

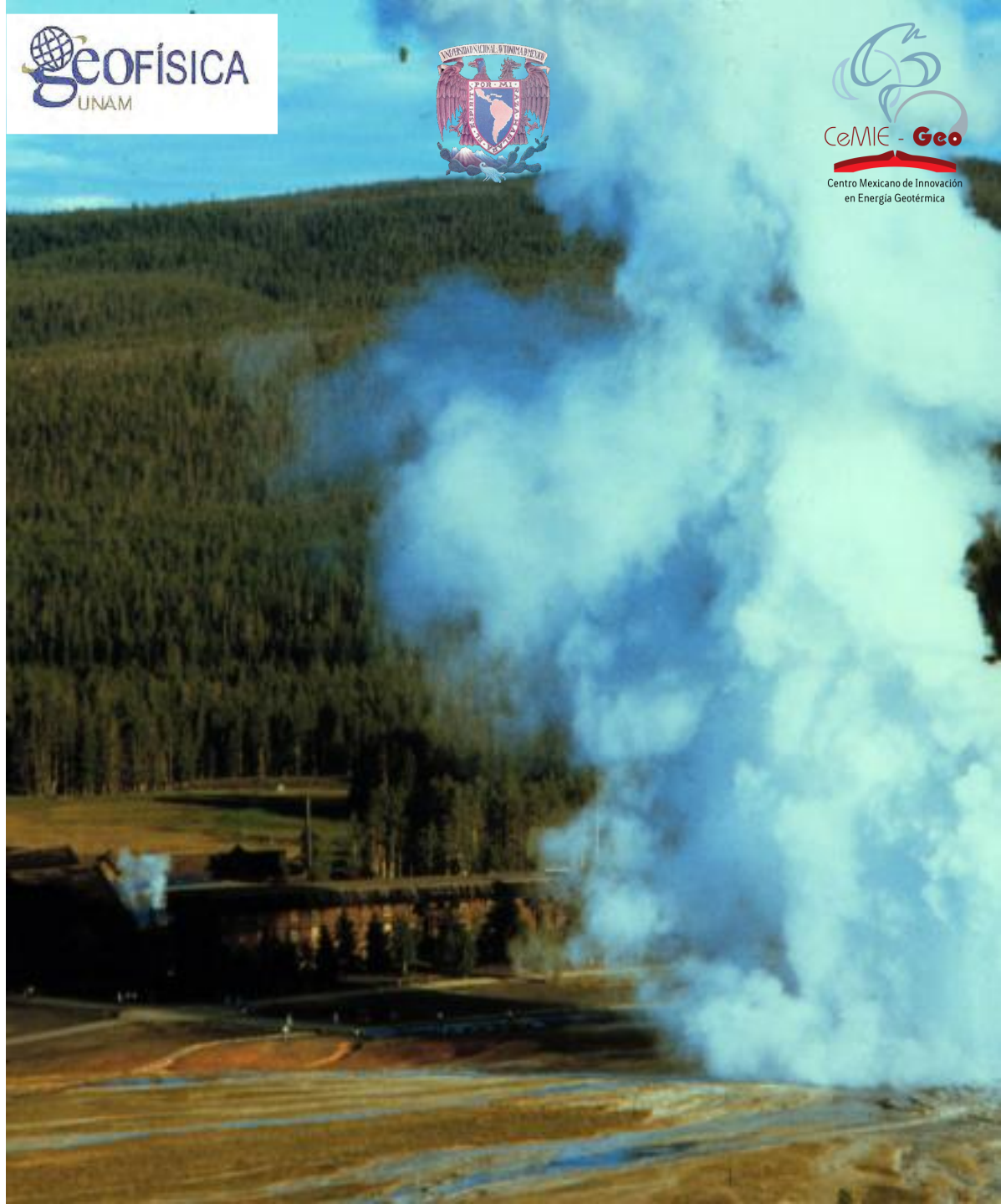


SOCIEDAD GEOLÓGICA MEXICANA



La Geotermia en el futuro energético de Mexico: Potencial y Desarrollo

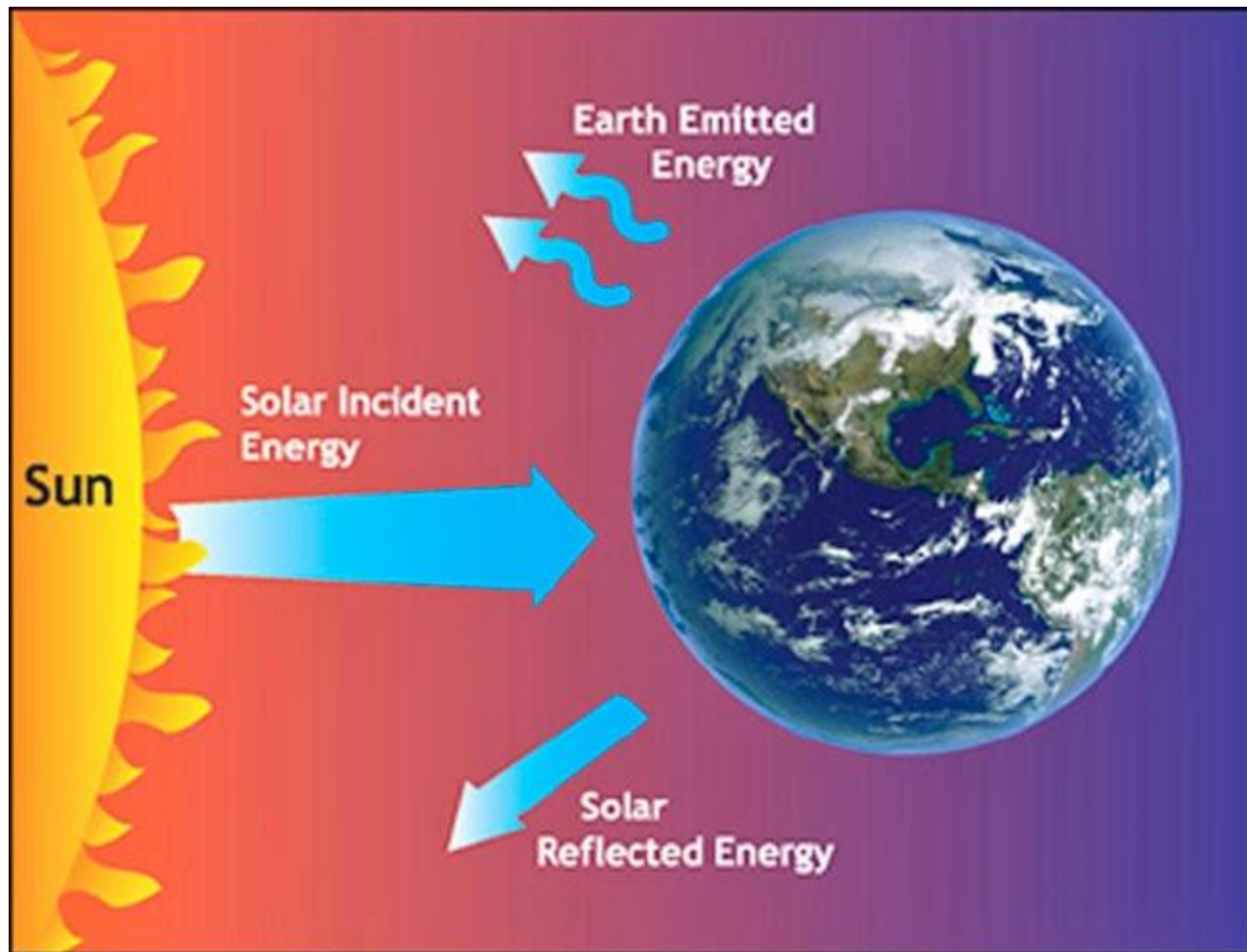
- Dra. Rosa Ma.
Prol Ledesma
- Instituto de
Geofísica, UNAM
- prol@unam.mx



ENERGÍA GEOTÉRMICA



La Tierra emite una gran cantidad de energía



Emisión de la Tierra

$47 \pm 2 \text{ TW}$ (Davies & Davies, 2010)

**Capacidad total instalada en
el mundo para producción de
electricidad, reportada hasta
2017**

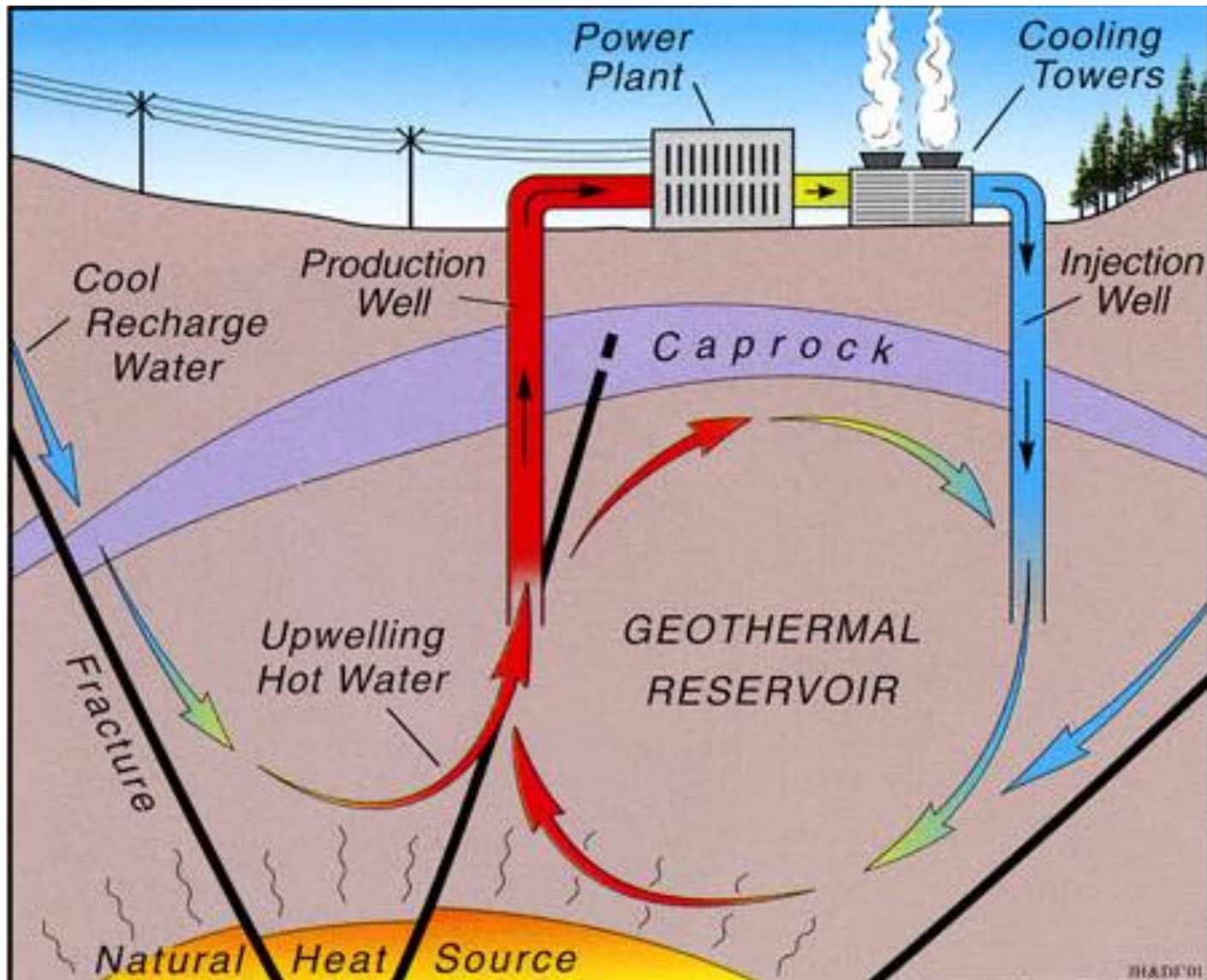
TOTAL ~ 6 TW

MEXICO ~ 0.08 TW

Manifestaciones hidrotermales



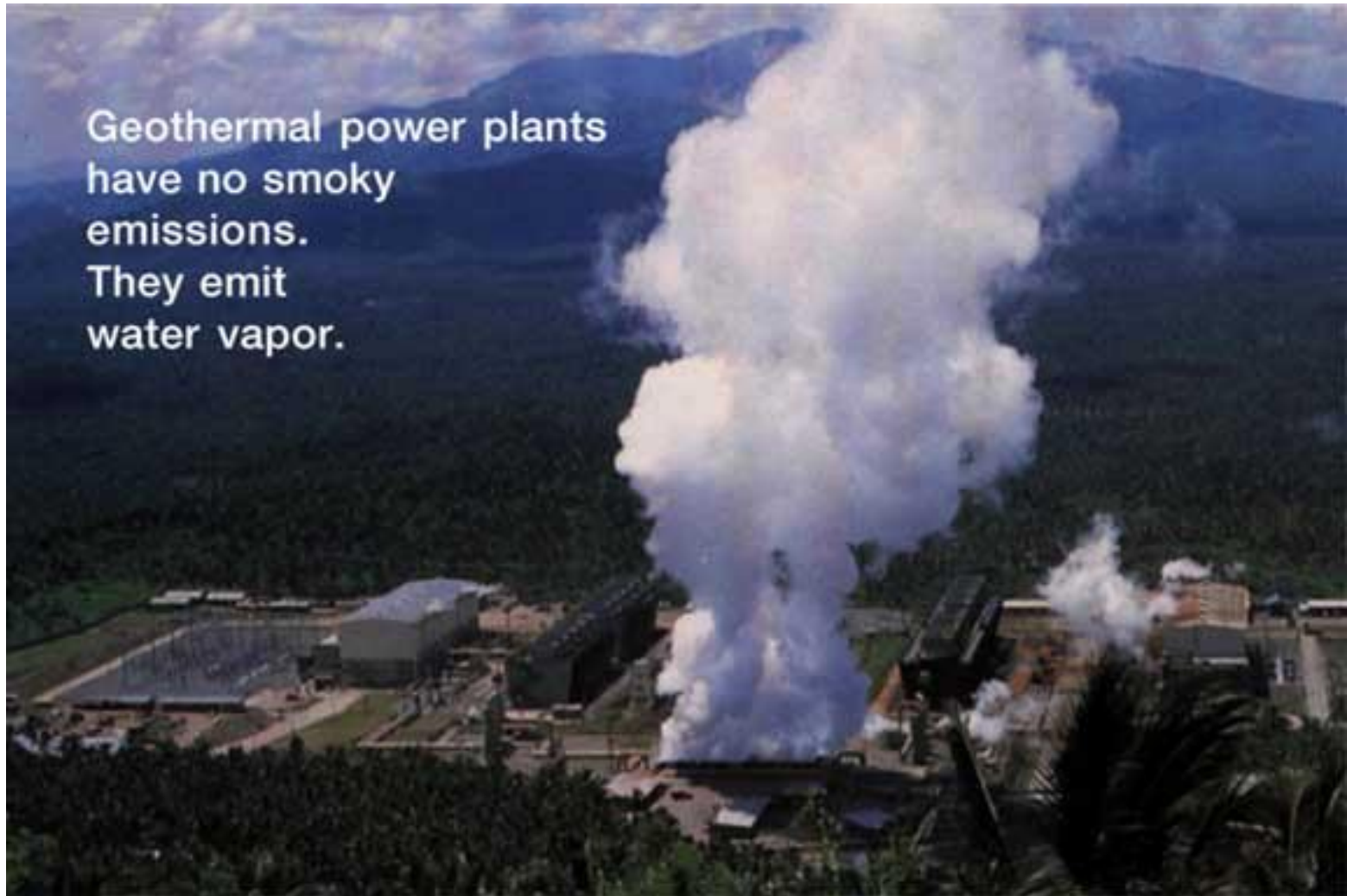
¿Cómo funciona la geotermia?



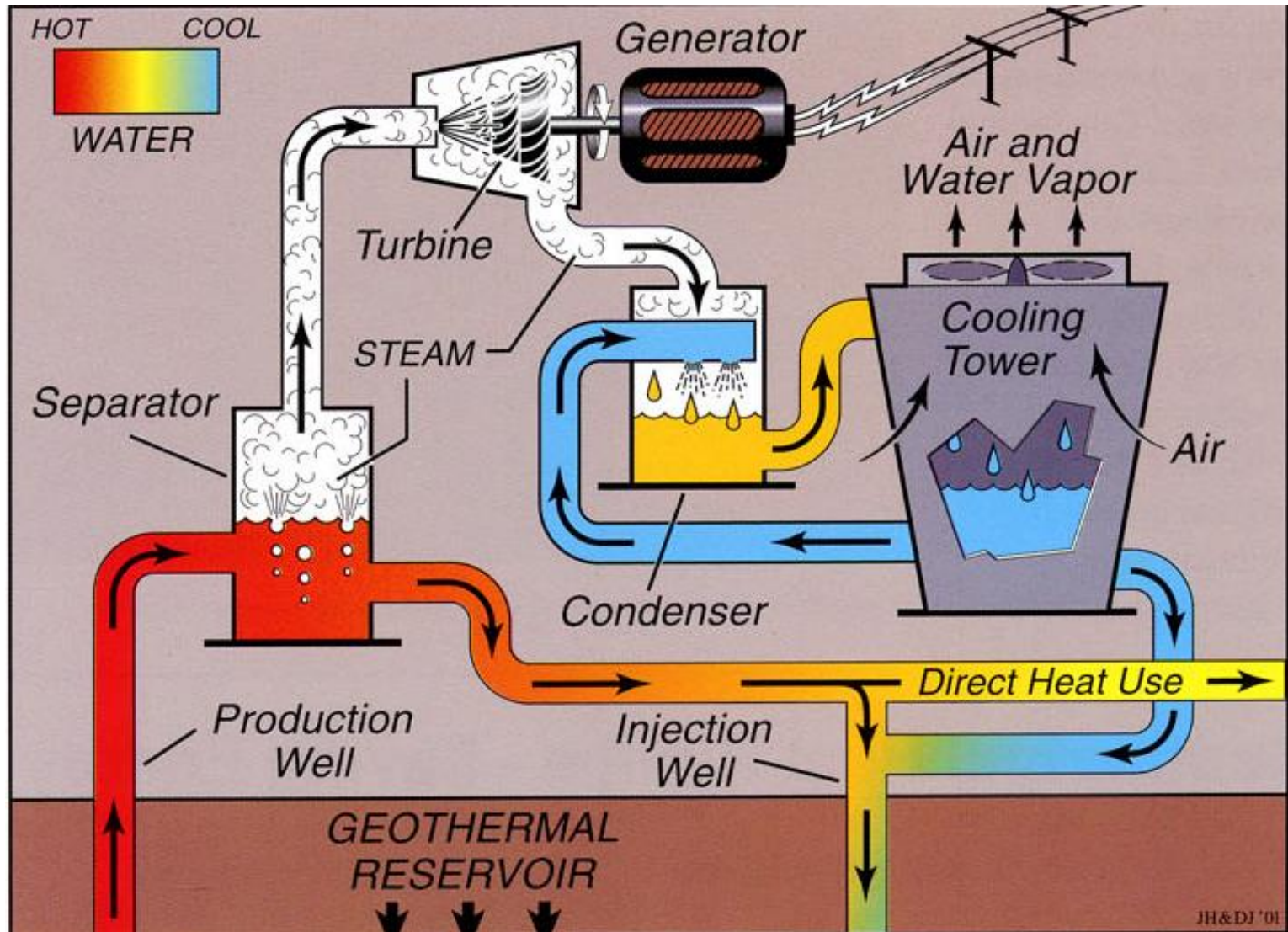
PREGUNTA:

**¿Que hacen con las cenizas volantes
resultantes? ¿Se encuentran
caracterizadas? ¿Que cantidad de
cenizas resulta aproximadamente
por año?**

Geothermal power plants
have no smoky
emissions.
They emit
water vapor.



¿Cómo funciona la geotermia?

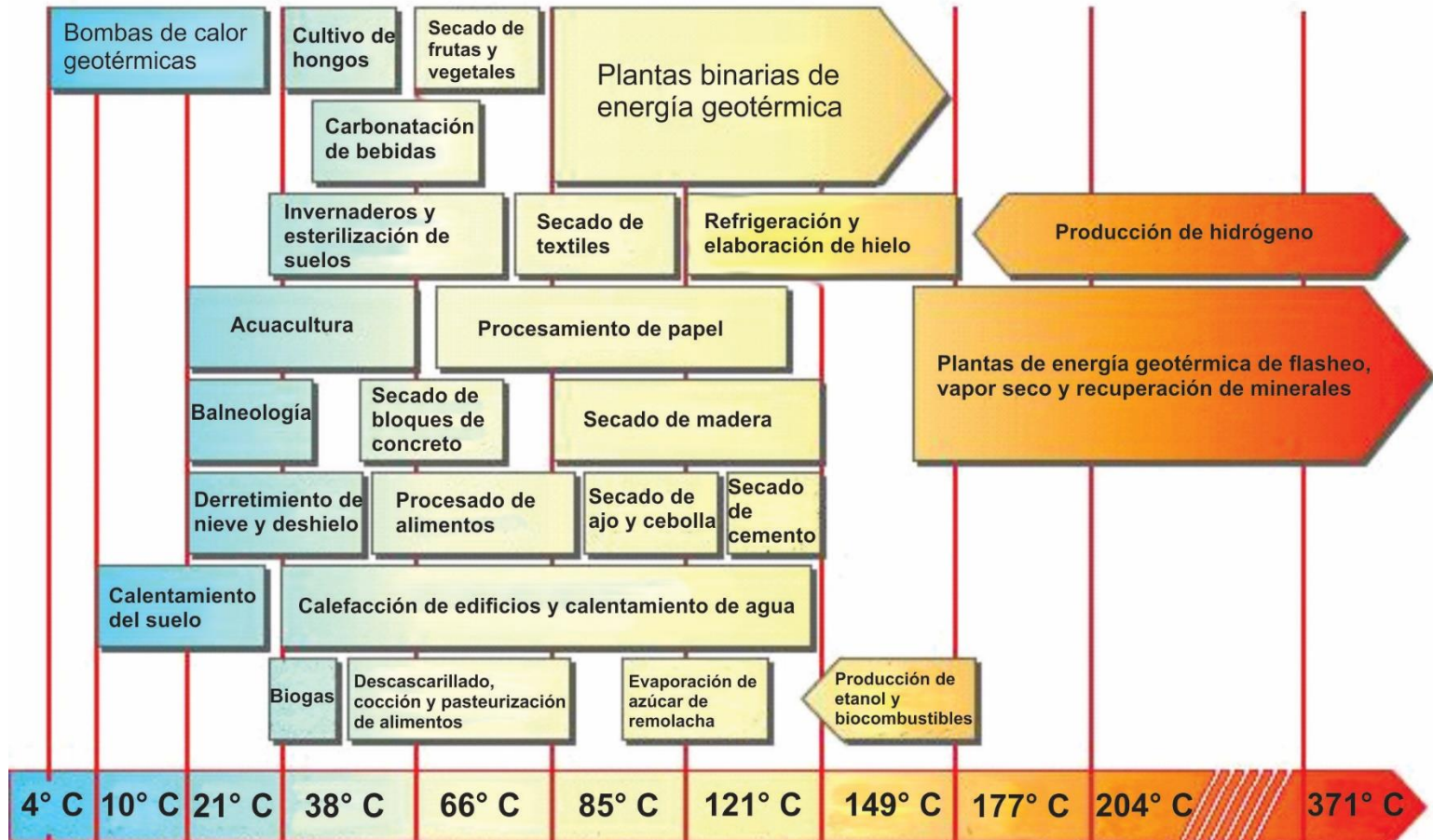


PREGUNTA:

¿Cuáles son los daños ambientales a corto y largo plazo que trae consigo producir este tipo de energía?

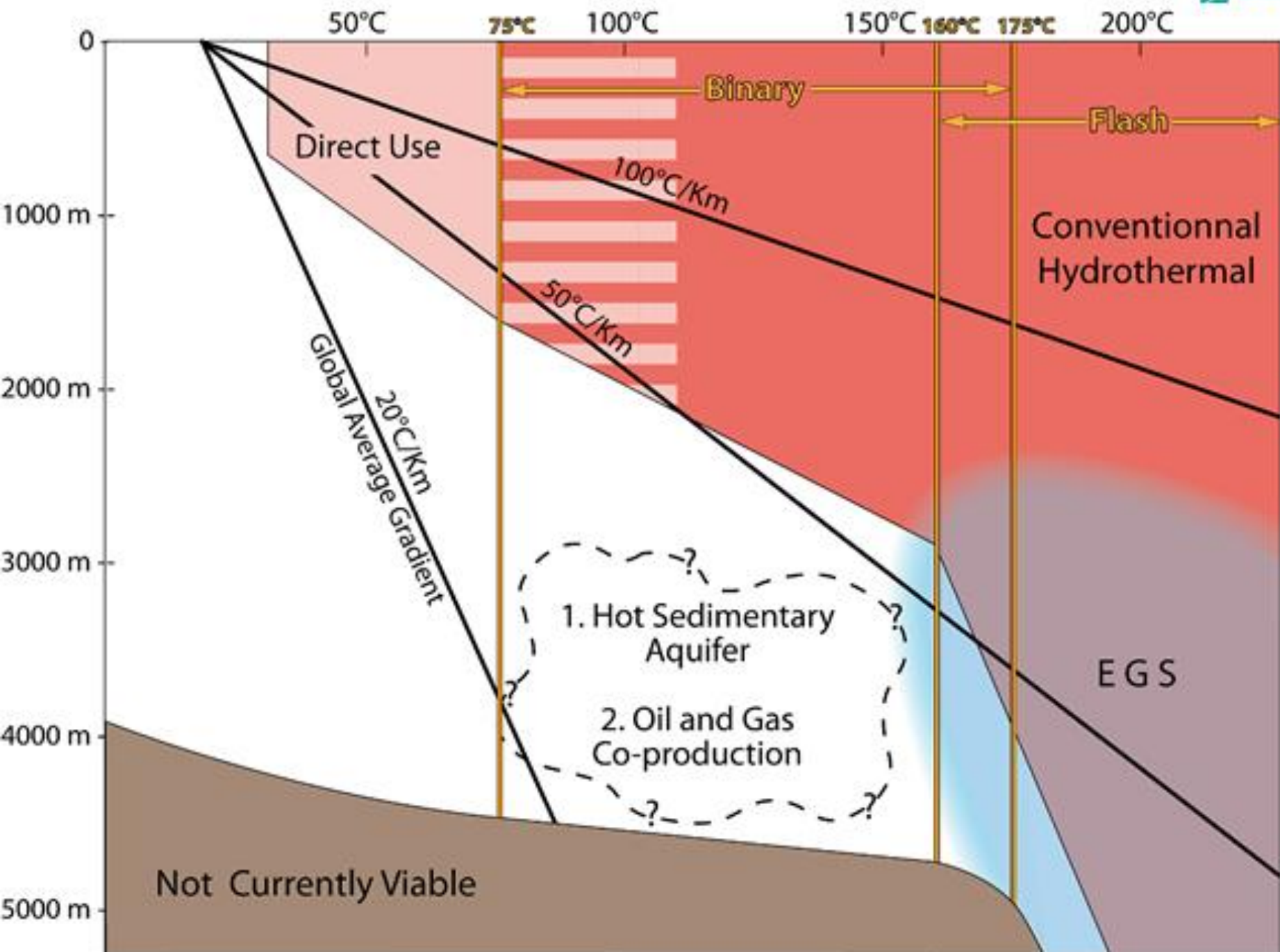
Usos de la geotermia a diferente temperatura

Usos de la energía geotérmica

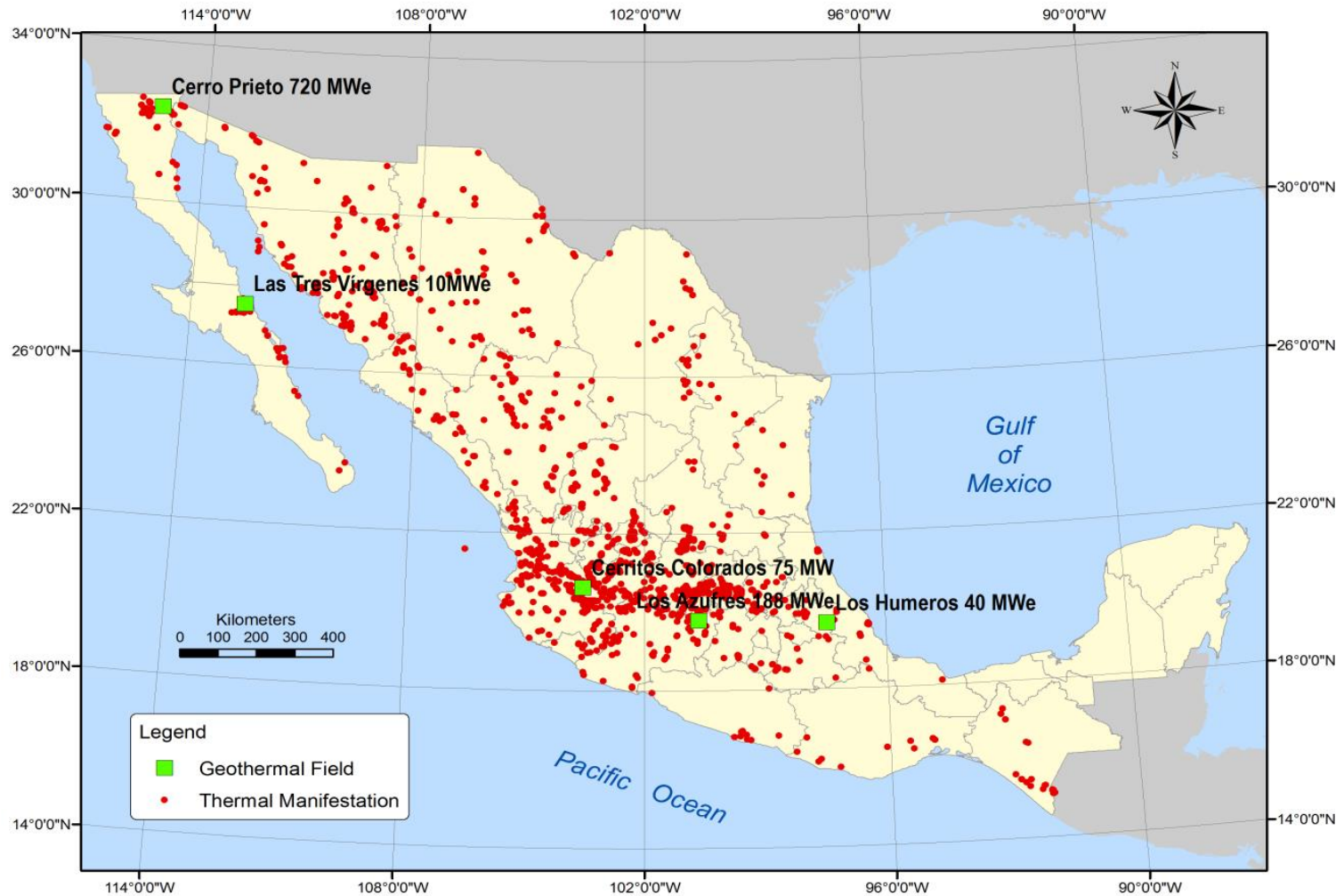


PREGUNTA:
**¿Cuáles son los indicadores de
una buena fuente geotérmica y
cómo poder saber si será
económicamente favorable?**

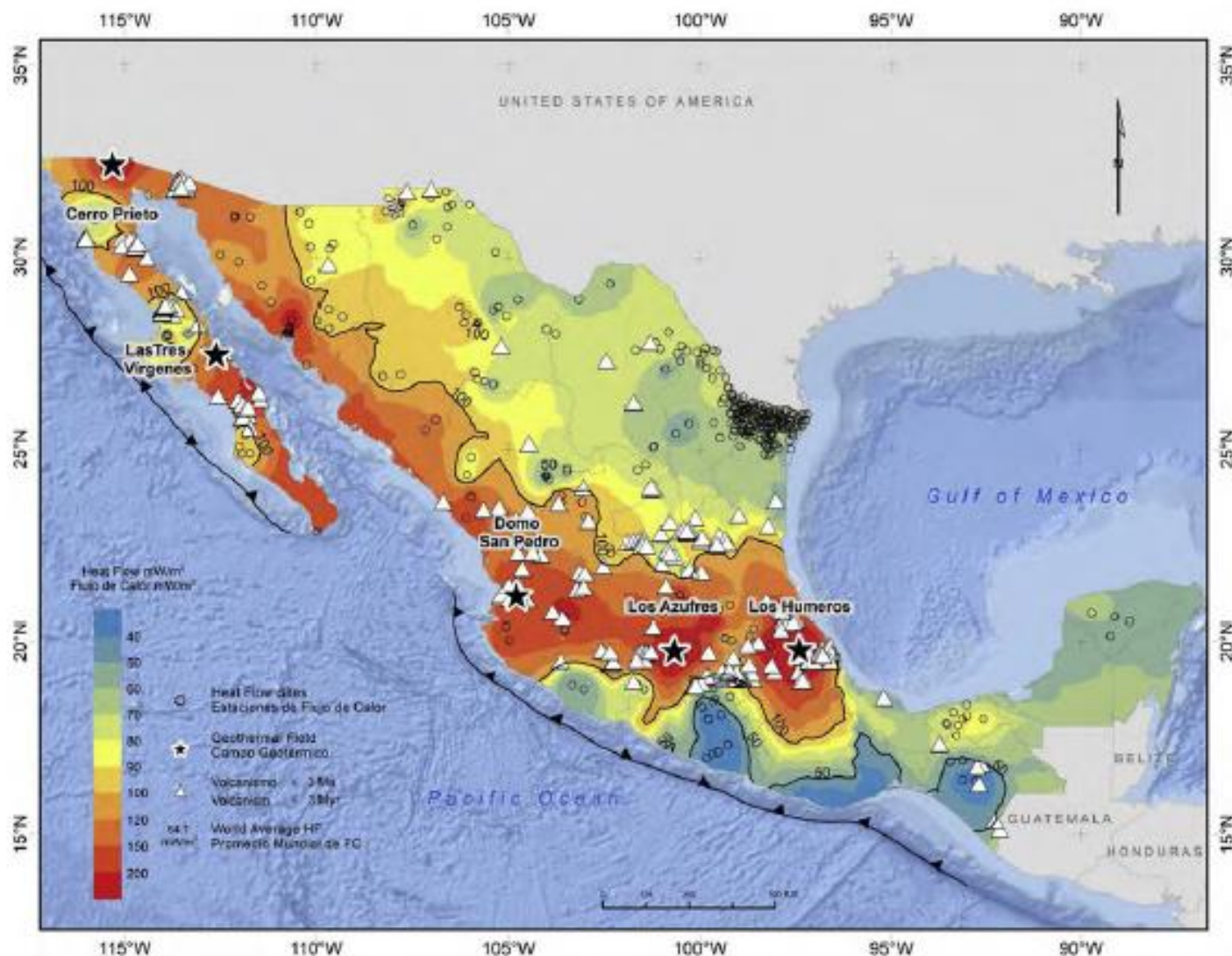
Schematic Depth-Temperature Plot for Geothermal Resources



Base de datos más reciente



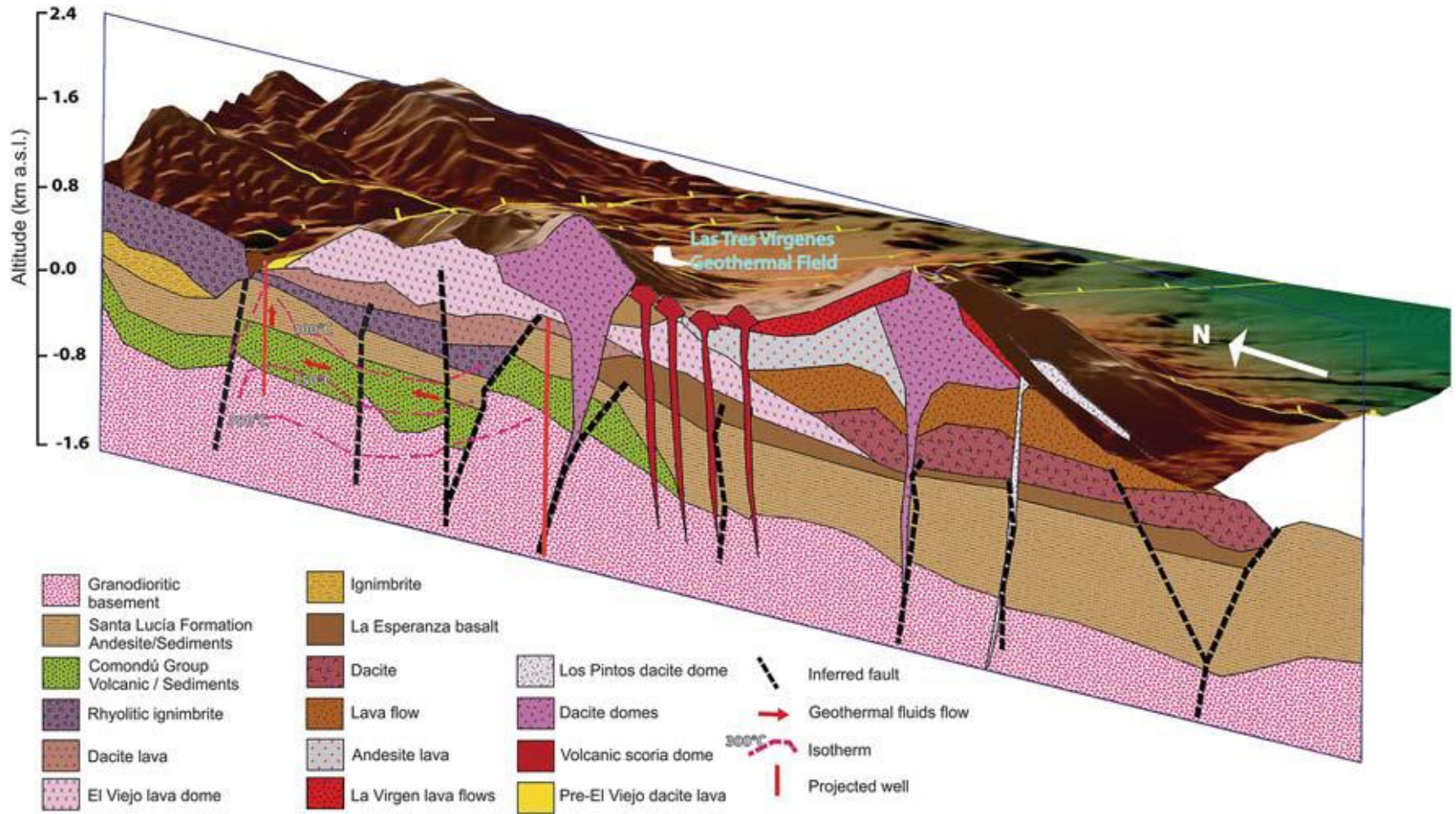
Mapa de Flujo de Calor de México



GEOLOGÍA DE SISTEMAS GEOTÉRMICOS

- **Petrología: Minerales producto de la alteración hidrotermal**
 - Estabilidad mineral: temperatura y geoquímica del fluido (pH, gases disueltos)
- **Tipos de alteración hidrotermal**
 - Argílica, sericítica, propilítica
- **Identificación de las principales estructuras**
 - Relación con la permeabilidad
 - Zonas de recarga y descarga

Importancia de las estructuras



GEOQUÍMICA DE SISTEMAS GEOTÉRMICOS

- Características geoquímicas del fluido geotérmico
- Equilibrio fluido-roca, dependencia con la temperatura

Características geoquímicas del fluido geotérmico

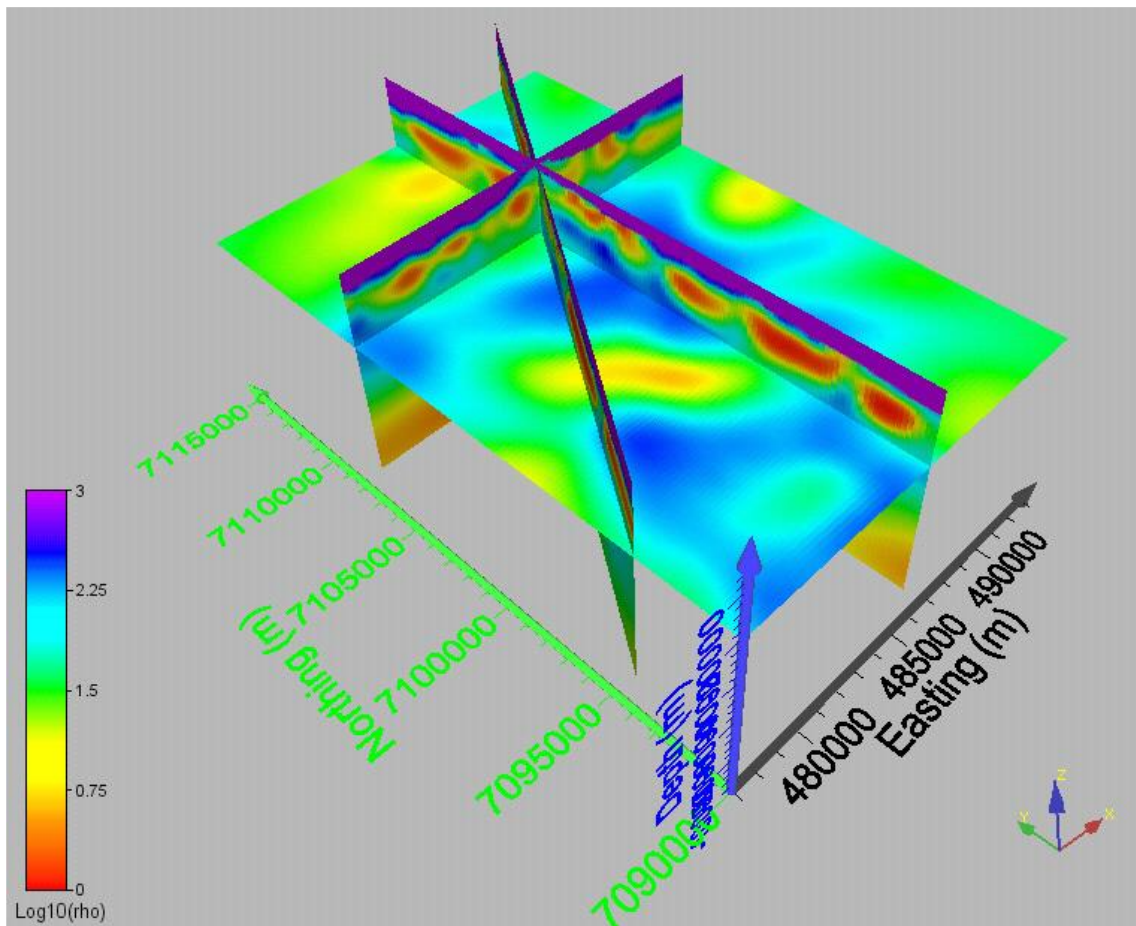
- Clasificación de aguas de origen geotérmico:
- Componentes gaseosas. Distribución de gases entre el líquido y el vapor. Contribución magmática.
- Características isotópicas. Origen del agua de recarga y de los gases.
- Cambios en las características químicas del fluido geotérmico por fenómenos de ebullición y mezcla.

Equilibrio fluido-roca, dependencia con la temperatura

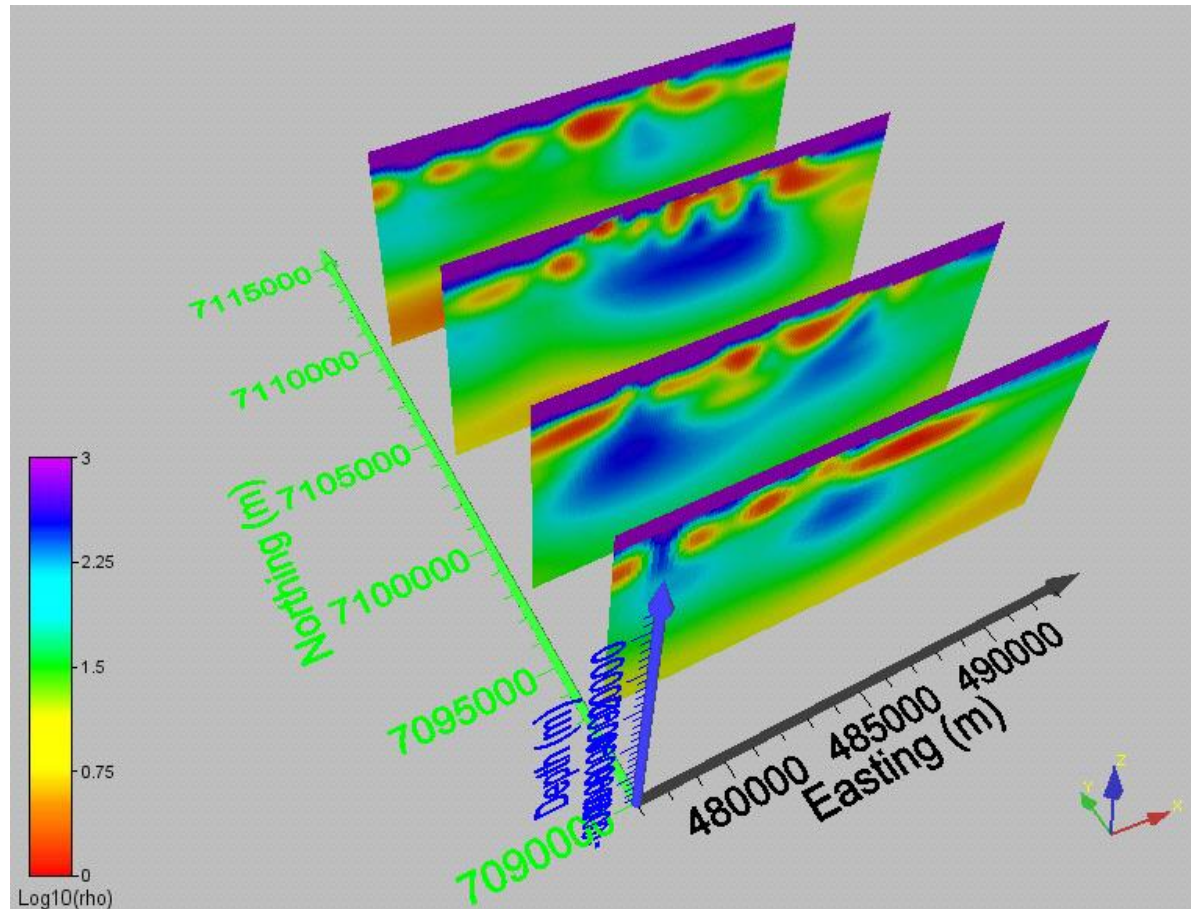
- Solubilidad y sobresaturación.
- Geotermómetros químicos:
 - Solutos: sílice, Na/Ka, Na-K-Ca, K-Mg, Na/Li
 - Gases: metano, amonio, hidrógeno-dióxido de carbono.
 - Isótopos: $\delta^{18}\text{O}$ entre el sulfato disuelto y el agua; entre minerales (sulfuros y carbonatos)

ANOMALÍAS GEOFÍSICAS EN SISTEMAS GEOTÉRMICOS

- Cambios en los parámetros físicos de las rocas como resultado de la alteración hidrotermal en el yacimiento y resumen de métodos geofísicos.
 - Eléctricas: autopotencial, disminución en la resistividad aparente (lateral y verticalmente) por la presencia de minerales arcillosos o de fluido geotérmico o variaciones en la porosidad
 - Electromagnéticas: impedancia aparente anómala por variaciones en la resistividad
 - Sísmicas: ruido sísmico por cambios de fase, zonas de baja velocidad por la presencia de vapor



MODELO 3D
CON
MÉTODOS
ELECTRO-
MAGNÉTIC
OS



MODELO 3D CON MÉTODOS ELECTRO- MAGNÉTIC OS

ANOMALÍAS GEOFÍSICAS EN SISTEMAS GEOTÉRMICOS

- Otros métodos:
 - Gravimétricas: estructuras regionales y anomalías por depositación de minerales hidrotermales en el yacimiento, presencia de intrusivos
 - Magnéticas: demagnetización por alteración de las rocas del yacimiento y definición de estructuras regionales

TÉCNICAS DE EXPLORACIÓN Y EVALUACIÓN DE SISTEMAS GEOTÉRMICOS

- Mapeo de rasgos superficiales de la descarga del sistema y de las principales estructuras
- Geoquímica de los fluidos descargados
- Anomalías geofísicas asociadas a Sistemas Geotérmicos
- Integración de los datos en **Sistemas de Información Geográfica**

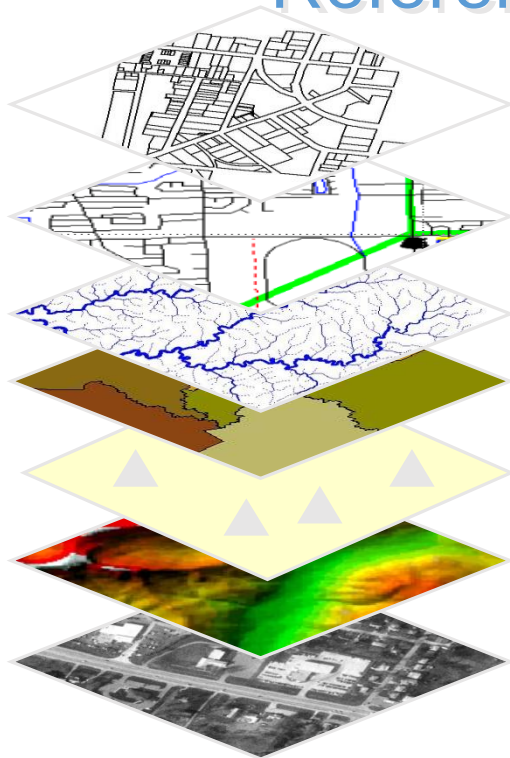
PREGUNTA:
**¿Cuáles son los métodos de
SIG's que se pueden aplicar a la
exploración de recursos
geotérmicos?**

Integración de los datos en Sistemas de Información Geográfica

- Modelos basados en el conocimiento:
 - Booleanos
 - Fuzzy
- Modelos basados en datos:
 - Pesos de evidencia

Integración de bases de datos Geográficas

Datos de Referencia



Pedidos

Transporte

Agua superficial

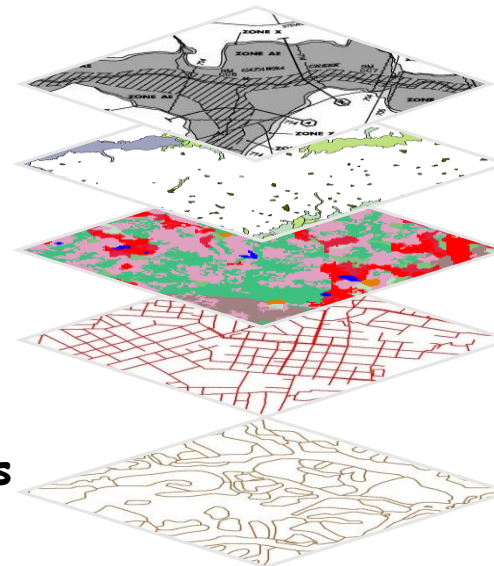
Geología

Control Geodésico

Anomalías geofísicas

Imágenes Aéreas

Datos Temáticos



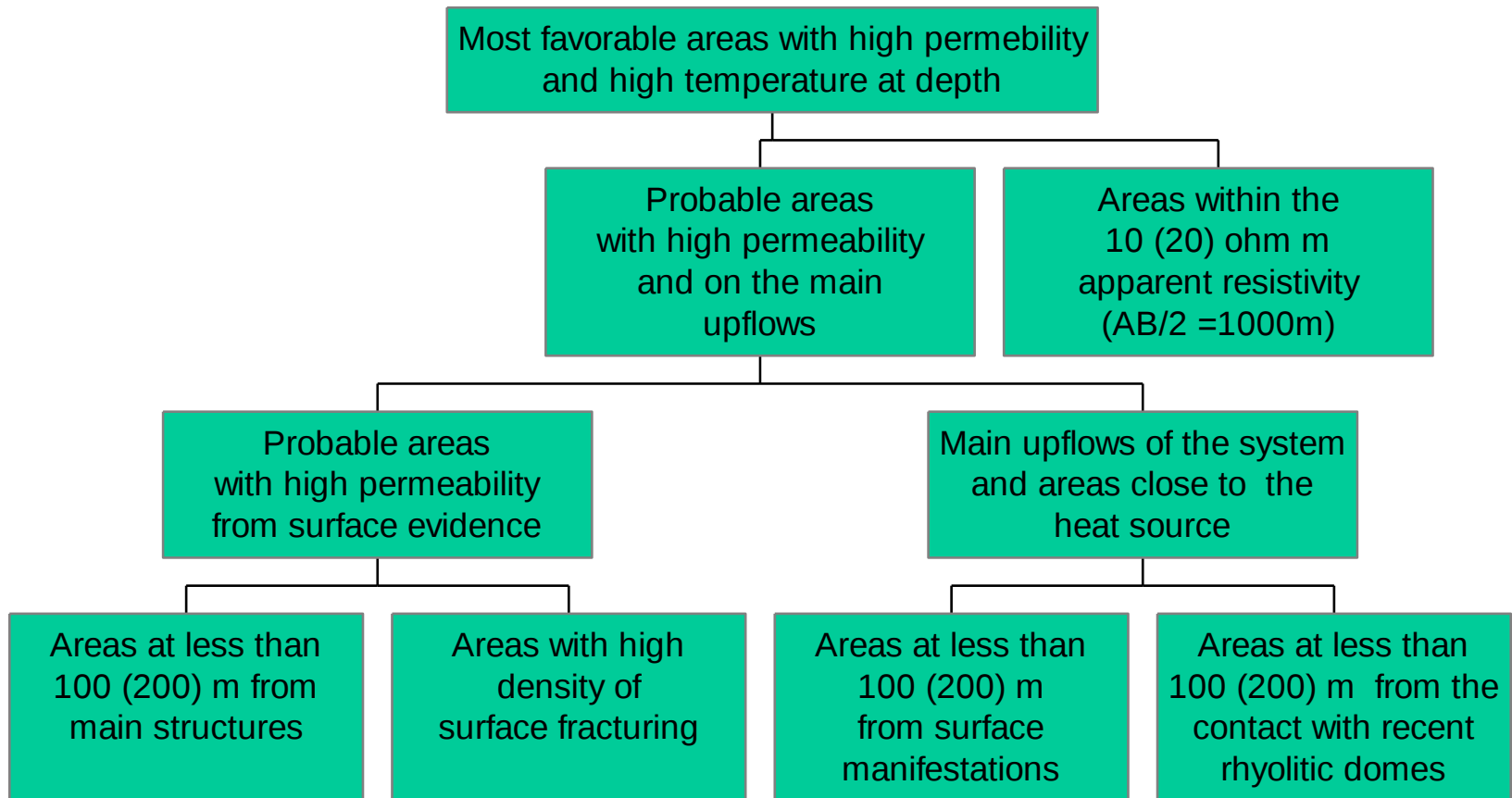
**Zonas de
alteración
Manifestaciones**

Uso de Suelo

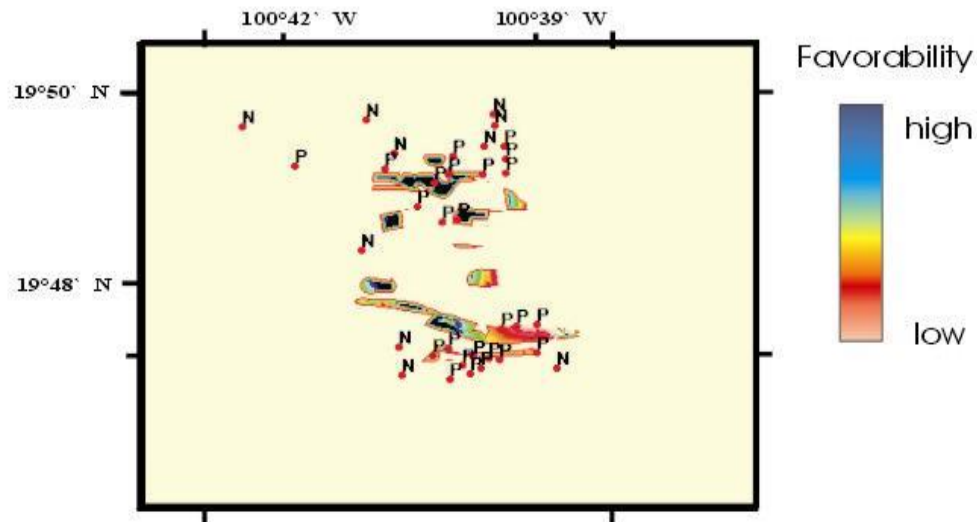
Líneas de red

Volc. reciente

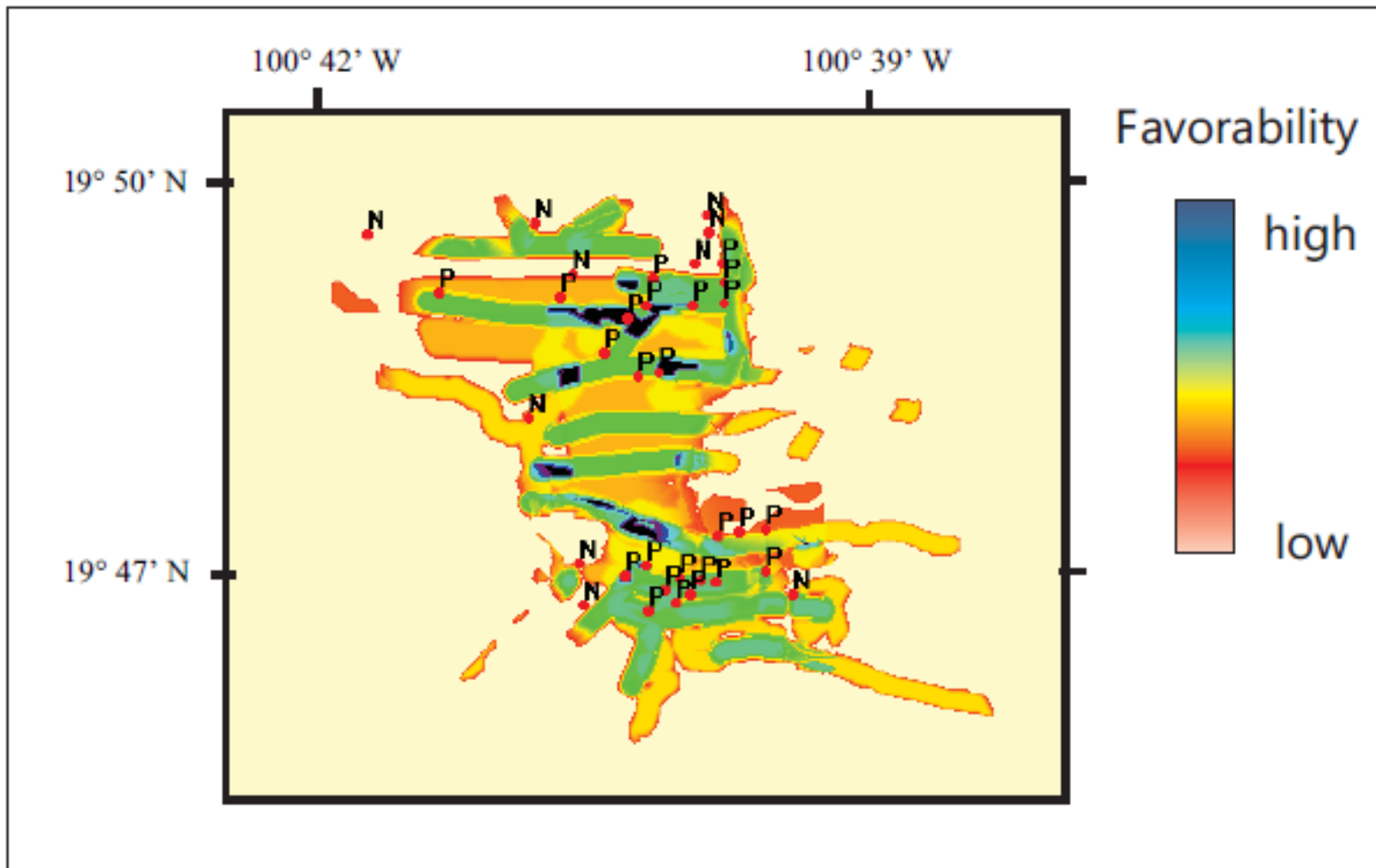
Data Integration in Geothermal Exploration



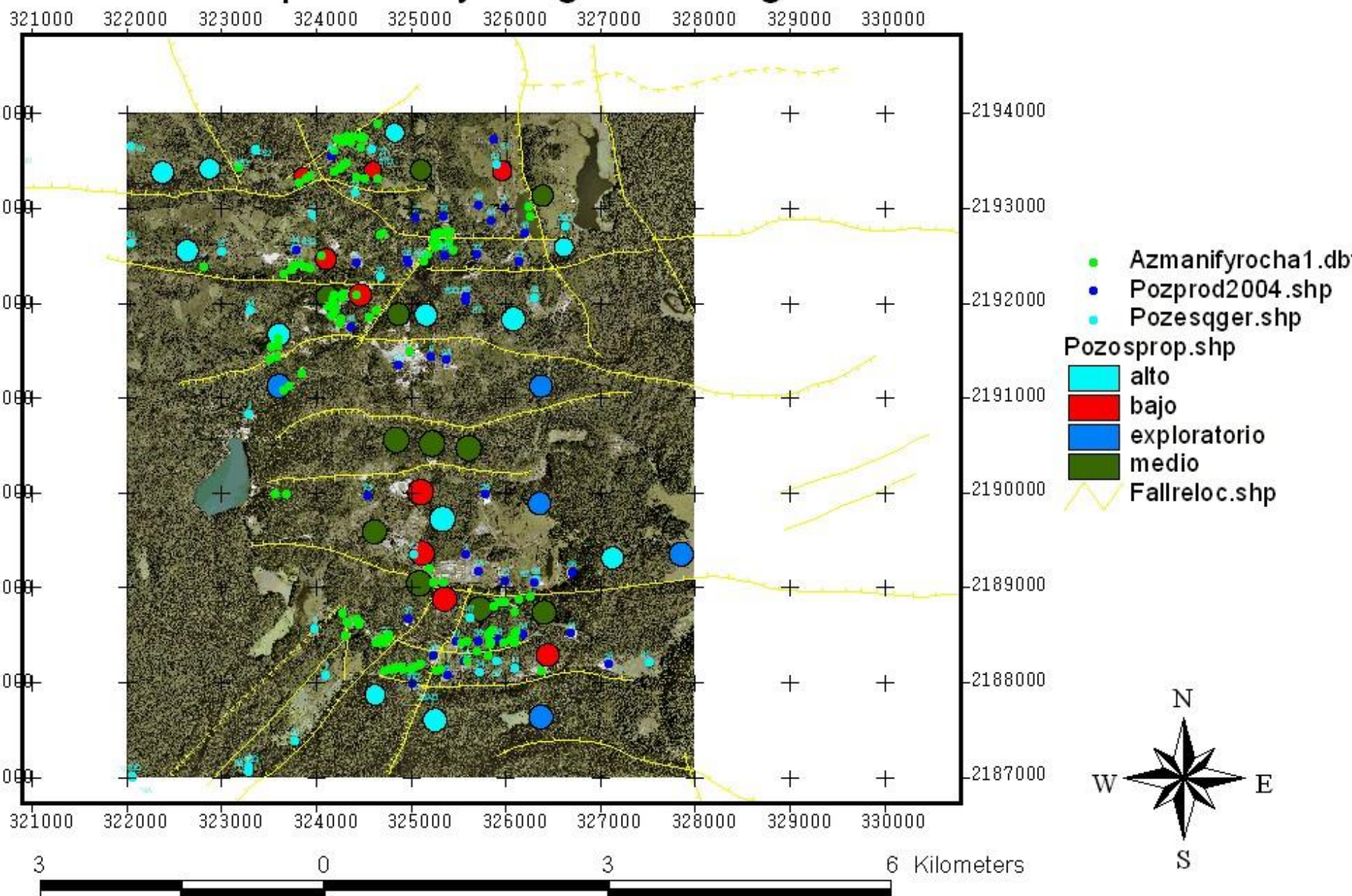
RESULTADOS DEL MÉTODO DE FUZZY LOGIC PARA UNA DECISION DE BAJO RIESGO (FUZZY AND)

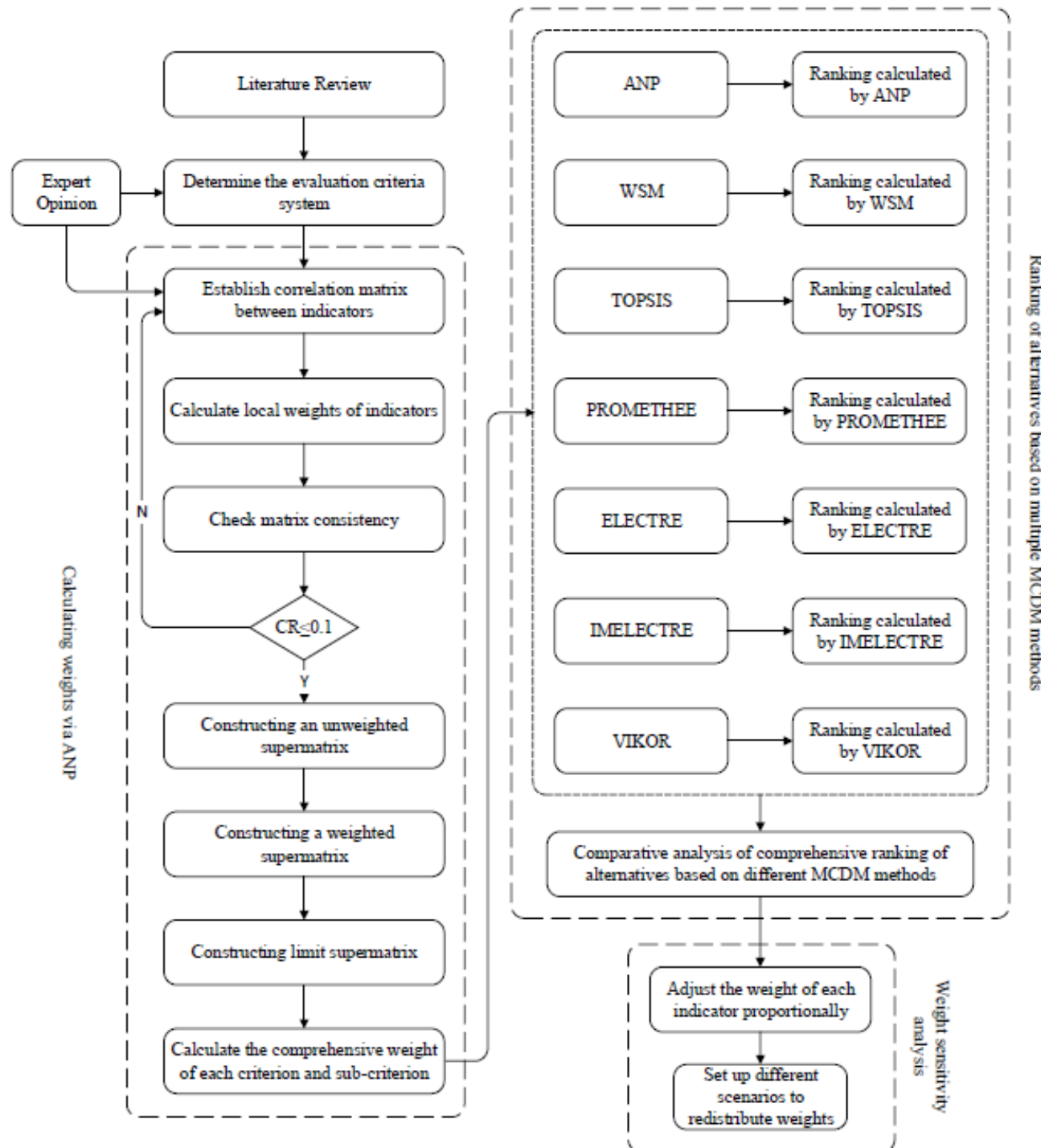


Resultados para un modelo de decisión de alto riesgo



Pozos Propuestos y rango de riesgo





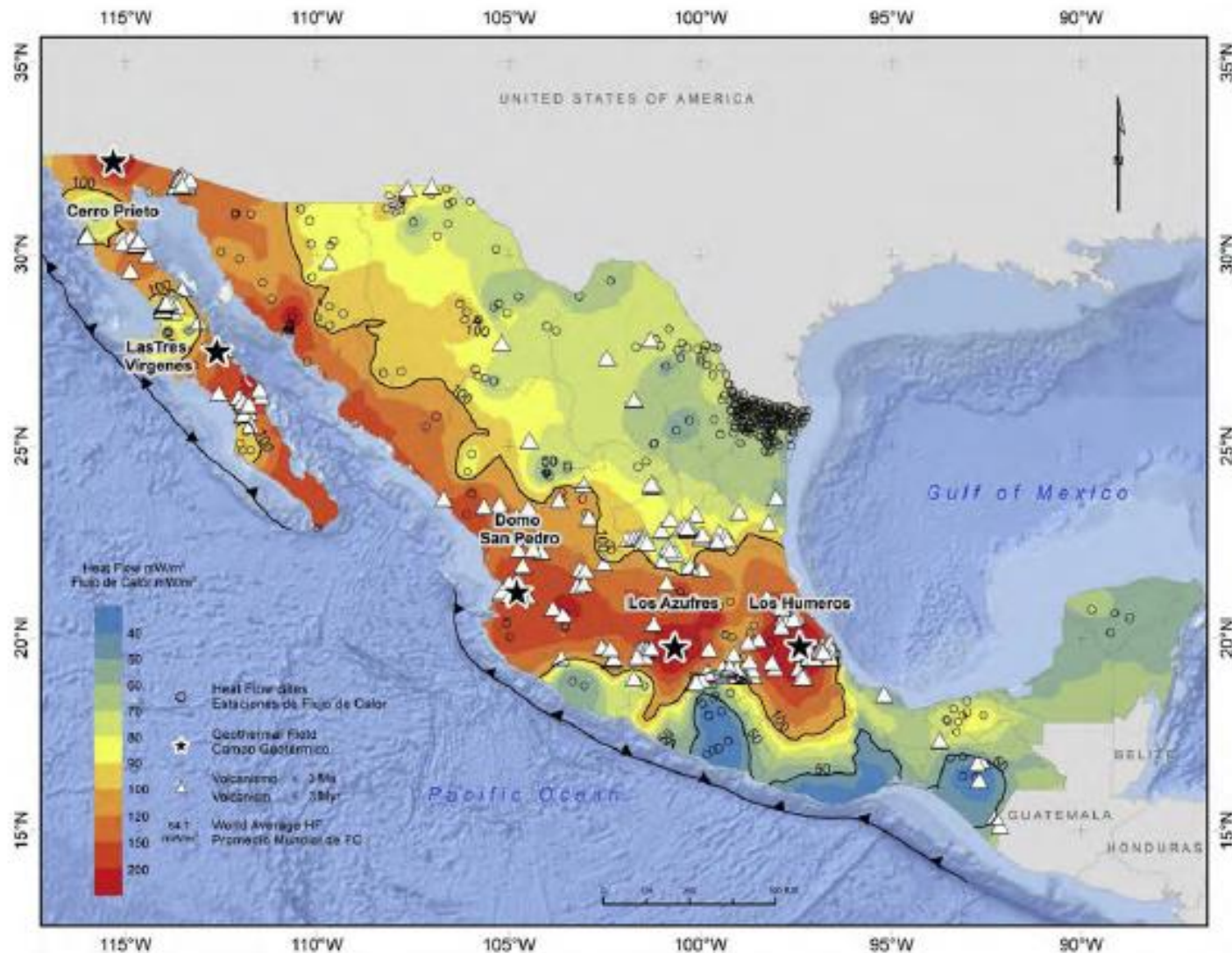
Utilización de sistemas multicriterio en evaluación de energías limpias

¿Cuáles son los criterios en la evaluación de energías limpias?

ANP weight

Dimension	Weight	Rank	Criteria	Weight	Rank
Energy	0.548	1	Energy efficiency	0.224	1
			Energy variability	0.178	2
			Resource potential	0.037	11
			Energy grid connection rate	0.109	4
Economic	0.223	2	Economic allocation	0.124	3
			Power generation cost	0.044	8
			Investment cost	0.055	6
			Technology maturity	0.070	5
Technology	0.111	3	Energy processing conversion efficiency	0.040	10
			CO2 emission	0.030	12
Environment	0.078	4	Ecosystem impact	0.048	7
			Employment	0.041	9
Social	0.041	5			

Mapa de Flujo de Calor de México



Expectativas de Producción en México para 2020

PROBADOS – 1,100 MWe

POSIBLES – 2,200 MWe

**RECURSOS PROBABLES EN
MÉXICO**

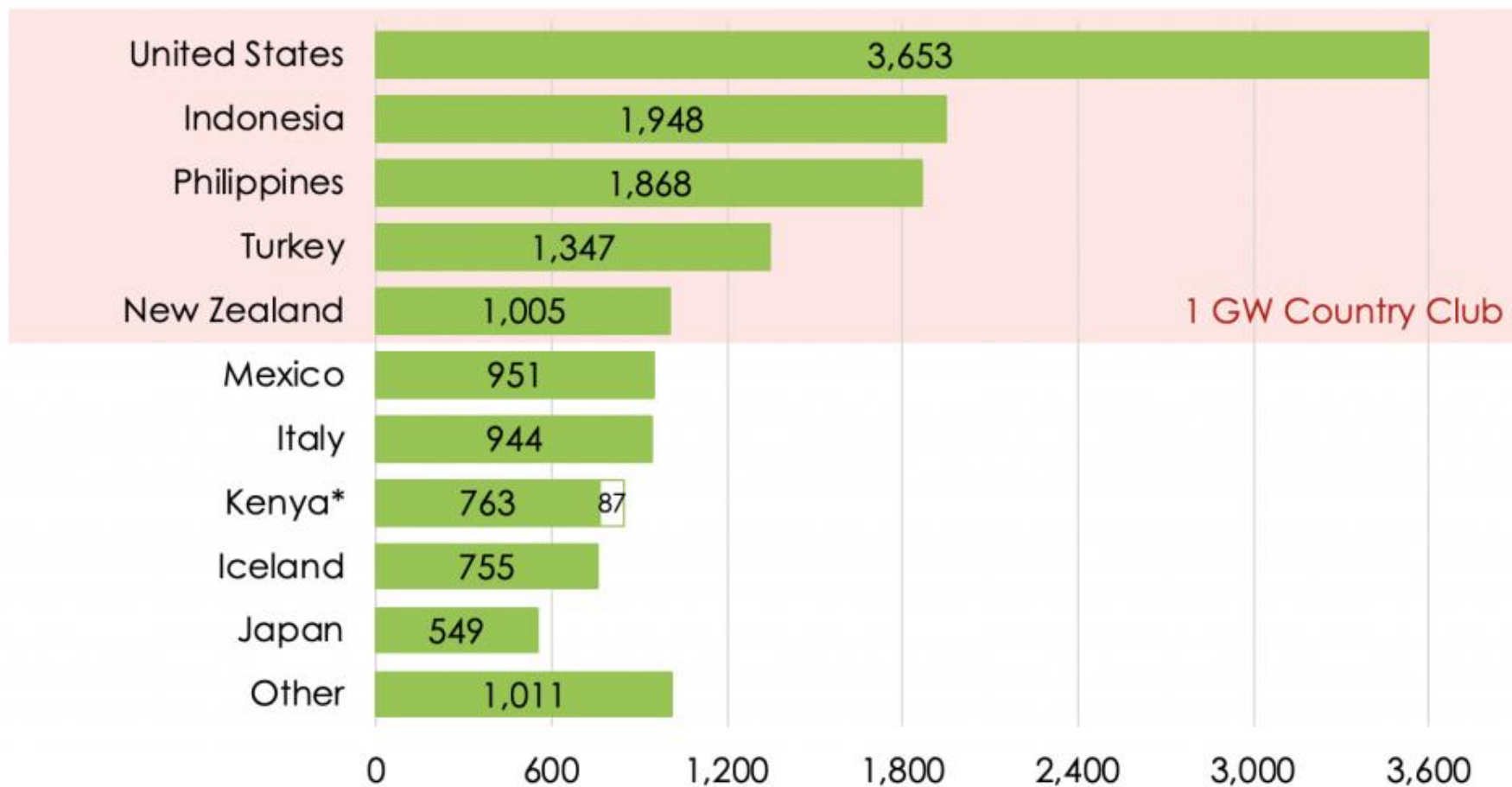
TOTAL – 10,000 MWe

Producción de energía geotérmica 1979-2019

País/(MW)	1979	1987	1995	2000	2005	2010	2013	2015	2017	2019
EUA	502	2212	2817	2228	2534	3098	3389	3450	3567	3653
México	75	655	753	755	953	958	775	869	926	951
Filipinas	4	894	1227	1909	1930	1904	1848	1870	1868	1868
Indonesia	---	87	310	590	797	1197	1341	1340	1699	1948
Islandia	64	39	50	170	202	575	664	665	665	755
Nueva Zelanda	203	263	286	437	435	762	842	1005	980	1005
Italia	421	504	632	785	791	843	875	916	944	944
Turquía	0.5	15	20.4	20.4	20.4	82	166.6	624	1005	1347
Kenya	---	15	45	45	127	167	248.5	600	676	763

TOP 10 GEOTHERMAL COUNTRIES

INSTALLED CAPACITY - MW (JULY 2019) – 14,900 MW IN TOTAL



* Kenya – Olkaria V Unit 1 online, Unit 2 in commissioning - Source: TGE Research (2019), GEA (2016), IGA (2015)

Top 10 Geothermal Countries 2019

Installed Capacity in MWe
Year-End 2019

Total 15,406 MW

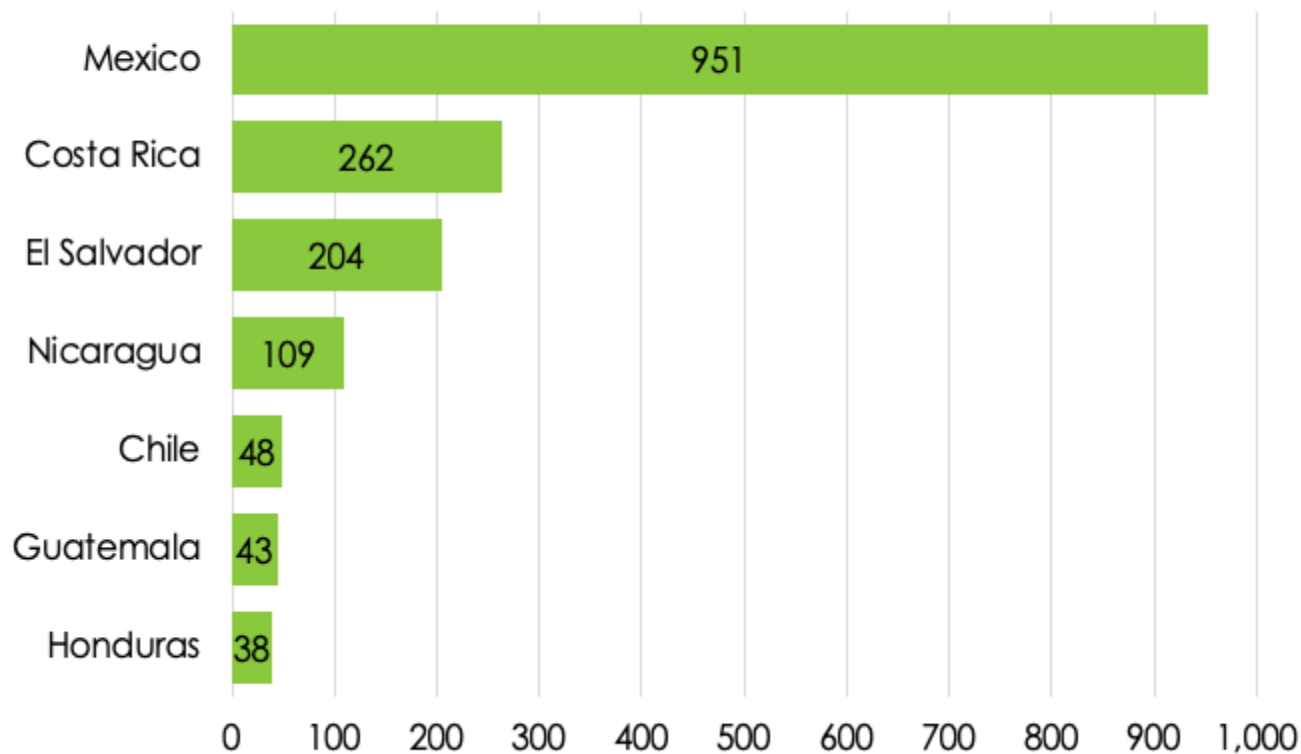


**THINK
GEOENERGY**

Source: ThinkGeoEnergy Research (2020)

GEOTHERMAL POWER – LATIN AMERICA & CARIBBEAN

INSTALLED CAPACITY - MW (JULY 2019) – 1,655 MW IN TOTAL



Source: TGE Research (2019), GEA (2016), IGA (2015)

PREGUNTA:
**¿Considera que México invertirá
más en la geotermia en un lapso
de 5 años?**

With the current lack of any support by the government to push geothermal development in Mexico, development is on hold and the country resulting in lack of investments not only in development but also maintaining operating plants (2 Septiembre 2019)

File Edit View History Bookmarks Tools Help

Inbox (7) Traducto Google (8) [Facultad] ¿Las ene Lotfi A. Z Submissi Correo: (15) Rese Rosa Ma (42) Ang Plate Tec (15) PDF The s X

www.thinkgeoenergy.com/the-sad-state-of-affairs-for-g Search

The sad state of affairs for geothermal energy development in Mexico



Cerro Prieto, geothermal power plant complex, Baja California, Mexico (source: flickr/ BajaAerial)

Subscribe

 The Global Geothermal Power Plant Map

Go to Map

Unable to connect

Firefox can't establish a connection to the server at ads.thinkgeoenergy.com.

- The site could be temporarily unavailable or too busy. Try again in a few moments.
- If you are unable to load any pages,

ads.thinkgeoenergy.com/delivery/ck.php?oaparams=2__bannerid=100__zoneid=12__cb=4583f33495__oadead=https://www.erdwerk.com/

¿Qué planes tiene CFE para Cerro Prieto (el tercer campo geotérmico más grande del mundo)? CFE planea construir una **planta solar PV** con capacidad de **350 MW** en el campo geotérmico de Cerro Prieto (5 Agosto 2020). Ocupará 1,081 hectáreas y necesitará una inversión de \$340 millones de dólares



Se ha abandonado el Desarrollo de las Energías Renovables

Prohibiciones a la Energía más limpia y más económica.

“La CFE tiene que parar máquinas y equipos de generación para darle entrada [a la red de transmisión] a los privados que generan energía limpia y más económica, lo que es una desventaja para la empresa del estado, que es la que nos garantiza el servicio en este país”

Rocío Nahle, Secretaria de Energía

PREGUNTA:

¿Cree usted que la geotermia llegará a hacer un potencial en el desarrollo de la economía en México? Y que está al igual que la energía eólica, solar, entre otras, puedan emplearse en México, para que este sea un país limpio en materia de energías limpias?

PREGUNTA:

¿Debido a la preferencia del gobierno en curso sobre las energías no renovables, ¿Qué tanto nos estamos atrasando en el desarrollo de la explotación de Geotermia como fuente de energía respecto al mundo?

PREGUNTA:
**¿En qué aspectos se modificaron
las leyes con respecto a la
Geotermia en México, escuché que
cambiarían en este sexenio, es
cierto?**

PREGUNTA:
**¿Cual es el futuro que se espera
para las empresas dedicadas a la
geotermia en México?**

PREGUNTA:
**¿Que obstáculos habría al querer
sustituir los medios actuales para
la obtención de energía, por la
geotermia?**

La **Comisión Federal de Electricidad (CFE)** canceló una **licitación internacional** para construir a partir del 2021 la ampliación de la central geotérmica de **Chignautla, Puebla**, en la zona limítrofe con **Perote, Veracruz**. El proyecto forma parte del Plan de Expansión 2019 de la paraestatal que contempla una **inversión total por 95.4 millones de dólares**.

La obra identificada como Geotermoeléctrica Los Humeros III Fase B detalla que en los **Proyectos de Inversión de Infraestructura Productiva con Registro Diferido en el Gasto Público (PIDIREGAS)**, el **desarrollador financia el proyecto** durante la construcción y al término de la obra, una vez que los activos del proyecto están en condiciones de operar, la **CFE paga** de manera diferida conforme lo establezca el contrato.

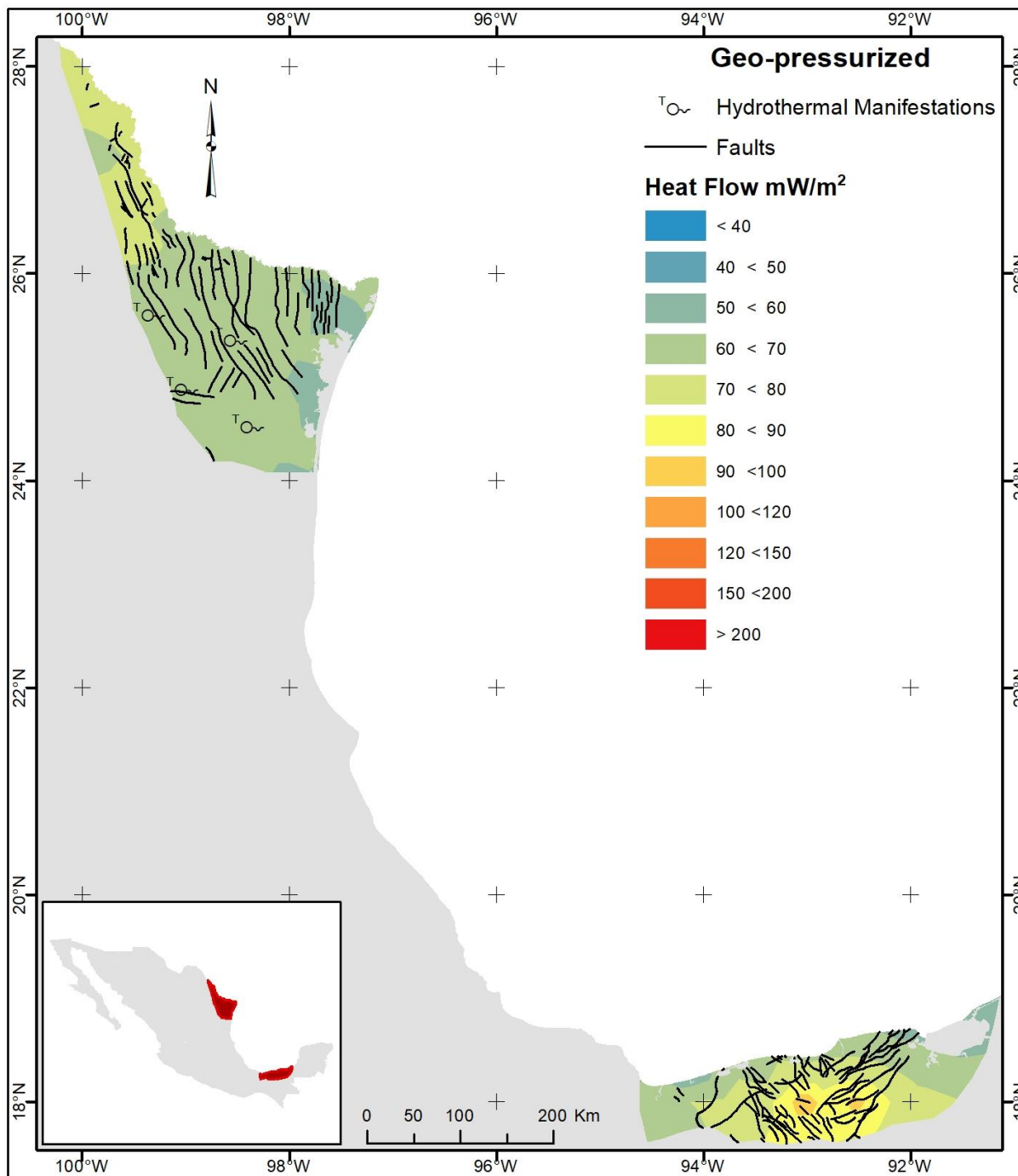
¿Actualmente cuál es el mayor obstáculo que limita a las energías limpias y qué se propone para remediarlo?

LA IGNORANCIA – MÁS DIFUSIÓN DE LOS RECURSOS DE MÉXICO

EL RIESGO EN LA INVERSIÓN – FALTA DE CONFIANZA DE LOS INVERSIONISTAS

EL MAYOR COSTO DE LA EXPLOTACIÓN GEOTÉRMICA ES LA PERFORACIÓN:

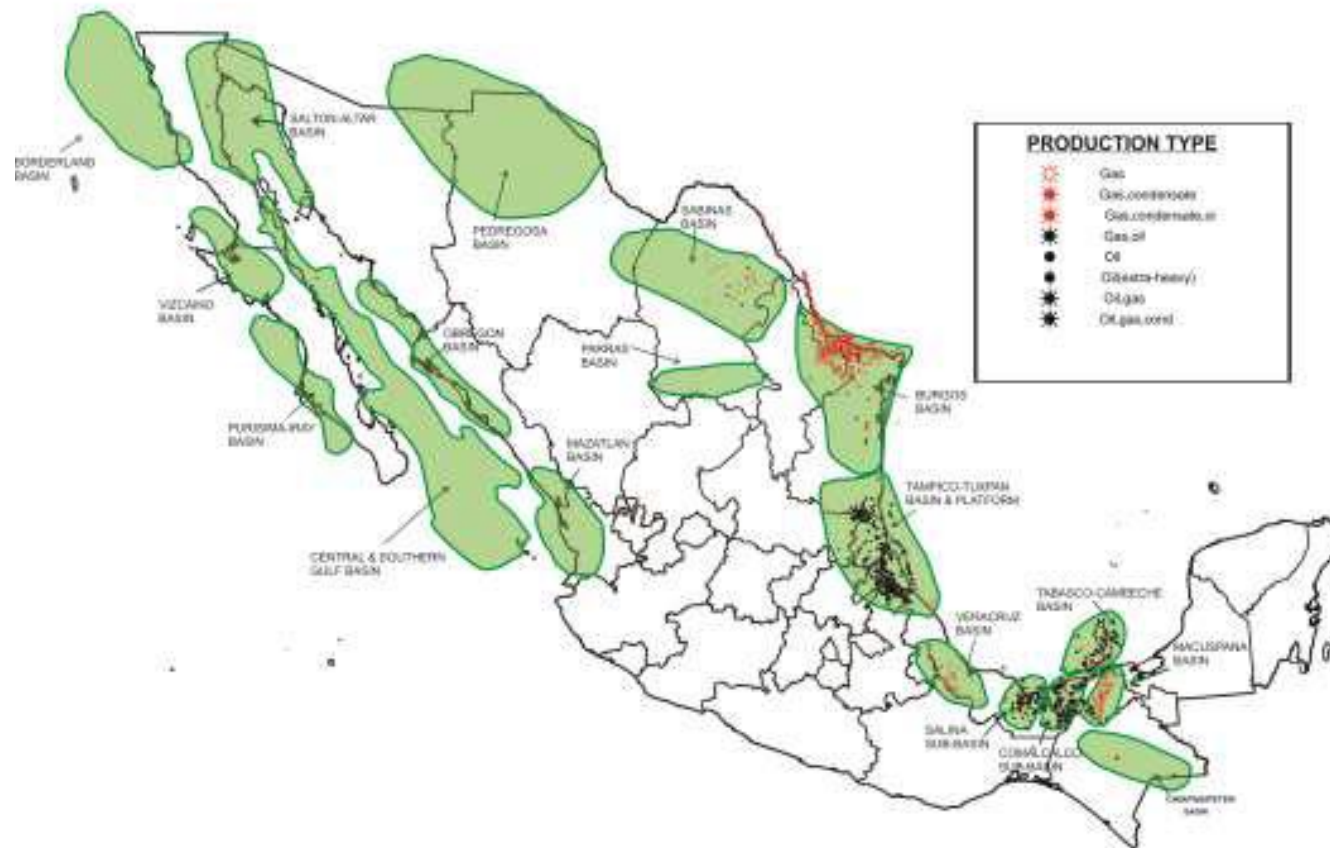
**¿CÓMO HACER PARA QUE LA
PERFORACIÓN SEA GRATIS?**



Recursos
Geotérmicos
en provincias
petroleras
que tienen
pozos
abandonados.

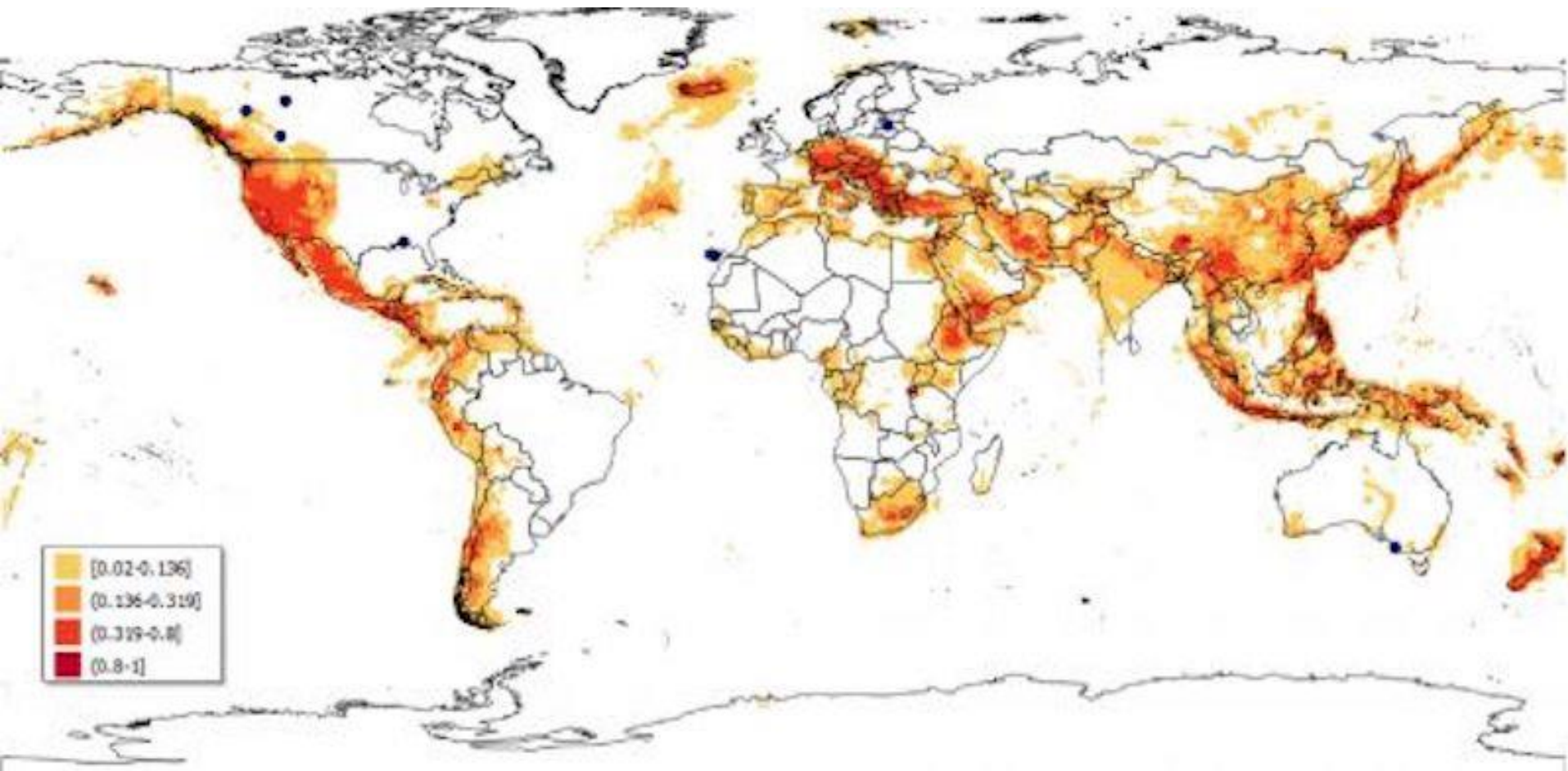
Hay pozos de
petróleo con
temperaturas
mayores a
170° C

Provincias Petroleras y pozos perforados. En Burgos hay 7,754 pozos, con solo 4,273 en operación



(<http://www.thomasldavisgeologist.com/resources/Mexico.pdf>)

Global map to identify areas suitable for geothermal power plants



PROSPECTIVA 2015- 2029

CENTRALES GEOTÉRMICAS

CAPACIDAD ACTUAL

CAPACIDAD ADICIONAL 2015-2029



- CAPACIDAD INSTALADA: 813 MW (1.2% DEL TOTAL)
- GENERACIÓN: 6,000 GWh (2.0% DEL TOTAL NACIONAL)
- 7 CENTRALES ELÉCTRICAS EN OPERACIÓN

- 1,617.6 CAPACIDAD ADICIONAL: MW (2.7% DEL TOTAL)
- 29 CENTRALES ELÉCTRICAS

PREGUNTA: ¿QUÉ HACE MÉXICO CON SU RIQUEZA DE ENERGÍAS LIMPIAS?

Fuentes de energía renovables

Solar



Eólica



Maremotriz



Hidráulica



Biomasa

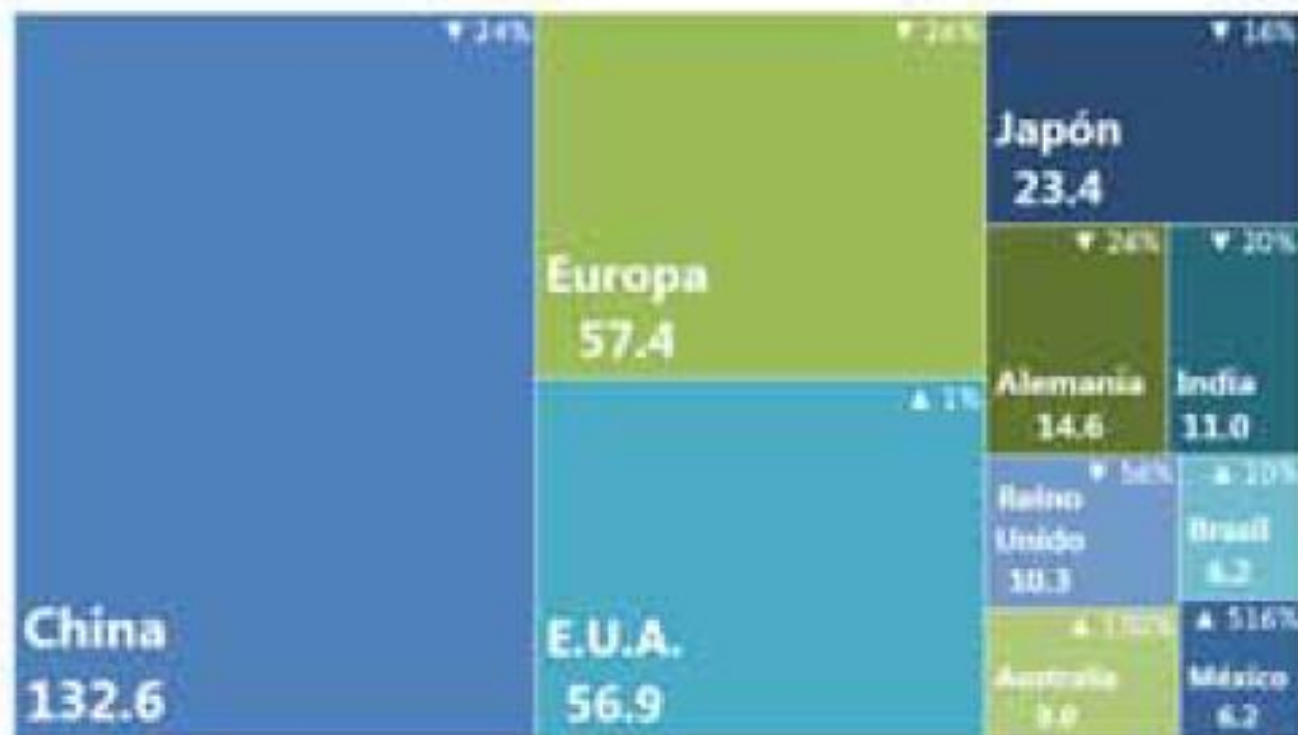


Geotérmica



GRÁFICO 1.3.6. PAÍSES CON MAYOR INVERSIÓN EN ENERGÍAS LIMPIAS EN 2017

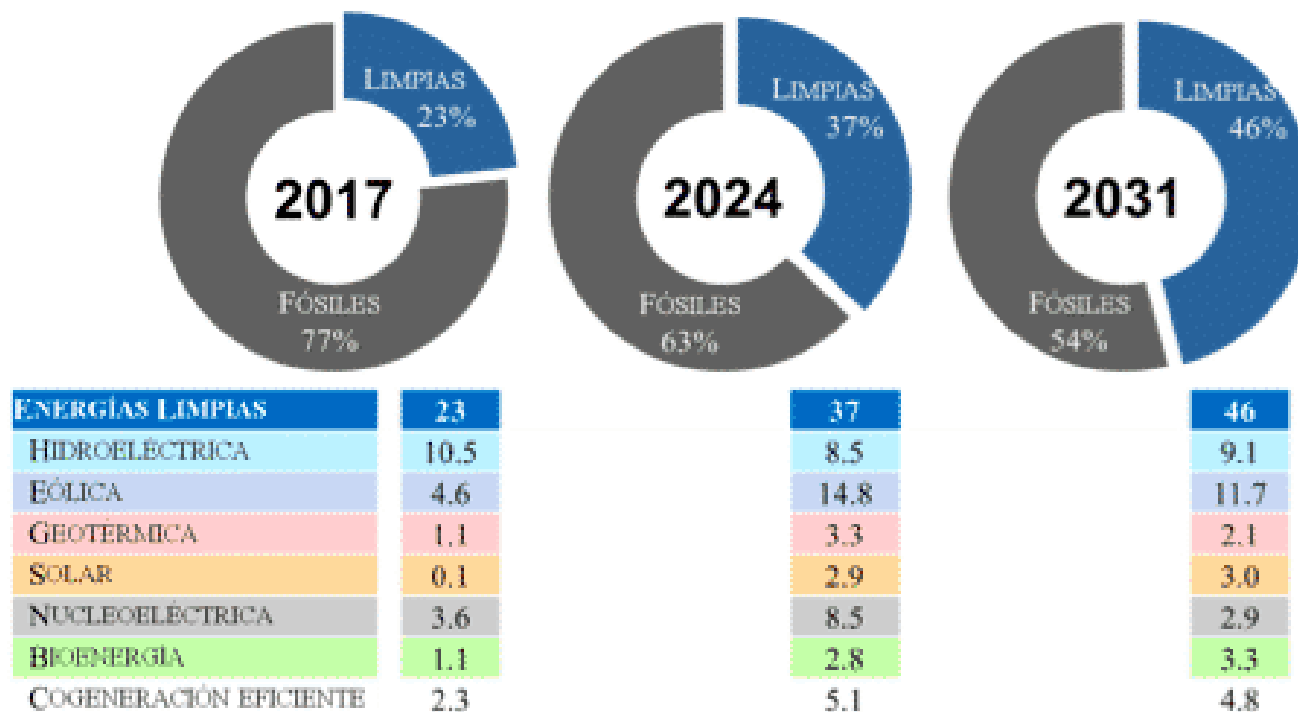
(Miles de millones de dólares)



Fuente: Elaborado por la SENER con datos de Bloomberg New Energy Finance. ▲ Incremento ▼ Decremento respecto al 2016.

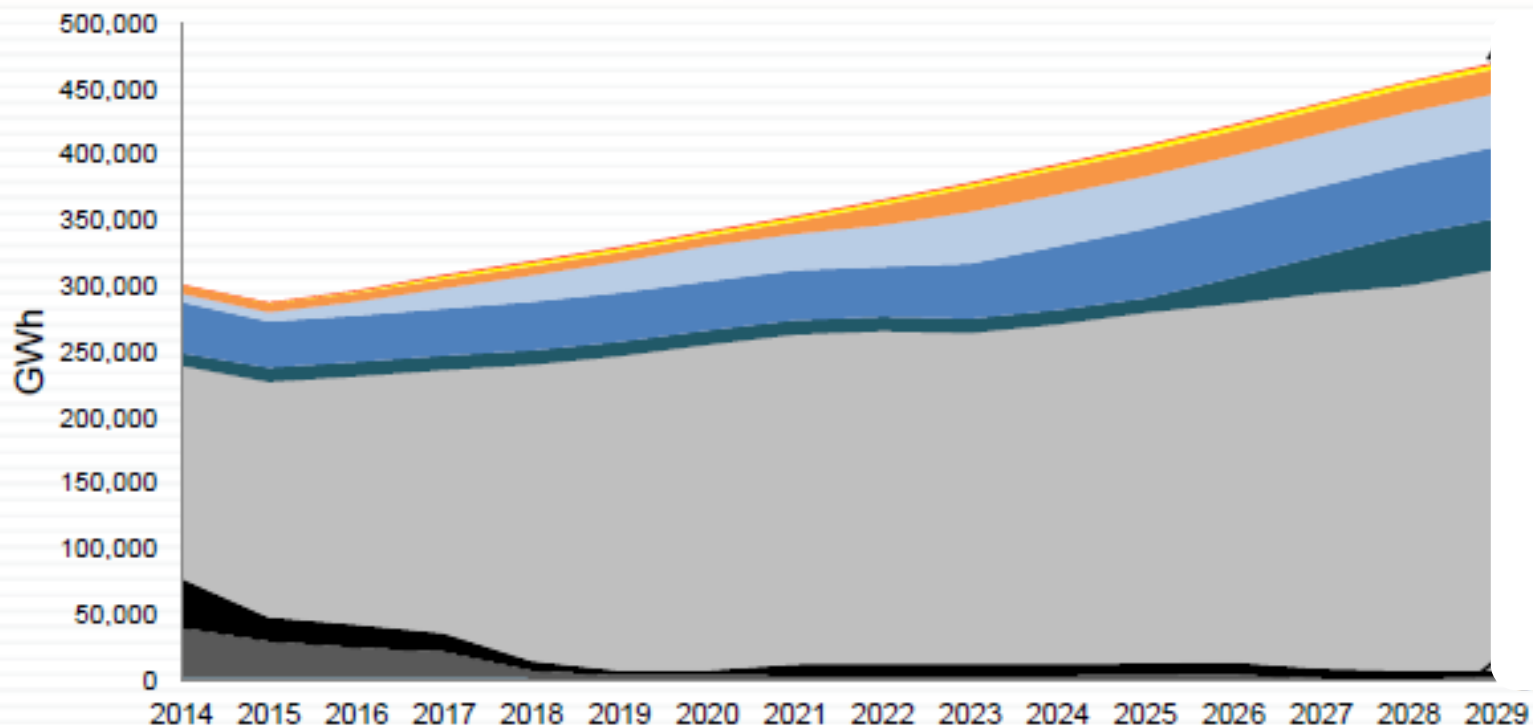
Planes en 2017 de la matriz energética en México

Evolución de las energías limpias en la matriz energética (Participación porcentual en la generación de energía eléctrica)



Fuente: PRODESEN

Generación total 2014-2029



Biocombustible



Eólica



Gas natural



Solar



Hidro



Carbón



Geotermia

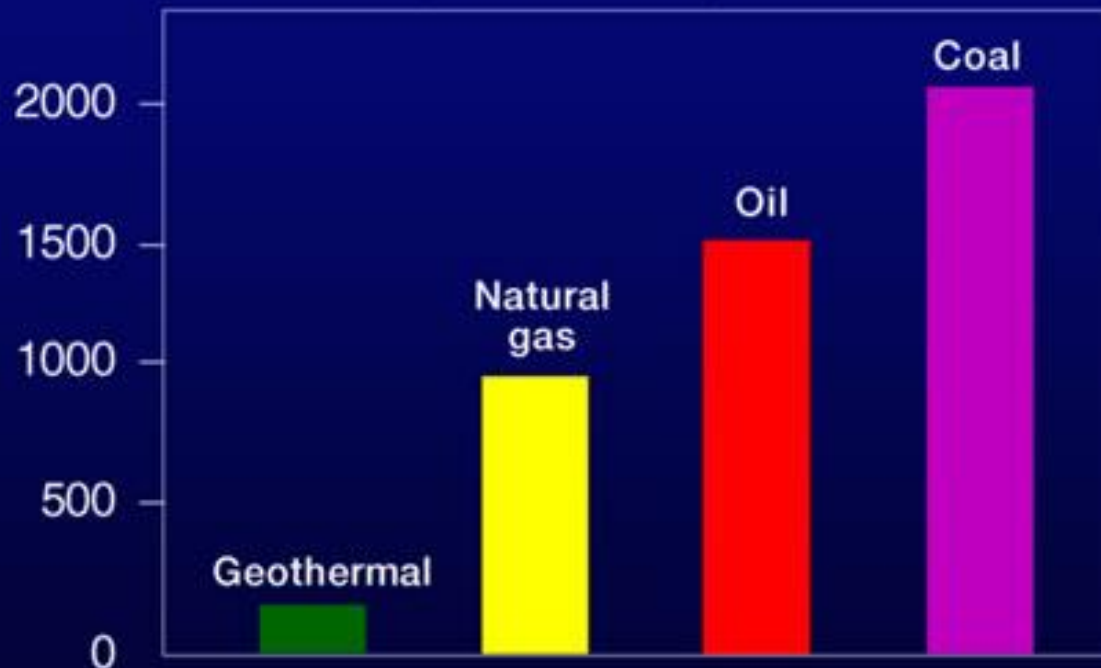


Uranio



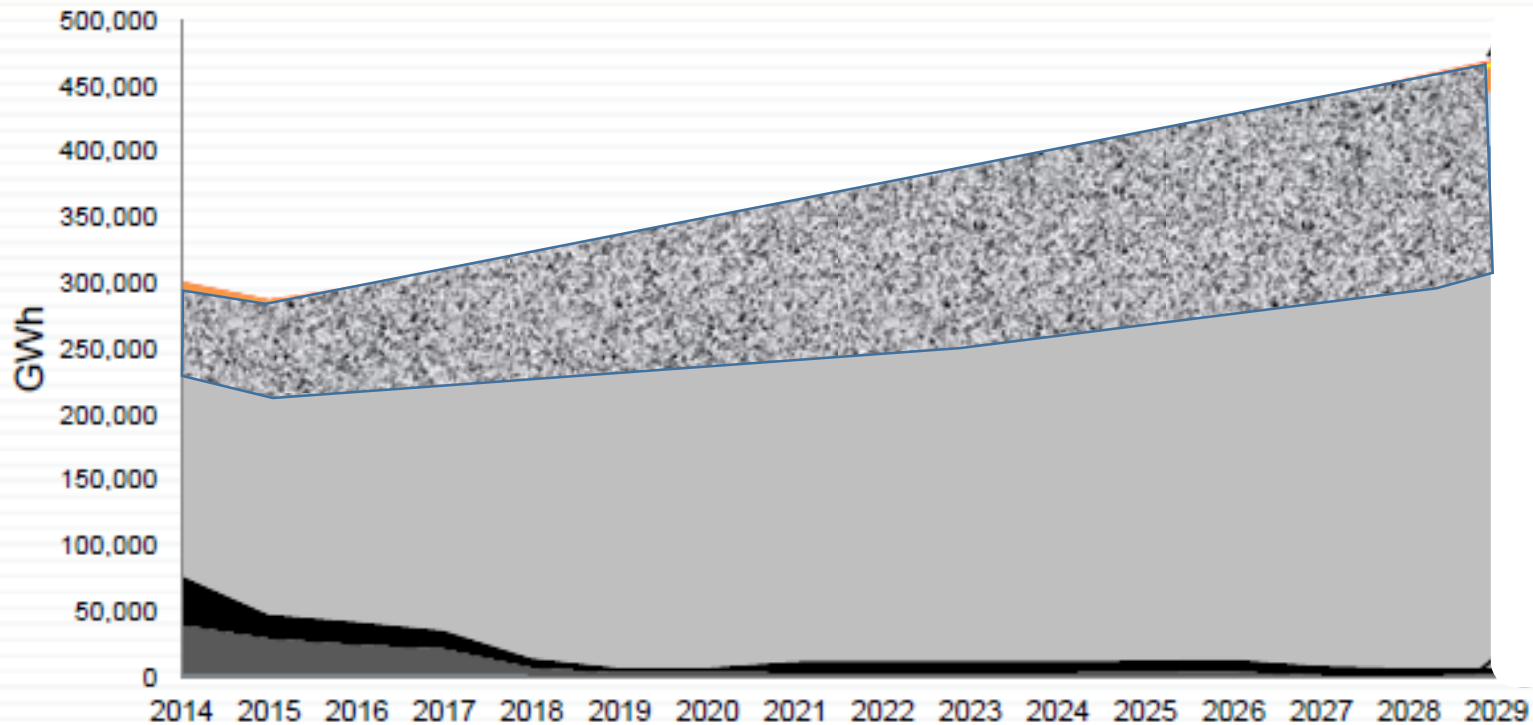
Diesel

CO₂ Emissions Comparison (lbs/MW-hr)



Source EIA 1998; Bloomfield and Moore 1999

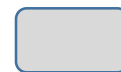
Generación total 2019-2024



Biocombustible



Eólica



Gas natural



Solar



Hidro



Carbón!!!!



Geotermia



Uranio



Diesel/Combustóleo

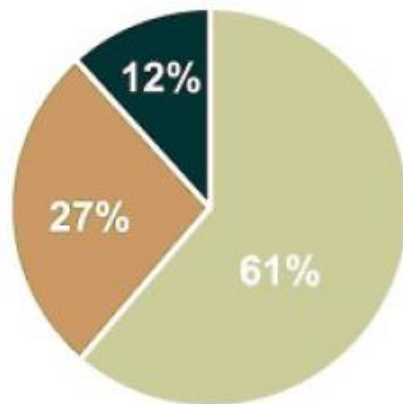
**El cambio climático global ha sido
causado por el uso desmedido de
combustibles fósiles.**

**La solución pasa necesariamente
por la transición a **Energías Limpias****

Compromisos de México en el acuerdo de Paris:

- **Reducir emisiones de GEI en 30% en 2020 y 50% en 2050**
- **La generación de electricidad limpia debe ser por lo menos 35% en 2024.**

Generación de gases de efecto invernadero por producción de energía eléctrica



CFE

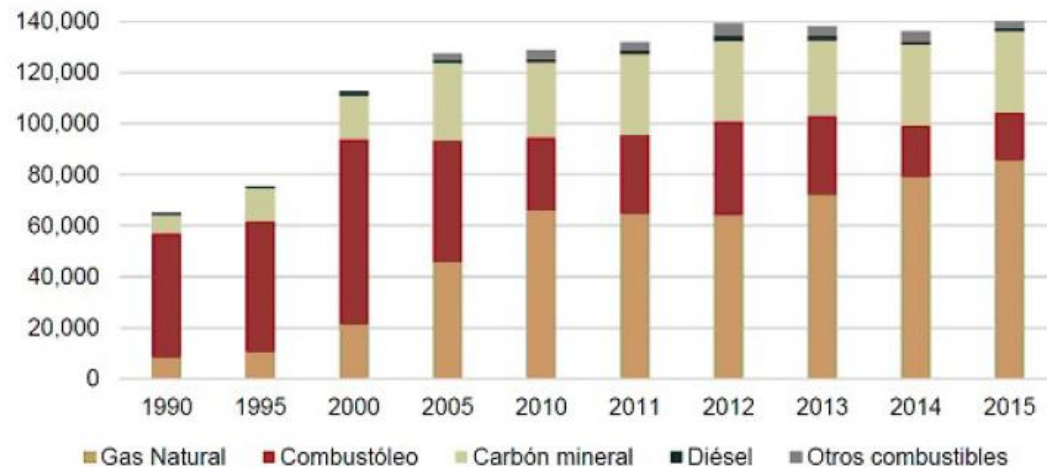
PIE

Centrales de autoabasto

25.3 de la producción

FIGURA 47. EMISIONES DE GEI POR TIPO DE COMBUSTIBLE PARA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN MÉXICO, 1990- 2015

(Gigagramos de CO2 equivalente)



**¿Cuáles son/serán las metas
primordiales para el sector
energético en México: **geotermia,**
energía solar, energía eólica,
hidrocarburos, carbón!!!!?
¿Cuáles deben ser?**

Se ha abandonado el Desarrollo de las Energías Renovables

Prohibiciones a la Energía más limpia y más económica.

“La CFE tiene que parar máquinas y equipos de generación para darle entrada [a la red de transmisión] a los privados que generan energía limpia y más económica, lo que es una desventaja para la empresa del estado, que es la que nos garantiza el servicio en este país”

Rocío Nahle, Secretaria de Energía

¿Cuál era en 2017 el esquema de producción?

En términos de las modalidades de generación vigentes, el 57.2% de la capacidad instalada corresponde a centrales eléctricas propiedad de CFE, 17.5% a centrales de Productores Independientes de Energía (PIE) y el 25.3% restante a capacidad que los particulares aportan bajo los esquemas de autoabastecimiento, cogeneración, pequeña producción, exportación, usos propios continuos, generador, centrales eléctricas para generación distribuida y los sistemas rurales no interconectados (en 2017).

PREGUNTA:

¿De qué manera se estima la rentabilidad de una nueva localidad que pueda ser explotada para fines geotérmicos?

PREGUNTA:
**¿Cuáles son los indicadores de
una buena fuente geotérmica y
cómo poder saber si será
económicamente favorable?**

EVALUACIÓN DE LA VIABILIDAD ECONÓMICA

- Actualmente se cuenta con programas basados en excel para la evaluación de la electricidad que se puede generar con el recurso geotérmico.
- Por ejemplo se tiene el programa GETEM del Departamento de Energía de los Estados Unidos que está disponible en la red.
- GETEM - Geothermal Electricity Technology Evaluation Model.
 - <http://energy.gov/eere/geothermal/downloads/getem-geothermal-electricity-technology-evaluation-model>

Costos de la electricidad limpia

Costos de generación de electricidad basada en energías renovables por tecnología e índices de aprendizaje en el escenario de nuevas políticas

	Costos de generación						Índice de aprendizaje (%)
	2010-2020 (US\$2009 por MWh)			2021-2035 (US\$2009 por MWh)			
	Min	Max	Prom.	Min	Max	Prom.	
Grandes hidro	51	137	94	52	136	95	1%
Pequeñas hidro	71	247	143	70	245	143	1%
Biomasa	119	148	131	112	142	126	5%
Eólica terrestre	63	126	85	57	88	65	7%
Eólica maina	78	141	101	59	94	74	9%
Geotermia	31	83	52	31	85	46	5%
Solar FV-gran escala	195	527	280	99	271	157	17%
Solar FV-edificios	273	681	406	132	356	217	17%
Plantas concentración solar	153	320	207	107	225	156	10%
Marina	235	325	281	139	254	187	14%

Fuente: *World Energy Outlook 2010*, IEA, 2010.

Figure 7: Capacity Factors of Conventional and Renewable Technologies¹²

Technology	Expected Capacity Factor (%)
Coal	71
Nuclear	90
Geothermal	86-95
Wind	25-40
Solar	24-33
Natural Gas Combustion Turbine	30-35
Hydropower	30-35
Biomass	83

Factor de carga = Energía producida / Potencial
instalado

Empleos Generados

100 MW



600 CONSTRUCCIÓN

Empleos Generados

100 MW



170

**empleos
DIRECTOS
fijos**

EL ALTO COSTO DE LA ELECTRICIDAD PRODUCIDA EN MÉXICO POR CFE

El precio de la energía eléctrica en México es altísimo: en términos nominales, es **73%** más alto que en Estados Unidos. Los ciudadanos no se percatan de ello porque **95 %** de los hogares obtienen un **subsidio** eléctrico que cubre hasta **90 % de su recibo**. Incluso después del subsidio y ajustando por poder adquisitivo, la energía eléctrica en México sigue siendo **25 % más alta que en Estados Unidos** – que cuenta con mercados modernos y competitivos. Y el dinero no crece en árboles.

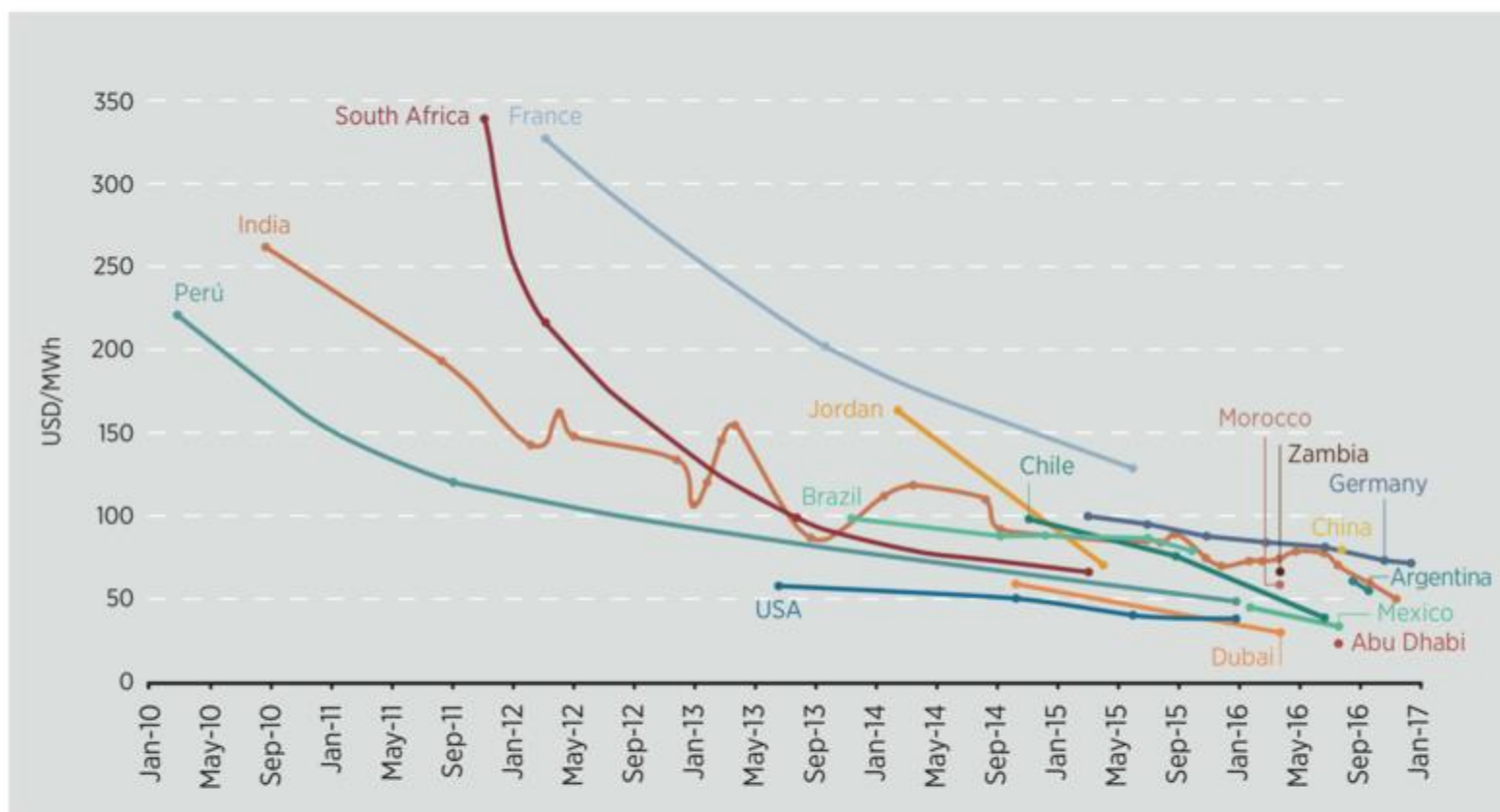
México gasta 0.75 % de su PIB subsidiando tarifas eléctricas.

**¿Por qué no se desarrollan las energías renovables?
¿Es cierto que son muy caras?**

En 2018 se produjo un punto de inflexión: por primera vez, construir una planta de generación de energía solar fue más barato que desarrollar una basada en combustibles fósiles de potencia equivalente o incluso que mantener una ya existente.

COSTO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES

Figure 2.3 Evolution of average auction prices for solar PV, January 2010-February 2017



Notes: Prices are averages. On the rare occasion when multiple auctions occurred within the same month, the average price of those auctions is shown. In case of ambiguity regarding the auction's date, the date when the winning bids were selected and announced was taken as the main reference.

Sources: Based on data from BNEF (2016 a, b, c), ANEEL (2016), BnetzA (2017a), Bridge to India (2017a), Coordinador Eléctrico Nacional (2016), Eberhard and Käberger (2016), Elizondo-Azuela, Barroso et al. (2014), IFC (2016), Mahapatra (2016 a, b), MINEM (2016a, b), MNRE (2010), MNRE (2012), Ola (2016), Osinergmin (2016), Santiago and Sinclair (2017a, b), Shahan (2016).

- **Ciclo combinado (gas) - \$56.4 / MWh**
 - **Ciclo combinado *Avanzado* (gas) - \$55.8 / MWh**
 - **Eólica (en continente) - \$50.9 / MWh**
 - **Solar (PV) - \$58.2 / MWh**
 - **Geotermia - \$46.2 / MWh**
-
- **Pero si se le incluye el costo de captura de CO2 para disminuir el daño ambiental y equipararlas a viento y solar:**
-
- **Ciclo combinado *avanzado* (gas) con CCS - \$84.8 / MWh (puede llegar a \$150-\$180)**
 - **Carbón con CCS - \$139.5 / MWh**
-
- **Esto hace a las renovables \$26.6 a \$93.3 / MWh más baratas, ADEMÁS, la captura permite que el 70% del CO2 escape a la atmósfera, solo captura el 30%**

- Las subastas están suspendidas, pero:

En la Primera Subasta Eléctrica (2015) se adquirieron 2,085 MW y los precios en promedio fueron 47.78 dólares por MWh

- Solar 45.15
- Viento 55.39

En la Segunda Subasta Eléctrica (2016) se adquirieron 2, 871 MW y los precios (USD/MWh) fueron:

- Solar 31.9
- Viento 35.8
- Geotermia 37.3

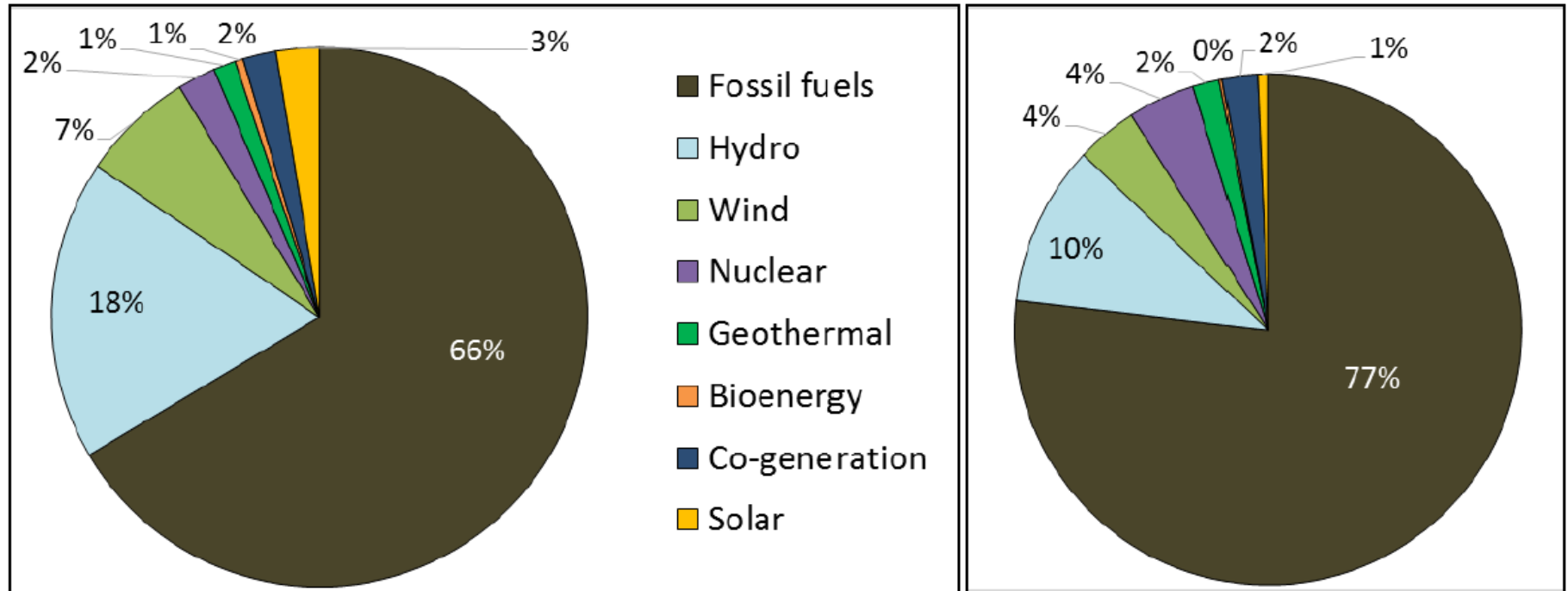
En la Tercera Subasta Eléctrica (2017) se adquirieron 2,562 MW y los precios en promedio fueron 20.57 dólares por MWh (un mínimo de \$17.70 dólares)

- Solar 21.83
- Viento 19.0



PREGUNTA:
**¿Cuál es el impacto de la
Geotermia, actualmente, en
México?**

Capacidad instalada y electricidad generada por tipo de fuente en México



CAPACIDAD INSTALADA DE ENERGÍA GEOTÉRMICA EN MÉXICO 2016

Field	Capacity (MW)		Owner / Operator	Wells in operation	
	Installed	In operation		Production	Injection
Cerro Prieto, BC	570.0	570.0	CFE Generación VI	150	30
Los Azufres, Mich.	247.8	224.8		44	6
Los Humeros, Pue.	93.6	68.6		23	3
Las Tres Vírgenes, BCS	10.0	10.0		3	2
Domo San Pedro, Nay.	35.5	25.5	Grupo Dragón	4	3
Total	956.9	898.9		224	44

En Cerro Prieto se tienen 3.8 MW por pozo

En Azufres se tienen 5.1 MW por pozo

En Humeros se tienen 3 MW por pozo

En Las Tres Vírgenes se tienen 3.3 MW por pozo

En Domo San Pedro se tienen 6.4 MW por pozo (8.9 MW/pp)

PREGUNTA:

¿La energía geotérmica es una fuente de energía continua y que puede producir mucha energía a gran escala, pero es posible aprovechar a escala doméstica la energía geotérmica, y es viable tanto económica como tecnológicamente?

Utilización de Energía Geotérmica

- Balneología
- Calefacción
- Agricultura y Acuicultura
- Procesos industriales: papel, textiles, enlatado de alimentos, etc
- Extracción de sustancias útiles: LITIO, sales, tierras diatomáceas, boro, etc.

Balneología



Balneología



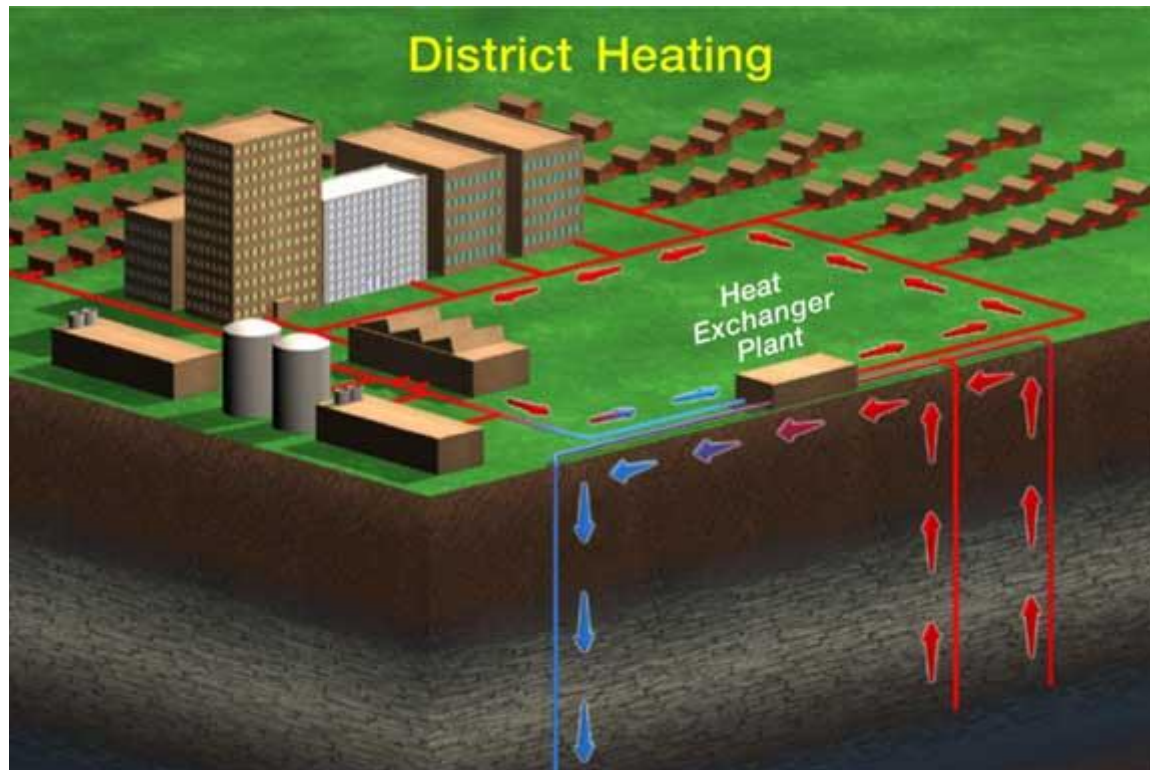
Cocinar



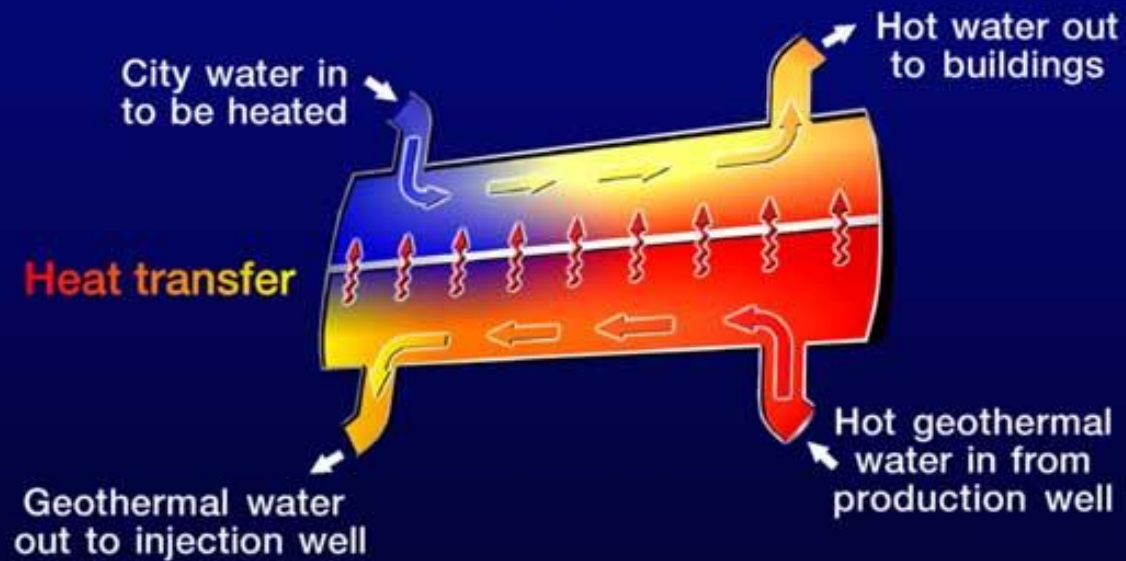
Calefacción

- Existe evidencia de que en Pompeya tenían calefacción geotérmica y en Francia se tiene información de la utilización de geotermia para calefacción desde hace más de 600 años
- Actualmente se tienen sistemas de calefacción geotérmica en: Islandia, Nueva Zelanda, Francia, Hungría, Polonia, Turquía, Japón y Estados Unidos

Calefacción



District Heating Heat Exchanger

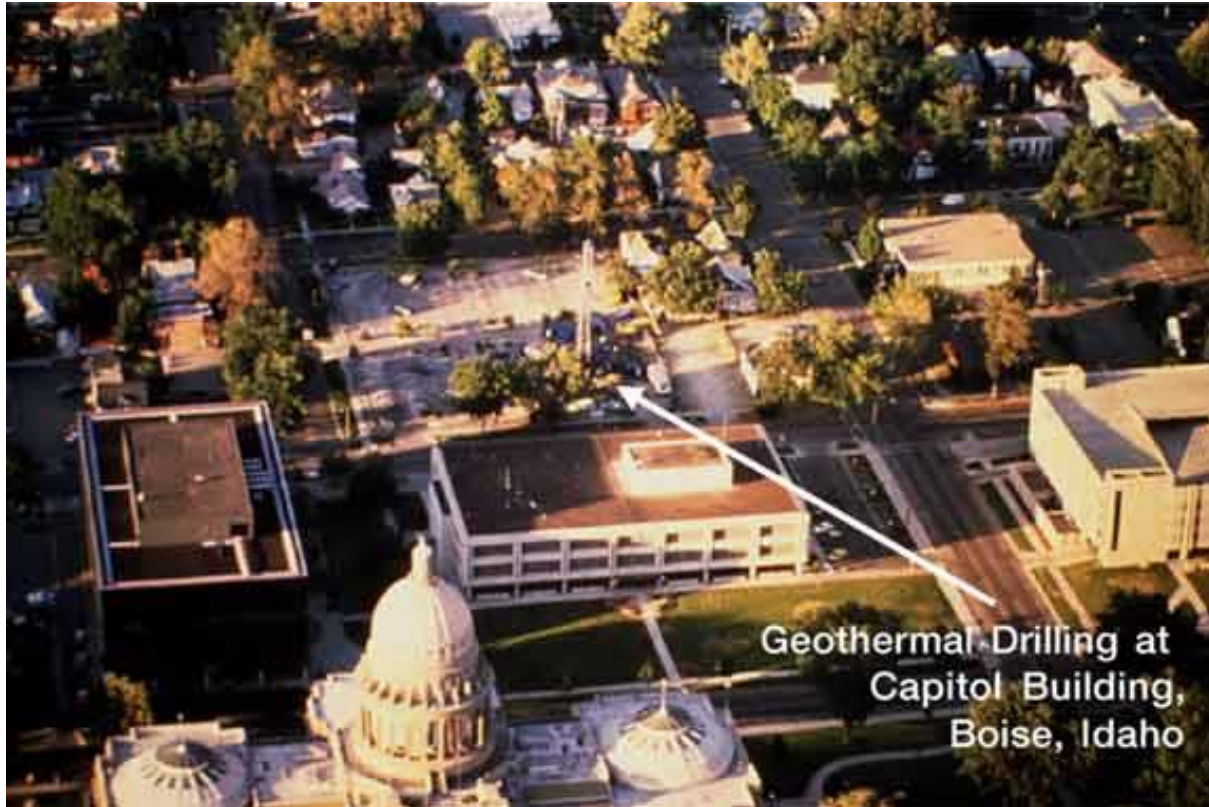


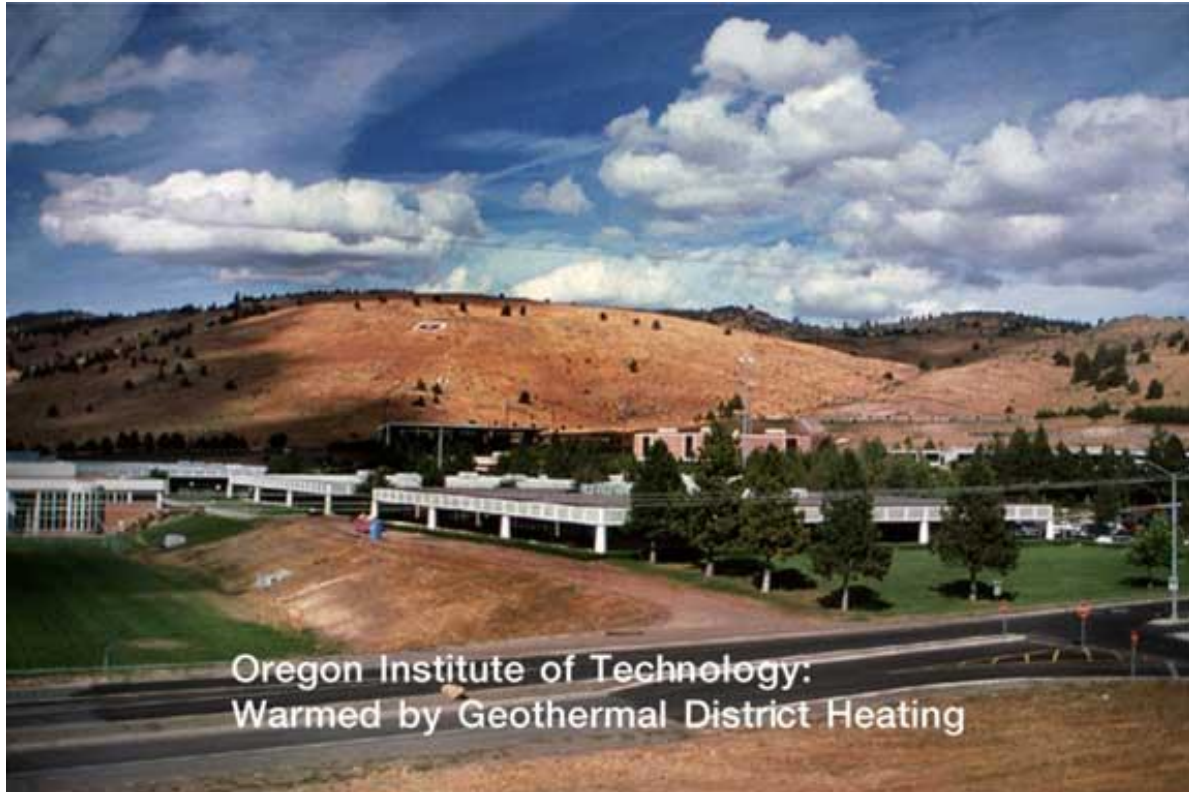


Reykjavik Using Fossil Fuels



Reykjavik Using Geothermal



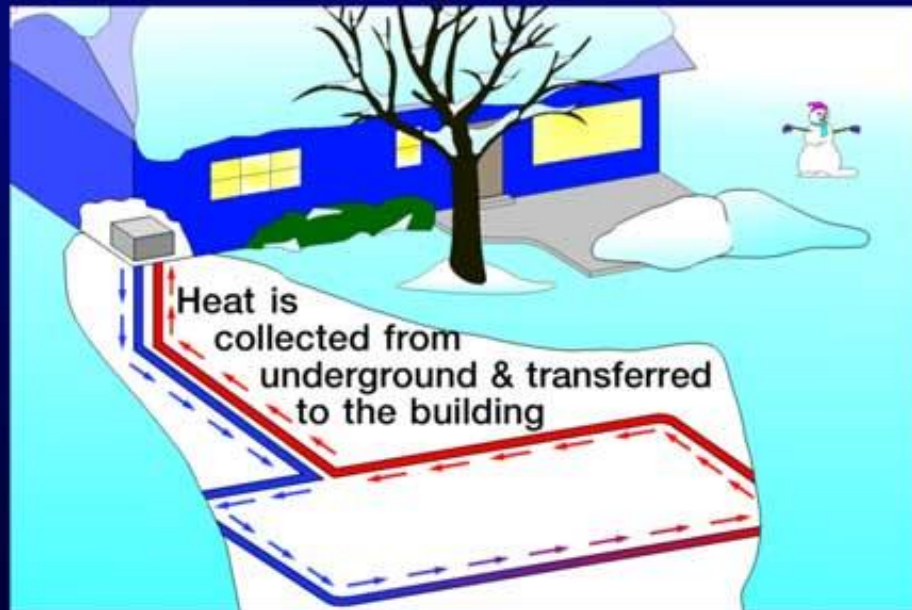


Oregon Institute of Technology:
Warmed by Geothermal District Heating

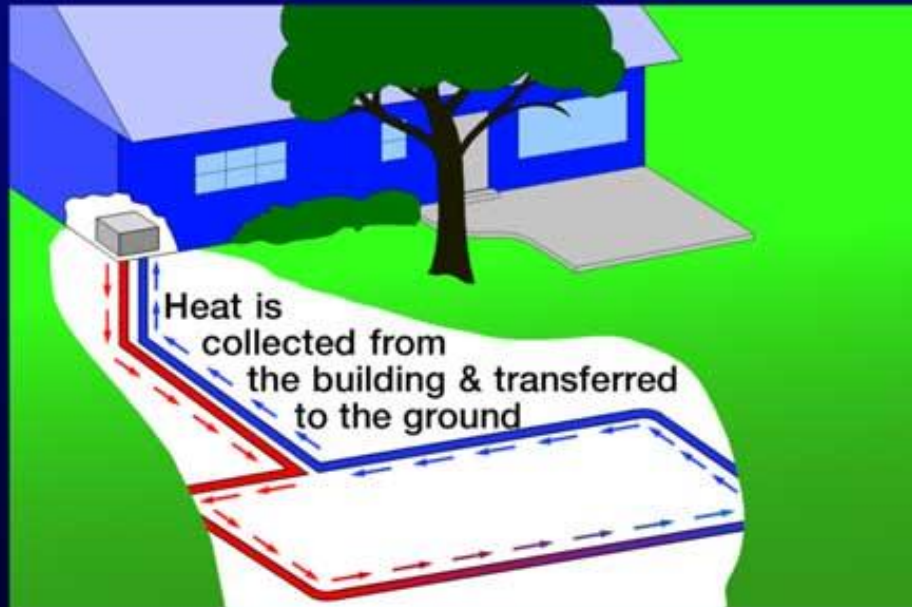
Bombas de calor (Heat pumps)

- Climatización de edificios aprovechando las propiedades de difusividad térmica de la Tierra en ausencia de un yacimiento geotérmico.
- Pueden utilizarse en todas partes, tienen un alta relación beneficio/costo, son amigables con el medio ambiente y disminuyen el uso de combustibles fósiles

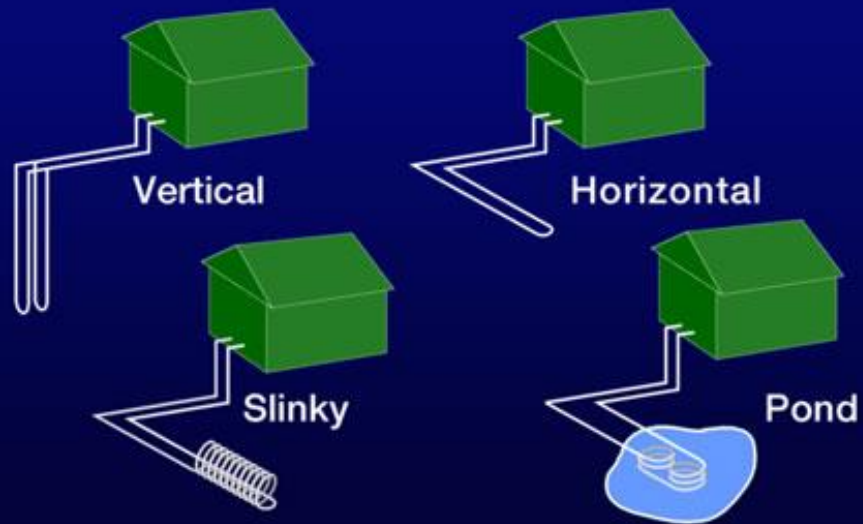
Heat Pump in Winter



Heat Pump in Summer



Heat Pump Ground Loops



Invernaderos



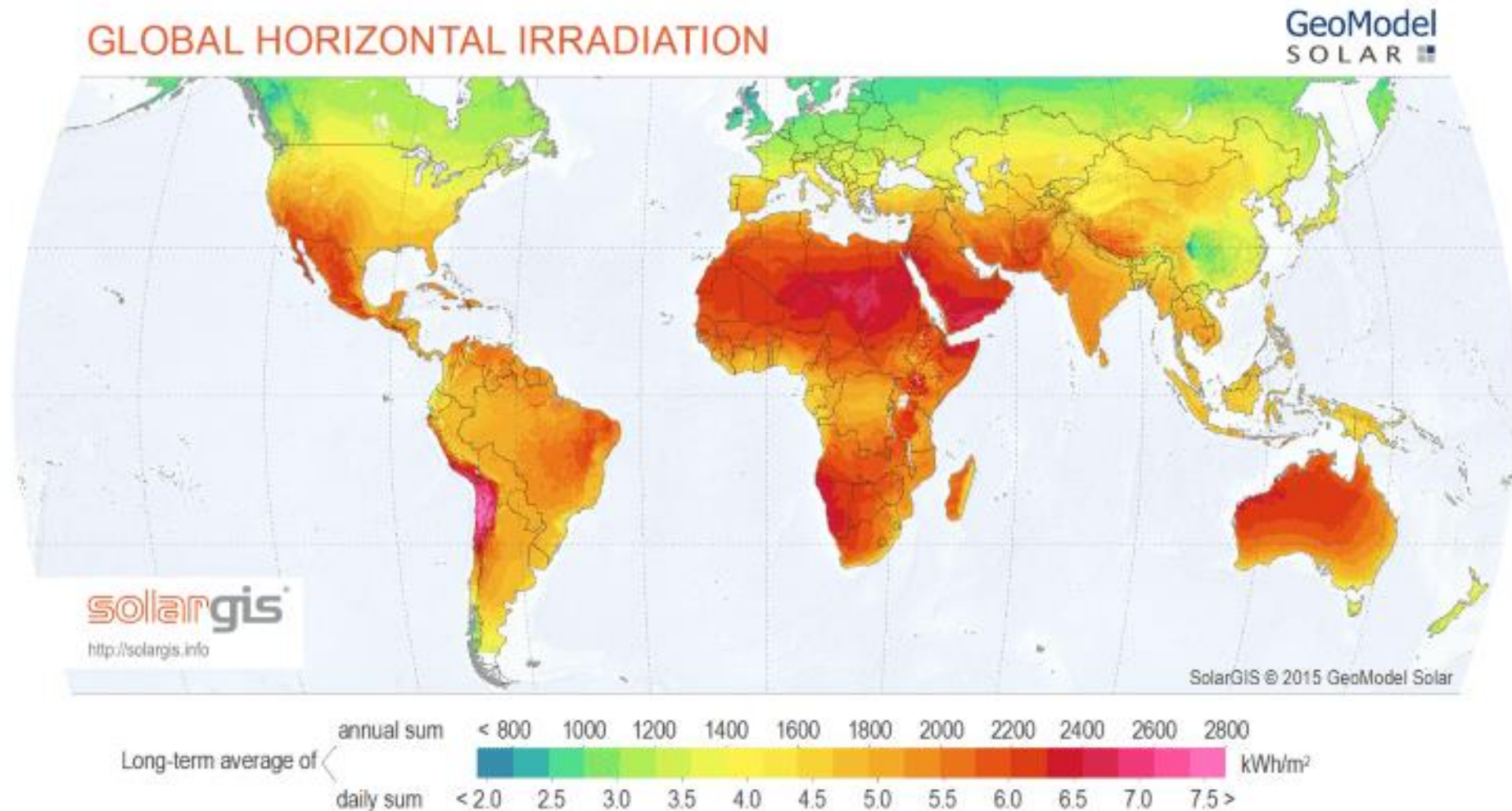
Acuacultura



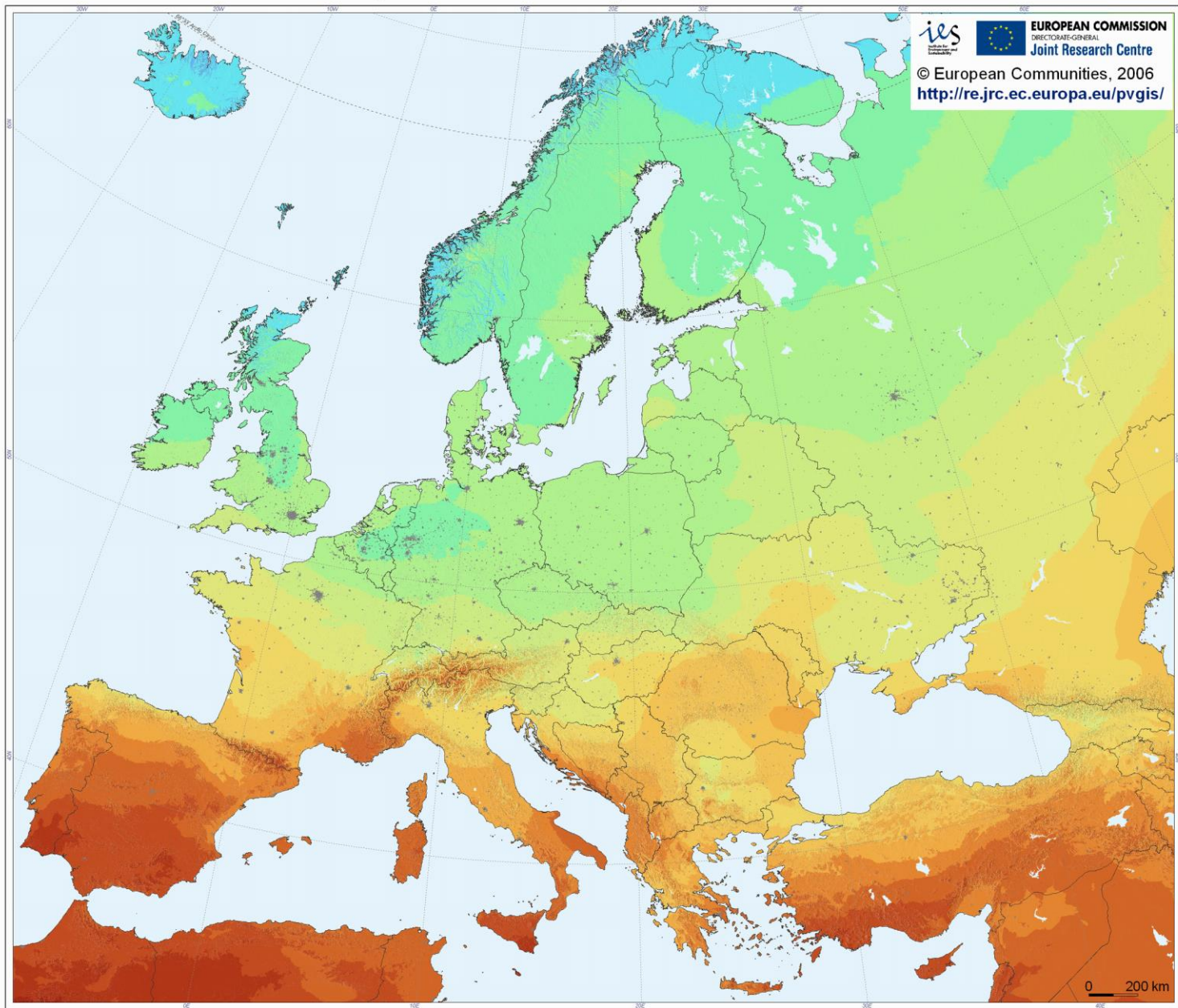


ENERGÍA SOLAR

Mapa mundial de irradiación solar



Photovoltaic Solar Electricity Potential in European Countries



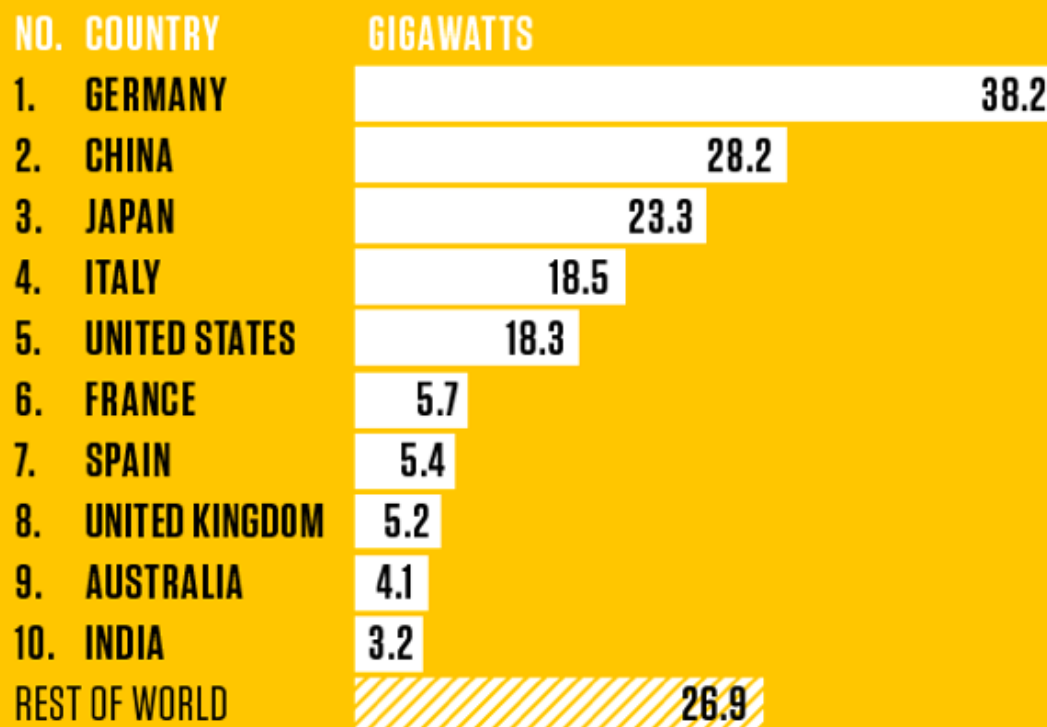
EUROPEAN COMMISSION
DIRECTORATE-GENERAL
Joint Research Centre

© European Communities, 2006
<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>

TOP 10 SOLAR COUNTRIES

Total Global Solar PV
Capacity at the End of 2014

*Adapted from REN21 Renewables
2015 Global Status Report*



@CLIMATEREALITY



FACEBOOK.COM/CLIMATEREALITY



The Climate
Reality Project

Global Horizontal Irradiation (GHI)

Mexico



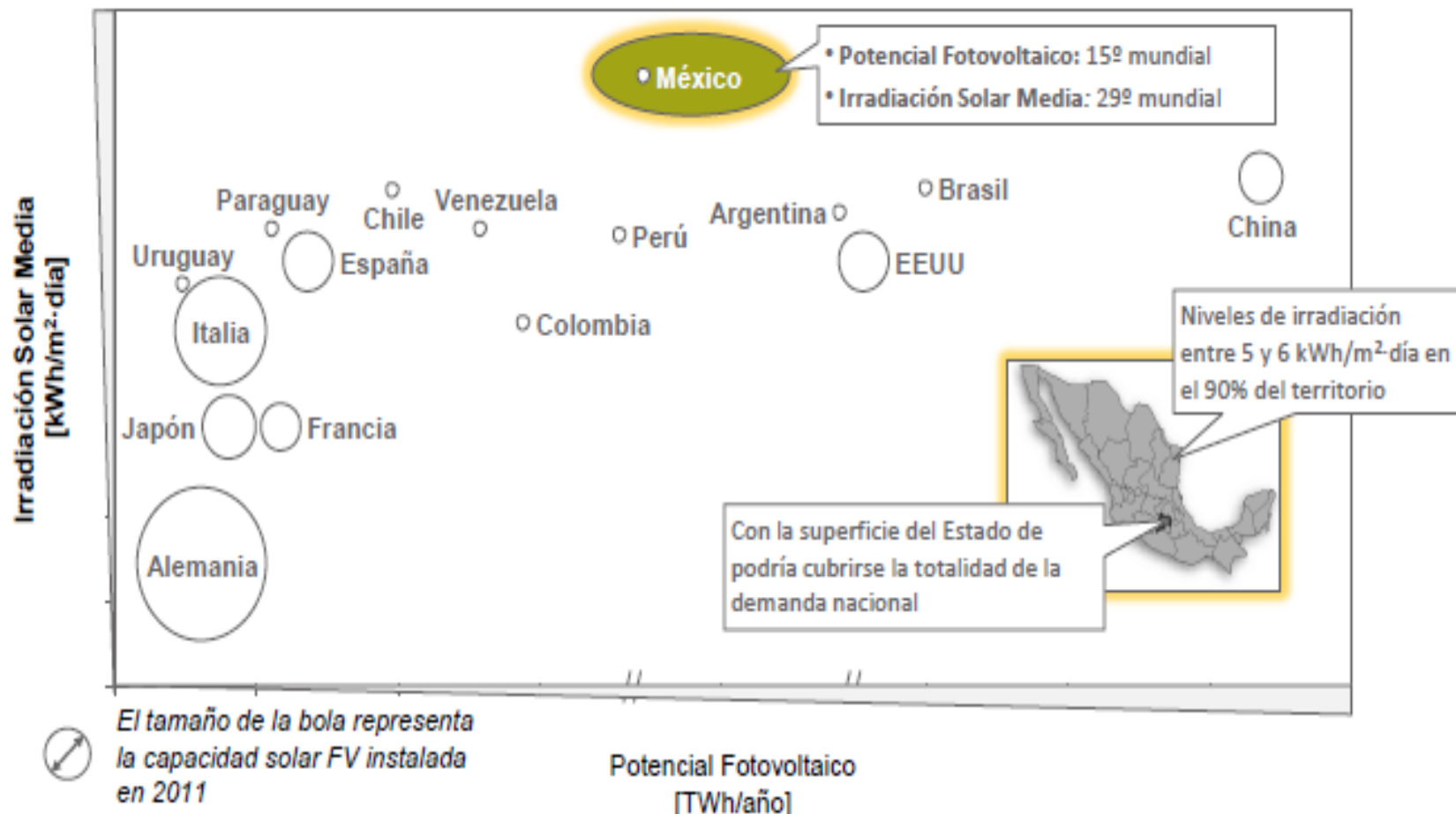
Average annual sum, period 1999-2013



0 200 km

México cuenta con un alto índice de irradiación solar a lo largo de toda su geografía

Comparativa internacional del índice de irradiación media del país frente a su potencial de generación solar fotovoltaica⁽¹⁾ y la capacidad fotovoltaica instalada en 2011



(1) Función de la superficie disponible (1.5% del territorio nacional), del índice de irradiación solar medio ponderado, de la capacidad de almacenaje

Rank	Country	Cumulative @ end-2018		Added in 2018		
		Plants	GW	Plants	GW	Rank
1	China	1,308	62.847	69	11.289	1
2	United States	1,447	33.213	224	6.127	3
3	India	801	25.127	80	6.458	2
4	United Kingdom	903	6.828	9	0.079	27
5	Germany	607	5.455	110	0.611	13
6	Spain	230	4.866	2	0.669	11
7	Japan	244	4.460	25	0.945	7
8	France	346	3.318	72	0.644	12
9	Chile	39	2.582	2	0.131	24
10	Australia	49	2.132	34	1.777	4
11	Brazil	29	2.116	19	1.247	6
12	South Africa	41	2.059	4	0.260	18
13	Mexico	22	1.947	14	1.765	5
14	Canada	137	1.828	7	0.152	23
15	Philippines	63	1.757	22	0.795	8
16	Italy	164	1.510	0	0.000	30
17	Thailand	111	1.232	1	0.004	29
18	Turkey	101	1.017	44	0.541	14
19	Russia	68	0.994	42	0.725	10
20	Egypt	23	0.984	12	0.740	9

PROSPECTIVA 2015- 2029

CENTRALES SOLARES

CAPACIDAD ACTUAL



- CAPACIDAD INSTALADA: 56 MW (0.1% DEL TOTAL)
- GENERACIÓN: 85 GWh (0.03% DEL TOTAL NACIONAL)
- 9 CENTRALES ELÉCTRICAS EN OPERACIÓN

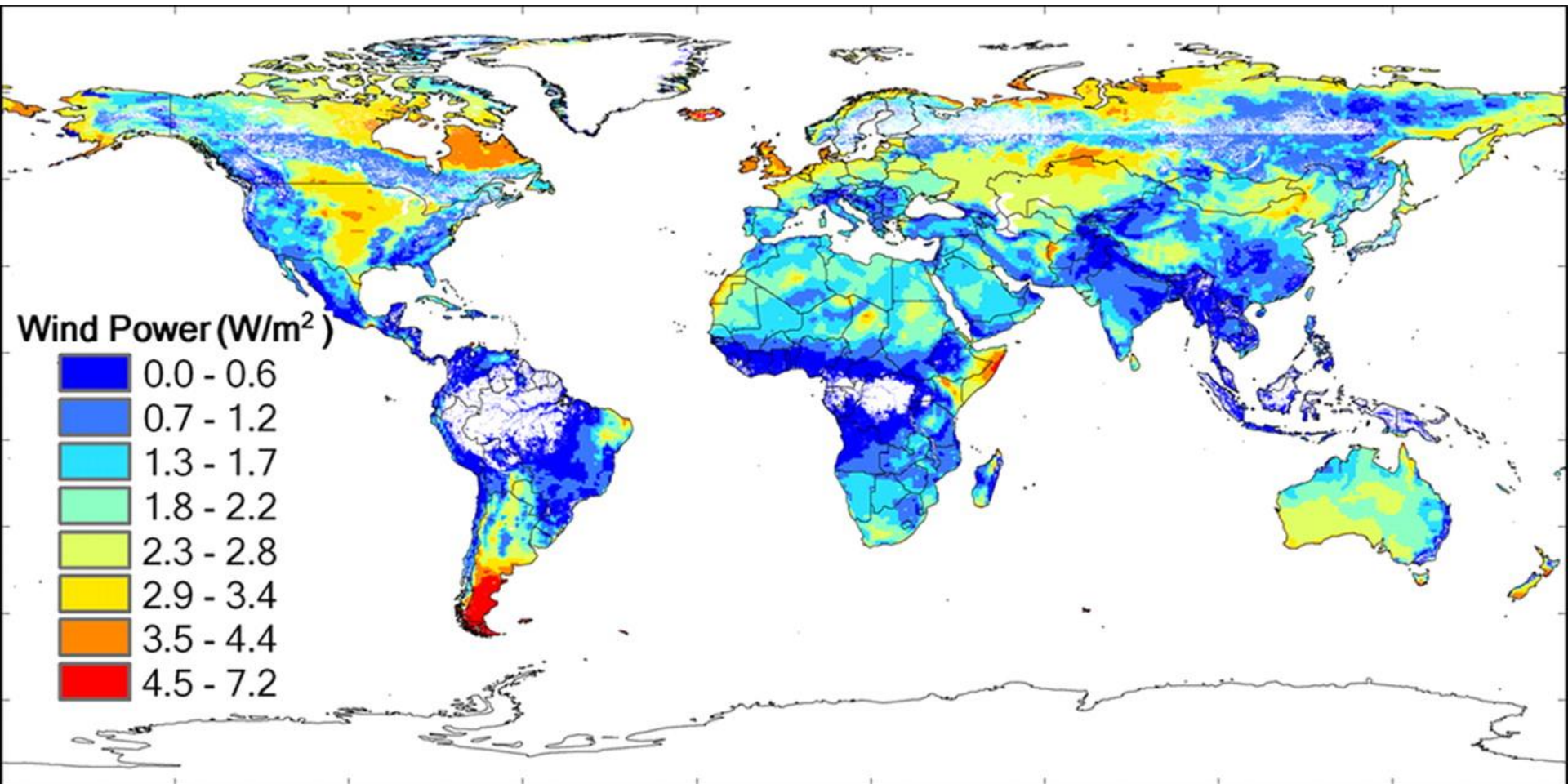
CAPACIDAD ADICIONAL 2015-2029



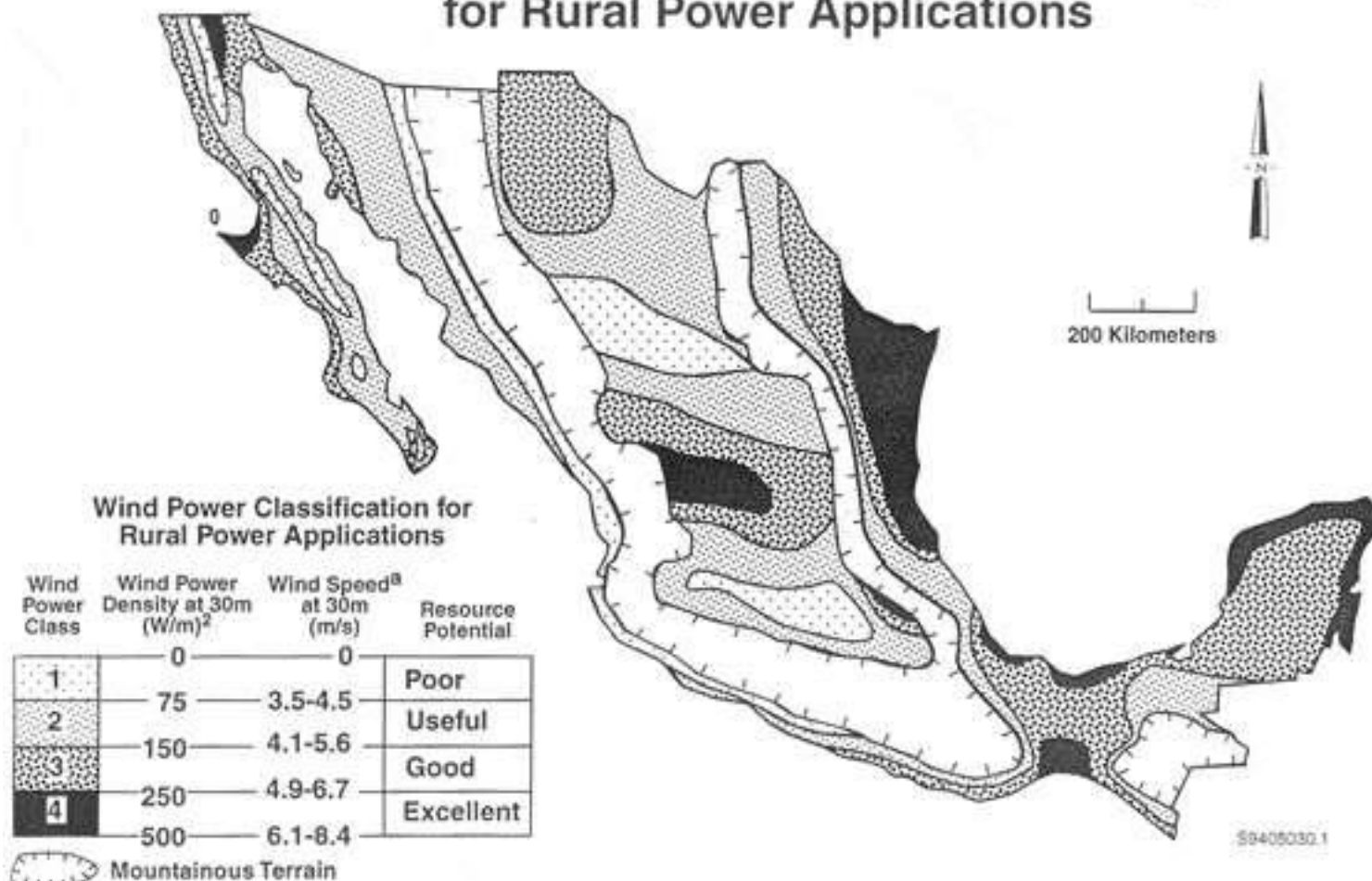
- CAPACIDAD ADICIONAL: 1,823MW (3% DEL TOTAL)
- 63 CENTRALES ELÉCTRICAS

ENERGÍA EÓLICA

Potencial eólico en el mundo



Mexico - Preliminary Wind Resource Map for Rural Power Applications



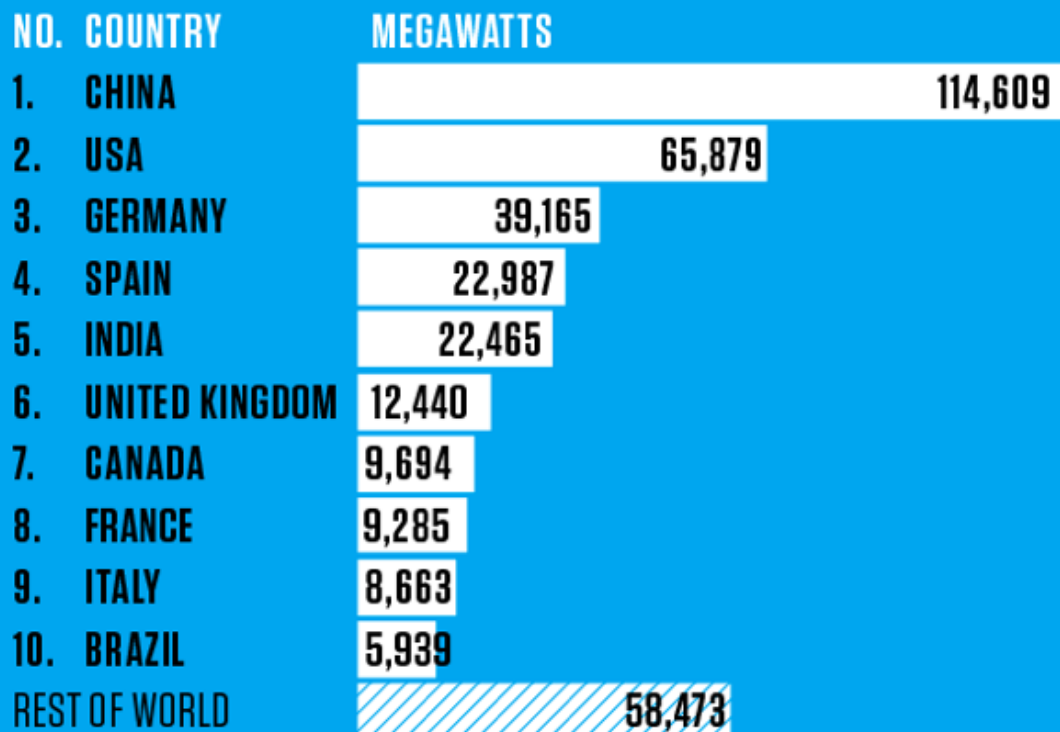
^a Range of wind speeds are based on the Weibull k values of 1.25 to 3.0 found throughout the different regions of Mexico.

S9405030.1

TOP 10 WIND ENERGY COUNTRIES

Total Global Installed Wind
Capacity at the End of 2014

Source: Global Wind Energy Council,
<http://bit.ly/1k8U1aJ>



@CLIMATEREALITY

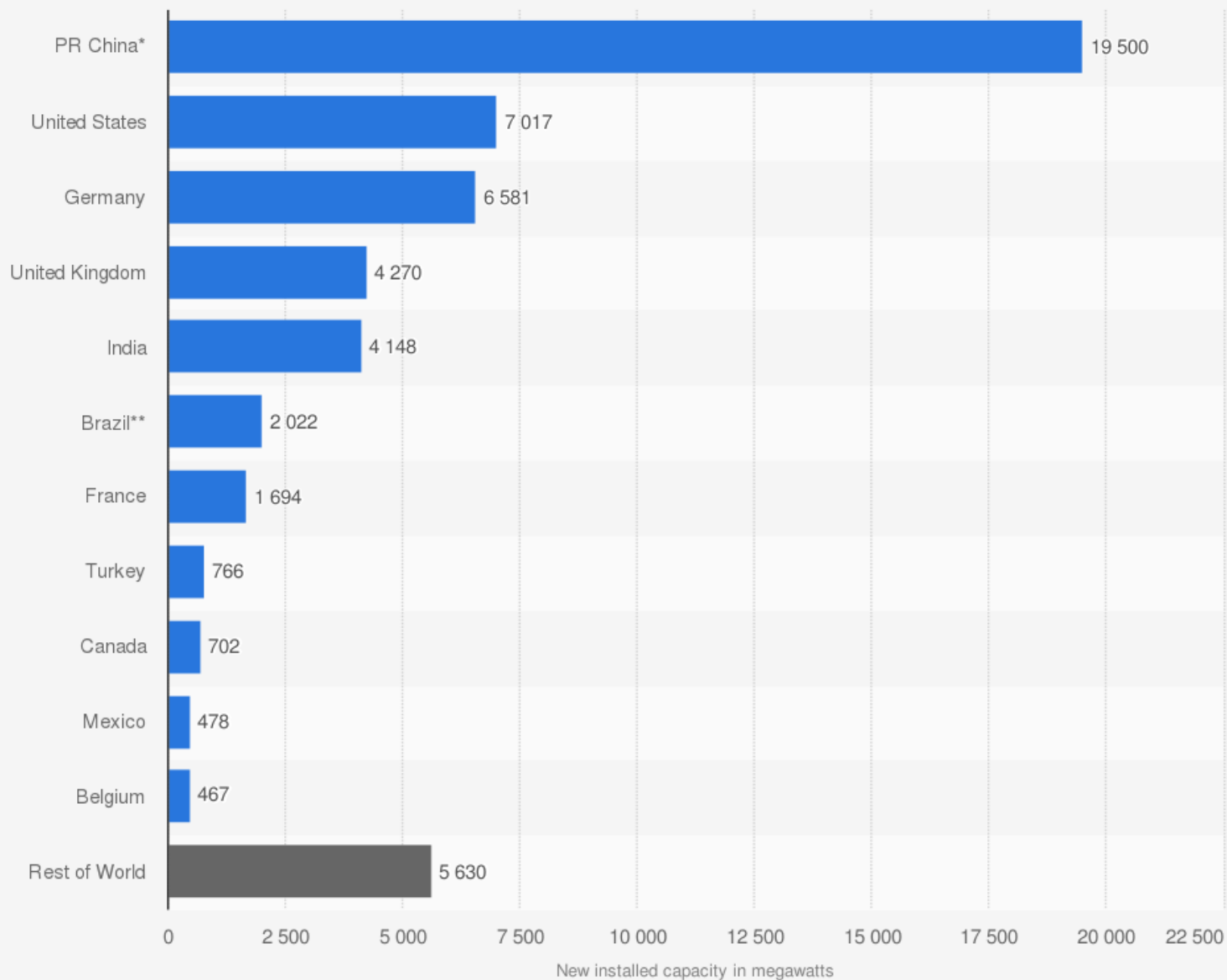


FACEBOOK.COM/CLIMATEREALITY



The Climate
Reality Project

Leading countries in new installed wind power capacity in 2017 (in megawatts)

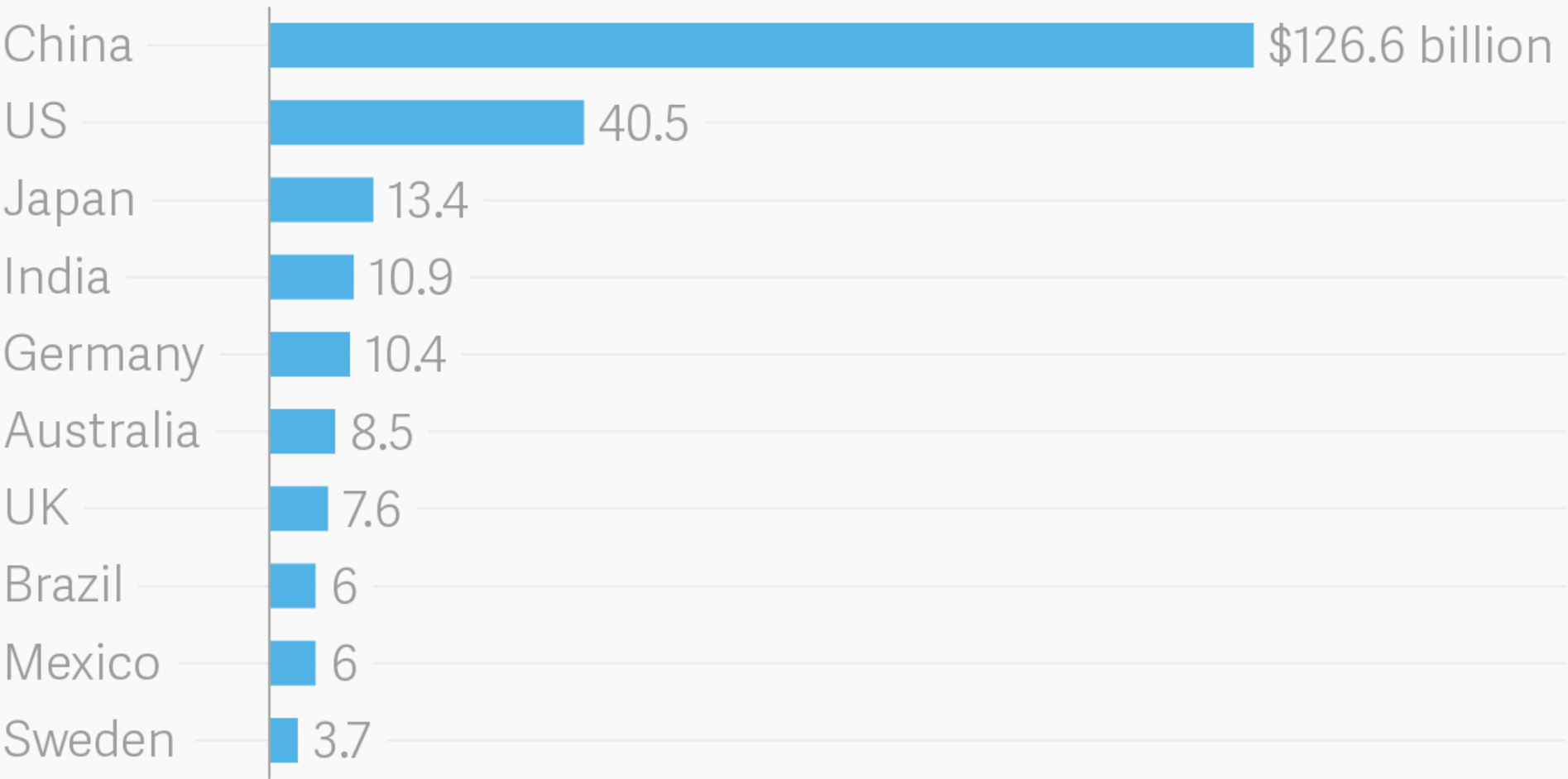


Source
GWEC
© Statista 2019

Additional Information:
Worldwide; 2017

New renewable energy investments made by top 10 countries

In 2017



PROSPECTIVA 2015- 2029

CENTRALES EÓLICAS

CAPACIDAD ACTUAL



- CAPACIDAD INSTALADA: 2,036 MW (3.1% DEL TOTAL)
- GENERACIÓN: 6,426 GWh (2.1% DEL TOTAL NACIONAL)
- 31 CENTRALES ELÉCTRICAS

CAPACIDAD ADICIONAL 2015-2029



- CAPACIDAD ADICIONAL: 11,952 MW (19.9% DEL TOTAL)
- 97 CENTRALES ELÉCTRICAS

ENERGÍAS DEL OCÉANO

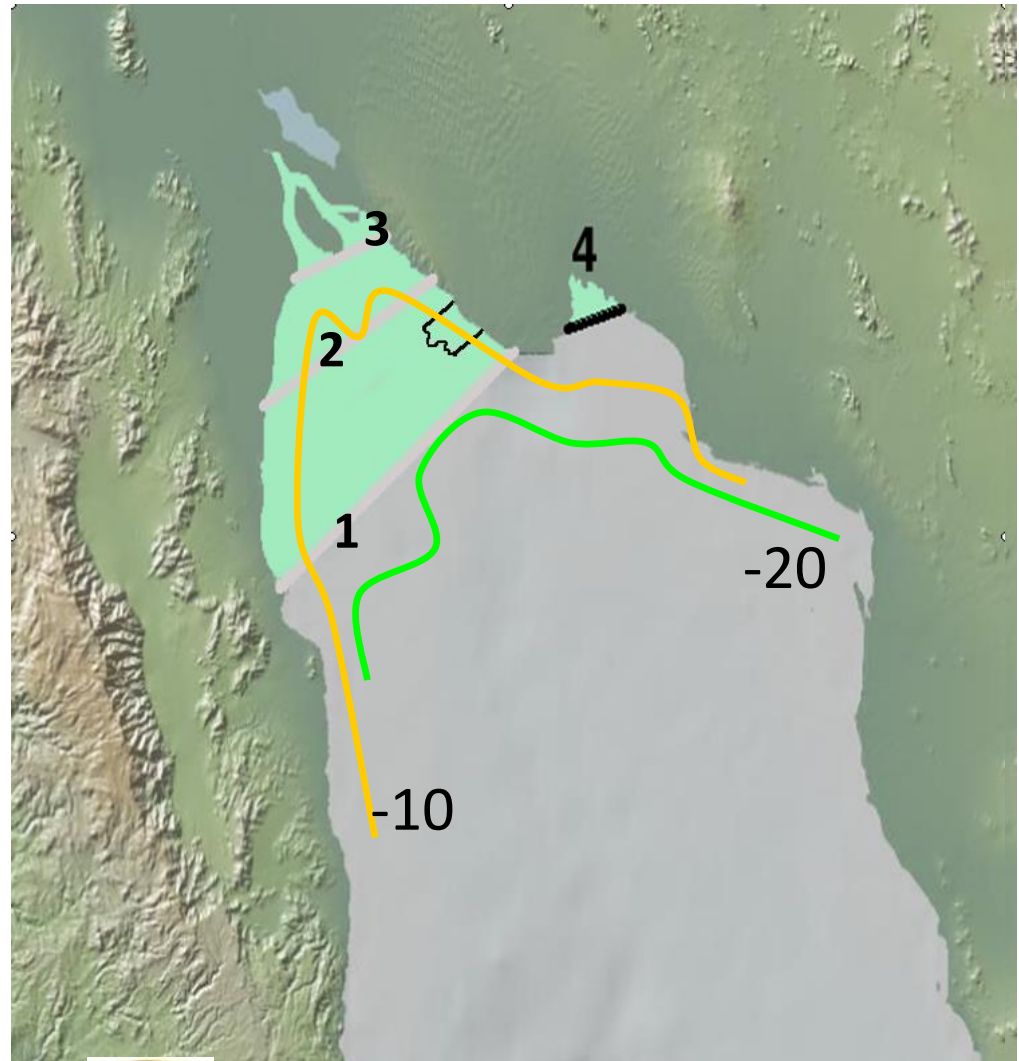
Generación por mareas con un embalse en el Golfo de California.

1 Área del embalse de **2,590 km²**
Longitud cortina **74 km**
Potencia instalada **38,828 MW** (FP 6%)
Energía total **21,657 GWh/año**
 $Pot/A = 15 \text{ MW/km}^2$
 $E/A = 8.4 \text{ GWh/año/km}^2$

2 Área del embalse de **630 km²**
Longitud cortina **47 km**
Potencia instalada **9,451 MW** (FP 6%)
Energía total **5,260 GWh/año**
 $Pot/A = 15 \text{ MW/Km}^2$
 $E/A = 8.4 \text{ GWh/año/km}^2$

3 Área del embalse de **130 km²**
Longitud cortina **16 km**
Potencia instalada **1,979 MW** (FP 6%)
Energía total **1,090 GWh/año**
 $Pot/A = 15 \text{ MW/Km}^2$
 $E/A = 8.4 \text{ GWh/año/km}^2$

4 Área del embalse de **53 km²**
Longitud cortina **11 km**
Potencia instalada **766 MW** (FP 7%)
Energía total **438 GWh/año**
 $Pot/A = 15 \text{ MW/Km}^2$
 $E/A = 8.4 \text{ GWh/año/km}^2$



INSTITUTO
DE INGENIERÍA
UNAM

IMPULSA 

Desalación de agua de mar con energías renovables

PROSPECTIVA 2015- 2029

CENTRALES HIDROELÉCTRICAS

CAPACIDAD ACTUAL



CAPACIDAD ADICIONAL 2015-2029



- CAPACIDAD INSTALADA: 12,429 MW (19.0 % DEL TOTAL)
- GENERACIÓN: 38,822 GWh (13.0 % DEL TOTAL NACIONAL)
- 96 CENTRALES ELÉCTRICAS EN OPERACIÓN

- CAPACIDAD ADICIONAL: 5,449.8 MW (9.1 % DEL TOTAL)
- 69 CENTRALES ELÉCTRICAS

PROSPECTIVA 2015- 2029

CENTRALES BIOENERGÍA

CAPACIDAD Y GENERACIÓN EN CENTRALES BIOENERGÍA

CAPACIDAD ACTUAL



- CAPACIDAD INSTALADA: 180 MW (0.3 % DEL TOTAL)
- GENERACIÓN: 516 GWH
- 15 CENTRALES ELÉCTRICAS EN OPERACIÓN

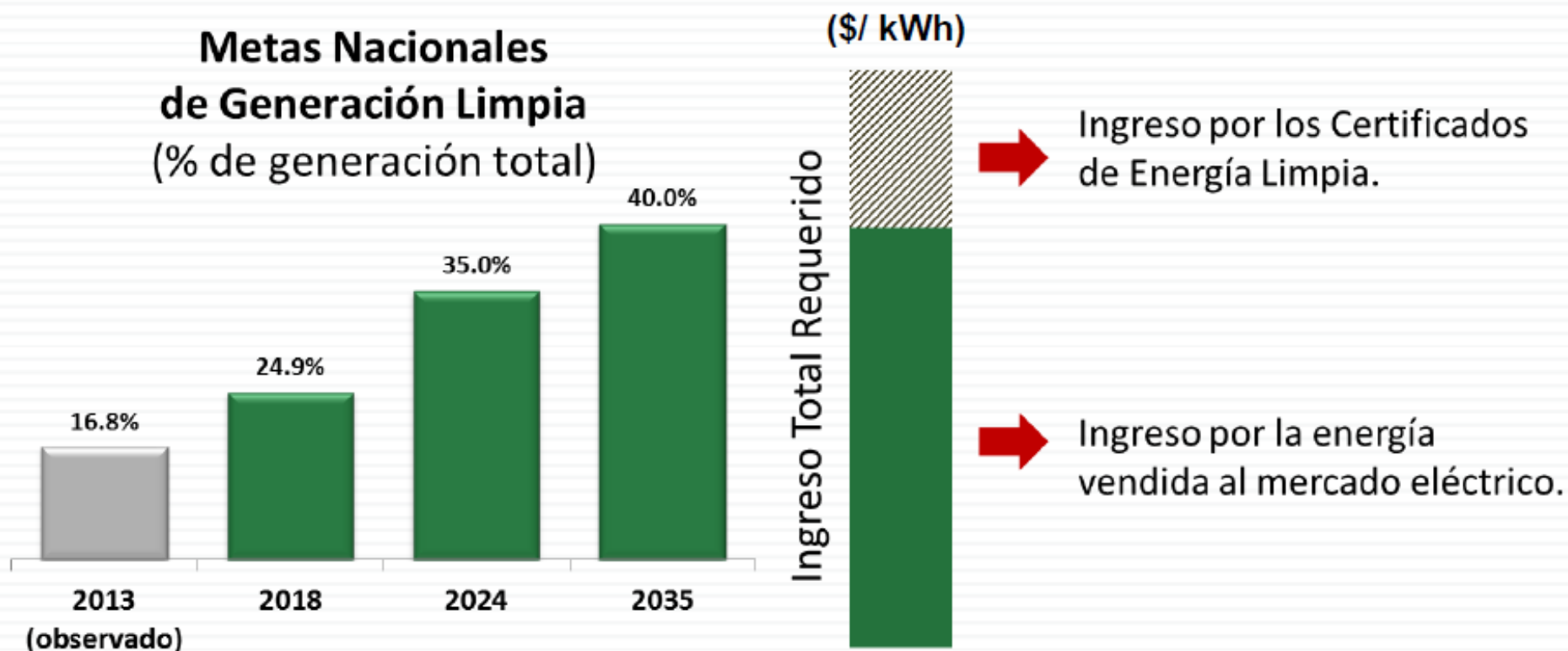
CAPACIDAD ADICIONAL 2015-2029



- CAPACIDAD ADICIONAL: 107 MW (0.2% DEL TOTAL)
- 3 CENTRALES ELÉCTRICAS

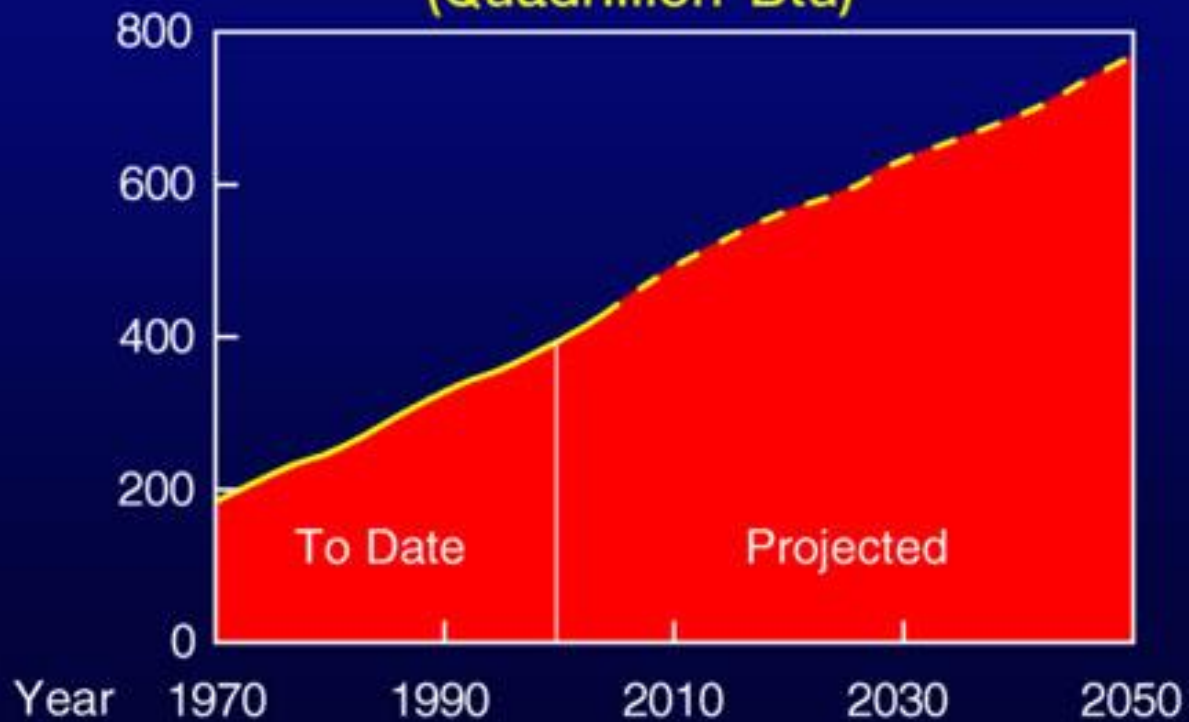
CERTIFICADOS DE ENERGÍAS LIMPIAS (CELs)

Metas Nacionales de Generación Limpia (% de generación total)



En este sentido ¿las acciones del Gobierno son congruentes con los compromisos que ha hecho México en cuanto a reducción de emisiones de GEI y, más en general, con el objetivo de una transición energética que disminuya el uso de combustibles fósiles?

Worldwide Energy Use (Quadrillion Btu)









Clean Renewable Energy

INVITACIÓN

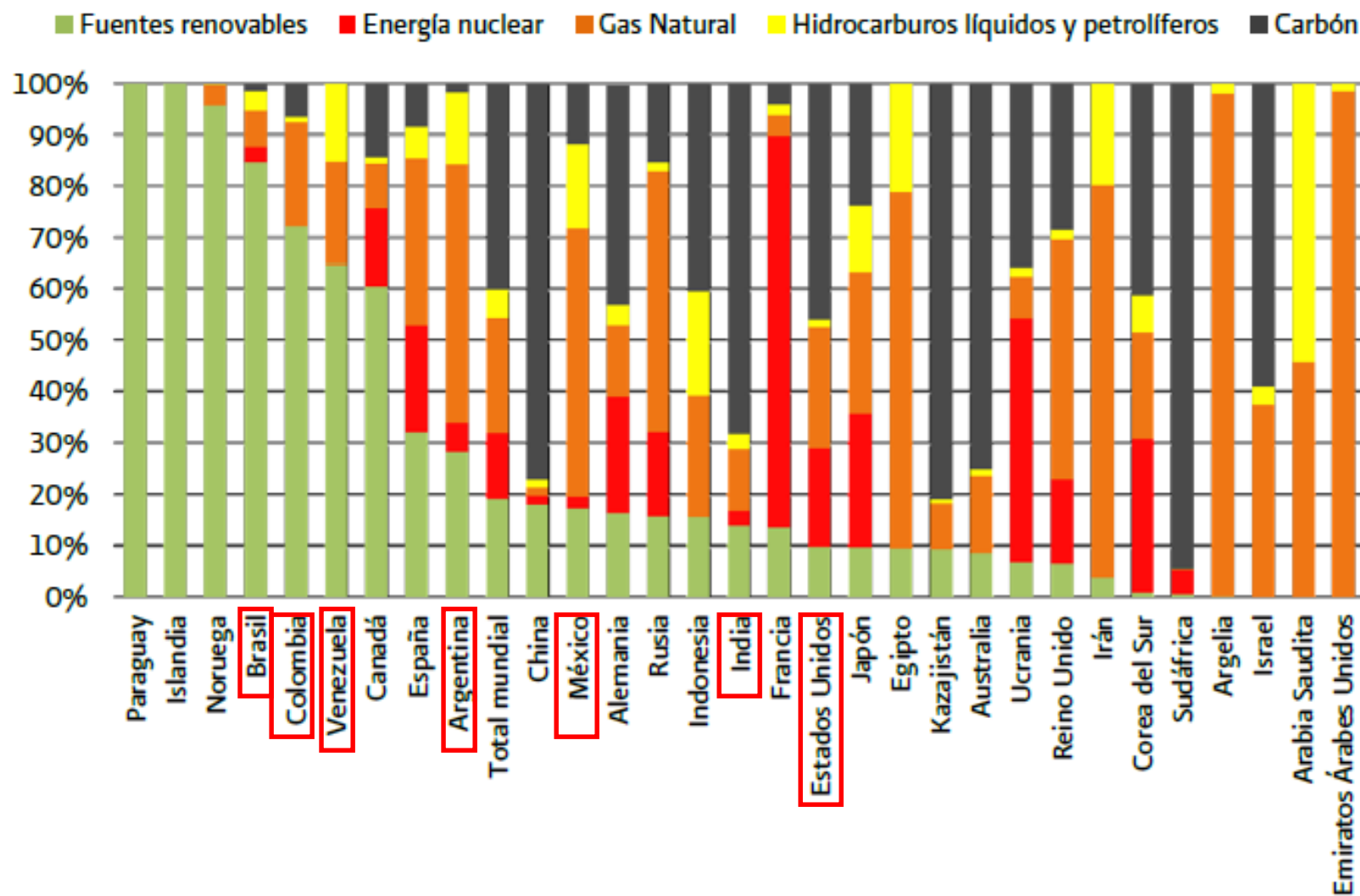
CURSO INTRODUCCIÓN A LA GEOTERMIA PLATAFORMA COURSERA

<https://www.coursera.org/learn/geotermia>

prol@unam.mx

¿Es posible una sociedad y una economía sustentada únicamente por energías renovables?

Composición de la generación de electricidad por tipo de energía en algunos países, 2010 (Participación porcentual)



World's Biggest Crude Oil Reserves by Country

Crude Oil Reserves in Billion Barrels (Gbbl)



Note: For visualization purposes we are showing only countries with 100,000,000 bbl (0.1 Gbbl) of crude oil reserves or more.

How to read this map: Countries appear bigger as their crude oil reserves are bigger. e.g. Venezuela. Conversely, countries that have smaller reserves of crude oil appear smaller. e.g. Côte d'Ivoire

Article & Sources:

<https://howmuch.net/articles/worlds-biggest-crude-oil-reserves-by-country>

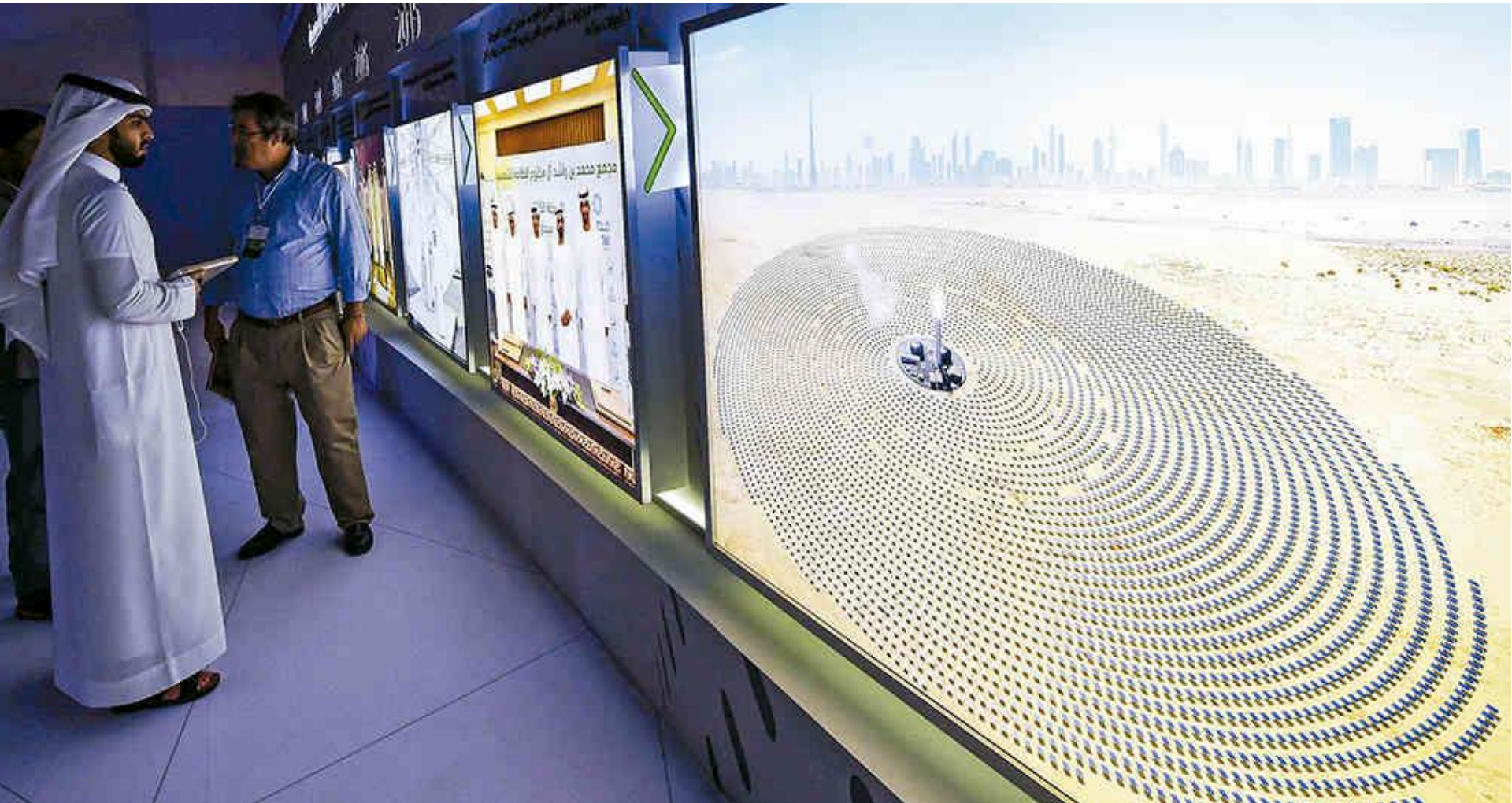
Central Intelligence Agency - <https://www.cia.gov/library>

¿QUÉ HACEN AHORA LOS EMIRATOS ÁRABES UNIDOS?

- El Gobierno de los EAU invertirá más de 163.000 millones de dólares. El 44 por ciento de ellos se destinará a energías limpias, el 38 por ciento al gas, el 12 por ciento al carbón limpio y el 6 por ciento a la energía nuclear.
- Parque Solar Mohammed bin Rashid Al Maktoum: Es el mayor generador de energía solar del mundo. Para 2030, cuando todas sus fases estén en funcionamiento, produciría 5.000 megavatios. En este proyecto, que contará con la torre solar más alta del mundo (260 metros), y que tendrá una extensión de 40 kilómetros cuadrados, la nación ha invertido 13.600 millones de dólares. Se dejarán de emitir alrededor de 15.000 toneladas de dióxido de carbono anualmente.

Ni petróleo ni gas, los EAU apuestan por las energías verdes

El país lleva a cabo un ambicioso plan energético en el que brillan las fuentes limpias. Dubái, por ejemplo, espera que el 75 por ciento de su producción de energía provenga de ellas para el 2050.



Iniciativa Masdar – CEMIE'S

El emirato más grande de los EAU, Abu Dabi, se ha comprometido con más de \$ 15 mil millones en programas de energía renovable.

- Un **Centro de Innovación** para apoyar la demostración, la comercialización y la adopción de tecnologías de energía sostenible.
- El **Instituto Masdar de Ciencia y Tecnología** con programas de **posgrado en energías renovables y sostenibilidad**, con sede en la ciudad de Masdar, la primera ciudad carbono - neutral, libre de residuos y sin coches.
- Una **Empresa de Desarrollo** que se centra en la comercialización de la reducción de emisiones y soluciones Mecanismo de Desarrollo Limpio (CDM) según previstas por el Protocolo de Kioto.
- Una **Zona Económica Especial** para hospedar instituciones que inviertan en tecnologías de energía renovable y productos.

¿UNO DE LOS PAÍSES MÁS RICOS EN PETRÓLEO APUESTA SU FUTURO EN ENERGÍAS LIMPIAS?

- “Contra todo lo que cabría esperar, en contra de la intuición, los Emiratos han decidido convertirse en un centro de energía alternativa, para dar una ventaja de donde no hay ninguna razón de inmediato o mezquinos intereses para hacerlo, pero en el que reconocen que, al mostrar a otros el camino hacia el futuro, ellos hacen su propio futuro mejor.”
- El Honorable Tony Blair
- Ex Primer Ministro del Reino Unido

GRACIAS

