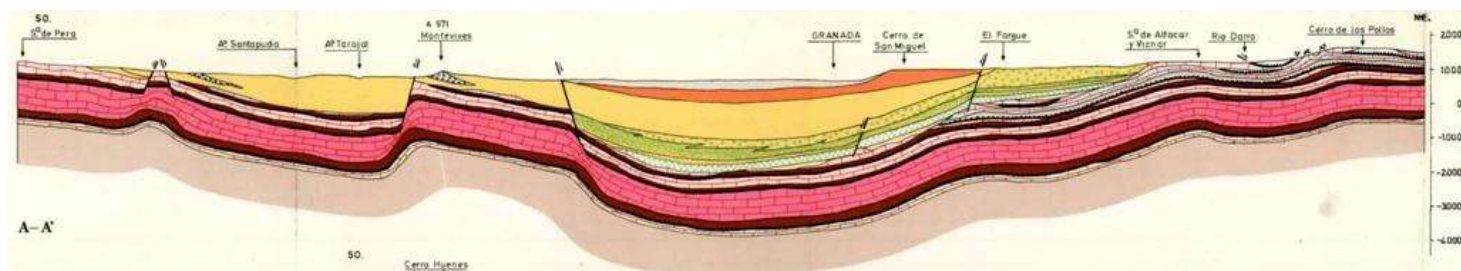


ESTUDIO GEOTÉRMICO DE GRANADA X SIMPOSIO DE HIDROGEOLOGÍA



GARCIA MARTINEZ, Francisco Javier ;
SEGURA ZAMORA, Emmanuel ;
ESTEBAN LÓPEZ, Gonzalo



AGRADECIMIENTOS



Excma. Diputación
Provincial de Granada



Agencia Provincial de la
Energía de Granada.



ugr | Universidad
de Granada



Instituto Geológico
y Minero de España



Agencia Andaluza de la Energía
CONSEJERÍA DE ECONOMÍA, INNOVACIÓN Y CIENCIA



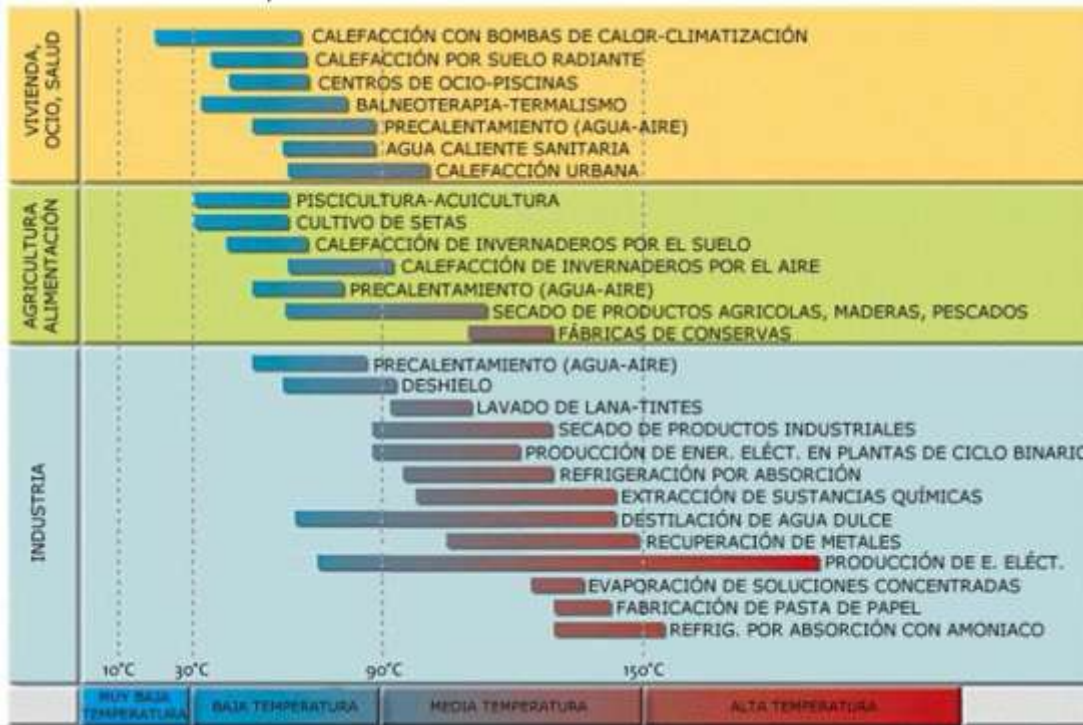
UGR - APEGU

¿QUÉ ES LA GEOTERMIA DE MEDIA ENTALPÍA?

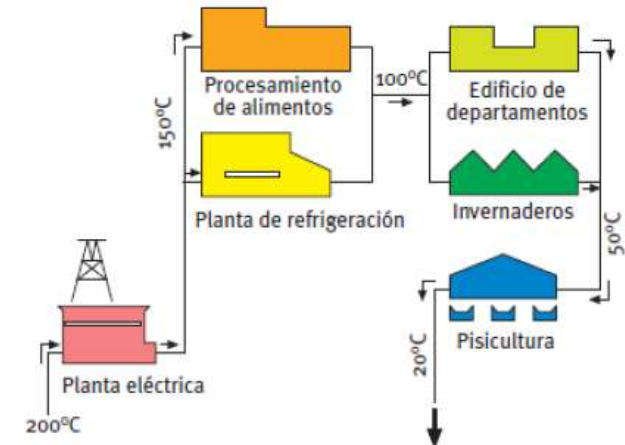
APLICACIONES DE USO DIRECTO

- En función de la temperatura del recurso las principales categorías de los usos directos son: (1) vivienda-salud; (2) alimentación; e (3) industria
 - Utilización "en cascada", equivale a seguir extrayendo energía de los fluidos, tras la producción eléctrica, beneficiándose de los distintos niveles térmicos requeridos para los diferentes usos

Aprovechamiento de la energía en cascada. IGME



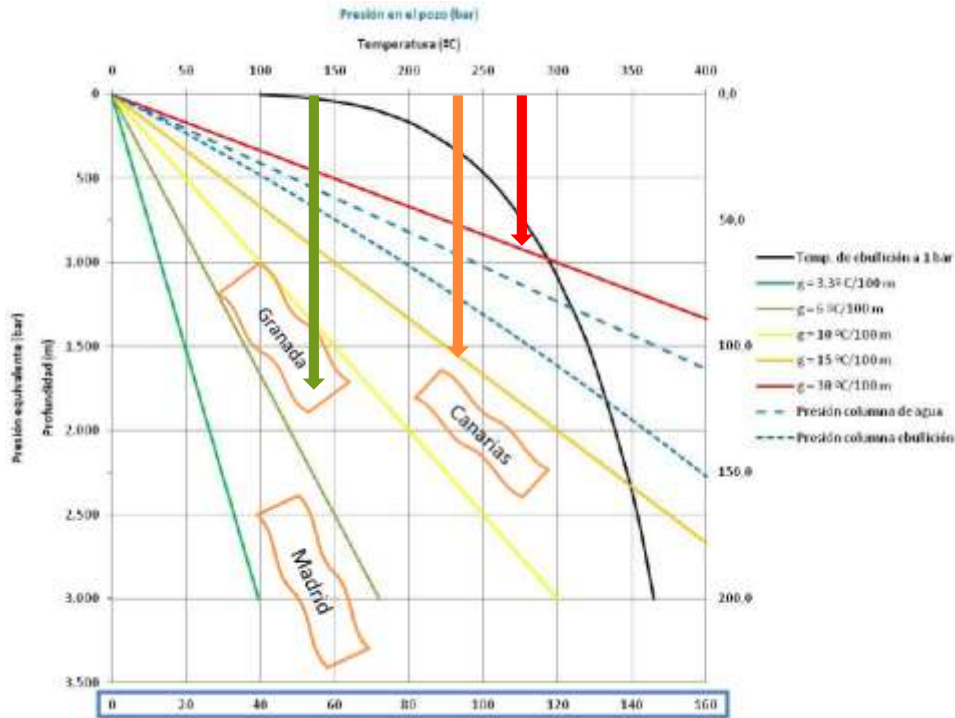
Modificado de Llopis, G. y Rodríguez, V.(2008)



¿ES POSIBLE APROVECHAR ESTE RECURSO?

LA TEMPERATURA AUMENTA CON LA PROFUNDIDAD

- El flujo de calor (mW/m^2) se calcula multiplicando el gradiente geotérmico ($^{\circ}C/m$ ó $^{\circ}C/km$) por la conductividad térmica ($W/m \cdot ^{\circ}C$) de las rocas
- “Energía almacenada en forma de calor por debajo de la superficie de la Tierra”



Modificado de Manual de Geotermia (IGME-IDAE, 2008).

Recursos geotérmicos	Temperaturas	Tecnología	Aplicación
Someros	Muy baja entalpia	5 - 25 $^{\circ}C$	Utiliza bomba de Calor Usos directos Climatización
	Convencionales o Hidrogeotérmicos	Baja entalpia	25 - 50 $^{\circ}C$
Media entalpia		50 - 100 $^{\circ}C$	Usos directos
Alta entalpia		100 - 150 $^{\circ}C$	Ciclos binarios Electricidad Procesos
No convencionales o Petrotérmicos	EGS-HDR	>150 $^{\circ}C$	Ciclos binarios Electricidad
	Supercríticos	>300 $^{\circ}C$	Electricidad Hidrógeno

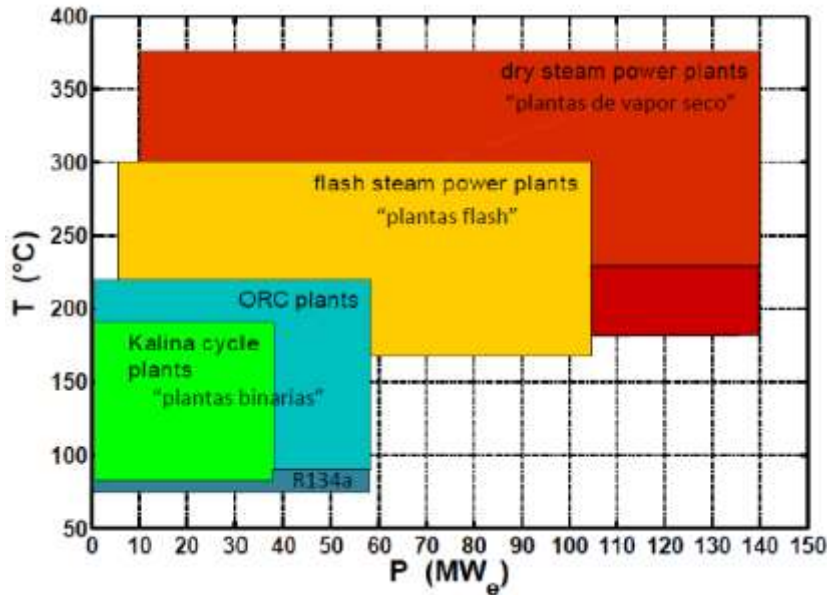
- Vapor seco: Dry Steam
- Vapor + Agua
- Agua

IGME y New Zealand Standards (NZS 2403:1991) “Código Práctico de Pozos Geotermiales Profundos”

¿CUÁLES SON LAS TECNOLOGÍAS?

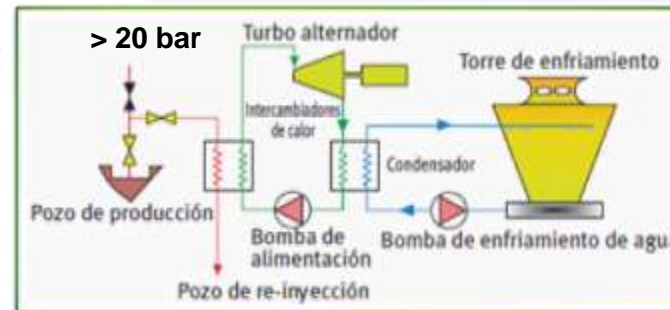
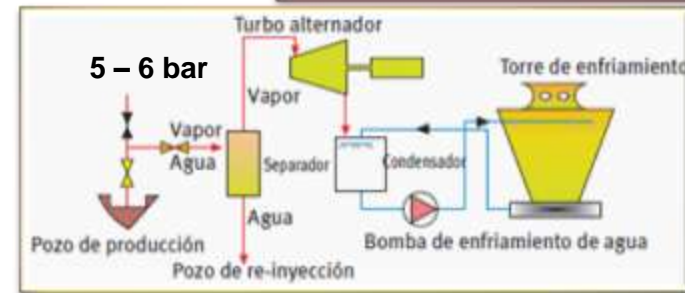
USO GEOTERMO-ELÉCTRICO

- Uso del calor geotérmico para generar electricidad mediante el empleo de las plantas o centrales geotérmicas que aprovechan directamente el vapor, o bien utilizan un fluido intermediario (o de trabajo) para que se vaporice.



Modificado Clauser, C., 2006

Manual de Geotermia
IGME-IDAE (2008)



ANÁLISIS DE LAS POSIBILIDADES DE APROVECHAMIENTO GEOTÉRMICO EN GRANADA

PROPUESTA DE PROYECTO PILOTO

- El primer método, el más utilizado, para la estimación de reservas hidrogeotérmicas es el denominado método VOLUMÉTRICO.
- El segundo método, es el empleado para la estimación de reservas petrotérmicas y es una variación del método volumétrico, llamada PETROTÉRMICO.
- El tercer método, de EVALUACIÓN DEL FLUJO TÉRMICO SUPERFICIAL se basa en la determinación del calor, por unidad de tiempo, que pierde el recurso geotérmico en superficie (P) por conducción o flujo de calor conductivo (P1) y el calor transportado/descargado por los efluentes o manifestaciones termales (P2).
- Y, el último método, de EVALUACIÓN DE GREENPEACE indica que para conservar la sostenibilidad de un recurso, en la determinación del calor, por unidad de tiempo, se debe considerar tan sólo el que pierde el recurso geotérmico en superficie por conducción o flujo de calor conductivo (P1) en MW.

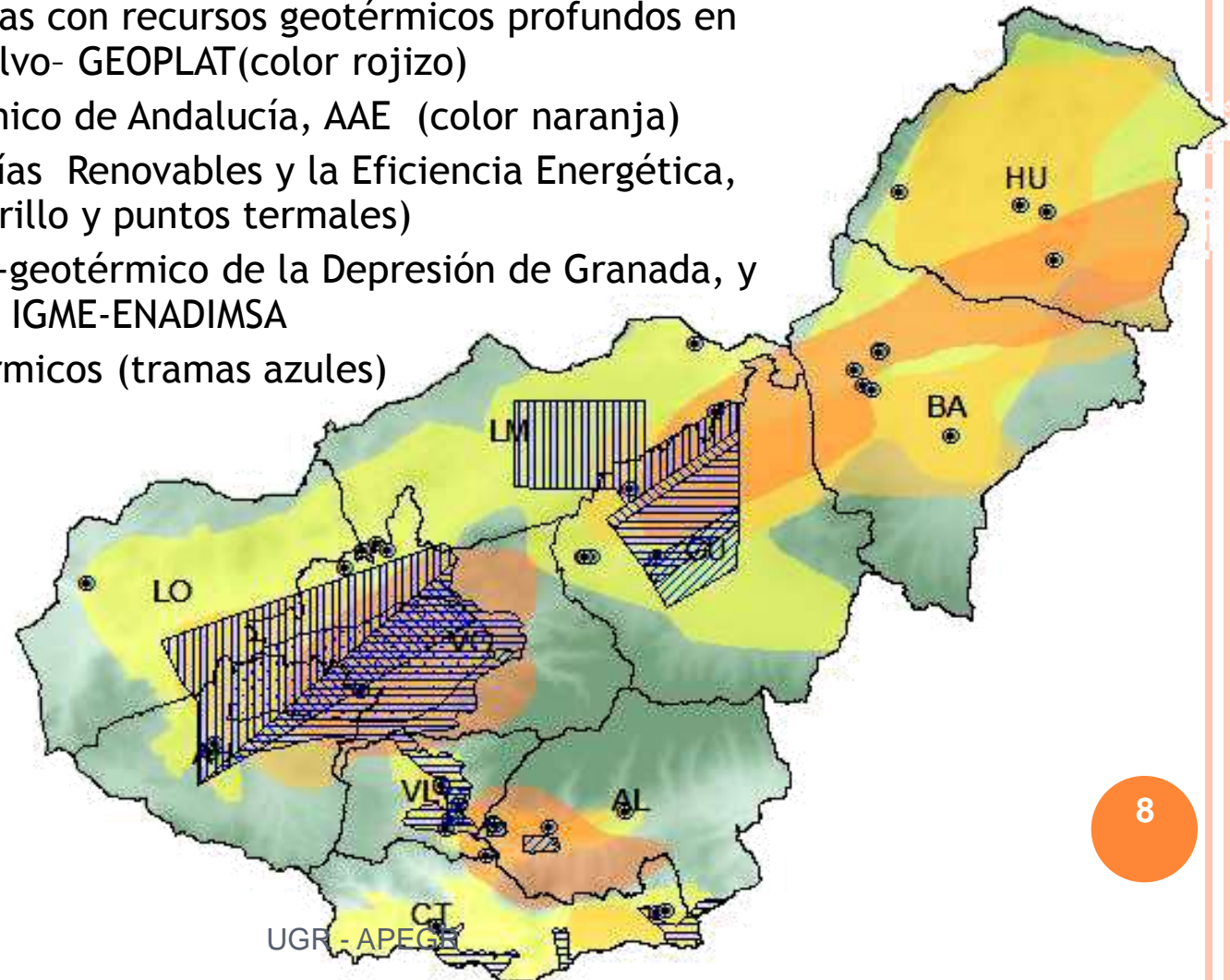
ESTIMACIÓN PRELIMINAR DEL VALOR DEL APROVECHAMIENTO GEOTÉRMICO

Zona	Método							
	Volumétrico		Petrotérnico		Eval. del Fujo		Greenpeace	
	MWt	MWe	MWt	MWe	MWt	MWe	MWt	MWe
Granada	2177	152	693	49	813	57	23	1.6
Lanjarón	786	71	269	24	143	13	4	0.4
Guadix - Baza	3824	229	1218	73	2309	139	42	2.5
Huéscar - Orce	945	19	318	6	2260	45	16	0.3
Albuñol	344	10	116	3	496	15	5	0.1

Zona	Superficie	Nº de plantas	Promedio de métodos			
	km2		MWt/planta	MWe/planta	MWt total	MWe total
Granada	370	11	81.51	5.71	896.56	62.76
Lanjarón	60	2	163.01	14.67	163.01	14.67
Guadix - Baza	650	20	92.56	5.55	1758.65	105.5 2
Huéscar - Orce	247	8	116.60	2.33	816.20	16.32
Albuñol	60	2	130.39	3.91	130.39	3.91
Total	1387	43	584	32	3765	203

COMARCAS GEOTÉRMICAS

- En la realización del mapa geotérmico de Granada se ha integrado toda la información de los siguientes estudios:
 - Síntesis de las áreas con recursos geotérmicos profundos en España, IGME - Calvo- GEOPLAT(color rojizo)
 - Potencial Geotérmico de Andalucía, AAE (color naranja)
 - Atlas de las Energías Renovables y la Eficiencia Energética, APEGR (color amarillo y puntos termales)
 - Estudio Geológico-geotérmico de la Depresión de Granada, y Área de Lanjarón, IGME-ENADIMSA
- Sistemas Hidrogeotérmicos (tramas azules)



Leyenda

Calvo - IGME

AAE

Laureano - APEGR

● Punto termal

Sistemas Hidrogeotérmicos

POST-MANTOS

AFINES AL MALAGUIDE

SUBBETICO

NEVADO-FILABRIDE

ALPUJARRIDE

PROYECTO DE PLANTA PILOTO

VEGA DE GRANADA, GUADIX Y VALLE DE LECRÍN - LANJARÓN

- Por lo tanto, se recomienda realizar estudios en detalle para ver la viabilidad de instalaciones concretas (por ejemplo, planta piloto de 0.2 a 1 MWe) en las zonas de: Vega de Granada, Guadix (zona norte) y Valle de Lecrín-Lanjarón. Destacando la zona de Granada por su mayor necesidad de consumo de calor y eléctrico
 - Se construyen generalmente en unidades modulares de pequeño tamaño (200-300 kWe netos), las cuales pueden ser interconectadas aumentando la capacidad máxima
 - Ejemplo: a 80 °C y 60 kg/s pueden generarse 172 kWe netos; a 100 °C y 45 kg/s -> 204 kWe netos; y a 120 °C y 60 kg/s -> 332 kWe netos



GRACIAS POR SU ATENCIÓN



10

THE ENGINE USED AT LARDERELLO IN 1904 IN THE FIRST EXPERIMENT IN GENERATING ELECTRIC ENERGY FROM GEOTHERMAL STEAM, ALONG WITH ITS INVENTOR, PRINCE PIERO GINORI CONTI (IGA, WEB PAGE).