

LA ENERGIA GEOTERMICA ES UNA CONTRIBUCIÓN DECISIVA PARA LA SOSTENIBILIDAD EN LOS EDIFICIOS DE VIVIENDAS

LA ENERGIA GEOTERMICA ES LA MAS EFICIENTE Y AMIGABLE CON EL MEDIO AMBIENTE COMO FUENTE DE CALOR PARA CALEFACCION Y AGUA CALIENTE SANITARIA

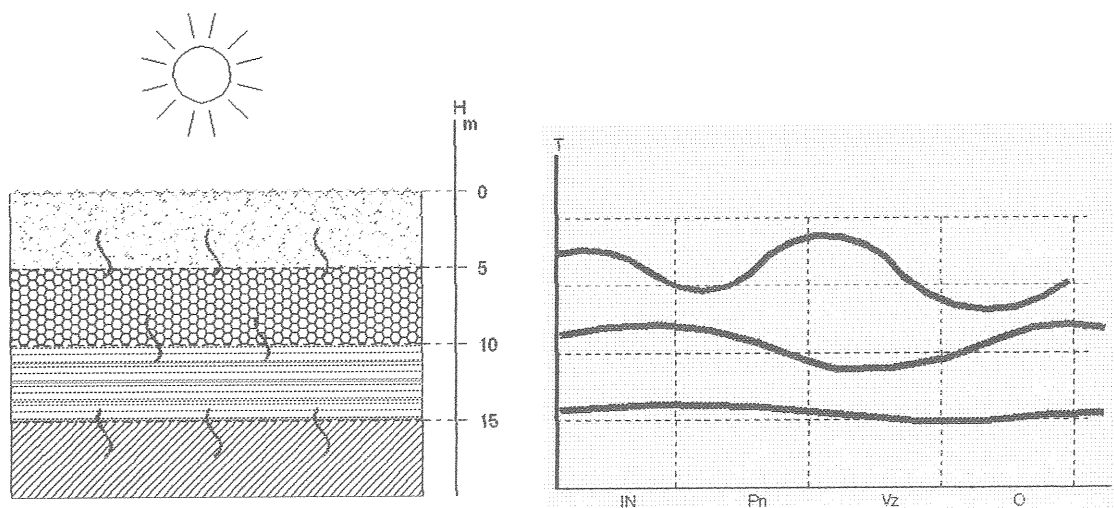
EL RESULTADO DE LA UTILIZACIÓN DE LA ENERGÍA SOLAR GEOTÉRMICA JUNTAMENTE CON LA FOTOVOLTAICA EN LOS EDIFICIOS, PUEDE SER UN EDIFICIO PRODUCTOR DE ENERGÍA.

La geotermia es la ciencia que estudia el calor almacenado en el subsuelo de la tierra a cualquier temperatura. La temperatura de la tierra varía con la profundidad a la que queremos explotar el calor.

La geotermia que nos referimos para la utilización en edificios de viviendas es la de “baja entalpía” o geotermia “solar”.

El calor de la geotermia “solar” o de baja temperatura proviene principalmente del Sol y una pequeña parte del centro de la tierra como desintegración de elementos radioactivos. Los rayos del Sol, calientan la corteza terrestre, especialmente en verano, y como la tierra tiene una gran inercia térmica, es capaz de almacenar este calor y mantenerlo incluso estacionalmente.

Conforme aumente la distancia de la superficie de la tierra al punto de prueba aumenta la temperatura de la tierra y también más estable estacionalmente.



A partir de los 15 a 20 m, la temperatura se hace prácticamente constante estacionalmente. El subsuelo de la tierra incluso a pequeñas profundidades es una fuente de energía térmica renovable y prácticamente inagotable. Es una energía térmica inagotable a baja temperatura (12° a 17°) que mediante una captación adecuada y una bomba de captación energética (bomba de calor) elevaremos esta energía térmica de baja temperatura a un nivel térmico de 50° aproximadamente, para uso domestico.

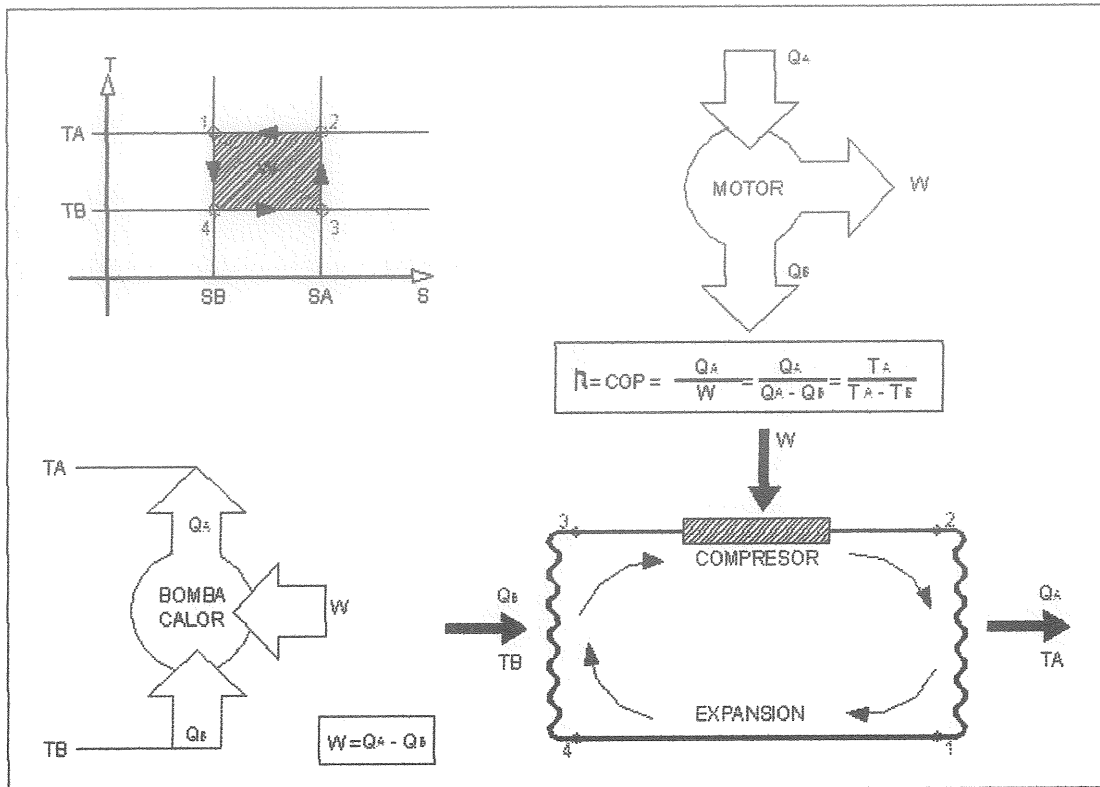
También el subsuelo puede actuar de forma inversa, es decir en lugar de captador, como disipador de energía térmica. En verano, cuando las temperaturas exteriores son elevadas, nos puede interesar disipar el exceso de calor de dentro del edificio, hacia el subsuelo. Como las bombas de calor pueden ser reversibles, podemos invertir el ciclo y podemos disipar el calor del edificio al subsuelo, procedimiento inverso al de calefacción. Estas transferencia de calor de niveles baja temperatura a otros de más alta temperatura, y a la inversa, es posible por medio de la bomba de calor.

El funcionamiento de una bomba de calor es inverso al funcionamiento de un motor de combustión interna. Su teoría fue desarrollada por Carnot.

Sadi Carnot demostró que cualquier máquina térmica que tiene como objetivo obtener trabajo mecánico mediante un ciclo termodinámico, tiene que absorber calor de una fuente térmica de alta temperatura y rechazar calor a un sumidero térmico de baja temperatura. Este ciclo llamado también ciclo de Carnot es el formado por cuatro procesos reversibles (dos isentrópicos y dos isotérmicos), es el ciclo ideal de las máquinas térmicas.

Si invertimos el ciclo y aportamos trabajo mecánico y recorremos el ciclo en sentido inverso, extraemos calor de la fuente de baja temperatura y lo aportamos al de alta temperatura. El calor de la fuente alta de temperatura es:

$$Q_A = Q_B + W$$



Una bomba de calor a través de los cambios de fase de un líquido de bajo punto de ebullición, absorbe y cede calor (calor latente) al medio que lo rodea. Por medio del compresor aportamos trabajo y llevamos el calor (absorbido) de la fuente de baja temperatura a la de alta temperatura El rendimiento o coeficiente de prestación en el ciclo de Carnot es :

$$\eta = \frac{Q_A}{Q_A - Q_B} = \frac{T_A}{T_A - T_B} \text{ o lo que es lo mismo } \eta = \frac{1}{1 - \left(\frac{T_B}{T_A}\right)}$$

este es el rendimiento teórico, el rendimiento práctico o Coeficiente de Prestación COP

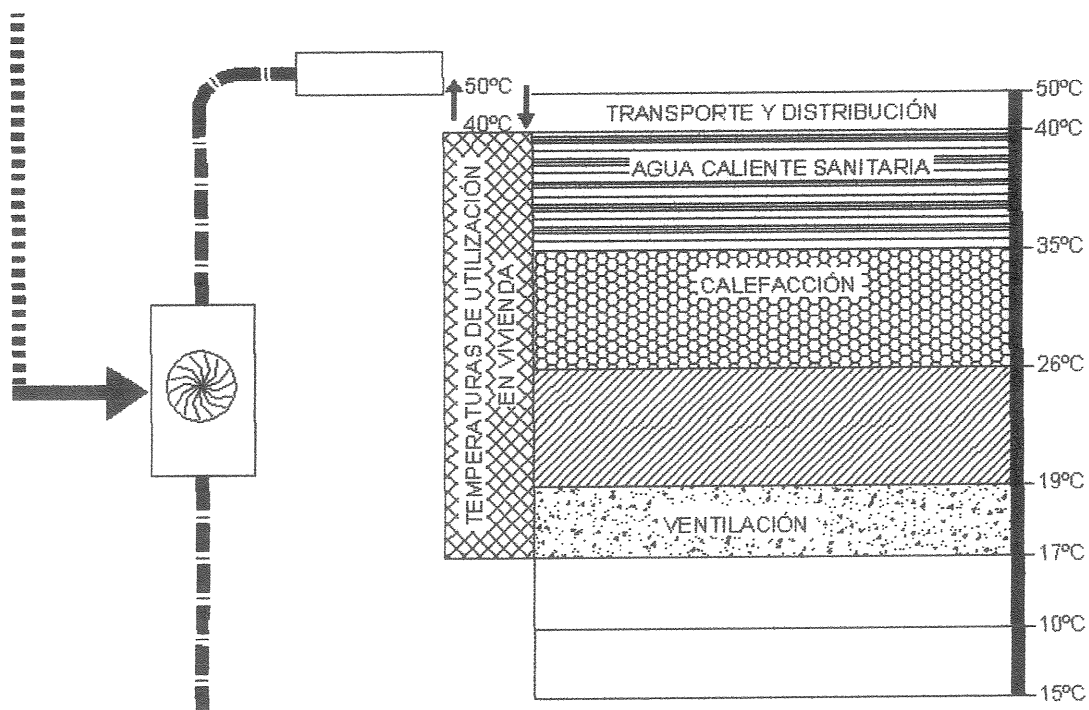
$$\eta_{\text{PRACTICO}} = \text{COP} = \alpha \frac{T_A}{T_A - T_B} \quad \alpha = 0,3 \text{ a } 0,6 \text{ (según potencias de las máquinas)}$$

El COP aumenta conforme disminuyan la diferencia de temperaturas del foco caliente al frío.

El COP = $\frac{Q_A}{W}$ (coefficient of performance) o rendimiento energético nos permite saber como de eficiente es una bomba de calor geotérmica. El COP de una bomba de calor suele oscilar entre 4 y 6 unidades en forma de calor. Rendimientos del 400% a 600% y esta eficiencia no varía en función de las condiciones climatológicas. Por cada kwh de energía gastada en la bomba de calor obtenemos 4 a 6 kw h de energía calorífica.

Sin embargo en las calderas convencionales de combustión los rendimientos son del 90% y en el mejor de los casos calderas de condensación 105% , para 1 kw de energía térmica utilizamos 1,11 kw o en el mejor de los casos 0,95 kw y además producimos emisiones de gas de CO₂ , NO₂ , CO ... Como vemos ni la eficiencia energética, ni el comportamiento medioambiental son comparables, las calderas de combustión con las bombas de calor, pero es que además el propio concepto termodinámico de obtención y distribución de calor de ambas fuentes cambia substancialmente.

En las "bombas de calor" el calor existente en la tierra es elevado a otro nivel térmico 50° C el justo necesario para su distribución y posterior utilización a temperaturas del entorno de 37° C. Salto térmico bajo, minimización de pérdidas.



En las calderas de combustión, se produce un proceso exotérmico con desprendimiento de calor a altas temperaturas (650 °). Se generan gases de combustión CO₂, CO, NO₂... y se consumen recursos naturales. La distribución y utilización del calor a temperaturas superiores de 80° C .aproximadamente. Salto térmico mayor, mayores pérdidas.

La rentabilidad económica de las instalaciones de calefacción y A.C.S vendrá determinada, por el coste de la unidad calorífica producida por la fuente térmica.

El coste de la unidad calorífica (térmica o kwh) es función del rendimiento de la fuente de calor.

Una vez aplicadas las medidas adecuadas para reducir al mínimo las demandas energéticas de calor y frío en el edificio (aislamientos , ventilaciones, acristalamientos de ventanales,...etc) y partiendo de la base que nos encontramos con edificios que tienen la misma demanda energética, el coste de la unidad energética dependerá del rendimiento de la fuente de calor.

$$C_{kWh} = \frac{C_{GAS.NATURAL}}{\eta} \qquad C_{kWh} = \frac{C_{KW.ELECTRICO}}{COP}$$

η = rendimiento calderas (0,95 normal, 1,05 condensación)

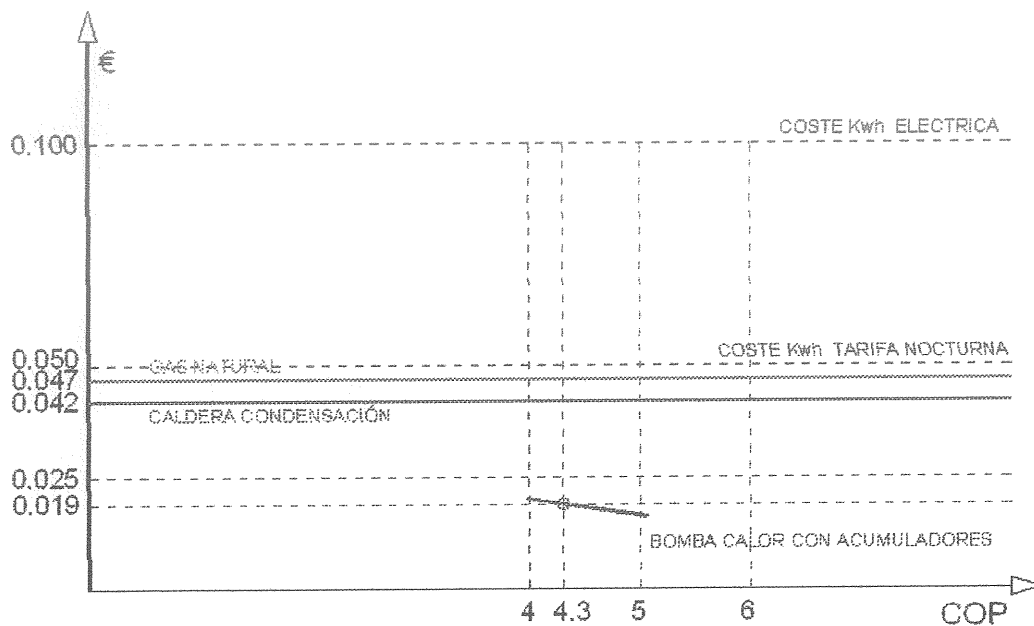
COP = rendimiento de (4 a 6)

$C_{GAS NATRAL}$ = coste kwh de gas natural = 0,045 €/ kwh

$C_{KWh electrico}$ = coste de kwh eléctrico = 0,10 €/ kwh

Tarifa nocturna = 0,05 €/ kwh

El coste del kwh de una caldera de condensación será 0,045/ 1,05 = 0,042 €/ kwh y el de una caldera normal 0,045 / 0,95 = 0,047 €/ kwh . En las bombas de calor el coste del kwh dependerá en parte del tiempo que estén funcionando las bombas de calor en el horario de la tarifa nocturna. Si se dispone de calderas de acumulación, podría considerarse que 1/3 podríamos obtenerlo con la tarifa nocturna



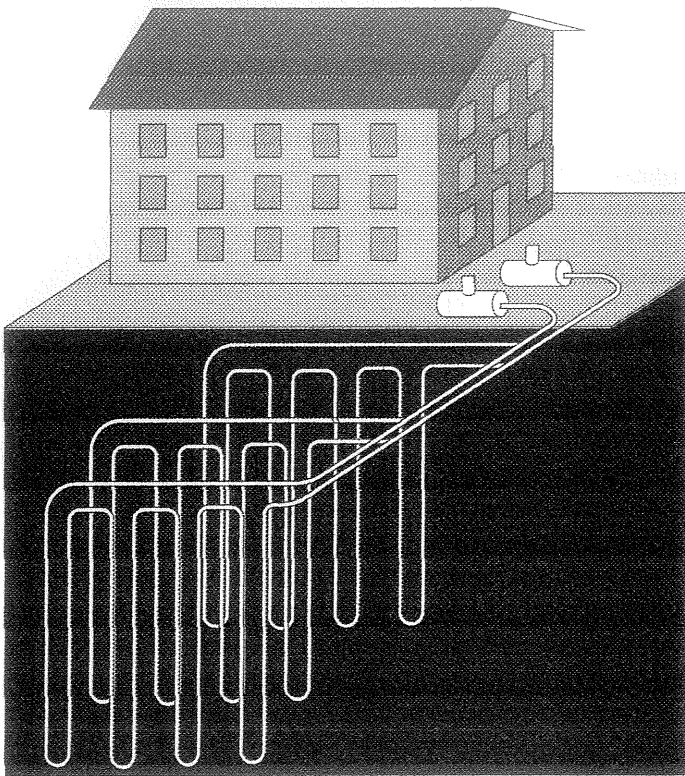
El coste del kwh de una bomba de calor con un COP de 4,3 y acumuladores es de 0,019 €/ kwh y el de una caldera normal de gas natural 0,047 €/ kwh 2,47 veces al de la bomba de calor.

Este extraordinario rendimiento de las bombas de calor es debido a la utilización del calor de la tierra que es considerada como una energía renovable, pero para ello se debe de disponer de captadores de energía.

Existen varios tipos de captadores de energía, los más adecuados para edificios de viviendas son los verticales.

Para poder aprovechar el calor que se encuentra a una temperatura estable en el subsuelo, es necesario realizar una serie de perforaciones en el terreno. Las dimensiones y numero de perforaciones varían en función de las necesidades energéticas del edificio, de la disponibilidad del terreno y condiciones geológicas.

En el interior de cada perforación se sitúan unas canalizaciones en las que se produce el intercambio de calor. Estas canalizaciones son normalmente de polietileno, por el que circula un fluido, que generalmente es agua o bien una solución de agua con una sustancia anticongelante para impedir que el fluido se solidifique si se dan bajas temperaturas en la superficie del suelo.



El líquido accionado por una pequeña bomba circula en el circuito cerrado absorbiendo o disipando calor, según el funcionamiento de la bomba de calor en verano o invierno. El dimensionado del circuito está en función de las cargas térmicas y de la conductibilidad térmica del terreno.

La utilización de sistemas de bomba de calor geotérmica están muy extendida en países como EE.UU, Suiza, Suecia, Finlandia, Alemania, Austria, Países Bajos, Francia. En EE.UU. hay más de un millón de instalaciones y en Finlandia e Islandia el 90% de las edificios de viviendas disponen para la calefacción y A.C.S de estos sistemas. En Suiza hay edificios donde el sistema de captación de energía está integrado en la cimentación de edificio.

Empleo de otras energías renovables

Podemos optimizar el rendimiento energético de las bombas de calor, utilizando además de la energía geotérmica otras energías renovables como la solar fotovoltaica. El balance de la energía no gratuita vendrá determinado por $E = Q/\eta - E_R$ siendo $E_R =$ energía renovable (fotovoltaica)

La energía producida renovable puede ser mayor que la consumida por la fuente de calor y entonces el edificio generará energía $E_R \geq Q/\eta$

La aplicación de la energía renovable E_R solar fotovoltaica es más adecuada para los fines que pretendemos que $E_R \geq Q/\eta$, ya que con la solar térmica directa nunca llegaremos a que el edificio sea generador de energía, por que es una ayuda o un aporte a la energía térmica consumida por el edificio.

Si la superficie disponible en la cubierta del edificio tiene la dimensión suficiente, para que el número de paneles fotovoltaicos, produzca más energía eléctrica que la consumida por la bomba geotérmica, el Edificio generará energía. El edificio además de ser autosuficiente energéticamente y no realizar ninguna emisión a la atmósfera, genera energía para paliar las deficiencias de otras edificaciones.

La solución a los problemas de emisión de gases invernadero pasa, por que en el futuro los edificios sean generadores de energía

La aplicación de las medidas contempladas en el Código Técnico y el Plan de Eficiencia Energética pueden ser importantes pero creemos que no serán suficientes para alcanzar los objetivos marcados en Protocolo de de Kioto

El objetivo del Protocolo de Kioto es conseguir una reducción del 5% de los gases efecto invernadero sobre los niveles de 1990 para los periodos 2008-2012. Para ello tiene objetivos legalmente obligatorios, para que los países industrializados reduzcan las emisiones de los seis gases efecto invernadero CO_2 , CH_4 , NO_2 , HFC, PFC, SF_6 .

La emisión de gases efecto invernadero han aumentado en el Estado Español el 52,9 % respecto a los niveles de 1990. EL Estado Español se comprometió en Kioto a aumentar solo el 15% hasta el periodo de 2008-2012, por consiguiente el aumento ha sido el 47,9 % se ha triplicado el aumento de la cuota asignada.

En Europa el sector de la edificación utiliza el 40 % de la energía consumida. La reducción del consumo energético en la edificación es uno de los pilares básicos para el cumplimiento del Protocolo de Kioto.

La aplicación del Código Técnico y la Eficiencia Energética, hará que se reduzca la demanda de energía térmica , pero no será suficiente para compensar el fuerte aumento del consumo de energía eléctrica en la vivienda y los incrementos debidos a las nuevas edificaciones. Para alcanzar los niveles de 1990 y además conseguir una reducción, es necesario una fuerte reducción de la demanda energética y además las nuevas edificaciones prácticamente no tendrían que tener consumo energético o ser generadores de energía.

Por consiguiente la solución a la sostenibilidad deberá basarse en edificios generadores de energía o de balances energéticos muy bajos. Esto lo podemos conseguir con la utilización de estas energías renovables, geotérmica combinada con la solar fotovoltaica.

Las Ventajas de utilización de estos sistemas son rotundos

- **SEGURIDAD.** Los edificios solo tienen dependencia de la energía eléctrica. Energía muchísimo más segura que el gas, para la utilización en la vivienda y en el edificio de viviendas.
- **AHORROS ENERGETICOS CONSTATADOS.** Los ahorros energéticos pueden representar hasta el 80%, si combinamos la geotermia con la solar fotovoltaica , el ahorro puede ser 100% e incluso generar energía adicional
- **COSTE DE UNIDAD ENERGETICA MUY BAJA,** incluso nula y posibilidad incluso de percibir ingresos por unidad de energía generada
- **CERO DE EMISIONES A LA ATMOSFERA**
- **FUENTE ENERGETICA UNICA PARA (CLOR Y FRIO)**

Esta tecnología que ha sido calificada por la ENVIROMENT PROTECTION AGENCY (E.P.A) y U.S DEPARTMENT OF ENERGY (DOE) como la más eficiente y no contaminante (0 %) para la producción de energía en las vivienda Esta tecnología, combinada con otra energía renovable, la solar fotovoltaica, puede hacer que los costos de viviendas, hablando en términos de balance energético sean **POSITIVOS DE ENERGIA.**

En estos sistemas se impone con **rotundidad** cuando el coste total de los sistemas son comparados a corto plazo con los enormes beneficios por reducción del coste de la unidad térmica, incluso por ser **positivos** y medioambientales ,pero contemplados sus beneficios a lo largo de **la vida del edificio, no se comprende, por que no se aplican en muchos países.**

EL DEPARTAMENTO DE VIVIENDA Y ASUNTOS

Está consciente de la gran importancia que tiene la vivienda para la Sostenibilidad , como para que el coste de construir la construcción de un Edificio de 125 viviendas en el barrio de San Sebastián con la aplicación

de estas tecnologías en Proyectos que

incluyen la instalación de dos bombas de calor, una para calefacción, y la instalación de una instalación

Los datos energéticos son :

BALANCE ENERGÉTICO	
PRODUCCIÓN	CONSUMO
Paneles Fotovoltaico	Bomba de Calor 81.845 kwh
120.000 kwh	Servicios Generales 38.155 kwh
Aprovechamiento Geotérmico	Calefacción 233.016 kwh
343.422 kwh	A.C.S 111.409 kWh
Total Producción 443.422 kwh	Total consumo 443.422 kwh

$$E = Q/\dot{\eta} - E_R$$

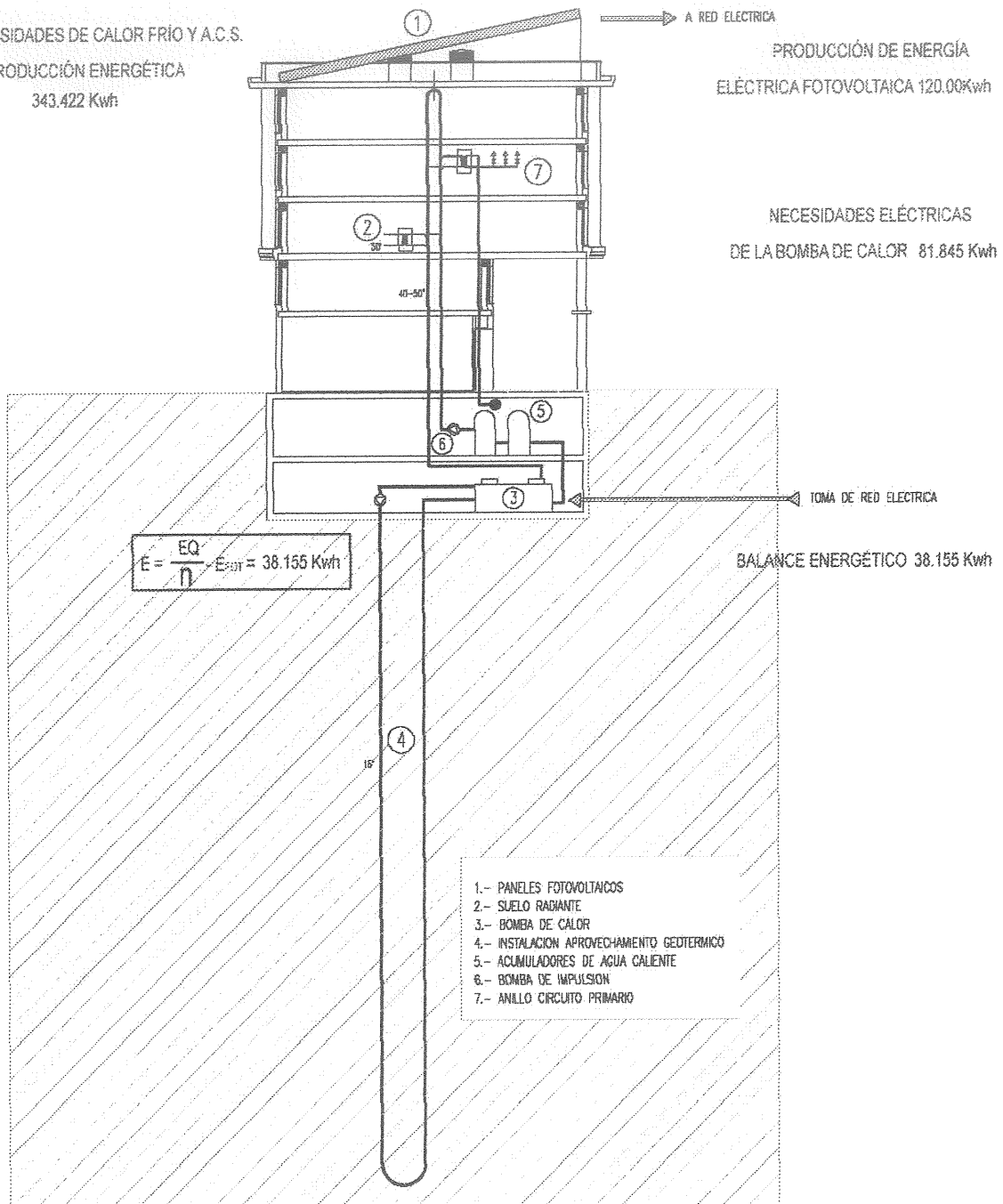
$$E = 81845 - 120.000 = -38.155 \text{ Kwh}$$

$$E = \text{El edificio es generador de energía} + 38.155 \text{ kwh}$$

NECESIDADES DE CALOR FRÍO Y A.C.S.
 PRODUCCIÓN ENERGÉTICA
 343.422 Kwh

PRODUCCIÓN DE ENERGÍA
 ELÉCTRICA FOTOVOLTAICA 120.00Kwh

NECESIDADES ELÉCTRICAS
 DE LA BOMBA DE CALOR 81.845 Kwh



El Edificio produce anualmente 38.155 kwh de energía adicional del consumo energético en sus necesidades térmicas. Esta energía eléctrica adicional compensará con creces los consumos eléctricos de los servicios generales de "alumbrado servicios generales " ascensores", etc. Esta energía generada producirá unos ingresos económicos importantes, máxime teniendo en cuenta que el kwh eléctrico producido tiene un valor de 5,75 veces mayor que el kwh consumido.

LA DIRECCIÓN DE VIVIENDA DEL GOBIERNO VASCO en colaboración con el E.V.E (Ente Vasco de Energía) han realizado los sondeos previos en la parcela de Intxaurreondo para verificar y constatar los datos que se presuponían en el Proyecto. Los datos constatados son mejores que los supuestos del Proyecto . Temperatura 16,3° C a 90 m y una conductibilidad térmica de 3,6 wh ° m.

La utilización de estas tecnologías en los edificios de viviendas, de los países más avanzados, avala las conclusiones a las que hemos llegado. Las fuentes de calor producidas por bombas de calor geotérmicas son las más eficientes energéticamente, económicamente las más rentables y las más amigables con el medio ambiente.

Jesús Amiano Guevara

INGENIERO INDUSTRIAL

Responsable de Instalación en Edificación de la
Dirección de Vivienda del Gobierno Vasco