

Laboratorio de Termoluminiscencia (TL)

Departamento de Geomagnetismo y Exploración



Dr. Peter Schaaf
Responsable

M. en C. Ángel Ramírez Luna
Responsable operativo



La razón de existir del laboratorio:

Generar información a través de datos (edades) para resolver cuestionamientos cronológicos en diversos contextos tales como: geológicos, arqueológicos, geofísicos, antropológicos, históricos, biológicos (ecosistemas), lingüistas (contactos) y conservación de patrimonio cultural entre otros.

Además de aportar y contribuir al conocimiento de la física de estado sólido, física de radiaciones, arqueometría, datación y caracterización de materiales.

Funciones básicas:

- Ofrecer los servicios de datación de muestras geológicas y arqueológicas
- Crear y colaborar en proyectos de investigación
- Proponer y desarrollar nuevas líneas de investigación
- Mejorar y desarrollar técnicas y métodos relativos a los procesos del laboratorio
- Formar recursos humanos (tesistas)
- Docencia
- Actividades de difusión y divulgación
- Productos académicos: informes, artículos, libros, tesis, etc.

Infraestructura de Laboratorio:



Lector de termoluminiscencia Daybreak 1100 automated TL System



Irradiador Daybreak 801 con fuente beta de ^{90}Sr y fuente alfa de ^{244}Cm .



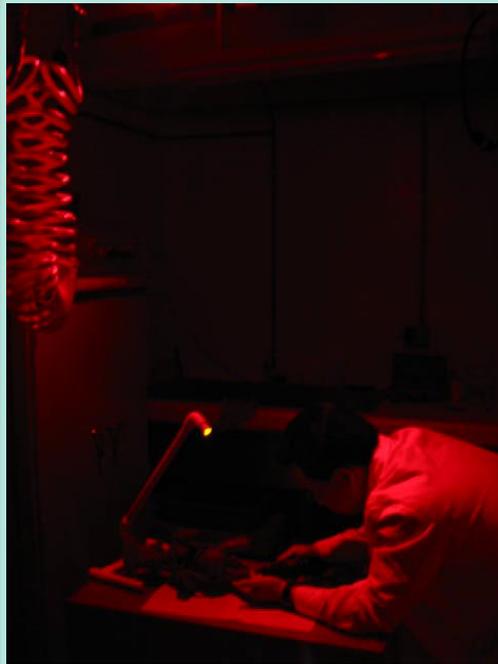
Espectrómetro gama Geofyzika Brno GS 512



Dos contadores de partículas alfa Daybreak 583 para determinar la concentración de ^{238}U y ^{232}Th



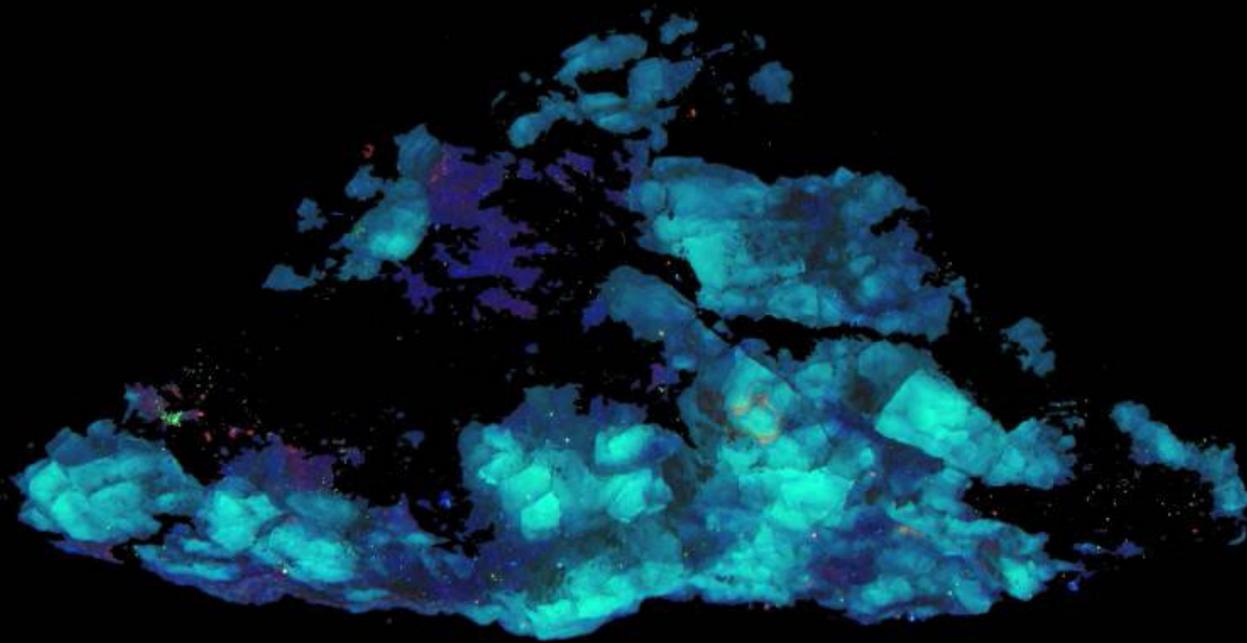
Cumplir con la normatividad de la
Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias



Condiciones de oscuridad

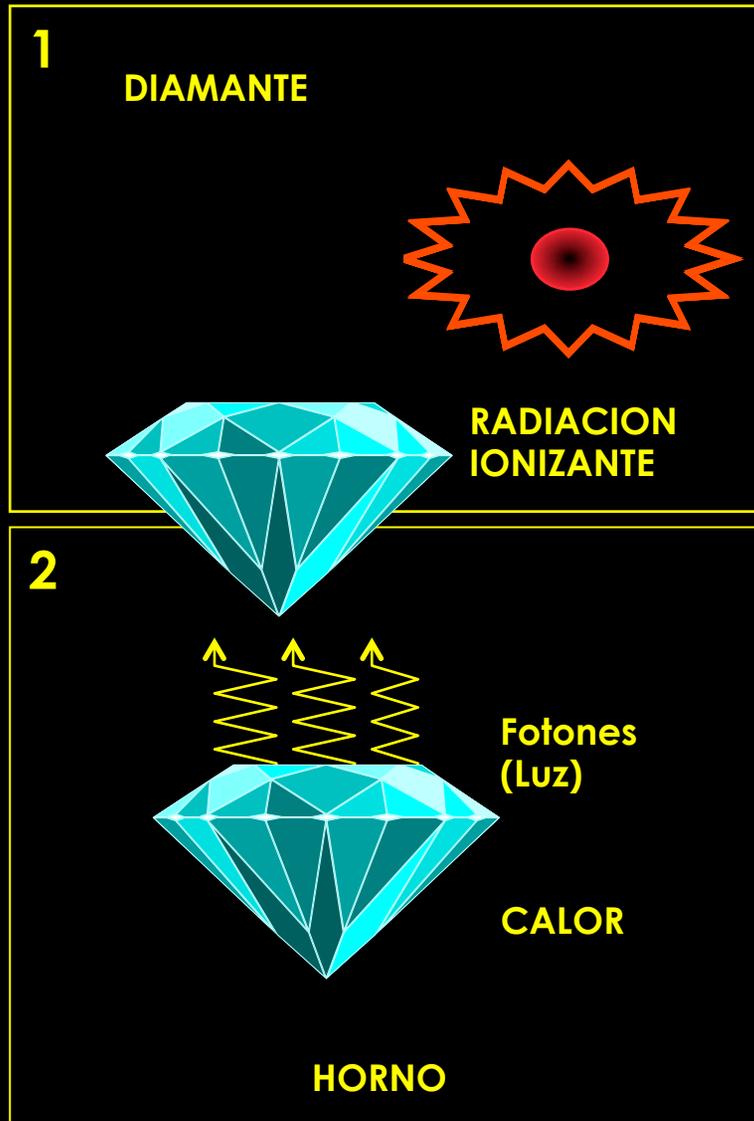


¿Cómo se ve el fenómeno de la termoluminiscencia?



Fenómeno de Termoluminiscencia TL

Termoluminiscencia en la Datación:



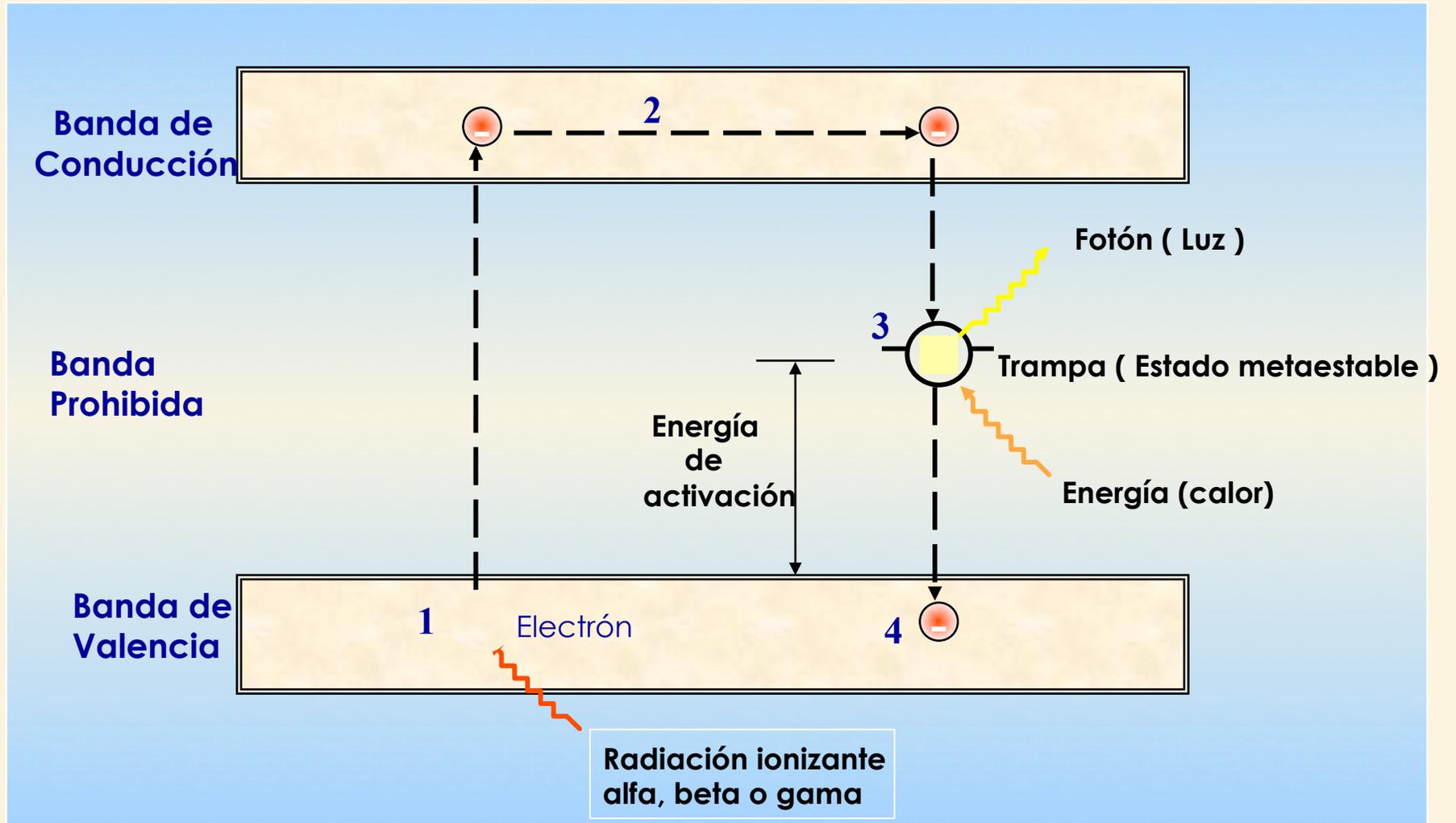
Termoluminiscencia (TL)

Fenómeno que exhiben ciertos sólidos al ser irradiados con radiación ionizante y posteriormente sometidos a calentamiento por debajo de su temperatura de incandescencia, observándose una emisión de fotones.

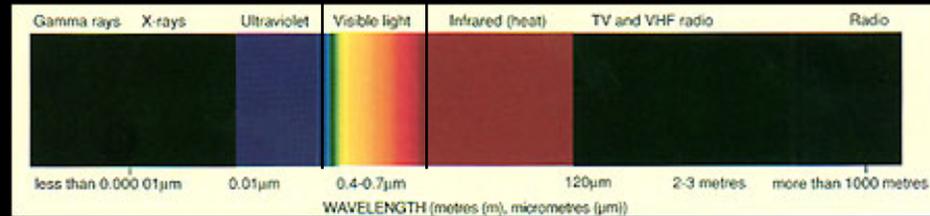
Robert Boyle

El 28 octubre de 1663 lo reporto a la Royal Society en Londres.

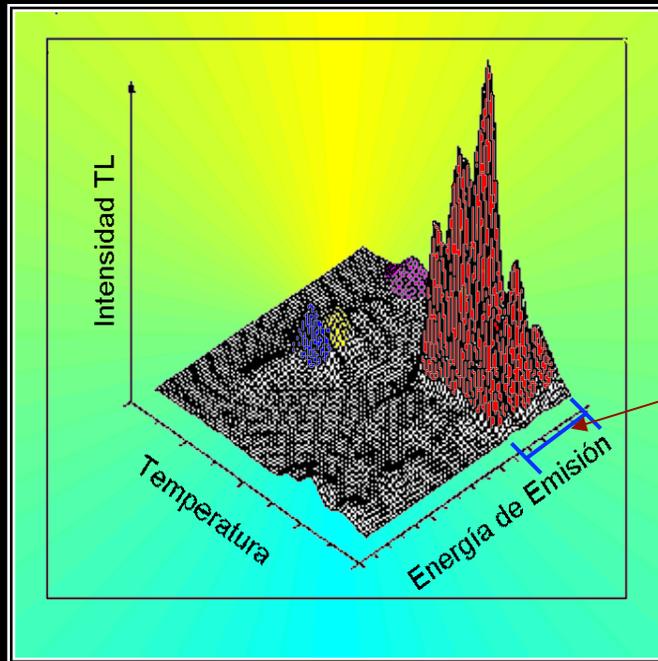
Modelo Físico de Bandas de Energía



Espectro Termoluminiscente

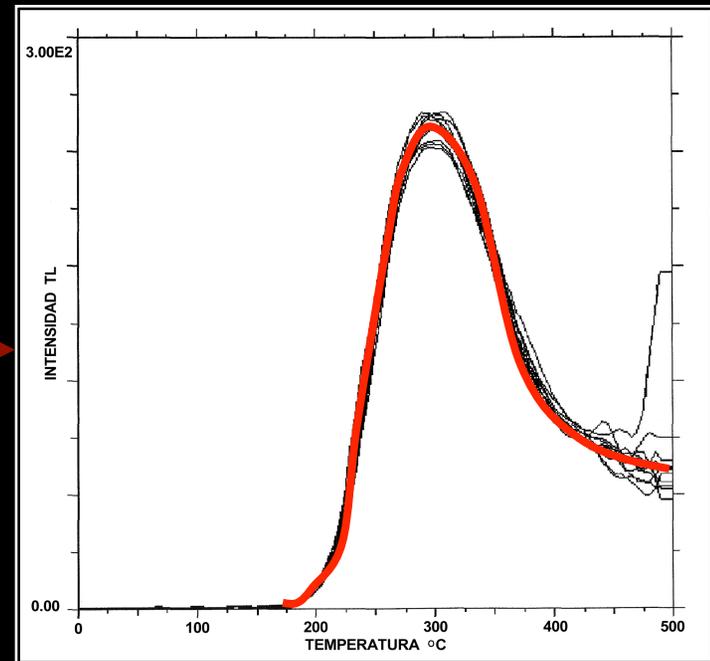


Espectro electromagnético $\lambda = 400 - 700 \text{ nm}$



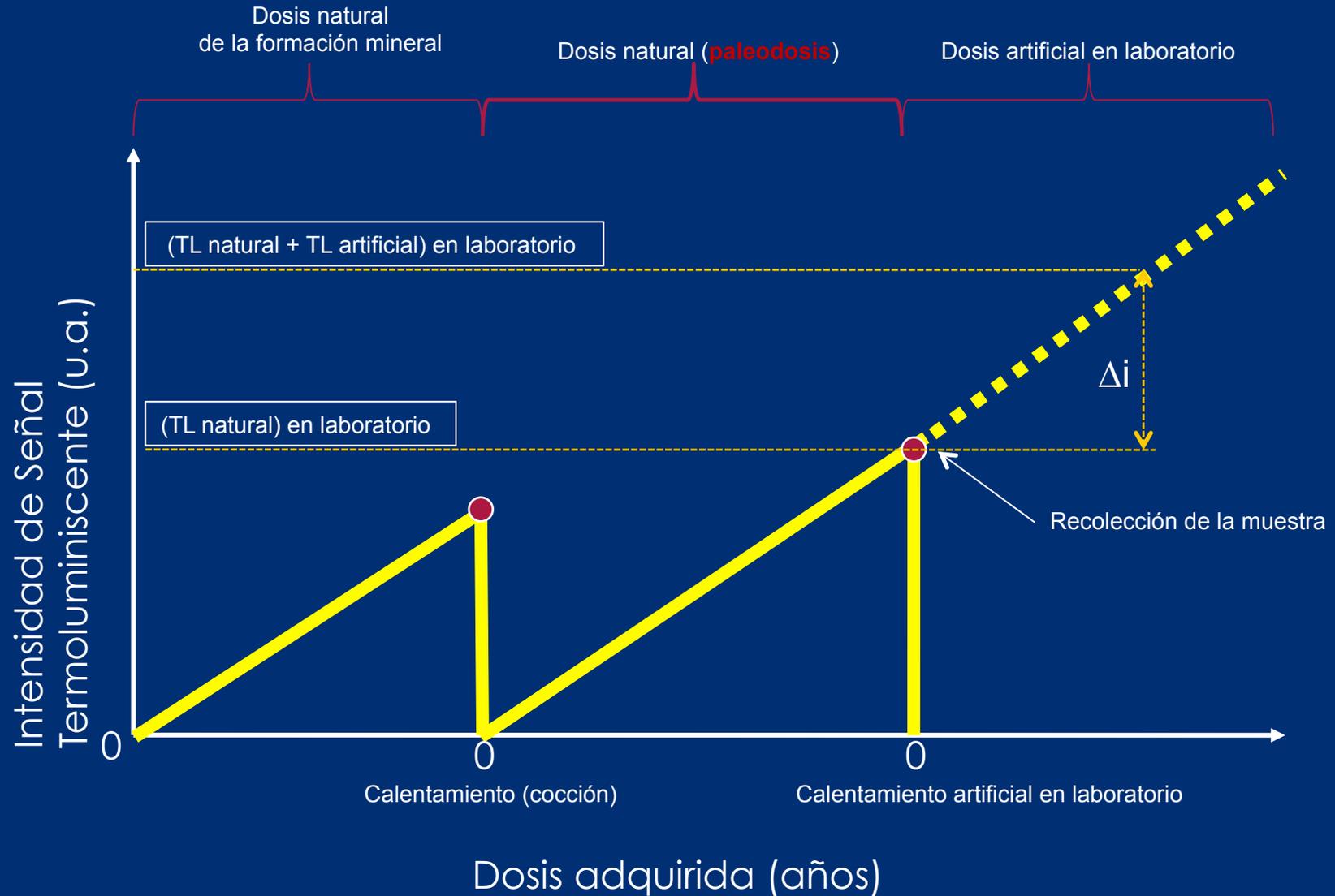
Espectro Termoluminiscente 3D
Intensidad Vs. temperatura Vs. energía
de emisión (longitud de onda)

Filtro



Espectro Termoluminiscente 2D
Intensidad Vs. Temperatura. (con filtro)

Proceso de Almacenamiento de la Señal TL (dosis) y Registro Térmico en una Muestra



Age Equation

$$\text{Age}_{\text{TL}} = \frac{\text{Paleodose [Gy]}}{\text{Annual dose rate [Gy /y]}} = [\text{ years }]$$

$$\text{Age}_{\text{TL}} = \frac{\text{Equivalent dose } Q + \text{Supralinearity correction } I}{\text{Alpha dose } \cdot(k) + \text{Beta Dose } \cdot(0.90) + \text{Gamma dose} + \text{Cosmic dose}}$$

Considerations to the TL age equation:

- ▶ Moisture effect, absorption coefficient for water:

Zimmerman, W.D., 1971, *Thermoluminescent dating using fine grains from pottery*. *Archaeometry* 13, 29-52.

♪

}	Pottery
	Soil

$$D\alpha = \frac{D\alpha_{\text{dry}}}{1 + \left(\frac{\text{dry weight}}{\text{wet weight}} - 1\right)(1.50)}$$

$$D\beta = \frac{D\beta_{\text{dry}}}{1 + \left(\frac{\text{dry weight}}{\text{wet weight}} - 1\right)(1.25)}$$

$$D\gamma = \frac{D\gamma_{\text{dry}}}{1 + \left(\frac{\text{dry weight}}{\text{wet weight}} - 1\right)(1.14)}$$

- ▶ Alpha particle effectiveness $k = Q\beta / Q\alpha_{\alpha}$

Aitken, M.J., 1985, *Thermoluminescence dating*, Academic Press, London.

- ▶ Attenuation factor for beta contribution = 0.90

Aitken, M.J., 1985, *Thermoluminescence dating*, Academic Press, London.

- ▶ Cosmic dose = 150 $\mu\text{Gy/y}$

Prescott, J.R. and Stephan, L.G., 1982, *Contribution of cosmic radiation to environmental dose*, *PACT* 6, 17-25.

- ▶ Doses estimation

G. Adamiec and M. Aitken, 1998, *Dose-rate conversion factors: update*, *Ancient TL Volume* 16, No. 2.

¿Que tipo de muestras se pueden datar por termoluminiscencia?

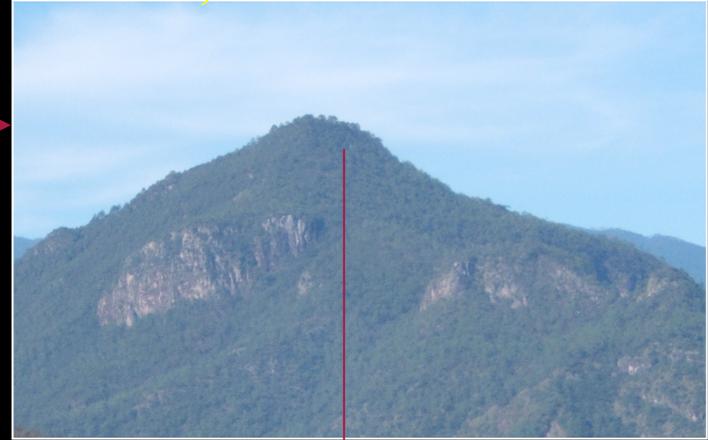
Geológicas: basaltos, pómez, cenizas, sedimentos

Minerales expuestos a calentamiento o última exposición a la luz solar.

Arqueológicas: cerámicas, hornos, fogones y materiales de construcción entre otros

Proceso de calentamiento o última exposición a la luz solar

Analysis by Thermoluminescence (TL) of Zapotec Ceramics of the Caxonos River Basin, Oaxaca, Mexico.



Pottery



Sierra alisado



Sierra pulido con engobe



Costa Naranja Fino



Sierra cocción diferencial

Typology

Sierra alisado

Sierra cepillado burdo

Valle gris burdo

Planicie burdo poroso

Sierra ahumado fino

Sierra ahumado burdo

Valle fino gris

Costa blanco fino

Planicie ahumado burdo

Sierra ahumado fino

Valle gris

Sierra cocción diferencial

Costa gris fino

Costa naranja fino

Planicie cocción diferencial

Sierra pulido engobe

Costa gris granular

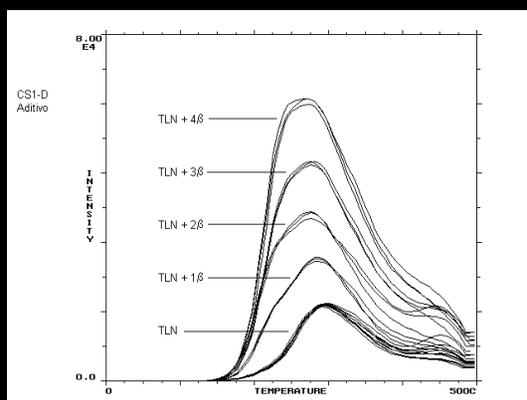
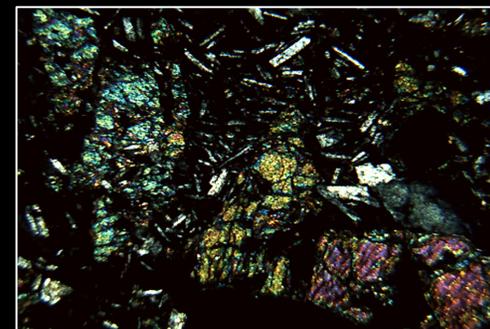
Valle Bayo fino

Thermoluminescence Ages

Ceramic Typology	Archaeological Code	TL Code	*Approximate age range (B.C.)	TL age (years) (2009)	Relative TL age (years) (A.D.)
Sierra alisado	III-2-Mesa-27	OA1	1000 – 1600	574 ± 30	1 435 ± 30
Sierra cepillado burdo	III-2-mesa-27	OA2	1000 – 1600	631 ± 40	1 378 ± 40
Valle gris burdo	3-2-Mesa-14	OA3	500 – 1000	466 ± 20	1 543 ± 20
Planicie burdo poroso	III-2- UNT-30	OA4	0 – 1000	863 ± 100	1 146 ± 100
Sierra ahumado fino	III-2-mesa -73	OA5	1000 – 1600	525 ± 59	1 484 ± 59
Sierra ahumado burdo	III-2-Mesa-49	OA6	1000 – 1600	509 ± 48	1 500 ± 48
Valle fino gris	IV-SCAL 97	OA7	500 – 750	361 ± 64	1 648 ± 64
Costa blanco fino	Mesa –b42 –III-2	OA8	500 – 1000	845 ± 50	1 164 ± 50
Planicie ahumado burdo	III- Rios – Psta- 825 -6480	OA9	Unknown	1 870 ± 140	139 ± 140
Sierra ahumado fino	III-2- mesa -9	OA10	1000 – 1600	460 ± 25	1 549 ± 25
Valle gris	III-2- Mesa-B-42	OA11	500 – 1000	582 ± 35	1 427 ± 35
Sierra cocción diferencial	III-2-Mesa-98	OA12	1000 – 1600	520 ± 50	1 489 ± 50
Costa gris fino	III-2- Mesa –B14	OA13	500 – 1000	700 ± 23	1 309 ± 23
Costa naranja fino	VI-L-JNT-30	OA14	0 – 1000	Not reproducible	X
Planicie cocción diferencial	III-Río-IIA-82 6450	OA15	0 – 1000	1 686 ± 70	323 ± 70
Sierra pulido engobe	III-Xoca –II A- LBDO-V-886	OA16	500 – 1000	Not reproducible	X
Costa gris granular	IV-SJA-BJO	OA17	500 – 1000	678 ± 36	1 331 ± 36
Valle Bayo fino	III-SJUA-88	OA18	500 – 1000	There is not plateau	X

*Approximate age range proposed by the archaeologist Edith Ortiz

Muestras geológicas: datación de depósitos volcánicos de la Sierra de Chichinautzin – variación secular del campo magnético terrestre



Sample (volcano)	Paleodose [Gy]	Annual dose rate [$\times 10^{-3}$ Gy/year]	Age [years]
TC1 (Tres Cruces)	14.70 ± 0.48	2.077 ± 0.10	$7\ 077 \pm 230$
YO1-1 (Yololica)	9.03 ± 1.20	1.684 ± 0.08	$5\ 363 \pm 710$
CUA1A(Cuautzin)	114 ± 1.78	2.490 ± 0.12	$45\ 783 \pm 714$
TOP (Topilejo)	Not reproducible and low signal	1.453 ± 0.07	< 3000
CUA1B	196 ± 7.7	2.423 ± 0.12	$80\ 890 \pm 3\ 180$

¿Qué información podemos obtener de la cerámica?

“Unidad de Caracterización de Materiales Arqueológicos” Laboratorio de Termoluminiscencia



- **Edad absoluta (cronologías, periodos de ocupación, etc.)**
- **Composición Mineralógica (procedencia, tecnología alfarera)**
- **Análisis Químico de Residuos (uso)**
 - Inorgánicos: fosfatos, carbonatos, pH
 - Orgánicos: carbohidratos, proteínas y ácidos grasos
- **Características Tipológicas (descripción)**
 - diámetros, ángulos, formas.
 - dureza mohs
 - Coloración (munsell)
 - ficha

Proyecto Copilco INAH:



Análisis del contexto
"posibilidades arqueométricas".



Muestreo de cerámicas.



Espectrometría gama para
datación por termoluminiscencia.

Fragmentos cerámicos extraídos



- Contexto de entierros.
- Plataforma.
- Un área posiblemente ritual inmediata a un espacio de troncocónicas.



Dibujo



Fotografía



Coloración



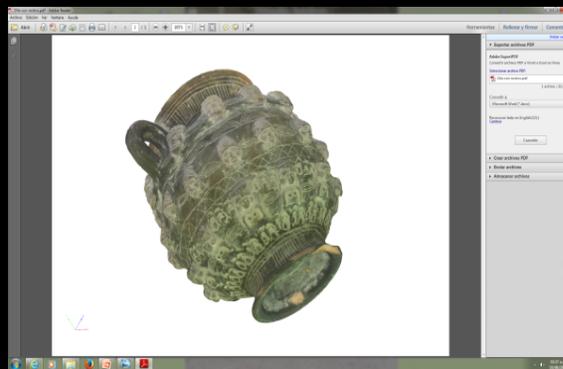
Dureza



Fotografía de pasta

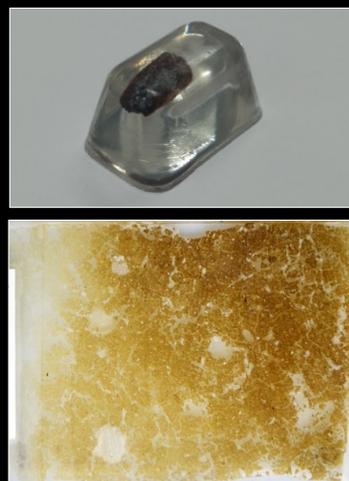


Fotografía 3D



Proyecto Copico un sitio arqueológico del Pedregal de San Ángel		
Sitio: Copico		
Tipo o Grupo cerámico: No identificado, posiblemente Café claro		
Temperalidad: Preclásico medio 100-400 a. C. Fase Zacabenco		
Ubicación en excavación: Tonal 4, Pedregal, Capa IV		
Clave material cerámico: Punto 4		
Clave laboratorio: COP 7		
Forma	Textura: Fina	Pasta
General: Fragmento de un borde (4.1cm x 7cm) de un vasija de 18 cm de diámetro según el topocromatista)	Inclusiónes: Muchas lagunas e inhomogéneas con partículas en colores; Matices: crema y amarillento. Se desbroyen de forma homogénea. Color: Reddish gray S2 D18 (Tabla Musei)	
Acabado de superficie	Decoración	
Exterior: Pulido, color Reddish Brown 4/3 5 YR. Interior: Alisado, Color Reddish Brown 4/3 5 YR. Presenta engobe	Técnica de manufactura: modelado. No presenta decoración.	
Referencias Bibliográficas, a cargo de Mariana Treviño.		
Observaciones: Los sectores de este tipo de cerámica presentan partículas oscuras distribuidas homogéneamente en grandes proporciones. Este fragmento exhibe particularmente con dos fragmentos desde el punto 7 hasta el mismo número de punto. Se le da de borde en marcado tiempo para la época del preclásico. Está asociado a una tumba.		
Número de fotografía: 2 y grabado en el topocromatista		
Fecha: 25 de octubre del 2013 Lugar: Laboratorio de Termoluminiscencia		

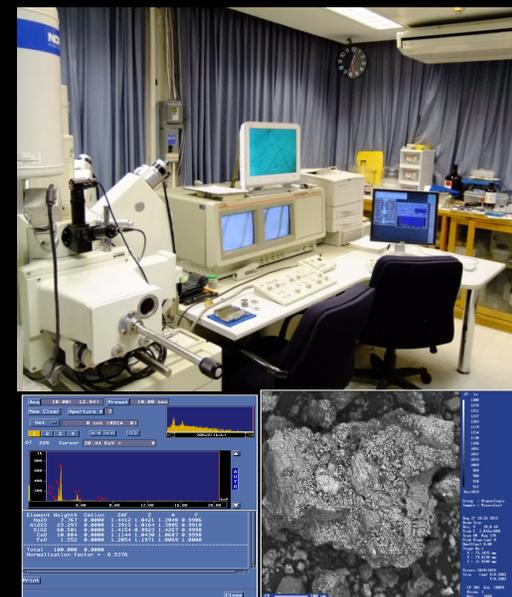
Ficha descriptiva



Mineralogía



Características edáficas



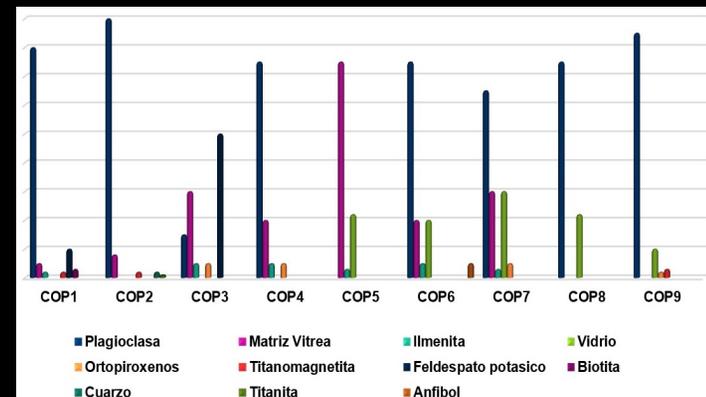
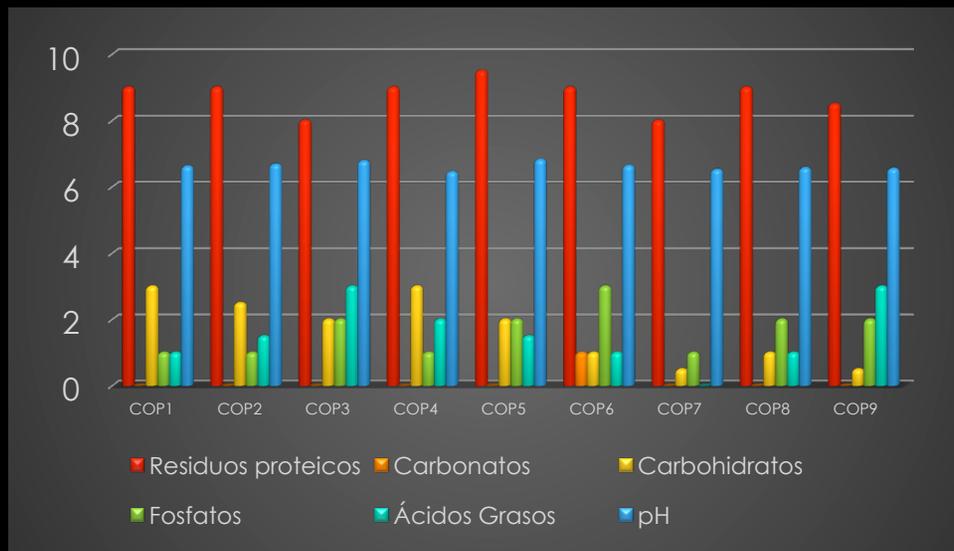
MEB- EDS

Química de Residuos (ausencia o presencia)



Orgánicos: proteínas, carbohidratos, ácidos grasos

Inorgánicos: carbonatos, fosfatos, pH



Mineralogía

Muestra	Paleodosis [Gy]	Tasa de Dosis Anual [Gy/año]	Edad Absoluta [años]	Edad Absoluta [años]
COP1	4.3958	2.743×10^{-3}	1602 ± 98	414 d.C.
COP2	5.794	3.073×10^{-3}	1885 ± 130	131 d.C.
COP3	7.539	2.722×10^{-3}	2543 ± 152	528 ± 152 a.c
COP4	No reproducible	2.722×10^{-3}	-----	-----
COP5	6.1719	3.072×10^{-3}	2010 ± 65	6 d.C.
COP6	No reproducible	3.098×10^{-3}	-----	-----
COP7	5.6702	3.075×10^{-3}	1844 ± 88	172 d. C.

Química de residuos

Edades

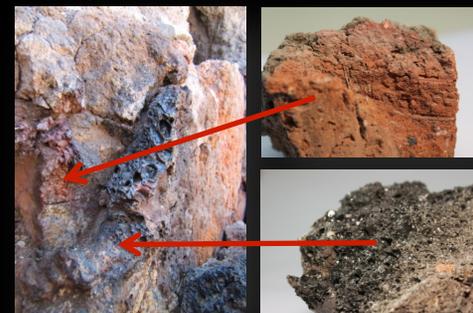
Tipos de muestras que se pueden datar:



Cerámica



Fogones



Hornos



Basalto



Paleodunas



Pómez



Sedimentos

Nuevos materiales para datación:



Materiales de construcción
fases constructivas
Huexotla, Edo. México.



Edificios coloniales, Teapa, Tabasco



Sedimentos ultima exposición a la luz solar
Andes noroccidentales, Colombia.



Material lítico edad de piedra
Guinea Ecuatorial, África



Arqueología submarina Lago Titicaca, Bolivia

Pruebas de antigüedad → Peritaje arqueológico



Archivo Editar Ver Historial Marcadores Herramientas Ayuda

Instituto de Geofísica, Uni... VÉNUS CALLIPYGE DEBOUT C... +

catalogue.drouot.com/html/d/fiche.jsp?id=6819870&np=3&ling=fr&npp=20&ordre=1&aff=1&r=

110%

Buscar

Drouot **www.drouot.com**
Premier lieu de ventes aux enchères

DROUOT CATALOGUE

[Retour à la recherche](#) [Mes ordres d'achat](#) [Conditions de vente, Expositions...](#) [Retour au catalogue](#)

Date de vente : 31/03/17
Binoche et Giquello
E-Mail : info@betg.fr
Tél. : 01 47 42 78 01

Estimation : 120 000 - 130 000 €
[Laisser un ordre](#)

DrouotLIVE HD
Enchérissiez en direct sur [www.drouotlive.com](#)

[Pin it](#) [Twitter](#) [Partager](#) [G+](#)

LOT n°48
VÉNUS CALLIPYGE DEBOUT
CULTURE CHUPICUARO, ÉTAT DU GUANAJUATO, MEXIQUE
PRÉCLASSIQUE RÉCENT, 400-100 av. J.-C.
Céramique à engobe rouge brique et blanc crème, peinture
ornementale noire
H. 27,3 cm - L. 21,6 cm
Chupicuaro standing venus, buffware ceramic, Mexico
H. 10 3/4 - L. 8 1/2 in

Provenance
Acquis par l'actuel propriétaire en 2006
Ancient Art of the New World, New York
Christie's New York, 21 novembre 2006 (n°125)
Collection privée, acquis dans les années 1950

L'AUTRE VÉNUS DE CHUPICUARO
Quel don a-t-elle et quel est le peuple qui nous a laissé de telles



Falsificación,
mercado negro

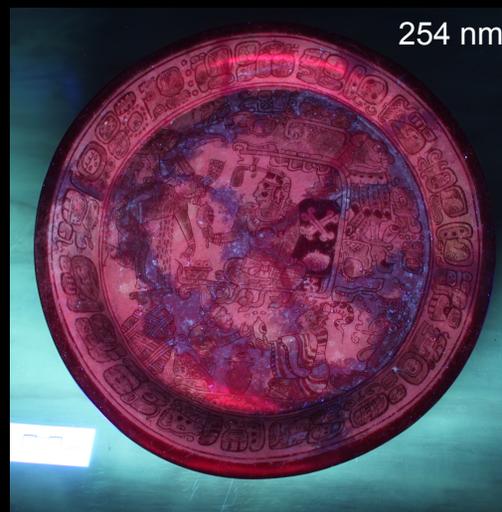
Fluorescencia de luz ultravioleta



Lámpara de luz ultravioleta con selector de longitudes de onda



Pruebas de luz UV a diferentes longitudes de onda.



Evidencia de restauraciones o intervenciones



Selección de puntos de muestreo

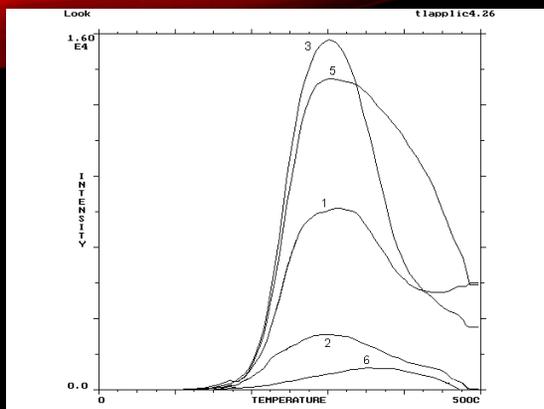


Fluorescencia de luz UV



Diferentes puntos de muestreo

Análisis espectral termoluminiscente



Señales termoluminiscentes naturales diferentes = diferentes arcillas (minerales)

Concentración de radioisótopos en muestras

Muestra	²³⁸ U [ppm]	²³² Th [ppm]	⁴⁰ K [%]
TOR1	1.399	1.187	2.010
TOR2	0.376	0.318	2.172
TOR3	5.548	4.713	2.482
TOR4	4.311	3.661	3.188
TOR5	4.351	3.694	2.348
TOR6	0.242	0.203	1.745
TOR7	0.631	0.537	2.107
TOR8	0.256	0.411	1.931

Diferentes concentración de radioisótopo = diferentes tipos de arcillas.



La pieza se esta desarticulando

Edades calculadas por termoluminiscencia

Código de Muestra	Edad Absoluta por TL [años]	Edad relativa [Años d.C.]
TOR1	546 ± 48	1470 ± 48
TOR2	77 ± 4	1939 ± 4
TOR3	659 ± 15	1357 ± 15
TOR4	-----	-----
TOR5	741 ± 17	1275 ± 17
TOR6	713 ± 28	1303 ± 28
TOR7	72 ± 4	1944 ± 4
TOR8	255 ± 8	1761 ± 8

Diferentes edades = diferentes partes.

Antigüedad = ~ 60 miligramos



Difracción de rayos X mineralogía



Fluorescencia de rayos X composición elemental

Instituto de Geología, UNAM
Dr. Francisco Romero



GRACIAS POR SU ATENCION