



III Congreso EECN

Edificios Energía Casi Nula

Madrid, 21-22 Junio 2016

METODOLOGÍA DE COSTE ÓPTIMO APLICADA A LA REHABILITACIÓN ENERGÉTICA DE UN EDIFICIO DE VIVIENDAS EN MADRID

Florencio Manteca – María Fernández Boneta

Departamento Energética Edificatoria

CENER – Centro Nacional de Energías Renovables

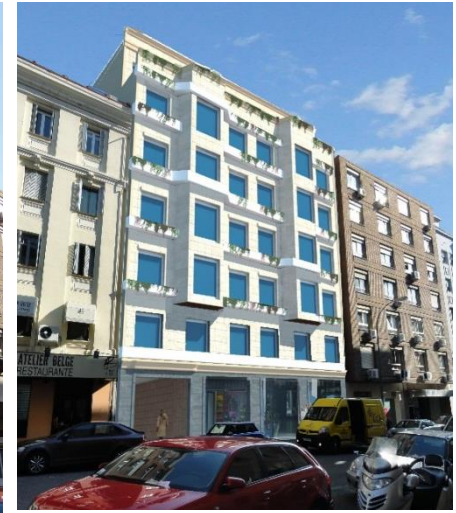


III Congreso

Edificios Energía Casi Nula

Madrid, 21-22 Junio 2016

PROYECTO



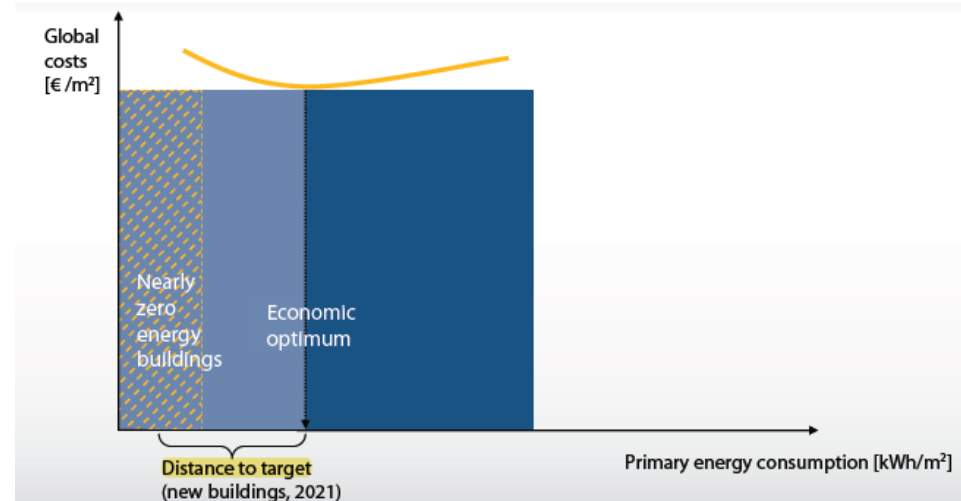
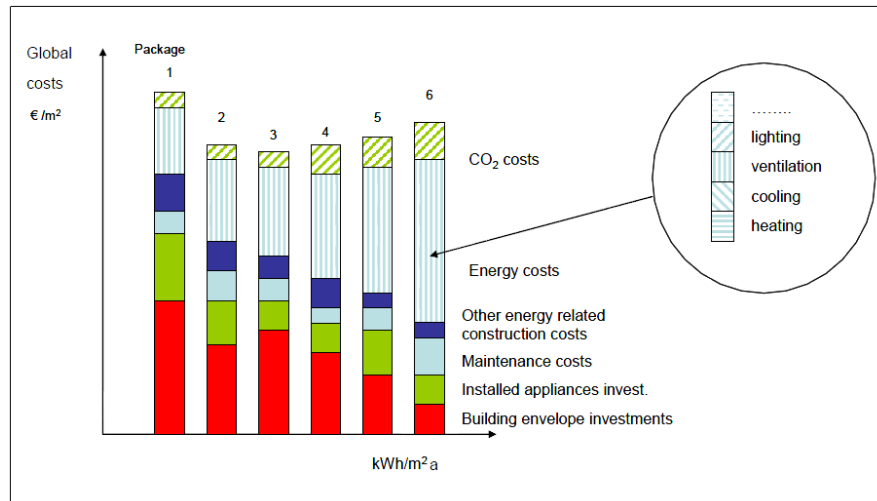
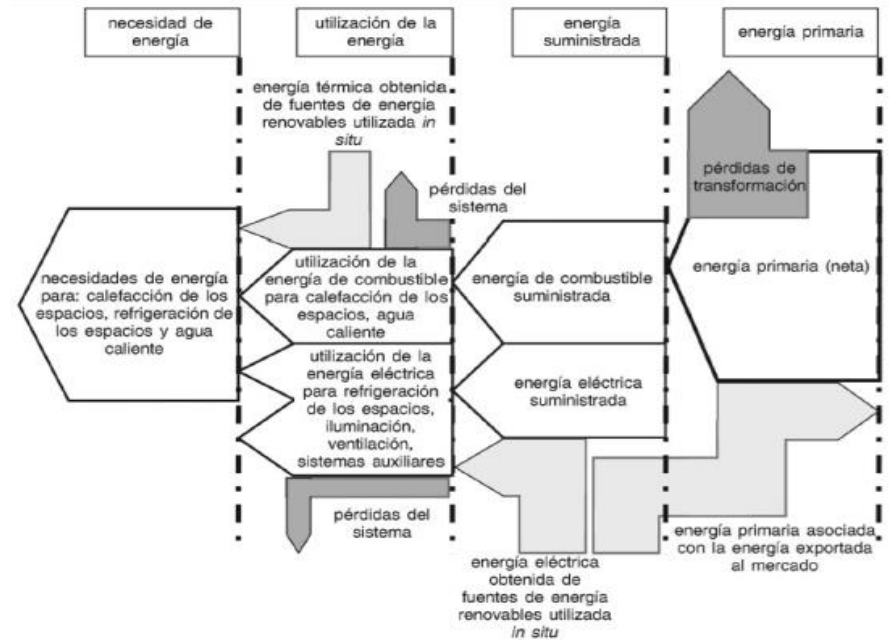
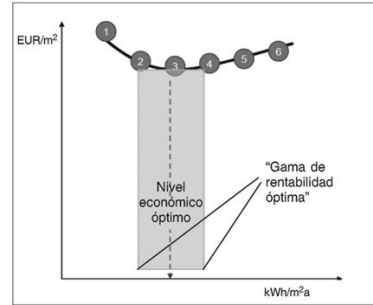
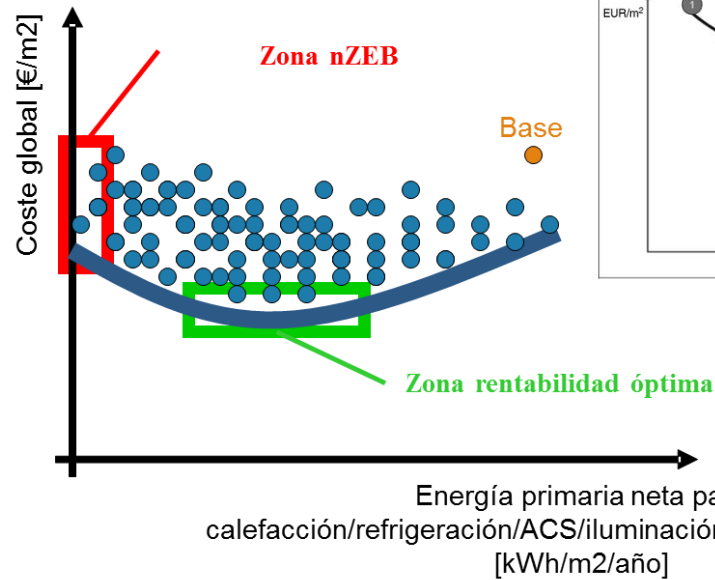
- Edificación original: 1948
- Reforma para uso administrativo: 1968
- 7 plantas + ático
- Uso reforma actual : Residencial Plurifamiliar (28 viviendas)
- 4,154 m² de superficie construida sobre rasante

Arquitectos:

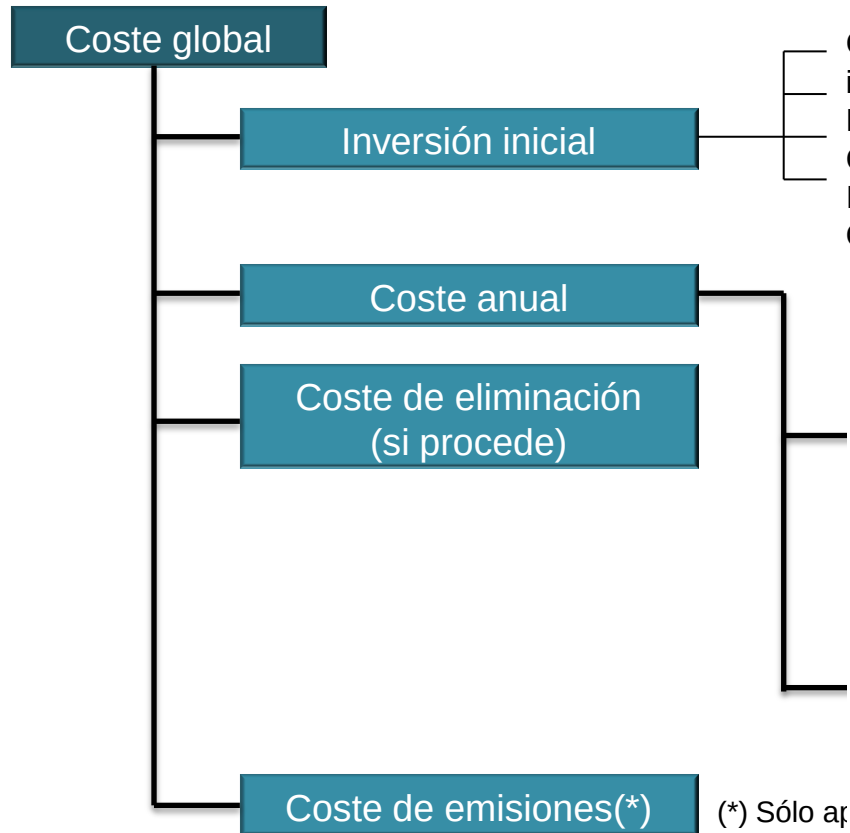
R. Garrigues y Asociados SL
Ramón Garrigues Calderon – Luis Miguel Marquez Barrero



METODOLOGÍA I



METODOLOGÍA II



Coste de energía

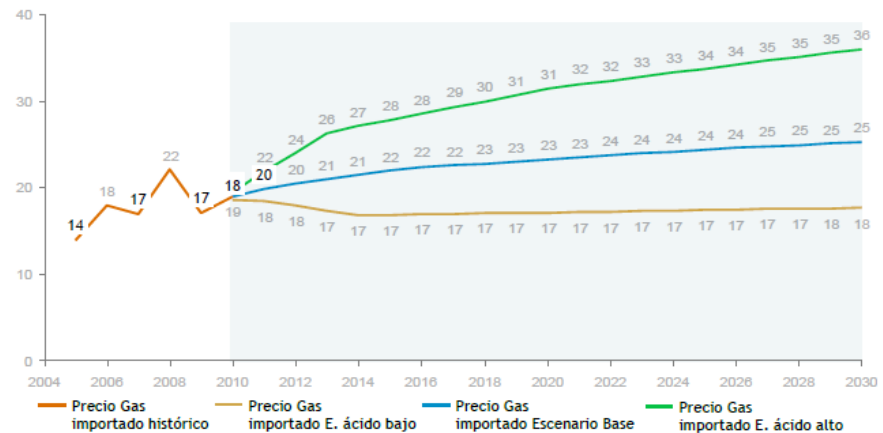
Coste operacional

Resultado cálculo de comportamiento energético

Tarifas

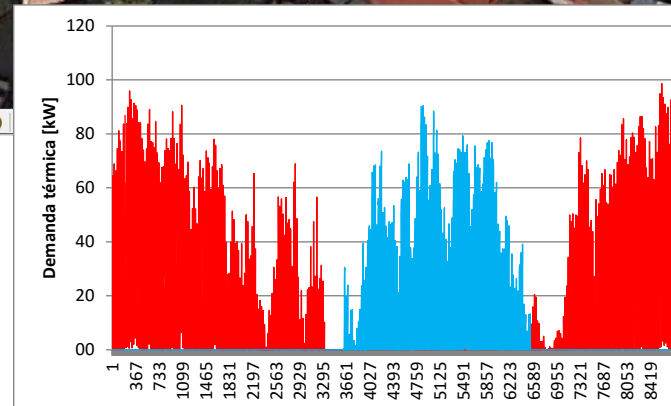
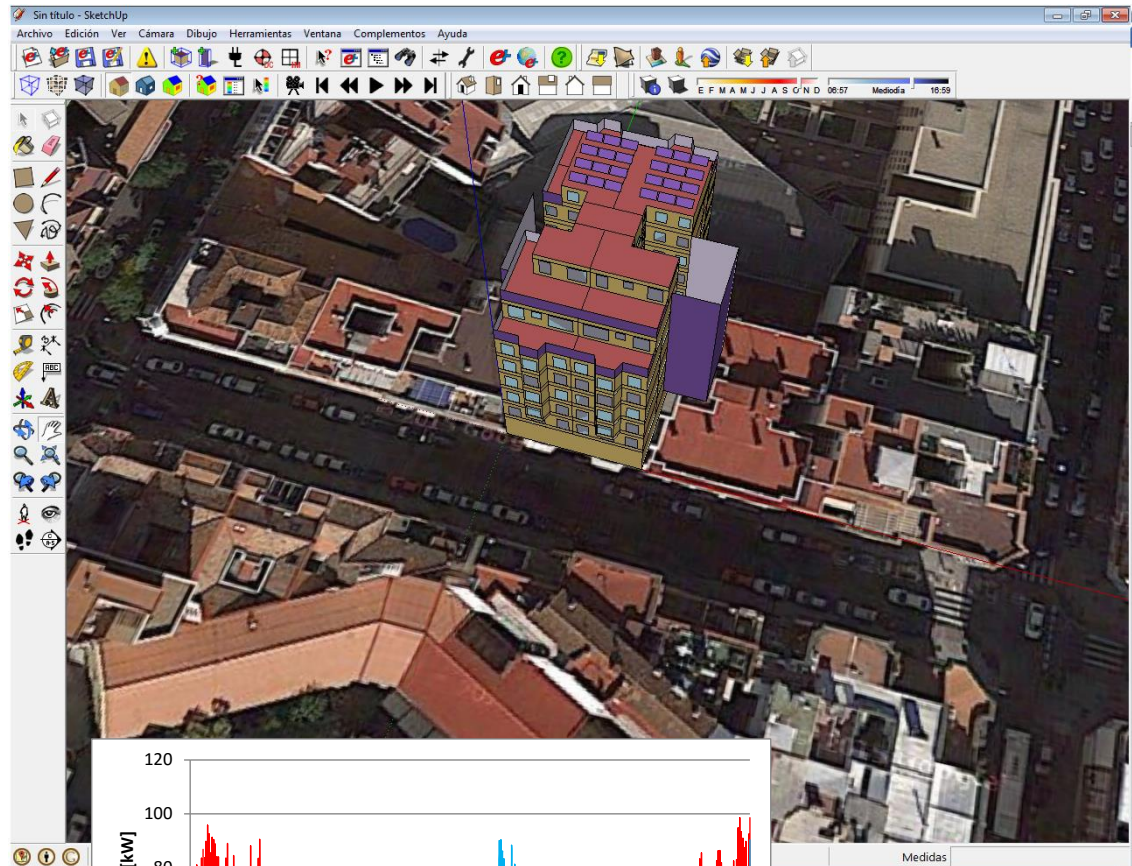
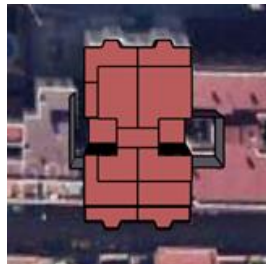
Figura 2.2-3 Proyecciones del precio del gas natural en España

Precio Gas en España en € constantes 2010 (€/MWh)



El resultado del cálculo es un valor actual neto de los costes incurridos durante un periodo definido, teniendo en cuenta los valores residuales de los equipos con ciclos de vida más largos.





MEDIDAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

[illegible]

Nº	PAQUETE	VARIANTE	ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	PARÁMETRO	VALOR	UNIDAD	Ciclo de vida	COSTE DE INVERSIÓN (material+ejecución+GG+BI+IVA)	
									Total en €	
6	APOYO CON EERR	0	ACS	-	COBERTURA	0	%	20	€ 0,00	
			CAL	-	COBERTURA	0	%		€ 0,00	
		1	ACS	Mínimo cumplimiento del CTE HE4 2013 (50% para la zona de radiación IV correspondiente a Madrid) Equivale aprox a 12 Vitosol 300F SV3A y 2800l de acumulación (50% para 2332l/día de demanda a 60ºC) => 27,92m2 de área total de captadores	COBERTURA	50	%	20	€ 46,200.00	
			CAL	-	COBERTURA	0	%		€ 0,00	
		2	ACS	Instalación de PROYECTO	COBERTURA	70	%	20	€ 71,513.47	
			CAL	Instalación de PROYECTO	COBERTURA	10	%		€ 43,729.72	
		3	ACS	Mínimo cumplimiento del CTE HE4 2013 (50% para la zona de radiación IV correspondiente a Madrid) Equivale aprox a 12 Vitosol 300F SV3A y 2800l de acumulación (50% para 2332l/día de demanda a 60ºC) => 27,92m2 de área total de captadores	COBERTURA	50	%	20	€ 46,200.00	
			ELECTRICIDAD	Instalación solar fotovoltaica: 12 paneles ISF-250, 2 ramas en paralelo de 12 paneles en serie. Inversor Ingecom Sun 10 TL (Ingteam)	Potencia pico	6	kWp	20	€ 13,200.00	
				Energía generada	7543	kWh				
5	INSTALACIONES TÉRMICAS		Control REF	Control climático y termostático	rend. Estacional	0.98			€ 0,00	
		2	Generación calefacción y ACS	Instalación centralizada de bomba de calor aire/agua de alta eficiencia (COP>4.0) de 300kW de potencia nominal, que permita varias etapas (varios compresores o varios equipos o caudal de refrigerante variable)	rend. Estacional	2.6		25	€ 99,293.70	
			Distribución CAL	Agua/Suelo radiante	rend. Estacional	0.98		30	€ 0,00	
			Control CAL	Control climático y termostático	rend. Estacional	0.96			€ 0,00	
			Generación frío	Aerotermia aire/agua de alta eficiencia	rend. Estacional	2.7			€ 0,00	
			Distribución REF	Agua/Suelo radiante	rend. Estacional	0.97			€ 0,00	
			Control REF	Control climático y termostático	rend. Estacional	0.98			€ 0,00	
		3	Generación (base) calefacción y ACS	Bomba de calor geotérmica (agua/agua) para cubrir la demanda base: se estiman 2 bombas geotérmicas de 40kW + 23kW de varias etapas (por ejemplo Nibe Fighter 1330) con un sistema de intercambio vertical de 10 pozos de entre 100m y 120m de profundidad con tuberías de polietileno en forma de U. Incluidos intercambiadores y depósito de	rend. Estacional	3.6		20	€ 98,710.22	
			Generación calefacción (picos)	Bomba de calor aire/agua de alta eficiencia de 120kW de potencia nominal, que permita varias etapas (varios compresores o caudal de refrigerante variable) (COP>4.0)	rend. Estacional	2.6		20	€ 76,125.17	
			Distribución CAL 1	Agua/Suelo radiante para generación geotérmica (base)	rend. Estacional	0.98		30	€ 0,00	
			Distribución CAL 2			0.95			€ 0,00	
			Control CAL	Control climático y termostático	rend. Estacional	0.96		20	€ 0,00	
			Generación frío (base)	Es la misma instalación que para calefacción	rend. Estacional	3.4			€ 0,00	
			Generación frío (picos)	Es la misma instalación que para calefacción	rend. Estacional	2.7			€ 0,00	
			Distribución REF 1	Agua/Suelo radiante para generación geotérmica	rend. Estacional	0.97			€ 0,00	
			Distribución REF 2		rend. Estacional	0.98			€ 0,00	
			Control REF	Control climático y termostático	rend. Estacional	0.98			€ 0,00	
			4	Generación calefacción y ACS	Instalación con caldera de biomasa densificada (pelets) de 300kW y silo de almacenamiento	rend. Estacional	0.87		20	€ 115,500.00
				Distribución CAL	Agua/Suelo radiante o radiadores	rend. Estacional	0.98		30	€ 0,00
		Control CAL		Control climático y termostático	rend. Estacional	0.96			€ 0,00	
		Generación frío		Aerotermia aire/aire	rend. Estacional	2.7		20	€ 159,278.00	
		Distribución REF		Aire/conducto/rejillas	rend. Estacional	0.97			€ 0,00	
		Control REF		Control climático y termostático	rend. Estacional	0.98			€ 0,00	

PAQUETES DE MEDIDAS

AISLAM. OPACOS	HUECOS	PROTEC. SOLAR	VENTILACIÓN	INSTALA CIONES	EERR
0	0	0	0	0	0
1	1	1	0	1	2
1	1	1	1	1	2
1	1	1	2	1	2
1	1	2	0	1	2
1	1	2	1	1	2
1	1	2	2	1	2
1	2	1	0	1	2
1	2	1	1	1	2
1	2	1	2	1	2
1	2	2	0	1	2
1	2	2	1	1	2
1	2	2	2	1	2
2	1	1	0	1	2
2	1	1	1	1	2
2	1	1	2	1	2
2	1	2	0	1	2
2	1	2	1	1	2
2	1	2	2	1	2
2	2	1	0	1	2
2	2	1	1	1	2
2	2	1	2	1	2
2	2	2	0	1	2
2	2	2	1	1	2
2	2	2	2	1	2
3	1	1	0	1	2
3	1	1	1	1	2
3	1	1	2	1	2
3	1	2	0	1	2
3	1	2	1	1	2
3	1	2	2	1	2
3	2	1	0	1	2
3	2	1	1	1	2
3	2	1	2	1	2
3	2	2	0	1	2
3	2	2	1	1	2
3	2	2	2	1	2
4	1	1	0	1	2
4	1	1	1	1	2
4	1	1	2	1	2
4	1	2	0	1	2
4	1	2	1	1	2
4	1	2	2	1	2
4	2	1	0	1	2
4	2	1	1	1	2
4	2	1	2	1	2
4	2	2	0	1	2
4	2	2	1	1	2
4	2	2	2	1	2
5	1	1	0	1	2
5	1	1	1	1	2
5	1	1	2	1	2
5	1	2	0	1	2
5	1	2	1	1	2
5	1	2	2	1	2
5	2	1	0	1	2
5	2	1	1	1	2
5	2	1	2	1	2
5	2	2	0	1	2
5	2	2	1	1	2
5	2	2	2	1	2

- 60 combinaciones de medidas de reducción de la demanda con:
 - Distintos niveles de aislamiento de fachadas, cubierta y suelo
 - Distintas clases de huecos
 - Dispositivos de protección solar
 - Distintas soluciones de ventilación para cumplimiento HS3: convencional, higrorregulable y doble flujo con recuperación de calor

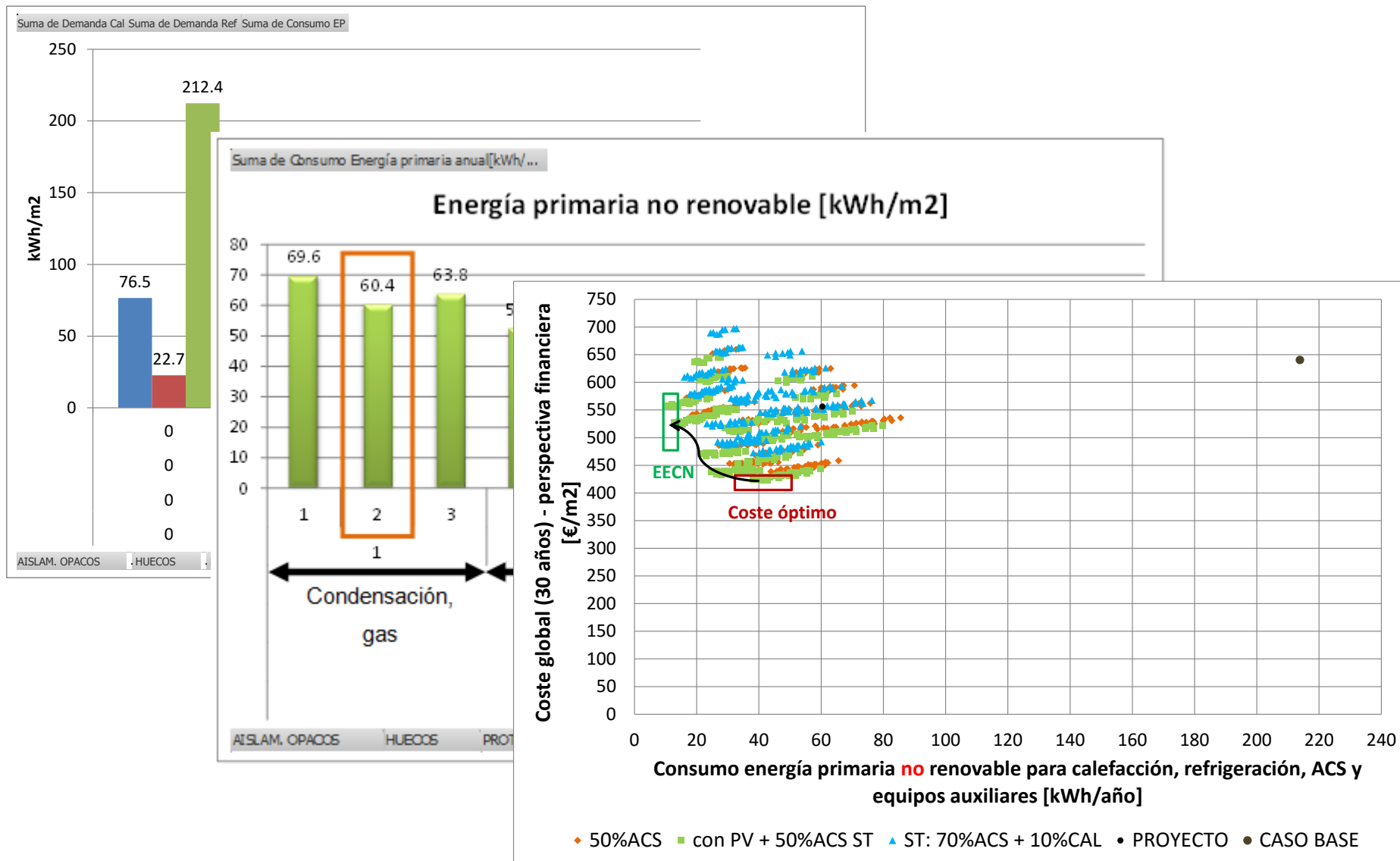
- 4 variantes de instalaciones de generación:
 - Calderas de gas de condensación y aerotermia aire-aire
 - Instalación de aerotermia aire-agua 100%
 - Instalación de bomba de calor geotérmica (agua-agua) para cubrir la demanda base (aproximadamente el 80% de la misma) y aerotermia aire-agua para cubrir los picos (aproximadamente el 20% de la demanda)
 - Caldera de biomasa y aerotermia aire-aire

- 3 configuraciones de apoyo con energías renovables:
 - 50% solar térmica para ACS (mínimo normativo HE4)
 - 70% solar térmica para ACS y aproximadamente el 10% para calefacción
 - 50% solar térmica para ACS (mínimo normativo HE4) y 6kWp de instalación fotovoltaica

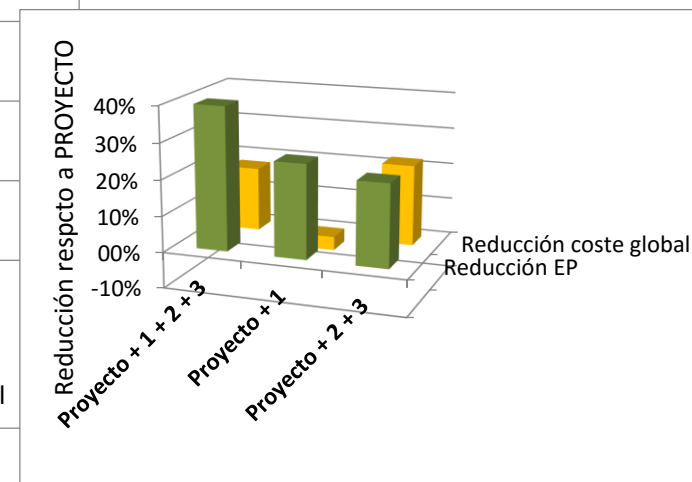
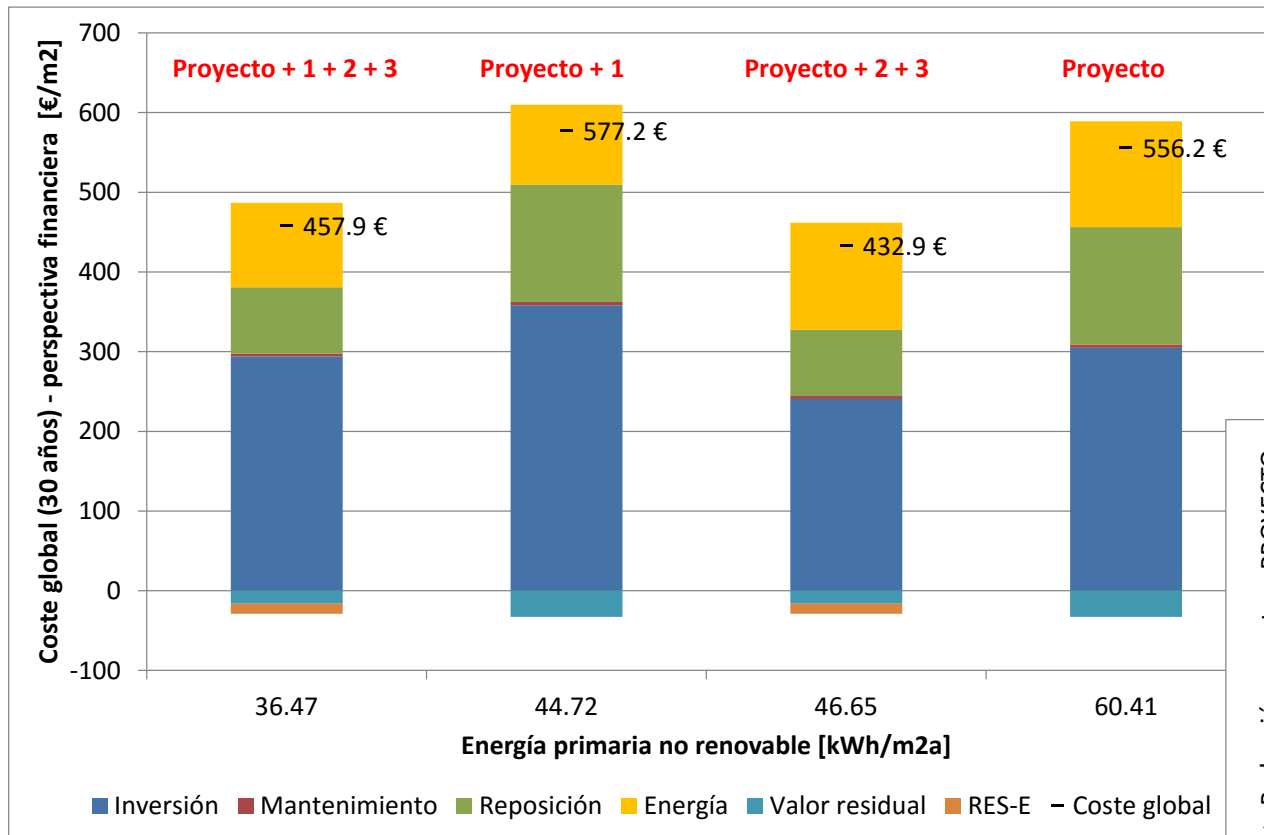
Caso base + 60 combinaciones de demanda x 4
generación x 3 EERR =
721 variantes en total



COSTE ÓPTIMO Y EECN



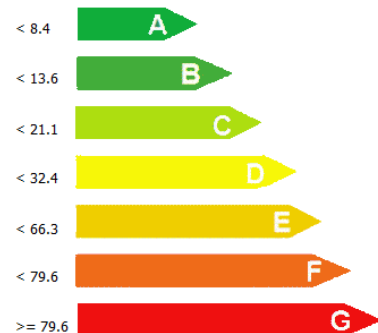
VARIANTES A CONSIDERAR



1. Aislamiento térmico por el exterior.
2. Sustitución de las instalaciones de climatización de proyecto (calderas de gas y bombas de calor aire-aire) por una única instalación centralizada con bombas de calor aire-agua de alta eficiencia.
3. Reducción de la instalación solar térmica proyectada, reduciéndola hasta el mínimo normativo (cobertura del 50% de ACS) y adición de una instalación solar fotovoltaica de 6kWp para apoyo al sistema de climatización de consumo eléctrico.



CALIFICACIÓN ENERGÉTICA



	AISLAM. OPACOS	HUECOS	PROTEC. SOLAR	VENTIL ACIÓN	INSTALACI ONES	EERR	METODOLOGÍA CÁLCULO COSTE ÓPTIMO			Diferencia inversión inicial respecto a proyecto [€]	CALIFICACIÓN ENERGÉTICA CON CE3X V2.1	
							ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m2 año]	COSTE GLOBAL [€/m2 30años]	Coste de inversión (incluye IVA) [€]		Índice Global de emisiones [kgCO2/m2 año]	CALIFICACIÓN GLOBAL
PROYECTO ACTUAL DE EJECUCIÓN	1	2	1	1	1	2	60.41	556.21	773,785.64 €	-	12.6	B
OPCIONES PARA CALIFICACIÓN A SIN TOCAR INSTALACIONES	5	2	1	1	1	2	44.72	577.2	909,596.75 €	135,811.11 €	8.3	A
	1	2	1	2	1	2	58.01	625.81	858,512.07 €	84,726.43 €	<8.4	A
RENTABILIDAD ÓPTIMA	3	2	1	1	2	3	41.23	428.63	638,685.45 €	-135,100.19 €	6.9	A
	2	2	1	1	2	3	43.18	429.1	626,041.23 €	-147,744.41 €	7	A
EECN	5	2	1	1	4	3	14.85	562.46	922,317.14 €	148,531.50 €	<1.2	A
	1	2	1	1	4	3	18.06	533.88	786,506.03 €	12,720.39 €	1.2	A
	1	2	1	1	4	1	23.86	548.39	773,303.23 €	-482.41 €	2.0	A



CONCLUSIONES

- CONCRETAS:

- Se encuentran soluciones con un menor coste global y menor consumo energético respecto al proyecto inicial.
- Se encuentran soluciones coste óptimo que alcanzan la calificación energética A.
- Existen soluciones de coste óptimo con apoyo de energías renovables.
- Se cuantifica el ahorro anual de la intervención respecto a la situación actual entorno al 70%.

- GENERALES:

- Aunque la metodología de coste óptimo de la Comisión Europea (Reglamento Delegado nº244/2012) está enfocada al estudio general a través de edificios de referencia, se demuestra que es viable y de utilidad su aplicación a casos concretos.
- Su aplicación permite obtener una herramienta de toma de decisión objetiva para la selección del paquete de medidas de eficiencia, mediante la comparativa de resultados cuantificables.
- Permite encontrar el óptimo económico-energético de la rehabilitación.
- Orienta o guía en la consecución del objetivo de EECN con el menor coste global asociado.
- El reto actual en el marco de los EECN no está en casos concretos, sino se centra en conseguir que todos los edificios cumplan esta definición (tanto nuevos como rehabilitaciones del parque existente). Para ello, únicamente una metodología que permita un enfoque global, como es el caso, guiará en la consecución de este objetivo.





III Congreso EECN

Edificios Energía Casi Nula

Madrid, 21-22 Junio 2016

MUCHAS GRACIAS

Florencio Manteca

fmanteca@cener.com

María Fernández Boneta

mfboneta@cener.com

CENER - Departamento de Energética Edificatoria

www.cener.com

Luis Marquez Barrero

luismarquez@garriguesasociados.com

R. Garrigues Asociados SL

www.garriguesasociados.com



CENER

ADItch



Garrigues /
asociados

