

EDUCANDO EN LA SOSTENIBILIDAD learning on sustainability

Leopoldo Gonzalez Jimenez
Juan Antonio Martos Fidalgo
Juan Francisco Parrilla Sanchez
Fernando Pérez del Pulgar Mancebo

Resumen:

Acercar la arquitectura sostenible a las más jóvenes generaciones de nuestra sociedad es el complemento perfecto al proceso de sensibilización medioambiental en que estamos inmersos, desde esta premisa nace este centro de educación infantil y primaria en Almendralejo, provincia de Badajoz, Extremadura.

Las líneas de trabajo del proyecto actúan sobre el contexto paisajístico rural, funcional docente, social y medioambiental, desarrollando esta última línea a través de la siguiente metodología:

Un profundo estudio climático, a través de los datos arrojados por diversas estaciones meteorológicas ubicadas en la zona, las cuales nos aportan los datos suficientes para operar.

La disposición de estrategias pasivas, encaminadas a la captación de energía, protección de vientos fríos, etc. en invierno, y a la protección solar, el aprovechamiento de vientos frescos, etc. en verano, disponiendo protecciones solares horizontales, fachadas vegetales de hoja caduca, cubiertas aljibe vegetales, y otras estrategias.

La instalación de sistemas activos, buscando la máxima eficiencia, el aprovechamiento de los recursos naturales y la reducción del consumo energético, como colectores geotérmicos enterrados, etc.

El edificio responde perfectamente a las solicitudes funcionales, urbanísticas, constructivas y estructurales solicitadas por la administración, aspirando a convertirse en un referente de las infraestructuras docentes en Extremadura, convirtiéndose en un centro con un ahorro energético notable, una reducción de emisiones de CO2 máxima y certificación energética A, sin renunciar a una correcta integración paisajística, una apuesta por la arquitectura de vanguardia y activo socialmente.

Bringing sustainable architecture to the younger generations of our society is the perfect complement to the process of environmental awareness that we are immersed, from this premise was born the nursery and primary school of Almendralejo, Badajoz province, Extremadura.

The lines of work of the project operate on the rural landscape, functional, educational, social and environmental context developing this last line through the following methodology:

A deep climate study over the data collected from several meteorological stations located in the area, show us enough data to operate.

The provision of passive strategies, aimed at capturing energy, protection from cold winds, etc... in winter, and sun protection, the use of fresh winds, etc. in summer, providing horizontal sunscreens, deciduous plant facades, green roof cistern, closing the facades to north, and opening the south facades, increasing thermal insulation, etc..

The installation of active systems, looking for maximum efficiency, the use of natural resources and reducing energy consumption, such as buried geothermal collectors, optimization of air exchange systems, a biomass boiler system, rainwater collection for irrigation, automatic management of artificial lighting, etc.

The building will not only respond perfectly to the functional, urban, construction and structural needs requested by the administration authority, but aims to become a benchmark within the educational infrastructures of Extremadura, becoming a school with considerable energy savings, a reduction to the minimum of the CO2 emissions, and maximum energy certification without giving up to a proper integration into the landscape, a commitment to modern architecture and being socially active.

Palabras clave:

Sostenibilidad; certificación energética A; cero emisiones CO2; Arquitectura docente; optimización de recursos

Área temática:

Eficiencia energética en edificación y rehabilitación

Comunicación:

Figura 1. Fachada sur y vestíbulo principal del edificio.



INTRODUCCION

El futuro está en las aulas. Y ese futuro no solo pasa por la tecnificación de las mismas, sino por hacer ver a las futuras generaciones la importancia de la optimización de los recursos propios que, a nivel local, dispone cada pueblo, cuestión importantísima para conseguir una sociedad sostenible, y el respeto al medioambiente como soporte del hecho urbano. Estas van a ser las claves a través de las cuales se va desarrollando el proyecto que a continuación se describe.

Mostramos la experiencia práctica de un edificio cuya calificación energética oficial es A, pero que trabaja con la premisa de acercarse al consumo cero, y sobre todo a cero emisiones de CO2. Se trata de un centro de educación infantil y primaria, fruto del primer premio en un concurso nacional de ideas desarrollado en 2010, redactado el proyecto en 2011 y actualmente en proceso de licitación.

Figura 2. Situación dentro del T.M. de Almendralejo. Badajoz.



CONTEXTO

Las principales decisiones del proyecto derivan del contexto del mismo, el pueblo de Almendralejo, ubicado en la amplia y extensa campiña extremeña, y abordan claves que van más allá del ahorro energético, sociales, nos encontramos con una estructura dedicada al sector primario, en su inmensa mayoría, por tanto íntimamente relacionada con el medio natural; claves económicas, los ajustados presupuestos de comunidades como esta, donde el metro cuadrado de obra terminada no debe superar los 570 euros, de presupuesto de

ejecución material, y por supuesto climáticas, con unas condiciones muy concretas de clima interior seco muy caluroso en verano y frío en invierno.

Igualmente las propias condiciones del emplazamiento dentro del núcleo urbano, el solar se encuentra junto a una de las principales salidas del pueblo hacia el sur y el consiguiente foco de contaminación acústica originado por esta infraestructura, además consolida el límite del suelo urbano con el medio rural en su lindero sur, lo que hace incorporar connotaciones paisajísticas al proyecto. Todas estas consideraciones son fundamentales para abordar este proyecto no solo como un edificio ejemplar a niveles de certificación energética, sino como un proyecto de arquitectura sensible, íntimamente relacionado no solo con el entorno físico, sino con la sociedad con la que va a operar.

Figura 3. Planta alta y planta baja del proyecto.



CONSIDERACIONES

Las consideraciones de contexto antes descritas van a determinar muchas de las decisiones de proyecto, sin embargo, lo fundamental es resolver las necesidades funcionales derivadas de una amplia, determinante y minuciosa normativa de diseño redactada por la consejería de educación de la Junta de Extremadura, con un programa base compuesto por ciclo de educación infantil (6 aulas), primer y segundo ciclo de primaria (12 aulas), y todos los servicios generales necesarios para el correcto funcionamiento del centro, gimnasio cubierto, biblioteca, comedor, pistas polideportivas, en resumen unos 3.200 metros cuadrados de edificación sobre una parcela de unos 8.000 metros cuadrados.

FUNCIONALES

La estructura del centro parte de un amplio porche cubierto desde el acceso principal de la parcela hasta el ingreso al edificio, desde este punto el edificio despliega diferentes líneas, respondiendo literalmente al programa propuesto, paralelo y junto al lindero norte, y en planta baja, se encuentra el ciclo de educación infantil, directamente relacionado con su patio de juegos, paralela a esta línea pero más al sur se encuentra el primer ciclo de educación primaria, y sobre la línea de infantil el segundo ciclo de primaria, al otro lado del vestíbulo y desarrollado en ambas plantas se encuentran el resto de espacios cuyo uso es más colectivo.

ACÚSTICAS

El proyecto plantea una doble línea de trabajo, por un lado la disposición de la edificación intenta protegerse de los focos acústicos exteriores, deprimiendo la planta baja para proteger las aulas de infantil. Por otro lado a la hora de configurar los espacios docentes se ha tenido especial atención a los focos de ruidos propios del centro (zonas de juego, pistas

polideportivas) y el aislamiento acústico. Volcando a los patios vegetales los espacios docentes, e interponiendo entre los focos de ruido y las aulas las galerías de acceso en todo el edificio.

PAISAJÍSTICAS

La condición límite del solar como pieza de borde con el paisaje agrario deriva en dos respuestas, la integración paisajística del propio edificio, a través de su envolvente con el uso de vegetación tanto en cubierta como en fachada. Y la apropiación de este paisaje característico abriendo los espacios de circulación al mismo intentando hacer latente la presencia del mismo a lo largo de todos los espacios colectivos.

SOCIALES

El proyecto pretende dignificar y acercar el trabajo en el medio agrario, como uno de los principales medios de producción de la sociedad extremeña, generando espacios donde instalar huertos cuyo mantenimiento correrá a cargo de los alumnos, y así acercando no solo la realidad paisajística sino social al alumnado del centro.

Pero la concienciación vía educación que plantea el proyecto va más allá, ya que se pretende disponer un sistema de visualización en tiempo real del funcionamiento de los diferentes sistemas, así como el comportamiento ambiental del edificio, haciendo partícipes a los alumnos de las diferentes medidas tomadas, y del funcionamiento de los sistemas activos, ya que la monitorización estará conectada con la red informática haciendo visible dicha información en cualquier aula.

MEDIOAMBIENTALES

Esta consideración sigue un proceso comenzando por un análisis climático, la elección de estrategias pasivas y la implementación de sistemas activos, como se expone a continuación:

ANÁLISIS CLIMÁTICO

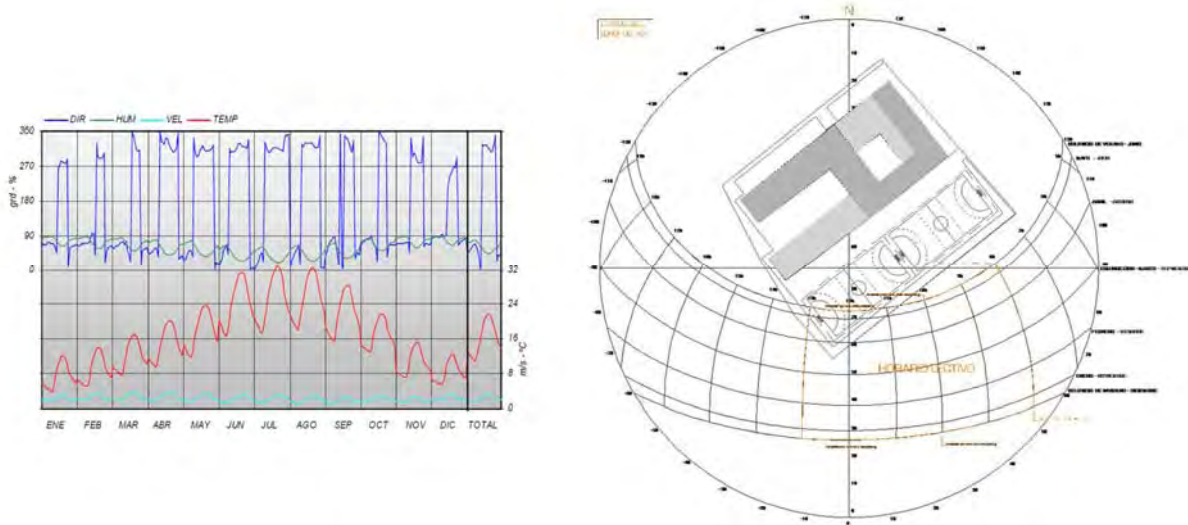
La situación geográfica, en la parte suroccidental peninsular, da un marcado componente continental condicionado por la cercanía del dominio oceánico que ejerce un efecto atenuante sobre las condicionantes climáticas de la zona al no existir barreras orográficas de entidad que interfieran los vientos dominantes del Oeste.

La información procedente de diferentes estaciones meteorológicas se ha uniformado para obtener gráficas de trabajo, como son las diferentes rosas de los vientos en relación a las estaciones del año, y los promedios mensuales de ciclos diarios de temperaturas.

TEMPERATURAS

El análisis de los datos extraídos de éstas fuentes nos arroja un ciclo diario de temperaturas muy pronunciado llegando a variaciones entre el día y la noche del orden de los 8º C en los meses fríos y variaciones de hasta 16ºC en los meses más calurosos, junio, julio y agosto.

Figura 4. Promedios mensuales de ciclos diarios y carta estereográfica de Almendralejo



SOLEAMIENTO

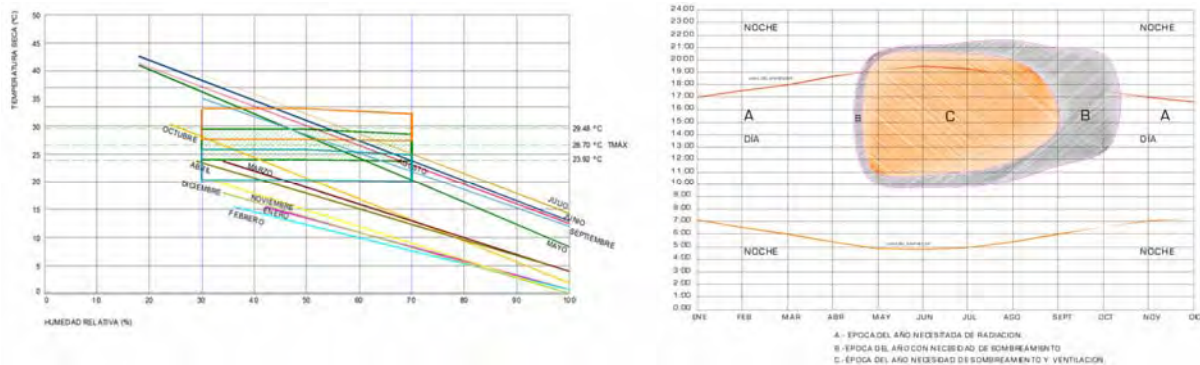
El estudio detallado de las posiciones Solares a través de la carta estereográfica de Almendralejo (latitud 38.67 – longitud 6.4 – altura media 354m – franja horaria – UTC+1) nos ha proporcionado información detallada de las condiciones de soleamiento en las distintas estaciones del año y en las diferentes franjas horarias, tanto sobre el solar y como en el entorno más inmediato.

El análisis de las posiciones solares ha sido determinante a la hora de abordar tanto la implantación del edificio, como de las áreas de juego y de las pistas polideportivas. Así como en la disposición de las diferentes estancias que lo componen, no solo en relación al dimensionado de elementos de protección frente a las radiaciones solares, sino también en el desarrollo de estrategias de aprovechamiento de las mismas en las épocas en que el edificio necesita aporte energético, condicionantes que han sido los principales argumentos de la distribución de la propuesta.

DEFINICIÓN DEL CONFORT HIGROTÉRMICO

Tras el análisis de los datos meteorológicos, y con datos de temperaturas medias y humedades medias, obtenidas de las estaciones meteorológicas descritas, se ha elaborado el Diagrama de Isopletas, obtenidos a partir del Climograma de bienestar higrotérmico de Olgay (para arropamientos de 1.5, 1 y 0.5 clo), con el objeto de obtener información sobre las necesidades de sombreado, ventilación o radiación solar para la obtención de confort higrotérmico de los espacios interiores en función de las diferentes estaciones del año.

Figura 5. Climograma de Olgyay y diagrama de isopletas



La interpretación del Climograma nos indica que en los meses iniciales del año (enero-febrero-marzo-abril) el bienestar se produce en condiciones de soleamiento por lo que desarrollamos estrategias para captar radiación solar en el interior del edificio y acumularla en pavimentos y paramentos de gran inercia térmica, ubicando éstos elementos concretamente en los pasillos de circulación principales de aulas y en los cerramientos entre estos espacios y las aulas, de forma que la energía acumulada en ellos pueda ser transmitida al interior de aquellas.

De mediados de abril hasta mediados de octubre el bienestar se producirá en condiciones de sombreado y ventilación, es por ello que se han dimensionado los vuelos de los pasillos de circulación orientados a sur-sureste para el sombreado a partir del azimut que alcanza la posición del Sol en estos meses, estrategia que se ha reforzado con la disposición de una piel de elementos vegetales para reducir la incidencia en horas tempranas del día.

RÉGIMEN DE VIENTOS

Aerológicamente no existen grandes constricciones orográficas en el entorno del municipio de Almendralejo, caracterizándose por una amplia cuenca muy ancha y llana, con una disposición norte-sur y que no impone grandes restricciones a la circulación atmosférica. El análisis de las siguientes gráficas nos revela un régimen de vientos intenso y continuo en el tiempo y que somete al territorio a condiciones higrotérmicas muy definidas.

Para optimizar la incidencia de la radiación solar a lo largo de todo el año sobre el edificio se han cuidado las orientaciones, y se han calculado los elementos de protección solar en las fachadas más afectadas para evitar la radiación directa en las épocas estivales y permitir ésta radiación a través de los paños acristalados en los meses fríos.

Las pronunciadas variaciones térmicas diarias descritas en el análisis climático entre el día y la noche, especialmente el salto térmico de 16°C en los meses calurosos nos ha permitido desarrollar estrategias de ventilación para la reducción del consumo energético del edificio, mediante la abertura en cubierta de 'chimeneas lineales' con elementos de cierre-apertura mecanizados, que permitirán durante los meses cálidos de forma programada la ventilación natural nocturna del edificio aprovechando el salto térmico descrito, esta estrategia permite atemperar el edificio por la noche para retrasar el impacto del aumento de temperatura durante el día, obteniendo condiciones de confort en las horas lectivas de la mañana.

Otro sistema pasivo integrado en los propios elementos constructivos del edificio, así se proyecta una cubierta aljibe vegetal, que almacenará agua para el riego de forma complementaria, pero cuya función principal es proveer al edificio del más eficiente aislamiento natural frente a las condiciones extremas de éste clima

- Coeficiente de transmisividad límite (solución de proyecto): 0.27 w/m²k
- Coeficiente de transmisividad límite (exigencia CTE): 0.53 w/m²k

De igual manera los cerramientos exteriores del edificio, en especial el orientado al Noroeste, con condiciones más desfavorables, se ejecutarán con aislamiento de lana natural de 60 mm, y se realizarán test de estanqueidad por sobrepresión durante la ejecución para la detección de puntos débiles de transmisión en los cerramientos de forma que se reduzcan al mínimo las pérdidas energéticas.

SISTEMAS ACTIVOS

La entrada en vigor del actual Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios afecta radicalmente a las instalaciones que tradicionalmente se han incorporado al tipo de edificio que estamos desarrollando.

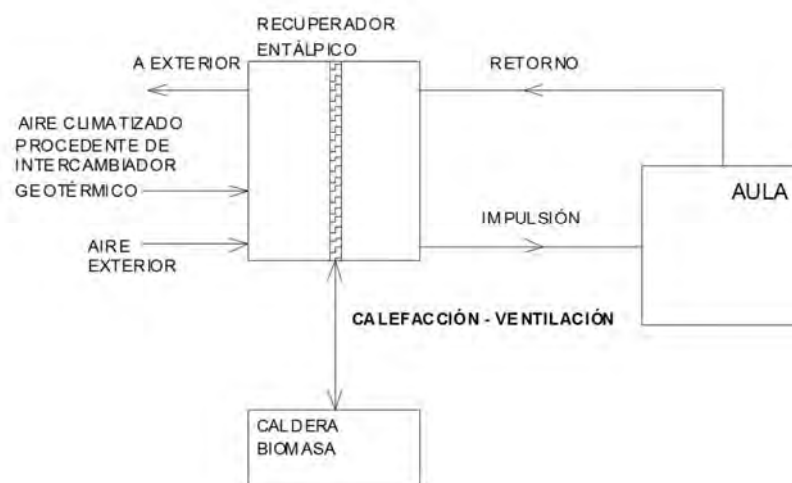
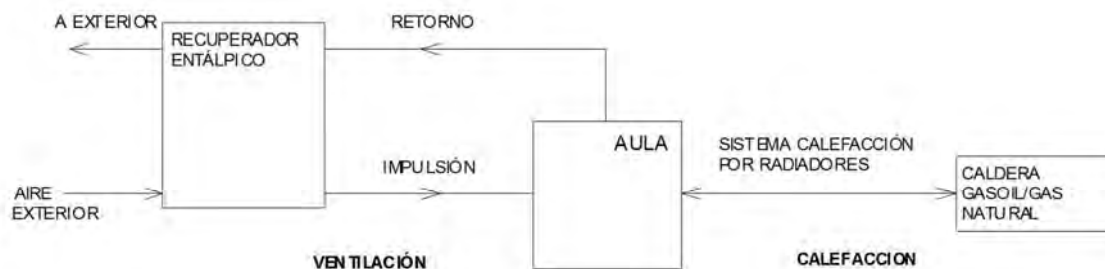
Se deja clara la obligación de la instalación de un sistema de conductos para ventilación y extracción de aire. A su vez ese aire debe ser introducido debidamente filtrado, lo cual sólo se consigue mediante los correspondientes ventiladores de aportación, ya que sólo por depresión no se pueden vencer las pérdidas de carga de los niveles de filtración requeridos. Para mejorar la eficiencia de éste sistema la solución de proyecto incorpora previamente a la toma de aire exterior, un sistema geotérmico superficial, consistente en un intercambiador tierra-aire formado por una red de tubos enterrados, que aporta aire climatizado al sistema de ventilación.

Las oscilaciones térmicas diarias en ésta zona climática así como a lo largo del año son extremas tal como se ha descrito en el análisis climático, alcanzando en los periodos fríos temperaturas bajo cero y superando en los periodos estivales los 40°C. La temperatura media de las máximas alcanza el valor de 28°C y la temperatura media de las mínimas los 13°C.

Con el intercambiador tierra-aire se consigue un salto térmico de -10°C en la época estival, aportando el aire al sistema de ventilación a una temperatura media de 18°C, y un salto térmico de +6°C en los meses fríos, aportando el aire al sistema de ventilación a una temperatura media de 19°C.

Por tanto se obtiene, una reducción del salto térmico que la calefacción tendrá que completar para llegar a temperatura de confort, y por otra, proporciona climatización del aire de impulsión en los meses con temperaturas superiores a la temperatura de confort.

Figura 8. Instalación básica con la entrada en vigor del R.I.T.E. e instalación eficiente del proyecto incorporando aire del exterior climatizado con geotermia y batería de calor alimentada desde caldera de biomasa.



En relación a los consumos de agua se ha previsto un sistema de recogida de aguas grises de forma diferenciada en un depósito para conectar directamente con la red de fluxores de los aseos del Centro, instalación con un coste mínimo real y con efectos muy significativos en la reducción del consumo de agua.

Se provee también al edificio de instalación de colectores térmicos ubicados en cubierta para ACS con una aportación por encima de los parámetros básicos del CTE de forma que en momentos de bajo demanda sea transmitida la energía de los acumuladores a la red complementaria de agua para calefacción.

La obtención de la máxima certificación energética A, ha sido posible incluso sin poder recoger en Calener el colector geotérmico enterrado, pues no lo reconoce.

CONCLUSIONES

El profundo estudio de las condiciones del entorno en todos sus aspectos, han permitido, pues, desarrollar un proyecto que no sólo responde a las solicitudes funcionales, urbanísticas, constructivas y estructurales solicitadas por la administración competente, sino que aspira a convertirse en un referente dentro de las infraestructuras docentes de Extremadura, con valores de: ahorro energético en el entorno del 35 al 40%, reducción de la factura de energía en el mismo entorno del 35% al 40% y una reducción de las emisiones de CO2 por consumo de energía del 60%. Estos valores lo dotan de la máxima certificación energética, sin renunciar a una correcta integración paisajística, una apuesta por la arquitectura de vanguardia y a un marcado carácter activo socialmente.

Figura 9. Cuadro comparativo con solución según cte y solución proyecto.

CUADRO COMPARATIVO DE CONSUMOS Y COSTES DE SISTEMAS TRADICIONALES Y NUEVOS SISTEMAS PROPUESTOS EN PROYECTO										
Sistemas	Solución tradicional	Consumo (Kw.h / año)	Coste Consumo (€ / año)	Solución Proyecto	Consumo (Kw.h / año)	Coste Consumo (€ / año)	AHORRO ENERGÉTICO (Kw.h / año)	AHORRO ECONÓMICO (€ / año)	AHORRO EMISIONES CO2 (Tn / año)	
Radiación	Radiadores de agua	198.790,00	22.344,00	Colector geotérmico + Batería de calor incorporada en el recuperador entálpico	123.790,00	13.914,00	75.000,00	8.430,00	46,66	
Caldera	Propano	198.790,00	22.344,00	Biomasa	198.790,00	20.109,60	0,00	2.234,40	129,01	
Cubierta	Invertida con grava	181.473,70	20.397,64	Aljibe vegetal	82.448,86	10.391,25	99.024,83	10.006,39	57,78	
Envolvente vertical	40 mm poliuretano	101.820,24	11.444,59	60mm lana mineral natural	50.374,22	5.662,06	51.446,02	5.782,53	33,39	
TOTALES		700.873,94	78.778,23	TOTALES	479.403,09	51.650,51	221.470,85	27.127,72	273,36	
		Consumo (Kw.h / año)	Coste Consumo (€ / año)			Consumo (Kw.h / año)	Coste Consumo (€ / año)	AHORRO ENERGÉTICO (Kwh)	AHORRO ECONÓMICO (€ / año)	AHORRO EMISIONES CO2 (Tn / año)
CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA EDIFICIO		D		CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA EDIFICIO		A				
Costes de las instalaciones descritas		202059	€	Costes de la instalación		581089	€			
Subvenciones ligadas a la instalación		0	€	Subvenciones ligadas a la instalación		233500	€			
				Sobrecoste instalación		125640	€			
NOTA 1	1MW = 0,849 Tn CO2 (IDEA 2009)									
NOTA 2	1 Kw.h = 0,1124 € (PVP 2010)									
NOTA 3	Subvención: Agencia de la energía de Extremadura 50% Biomasa y colector geotérmico.									

Nota: El centro tiene una superficie construida total de 3518.16 m2, y un presupuesto de ejecución material de 2.650.092,58 euros

¹Informe diagnóstico y vigilancia del impacto por vía atmosférica de un complejo refinero en Extremadura. Universidad Extremadura. CEAM. Universidad de Huelva. CSIC. 2007.

Correspondencia:**Autor/es:**

Leopoldo Gonzalez Jimenez, arquitecto.
Juan Antonio Martos Fidalgo, arquitecto.
Juan Francisco Parrilla Sanchez, arquitecto.
Fernando Pérez del Pulgar Mancebo, arquitecto.

Número de teléfono: 669408262/952601543

Correo electrónico: fperez@ebooconsulting.com

Cesión de derechos

Por la presente, y como autor del trabajo mencionado arriba, cedo al Palacio de Ferias y Congresos de Málaga una licencia no-exclusiva irrevocable para imprimir, reproducir, distribuir, transmitir o comunicar de cualquier manera dicho trabajo, incluyendo el derecho de hacer modificaciones de formato. Además, afirmo que esta cesión no lesiona los derechos de terceros.