



EUROACE

Ecodiseño,
como oportunidad
competitiva para
la EUROACE

ECODESIGN

MEETING

BADAJOS - 30-31 / 10 / 2019

Diseñar con materiales naturales y reciclados

PROYECTO LIFE ReNatural NZEB

URVIPEXSA

laboratorio de ideas en

ECO-DISEÑO

TALLERES CREATIVOS



Interreg
España Portugal

Fondo Europeo de Desarrollo Regional



UNIÓN EUROPEA



DEGREN
DESIGN & GREEN
ENGINEERING





LIFE17 ENV/ES/000329 - LIFE ReNaturalNZEB
and **Natural** Materials and Products to develop
Energy **B**uildings with low carbon footprint

Recycled
Nearly Zero

Proyecto cofinanciado con la
Contribución del Programa LIFE
de la Unión Europea
Project co-funded with the
contribution of the LIFE Programme
of the European Union



PROTOTIPOS NUEVOS

**CONSTRUCCIÓN DE
4 VIVIENDAS
SOCIALES
UNIFAMILIARES EN
RIBERA DEL FRESNO**



LIFE17 ENV/ES/000329 - LIFE ReNaturalNZEB
and Natural Materials and Products to develop
Energy Buildings with low carbon footprint

Recycled
Nearly Zero

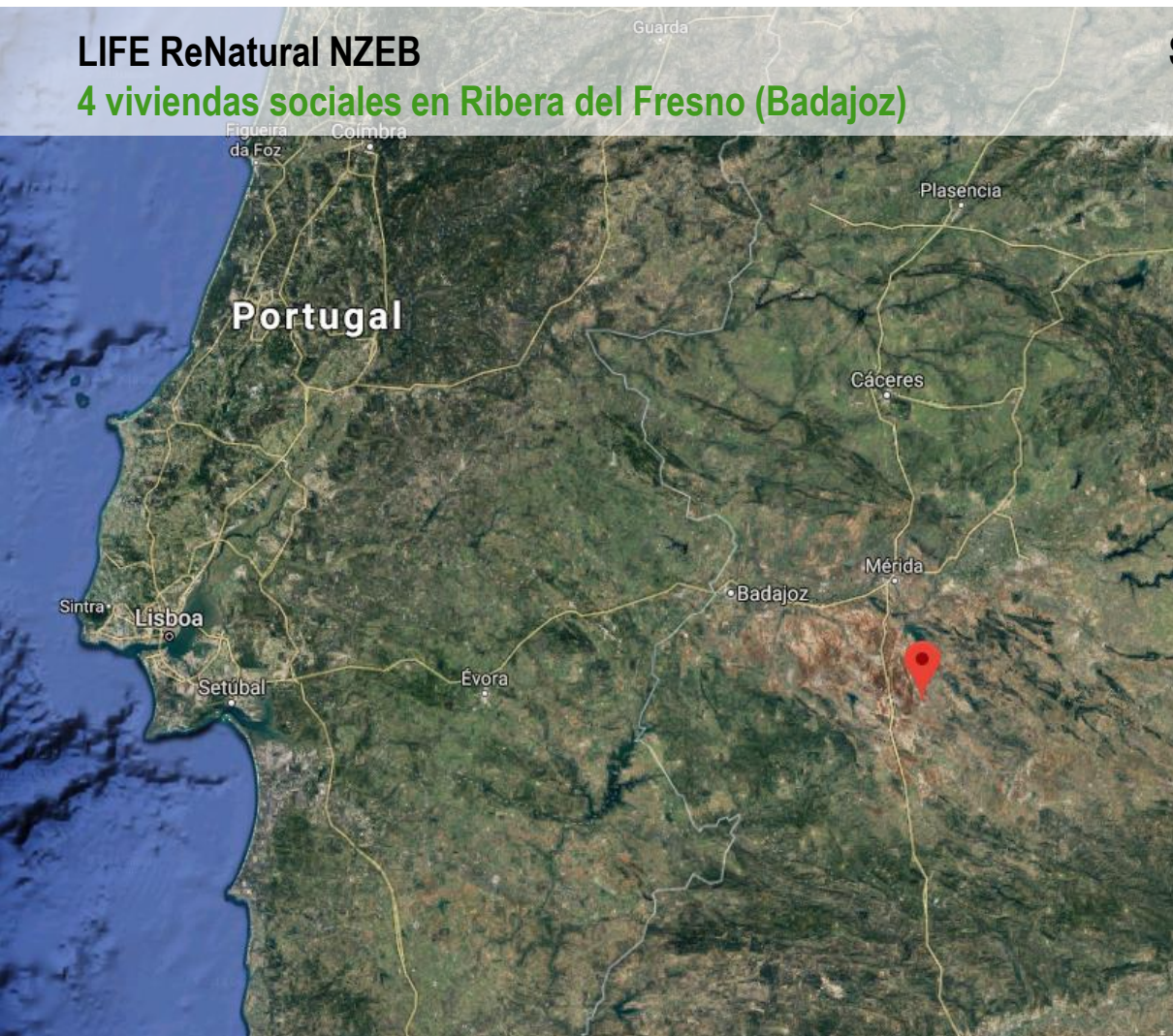
Proyecto cofinanciado con la
Contribución del Programa LIFE
de la Unión Europea

Project co-funded with the
contribution of the LIFE Programme
of the European Union



LIFE ReNatural NZEB

4 viviendas sociales en Ribera del Fresno (Badajoz)



SITUACIÓN



Ribera del Fresno
(Badajoz). ESPAÑA.

Latitud: 38.5799131°

Longitud: - 6.2361264°

Altitud: 399 m (s.n.m.)

Zona Climática V (s/CTE DA DB HE-1)



LIFE17 ENV/ES/000329 - LIFE ReNaturalNZEB
and Natural Materials and Products to develop
Energy Buildings with low carbon footprint

Recycled
Nearly Zero

Proyecto cofinanciado con la
 Contribución del Programa LIFE
 de la Unión Europea
 Project co-funded with the
 contribution of the LIFE Programme
 of the European Union



LIFE ReNatural NZEB
4 viviendas sociales en Ribera del Fresno (Badajoz)



LOCALIZACIÓN

Norte de Ribera del Fresno
 Suelo urbano

DATOS GENERALES

Viviendas unifamiliares adosadas
 Nº plantas sobre rasante:2
 Nº plantas bajo rasante:0
 Superficie útil aprox. por vvda.: 80 m²



LIFE17 ENV/ES/000329 - LIFE ReNaturalNZEB
 and **Natural Materials and Products** to develop
Energy Buildings with low carbon footprint

**Recycled
 Nearly Zero**

Proyecto cofinanciado con la
 Contribución del Programa LIFE
 de la Unión Europea

Project co-funded with the
 contribution of the LIFE Programme
 of the European Union



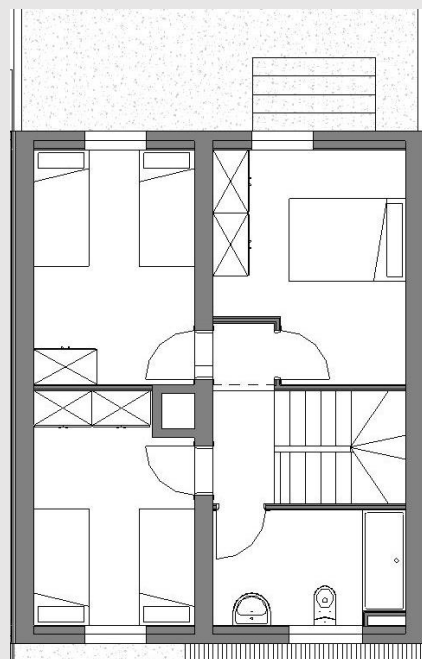
LIFE ReNatural NZEB
4 viviendas sociales en Ribera del Fresno (Badajoz)

tipología

PLANTA BAJA



PLANTA PRIMERA



SUPERFICIE ÚTIL _ VIVIENDA TIPO

PLANTA BAJA

SALON COMEDOR	23,40 m ²
COCINA	5,88 m ²
BAÑO	3,16 m ²
VESTIBULO	4,34 m ²
PORCHE	1,81 m ²
ARMARIO	0,89 m ²
	39,48 m ²

PLANTA PRIMERA

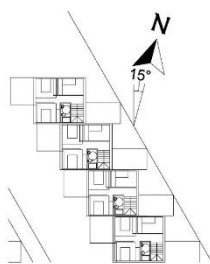
DORMITORIO 1	10,21 m ²
DORMITORIO 2	10,57 m ²
BAÑO	5,72 m ²
PASILLO	2,93 m ²
DORMITORIO 3	10,89 m ²
	40,32 m ²

TOTAL VIVIENDA 79,80 m²

LIFE ReNatural NZEB
4 viviendas sociales en Ribera del Fresno (Badajoz)

Simulaciones tipológicas
DISTRIBUCIÓN DE VIVIENDAS

1_escalonada y girada respecto a fachada



DEMANDA DE CALEFACCIÓN	valor obtenido: 31,68 Kw/(m2año)
	valor CTE: 22,80 kw/(m2año)
DEMANDA DE REFRIGERACIÓN	Valor obtenido: 14,95 kw/(m2año)
	Valor CTE: 20,00 kw/(m2año)
ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE	Valor obtenido: 66,00 kw/(m2año)
	Valor CTE: 54,18 kw/(m2año)

2_compacta y alineada a fachada

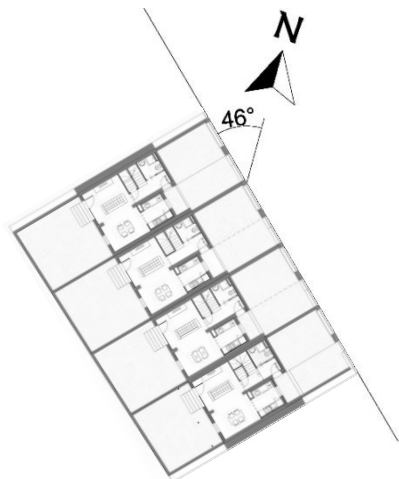


DEMANDA DE CALEFACCIÓN	valor obtenido: 22,31 Kw/(m2año)
	valor CTE: 22,80 kw/(m2año)
DEMANDA DE REFRIGERACIÓN	Valor obtenido: 13,28 kw/(m2año)
	Valor CTE: 20,00 kw/(m2año)
ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE	Valor obtenido: 50,00 kw/(m2año)
	Valor CTE: 54,18 kw/(m2año)

LIFE ReNatural NZEB

4 viviendas sociales en Ribera del Fresno (Badajoz)

INTRODUCCIÓN DE TECNOLOGÍAS SOSTENIBLES tipos de viviendas



La vivienda 1 se considerará «caso base» y se construirá con tecnología convencional

Las otras 3 viviendas serán «viviendas experimentales» y se construirán con tecnologías sostenibles

Las fachadas medianeras se construirán adiabáticas, como si estuvieran en contacto con un local no calefactado, para que su exposición al medio exterior no interfiera en los resultados obtenidos

LIFE ReNatural NZEB

4 viviendas sociales en Ribera del Fresno (Badajoz)

MATERIALES Y SISTEMAS EN ENSAYO PARA SU APLICACIÓN EN LOS PROPTOTIPOS

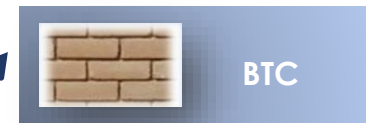
Muros o Cerramientos



Aislantes



Bóvedas



Morteros





LIFE17 ENV/ES/000329 - LIFE ReNaturalNZEB
and Natural Materials and Products to develop
Energy Buildings with low carbon footprint

Recycled
Nearly Zero

Proyecto cofinanciado con la
Contribución del Programa LIFE
de la Unión Europea

Project co-funded with the
contribution of the LIFE Programme
of the European Union



LIFE ReNatural NZEB

4 viviendas sociales en Ribera del Fresno (Badajoz)

TECNOLOGÍAS Y MATERIALES EN EL PROYECTO

	TECNOLOGIAS TRADICIONALES	TECNOLOGÍAS SOSTENIBLES		
	VIVIENDA 1	VIVIENDA 2	VIVIENDA 3	VIVIENDA 4
CIMENT.	Zapatatas corridas de HM + vigas de atado de HA	Zapatatas corridas con arcos de descarga con HM de aridos reciclados + viga de atado de HA	Zapatatas corridas con arcos de descarga con HM de aridos reciclados + viga de atado de HA	Zapatatas corridas con arcos de descarga con HM de aridos reciclados + viga de atado de HA
ESTRUCTURA	Forjado Planta Baja: Frj. Sanit. de H.A. sobre mureta de LP	Forjado Planta Baja: Solera de HA + 90cm de encachado	Forjado Planta Baja: Bóveda de vidrio celular + BTC	Forjado Planta Baja: Bóveda de vidrio celular + BTC
	Forjado Planta Primera: Forjado unidireccional de H.A.	Forjado Planta Primera: Bóveda (lana de madera + BTC) con relleno + solado	Forjado Planta Primera: Bóveda (lana de madera + BTC) con costillas + entramado de madera	Forjado Planta Primera: Entramado de madera. Sistema EcoTimberCell
	Muros de carga de fábrica de ladrillo	Muros de carga de BTC	Muros de carga de BTC	Muros de carga de BTC
CUBIERTA INCLINADA	Forjado de HA + tabiquillos palomeros + tablero cerámico + teja cerámica mixta	Entramado de madera (vigas+viguetas+tablero) + teja cerámica reciclada	Entramado de madera (Vigas + viguetas +panel sandwich) + teja cerámica reciclada	Entramado de madera. Sistema EcoTimberCell
CERRAMIENTOS Y PARTICIONES	Cerramientos exteriores: Enfoscado de mortero de cemento ½ pie de ladrillo perforado mortero hidrófugo aislamiento trasdosado autoportante con PLY	Cerramientos exteriores: Enfoscado con mortero de cal natural ½ pie de BTC mortero aislamiento trasdos. autop. con panel de arcilla	Cerramientos exteriores: Enfoscado con mortero de cal natural ½ pie de BTC mortero aislamiento trasd. Autop. con panel de arcilla	Cerramientos exteriores: Enf. con mortero de cal natural+corcho ½ pie de BTC mortero aislamiento trasdos. autop. con panel de cásc. arroz
	Medianeras, separación entre vvdas: 1 pie de ladrillo perforado	Medianeras, separación entre vvdas: 1 pie de BTC	Medianeras, separación entre vvdas: 1 pie de BTC	Medianeras, separación entre vvdas: 1 pie de BTC
	Particiones interiores: Sistema autoportante de PLY	Particiones interiores: Sfma autoport. con panel de arcilla	Particiones interiores: Sfma autoport. con panel de arcilla	Particiones interiores: Sfma autop. con panel de cásc. arroz



LIFE17 ENV/ES/000329 - LIFE ReNaturalNZEB
and Natural Materials and Products to develop
Energy Buildings with low carbon footprint

Recycled
Nearly Zero

Proyecto cofinanciado con la
Contribución del Programa LIFE
de la Unión Europea

Project co-funded with the
contribution of the LIFE Programme
of the European Union



LIFE ReNatural NZEB

4 viviendas sociales en Ribera del Fresno (Badajoz)

TECNOLOGÍAS Y MATERIALES EN EL PROYECTO

	TECNOLOGIAS TRADICIONALES		TECNOLOGÍAS SOSTENIBLES	
	VIVIENDA 1	VIVIENDA 2	VIVIENDA 3	VIVIENDA 4
AISLAMIENTOS	Cubierta: Lana mineral sobre forjado (e=14cm)	Cubierta: Tejidos reciclados entre viguetas	Cubierta: Panel sandwich de madera y corcho	Cubierta: Fibras de madera en EcoTimberCell
	Cerramiento Fachada: Lana mineral (e=8+6cm)	Cerramiento Fachada: Cáscara de arroz + kenaf (e=5+6cm)	Cerramiento Fachada: Cásc. arroz + papel recicl. (e=5+6cm)	Cerramiento Fachada: Corcho + tejido reciclado (e=8+6cm)
	Forjado sanitario: XPS (e=8cm)	Forjado sanitario: Corcho (e=8cm)	Forjado sanitario: Vidrio celular de bóveda	Forjado sanitario: Vidrio celular de bóveda
	Forjado exterior: XPS (e=10cm)	Forjado exterior: En porche bóveda con vidrio celular	Forjado exterior: En porche bóveda con vidrio celular	Forjado exterior: Corcho (e=10cm)
CARP.	Ventanas de PVC	Ventanas de madera	Ventanas de madera	Ventanas de Aluminio reciclado
VIDRIOS	6/16/6 BE 6/12/6 Cámara Argón	6/16/6 BE 6/12/6 Cámara Argón	6/16/6 BE 6/12/6 Cámara Argón	6/16/6 BE 6/12/6 Cámara Argón
ACABADOS INTERIORES	Paredes: Pinturas plásticas Material cerámico	Paredes: Pinturas ecológicas Contínuo ecológ de arcilla	Paredes: Pinturas ecológicas Tarima de linóleo+corcho	Paredes: Pinturas ecológicas Material cerámico reciclado
	Suelos: Tarima de madera Material cerámico	Suelos: Contínuo ecológico de arcilla Contínuo ecológico de arcilla	Suelos: Tarima de linóleo+corcho Material cerámico reciclado	Suelos: Tarima de corcho Material cerámico reciclado
INSTALACIONES Y SISTEMAS	Climatización: Fotovoltaica + Split ACS: Fotovoltaica + Aerotermia Ventilación: Recuperador de calor	Climatización: Fotovoltaica + Split ACS: Fotovoltaica + Aerotermia Ventilación: Recuperador de calor Pozo Canadiense	Climatización: Fotovoltaica + Split ACS: Fotovoltaica + Aerotermia Ventilación: Recuperador de calor Pozo Canadiense	Climatización: Fotovoltaica + Split ACS: Fotovoltaica + Aerotermia Ventilación: Recuperador de calor Pozo Canadiense

LIFE ReNatural NZEB

4 viviendas sociales en Ribera del Fresno (Badajoz)



Sistema EcoTimberCell

<https://www.life-ecotimbercell.eu/>

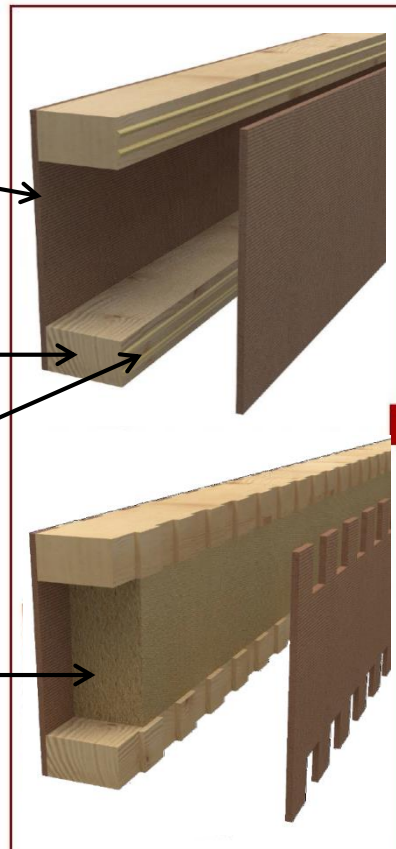
LA CÉLULA

Panel Hard Board
(Belanzos HB)

Madera aserrada local
clasificada de pino,
castaño o eucalipto

Junta con adhesivo

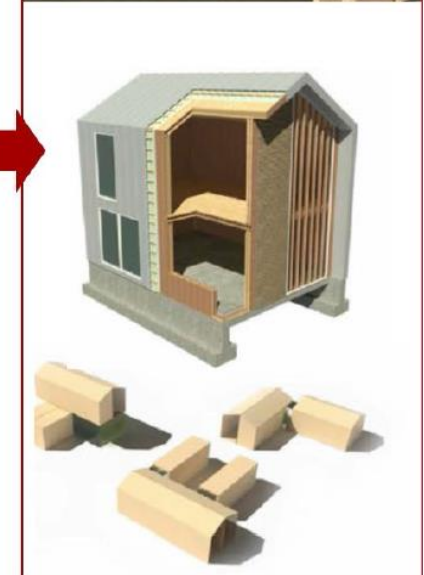
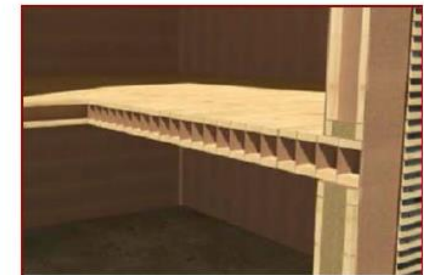
Relleno de aislamiento
de fibras de madera
con lignina



SISTEMAS CONSTRUCTIVOS



+





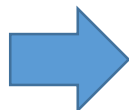
LIFE ReNatural NZEB

4 viviendas sociales en Ribera del Fresno (Badajoz)

OBJETIVOS DEL PROYECTO

OBJETIVO:

Desarrollar un modelo de construcción de NZEB con **baja huella de carbono y bajo coste** (solo un 25% más caro que el promedio actual), **utilizando criterios de economía verde y circular, e introduciendo tecnologías y materiales de construcción sostenible.**



80%

- **Reducción del 80% de demanda de energía durante el período de uso del edificio**, comparado con el valor medio de los edificios en Portugal y España, **utilizando materiales naturales y reciclados.**
- **Hay que pasar de 100 Kwh/m2 año a 20 Kwh/m2 año**

20%

- **Reducción del 20% del peso del edificio**, comparado con el estándar actual de construcción.

60%

- **Reducción del 60% de la energía embebida y de las emisiones de CO2** en la construcción y rehabilitación, utilizando materiales naturales y reciclados.



LIFE ReNatural NZEB

4 viviendas sociales en Ribera del Fresno (Badajoz)

ESTUDIO DE LA DEMANDA DE ENERGÍA

ELEMENTO	VIVIENDA CUMPLE CTE	VIVIENDA NZEB
FACHADA	1,5cm mc + 1/2pie LP + 1,5cm mc + 11cm MW+ panel YL	1,5 cm mc + 1/2pie LP + 1,5 cm mc + 14cm MW+ panel YL
CUBIERTA	Forjado + 12cm lana mineral	Forjado + 16cm lana mineral
FORJADO SANITARIO	Forjado + 5 cms XPS	Forjado + 8 cms XPS
FORJADO EXTERIOR	6 cm XPS + Forjado	10 cm XPS + Forjado
Vidrios	6/12/6 Cámara aire (U= 2,8 W/m ² k; g= 75%) 6/12/6 BE. Cámara aire (U=1,6 W/m ² k; g= 39%)	6/16/6 Cámara aire (U= 2,8 W/m ² k; g= 75%) 6/12/6 BE Cámara gas argón (U=1,6 W/m ² k; g= 39%)
Cobertura solar para ACS	74%	FOTOVOLTAICA
Apoyo producción ACS	Calentador GLP rendimiento 85%	AEROTERMIA
Calefacción	NO Por defecto (Gas natural; rendimiento 92%)	NO Por defecto (Gas natural; rendimiento 92%)
Refrigeración	Por defecto (Electricidad; rendimiento 200%)	Split en salón
Ventilación	0,52 renovaciones / hora	0,58 renovaciones / hora
Recuperador de calor	NO	SI; rendimiento 80 %

VIVIENDA CUMPLE CTE

Demanda de CALEFACCIÓN (D_c) ___ 22,31 kwh/(m² año)

Demanda de REFRIGERACIÓN (D_R) ___ 13,28 kwh/(m² año)

DEMANDA ENERGÉTICA CONJUNTA ___ $D_G = D_c + 0,7 D_R$
 $D_G = 31,60$ kwh/(m² año)

-54,23 %

+1,05%

-36,74%

VIVIENDA NZEB

Demanda de CALEFACCIÓN (D_c) ___ 10,21 kwh/(m² año)

Demanda de REFRIGERACIÓN (D_R) ___ 13,98 kwh/(m² año)

DEMANDA ENERGÉTICA CONJUNTA ___ $D_G = D_c + 0,7 D_R$
 $D_G = 19,94$ kwh/(m² año)



LIFE17 ENV/ES/000329 - LIFE ReNaturalNZEB
and Natural Materials and Products to develop
Energy Buildings with low carbon footprint

Recycled
Nearly Zero

Proyecto cofinanciado con la
Contribución del Programa LIFE
de la Unión Europea

Project co-funded with the
contribution of the LIFE Programme
of the European Union



LIFE ReNatural NZEB

4 viviendas sociales en Ribera del Fresno (Badajoz)

ESTUDIO DE LA DEMANDA DE ENERGÍA
EMISIONES DE CO2

ENERGÍAS PRIMARIAS NO RENOVABLES

VIVIENDA CUMPLE CTE

- GLP _____ 2.932,80 Kwh/año = 229,12kg/año
- GAS NATURAL _____ 10.356,00 Kwh/año (*)
- ELECTRICIDAD _____ 4.654,60 Kwh/año

VIVIENDA NZEB

- GLP _____ 0 kwh/año
- GAS NATURAL _____ 1.117,10 Kwh/año (*)
- ELECTRICIDAD _____ 0 Kwh/año

(*) El gas Natural lo marca el programa de cálculo, por defecto, para edificios sin calefacción

EMISIONES CO2 = 4,5495 t CO2 eq (*)

-95,01 %

EMISIONES CO2 = 0,2268 t CO2 eq (*)

(*) Las emisiones de CO₂ han sido obtenidas según la Calculadora del Ministerio para la Transición Ecológica (Versión 14) y los factores de conversión del siguiente documento «FACTORES DE EMISIÓN . REGISTRO DE HUELLA DE CARBONO, COMPENSACIÓN Y PROYECTOS DE ABSORCIÓN DE DIÓXIDO DE CARBONO» (Abril 2019, Versión 12) del Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente del Gobierno de España



LIFE ReNatural NZEB

4 viviendas sociales en Ribera del Fresno (Badajoz)

OBJETIVOS DEL PROYECTO

OBJETIVO:

Desarrollar un modelo de construcción de NZEB con **baja huella de carbono y bajo coste** (solo un 25% más caro que el promedio actual), **utilizando criterios de economía verde y circular, e introduciendo tecnologías y materiales de construcción sostenible.**



80%

- Reducción del 80% de demanda de energía durante el período de uso del edificio, comparado con el valor medio de los edificios en Portugal y España, **utilizando materiales naturales y reciclados.**
- La demanda deberá ser menor de 15 kwh/m² año

20%

- Reducción del 20% del peso del edificio, comparado con el estándar actual de construcción.

60%

- Reducción del 60% de la energía embebida y de las emisiones de CO₂ en la construcción y rehabilitación, utilizando materiales naturales y reciclados.

LIFE ReNatural NZEB

4 viviendas sociales en Ribera del Fresno (Badajoz)

ESTUDIO PESO DEL EDIFICIO forjados

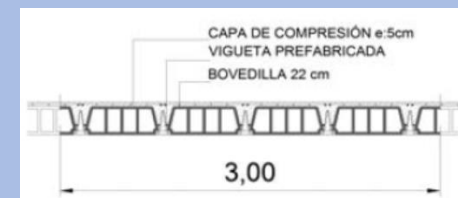
CASO BASE: FORJADO UNIDIRECCIONAL DE HORMIGÓN ARMADO

m2

Forjado nervado unidireccional de 22+5 cm, con casetones de mortero de cemento con una cuantía de 0.82 m²/m² de forjado, interejes 0.7 m, con una cuantía de 15 kg/m² de armadura AP500 S de acero en barras corrugadas, armadura en mallas electrosoldadas 15x30 cm, 6y 6 mm de D, y una cuantía 0.095 m³ de hormigón HA-25/P/20/l vertido con cubilote

Base de datos ITEC

MATERIAL	DENSIDAD (kg/m ³)	MJ/kg	kWh/kg	CUBICACION	PESO (kg)	MJ	KWh
Hormigón para forjado nervado unidireccional, HA-25/P/20/l,				0,0950 m ³		124,32	34,53
Armadura para forjado nervado unidireccional AP500 S d				15,0000 kg		567,31	157,59
Armadura malla electrosoldada de barras corrugadas de acero ME 30x15				1,0000 m ²		112,57	31,27
casetones de mortero de cemento de 60x20 cm y 22 cm de altura				0,8200 m ²		432,94	120,26
TOTAL UNIDAD DE OBRA 1 m2					300,00	1237,14	343,65



kg/m ²	300,00
MJ/m ²	1237,14
MJ/kg	4,12

ALTERNATIVA: BÓVEDA TABICADA

UD

Forjado formado por bóveda tabicada formado por 1 hoja de rasilla de vidrio celular y otra hoja de rasilla de elaboración propia a partir de BD ITEC

Forjado formado por bóveda tabicada formado por 1 hoja de rasilla de vidrio celular y otra hoja de rasilla de elaboración propia a partir de BD ITEC

BTC, de 3 m de luz y relación f/l=0,16 con relleno estructural de hormigón en masa y relleno de arido ligero

MATERIAL	DENSIDAD (kg/m ³)	MJ/kg	kWh/kg	CUBICACION	PESO (kg)	MJ	KWh
Tablero de rasilla de 1 hojas vidrio celular e 5 cm	157	13,9000	3,86	0,1600	25,1200	349,1680	97,07
Yeso para ambas hojas y entre ellas	1250	3,3000	0,92	0,0600	75,0000	247,5000	68,81
Hoja de rasilla de BTC e: 3 cm	2200	0,7200	0,20	0,0960	211,2000	152,0640	42,27
Relleno estructural con hormigón en masa HM 10 ICE	2200	0,7000	0,19	0,1700	374,0000	261,8000	72,78
Relleno con árido ligero de arlita (fuente DAP)	275	3,6700	1,02	0,3000	82,5000	302,7750	84,17
TOTAL UNIDAD DE OBRA 3 m2					767,8200	1313,3070	365,10



-14,7%

kg/m ²	255,9400
MJ/m ²	437,7830
MJ/kg	1,7104

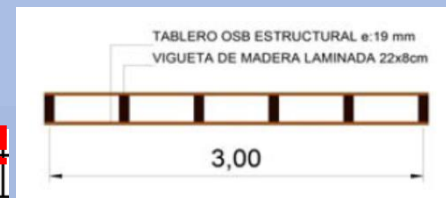
ALTERNATIVA: ENTRAMADO HORIZONTAL DE VIGUETAS DE MADERA Y TABLEROS

UD

Forjado formado por viguetas de madera laminada GL 24h de con escuadría de 22x8 cm separadas 60 cm

Forjado formado por viguetas de madera laminada GL 24h de con escuadría de 22x8 cm separadas 60 cm

MATERIAL	DENSIDAD (kg/m ³)	MJ/kg	kWh/kg	CUBICACION	PESO (kg)	MJ	KWh
6 viguetas madera lam. 22*6	410	3,99	1,11	0,08	32,47	129,56	36,02
Tablero OSB e: 2cm fuente ICE	607	15,00	4,17	0,06	36,42	546,30	151,87
Tablero OSB e: 2cm fuente ICE	607	15,00	4,17	0,06	36,42	546,30	151,87
TOTAL UNIDAD DE OBRA 3 m2					105,31	1222,16	339,76



-88,3%

kg/m ²	35,10
MJ/m ²	407,39
MJ/kg	11,61



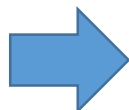
LIFE ReNatural NZEB

4 viviendas sociales en Ribera del Fresno (Badajoz)

OBJETIVOS DEL PROYECTO

OBJETIVO:

Desarrollar un modelo de construcción de NZEB con **baja huella de carbono y bajo coste** (solo un 25% más caro que el promedio actual), **utilizando criterios de economía verde y circular, e introduciendo tecnologías y materiales de construcción sostenible.**



80%

- **Reducción del 80% de demanda de energía durante el período de uso del edificio**, comparado con el valor medio de los edificios en Portugal y España, **utilizando materiales naturales y reciclados.**
- **La demanda deberá ser menor de 15 kwh/m2 año**

20%

- **Reducción del 20% del peso del edificio**, comparado con el estándar actual de construcción.

60%

- **Reducción del 60% de la energía embebida y de las emisiones de CO2** en la construcción y rehabilitación, utilizando materiales naturales y reciclados.

LIFE ReNatural NZEB

4 viviendas sociales en Ribera del Fresno (Badajoz)

ESTUDIO DE LA ENERGÍA EMBEBIDA forjados

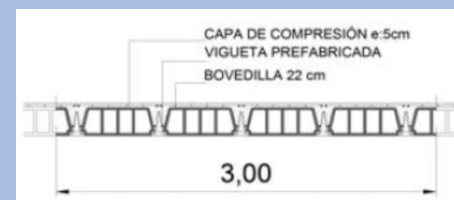
CASO BASE: FORJADO UNIDIRECCIONAL DE HORMIGÓN ARMADO

m²

Forjado nervado unidireccional de 22+5 cm, con casetones de mortero de cemento con una cuantía de 0.82 m²/m² de forjado, interjes 0.7 m, con una cuantía de 15 kg/m² de armadura AP500 S de acero en barras corrugadas, armadura en mallas electrosoldadas 15x30 cm, 6y 6 mm de D, y una cuantía 0.095 m³ de hormigón HA-25/P/20/l vertido con cubilote

Base de datos ITEC

MATERIAL	DENSIDAD (kg/m ³)	MJ/kg	kWh/kg	CUBICACION	PESO (kg)	MJ	KWh
Hormigón para forjado nervado unidireccional, HA-25/P/20/l,				0,0950 m ³		124,32	34,53
Armadura para forjado nervado unidireccional AP500 S d				15,0000 kg		567,31	157,59
Armadura malla electrosoldada de barras corrugadas de acero ME 30x15				1,0000 m ²		112,57	31,27
casetones de mortero de cemento de 60x20 cm y 22 cm de altura				0,8200 m ²		432,94	120,26
TOTAL UNIDAD DE OBRA 1 m²					300,00	1237,14	343,65



kg/m ²	300,00
MJ/m ²	1237,14
MJ/kg	4,12

ALTERNATIVA: BÓVEDA TABICADA

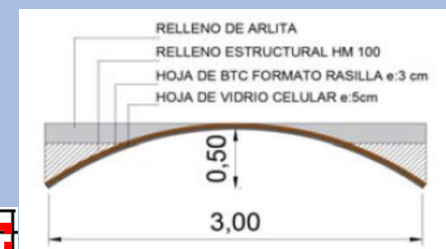
UD

Forjado formado por bóveda tabicada formado por 1 hoja de rasilla de vidrio celular y otra hoja de rasilla de elaboración propia a partir de BD ITEC

Forjado formado por bóveda tabicada formado por 1 hoja de rasilla de vidrio celular y otra hoja de rasilla de elaboración propia a partir de BD ITEC

BTC, de 3 m de luz y relación f/l=0,16 con relleno estructural de hormigón en masa y relleno de arido ligero

MATERIAL	DENSIDAD (kg/m ³)	MJ/kg	kWh/kg	CUBICACION	PESO (kg)	MJ	KWh
Tablero de rasilla de 1 hojas vidrio celular e 5 cm	157	13,9000	3,86	0,1600	25,1200	349,1680	97,07
Yeso para ambas hojas y entre ellas	1250	3,3000	0,92	0,0600	75,0000	247,5000	68,81
Hoja de rasilla de BTC e: 3 cm	2200	0,7200	0,20	0,0960	211,2000	152,0640	42,27
Relleno estructural con hormigón en masa HM 10 ICE	2200	0,7000	0,19	0,1700	374,0000	261,8000	72,78
Relleno con árido ligero de arlita (fuente DAP)	275	3,6700	1,02	0,3000	82,5000	302,7750	84,17
TOTAL UNIDAD DE OBRA 3 m²					767,8200	1313,3070	365,10



-64,61%

kg/m ²	255,9400
MJ/m ²	437,7690
MJ/kg	1,7104

ALTERNATIVA: ENTRAMADO HORIZONTAL DE VIGUETAS DE MADERA Y TABLEROS

UD

Forjado formado por viguetas de madera laminada GL 24h de con escuadría de 22x8 cm separadas 60 cm

Forjado formado por viguetas de madera laminada GL 24h de con escuadría de 22x8 cm separadas 60 cm

MATERIAL	DENSIDAD (kg/m ³)	MJ/kg	kWh/kg	CUBICACION	PESO (kg)	MJ	KWh
6 viguetas madera lam. 22*6	410	3,99	1,11	0,08	32,47	129,56	36,02
Tablero OSB e: 2cm fuente ICE	607	15,00	4,17	0,06	36,42	546,30	151,87
Tablero OSB e: 2cm fuente ICE	607	15,00	4,17	0,06	36,42	546,30	151,87
TOTAL UNIDAD DE OBRA 3 m²					105,31	1222,16	339,76



-67,07%

kg/m ²	35,10
MJ/m ²	407,39
MJ/kg	11,61



LIFE ReNatural NZEB

4 viviendas sociales en Ribera del Fresno (Badajoz)

ESTUDIO DE LA ENERGÍA EMBEBIDA forjado / bóveda

REDUCCIÓN DE LA ENERGÍA EMBEBIDA CON RESPECTO A UN FORJADO UNIDIRECCIONAL DE HA

Boveda solo rasilla relleno hormigon aligerado	57%
Boveda 2 hojas vidrio celular relleno hormigon aligerado	50%
Bóveda 2 hojas vidrio cel + BTC relleno hormigon aligerado	55%
Boveda 2 hojas vidrio celular relleno hormigon HM10	63%
Bóveda 2 hojas vidrio cel + BTC relleno hormigon HM10	65%
Forjado de madera	67%



ESTRUCTURA HORIZONTAL

ES VIABLE REDUCIR SU ENERGÍA EMBEBIDA **en más de un 60 %**

LIFE ReNatural NZEB

4 viviendas sociales en Ribera del Fresno (Badajoz)

ESTUDIO DE LA ENERGÍA EMBEBIDA cerramiento



TRANSMITANCIA NECESARIA CERRAMIENTO	
U necesaria cerramiento	0,23
R necesaria cerramiento	4,35

tipo aislamiento a colocar	
base LP+	MW
propuesta BTC+	KNAF

FABRICA								reducción EE fábrica	AISLAMIENTO				reducción EE aislamiento	EE total (KJ/m2)	reducción EE total
conductividad (w / (m k))	espesor 1/2 pie	R fábrica	U	EE fab (KJ/kg)	densidad	EE fab (KJ/m2)	Rt aislam		conductividad	espesor necesario	EE aisl (MJ/m2)				
LP + Aislam	0,35	0,115	0,33	3,0	3,00	1500,00	517,5		4,0	0,035	0,141	448,61	966,11		
BTC + aislam	0,87	0,15	0,17	5,8	0,72	2200,00	237,6	54,09%	4,2	0,038	0,159	207,10	444,70	53,97%	

CERRAMIENTOS

ES VIABLE REDUCIR SU ENERGÍA EMBEBIDA en más de un **50 %**

Gracias por su atención
Obrigado pela atenção

