



Plataforma
tecnológica española de
eficiencia energética



FERIA INTERNACIONAL DE
ENERGIA Y MEDIO AMBIENTE



Centro de Investigaciones
Energéticas, Medioambientales
y Tecnológicas

EFICIENCIA ENERGÉTICA EN ENTORNOS URBANOS: PERSPECTIVAS DE DESARROLLO



Madrid
subterra

**APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DEL SUBSUELO URBANO:
CASOS Y PROYECTOS REALES**



LAS CIUDADES



- ▶ Modelos de asentamiento muy vulnerables al uso no sostenible de los recursos energéticos.
- ▶ El 75% de la energía consumida en todo el mundo es atribuible a las ciudades.
- ▶ Y, además, las grandes urbes son responsables del 80% de las emisiones de gases de efecto invernadero.
- ▶ Por eso, las ciudades están obligadas a mantener un suministro de energía fiable y seguro, garantizando la accesibilidad al sistema de suministro, mientras reducimos las emisiones de gases de efecto invernadero asociados al consumo de energía



- ▶ La ciudad de Madrid tiene un consumo energético de 3.215 ktep al año (*)
- ▶ El 55% del consumo total, 1.787 ktep, destinados al sector residencial/comercial/institucional
- ▶ Y de éstos, solo 0,26 ktep provienen de fuentes del subsuelo (geotermia en este caso). Y 12,9 ktep de la energía solar térmica. Un 52% es electricidad, un 36%, gas natural y un 10%, productos petrolíferos
- ▶ A pesar de la dependencia, aún muy elevada, de los combustibles fósiles, Madrid ha incrementado el consumo de energías renovables de forma muy notable en el período 2006-2014. Y el consumo de energía final ha disminuido en todos los sectores, respecto a 2006 (de media un 16,3%, siendo un 9,3% en el sector residencial/comercial/institucional)
- ▶ La producción propia de energía vs las importaciones es del 2,77%, no variando significativamente en la última década.

- ▶ La **producción propia de energía eléctrica** supuso el **4,9%** de toda la energía eléctrica consumida en la ciudad.
- ▶ En la siguiente tabla se puede ver la **evolución de la generación de energía** según la fuente de la que procede, en el **período 2006-2014**. En el caso de la **geotermia** observamos cómo **pasa de no producirse nada, en 2006 al 0,39% del total, en 2014**.

Tabla 13. Generación de energía en el municipio de Madrid. Periodo 2006-2014

Año	Residuos industriales		Incineración de RU		Biogás ¹²		Solar fotovoltaica		Cogeneración ¹³		Solar térmica ¹⁴		Geotérmica ¹⁵		TOTAL	
	ktep	%	ktep	%	ktep	%	ktep	%	ktep	%	ktep	%	ktep	%	ktep	%
2006	0,00	0,00	18,57	26,28	14,29	20,23	0,12	0,17	35,45	50,17	2,22	3,15	0,00	0,00	70,66	100,00
2007	0,00	0,00	19,46	29,33	12,52	18,87	0,30	0,45	31,57	47,58	2,50	3,77	0,00	0,00	66,36	100,00
2008	0,00	0,00	19,32	26,76	11,20	15,52	0,35	0,49	36,11	50,02	5,20	7,21	0,00	0,00	72,18	100,00
2009	0,00	0,00	20,19	27,47	10,57	14,39	0,47	0,64	33,90	46,12	8,33	11,34	0,03	0,04	73,50	100,00
2010	0,00	0,00	20,31	26,21	10,43	13,46	0,61	0,79	36,38	46,95	9,71	12,53	0,05	0,06	77,48	100,00
2011	0,00	0,00	18,27	21,58	10,92	12,90	0,93	1,09	43,78	51,70	10,68	12,62	0,09	0,11	84,67	100,00
2012	0,00	0,00	15,79	16,12	11,21	11,45	1,14	1,17	57,66	58,86	11,98	12,23	0,16	0,17	97,95	100,00
2013	0,00	0,00	14,36	16,37	11,27	12,86	1,87	2,13	47,32	53,96	12,68	14,45	0,21	0,24	87,70	100,00
2014	0,00	0,00	12,48	18,66	11,61	17,35	1,91	2,86	27,72	41,45	12,90	19,29	0,26	0,39	66,88	100,00

Fuente: elaboración propia a partir de datos del Ayuntamiento de Madrid, MINETUR, CNMC, CYII y ENERES.



LA ENERGÍA DEL
SUBSUELO URBANO:

**UNA NUEVA
OPORTUNIDAD**



Potencial
energético del
subsuelo = Aquel que puede
derivarse de
fuentes energéticas
subterráneas

© Copyright ACCIONA

DE ORIGEN NATURAL

- Geotermia

ASOCIADAS A LAS INFRAESTRUCTURAS Y SERVICIOS URBANOS

- Redes de saneamiento y de distribución de agua
- Túneles
- Redes de transporte subterráneo



EJEMPLOS DE APROVECHAMIENTO EN CAPITAL MUNDIALES

EJEMPLOS DE APROVECHAMIENTO EN CAPITALS MUNDIALES



NUEVA YORK

Aprovechamiento energía mecánica de aguas en la red de abastecimiento.



HELSINKI

Aprovechamiento energía térmica de aguas residuales para district heating.



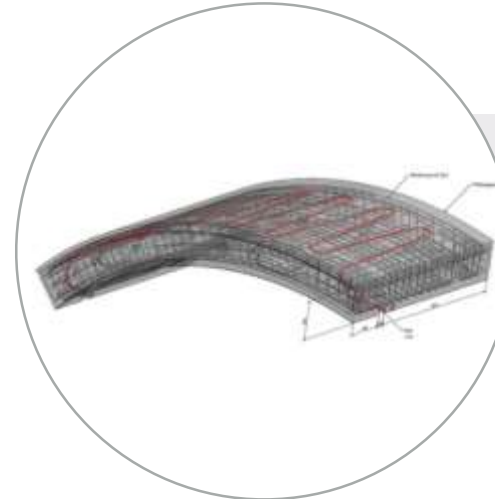
VIENA

Termoactivación de las pantallas de pilotes en el túnel Lainzer.



STUTTGART

Aprovechamiento geotérmico por medio de las dovelas de los nuevos túneles en la ampliación del Metro.





EN
MADRID



En la ciudad de Madrid existen **infraestructuras y servicios** susceptibles de ser utilizadas **para aprovechar la energía** procedente del subsuelo





Aprovechamiento térmico de las AGUAS RESIDUALES

El funcionamiento es sencillo, un **intercambiador de calor** situado en la parte inferior de la alcantarilla **es recorrido por un fluido de transferencia de calor**, cuya temperatura se incrementa de 4 a 8°C en contacto con el agua residual. **Este líquido alimenta a una bomba de calor que calienta un sistema de agua, que a su vez alimenta el sistema de calefacción.**

La **estimación** que existe es que las aguas residuales producidas por **100 personas, permiten contribuir al sistema de calefacción de 10 habitantes.**

Así, en España se estima un potencial de calentamiento para 1.800.000 viviendas



POLIDEPORTIVO DE MORATALAZ

En el Polideportivo de Moratalaz, el Ayuntamiento de Madrid, propietario de la instalación, quiere **aprovechar la cercanía del colector de Abroñigal para climatizar la piscina cubierta.**

Un proyecto que está realizando el socio de Madrid Subterra, **Eneres.**



Piscina cubierta (Foto: Eneres)



Colector de Abroñigal (Foto: Ayuntamiento de Madrid)

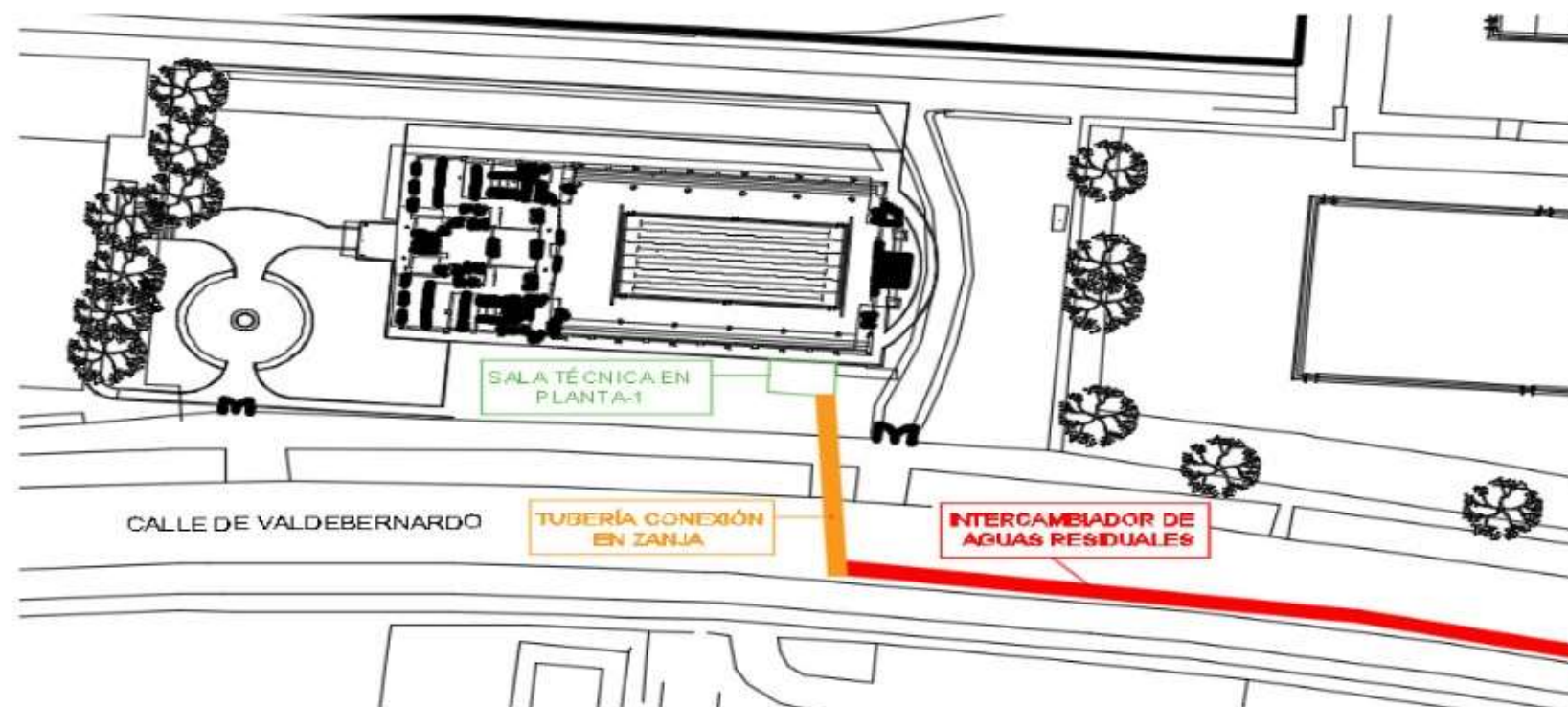


POLIDEPORTIVO DE MORATALAZ

Objetivos del proyecto:

- ✓ Reducir el consumo de gasóleo de las calderas actuales
- ✓ Disminuir las emisiones de CO₂

Se aprovecha la cercanía de un colector de aguas residuales, el de Abroñigal, con temperaturas medias de 15°C y caudales medios de 180 m³/h





POLIDEPORTIVO DE MORATALAZ

Resultados del proyecto:

- ✓ Coste Energético anual **antes de la implantación: 53.703,32 €**
- ✓ Coste Energético Anual **después de la implantación: 32.615,50 €**

Ahorro: 21.087,82 € (39,27%)

Reducción de emisiones de CO2: 37,51 T (19,14%)



Aprovechamiento de las aguas residuales para generar electricidad: EDAR SUR

Objetivo:

- ✓ Generar electricidad para autoconsumo de la planta



Vista general de la EDAR Sur, propiedad del Ayuntamiento de Madrid y gestionada por el Canal de Isabel II, a través de Cadagua



Turbinado de la EDAR SUR

Aprovechamiento de las aguas residuales para generar electricidad: EDAR SUR

Se han instalado **dos turbinas** a la salida de la planta en el punto de vertido al río Manzanares **para el aprovechamiento energético del salto hidráulico**:

- ✓ Caudal 3,5 m³/s
- ✓ Saldo neto de diseño 3,20 m
- ✓ Potencia 85,15 kW



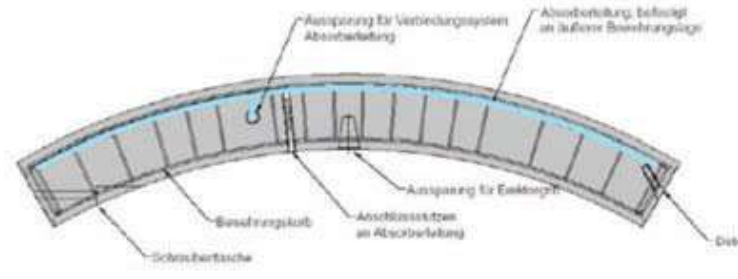
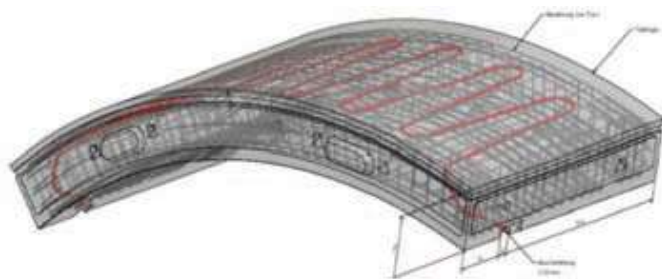


METRO DE MADRID generador de energía

- ▶ La infraestructura de Metro de Madrid puede considerarse como un **gigantesco intercambiador geotérmico**
- ▶ En 2007 contaba con 293 estaciones y 287 kilómetros de túneles
- ▶ Si termo-activáramos la superficie de los túneles, considerando una potencia entre 20 y 25 w/m², obtendríamos una **potencia total de 187 MW y una energía anual de 1.638.120 MWh**
- ▶ En el suburbano de la ciudad alemana de Stuttgart se ha llevado a cabo un proyecto de estas características

METRO DE MADRID generador de energía

- En qué consiste la termoactivación



Sobre túneles ya
construidos

En fase de construcción



METRO DE MADRID generador de energía

- ▶ Además, en la infraestructura del Metro se disipa calor procedente de distintas fuentes, principalmente durante el arranque y la parada de los trenes
- ▶ Si lográramos captar parte de **esta energía, sumada a la obtenida por termoactivación, podríamos obtener un total de 2.409.120 MWh anuales (207 ktep)**, que podrían dedicarse al abastecimiento de edificios y espacios próximos al trazado de la red del metro, para calefacción y producción de ACS
- ▶ Esta cantidad representa un **12% del consumo energético en el sector residencial/comercial/institucional**, en la ciudad de Madrid



METRO DE MADRID generador de energía

- ▶ Conclusión:
- ▶ Disponemos de una **fuentes de energía no utilizada** y con un **potencial de producción muy grande**, pudiendo reducir consumos de energía provenientes de otras fuentes para el sector residencial/comercial/institucional
- ▶ Al captar parte del calor disipado, disminuimos las necesidades de refrigeración, con lo cual reducimos consumos adicionales



METRO DE MADRID, consumidor de energía

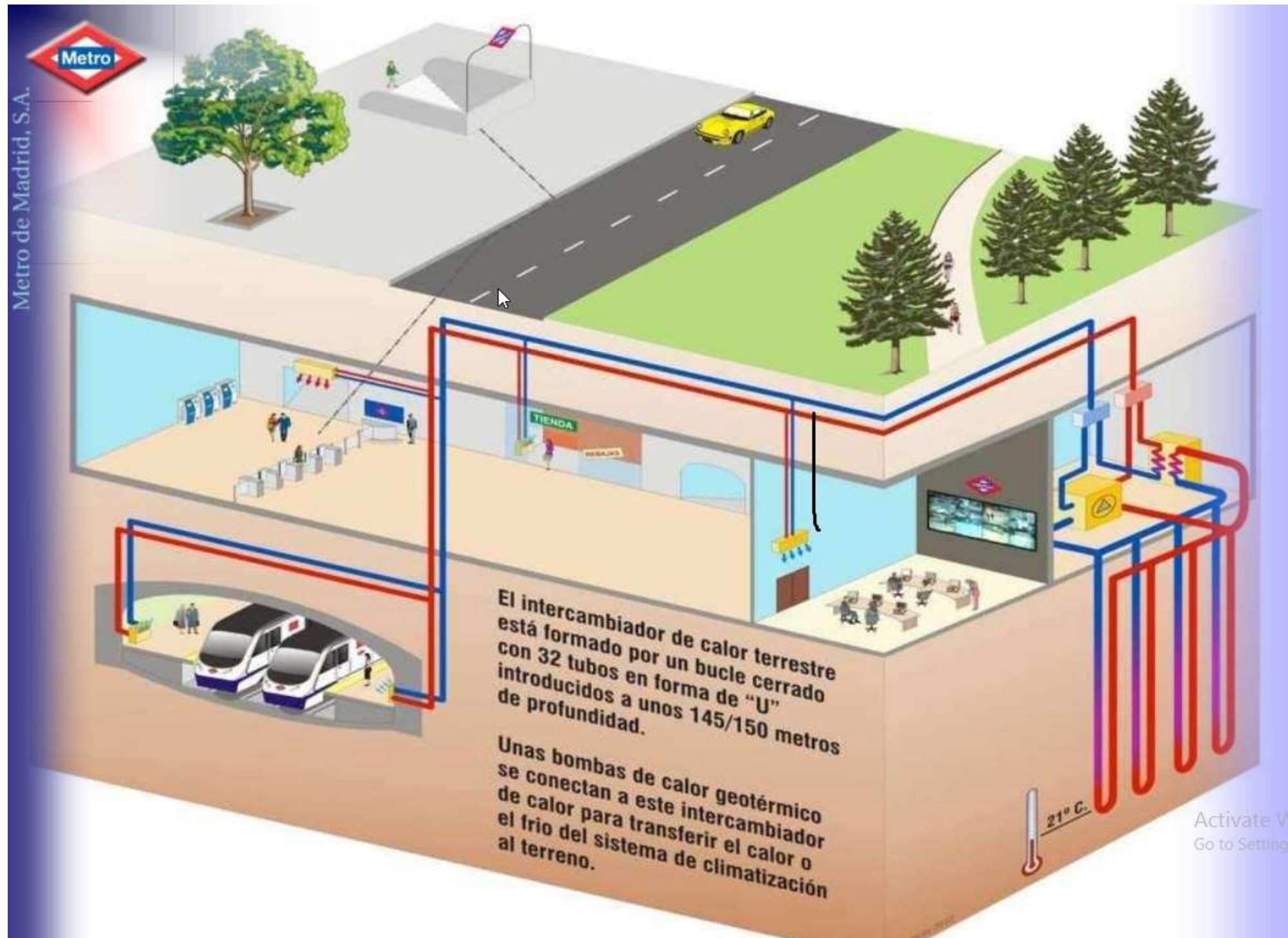
- ▶ La infraestructura de Metro necesita un gran consumo energético para su funcionamiento
- ▶ Para reducir su dependencia de los combustibles fósiles, se promovió la **construcción de una planta geotérmica en la estación de Pacífico**



Túneles de Metro de Madrid (Foto: 20 Minutos)



METRO DE MADRID consumidor de energía



Estación
de Pacífico



METRO DE MADRID consumidor de energía

- ▶ **¿Cómo funciona esta estación geotérmica?** Como un sistema reversible, es decir, **absorbiendo o cediendo el calor al suelo** y, por tanto, para **calefactar o refrigerar** las instalaciones

- ▶ **Resultados:**

Ahorro hasta de un 75% del consumo energético

Reduce las emisiones CO₂ en un 50%

¿POR QUÉ NO SE APROVECHA MÁS ESTE POTENCIAL?

CAUSAS Y BARRERAS

Ignorancia y desconocimiento.

Desconfianza y prejuicios.

Escasez de investigación y talento.

Carencia de emprendimiento e inversión.

Ausencia de mecanismo de promoción.

MADRID



**JUNTO A
LA ENERGÍA
SE PIERDEN
OPORTUNIDADES
DE INNOVACIÓN
Y EMPLEO**





Madrid
subterrá



- ▶ Es un proyecto para promover la exploración y explotación del potencial de energía limpia y renovable del subsuelo de Madrid.
- ▶ Es un motor para avanzar hacia un nuevo modelo energético, confiando en el talento innovador de un ecosistema formado por estudiantes, investigadores, emprendedores y empresarios.
- ▶ Es una iniciativa de ciudad basada en la colaboración público privada.



ABRIR

una nueva frontera
energética urbana



GENERAR

un nuevo espacio
para la innovación,
la inversión y el empleo



SUPERAR

las barreras que dificultan
la puesta en valor del
yacimiento de energía
alternativa y no
utilizada que encierra
subsuelo urbano

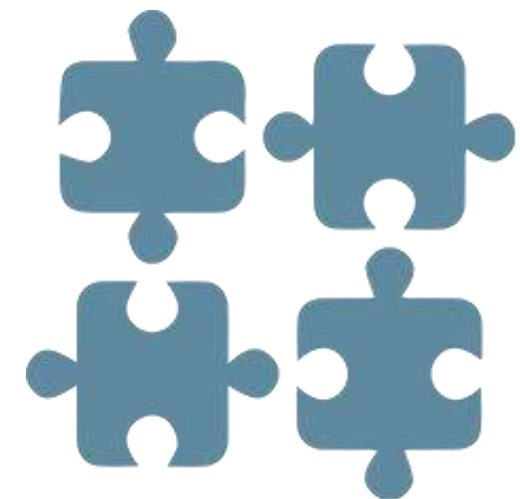
UNA PLATAFORMA PÚBLICO-PRIVADA



Diseñada como start-up
pensada para crecer con
bajos costes operativos



Basada en la suma de
esfuerzos y recursos



Integrada por administraciones,
universidades, colegios
profesionales y empresas

QUEREMOS:



PROMOVER CONOCIMIENTO
E INFORMACIÓN



IMPULSAR LA INNOVACIÓN
Y EL EMPRENDIMIENTO



FACILITAR ASISTENCIA Y
GENERAR SINERGIAS



- ▶ **Concurso de Ideas:** Madrid Subterra ha celebrado ya dos ediciones del concurso, en los que hemos premiado a estudiantes y doctores, hemos participado en la formación de emprendedores y hemos colaborado en el desarrollo de ideas empresariales.
- ▶ **Congreso Internacional:** este foro, celebrado en el mes de octubre, reunió científicos nacionales e internacionales que nos explicaron proyectos innovadores y novedosos que utilizan las energías del subsuelo
- ▶ **Participación en jornadas y seminarios:** Genera, Energy Day,...
- ▶ **Plan de Comunicación:** web, redes sociales, newsletter, relaciones con los medios de comunicación

LES ANIMAMOS A SEGUIR A MADRID SUBTERRA

PÁGINA WEB: WWW.MADRIDSUBTERRA.ES

EMAIL: INFO@MADRIDSUBTERRA.ES

TWITTER: [@MADRIDSUBTERRA](https://twitter.com/MADRIDSUBTERRA)

FACEBOOK: WWW.FACEBOOK.COM/MADRIDSUBTERRA

LINKEDIN: WWW.LINKEDIN.COM/COMPANY/MADRID-SUBTERRA

DIRECCIÓN DE MADRID INTERNATIONAL LAB. CALLE BAILÉN, 41. •

CORREOS: 28005 • MADRID



MUCHAS GRACIAS POR SU ATENCIÓN

