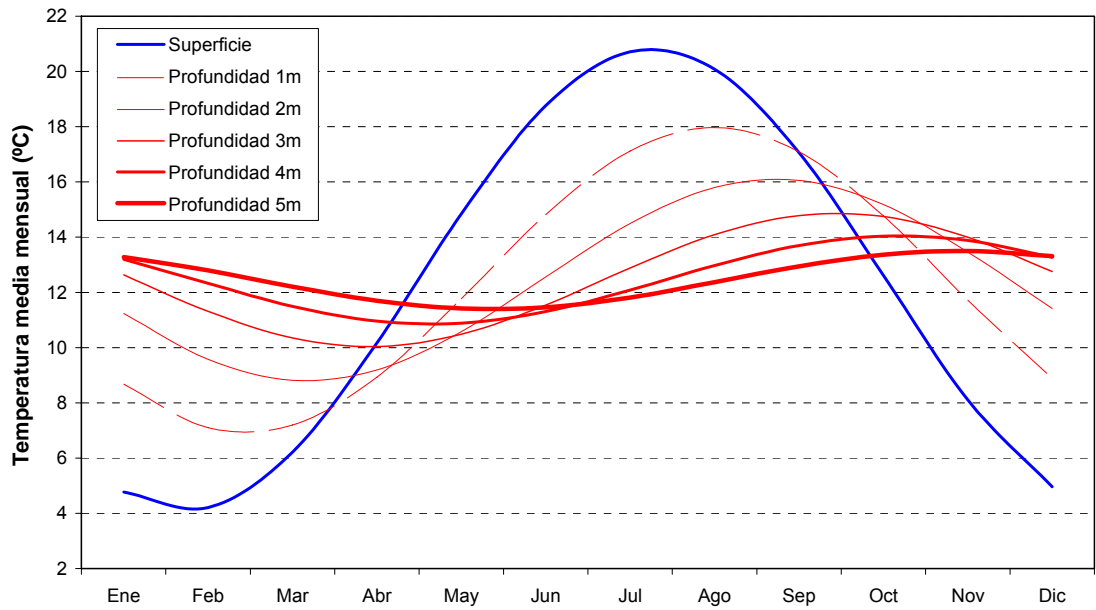


Imagen 7: Diferencial de temperatura entre superficie y profundidad

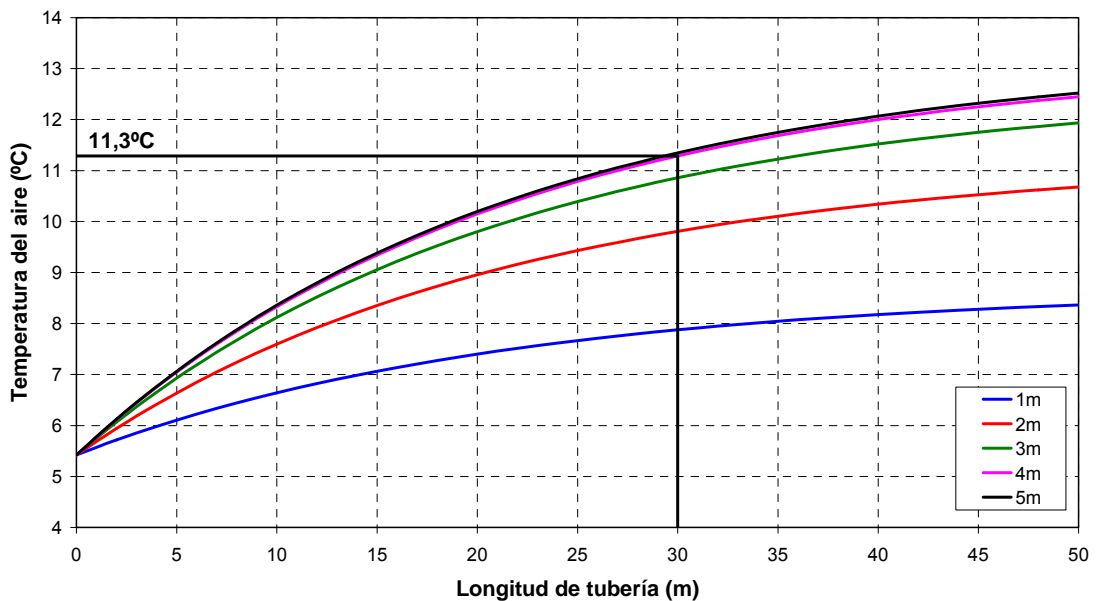


Imagen 8: Evolución de la temperatura del aire a lo largo de la tubería

Aplicando la ecuación (17) al diferencial de temperaturas del mes de Enero, se obtiene la evolución de la temperatura en la tubería definida en el apartado anterior, a diferentes profundidades y función de su longitud (Imagen 8).

A partir de 4m de profundidad no se aprecia ganancia térmica. Por esta razón se define la profundidad de la zanja en 4m.

Aplicando la ecuación (15) se puede determinar el flujo térmico aportado por el pozo a lo largo del año.

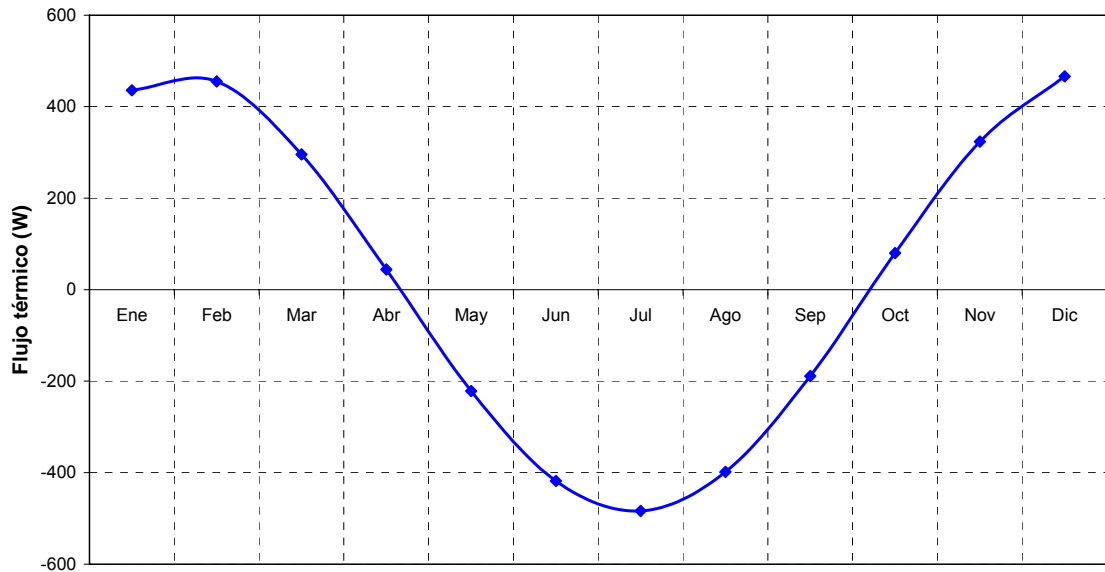


Imagen 9: Flujo térmico a lo largo del año

Como puede observarse, en los meses más fríos el pozo canadiense se comportará como un radiador de unos 400W de potencia. Asimismo en verano, la potencia disponible para refrigeración será de unos 400W. La potencia eléctrica consumida para el funcionamiento de la instalación apenas será de unos 5W.

2.3 Chimenea de agua

2.3.1 Temperatura mínima histórica

La XEMA² (Xarxa d'Estacions Meteorològiques Automàtiques), que gestiona el Servei Meteorològic de Catalunya (SMC), cubre de manera homogènea gran parte del territorio catalán. En febrero del 2009, la XEMA se componía de un total de 165 estaciones meteorológicas automáticas (EMA) operativas. Las variables meteorológicas que se miden en todas las EMA son:

- Temperatura del aire
- Precipitación
- Humedad relativa del aire

A continuación (Imagen 10) se puede ver el mapa de localización de las diferentes EMA, así como las 3 estaciones de las que se han extraído los datos de estudio (polígono rojo) y la localización del terreno (círculo rojo).

² <http://www.meteo.cat/>

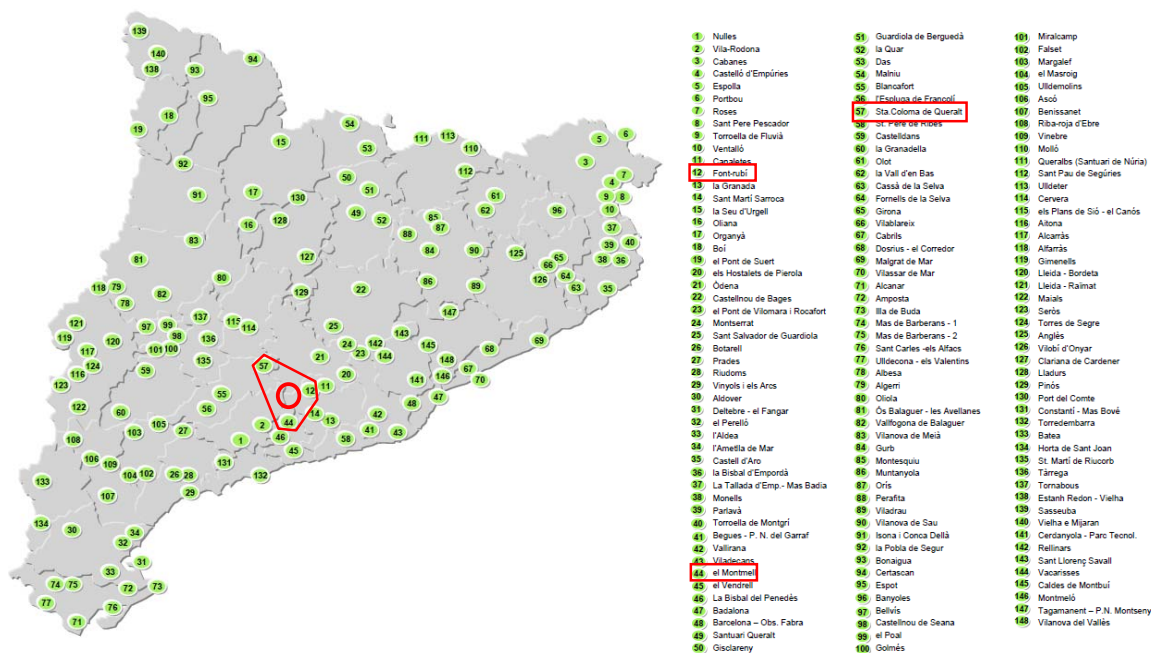


Imagen 10: Xarxa EMA de Catalunya (31/12/2007)

Desde el mes de marzo de 2008 se ha habilitado otra EMA en La Llacuna, a proximidad de Pontons. Sin embargo, por falta de datos históricos no se ha incluido en este estudio.

Para determinar la temperatura mínima de diseño (Tabla 14) se ha considerado la temperatura mínima registrada entre las 3 EMA: -10°C (el 23/12/2001 en Santa Coloma de Queralt).

Tabla 14: Registro de temperaturas mínimas históricas

Comarca	Ref.	Estación	Año de registro					
			1999	2000	2001	2002	2003	2007
Alt Penedès	DI	Font-rubí	-1°C	$0,2^{\circ}\text{C}$	$-1,5^{\circ}\text{C}$	$2,8^{\circ}\text{C}$	$-1,1^{\circ}\text{C}$	$-1,9^{\circ}\text{C}$
Baix Penedès	UH	El Montmell	-	-	$-3,1^{\circ}\text{C}$	$0,1^{\circ}\text{C}$	$-3,1^{\circ}\text{C}$	$-1,5^{\circ}\text{C}$
La Conca de Barberà	UJ	Sta Coloma de Queralt	-	-	-10°C	-2°C	$-5,7^{\circ}\text{C}$	$-6,7^{\circ}\text{C}$

2.3.2 Selección de la termo-chimenea

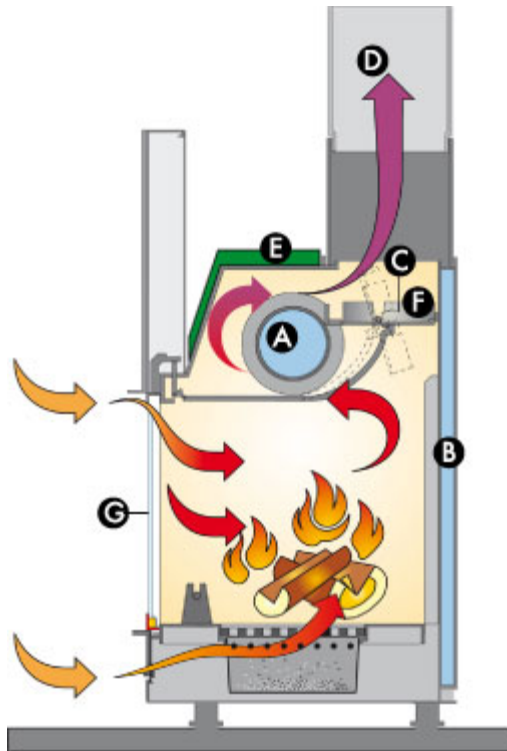


Imagen 11: Esquema de funcionamiento de una termo-chimenea



Imagen 12: Comparación de costes de calefacción en un apartamento de 100m²

Tabla 15: Características de diferentes modelos de termo-chimeneas

Marca	Modelo	Rendi-miento	Potencia térmica	Potencia efectiva	Potencia al agua	Consumo optimo leña	Volumen calentable
Jolly Mec	Termojolly 90	76,85%	34,31 kW	26,36 kW	21,41 kW max		---
	Termojolly 80	82,46%	30,93 kW	25,51 kW	21,38 kW max		
Edilkamin	Acquatondo 22	78,40%	29,3 kW	23 kW	16,1 kW max	7 kg/h	560 m3
	Acquatondo 29	80,00%	33,5 kW	27 kW	18,8 kW max	8 kg/h	660 m3
	Thermofire	85,20%	17,4 kW	14,8 kW	---	4,88 kg/h	420 m3
	Idro 30	78,00%	16,7 kW	13 kW	9,1 kW max	4 kg/h	320 m3
	Idro 50	78,20%	23 kW	18 kW	12,6 kW max	5,5 kg/h	440 m3
	Idro 70	78,40%	29,3 kW	23 kW	16,1 kW max	7 kg/h	560 m3
MCZ	Idro 100	80,00%	33,5 kW	27 kW	18,8 kW max	8 kg/h	660 m3
	HydroTherm 70	76,00%	19 kW	14,4 kW	13 kW max	6 kg/h	466 m3
	HydroTherm 80	77,10%	26 kW	20,0 kW	18,2 kW max	7,1 kg/h	638 m3
	HydroTherm E80	77,10%	26 kW	20,0 kW	18,2 kW max	7,1 kg/h	638 m3
Palazetti	Hydrosystem F80	74,20%	35 kW	26,0 kW	18 kW max	8 kg/h	740 m3
	TMPX 78	78,00%	34,7 kW	27,1 kW	23,3 kW max	---	---
Palazetti	TMPX 86	78,00%	35 kW	27,3 kW	22,1 kW max	---	---
	Major 22	80,25%	22,33 kW	17,9 kW	16,74 kW max	---	---
CTM	Major 27	80,02%	27 kW	21,6 kW	20,25 kW max	---	---
	Major 33	80,02%	33,36 kW	26,7 kW	22,99 kW max	---	---
	Termocamino 800	79,80%	34,3 kW	27,4 kW	20,5 kW max	8 kg/h	720 m3
La Nordica	Termocamino 650	73,00%	29,1 kW	21,2 kW	11 kW max	6,7 kg/h	600 m3
	Focolare 80	82,70%	18,6 kW	15,4 kW	11,1 kW max	4,3 kg/h	441 m3

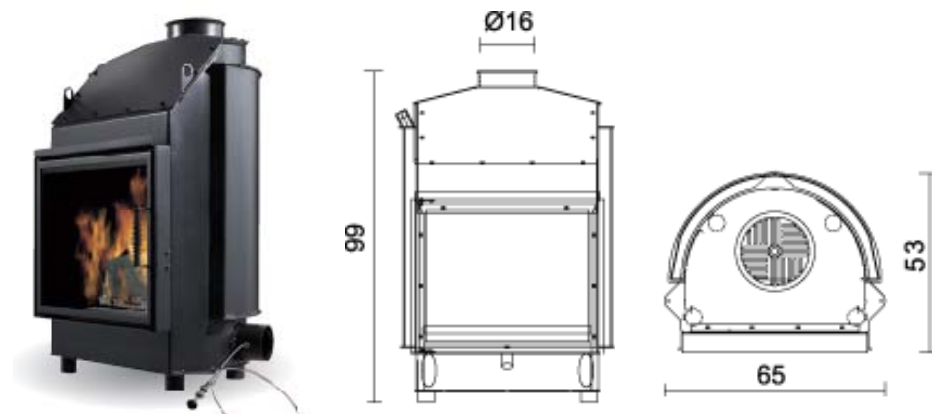


Imagen 13: Detalles termo-chimenea Edilkamin Idro30

2.3.3 Combustible leña

Tabla 16: Características energéticas de la leña

PCI de la leña seca			PCI medio de la leña función del contenido de humedad		
Especie	PCI (KJ/kg)		Humedad	PCI (KJ/kg)	
	kJ/kg	kWh/kg		kJ/kg	kWh/kg
Eucalipto	19228	5,3	0 %	19880	5,5
Pino	20482	5,7	10 %	17644	4,9
Cedro	18066	5,0	20 %	15412	4,3
Ciprés	21443	6,0	30 %	13180	3,7
Encino	19500	5,4	40 %	10947	3,0
Media	19744	5,5	50 %	8715	2,4
			60 %	6483	1,8

2.4 Suelo radiante

2.4.1 Elección del captador solar

Para determinar qué captador solar va a instalarse como fuente de calor para abastecer el suelo radiante, se han comparado varios modelos del mercado en base a dos criterios, la energía que pueden aportar y el coste del panel.

Comparando todos los paneles, se ha determinado una puntuación para cada uno de los criterios, y finalmente se ha obtenido una puntuación media para cada panel. El panel que más puntuación tiene es el SOL 2800 H, que se confirma de ésta manera como el panel con mayor relación calidad / precio y por lo tanto es el que va a instalarse en la vivienda.

La Tabla 17 muestra el resultado de la comparación realizada entre todos los modelos estudiados.

Tabla 17: Selección panel solar para suelo radiante

Modelo	Energía producida	Puntuación 1	Coste	Puntuación 2	Puntuación media
2.0 tinox	3.520,20	1,00	550	6,74	3,87
AKU 20 58/1800	3.642,11	1,65	717	3,05	2,35
SOL 2300	3.895,53	3,01	402	10,00	6,51
SOL 2300 selectivo titán	3.995,93	3,55	505	7,73	5,64
SOL 2800 selectivo	4.655,73	7,08	595	5,74	6,41
ML-2.4 tinox	4.682,91	7,23	712	3,16	5,19
SOL 2800 H selectivo	4.719,75	7,42	595	5,74	6,58
3.0 tinox	5.200,62	10,00	810	1,00	5,50

2.4.2 Cálculo de la energía aprovechable

Puesto que se considera que el sistema de suelo radiante no va tener un sistema de acumulación por ser la casa el propio acumulador térmico, el cálculo de la energía que el suelo va a proporcionar a la vivienda se ha calculado considerando que el panel es capaz de transferir al suelo radiante todo el calor que ha absorbido de la radiación solar.

En este sentido, el calor que absorbe el panel se ha calculado mediante la siguiente expresión:

$$Q_{util} = A_c \cdot F_r \left[I_s(\tau\alpha) - \frac{U_L}{C}(T_e - T_a) \right] \quad (18)$$

Donde, según datos del fabricante del panel:

- $F_r(\alpha\tau) : 0,711$
- $F_r U_L : 3,168$

- A_c : 2,63 m²
- C : 1

La temperatura de entrada en el captador se considera de 18°C, correspondiente a la temperatura media que se prevé en el suelo de la vivienda. A partir de la radiación solar incidente sobre la parcela, se determina el calor captado por el panel. El resultado se muestra en la Tabla 18.

Tabla 18: Cálculo del calor captado por el panel solar

	Htot (kWh/dia-m ²)	Temperatura ambiente (°C)	Días ocupación	Calor útil (kWh)	Diaria (kWh)	Mensual (kWh)
Enero	3,80	4,78	31,00	6.990,77	6,99	216,71
Febrero	4,02	5,63	28,00	7.408,87	7,41	207,45
Marzo	5,07	8,90	31,00	9.398,86	9,40	291,36
Abril	3,80	10,58	30,00	7.052,11	7,05	211,56
Mayo	5,06	14,10	31,00	9.425,97	9,43	292,21
Junio	5,07	19,83	30,00	9.492,83	9,49	284,78
Julio	5,14	21,10	31,00	9.636,56	9,64	298,73
Agosto	4,52	21,43	31,00	8.476,89	8,48	262,78
Septiembre	4,89	16,78	30,00	9.136,89	9,14	274,11
Octubre	4,55	13,30	31,00	8.469,98	8,47	262,57
Noviembre	4,85	7,60	30,00	8.991,46	8,99	269,74
Diciembre	3,96	4,20	31,00	7.297,52	7,30	226,22
Total	54,73	-	365,00	102.193,64	101,78	37.149,23

Como se considera que todo el calor que capta el panel se puede transferir a la vivienda, el aporte térmico del suelo radiante coincide con el calor mensual captado por el panel. Sin embargo, puesto que desde Mayo hasta finales de Octubre hay una demanda térmica que puede ser abastecida por otros sistemas con menos consumos eléctricos, el suelo radiante va a estar desconectado en éste periodo, siendo entonces nulo el calor aportado a la vivienda.

3 Anexo al apartado 11

3.1 Cálculo de temperatura del agua de red

El método descrito por RETScreen International Clean Energy Decision Support Centre en el documento "*Clean Energy Project Analysis: RETScreen engineering & cases textbook*" se basa en la siguiente fórmula:

$$T_s = \frac{T_{min} + T_{max}}{2} - \frac{T_{max} - T_{min}}{2} h \cos\left(2\pi \frac{n-2}{12}\right) \quad (19)$$

Donde:

- T_s : Temperatura del agua de red
- T_{min} : Temperatura mínima media mensual
- T_{max} : Temperatura máxima media mensual
- h : Hemisferio Norte: $h=1$ / Hemisferio Sur: $h=-1$.
- n : Número de mes

En esta fórmula se introducen los datos de temperatura mínima y máxima medias de cada mes de la estación meteorológica de Santa Coloma de Queralt en el año 2007. Dicha estación es la más cercana que se halla a una altura sobre el nivel del mar similar a la parcela donde se va a situar la vivienda. Los datos obtenidos pueden verse en la Tabla 19:

Tabla 19: Temperaturas máximas y mínimas en Santa Coloma de Queralt

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
T_{max}	9,6	11,5	13,2	16	21,6	26,1	28,8	27,7	24,6	19	12	8,5
T_{min}	1,7	2,9	2,7	7,2	8,8	12,2	14,2	14,3	12	8,7	2,4	0,6
T_s	2,2	2,9	3,4	9,4	15,2	22,6	27,8	27,7	23,8	16,4	7,2	2,6

En el siguiente **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se puede observar la evolución de la temperatura de agua fría respecto a las bajas y mínimas del ambiente:

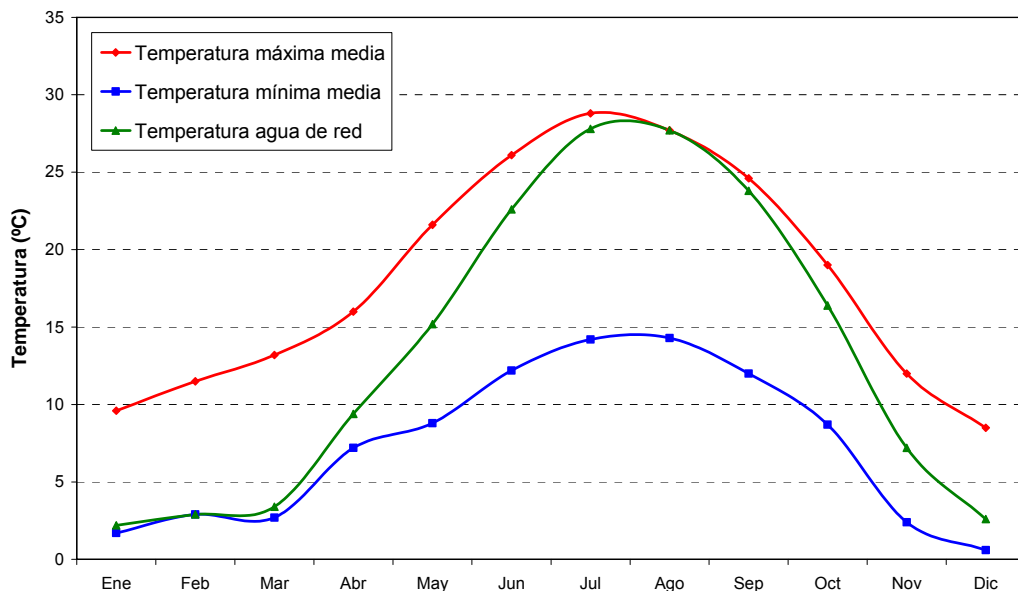


Imagen 14: Temperatura del agua de red en el municipio de Pontons

Debe aclararse que el método de RETScreen supone que la temperatura más alta se da en Agosto y la más baja en Febrero. Se puede ver que en el caso

estudiado no es así, ya que la temperatura más alta se da en Julio y la más baja en Diciembre.

3.2 Selección del captador

Al cruzar los datos de demanda con los de recurso disponible y siempre teniendo en cuenta las características del captador, se puede obtener la curva f de un captador, que dice qué fracción de la energía demandada entrega una cierta área de captador. Para ello se necesita una serie de datos que dependen del modelo de captador y de cómo queramos montar el sistema. Del captador dependen la $F_R(\tau\alpha)$ y la $F_R U_L$ que determinan la recta de rendimiento. Se ha decidido marcar el factor captador/intercambiador como 1, al prever que se tratará de una instalación de menos de 25 m² y que por lo tanto no necesitará un intercambiador externo a parte de los serpentines. La capacidad de almacenaje varía, ya que el conjunto viene con un acumulador fijo de 200 litros, pero cada modelo de captador tiene un área de captación diferente.

Gracias a los datos obtenidos mediante catálogo de distribuidor, se han obtenido las curvas f de los 2 modelos de captador. Las tablas y resultados gráficos se muestran a continuación:

AS020 2 m²

- Área del captador: 2 m²
- Capacidad de almacenaje: 100 l/m²
- $F_R(\tau\alpha)$: 0,776
- $F_R U_L$: 3,635 W/m²K

Área (m ²)	Fracción anual
0,00	0
0,20	0,322
0,36	0,528
0,52	0,692
0,68	0,815
0,84	0,890
1,00	0,939
1,16	0,962
1,32	0,981
1,48	0,991
1,64	1,000

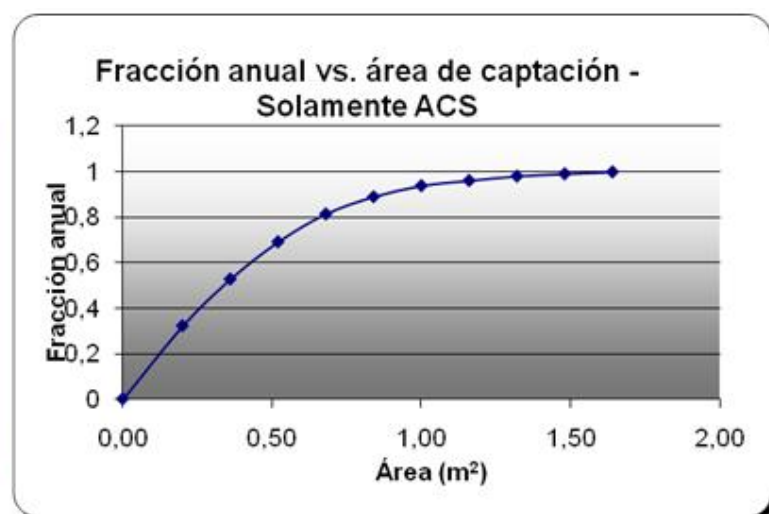


Imagen 15: Fracción solar anual del captador AS020

AS020 2,4 m²

- Área del captador: 2,4 m²
- Capacidad de almacenaje: 83,33 l/m²
- F_R(τα): 0,776
- F_RU_L: 3,635 W/m²K

Área (m ²)	Fracción anual
0,00	0
0,20	0,321
0,36	0,528
0,52	0,693
0,68	0,816
0,84	0,891
1,01	0,939
1,17	0,962
1,33	0,981
1,49	0,991
1,65	1,000

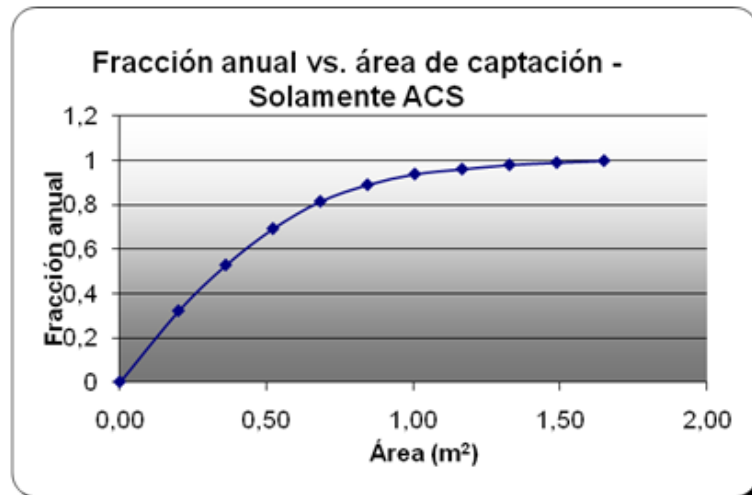


Imagen 16: Fracción solar anual del captador AS024

Para ofrecer una mejor perspectiva se ofrece la Tabla 20: ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.

Tabla 20: Comparaciones entre áreas de paneles solares

Panel	Área mínima necesaria (m ²)	Área total del panel (m ²)
AS020 2 m ²	1,64	2
AS020 2,4 m ²	1,65	2,40

Como puede verse, en los dos modelos estudiados, el área necesaria para cumplir con la demanda calculada es inferior al área de unidad mínima de panel. Es decir que la eficiencia del panel no será limitante a la hora de elegir un modelo, aunque en global el modelo más grande genera en total más energía que su homólogo de 2 m², como puede verse en la Tabla 21.

Tabla 21: Evaluación energética de los paneles solares

Mes	AS020 2 m ²		AS020 2,4 m ²	
	Energía total generada por 1 panel (kWh/mes)	Fracción de la energía necesaria	Energía total generada por 1 panel (kWh/mes)	Fracción de la energía necesaria
Enero	98,135	1,233	104,762	1,317
Febrero	80,212	1,365	83,595	1,423
Marzo	107,916	1,394	112,131	1,449
Abril	101,420	1,114	110,098	1,209
Mayo	90,641	1,453	94,066	1,508
Junio	69,372	1,666	83,424	2,004
Julio	73,631	2,048	106,906	2,973
Agosto	143,765	7,147	281,623	14,000
Septiembre	75,234	1,523	81,191	1,643

Octubre	78,890	1,484	82,725	1,556
Noviembre	79,701	1,511	84,400	1,600
Diciembre	82,996	1,402	86,189	1,456
Total	1081,913	1,588	1311,110	1,924

Por la configuración arquitectónica elegida (que se explica en la siguiente sección), el espacio no es limitante. En cuanto a precio, el modelo más pequeño es lógicamente más barato (2.260 € frente a 2.320 €).

Finalmente, dado que se tiene una producción de energía mayor a las necesidades de ACS con el panel más pequeño y se quiere mantener el coste total del proyecto lo más bajo posible, se ha elegido el AS020 de 2 m².

3.3 Sistema de apoyo



Imagen 17: Detalle calentador eléctrico instantáneo Siemens DH06101

4 Anexo al apartado 12

4.1 Demanda energética de electricidad

4.1.1 Electrodomésticos

Los electrodomésticos que se han considerado en la vivienda se resumen en la Tabla 22, junto con las horas de uso estimadas por día de ocupación. Multiplicando los consumos diarios por la ocupación de la vivienda y la potencia de cada electrodoméstico, se obtiene el consumo energético anual.

Tabla 22: Inventario de electrodomésticos existentes en la vivienda

	Unds.	Potencia (W)	Uso diario (h)	Consumo (kWh)
Vitrocerámica	1	3200	0,5	150
Frigorífico clase A++	1	160	8	133
Lavadora clase A	1	1150	0,5	54
Horno	1	2600	0,2	49
Torre ordenador	1	200	2	38
Secador de pelo	1	2000	0,2	38
Equipo de música	1	90	3	25
Television	1	125	2	24
Campana extractora	1	230	1	22
Aspiradora	1	1400	0,1	13
LCD ordenador	1	45	2	8,5
Batidora	1	350	0,2	6,6
Plancha	1	2400	0,02	4,5
Tostadora	1	800	0,05	3,8
Descodificador TDT	1	10	2	1,9
Router	1	9	2	1,7
Disco duro externo	2	4	2	1,5
Reprod. DVD	1	10	1	0,94
Cargador móvil	2	7	0,3	0,39
Impresora	1	25	0,1	0,24
Scanner	1	15	0,1	0,14
Cargador cámara	1	4	0,15	0,06
Total				576

Siendo el consumo anual en conceptos de electrodomésticos de 576kWh.

4.1.2 Iluminación

Para el cálculo de las horas de uso se han tenido que hallar las horas de salida y puesta de sol en Pontons. A partir de estas horas se ha determinado una hora media mensual de puesta de sol y de salida del sol, con la finalidad de estimar las horas de funcionamiento de las luminarias desde que se pone el sol hasta que se termina la actividad en la vivienda.

La Tabla 23 y la Tabla 24 muestran los datos de la puesta y la salida del sol en Pontons.

Tabla 23: Horas de puesta y salida de sol en Pontons (Parte 1)

	Enero		Febrero		Marzo		Abril		Mayo		Junio						
1	8:17	17:33	1	8:03	18:07	1	7:26	18:42	1	7:35	20:16	1	6:49	20:49	1	6:20	21:19
2	8:17	17:34	2	8:02	18:09	2	7:25	18:43	2	7:33	20:17	2	6:47	20:50	2	6:20	21:19
3	8:17	17:35	3	8:01	18:10	3	7:23	18:44	3	7:31	20:18	3	6:46	20:51	3	6:19	21:20
4	8:17	17:36	4	8:00	18:11	4	7:21	18:45	4	7:30	20:20	4	6:45	20:52	4	6:19	21:21
5	8:17	17:37	5	7:59	18:12	5	7:20	18:47	5	7:28	20:21	5	6:43	20:53	5	6:18	21:22
6	8:17	17:37	6	7:58	18:14	6	7:18	18:48	6	7:26	20:22	6	6:42	20:54	6	6:18	21:22
7	8:17	17:38	7	7:56	18:15	7	7:17	18:49	7	7:25	20:23	7	6:41	20:55	7	6:18	21:23
8	8:17	17:39	8	7:55	18:16	8	7:15	18:50	8	7:23	20:24	8	6:40	20:56	8	6:18	21:23
9	8:17	17:41	9	7:54	18:17	9	7:13	18:51	9	7:22	20:25	9	6:39	20:57	9	6:17	21:24
10	8:17	17:42	10	7:53	18:19	10	7:12	18:52	10	7:20	20:26	10	6:38	20:58	10	6:17	21:25
11	8:16	17:43	11	7:52	18:20	11	7:10	18:53	11	7:18	20:27	11	6:36	20:59	11	6:17	21:25
12	8:16	17:44	12	7:50	18:21	12	7:08	18:55	12	7:17	20:28	12	6:35	21:00	12	6:17	21:26
13	8:16	17:45	13	7:49	18:22	13	7:07	18:56	13	7:15	20:29	13	6:34	21:01	13	6:17	21:26
14	8:15	17:46	14	7:48	18:24	14	7:05	18:57	14	7:13	20:30	14	6:33	21:02	14	6:17	21:26
15	8:15	17:47	15	7:47	18:25	15	7:03	18:58	15	7:12	20:31	15	6:32	21:03	15	6:17	21:27
16	8:15	17:48	16	7:45	18:26	16	7:01	18:59	16	7:10	20:33	16	6:31	21:04	16	6:17	21:27
17	8:14	17:49	17	7:44	18:27	17	7:00	19:00	17	7:09	20:34	17	6:30	21:05	17	6:17	21:28
18	8:14	17:50	18	7:42	18:29	18	6:58	19:01	18	7:07	20:35	18	6:29	21:06	18	6:17	21:28
19	8:13	17:52	19	7:41	18:30	19	6:56	19:02	19	7:06	20:36	19	6:29	21:07	19	6:17	21:28
20	8:12	17:53	20	7:40	18:31	20	6:55	19:04	20	7:04	20:37	20	6:28	21:08	20	6:18	21:28
21	8:12	17:54	21	7:38	18:32	21	6:53	19:05	21	7:03	20:38	21	6:27	21:09	21	6:18	21:29
22	8:11	17:55	22	7:37	18:34	22	6:51	19:06	22	7:01	20:39	22	6:26	21:10	22	6:18	21:29
23	8:10	17:56	23	7:35	18:35	23	6:50	19:07	23	7:00	20:40	23	6:25	21:11	23	6:18	21:29
24	8:10	17:58	24	7:34	18:36	24	6:48	19:08	24	6:58	20:41	24	6:25	21:12	24	6:19	21:29
25	8:09	17:59	25	7:32	18:37	25	6:46	19:09	25	6:57	20:42	25	6:24	21:13	25	6:19	21:29
26	8:08	18:00	26	7:31	18:38	26	6:44	19:10	26	6:55	20:43	26	6:23	21:14	26	6:19	21:29
27	8:07	18:01	27	7:29	18:40	27	6:43	19:11	27	6:54	20:44	27	6:23	21:15	27	6:20	21:29
28	8:06	18:03	28	7:28	18:41	28	6:41	19:12	28	6:53	20:46	28	6:22	21:16	28	6:20	21:29
29	8:06	18:04				29	7:40	20:13	29	6:51	20:47	29	6:21	21:16	29	6:20	21:29
30	8:05	18:05				30	7:38	20:14	30	6:50	20:48	30	6:21	21:17	30	6:21	21:29
31	8:04	18:06				31	7:36	20:15				31	6:20	21:18			

Tabla 24: Horas de puesta y salida de sol en Pontons (Parte 2)

Julio			Agosto			Septiembre			Octubre			Noviembre			Diciembre		
1	6:21	21:29	1	6:46	21:09	1	7:18	20:24	1	7:48	19:33	1	7:23	17:47	1	7:58	17:23
2	6:22	21:29	2	6:47	21:07	2	7:19	20:22	2	7:49	19:32	2	7:24	17:45	2	7:59	17:23
3	6:22	21:29	3	6:48	21:06	3	7:20	20:21	3	7:50	19:30	3	7:26	17:44	3	8:00	17:22
4	6:23	21:28	4	6:49	21:05	4	7:21	20:19	4	7:51	19:28	4	7:27	17:43	4	8:01	17:22
5	6:24	21:28	5	6:50	21:04	5	7:22	20:17	5	7:52	19:27	5	7:28	17:42	5	8:02	17:22
6	6:24	21:28	6	6:51	21:03	6	7:23	20:16	6	7:53	19:25	6	7:29	17:41	6	8:03	17:22
7	6:25	21:27	7	6:52	21:01	7	7:24	20:14	7	7:55	19:23	7	7:30	17:40	7	8:04	17:22
8	6:25	21:27	8	6:53	21:00	8	7:25	20:12	8	7:56	19:22	8	7:32	17:39	8	8:05	17:22
9	6:26	21:27	9	6:54	20:59	9	7:26	20:11	9	7:57	19:20	9	7:33	17:38	9	8:06	17:22
10	6:27	21:26	10	6:55	20:57	10	7:27	20:09	10	7:58	19:18	10	7:34	17:37	10	8:06	17:22
11	6:28	21:26	11	6:56	20:56	11	7:28	20:07	11	7:59	19:17	11	7:35	17:36	11	8:07	17:22
12	6:28	21:25	12	6:57	20:55	12	7:29	20:06	12	8:00	19:15	12	7:36	17:35	12	8:08	17:22
13	6:29	21:25	13	6:58	20:53	13	7:30	20:04	13	8:01	19:14	13	7:38	17:34	13	8:09	17:22
14	6:30	21:24	14	6:59	20:52	14	7:31	20:02	14	8:02	19:12	14	7:39	17:33	14	8:10	17:23
15	6:31	21:24	15	7:00	20:50	15	7:32	20:01	15	8:03	19:11	15	7:40	17:32	15	8:10	17:23
16	6:31	21:23	16	7:01	20:49	16	7:33	19:59	16	8:04	19:09	16	7:41	17:31	16	8:11	17:23
17	6:32	21:22	17	7:02	20:48	17	7:34	19:57	17	8:05	19:07	17	7:42	17:30	17	8:12	17:24
18	6:33	21:22	18	7:03	20:46	18	7:35	19:56	18	8:06	19:06	18	7:44	17:30	18	8:12	17:24
19	6:34	21:21	19	7:04	20:45	19	7:36	19:54	19	8:08	19:04	19	7:45	17:29	19	8:13	17:24
20	6:35	21:20	20	7:05	20:43	20	7:37	19:52	20	8:09	19:03	20	7:46	17:28	20	8:13	17:25
21	6:36	21:19	21	7:07	20:42	21	7:38	19:50	21	8:10	19:01	21	7:47	17:28	21	8:14	17:25
22	6:37	21:18	22	7:08	20:40	22	7:39	19:49	22	8:11	19:00	22	7:48	17:27	22	8:14	17:26
23	6:38	21:18	23	7:09	20:38	23	7:40	19:47	23	8:12	18:58	23	7:49	17:26	23	8:15	17:26
24	6:38	21:17	24	7:10	20:37	24	7:41	19:45	24	8:13	18:57	24	7:51	17:26	24	8:15	17:27
25	6:39	21:16	25	7:11	20:35	25	7:42	19:44	25	7:15	17:56	25	7:52	17:25	25	8:16	17:27
26	6:40	21:15	26	7:12	20:34	26	7:43	19:42	26	7:16	17:54	26	7:53	17:25	26	8:16	17:28
27	6:41	21:14	27	7:13	20:32	27	7:44	19:40	27	7:17	17:53	27	7:54	17:24	27	8:16	17:29
28	6:42	21:13	28	7:14	20:31	28	7:45	19:39	28	7:18	17:52	28	7:55	17:24	28	8:17	17:30
29	6:43	21:12	29	7:15	20:29	29	7:46	19:37	29	7:20	17:50	29	7:56	17:23	29	8:17	17:30
30	6:44	21:11	30	7:16	20:27	30	7:47	19:35	30	7:21	17:49	30	7:57	17:23	30	8:17	17:31
31	6:45	21:10	31	7:17	20:26				31	7:22	17:48				31	8:17	17:32

A partir de estos datos, se ha calculado la hora media de salida y puesta de sol mensualmente, que se muestran en Tabla 25.

Tabla 25: Horas medias de puesta y salida del sol en Pontons

Mes	Orto	Ocaso
Enero	8:13	17:48
Febrero	7:46	18:24
Marzo	7:07	19:04
Abril	7:11	20:32
Mayo	6:32	21:03
Junio	6:18	21:25
Julio	6:32	21:21
Agosto	7:01	20:48
Septiembre	7:32	19:59
Octubre	7:51	18:55
Noviembre	7:40	17:32
Diciembre	8:09	17:24

Para calcular las horas de funcionamiento de cada luminaria, se ha estimado hasta qué hora van a tener que estar iluminados cada uno de los principales espacios dentro de la vivienda. Puesto que en un mismo espacio puede haber más de un tipo de luminaria, se ha asignado un factor de uso a cada tipo de luminaria, de forma que de la totalidad de horas en que un espacio tiene que estar iluminado, un tipo de luminaria puede que lo esté solo un porcentaje de esas horas.

Los criterios escogidos para cada espacio, así como el cálculo de las horas de uso globales se muestran en la Tabla 26.

Tabla 26: Horas de uso de las luminarias de cada espacio

		Días ocupación	8	6	8	1	9	8	9	5	10	8	6	6	94
Espacio	Tipo de luminaria	Horas de uso	E ne	F eb	M ar	A br	M ay	Ju n	J ul	A go	S ep	O ct	N ov	Di c	Total (h)
Salón	Total espacio	Puesta de sol - 23:00	5,2	4,6	3,9	2,5	1,9	1,6	1,6	2,2	3,0	4,1	5,5	5,6	312,1
	Bajo consumo techo	100% espacio	5,2	4,6	3,9	2,5	1,9	1,6	1,6	2,2	3,0	4,1	5,5	5,6	312,1
	Bajo consumo lectura	100% espacio	5,2	4,6	3,9	2,5	1,9	1,6	1,6	2,2	3,0	4,1	5,5	5,6	312,1
Cocina	Total espacio	Puesta de sol - 23:00	5,2	4,6	3,9	2,5	1,9	1,6	1,6	2,2	3,0	4,1	5,5	5,6	312,1
	Halógena	25% espacio	1,3	1,1	1,0	0,6	0,5	0,4	0,4	0,5	0,8	1,0	1,4	1,4	78,0
	Bajo consumo techo	100% espacio	5,2	4,6	3,9	2,5	1,9	1,6	1,6	2,2	3,0	4,1	5,5	5,6	312,1
	Focos LED	33% espacio	1,7	1,5	1,3	0,8	0,6	0,5	0,5	0,7	1,0	1,4	1,8	1,9	104,0
Dormitorio 1	Total espacio	50% Puesta de sol - 23:00	2,6	2,3	2,0	1,2	1,0	0,8	0,8	1,1	1,5	2,0	2,7	2,8	156,1
	Halógena	100% espacio	2,6	2,3	2,0	1,2	1,0	0,8	0,8	1,1	1,5	2,0	2,7	2,8	156,1
	Bajo consumo lectura	66% espacio	1,7	1,5	1,3	0,8	0,6	0,5	0,5	0,7	1,0	1,4	1,8	1,9	104,0
Dormitorio 2	Total espacio	Puesta de sol - 21:00	3,2	2,6	1,9	0,5	0,0	0,0	0,0	0,2	1,0	2,1	3,5	3,6	131,4
	Halógena	100% espacio	3,2	2,6	1,9	0,5	0,0	0,0	0,0	0,2	1,0	2,1	3,5	3,6	131,4
	Bajo consumo lectura	66% espacio	2,1	1,7	1,3	0,3	0,0	0,0	0,0	0,1	0,7	1,4	2,3	2,4	87,6
Pasillo 1	Halógena	33% horas salón	1,7	1,5	1,3	0,8	0,6	0,5	0,5	0,7	1,0	1,4	1,8	1,9	104,0
Pasillo 2	Halógena	33% horas salón	1,7	1,5	1,3	0,8	0,6	0,5	0,5	0,7	1,0	1,4	1,8	1,9	104,0
Escalera	Halógena	25% horas salón	1,3	1,1	1,0	0,6	0,5	0,4	0,5	0,8	1,1	1,4	1,4	1,4	78,0
Lavabo	Halógena	1 hora diaria	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	94,0
Baño	Total espacio	1 hora diaria	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	94,0
	Halógena	100% espacio	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	94,0
	Bajo consumo techo	100% espacio	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	94,0
Invernadero	Total espacio	De 20:00 hasta 22:00	2,0	2,0	2,0	1,5	1,1	0,6	0,6	1,2	2,0	2,0	2,0	2,0	146,0
	Halógena	100% espacio	2,0	2,0	2,0	1,5	1,1	0,6	0,6	1,2	2,0	2,0	2,0	2,0	146,0
	Bajo consumo lectura	100% espacio	2,0	2,0	2,0	1,5	1,1	0,6	0,6	1,2	2,0	2,0	2,0	2,0	146,0
Armario	Halógena	1 hora diaria	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	94,0
Sala técnica	Halógena	0,3 horas diarias	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	28,2
Escritorio	Focos LED	50% Puesta de sol - 23:00	2,6	2,3	2,0	1,3	1,0	0,8	0,8	1,1	1,5	2,0	2,7	2,8	156,2
Exterior	Total espacio	50% Puesta de sol - Salida del sol	7,2	6,7	6,3	5,7	4,7	4,4	4,6	5,1	5,8	6,1	7,5	7,4	2.151,5
	LED	100% espacio	7,2	6,7	6,3	5,7	4,7	4,4	4,6	5,1	5,8	6,1	7,5	7,4	2.151,5
	Bajo consumo lectura	50% horas salón	2,6	2,3	2,0	1,3	1,0	0,8	0,8	1,1	1,5	2,0	2,7	2,8	156,1

Obtenidas las horas de uso anuales de cada luminaria, se multiplican por el consumo individual de cada luminaria para obtener el consumo energético total de iluminación. Éste cálculo se puede consultar en la Tabla 27.

Tabla 27: Consumo energético total de iluminación

Espacio	Tipo de luminaria	Potencia (W)	Unidades	Potencia total (W)	Horas anuales	W·h/anuales
Salón	Bajo consumo techo	30	2	60	312,11	18.726,32
	Bajo consumo lectura	7	2	14	312,11	4.369,47
Cocina	Halógenas	50	2	100	78,03	7.802,63
	Bajo consumo techo	30	1	30	312,11	9.363,16
	LED's interiores	2	3	6	104,04	624,21
Dormitorio 1	Halógenas	50	1	50	156,05	7.802,50
	Bajo consumo lectura	7	2	14	104,03	1.456,42
Dormitorio 2	Halógenas	50	1	50	131,40	6.570,03
	Bajo consumo lectura	7	2	14	87,60	1.226,41
Pasillo 1	Halógenas	50	1	50	104,00	5.200,00
Pasillo 2	Halógenas	50	2	100	104,00	10.400,00
Escaleras	Halógenas	50	2	100	78,03	7.802,63
Lavabo	Bajo consumo techo	30	1	30	94,00	2.820,00
	Halógenas	50	2	100	94,00	9.400,00
Baño	Halógenas	50	2	100	94,00	9.400,00
Invernadero	Bajo consumo techo	30	3	90	145,98	13.138,15
	Bajo consumo lectura	7	2	14	145,98	2.043,71
Exterior	LED's exterior	1	9	9	2.151,47	19.363,20
	Bajo consumo lectura	7	6	42	156,05	6.554,21
Mesa de estudio	LED's interiores	2	3	6	156,20	937,20
Armario	Halógenas	50	1	50	94,00	4.700,00
Sala técnica	Halógenas	50	1	50	28,20	1.410,00
					TOTAL (kWh/año)	151,11

4.1.3 Sistemas auxiliares

4.1.3.1 Bomba de ACS

Para calcular la potencia necesaria de la bomba de circulación del agua del circuito primario, se ha considerado una tubería de 20 milímetros de diámetro interior por la que circula el agua a una velocidad de 1 m/s. Con éstos datos se obtiene un caudal circulante de:

$$Q = V \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} = 1131 \text{ l/h} \quad (20)$$

Considerando la velocidad del fluido, se establece unas pérdidas de carga en el conducto de cobre a partir de la Imagen 18.

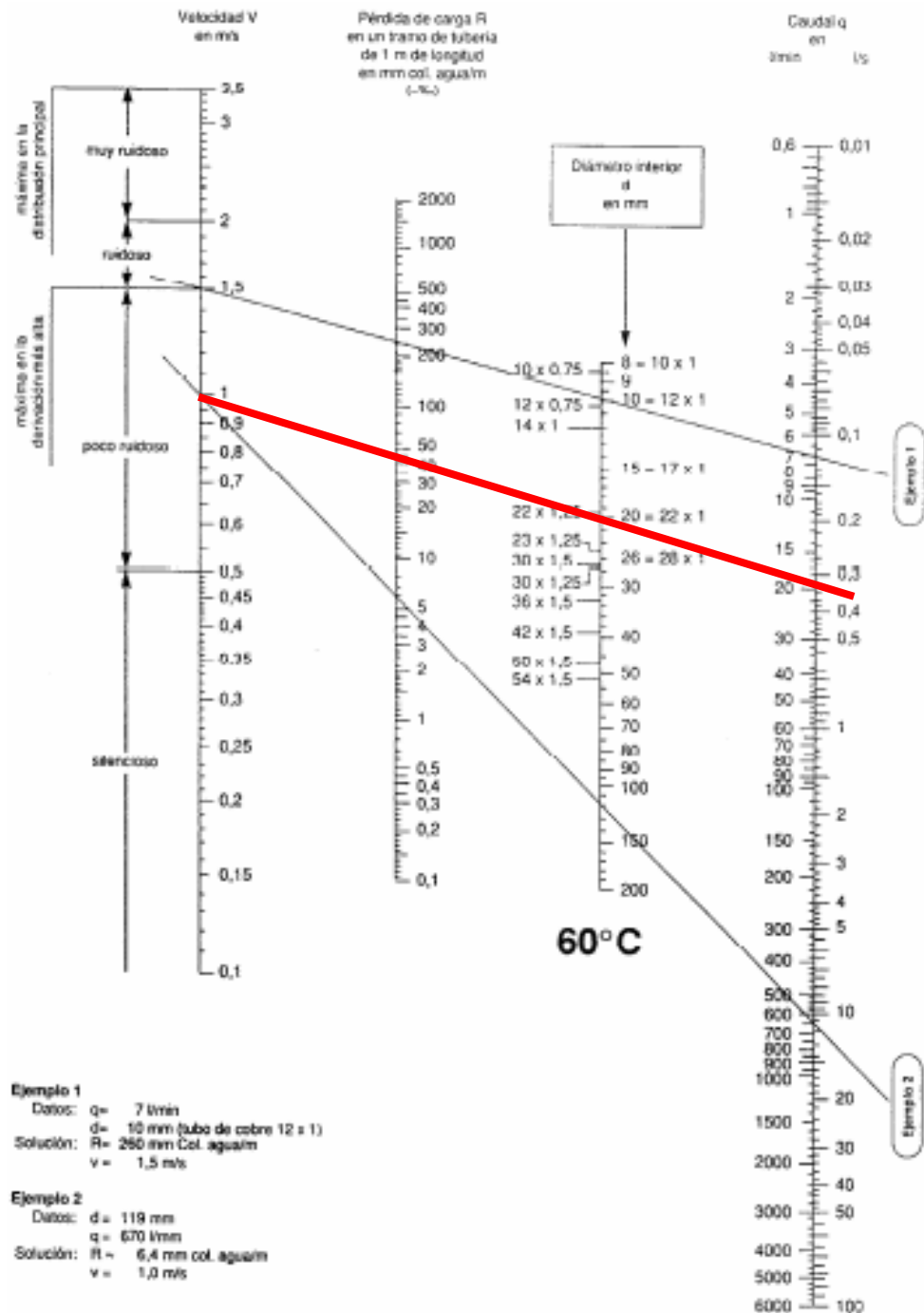


Imagen 18: Pérdidas de carga en las tuberías de cobre

Se establecen unas pérdidas de carga de 40mmca/m. Para calcular las pérdidas de carga totales, se suman los metros de tubería y los metros equivalentes derivados de elementos como codos y el colector solar:

- Metros tubería: 27 metros (13,5 metros de ida y retorno)
- Longitud equivalente captador: 5,25 metros
- Longitud equivalente codos: 5,04 metros (8 codos de 0,63 metros equivalentes)

- Longitud equivalente accesorios: 14,4 metros (4 válvulas de 3,6 metros equivalentes)

Estableciendo unas pérdidas totales de carga:

$$H = R \cdot \sum L_{equivalente} = 2,07 mca \quad (21)$$

A partir de las pérdidas que debe vencer la bomba, y sabiendo el caudal que debe impulsar, se calcula la potencia a partir de la siguiente expresión:

$$P = \eta \cdot 9800 \cdot H \cdot Q \quad (22)$$

- η rendimiento de la bomba
- Q: caudal del agua a bombear
- HTot: altura de bombeo

Considerando un rendimiento del 80%, se obtiene una potencia de la bomba de 8 W.

Para calcular el consumo energético total se ha considerado que el sistema de ACS empieza a funcionar después de dos horas de la salida del sol y termina en el ocaso. Puesto que por las características técnicas del panel solar seleccionado siempre hay un excedente de energía térmica a disipar, y puesto que se dispone de un sistema Drain Back que desconecta el sistema cuando se detecta dicho excedente, se han reducido las horas de uso proporcionalmente al excedente. La Tabla 28 muestra el porcentaje de uso de la bomba según el mes.

Tabla 28: Porcentaje de uso de la bomba de ACS

	Demanda (kWh/mes)	Producción máxima (kWh/mes)	Porcentaje de uso
Enero	79,57	98,13	81,09%
Febrero	58,74	80,21	73,24%
Marzo	77,39	107,92	71,71%
Abril	91,07	101,42	89,79%
Mayo	62,37	90,64	68,81%
Junio	41,63	69,37	60,01%
Julio	35,95	73,63	48,83%
Agosto	20,12	143,76	13,99%
Septiembre	49,40	75,23	65,67%
Octubre	53,16	78,89	67,39%
Noviembre	52,74	79,70	66,18%
Diciembre	59,20	83,00	71,33%

4.1.3.2 Sistema auxiliar de ACS

El sistema auxiliar de ACS es un calentador eléctrico instantáneo de 6kW de potencia nominal. Como se ha comentado anteriormente, el sistema de ACS tiene un excedente de energía térmica durante todo el año, por lo que no se prevé ningún periodo concreto del año en que las condiciones climáticas sean tan desfavorables como para que se tenga que recurrir al sistema auxiliar. Aún así, se han considerado que eventualmente éste sistema puede usarse en una semana en la que haya habido inclemencias climatológicas. Considerando pues un uso de 4 horas anuales, el consumo energético anual es de 24kWh.

4.1.3.3 Pozo canadiense

En este caso el consumo energético del sistema viene definido por el ventilador de impulsión de aire desde el exterior al interior de la vivienda. Se ha dimensionado el ventilador para que éste impulse una cantidad de caudal de aire suficiente para garantizar una renovación de aire en la vivienda por hora.

La potencia del ventilador viene dada por la siguiente relación:

$$P_w = \frac{Q_v \times \Delta p}{\eta} \quad (23)$$

- P_w : potencia del ventilador(W)
- Q_v : caudal de aire (m³/s)
- η : rendimiento del ventilador

A continuación puede observarse la potencia necesaria para asegurar el caudal de diseño en un tubo de PE, considerando un rendimiento del 50%.

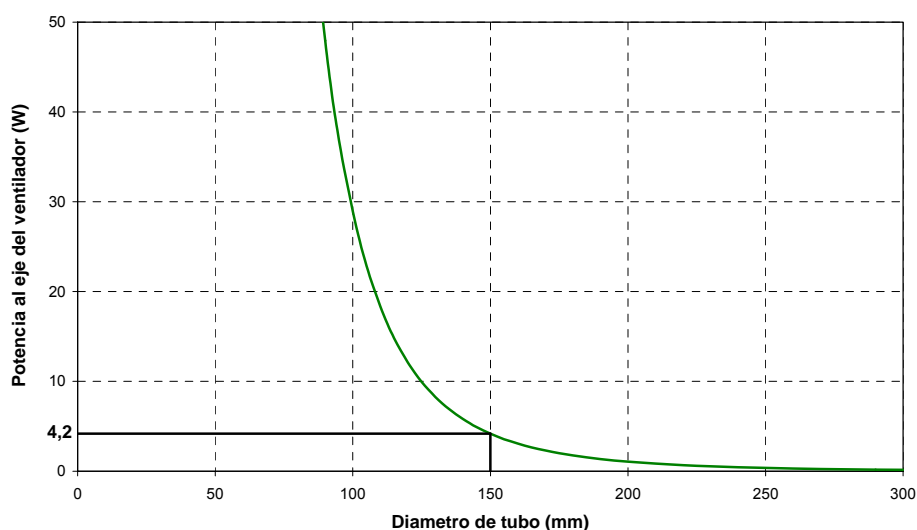


Imagen 19: Potencia necesaria al eje del ventilador función del diámetro de tubo

La potencia del ventilador deberá ser de 5W aproximadamente. A continuación se adjunta información técnica del fabricante Helios³, con ventiladores aptos a cumplir la función de ventilación requerida.

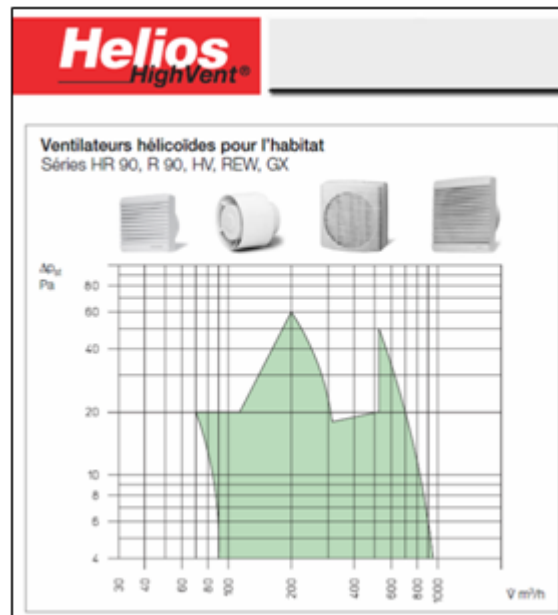


Imagen 20: Características ventiladores domésticos Helios

Para calcular el número de horas de uso, se podría considerar el beneficio que aporta la chimenea solar, que permite de forma pasiva favorecer la ventilación, lo cual disminuye el trabajo que tiene que hacer el ventilador. Sin embargo, por las dificultades de cálculo que implica y por la intermitencia del efecto chimenea, se ha considerado que el ventilador funciona todas las horas del día de todos los días del mes. Así, considerando la potencia de 5 W del ventilador, el consumo energético anual es de 40 kWh.

4.1.3.4 Bomba del suelo radiante

Se procede al cálculo de la bomba de impulsión del fluido caloportador del suelo radiante con la misma metodología seguida en el apartado 4.1.3.1. En este caso, se sigue considerando un fluido que circula a 1m/s por una sección de 20mm de diámetro. Sin embargo, en este caso el fluido pasa dos tuberías de distinto material. El panel solar tiene una tubería de cobre, mientras que la del suelo radiante es de polietileno reticulado. Para calcular las pérdidas de carga del sistema, se deben considerar las rugosidades de ambos materiales.

En el caso del cobre, se considera como antes unas pérdidas de 40mmca/m, y una longitud equivalente de 37,29 metros:

³ <http://www.helios-fr.com/>

- Metros tubería: 27 metros (13,5 metros de ida y retorno)
- Longitud equivalente captador: 5,25 metros
- Longitud equivalente codos: 5,04 metros (8 codos de 0,63 metros equivalentes)

Por lo tanto, el cobre ofrece unas pérdidas de 1,49mca.

En el caso del polietileno reticulado, las pérdidas de carga que ofrece éste material se obtienen de la Tabla 29.

Tabla 29: Pérdidas de carga tubería polietileno

CAUDALES MAXIMOS EN FUNCION DE LA PERDIDA DE CARGA ADMISIBLE											
TUBERIA		* TEMPERATURA MEDIA DEL AGUA..... 70 °C									
* MATERIAL	POLIETILENO RETICULADO										
* NORMA	UNE 83.381 Serie 3,2										
* RUGOSIDAD	0,003 mm										
		* DENSIDAD 977,9 kg/m3									
		* VISCOSIDAD 0,399 cST									
mmC.A/m	DN	PE 16	PE 20	PE 25	PE 32	PE 40	PE 50	PE 63	PE 75	PE 90	PE 110
	DN	11,6	14,4	18,0	23,2	29,0	36,2	45,8	54,4	65,4	79,8
4	l/s	0,02	0,03	0,05	0,11	0,20	0,36	0,68	1,09	1,79	3,07
	l/h	59	106	194	387	709	1.295	2.451	3.911	6.446	11.064
	m ³	0,15	0,18	0,21	0,25	0,30	0,35	0,41	0,47	0,53	0,61
8	l/s	0,02	0,04	0,08	0,16	0,29	0,53	1,01	1,61	2,66	4,57
	l/h	88	153	289	575	1.054	1.924	3.643	5.811	9.579	16.441
	m ³	0,23	0,27	0,32	0,38	0,44	0,52	0,61	0,69	0,79	0,91
12	l/s	0,03	0,06	0,10	0,20	0,37	0,67	1,28	2,04	3,35	5,76
	l/h	110	199	364	725	1.328	2.425	4.592	7.326	12.077	20.727
	m ³	0,29	0,34	0,40	0,48	0,56	0,65	0,77	0,88	1,00	1,15
16	l/s	0,04	0,07	0,12	0,24	0,43	0,79	1,50	2,40	3,95	6,79
	l/h	130	234	429	854	1.566	2.853	5.413	8.633	14.235	24.431
	m ³	0,34	0,40	0,47	0,56	0,66	0,77	0,91	1,03	1,18	1,36
20	l/s	0,04	0,07	0,14	0,27	0,49	0,90	1,71	2,72	4,49	7,71
	l/h	148	266	487	971	1.779	3.247	6.149	9.809	16.171	27.753
	m ³	0,39	0,45	0,53	0,64	0,75	0,88	1,04	1,17	1,34	1,54
24	l/s	0,05	0,08	0,15	0,30	0,55	1,00	1,90	3,02	4,99	8,56
	l/h	164	295	541	1.077	1.974	3.604	6.824	10.887	17.946	30.801
	m ³	0,43	0,50	0,59	0,71	0,83	0,97	1,15	1,30	1,48	1,71
28	l/s	0,05	0,09	0,16	0,33	0,60	1,09	2,07	3,30	5,44	9,34
	l/h	179	322	591	1.176	2.166	3.936	7.162	11.889	19.599	33.637
	m ³	0,47	0,55	0,64	0,77	0,91	1,06	1,26	1,42	1,60	1,87
32	l/s	0,05	0,10	0,18	0,35	0,65	1,18	2,23	3,56	5,88	10,08
	l/h	193	348	638	1.270	2.327	4.248	8.043	12.832	21.153	36.304
	m ³	0,51	0,59	0,70	0,83	0,98	1,15	1,36	1,53	1,75	2,02
36	l/s	0,06	0,10	0,19	0,38	0,69	1,26	2,39	3,81	6,28	10,79
	l/h	207	372	682	1.358	2.489	4.543	8.603	13.735	22.626	38.831
	m ³	0,54	0,63	0,74	0,89	1,05	1,23	1,45	1,64	1,87	2,16
40	l/s	0,06	0,11	0,20	0,40	0,73	1,34	2,54	4,05	6,67	11,46
	l/h	220	395	724	1.442	2.643	4.825	9.137	14.577	24.030	41.241
	m ³	0,58	0,67	0,79	0,95	1,11	1,30	1,54	1,74	1,99	2,29
44	l/s	0,06	0,12	0,21	0,42	0,78	1,42	2,68	4,28	7,05	12,10
	l/h	232	417	765	1.523	2.791	5.095	9.649	15.303	25.375	43.550
	m ³	0,61	0,71	0,83	1,00	1,17	1,38	1,63	1,84	2,10	2,42
48	l/s	0,07	0,12	0,22	0,44	0,81	1,49	2,82	4,49	7,41	12,71
	l/h	244	438	804	1.601	2.933	5.355	10.141	16.177	26.668	45.770
	m ³	0,64	0,75	0,88	1,05	1,23	1,45	1,71	1,93	2,21	2,54
52	l/s	0,07	0,13	0,23	0,47	0,85	1,56	2,95	4,70	7,75	13,31
	l/h	255	469	841	1.676	3.071	5.695	10.615	16.935	27.916	47.912
	m ³	0,67	0,78	0,92	1,10	1,29	1,51	1,79	2,02	2,31	2,66
56	l/s	0,07	0,13	0,24	0,49	0,89	1,62	3,08	4,91	8,09	13,88
	l/h	266	479	878	1.748	3.203	5.843	11.074	17.667	29.124	49.984
	m ³	0,70	0,82	0,96	1,15	1,35	1,58	1,87	2,11	2,41	2,78
60	l/s	0,08	0,14	0,25	0,51	0,93	1,69	3,20	5,10	8,42	14,44
	l/h	277	498	913	1.818	3.332	6.084	11.520	18.377	30.295	51.994
	m ³	0,73	0,85	1,00	1,19	1,40	1,64	1,94	2,20	2,51	2,89
64	l/s	0,08	0,14	0,26	0,52	0,96	1,75	3,32	5,30	8,73	14,89
	l/h	287	517	947	1.887	3.457	6.312	11.952	19.068	31.433	53.947
	m ³	0,76	0,88	1,03	1,24	1,45	1,70	2,02	2,28	2,60	3,00
68	l/s	0,08	0,15	0,27	0,54	0,99	1,82	3,44	5,48	9,04	15,51
	l/h	298	535	981	1.953	3.579	6.535	12.374	19.740	32.541	55.849
	m ³	0,78	0,91	1,07	1,28	1,51	1,76	2,09	2,36	2,69	3,10
72	l/s	0,09	0,15	0,28	0,56	1,03	1,88	3,55	5,67	9,34	16,03
	l/h	309	552	1.012	2.018	3.698	6.752	12.785	20.205	33.622	57.702
	m ³	0,81	0,94	1,11	1,33	1,56	1,82	2,16	2,44	2,78	3,20
76	l/s	0,09	0,16	0,29	0,58	1,06	1,93	3,66	5,84	9,63	16,53
	l/h	317	570	1.045	2.081	3.814	6.963	13.186	21.035	34.677	59.514
	m ³	0,83	0,97	1,14	1,37	1,60	1,88	2,22	2,51	2,87	3,31
80	l/s	0,09	0,16	0,30	0,60	1,09	1,99	3,77	6,02	9,92	17,02
	l/h	327	587	1.076	2.143	3.928	7.170	13.578	21.661	35.708	61.284
	m ³	0,86	1,00	1,17	1,41	1,65	1,94	2,29	2,59	2,95	3,40

Puesto que no se dispone de las características específicas proyectadas, se ha interpolado entre los valores más cercanos, obteniendo unas pérdidas de 52mmca/m. La longitud equivalente de tubería es de 141,6 metros:

- Metros tubería: 120 metros
- Longitud equivalente curvas: 21,6 metros (48 codos de 0,45 metros equivalentes)

Siendo las pérdidas del polietileno de 7,36mca.

Sumando las pérdidas de ambas tuberías, se obtienen unas pérdidas totales de:

$$LT = L_C + L_p = 1,49 + 7,36 = 8,85mca \quad (24)$$

Teniendo en cuenta el caudal de agua a bombear, se calcula la potencia de la bomba mediante la expresión 22, obteniendo una potencia de 35 W (considerando un rendimiento de la bomba del 80%).

En cuanto a las horas de uso de la bomba, ésta funciona a partir del momento en que se puede extraer calor del panel solar, que se estima es a las dos horas de la salida del sol y hasta el ocaso, exceptuando los meses en los que el suelo radiante no debe estar en funcionamiento por poca demanda térmica. Considerando el total de horas de uso y la potencia de la bomba, se obtiene un consumo anual de 57kWh.

4.1.3.5 Bomba de la chimenea de agua

El circuito de la chimenea de agua es de polietileno reticulado. En este caso, se cumplen las mismas condiciones que con el suelo radiante, por lo que las pérdidas de carga son igualmente de 52mmca/m. La longitud equivalente del circuito es de 54,5 metros:

- Metros tubería: 50 metros
- Longitud equivalente curvas: 4,5 metros (10 codos de 0,45 metros equivalentes)

Siendo las pérdidas de carga totales de 2,83mca.

Estimando un rendimiento del 80%, mediante la expresión 22 se calcula una potencia de la bomba de 11 W.

Para calcular el consumo energético anual de éste sistema, se tiene en cuenta el número de horas que debe funcionar la chimenea de agua para abastecer las necesidades térmicas de la vivienda, las cuales quedan definidas en el apartado 10.5 de la Memoria. Así, el consumo anual es de 0,17kWh.

4.1.3.6 Bombeo de aguas

En este caso, el caudal de bombeo dependerá del volumen de agua recuperada a almacenar, y de las horas diarias de uso de la bomba.

La tabla siguiente enseña el volumen diario de bombeo para cada mes. Se observa que el volumen máximo a bombear es, durante el mes de octubre, de $1,41\text{m}^3$ diario.

Tabla 30: Volumen diario de bombeo de agua

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Volumen diario a bombear (m^3)	0,43	0,69	0,57	1,01	0,79	0,56	0,35	0,61	1,14	1,41	0,94	0,84

La altura de bombeo es la altura estática ($h=5.5\text{m}$) más las pérdidas de presión debidas a la tubería (h_L) y a los accesorios (h_A):

$$H_{Tot} = h + h_L + h_A \quad (25)$$

Las pérdidas en las tuberías se calculan mediante la ecuación de Hazen-Williams:

$$h_L = \frac{10.665}{C_{HW}^{1.852}} \times \frac{L}{D^{4.8705}} \times Q^{1.852} \quad (26)$$

- CHW: coeficiente de rozamiento de Hazen-Williams
- Q: caudal del agua a bombear
- L: longitud de la tubería
- D: diámetro de la tubería

El diámetro de la tubería se determina en base al caudal, buscando minimizar el ruido hidráulico al circular. Si se considera que la bomba debe funcionar durante 2 horas diarias, el caudal máximo que se necesitará será de $0.7\text{m}^3/\text{h}$ o 0.2 l/s (durante el mes de octubre). Para este caudal, una tubería de diámetro interior $D = 25\text{mm}$ garantizará un funcionamiento silencioso.

Por otra parte, la longitud de la tubería es de $L = 70\text{m}$.

Tabla 31: Coeficiente de Hazen-Williams para diferentes tuberías

Tipo de tubería	Coficiente C_{HW} (Hazen-Williams)
Plástico nueva : polietileno, PVC	150
Muy lisas y rectas (asbesto-cemento, fibrocemento)	140
Lisas (fundición y hierro forjado nuevas)	130
Hormigón armado	128
Acero soldado nuevo	120
Acero remachado nuevo o soldado viejo	110
Fundición y hierro soldado con años de servicio	100
Acero remachado con años de servicio	95
Vieja en mal estado	60-80

Considerando, de manera algo conservadora, un coeficiente de Hazen-Williams de $C_{HW} = 100$ se obtiene, empleando la ecuación (26):

$$h_L = 1.27\text{m}$$

Las pérdidas en los accesorios se pueden estimar mediante tablas de longitudes equivalentes, que corresponden a la longitud de tubería recta que genera una pérdida de presión equivalente a la que genera el accesorio.

Para la instalación hidráulica se consideran los siguientes accesorios que permiten determinar su longitud equivalente, mediante la ecuación (26) de Hazen-Williams.

Tabla 32: Accesorios y longitudes equivalentes

Accesorios	Longitud equivalente	Cantidad
Codos 90°	0,76 m	4
Válvula de retención	0,75 m	2
Válvula de asiento	4,50 m	4
Total	6,01 m	

$$h_A = 0.41\text{m}$$

Retomando la ecuación (25) se determina la altura de bombeo:

$$H_{Tot} = 7.18\text{m}$$

La potencia consumida por la bomba hidráulica se determina en base a su rendimiento. Considerando un rendimiento de $\eta=50\%$ (valor mediocre) se obtiene la potencia eléctrica consumida por la bomba:

$$P_B = 27.5\text{W}$$

La energía anual consumida por la bomba, con un funcionamiento de 2 horas diarias 365 días al año asciende a 20,1kWh:

4.1.3.7 Resumen consumo sistemas auxiliares

Se resume en la Tabla 33 el consumo total de los sistemas auxiliares descritos anteriormente.

Tabla 33: Resumen de consumos eléctricos de los sistemas auxiliares

Mes	Potencia (W)	Horas de funcionamiento diárias												Consumo anual (kWh)	
		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre		Horas anuales
Días		31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	-	-
Circulación ACS	8	6,16	6,32	7,14	10,18	8,62	7,88	6,26	1,65	6,86	6,12	5,21	5,17	2.355,74	19
Sistema auxiliar ACS	6000	4,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,00	24
Suelo radiante	35	7,60	8,60	9,96	11,34	0	0	0	0	0	1,46	7,87	7,25	1.631,49	57
Chimenea de agua	11	1,10	0,50	0	0	0	0	0	0	0	0	0,50	0,50	15,90	0,17
Ventilación pozo canadiense	5	24,00	24,00	24,00	24,00	12,00	24,00	24,00	24,00	24,00	12,00	24,00	24,00	8.016,00	40
Bombeo de agua	27,5	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	730,00	20
TOTAL														160	

4.2 El Atlas Eólico de España

El Atlas Eólico de España se ha realizado en base a un modelo de simulación meteorológica y de prospección del recurso eólico a largo plazo, estudiando su interacción con la caracterización topográfica de España, sin llevar a cabo una campaña de mediciones específica. En cambio, sí se han utilizado datos reales del recurso para la validación de los resultados de la herramienta de simulación adoptada. Dado un emplazamiento concreto, el sistema permite estimar su recurso eólico en una fase inicial de proyecto.

El aplicativo proporciona los datos siguientes:

- La capa “2.5 km - direcciones a 80 m” o “Rosas de Viento a 80 m” contiene datos direccionales, en concreto: la frecuencia anual (porcentaje de horas que el viento sopla en una dirección), velocidad media (como fracción de la velocidad media en todas las direcciones), potencia media y parámetros C y K de Weibull. También se indican las coordenadas UTM del punto consultado. La resolución del mapeado proporcionado es de 2.5 km.
- La capa “100m - anual y estacional a 80m”, contiene dos tipos de datos. En ambos casos, la cifra 100m indica la resolución de los datos, es decir el espaciado de la red.
 - “100m – anual”: contiene los valores de velocidad media y los parámetros C y K de Weibull para las 4 alturas incluidas en el Atlas (30, 60, 80 y 100m). Asimismo, se indica la elevación y la rugosidad del punto consultado.
 - “100m – estacional a 80m”: comprende los valores de velocidad media, así como los parámetros C y K de Weibull para las 4 estaciones del año y a una altura de 80m.

4.3 Potencial eólico en la parcela

4.3.1 La Rosa de los Vientos

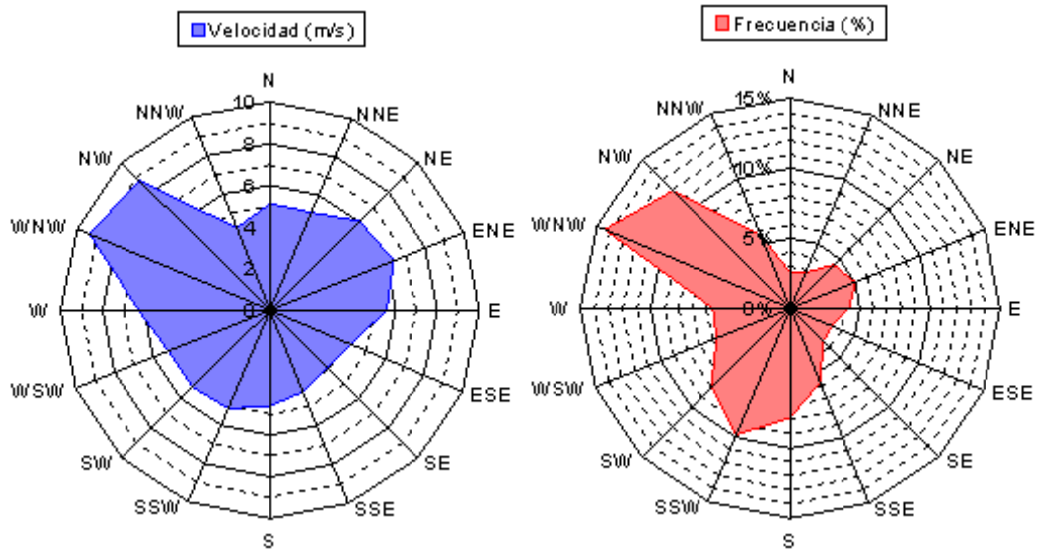


Imagen 21: Representación gráfica de la Rosa de los Vientos

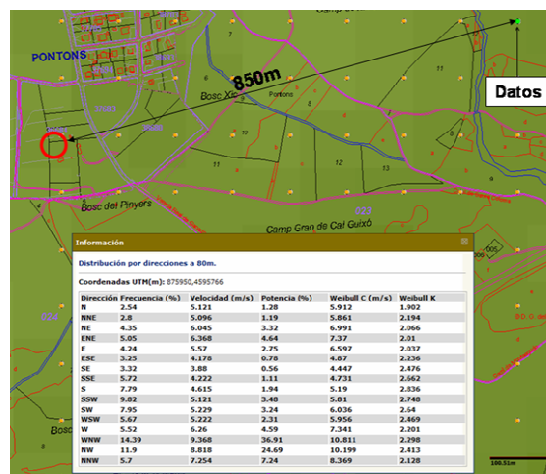


Imagen 22: Datos a 80m de altura

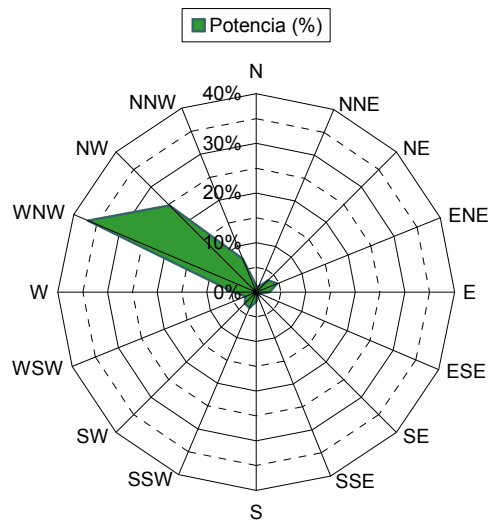


Imagen 23: Frecuencia de potencia eólica

4.3.2 Datos de viento

A continuación se puede apreciar el resultado gráfico de la consulta realizada, en el que el área de estudio y el emplazamiento previsto para el aerogenerador se ha resaltado con un círculo rojo.

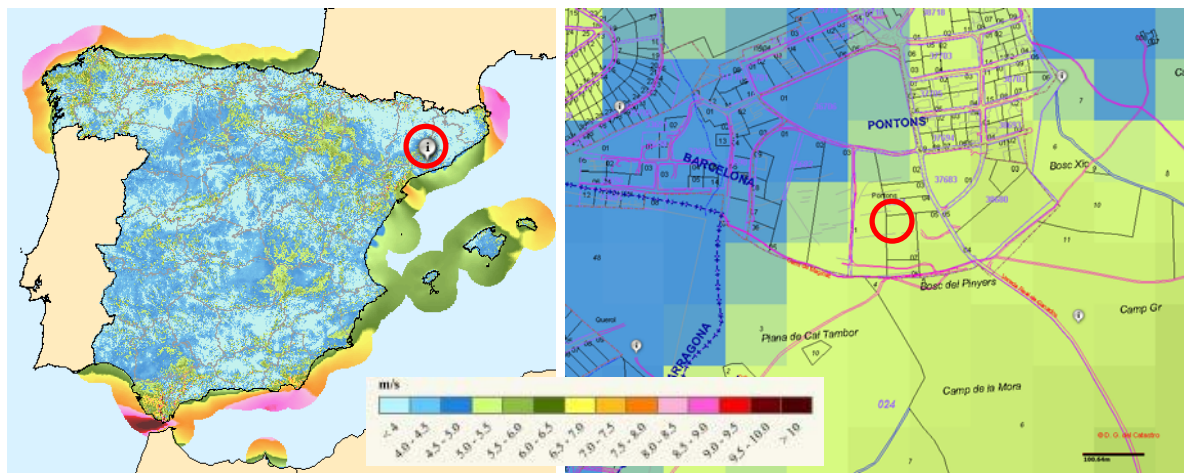


Imagen 24: Velocidad media anual del viento a 30 metros

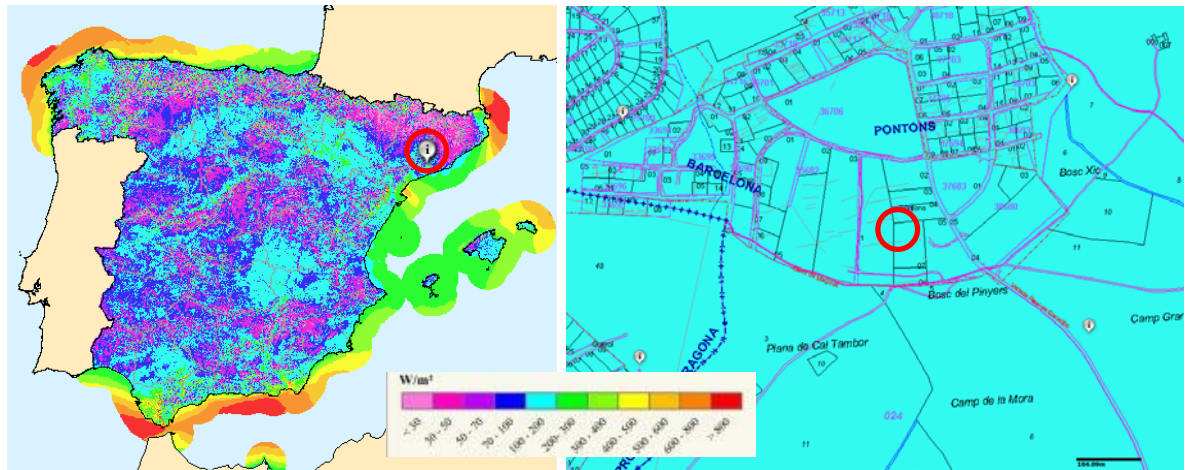


Imagen 25: Densidad de potencia eólica a 30 metro

4.3.3 Recurso eólico / distribución de Weibull

Los factores de Weibull C y K a 30m nos permiten determinar la distribución de frecuencias del viento a 30m, y estimar por extrapolación la distribución de frecuencias a la altura de buje de 15m prevista para el aerogenerador, mediante las ecuaciones siguientes:

$$C_{15m} = C_{30m} \times \frac{1 - 0.088 \times \log\left(\frac{30}{10}\right)}{1 - 0.088 \times \log\left(\frac{15}{10}\right)} \quad (27)$$

$$K_{15m} = K_{30m} \times \left(\frac{15}{30}\right)^\alpha \quad (28)$$

con

$$\alpha = \frac{0.37 - 0.088 \times \log(30)}{1 - 0.088 \times \log\left(\frac{30}{10}\right)} \quad (29)$$

La frecuencia se obtiene a partir de la distribución de Weibull:

$$p(v) = \frac{K}{C} \times \left(\frac{v}{C}\right)^{K-1} \times e^{-\left(\frac{v}{C}\right)^K} \quad (30)$$

- p(v): función densidad de probabilidad
- v: velocidad
- C: factor de escala, que se aproxima a la velocidad media
- K: factor de forma, que indica la asimetría de la función p(v) [$1 < k < 3$]

4.4 *El aerogenerador*

El aerogenerador seleccionado es el Skystream 3.7 del fabricante Southwest Windpower.



Imagen 26: Aerogenerador Skystream 3.7

Se trata de un aerogenerador de concepción reciente, con una potencia nominal de 1.8kW, y la particularidad de estar específicamente diseñado para su conexión a red, al llevar incorporado el regulador y el inversor. Ofrece una garantía de 5 años.

La potencia nominal se alcanza a una velocidad del viento de 9m/s, con una velocidad de rotor máxima de 325RPM. Según el constructor, esta velocidad baja hace que la maquina opere a niveles acústicos muy bajos. Al estar situado a más de 35 metros de la vivienda, no se espera que pueda generar molestias.

La adecuación del aparato a los requerimientos de conexión a red establecidos por la legislación alemana, francesa e inglesa ha sido certificada por la empresa Germanischer Lloyd Industrial Services GmbH.⁴

Ofrece la interesante posibilidad de monitorizar el funcionamiento del aerogenerador, obteniendo datos de potencia instantanea, velocidad o energía generada, mediante un sistema de conexión wireless y un software de recogida de datos.

⁴ http://www.windenergy.com/documents/skystream/73129-13_GCC_Skystream%203.7.pdf

5 Anexo al capítulo 14

5.1 Sistema de depuración de agua

Las aguas que salen de un reactor de aguas grises, al sufrir un proceso de desnitrógenación anaerobia contienen menos nitrógeno que el agua de red. Los residuos de jabones y detergentes, compuestos de moléculas pesadas, son retenidos en el fondo del reactor. Con la ayuda de los microorganismos, siempre presentes, la carga contaminante residual se descompone rápidamente en agua y en dióxido de carbono. El azufre y el fósforo contenidos en estas aguas precipitan en forma de sulfatos y fosfatos insolubles. El posterior impacto sobre las aguas subterráneas es mínimo.

El reactor de aguas grises consiste en una fosa séptica separada en dos compartimentos, comunicados preferentemente por su parte inferior. Las aguas grises producidas son raramente frías, sino tibias o calientes. Esta elevación de temperatura asegura el desarrollo espontáneo rápido de una flora bacteriana que degrada las grasas, los detergentes y los jabones. Un aumento de temperatura de 1°C multiplica por 5 la velocidad de descomposición de jabones y detergentes.

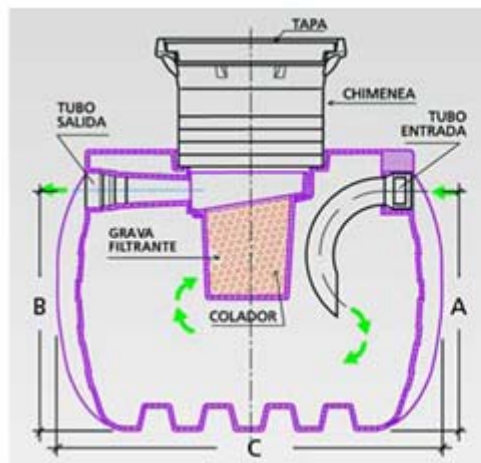


Imagen 27: Detalle fosa séptica

Las aguas que salen del reactor son todavía turbias, y pueden presentar un desagradable olor a "huevo podrido". Esto proviene de la reducción del azufre (sulfatos) contenido en los detergentes en medio anaerobio. Afortunadamente, este olor desaparece rápidamente al aire libre. Para disminuir los olores y también para facilitar la depuración, puede instalarse un depósito de ventilación (Imagen 29), de una capacidad de 50 a 100 litros por persona.

A continuación las aguas transitan a través de una zanja vegetal (Imagen 28), que realiza la tarea de filtración. Una cubierta plástica permite asegurar la estanqueidad con el suelo, la cual se rellena con varias capas de guijarros, y se instalan plantas acuáticas (cañas, iris de agua, etc.) cuyas raíces rellenan los intersticios entre los guijarros para constituir un filtro eficaz. Plantas espontáneas también harán allí su aparición.

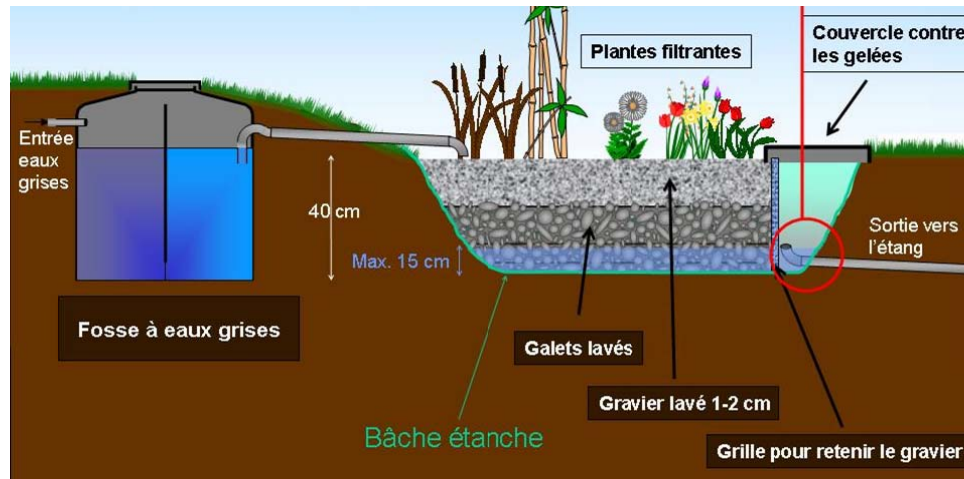


Imagen 28: Detalle de la zanja filtrante

La salida de agua se hace a través de un tubo ubicado a cierta altura del fondo, para mantener un cierto nivel de agua y permitir a las plantas sobrevivir en períodos de no utilización. El pozo de recolección de agua (Imagen 30), acondicionado con una rejilla en la zanja filtrante, debe ser protegido las heladas. De este pozo se podrá bombear el agua hasta el depósito de almacenamiento.



Imagen 29: Depósito de ventilación



Imagen 30: Pozo de recolección de agua

5.2 Consumo de agua de la vivienda

5.2.1 Consumo doméstico

El detalle del consumo doméstico diario aparece en la Tabla 34.

Tabla 34: Consumo doméstico anual de agua

Consumo doméstico de agua			
Demanda de agua de red por persona	Ducha y baño	92	l/día
	Aseo	18	
	Cocinar y beber	5	
	Lavavajillas	8	
	Total	123	
Demanda de aguas grises por persona	Cisterna del váter	18	l/día
	Lavadora	10	
	Limpieza del hogar	2	
	Total	30	
Nº de habitantes		3	personas
Días de ocupación de la vivienda		94	días
Demanda doméstica anual de agua		34	m³/año

5.2.2 Consumo de huertos y jardín

El riego de los huertos y el jardín se hará mediante recuperación y depuración de agua de lluvia y aguas grises. El detalle del consumo anual aparece a continuación. Como puede verse, el consumo se concentra en la temporada de verano.

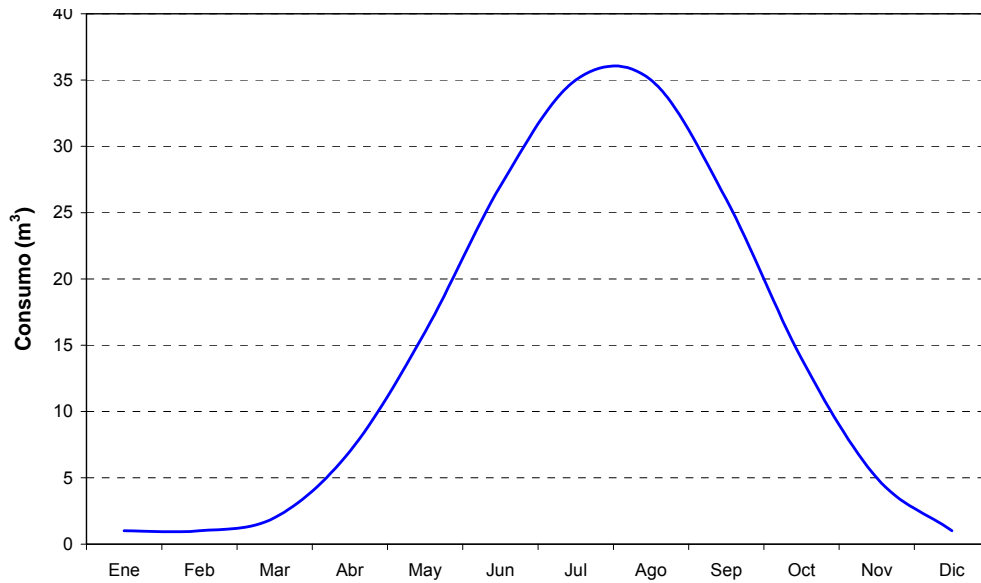


Imagen 31: Consumo de agua de riego

5.3 Pluviometría

Tabla 35: Pluviometría media histórica - Municipio de Pontons

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Pluviometría media (l/m²)	23,0	36,7	31,9	56,9	45,8	30,0	17,0	36,6	65,9	87,3	55,8	51,3	538,15

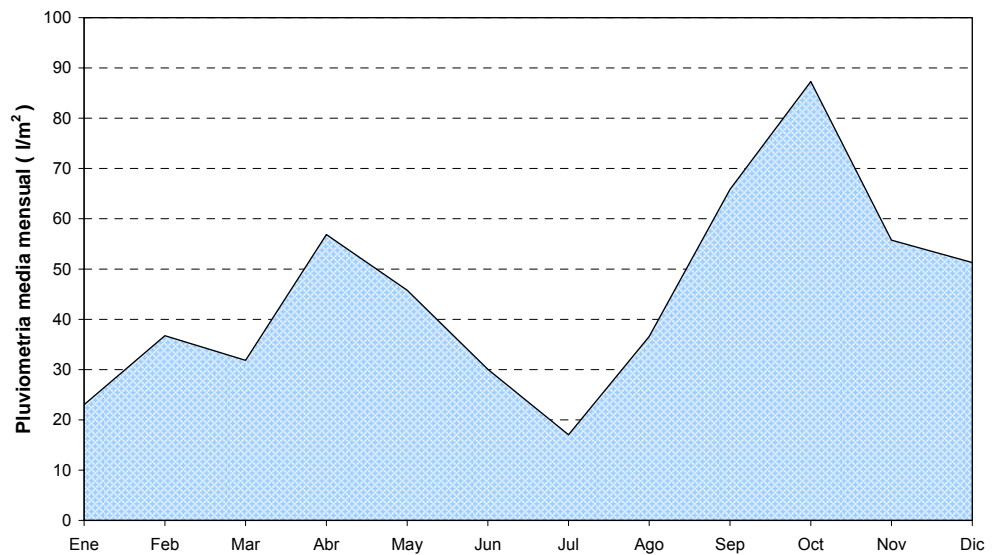


Imagen 32: Pluviometría media histórica - Municipio de Pontons

6 Anexo al apartado 15

6.1 Mapas de Impacto ambiental

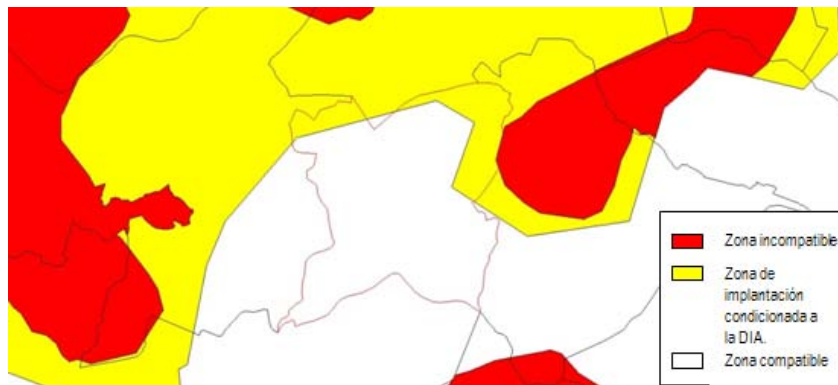


Imagen 33: Situación del municipio de Pontons en el Plan de Parques Eólicos

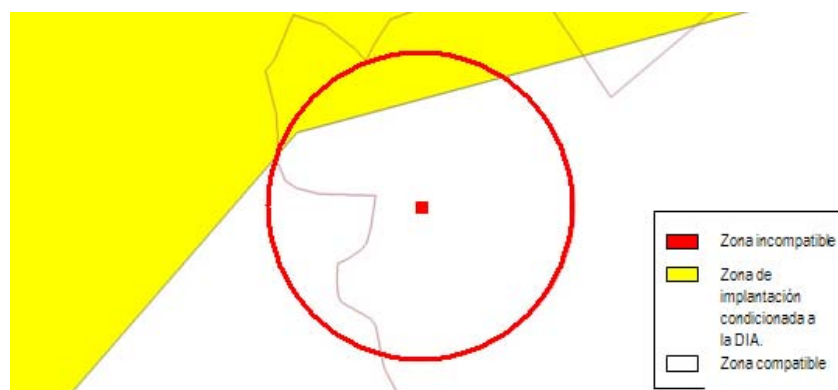


Imagen 34: Situación de la parcela y un área de 1.000 metros a la redonda (círculo).



Imagen 35: Situación de la parcela respecto a los acuíferos protegidos en 1.000 metros a la redonda (círculo)



Imagen 36: Situación de la parcela respecto a la zonación luminosa en un radio de 1.000 metros a la redonda (círculo)



Imagen 37: Situación de la parcela respecto a las Hábitats de Interés Comunitario en un área de 1.000 metros a la redonda (círculo)

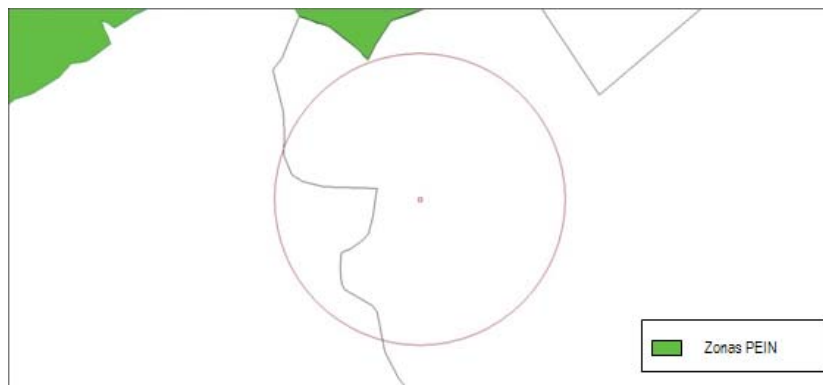


Imagen 38: Situación de la parcela respecto a las zonas PEIN más allá de un radio de 1.000 metros a la redonda (círculo)

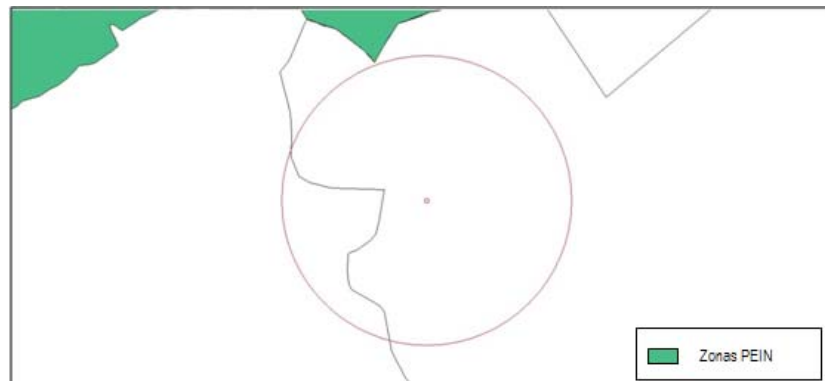


Imagen 39: Situación de la parcela respecto a las zonas de la Red Natura 2000 más allá de un radio de 1.000 metros a la redonda (círculo)

6.2 Valores límite de iluminación

Tabla 36: Valores límite de iluminación

		Zonas E1	Zonas E2	Zonas E3	Zonas E4
Lámparas	anocheecer	sodio	(*) sodio	(*) sodio	(*) sodio
	noche	sodio	sodio	(*) sodio	(*) sodio
Flujo del hemisferio superior (%)	anocheecer	1	5	15	25
	noche	1	1	15	25
Deslumbramiento perturbador (%)		10	10	15	15
Iluminación intrusa	anocheecer	2	5	10	25
	noche	1	2	5	10
Intensidad luminosa máxima en dirección a áreas protegidas (kcd)	anocheecer	0	50	100	100
	noche	0	0,5	1	2,5
Luminancia máx. rótulos luminosos (cd/m ²)		50	400	800	1.000
Luminancia máxima de aparadores y ventanas (cd/m ²)	anocheecer	10	40	80	100
	noche	5	20	40	50
Luminancia media máxima de fachadas y monumentos (cd/m ²)	anocheecer	5	5	10	5
	noche	0	0	5	12
(*) Preferentemente. Se aconseja este tipo de lámparas por su menor impacto y menor consumo.					
Altura de la luz en metros		Índice de deslumbramiento			
4,5		4.000			
4,5 - 6		5.500			
6		7.000			
	Iluminación en zona de vehículos	Iluminación en zona de viandantes			
Tránsito elevado	35	20			
Tránsito moderado	25	10			
Tránsito bajo	15	6			
Tránsito escaso	10	5			

Tabla 37: Especies de anfibios inventarios en el ámbito de estudio

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	ORDEN	FAMILIA	ESTADO DE CONSERVACIÓN SEGÚN UICN	LEGISLACIÓN APLICABLE
Sapo común	<i>Bufo bufo</i>	Anura	Bufoidea	LC	Decreto legislativo 2/2008: Categoría D Convenio de Berna: Anexo III
Sapo corredor	<i>Bufo calamita (Epidalea calamita)</i>	Anura	Bufoidea	LC	Decreto legislativo 2/2008: Categoría D Real Decreto 439/1990: Anexo II Ley 42/2007: Anexo V Directiva Hábitat: Anexo IV Convenio de Berna: Anexo II
Sapo partero común	<i>Alytes obstetricans</i>	Anura	Discoglossidae	LC	Decreto legislativo 2/2008: Categoría D Real Decreto 439/1990: Anexo II Ley 42/2007: Anexo V Directiva Hábitat: Anexo IV Convenio de Berna: Anexo II
Sapillo moteado común	<i>Pelodytes punctatus</i>	Anura	Pelodytidae	LC	Decreto legislativo 2/2008: Categoría D Real Decreto 439/1990: Anexo II Convenio de Berna: Anexo III
Rana común	<i>Rana perezi (Pelophylax perezi)</i>	Anura	Ranidae	LC	Ley 42/2007: Anexo VI Directiva Hábitat: Anexo V Convenio de Berna: Anexo III
Rana bermeja	<i>Rana temporaria</i>	Anura	Ranidae	LC	Decreto legislativo 2/2008: Categoría D Real Decreto 439/1990: Anexo II Ley 42/2007: Anexo VI Directiva Hábitat: Anexo V Convenio de Berna: Anexo III
Salamandra común	<i>Salamandra salamandra</i>	Urodela	Salamandridae	LC	Decreto legislativo 2/2008: Categoría D Convenio de Berna: Anexo III

Tabla 38: Especies de reptiles inventarios en el ámbito de estudio

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	ORDEN	FAMILIA	ESTADO DE CONSERVACIÓN SEGÚN UICN	LEGISLACIÓN APLICABLE
Lución o culebrilla de cristal	<i>Anguis fragilis</i>	Squamata	Anguidae	-	<u>Decreto legislativo 2/2008</u> : Categoría D <u>Real Decreto 439/1990</u> : Anexo II <u>Convenio de Berna</u> : Anexo III
Culebra de escalera	<i>Elaphe scalaris (Rhinechis scalaris)</i>	Squamata	Colubridae	LC	<u>Decreto legislativo 2/2008</u> : Categoría D <u>Real Decreto 439/1990</u> : Anexo II <u>Convenio de Berna</u> : Anexo III
Lagarto ocelado	<i>Lacerta lepida (Timon lepidus)</i>	Squamata	Lacertidae	NT	<u>Decreto legislativo 2/2008</u> : Categoría C <u>Convenio de Berna</u> : Anexo II
Lagartija ibérica	<i>Podarcis hispanica</i>	Squamata	Lacertidae	-	<u>Decreto legislativo 2/2008</u> : Categoría D <u>Real Decreto 439/1990</u> : Anexo II <u>Ley 42/2007</u> : Anexo V <u>Directiva Hábitat</u> : Anexo IV <u>Convenio de Berna</u> : Anexo III
Lagartija colilarga	<i>Psammodromus algirus</i>	Squamata	Lacertidae	LC	<u>Decreto legislativo 2/2008</u> : Categoría D <u>Real Decreto 439/1990</u> : Anexo II <u>Convenio de Berna</u> : Anexo III
Eslizón tridáctilo ibérico	<i>Chalcides chalcides (Chalcides striatus)</i>	Squamata	Scincidae	LC	<u>Decreto legislativo 2/2008</u> : Categoría D <u>Real Decreto 439/1990</u> : Anexo II <u>Convenio de Berna</u> : Anexo III
Víbora hocicuda o víbora de Lataste	<i>Vipera latasti (Vipera latastei)</i>	Squamata	Viperidae	NT	<u>Decreto legislativo 2/2008</u> : Categoría D <u>Convenio de Berna</u> : Anexo II

Tabla 39: Especies de mamíferos inventarios en el ámbito de estudio

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	ORDEN	FAMILIA	ESTADO DE CONSERVACIÓN SEGÚN UICN	LEGISLACIÓN APLICABLE
Corzo	<i>Capreolus capreolus</i>	Artiodactyla	Cervidae	LC	Convenio de Berna: Anexo III
Jabalí	<i>Sus scrofa</i>	Artiodactyla	Suidae	LC	
Zorro	<i>Vulpes vulpes</i>	Carnivora	Canidae	LC	
Garduña	<i>Martes foina</i>	Carnivora	Mustelidae	LC	Convenio de Berna: Anexo III
Tejón	<i>Meles meles</i>	Carnivora	Mustelidae	LC	Convenio de Berna: Anexo III
Turón	<i>Mustela putorius</i>	Carnivora	Mustelidae	LC	Decreto legislativo 2/2008: Categoría B Ley 42/2007: Anexo VI Directiva Hábitat: Anexo V Convenio de Berna: Anexo III
Murciélago grande de herradura	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	Chiroptera	Rhinolophidae	LC	Decreto legislativo 2/2008: Categoría C Decreto 148/1992: Anexo I Real Decreto 439/1990: Anexo II Ley 42/2007: Anexo II y V Directiva Hábitat: Anexo II y IV Convenio de Berna: Anexo II
Murciélago pequeño de herradura	<i>Rhinolophus hipposideros</i>	Chiroptera	Rhinolophidae	LC	Decreto legislativo 2/2008: Categoría C Decreto 148/1992: Anexo I Real Decreto 439/1990: Anexo II Ley 42/2007: Anexo II y V Directiva Hábitat: Anexo II y IV Convenio de Berna: Anexo II
Murciélago barbastela	<i>Barbastella barbastellus</i>	Chiroptera	Vespertilionidae	NT	Decreto legislativo 2/2008: Categoría C Decreto 148/1992: Anexo I Real Decreto 439/1990: Anexo II Ley 42/2007: Anexo II y V Directiva Hábitat: Anexo II y IV Convenio de Berna: Anexo II
Murciélago hortelano	<i>Eptesicus serotinus</i>	Chiroptera	Vespertilionidae	LC	Decreto legislativo 2/2008: Categoría D Decreto 148/1992: Anexo I Real Decreto 439/1990: Anexo II Ley 42/2007: Anexo V Directiva Hábitat: Anexo IV

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	ORDEN	FAMILIA	ESTADO DE CONSERVACIÓN SEGÚN UICN	LEGISLACIÓN APLICABLE
					Convenio de Berna: Anexo II
Murciélago de cueva	<i>Miniopterus shreibersi (Miniopterus schreibersii)</i>	Chiroptera	Vespertilionidae	LC	<u>Decreto legislativo 2/2008</u> : Categoría C <u>Decreto 148/1992</u> : Anexo I <u>Real Decreto 439/1990</u> : Anexo II <u>Ley 42/2007</u> : Anexo II y V <u>Directiva Hábitat</u> : Anexo II y IV Convenio de Berna: Anexo II
Murciélago ratonero mediano	<i>Myotis blythii</i>	Chiroptera	Vespertilionidae	LC	<u>Decreto legislativo 2/2008</u> : Categoría C <u>Decreto 148/1992</u> : Anexo I <u>Real Decreto 439/1990</u> : Anexo II <u>Ley 42/2007</u> : Anexo II y V <u>Directiva Hábitat</u> : Anexo II y IV Convenio de Berna: Anexo II
Murciélago ratonero gris	<i>Myotis nattereri</i>	Chiroptera	Vespertilionidae	LC	<u>Decreto legislativo 2/2008</u> : Categoría C <u>Decreto 148/1992</u> : Anexo I <u>Real Decreto 439/1990</u> : Anexo II <u>Ley 42/2007</u> : Anexo V <u>Directiva Hábitat</u> : Anexo IV Convenio de Berna: Anexo II
Murciélago de borde claro	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Chiroptera	Vespertilionidae	LC	<u>Decreto legislativo 2/2008</u> : Categoría D <u>Decreto 148/1992</u> : Anexo I <u>Real Decreto 439/1990</u> : Anexo II <u>Ley 42/2007</u> : Anexo V <u>Directiva Hábitat</u> : Anexo IV Convenio de Berna: Anexo II
Murciélago montañero	<i>Pipistrellus savii (Hypsugo savii)</i>	Chiroptera	Vespertilionidae	LC	<u>Decreto legislativo 2/2008</u> : Categoría D <u>Decreto 148/1992</u> : Anexo I <u>Real Decreto 439/1990</u> : Anexo II <u>Ley 42/2007</u> : Anexo V <u>Directiva Hábitat</u> : Anexo IV Convenio de Berna: Anexo II
Murciélago orejudo gris	<i>Plecotus austriacus</i>	Chiroptera	Vespertilionidae	LC	<u>Decreto legislativo 2/2008</u> : Categoría D <u>Decreto 148/1992</u> : Anexo I

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	ORDEN	FAMILIA	ESTADO DE CONSERVACIÓN SEGÚN UICN	LEGISLACIÓN APLICABLE
					Real Decreto 439/1990: Anexo II Ley 42/2007: Anexo V Directiva Hábitat: Anexo IV Convenio de Berna: Anexo II
Liebre	<i>Lepus europaeus</i>	Lagomorpha	Leporidae	LC	
Conejo	<i>Oryctolagus cuniculus</i>	Lagomorpha	Leporidae	NT	
Ardilla	<i>Sciurus vulgaris</i>	Rodentia	Sciuridae	LC	Decreto legislativo 2/2008: Categoría D Convenio de Berna: Anexo III

Tabla 40: Especies de aves inventarios en el ámbito de estudio

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	ORDEN	FAMILIA	ABUNDANCIA (%) ⁵	ESTADO DE CONSERVACIÓN		LEGISLACIÓN APLICABLE
					UICN MUNDIAL	UICN CATALUÑA	
Mirlo común	<i>Turdus merula</i>	Passeriformes	Turdidae	98	LC	LC	Decreto legislativo 2/2008: Categoría D Real Decreto 439/1990: Anexo II Convenio de Berna: Anexo II
Verdecillo	<i>Serinus serinus</i>	Passeriformes	Fringillidae	93	LC	LC	Decreto legislativo 2/2008: Categoría D Convenio de Berna: Anexo II
Curruca cabecinegra	<i>Sylvia melanocephala</i>	Passeriformes	Sylviidae	91	LC	LC	Decreto legislativo 2/2008: Categoría D Real Decreto 439/1990: Anexo II Convenio de Berna: Anexo II
Escribano soteño	<i>Emberiza cirius</i>	Passeriformes	Emberizidae	90	LC	LC	Decreto legislativo 2/2008: Categoría D Real Decreto 439/1990: Anexo II Convenio de Berna: Anexo II
Carbonero común	<i>Parus major</i>	Passeriformes	Paridae	90	LC	LC	Decreto legislativo 2/2008: Categoría D Real Decreto 439/1990: Anexo II Convenio de Berna: Anexo II
Ruiseñor común	<i>Luscinia megarhynchos</i>	Passeriformes	Turdidae	90	LC	LC	Decreto legislativo 2/2008: Categoría D Real Decreto 439/1990: Anexo II Convenio de Berna: Anexo II
Paloma torcaz	<i>Columba palumbus</i>	Columbiformes	Columbidae	86	LC	NT	
Petirrojo	<i>Erithacus rubecula</i>	Passeriformes	Turdidae	84	LC	LC	Decreto legislativo 2/2008: Categoría D Real Decreto 439/1990: Anexo II Convenio de Berna: Anexo II
Chochín	<i>Troglodytes troglodytes</i>	Passeriformes	Troglodytidae	83	LC	LC	Decreto legislativo 2/2008: Categoría D Real Decreto 439/1990: Anexo II Ley 4272007: Anexo IV Directiva 79/409/CEE: Anexo I

⁵El índice de abundancia es obtenido a partir del *Atlas de los pájaros nidificantes de Cataluña* y refleja la probabilidad (de 0 a 100%) de detectar la especie durante el periodo reproductor en cada cuadrado UTM 1x1 km con un esfuerzo de muestreo de dos horas de censo, la primera llevada a cabo en marzo-abril y la segunda en mayo-junio. Dado que los análisis realizados demuestran que esta probabilidad de aparición está relacionada positivamente con la densidad real de las especies, hablamos de mapas de índice de abundancia. Por ello se ha elegido ordenar la tabla respecto a este índice para dar una idea de que especies son realmente abundantes en la zona.

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	ORDEN	FAMILIA	ABUNDANCIA (%) ⁵	ESTADO DE CONSERVACIÓN		LEGISLACIÓN APLICABLE
					UICN MUNDIAL	UICN CATALUÑA	
							Convenio de Berna: Anexo II
Agateador común	<i>Certhia brachydactyla</i>	Passeriformes	Certhiidae	82	LC	LC	Decreto legislativo 2/2008: Categoría D Real Decreto 439/1990: Anexo II Convenio de Berna: Anexo II
Totovía	<i>Lullula arborea</i>	Passeriformes	Alaudidae	77	LC	LC	Decreto legislativo 2/2008: Categoría D Real Decreto 439/1990: Anexo II Ley 4272007: Anexo IV Directiva 79/409/CEE: Anexo I Convenio de Berna: Anexo III
Tarabilla común	<i>Saxicola torquatus</i>	Passeriformes	Muscicapidae	76	LC	LC	Decreto legislativo 2/2008: Categoría D Real Decreto 439/1990: Anexo II Convenio de Berna: Anexo II
Pinzón vulgar	<i>Fringilla coelebs</i>	Passeriformes	Fringillidae	75	LC	LC	Decreto legislativo 2/2008: Categoría D Convenio de Berna: Anexo III
Vencejo común	<i>Apus apus</i>	Apodiformes	Apodidae	74	LC	LC	Decreto legislativo 2/2008: Categoría D Real Decreto 439/1990: Anexo II Convenio de Berna: Anexo III
Arrendajo	<i>Garrulus glandarius</i>	Passeriformes	Corvidae	73	LC	LC	
Herrerillo común	<i>Parus caeruleus</i>	Passeriformes	Paridae	70	LC	LC	Decreto legislativo 2/2008: Categoría D Real Decreto 439/1990: Anexo II Convenio de Berna: Anexo II
Chotacabras gris	<i>Caprimulgus europaeus</i>	Caprimulgiformes	Caprimulgidae	69	LC	LC	Decreto legislativo 2/2008: Categoría C Real Decreto 439/1990: Anexo II Ley 4272007: Anexo IV Directiva 79/409/CEE: Anexo I Convenio de Berna: Anexo II
Reyezuelo listado	<i>Regulus ignicapilla</i>	Passeriformes	Regulidae	69	LC	LC	Decreto legislativo 2/2008: Categoría D Real Decreto 439/1990: Anexo II Convenio de Berna: Anexo II
Carbonero garrapinos	<i>Parus ater</i>	Passeriformes	Paridae	68	LC	LC	Decreto legislativo 2/2008: Categoría D Real Decreto 439/1990: Anexo II Convenio de Berna: Anexo II
Herrerillo capuchino	<i>Parus cristatus (Lophophanes cristatus)</i>	Passeriformes	Paridae	68	LC	LC	Decreto legislativo 2/2008: Categoría D Real Decreto 439/1990: Anexo II Convenio de Berna: Anexo II
Pardillo común	<i>Carduelis cannabina</i>	Passeriformes	Fringillidae	65	LC	LC	Decreto legislativo 2/2008: Categoría D Convenio de Berna: Anexo II
Jilguero	<i>Carduelis carduelis</i>	Passeriformes	Fringillidae	64	LC	LC	Decreto legislativo 2/2008: Categoría D Convenio de Berna: Anexo II

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	ORDEN	FAMILIA	ABUNDANCIA (%) ⁵	ESTADO DE CONSERVACIÓN		LEGISLACIÓN APLICABLE
					UICN MUNDIAL	UICN CATALUÑA	
Mosquitero papialbo	<i>Phylloscopus bonelli</i>	Passeriformes	Sylviidae	64	LC	LC	Decreto legislativo 2/2008: Categoría D Real Decreto 439/1990: Anexo II Convenio de Berna: Anexo II
Zarcero común	<i>Hippolais polyglotta</i>	Passeriformes	Sylviidae	63	LC	LC	Decreto legislativo 2/2008: Categoría D Real Decreto 439/1990: Anexo II Convenio de Berna: Anexo II
Cuco común	<i>Cuculus canorus</i>	Cuculiformes	Cuculidae	62	LC	LC	Decreto legislativo 2/2008: Categoría D Real Decreto 439/1990: Anexo II Convenio de Berna: Anexo III
Escribano montesino	<i>Emberiza cia</i>	Passeriformes	Emberizidae	57	LC	LC	Decreto legislativo 2/2008: Categoría D Real Decreto 439/1990: Anexo II Convenio de Berna: Anexo II
Zorzal charlo	<i>Turdus viscivorus</i>	Passeriformes	Turdidae	57	LC	LC	Convenio de Berna: Anexo III
Curruca capirotada	<i>Sylvia atricapilla</i>	Passeriformes	Sylviidae	55	LC	LC	Decreto legislativo 2/2008: Categoría D Real Decreto 439/1990: Anexo II Convenio de Berna: Anexo II
Curruca carrasqueña	<i>Sylvia cantillans</i>	Passeriformes	Sylviidae	55	LC	LC	Decreto legislativo 2/2008: Categoría D Real Decreto 439/1990: Anexo II Convenio de Berna: Anexo II
Gorrión común	<i>Passer domesticus</i>	Passeriformes	Passeridae	54	LC	LC	
Golondrina común	<i>Hirundo rustica</i>	Passeriformes	Hirundinidae	50	LC	LC	Decreto legislativo 2/2008: Categoría D Real Decreto 439/1990: Anexo II Convenio de Berna: Anexo II
Tórtola	<i>Streptopelia turtur</i>	Columbiformes	Columbidae	45	LC	VU	Convenio de Berna: Anexo III
Mito	<i>Aegithalos caudatus</i>	Passeriformes	Aegithalidae	44	LC	LC	Decreto legislativo 2/2008: Categoría D Real Decreto 439/1990: Anexo II Convenio de Berna: Anexo III
Oropéndola	<i>Oriolus oriolus</i>	Passeriformes	Oriolidae	40	LC	LC	Decreto legislativo 2/2008: Categoría D Real Decreto 439/1990: Anexo II Convenio de Berna: Anexo II
Zorzal común	<i>Turdus philomelos</i>	Passeriformes	Turdidae	40	LC	LC	Convenio de Berna: Anexo III
Estornino pinto	<i>Sturnus vulgaris</i>	Passeriformes	Sturnidae	38	LC	LC	
Verderón común	<i>Carduelis chloris</i>	Passeriformes	Fringillidae	36	LC	LC	Decreto legislativo 2/2008: Categoría D Convenio de Berna: Anexo II
Pito real	<i>Picus viridis</i>	Piciformes	Picidae	30	LC	LC	Decreto legislativo 2/2008: Categoría D Real Decreto 439/1990: Anexo II Convenio de Berna: Anexo II
Abejaruco	<i>Merops apiaster</i>	Coraciformes	Meropidae	29	LC	LC	Decreto legislativo 2/2008: Categoría D Real Decreto 439/1990: Anexo II

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	ORDEN	FAMILIA	ABUNDANCIA (%) ⁵	ESTADO DE CONSERVACIÓN		LEGISLACIÓN APLICABLE
					UICN MUNDIAL	UICN CATALUÑA	
							Convenio de Berna: Anexo II
Cárabo común	<i>Strix aluco</i>	Estrigiformes	Strigidae	27	LC	LC	Decreto legislativo 2/2008: Categoría C Real Decreto 439/1990: Anexo II Convenio de Berna: Anexo II Convenio CITES: Apéndice II
Alondra común	<i>Alauda arvensis</i>	Passeriformes	Alaudidae	27	LC	LC	Convenio de Berna: Anexo III
Autillo europeo	<i>Otus scops</i>	Estrigiformes	Strigidae	26	LC	NT	Decreto legislativo 2/2008: Categoría C Real Decreto 439/1990: Anexo II Convenio de Berna: Anexo II Convenio CITES: Apéndice II
Perdiz roja	<i>Alectoris rufa</i>	Galliformes	Phasianidae	26	LC	VU	Convenio de Berna: Anexo III
Pico picapinos	<i>Dendrocopos major</i>	Piciformes	Picidae	26	LC	LC	Decreto legislativo 2/2008: Categoría D Real Decreto 439/1990: Anexo II Convenio de Berna: Anexo II
Mochuelo común	<i>Athene noctua</i>	Estrigiformes	Strigidae	25	LC	NT	Decreto legislativo 2/2008: Categoría C Real Decreto 439/1990: Anexo II Convenio de Berna: Anexo II Convenio CITES: Apéndice II
Curruca rabilarga	<i>Sylvia undata</i>	Passeriformes	Sylviidae	25	NT	LC	Decreto legislativo 2/2008: Categoría D Real Decreto 439/1990: Anexo II Ley 42/2007: Anexo IV Directiva 79/409/CEE: Anexo I Convenio de Berna: Anexo II
Urraca	<i>Pica pica</i>	Passeriformes	Corvidae	20	LC	LC	
Abubilla	<i>Upupa epops</i>	Coraciformes	Upupidae	19	LC	LC	Decreto legislativo 2/2008: Categoría D Real Decreto 439/1990: Anexo II Convenio de Berna: Anexo II
Cuervo	<i>Corvus corax</i>	Passeriformes	Corvidae	19	LC	LC	Convenio de Berna: Anexo III
Cogujada común	<i>Galerida cristata</i>	Passeriformes	Alaudidae	18	LC	NT	Decreto legislativo 2/2008: Categoría D Real Decreto 439/1990: Anexo II Convenio de Berna: Anexo III
Lavandera blanca	<i>Motacilla alba</i>	Passeriformes	Motacillidae	18	LC	LC	Decreto legislativo 2/2008: Categoría D Real Decreto 439/1990: Anexo II Convenio de Berna: Anexo II
Alcaudón común	<i>Lanius senator</i>	Passeriformes	Laniidae	17	LC	NT	Decreto legislativo 2/2008: Categoría D Real Decreto 439/1990: Anexo II Convenio de Berna: Anexo II
Vencejo real	<i>Apus melba (Tachymarptis melba)</i>	Apodiformes	Apodidae	16	LC	LC	Decreto legislativo 2/2008: Categoría D Real Decreto 439/1990: Anexo II

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	ORDEN	FAMILIA	ABUNDANCIA (%) ⁵	ESTADO DE CONSERVACIÓN		LEGISLACIÓN APLICABLE
					UICN MUNDIAL	UICN CATALUÑA	
							Convenio de Berna: Anexo II
Avión común	<i>Delichon urbicum</i>	Passeriformes	Hirundinidae	16	LC	LC	Decreto legislativo 2/2008: Categoría D Real Decreto 439/1990: Anexo II Convenio de Berna: Anexo II
Torcecuello	<i>Jynx torquilla</i>	Piciformes	Picidae	15	LC	NT	Decreto legislativo 2/2008: Categoría C Real Decreto 439/1990: Anexo II Convenio de Berna: Anexo II
Colirrojo tizón	<i>Phoenicurus ochruros</i>	Passeriformes	Turdidae	14	LC	LC	Decreto legislativo 2/2008: Categoría D Real Decreto 439/1990: Anexo II Convenio de Berna: Anexo II
Mosquitero común	<i>Phylloscopus collybita</i>	Passeriformes	Sylviidae	13	LC	LC	Decreto legislativo 2/2008: Categoría D Real Decreto 439/1990: Anexo II Convenio de Berna: Anexo II
Búho real	<i>Bubo bubo</i>	Estrigiformes	Strigidae	12	LC	LC	Decreto legislativo 2/2008: Categoría B Decreto 148/1992: Anexo I Real Decreto 439/1990: Anexo II Ley 42/2007: Anexo IV Directiva 79/409/CEE: Anexo I Convenio de Berna: Anexo II Convenio CITES: Apéndice II
Collalba rubia	<i>Oenanthe hispanica</i>	Passeriformes	Turdidae	12	LC	NT	Decreto legislativo 2/2008: Categoría D Real Decreto 439/1990: Anexo II Convenio de Berna: Anexo II
Azor	<i>Accipiter gentilis</i>	Accipitriformes	Accipitridae	11	LC	NT	Decreto legislativo 2/2008: Categoría C Real Decreto 439/1990: Anexo II Ley 42/2007: Anexo IV Directiva 79/409/CEE: Anexo I Convenio de Berna: Anexo III Convenio CITES: Apéndice II
Cernícalo común	<i>Falco tinnunculus</i>	Falconiformes	Falconidae	11	LC	LC	Decreto legislativo 2/2008: Categoría C Real Decreto 439/1990: Anexo II Convenio de Berna: Anexo II Convenio CITES: Apéndice II
Bisbita campestre	<i>Anthus campestris</i>	Passeriformes	Motacillidae	11	LC	LC	Decreto legislativo 2/2008: Categoría D Real Decreto 439/1990: Anexo II Ley 42/2007: Anexo IV Directiva 79/409/CEE: Anexo I Convenio de Berna: Anexo II
Estornino negro	<i>Sturnus unicolor</i>	Passeriformes	Sturnidae	11	LC	LC	Convenio de Berna: Anexo II

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	ORDEN	FAMILIA	ABUNDANCIA (%) ⁵	ESTADO DE CONSERVACIÓN		LEGISLACIÓN APLICABLE
					UICN MUNDIAL	UICN CATALUÑA	
Ratonero común	<i>Buteo buteo</i>	Accipitriformes	Accipitridae	10	LC	NT	<u>Decreto legislativo 2/2008</u> : Categoría C <u>Real Decreto 439/1990</u> : Anexo II <u>Convenio de Berna</u> : Anexo III <u>Convenio CITES</u> : Apéndice II
Águila culebrera	<i>Circaetus gallicus</i>	Accipitriformes	Accipitridae	10	LC	NT	<u>Decreto legislativo 2/2008</u> : Categoría C <u>Decreto 148/1992</u> : Anexo I <u>Real Decreto 439/1990</u> : Anexo II <u>Ley 42/2007</u> : Anexo IV <u>Directiva 79/409/CEE</u> : Anexo I <u>Convenio de Berna</u> : Anexo III <u>Convenio CITES</u> : Apéndice II
Gavilán	<i>Accipiter nisus</i>	Accipitriformes	Accipitridae	<10	LC	LC	<u>Decreto legislativo 2/2008</u> : Categoría C <u>Real Decreto 439/1990</u> : Anexo II <u>Ley 42/2007</u> : Anexo IV <u>Convenio de Berna</u> : Anexo III <u>Convenio CITES</u> : Apéndice II
Águila real	<i>Aquila chrysaetos</i>	Accipitriformes	Accipitridae	<10	LC	NT	<u>Decreto legislativo 2/2008</u> : Categoría B <u>Decreto 148/1992</u> : Anexo I <u>Real Decreto 439/1990</u> : Anexo II <u>Ley 42/2007</u> : Anexo IV <u>Directiva 79/409/CEE</u> : Anexo I <u>Convenio de Berna</u> : Anexo III <u>Convenio CITES</u> : Apéndice II
Águila perdicera	<i>Hieraetus fasciatus (Aquila fasciata)</i>	Accipitriformes	Accipitridae	<10	LC	EN	<u>Decreto legislativo 2/2008</u> : Categoría A <u>Decreto 148/1992</u> : Anexo II <u>Real Decreto 439/1990</u> : Anexo III <u>Ley 42/2007</u> : Anexo IV <u>Directiva 79/409/CEE</u> : Anexo I <u>Convenio de Berna</u> : Anexo III <u>Convenio CITES</u> : Apéndice II
Garza real europea	<i>Ardea cinerea</i>	Ciconiformes	Ardeidae	<10	LC	NT	<u>Decreto legislativo 2/2008</u> : Categoría C <u>Decreto 148/1992</u> : Anexo I <u>Real Decreto 439/1990</u> : Anexo II <u>Convenio de Berna</u> : Anexo III
Paloma bravía	<i>Columba livia</i>	Columbiformes	Columbidae	<10	LC	LC	<u>Convenio de Berna</u> : Anexo III
Paloma zurita	<i>Columba oenas</i>	Columbiformes	Columbidae	<10	LC	NT	<u>Convenio de Berna</u> : Anexo III
Tórtola turca	<i>Streptopelia decaocto</i>	Columbiformes	Columbidae	<10	LC	LC	<u>Convenio de Berna</u> : Anexo III
Lechuza	<i>Tyto alba</i>	Estrigiformes	Tytonidae	<10	LC	NT	<u>Decreto legislativo 2/2008</u> : Categoría C <u>Decreto 148/1992</u> : Anexo I

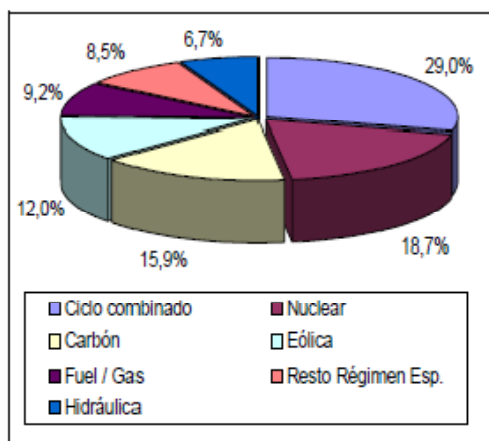
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	ORDEN	FAMILIA	ABUNDANCIA (%) ⁵	ESTADO DE CONSERVACIÓN		LEGISLACIÓN APLICABLE
					UICN MUNDIAL	UICN CATALUÑA	
							Real Decreto 439/1990: Anexo II Convenio de Berna: Anexo II Convenio CITES: Apéndice II
Halcón peregrino	<i>Falco peregrinus</i>	Falconiformes	Falconidae	<10	LC	NT	Decreto legislativo 2/2008: Categoría B Decreto 148/1992: Anexo I Real Decreto 439/1990: Anexo II Ley 42/2007: Anexo IV Directiva 79/409/CEE: Anexo I Convenio de Berna: Anexo II Convenio CITES: Apéndice I
Codorniz	<i>Coturnix coturnix</i>	Galliformes	Phasianidae	<10	LC	DD	Convenio de Berna: Anexo III
Polla de agua	<i>Gallinula chloropus</i>	Gruiformes	Rallidae	<10	LC	NT	Convenio de Berna: Anexo III
Cogujada montesina	<i>Galerida theklae</i>	Passeriformes	Alaudidae	<10	LC	LC	Decreto legislativo 2/2008: Categoría D Real Decreto 439/1990: Anexo II Ley 42/2007: Anexo IV Directiva 79/409/CEE: Anexo I Convenio de Berna: Anexo II
Mirlo acuático	<i>Cinclus cinclus</i>	Passeriformes	Cinclidae	<10	LC	NT	Decreto legislativo 2/2008: Categoría C Real Decreto 439/1990: Anexo II Convenio de Berna: Anexo II
Corneja negra	<i>Corvus corone</i>	Passeriformes	Corvidae	<10	LC	LC	
Triguero	<i>Emberiza calandra</i> (<i>Miliaria calandra</i>)	Passeriformes	Emberizidae	<10	LC	--	Decreto 148/1992: Anexo III Convenio de Berna: Anexo III
Escribano hortelano	<i>Emberiza hortulana</i>	Passeriformes	Emberizidae	<10	LC	LC	Decreto legislativo 2/2008: Categoría D Real Decreto 439/1990: Anexo II Ley 42/2007: Anexo IV Directiva 79/409/CEE: Anexo I Convenio de Berna: Anexo III
Piquituerto común	<i>Loxia curvirostra</i>	Passeriformes	Fringillidae	<10	LC	LC	Decreto legislativo 2/2008: Categoría D Real Decreto 439/1990: Anexo II Convenio de Berna: Anexo II
Avión roquero	<i>Ptyonoprogne rupestris</i>	Passeriformes	Hirundinidae	<10	LC	LC	Decreto legislativo 2/2008: Categoría D Real Decreto 439/1990: Anexo II Convenio de Berna: Anexo II
Alcaudón real	<i>Lanius meridionalis</i>	Passeriformes	Laniidae	<10	LC	VU	Decreto legislativo 2/2008: Categoría D Convenio de Berna: Anexo II
Lavandera cascadeña	<i>Motacilla cinerea</i>	Passeriformes	Motacillidae	<10	LC	NT	Decreto legislativo 2/2008: Categoría D Real Decreto 439/1990: Anexo II Convenio de Berna: Anexo II

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	ORDEN	FAMILIA	ABUNDANCIA (%) ⁵	ESTADO DE CONSERVACIÓN		LEGISLACIÓN APLICABLE
					UICN MUNDIAL	UICN CATALUÑA	
Papamoscas gris	<i>Muscicapa striata</i>	Passeriformes	Muscicapidae	<10	LC	NT	<u>Decreto legislativo 2/2008</u> : Categoría D <u>Real Decreto 439/1990</u> : Anexo II <u>Convenio de Berna</u> : Anexo II
Gorrión chillón	<i>Petronia petronia</i>	Passeriformes	Passeridae	<10	LC	LC	<u>Decreto legislativo 2/2008</u> : Categoría D <u>Real Decreto 439/1990</u> : Anexo II <u>Convenio de Berna</u> : Anexo II
Ruiseñor bastardo	<i>Cettia cetti</i>	Passeriformes	Sylviidae	<10	LC	LC	<u>Decreto legislativo 2/2008</u> : Categoría D <u>Real Decreto 439/1990</u> : Anexo II <u>Convenio de Berna</u> : Anexo II
Buitrón	<i>Cisticola juncidis</i>	Passeriformes	Sylviidae	<10	LC	LC	<u>Decreto legislativo 2/2008</u> : Categoría D <u>Real Decreto 439/1990</u> : Anexo II <u>Convenio de Berna</u> : Anexo II
Curruca mosquitera	<i>Sylvia borin</i>	Passeriformes	Sylviidae	<10	LC	LC	<u>Decreto legislativo 2/2008</u> : Categoría D <u>Real Decreto 439/1990</u> : Anexo II <u>Convenio de Berna</u> : Anexo II
Curruca mirlona	<i>Sylvia hortensis</i>	Passeriformes	Sylviidae	<10	LC	LC	<u>Decreto legislativo 2/2008</u> : Categoría D <u>Real Decreto 439/1990</u> : Anexo II <u>Convenio de Berna</u> : Anexo II
Roquero solitario	<i>Monticola solitarius</i>	Passeriformes	Turdidae	<10	LC	LC	<u>Decreto legislativo 2/2008</u> : Categoría D <u>Real Decreto 439/1990</u> : Anexo II <u>Convenio de Berna</u> : Anexo II

6.3 Factor de emisiones del Mix eléctrico español

A continuación se describe el método utilizado para determinar el factor de emisiones de CO₂ del Mix eléctrico español.

Para evaluar las emisiones se ha de determinar el factor de emisiones de CO₂ por consumo de electricidad. Se trata de una combinación de factores función del reparto de las diferentes tecnologías de generación eléctrica empleadas en España :



Estructura de generación de
electricidad en España (2008)

Fuente de energía	Factor de emisión (tCO ₂ / MWh)
1 CT Carbón	0,95
2 CTCC Gas Natural	0,37
3 CTFuel+Gas	0,70
4 Hidráulica	0
5 Nuclear	0
6 Eólica	0
7 Resto Régimen Especial	0,25
8 Conexiones internacionales	

Factores de emisión según fuente de energía

Fuentes :

IDAE - <http://www.idae.es/index.php/mod.noticias/mem.detalle/td.70/relcategoria.121/relmenu.75>

Red Eléctrica de España (REE) :

http://www.ree.es/sala_prensa/web/inc/fichero.aspx?ruta=notas/documentos&fichero=hn85h1pid679.pdf

7 Anexo al apartado 16

7.1 Presupuesto de la construcción

La siguiente tabla muestra el resumen de los costes de los distintos conceptos presentes en la obra de la vivienda.

Tabla 41: Costes de la obra

Elemento constructivo	Coste	Mano de obra	Material	Construcción por Encargo	Autoconstrucción parcial	Autoconstrucción total
Ventanas + carpinterías exteriores				10000 €	10000 €	10000 €
Electricidad	83 €/m2	60%	40%	10707 €	10707 €	4283 €
Instalación sanitaria	67 €/m2	40%	60%	8643 €	8643 €	5186 €
Suelos y in-fill paredes (autoconstruida)				6600 €	6600 €	5600 €
Azulejos 30m2	80 €/m2	55%	45%	2400 €	2400 €	1080 €
Estructura de madera y aislamiento				28280 €	21280 €	21280 €
Balas de paja				500 €	500 €	500 €
Carpintería interior				1600 €	1600 €	1600 €
Movimientos de tierra (110 m3)	8 €/m3			64 €	64 €	64 €
Chimenea solar				1000 €	1000 €	1000 €
Escalera (con restos de KLH)				300 €	300 €	300 €
Bajantes de zinc				2000 €	2000 €	2000 €
Zócalo de piedras				200 €	200 €	200 €
Pozo ciego aguas negras				1000 €	1000 €	1000 €
Aislamientos de vidrio multicelular reciclado				1000 €	1000 €	1000 €
				73294 €	66294 €	54093 €
				565 €/m2	511 €/m2	417 €/m2