

SEGUNDA JORNADA GEOTÉRMICA: UNA VISIÓN INTERNACIONAL
22 de Septiembre de 2017 - UdeM

La central geotérmica de San Martino y el museo de geotermia de Larderello

Daniela Blessent

Profesora Ingeniería Ambiental

Universidad de Medellín



UNIVERSIDAD DE MEDELLIN



UNIVERSIDAD DE MEDELLIN

Contenido

- **Introducción**
 - **Proyecto geotermia IGCP UNESCO**
- **Central geotérmica San Martino**
- **Museo de geotermia de Larderello**
- **Pozo geotérmico demostrativo**
- **Conclusión**



Proyecto UNESCO IGCP 636

UNIVERSIDAD DE MEDELLIN



United Nations
Educational, Scientific and
Cultural Organization

EARTH SCIENCES FOR SOCIETY

UNESCO » Natural Sciences » Environment » Earth Sciences » International Geoscience Programme » IGCP Projects

Earth Sciences

International Geoscience and
Geoparks Programme

International Geoscience Programme

- ▶ IGCP Projects
- ▶ Proposal Submission
- ▶ National Committees
- ▶ Scientific Board
- ▶ Sustainable Development Goals

UNESCO Global Geoparks

Earth Science Education in Africa

Geo-Hazards Risk Reduction

Project 636 - Characterization and sustainable exploitation of geothermal resources

Geothermal fluids are extracted through deep wells drilled in a geological reservoir, which can be represented by highly heterogeneous volcanic complex, sedimentary basins or deep basement rocks. If the reservoir is not enough permeable for a profitable exploitation of geothermal fluids, it is enhanced through different engineered techniques in order to improve its exploitation.

The main objective of this project is to propose suitable methodologies and techniques for the characterization and modeling of fractured geothermal reservoirs, to ensure their sustainable exploitation and, therefore, ensure acceptance of this kind of energy by local communities.

This goal will be achieved with experiences from the volcanic complex of the Nevado del Ruiz (Colombia), the St. Lawrence Lowlands sedimentary basins (Québec, Canada), the Carboniferous limestone reservoir in the area of Mons (Belgium), the Soultz site and the Ploemeur fractured rock experimental site (France). Further, a site in Chile will also be considered. Ongoing and planned work conducted at these sites from international researchers teaming together will provide field data for modeling purposes of highly heterogeneous geological structures. This work will provide new insights into the construction of conceptual and numerical models for geothermal reservoirs, using available information from sites in Europe, North and South America.

RELATED INFORMATION

Project Leader

- ▶ Professor Daniela Blesent (Colombia)

Address of the Project Leader:

Environmental Engineering, Universidad de Medellín (UdeM), Cra 87 # 30-65, Medellín, Antioquia, (Colombia)

Duration: 2016-2018

- ▶ IGCP Theme: Earth Resources
- ▶ Website

Annual reports

- ▶ 2016: Annual Report



Proyecto UNESCO IGCP 636

UNIVERSIDAD DE MEDELLIN

● Facebook y www.unescoigcp636.org

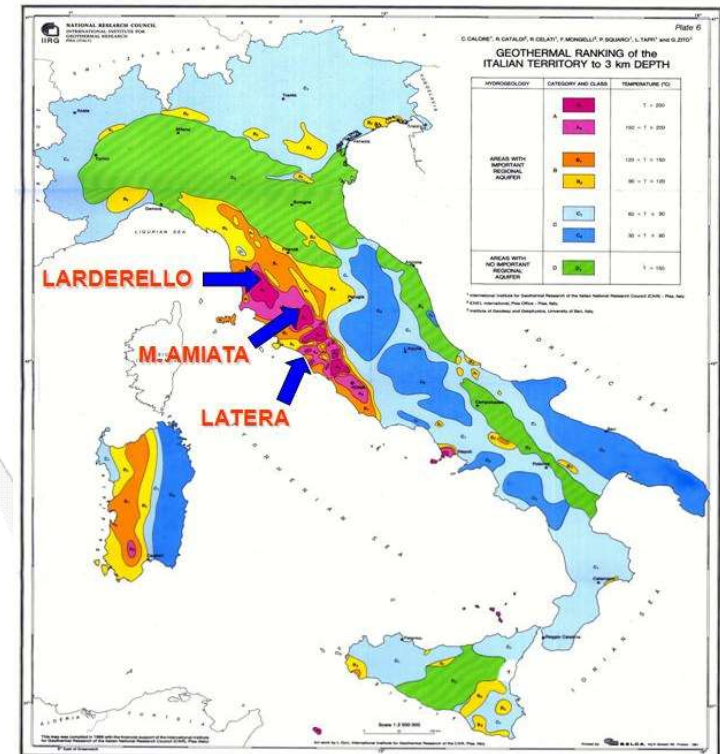
The screenshot shows the Facebook interface for the 'Geothermal Energy' page. The top navigation bar includes the Facebook logo, a search bar with 'Geothermal Energy' entered, and user options like 'Semillero', 'Inicio', and 'Buscar amigos'. Below this is a secondary navigation bar with 'Página', 'Mensajes', 'Notificaciones' (with a red badge showing 3), 'Estadísticas', 'Herramientas de publicación', 'Configuración', and 'Ayuda'. The main content area features a grid of six images: 1) A logo with a hammer and 'IUGS UNESCO' text. 2) A map of Canada with purple dots, labeled 'INRS'. 3) A logo with a hammer and 'IUGS UNESCO' text, alongside the 'United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization' logo. 4) A photo of a geothermal field with a Chilean flag. 5) A photo of a geothermal plant with a Belgian flag and the text 'A Saint-Ghislain, la chaleur vient des entrailles de la terre'. 6) A 3D diagram of a geothermal system with a French flag and the text 'L'expérimentation de géothermie à Souffrès-sous-Forêts'. The left sidebar shows the page name 'Geothermal Energy' and a prompt to 'Crear nombre de usuario de la página'. The bottom of the page has a blue bar with '+ Añadir un botón' and a white bar with 'Estado', 'Foto/video', 'Oferta, Evento +', and 'Sitio web de ciencia'.



UNIVERSIDAD DE MEDELLIN

Geotermia en Toscana

- Recursos geotérmicos en Toscana
 - Monte Amiata (antiguo volcán)
 - Intrusiones plutónicas
- 500 pozos activos
 - 1-3 km de profundidad
- 34 centrales
- Alrededor de 500 empleados

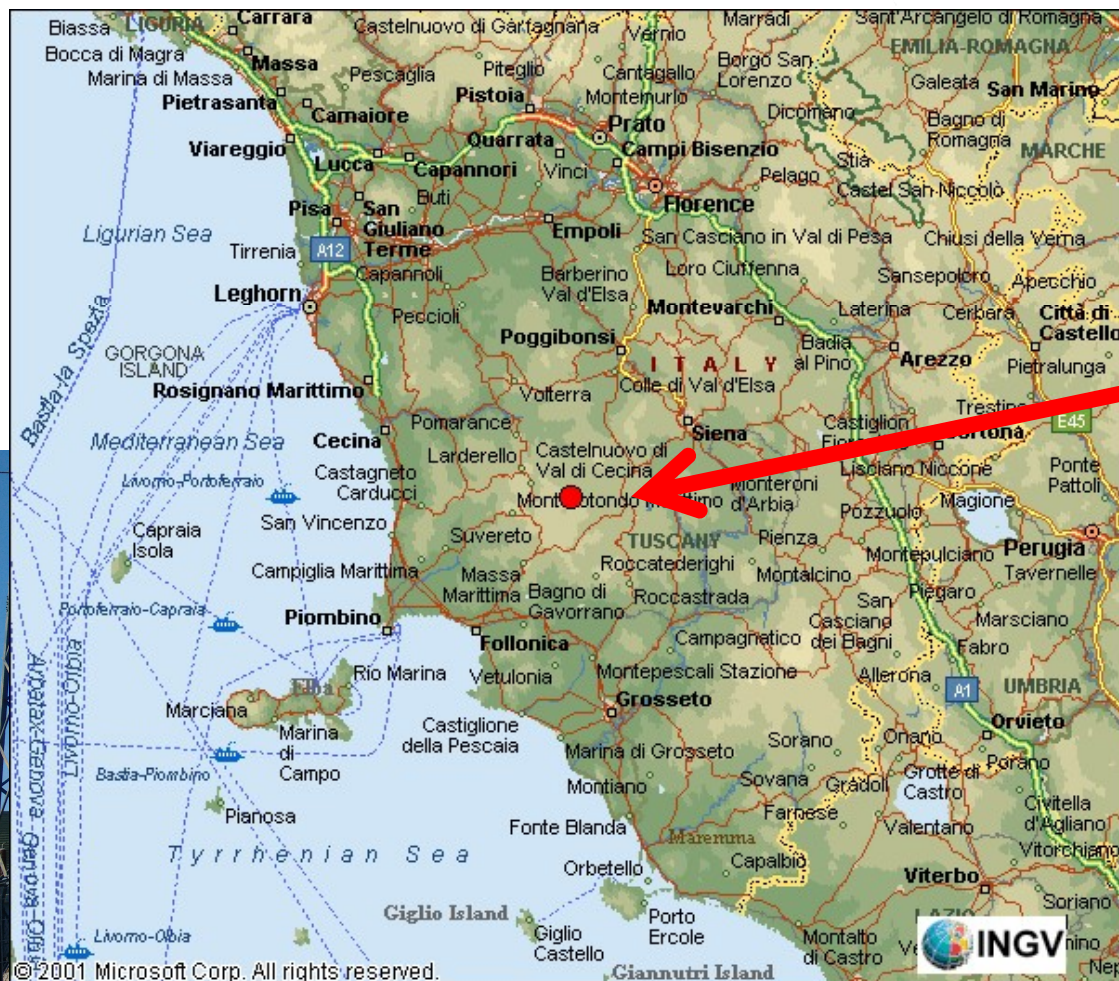




UNIVERSIDAD DE MEDELLIN

Central geotérmica San Martino

- Ubicada en el pueblo de Monterotondo Marittimo



© 2001 Microsoft Corp. All rights reserved.



Central geotérmica San Martino

UNIVERSIDAD DE MEDELLIN





UNIVERSIDAD DE MEDELLIN

El territorio y la geotermia



<http://www.festivaldelverdeedelpaesaggio.it/parco-delle-biancane-grosseto>

Área alrededor
de la central



Parco delle Biancane

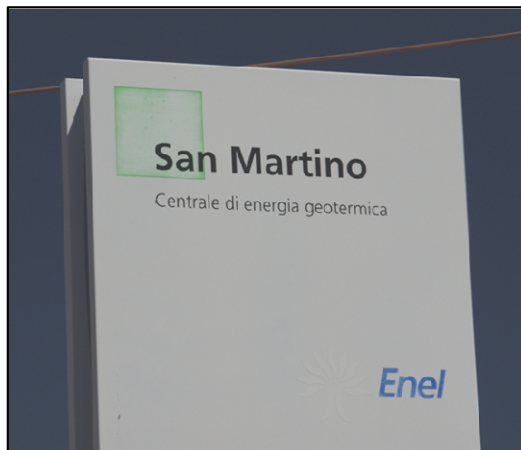


UNIVERSIDAD DE MEDELLIN

Central geotérmica San Martino

- **Reservorio geotérmico a vapor dominante:**

- 200° C
- 8-10 bar
- Potencia: 40 MW



<https://izi.travel/it/f7c6-percorso-didattico-alla-centrale-geotermica-san-martino/it>



UNIVERSIDAD DE MEDELLIN

Perforación de pozos geotérmicos

- Barrenas de distintos tamaño

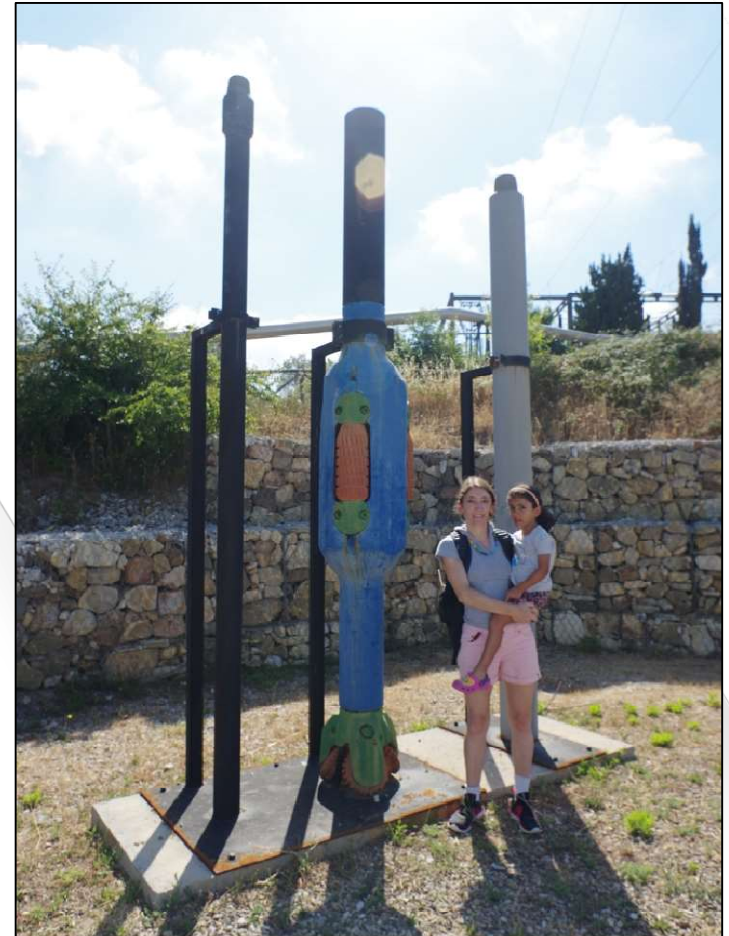




UNIVERSIDAD DE MEDELLIN

Perforación de pozos geotérmicos

- Herramienta de perforación

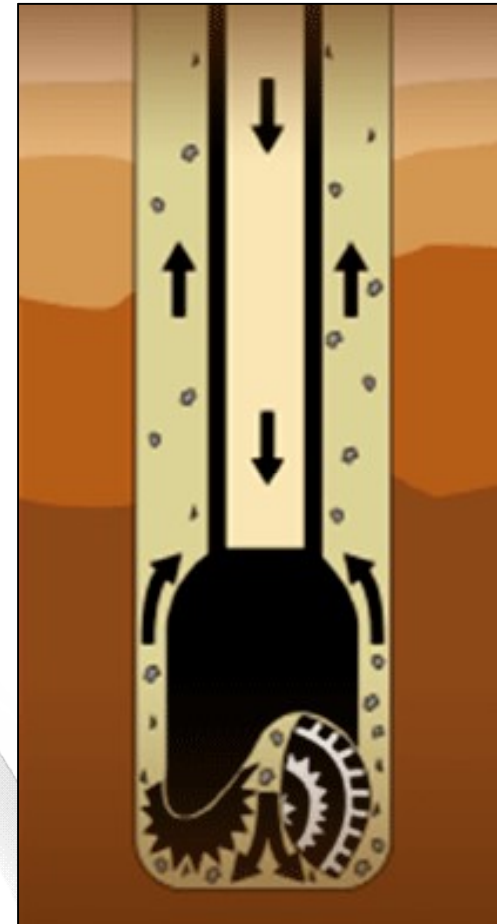




UNIVERSIDAD DE MEDELLIN

Fluidos de perforación

- Fluidos de perforación se bombean al interior de las tuberías de perforación y salen en correspondencia de las barrenas
- Esos fluidos suben en el espacio anular entre las tuberías y el pozo, llevando los detritos en superficie



http://www.rigzone.com/training/insight.asp?insight_id=291



UNIVERSIDAD DE MEDELLIN

Fluidos de perforación

● **Funciones de los fluidos**

- **Llevar detritos a la superficie**
- **Garantizar la estabilidad de las paredes del pozo**
- **Reducir el rozamiento y el desgaste mecánico**

● **Tipos de fluidos**

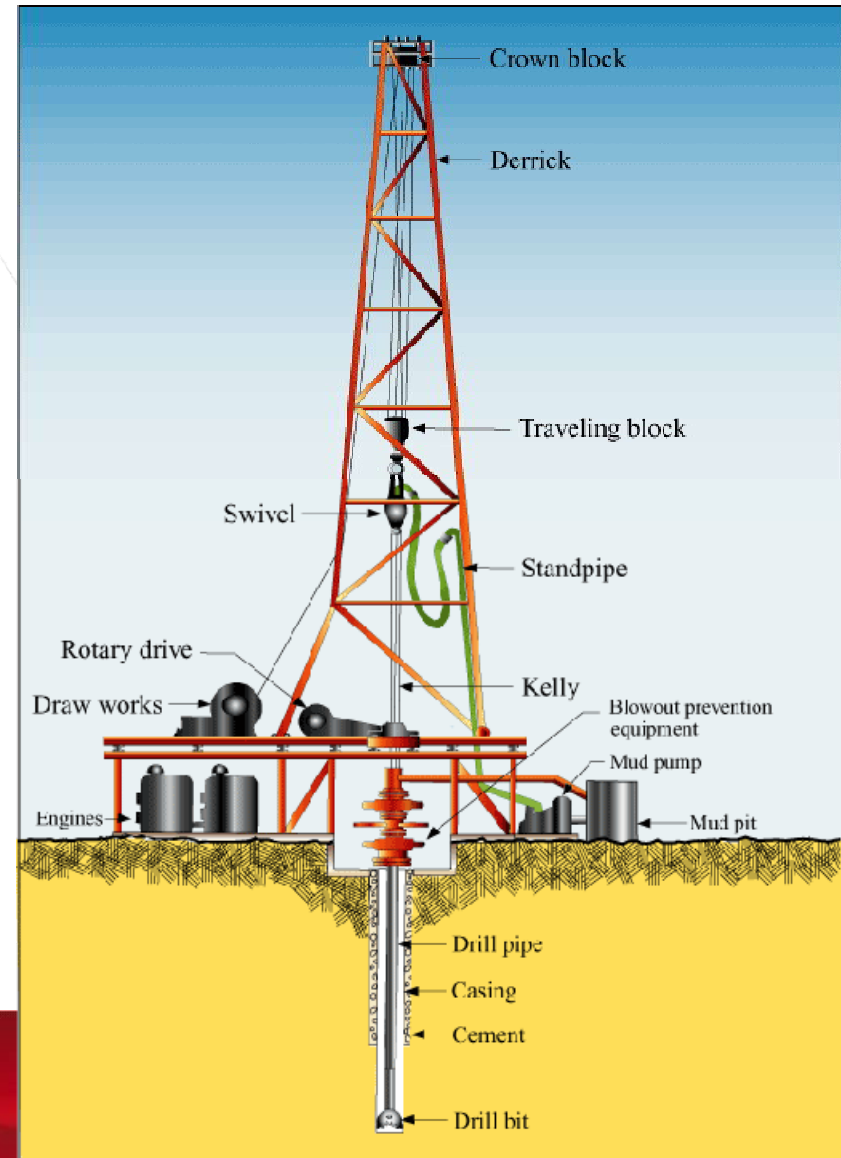
- **Lodos bentónicos con aditivos químicos ecológicamente compatibles**
- **Agua para la parte más profunda (es la misma agua que se obtiene por la condensación del vapor en la central)**



UNIVERSIDAD DE MEDELLIN

Perforaciones geotérmicas

- **Hostilidad de los ambientes geológicos**
 - **Altas temperaturas**
 - **Rocas duras**
 - **Fluidos químicamente agresivos**

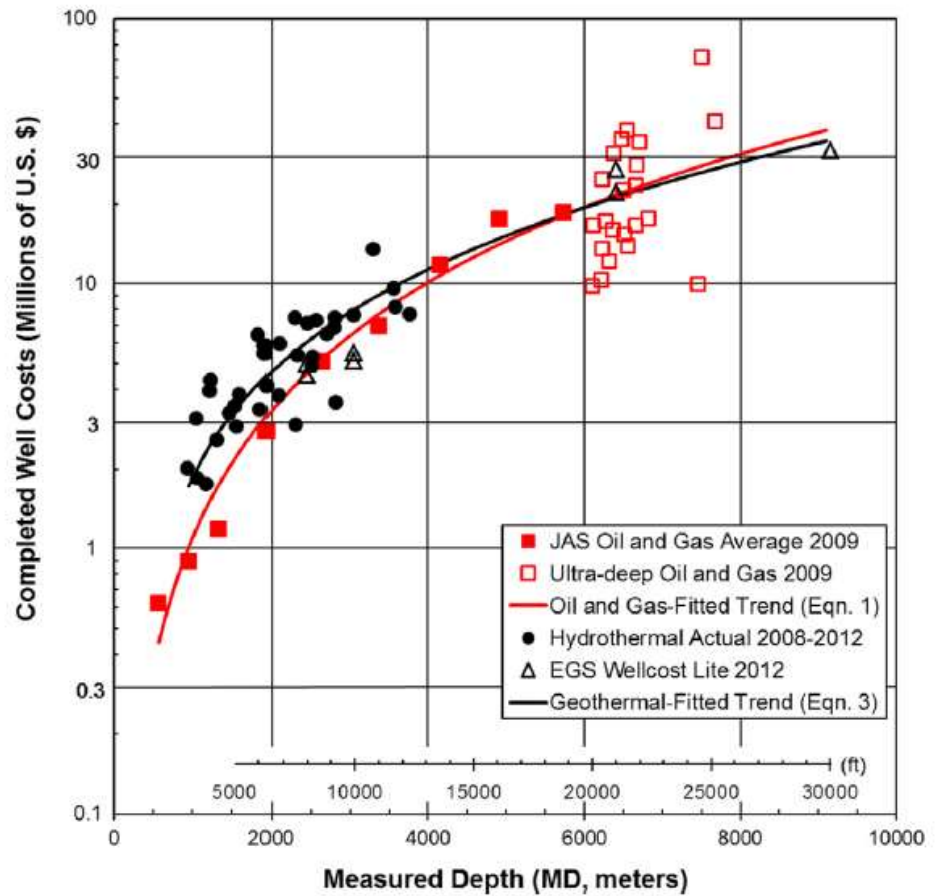




UNIVERSIDAD DE MEDELLIN

Perforaciones geotérmicas

- Más costosas que las perforaciones para pozos petroleros
 - Desafíos técnicos
 - Diámetros mayores
 - Peculiaridad de cada pozo geotérmico



Lukawski et al. (2014)

Journal of Petroleum Science and Engineering 118: 1-14



UNIVERSIDAD DE MEDELLIN

Perforaciones geotérmicas

● Herramientas de perforación





UNIVERSIDAD DE MEDELLIN

Funcionamiento de la central

● Como se genera la energía eléctrica





UNIVERSIDAD DE MEDELLIN

Funcionamiento de la central

- **Recurso geotérmico:**
vapor a $150-200^{\circ}\text{C}$
- **La electricidad es transportada en la red nacional a 132 kV**
- **Después de pasar por la turbina, el vapor se condensa**
- **Los gases no condensables se tratan con el sistema AMIS**





UNIVERSIDAD DE MEDELLIN

Torres de enfriamiento

● Torres de enfriamiento de nueva generación

Nueva generación: 25 m de altura



Vieja generación: 70 m de altura



<http://karl-grazieallavita.blogspot.com.co/2013/09/>



UNIVERSIDAD DE MEDELLIN

Torres de enfriamiento

- **Torres de enfriamiento, vista desde el interior**





UNIVERSIDAD DE MEDELLIN

Ejemplo de turbina





UNIVERSIDAD DE MEDELLIN

Ejemplo de turbina





UNIVERSIDAD DE MEDELLIN

Pozos de reinyección

- 3 pozos de 500 m de profundidad





UNIVERSIDAD DE MEDELLIN

Sistema de tratamiento AMIS

- ***“Abbattimento mercurio e idrogeno solforato”***
 - Patente de Enel
 - Reinyección Hg y S en el reservorio
- **Utilización de carbón activado y lavados de soda caustica**
 - Remoción de Hg
 - Conversión de H_2S a SO_2
 - Adsorción SO_2





UNIVERSIDAD DE MEDELLIN

Ductos

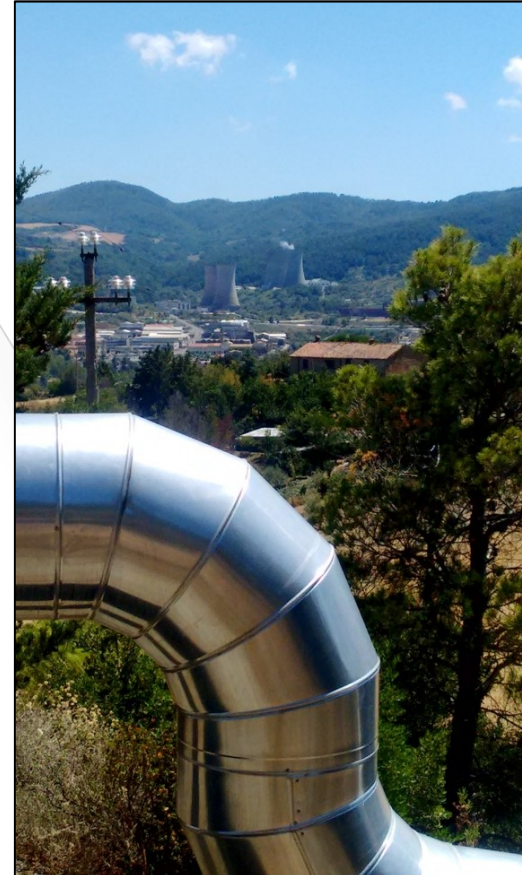
- **Ductos para transporte del vapor**
 - **Acero**
 - **Diámetro 150-800 mm**
 - **Aislados térmicamente**
 - **Revestimiento de aluminio pintado**





UNIVERSIDAD DE MEDELLIN

Trayectoria de los ductos





UNIVERSIDAD DE MEDELLIN

En camino hacia Larderello





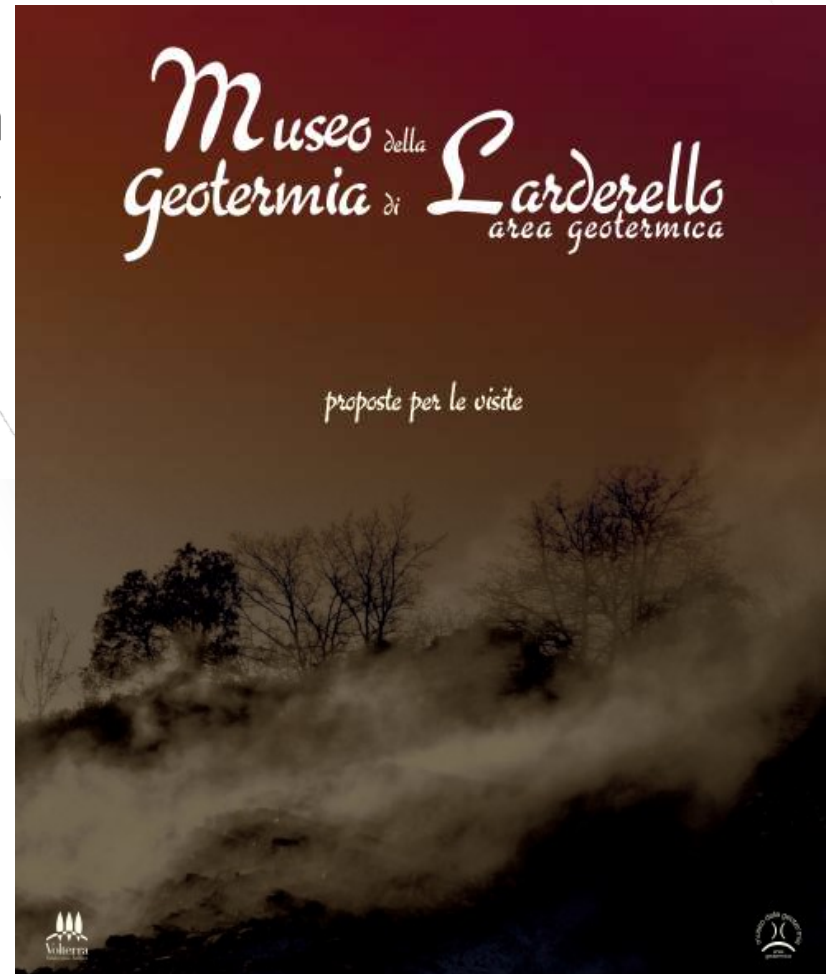
UNIVERSIDAD DE MEDELLIN

Museo de geotermia

- La historia de la geotermia desde el periodo etrusco y época medieval hasta la actualidad



Palazzo De Larderel - sede Museo della Geotermia



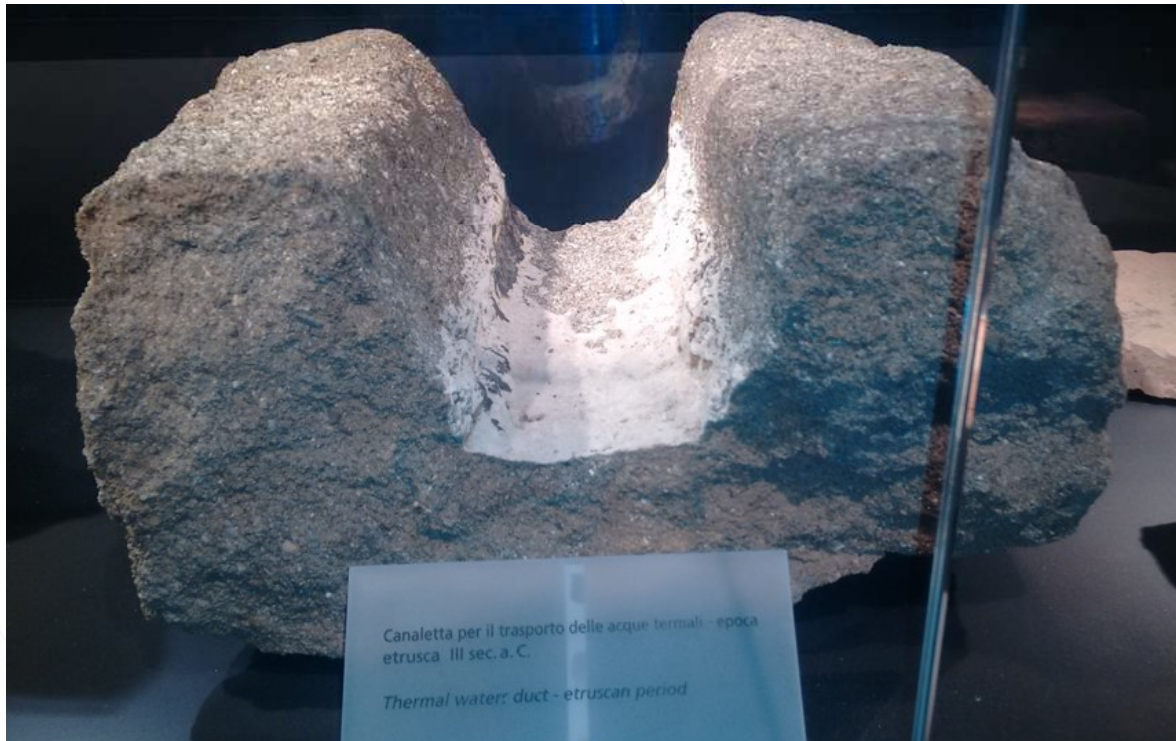
http://www.museivaldicecina.it/it/museo_della_geotermia.php



UNIVERSIDAD DE MEDELLIN

Museo de geotermia

- III siglo a.C. : pueblo etrusco
 - Canaletta para el transporte de aguas termales



Canaletta per il trasporto delle acque termali - epoca etrusca - III sec. a.C.

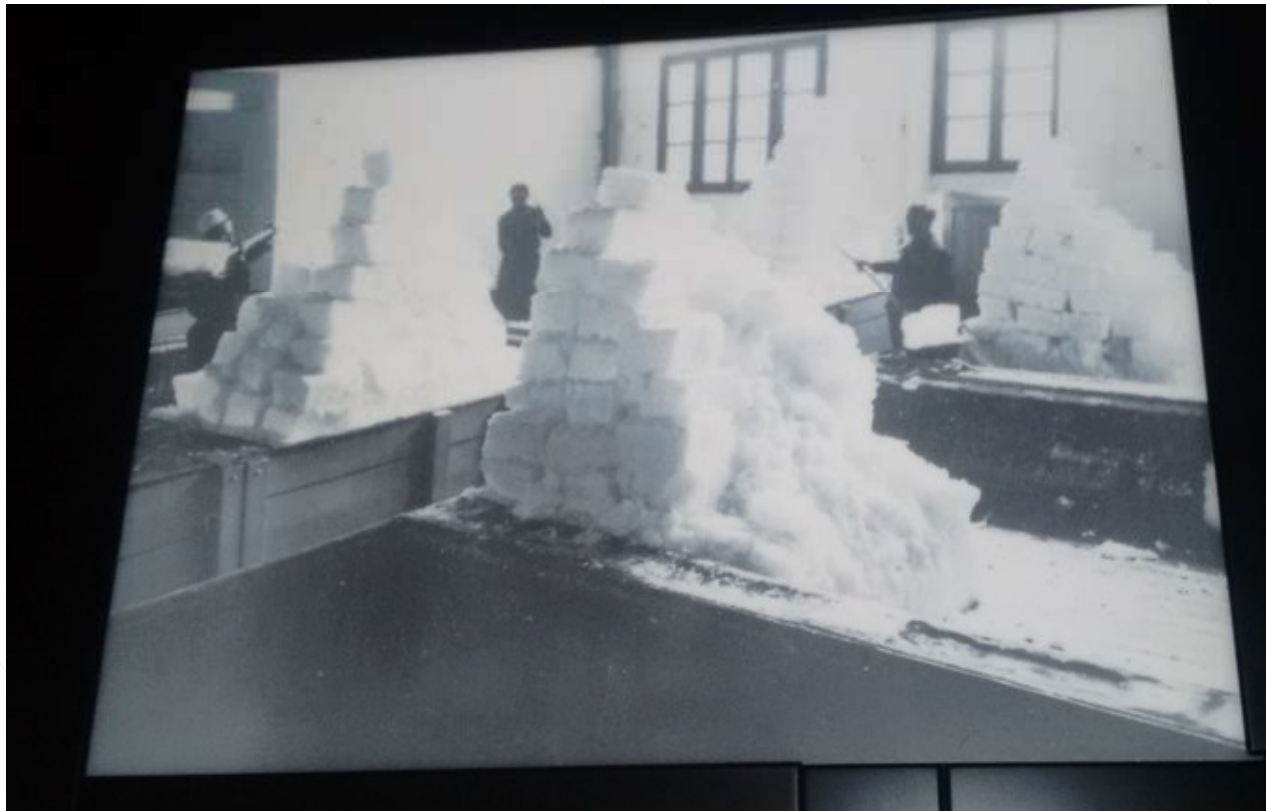
Thermal water duct - etruscan period



UNIVERSIDAD DE MEDELLIN

Museo de geotermia

- El francés François De Larderel y Piero Conti Ginori





UNIVERSIDAD DE MEDELLIN

Museo de geotermia

● Utilización del boro

- Cosméticos y farmacia
- Óptica (gafas y binoculares)
- Absorción de radiaciones nucleares





UNIVERSIDAD DE MEDELLIN

Museo de geotermia

● Utilización del boro

- Agricultura (abonos o herbicidas)
- Pintura de cerámicas
- Tratamiento de cáncer



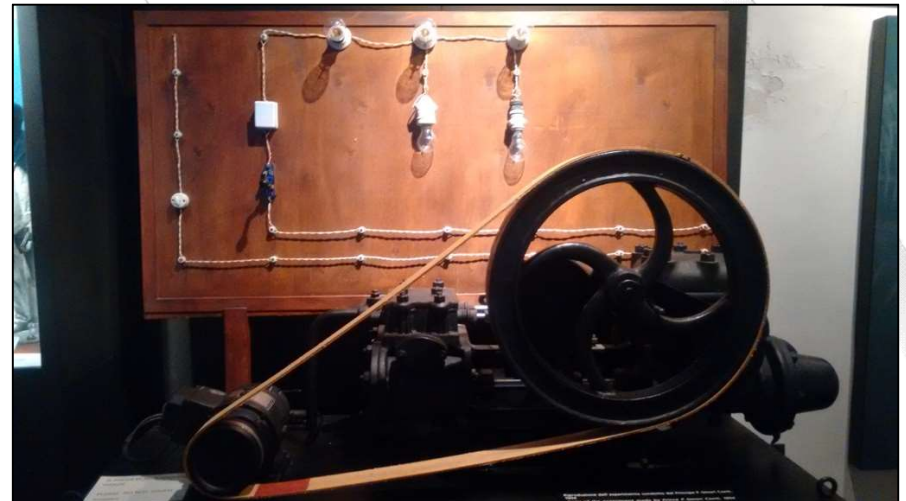


UNIVERSIDAD DE MEDELLIN

Museo de geotermia

● Piero Conti Ginori

- En 1904 logró prender unos bombillos transformando energía mecánica en energía eléctrica con un motor a vapor





UNIVERSIDAD DE MEDELLIN

Museo de geotermia

● Núcleos de perforaciones

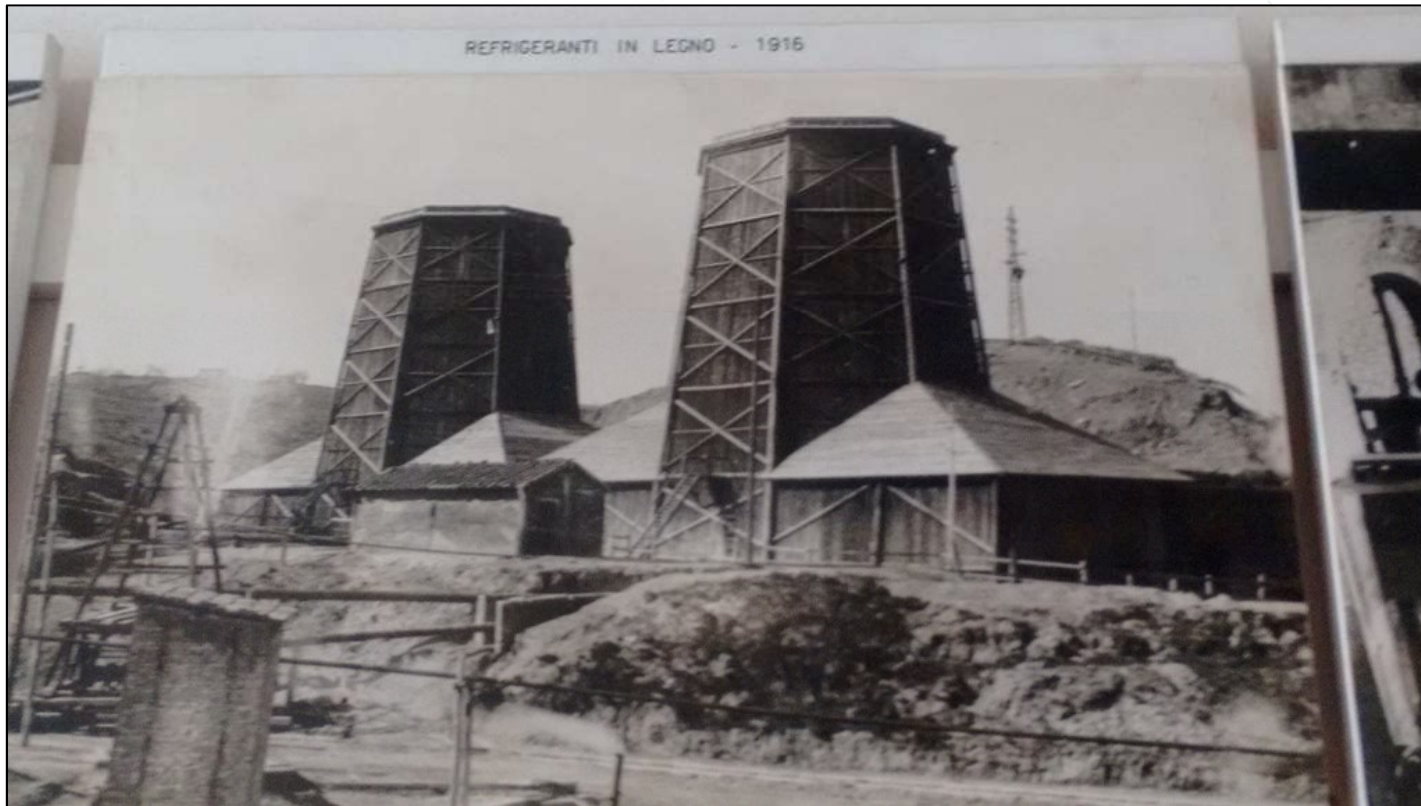




UNIVERSIDAD DE MEDELLIN

Museo de geotermia

- 1916: torres de enfriamiento en madera





UNIVERSIDAD DE MEDELLIN

Museo de geotermia

- Mayo 1944: efecto de la segunda guerra mundial





UNIVERSIDAD DE MEDELLIN

Museo de geotermia

- Mayo 1944: efecto de la segunda guerra mundial





UNIVERSIDAD DE MEDELLIN

Museo de geotermia

- Reutilización del espacio ocupado por la antigua torre

Arriva l'Arena Geotermica a Larderello: nasce dalla vecchia torre di raffreddamento

🕒 21 agosto 2017 11:20 📍 Attualità 📌 Pomarance





UNIVERSIDAD DE MEDELLIN

Museo de geotermia

- En los afueras del museo





UNIVERSIDAD DE MEDELLIN

Museo de geotermia

- En los afueras del museo





UNIVERSIDAD DE MEDELLIN

Pozo demostrativo

- **Pozo demostrativo**
 - 800 m de profundidad
 - Temperatura: 180° C
 - Presión: 3 bar
 - 15 toneladas/hora de vapor





UNIVERSIDAD DE MEDELLIN

Conclusión

- **La energía geotérmica es una fuente de energía renovable y viable**
- **Se puede aprender de la experiencia de otros países**
- **Es fundamental tener un equipo interdisciplinario y colaboraciones internacionales**
- **Es importante compartir y transferir el conocimiento**
- **Es fundamental la participación de estudiantes (pregrado y posgrado)**

Gracias



UNIVERSIDAD DE MEDELLIN

Gracias



Semillero Geotermia 2017-2