



# CICTERRÁNEA

- Revista de Divulgación en Ciencias de la Tierra -



ISSN 2618-2122

**Venenos en la naturaleza**  
¿Existe la contaminación natural?

**La revolución marina del  
Paleozoico Medio**  
El gran impacto de los continentes  
sobre la vida en el mar

**¿Una apertura oceánica  
en Córdoba?**  
Lo que cuentan las areniscas del Cretácico

**C**on gran satisfacción presentamos el segundo número de Cicterránea, la forma que elegimos para mostrarnos en sociedad. En esta oportunidad además de acercar las investigaciones que realizamos en nuestro centro, queremos, en este momento crítico, compartir algunas de nuestras preocupaciones.

Estamos atravesando una situación de gran incertidumbre. Fuertes recortes presupuestarios, dramática restricción y reducción en el número de cargos para el ingreso a la Carrera del Investigador Científico del CONICET, alarmante retrasos o falta de financiamiento para sostener programas de investigación amenazan hoy el sistema de Ciencia y Técnica. Este ajuste no sólo afecta al sistema científico, diversos sectores de la sociedad también están sufriendo sus consecuencias en áreas como salud, educación en sus distintos niveles, sistema jubilatorio, etc. Por eso, queremos poner el foco en la dimensión más dolorosa del recorte, la que impacta directamente en la base del sistema científico, la que atraviesa a los jóvenes investigadores.

Lo más importante que tenemos, nuestro capital humano, está en riesgo. Los jóvenes científicos que actualmente se encuentran en distintas etapas de su carrera deben replantearse sus expectativas. Estos investigadores se han preparado tenazmente durante años, primero estudiaron para graduarse en alguna carrera universitaria, continuaron 5 años formándose para doctorarse y luego siguieron capacitándose 2 años más en un postdoctorado. Incluso muchos de ellos realizaron estadías en centros de excelencia en el exterior para especializarse en alguna temática particular. Y, porqué no decirlo, transitaron esta etapa de sus vidas dedicándose exclusivamente a investigar, esforzándose para cumplir con exigentes requisitos académicos, a cambio de un magro salario y con condiciones de empleo precarizadas. A estos recursos humanos altamente calificados, el gobierno ha dejado de ofrecerles la oportunidad de seguir trabajando, no hay futuro para su carrera científica. Por esto, entre nuestros jóvenes compañeros impera un sentimiento de desaliento y desesperanza. Estos sentimientos son compartidos por gran parte de la sociedad ya que con su esfuerzo el estado ha invertido importantes recursos en su formación de excelencia.

Con el rumbo incierto del sistema científico, no es fácil tener una mirada optimista. Estas decisiones de política pública, lamentablemente, tienen un impacto a largo plazo muy difícil de dimensionar en términos científicos, económicos y de soberanía científica y tecnológica. Llevará muchos años, esfuerzo e ingeniosos recursos reconstruir los equipos de trabajo que hoy se están desmantelando.

En este contexto desfavorable y a pesar de todo, seguimos apostando a dar a conocer nuestras investigaciones. Estamos convencidas que comunicar la ciencia es una manera de protegerla y de defender su futuro. ¡Esperamos que disfruten este segundo número de Cicterránea!

Beatriz Waisfeld, Sandra Gordillo y Emilia Sferco

## COMITÉ EDITORIAL

### Editoras responsables

Dra. Beatriz G. Waisfeld  
Dra. Sandra Gordillo  
Dra. Emilia Sferco

### Equipo editorial

Biól. Flavia J. Boidi  
Lic. H. Santiago Druetta  
Lic. Fernando J. Lavié  
Dra. Cecilia E. Mlewski  
Biól. Gisela Morán  
Geól. Natalia Oviedo  
Lic. Raquel J. Villegas

### Difusión

Dr. Diego F. Muñoz  
Geól. Nerina Pisani  
Geól. Ariadna Coppa Vigliocco

### Corrección de estilo

Lic. Mariela López Cordero

### Colaboradores

Dr. Ricardo A. Astini  
Dra. Miriam E. Palomeque  
Dr. Fernando Colombo

### Diagramación y diseño gráfico

Paula Benedetto

Foto de Tapa: Formación geológica de areniscas del Cretácico, Los Terrones, Ongamira, Provincia de Córdoba. Cortesía: Nicolás Sidorowicz.

Esta revista de formato digital se publica de manera desinteresada con la finalidad de difundir la actividad e investigación del CICTERRA. Los artículos y opiniones firmadas son exclusiva responsabilidad de los autores o editores. Lo expresado por ellos no refleja necesariamente la visión o posición de la Institución.

Contacto: [cicterranea@gmail.com](mailto:cicterranea@gmail.com)

[www.cicterra.conicet.unc.edu.ar/](http://www.cicterra.conicet.unc.edu.ar/)  
[revista-cicterranea/](http://revista-cicterranea/)

Seguinos en:



CONICET



Universidad  
Nacional  
de Córdoba

C I C T E R R A



Director: Dr. N. Emilio Vaccari  
Vicedirectora: Dra. Cecilia del Papa

Contacto:  
[secretariacicterra@fcefyn.unc.edu.ar](mailto:secretariacicterra@fcefyn.unc.edu.ar)

Av. Vélez Sarsfield 1611,  
X5016GCB Córdoba, Argentina  
Teléfono: +54 351 535-3800 ext. 30200

[www.cicterra.conicet.unc.edu.ar](http://www.cicterra.conicet.unc.edu.ar)

# SISMOS Y TERREMOTOS

## CUANDO SE NOS MUEVE EL PISO

Los sismos y terremotos son procesos geológicos difíciles de predecir que modelan la superficie de la Tierra. Por lo tanto, lo único que nos ayuda a afrontarlos es aprender cada vez más sobre ellos.



Foto de portada: Fuente: Instituto Nacional de Prevención Sísmica (INPRES: [http://contenidos.inpres.gov.ar/alumnos/fotos\\_terr](http://contenidos.inpres.gov.ar/alumnos/fotos_terr))

## Las cosas por su nombre: hipocentro, epicentro, falla y ondas sísmicas

Un sismo comienza en un punto llamado *hipocentro* o foco, situado en la superficie de ruptura de la falla (localizada por una latitud, longitud y profundidad), y se proyecta en la superficie terrestre en el *epicentro* (latitud y longitud).

El movimiento que percibimos cuando ocurre un sismo, se debe a que hay energía acumulada en ciertos puntos de debilidad, generalmente en la litósfera terrestre, que supera la resistencia de la roca y hace que la misma rompa súbitamente. Parte de esta energía liberada en el *hipocentro* se propaga como *ondas sísmicas* (Figura 1) y otra parte se disipa en forma de calor.

La propagación de dichas ondas es comparable a cuando lanzamos una roca a una laguna tranquila y el impacto genera un movimiento ondulatorio en el agua. Un dato interesante es que la energía liberada, por ejemplo, por un sismo de magnitud 5.5 en la escala de Richter, es similar a la de una bomba atómica, es decir 1020 ergs.

## Una Tierra que se mueve... Un Planeta Vivo

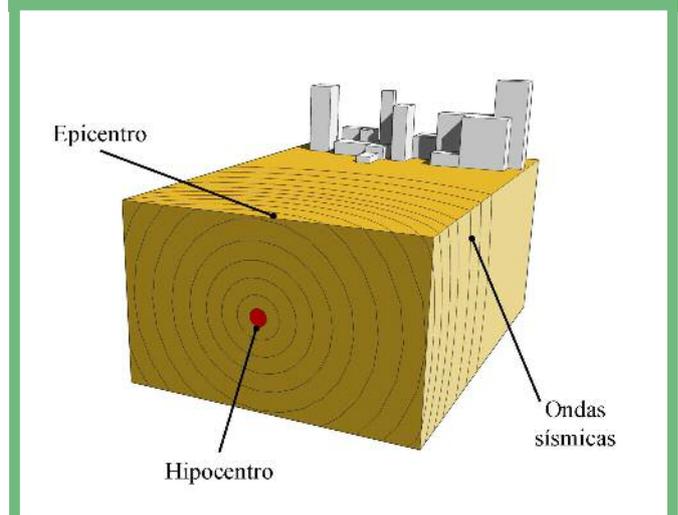
Así es, nuestro planeta está vivo y en constante movimiento, pero solo en ciertos lugares ocurren sismos, lo cual es explicado por la Teoría de la Tectónica de Placas. Las *placas tectónicas* se mueven arrastradas por el material de la astenósfera (no rígido) con velocidades del orden de cm/año. (Ver Cicterránea N° 1: ¿Se mueven los continentes?). La mayor cantidad de temblores, y generalmente los de mayor magnitud, ocurren en zonas de fallamiento asociadas a los contactos entre diferentes placas tectónicas. Las fallas provocan desplazamientos de un bloque se con respecto a otro.

También hay sismos asociados a la actividad hidrotermal o magmática en zonas volcánicas, los cuales se producen por ruptura de la roca debido a la movilidad y ascenso de diferentes fluidos. Otros sismos ocurren en corteza

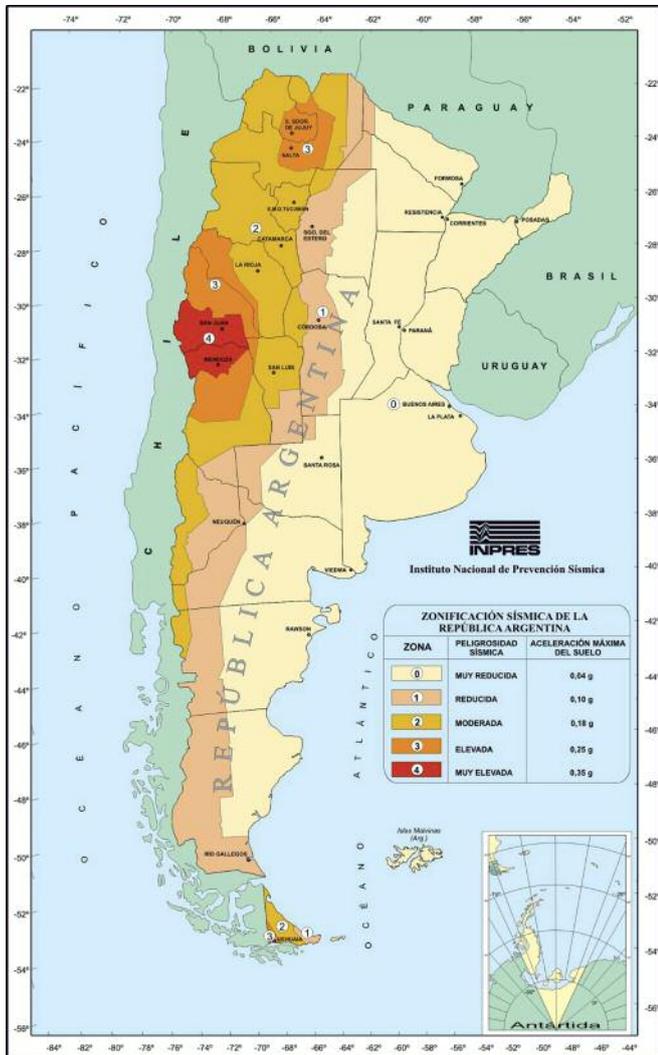
oceánica, debajo de la capa de agua, y generan los tan temidos Tsunamis (o maremotos) que, debido al movimiento del suelo oceánico, desplazan masas de agua que pueden formar grandes olas y alcanzar las costas cercanas.

Sin embargo, la mayoría están asociados con fallas pre-existentes, que se formaron en el pasado, a lo largo de zonas de fragilidad de la corteza terrestre. Algunas de ellas son muy grandes y pueden generar terremotos, como la muy conocida falla de San Andrés en Estados Unidos, que tiene una longitud de aproximadamente 1300 km y ha generado terremotos de gran magnitud (8.0). Otras en cambio son pequeñas y producen sismos de poca magnitud, que en su mayoría pasan desapercibidos. En Argentina, las provincias de San Juan y Mendoza se encuentran ubicadas en la región de mayor sismicidad del país (Figura 2). San Juan fue afectada en enero de 1944 por un terremoto destructivo (magnitud 7.4) que causó más de 10.000 muertes y cuantiosas pérdidas económicas. El mismo estuvo asociado a una falla en la localidad de La Laja, 36 km al norte de la ciudad de San Juan. Aunque el terremoto de mayor magnitud en la historia argentina (8 en la escala de Richter) se produjo el 27 de octubre de 1894, con epicentro en el noroeste de San Juan.

**Figura 1.** Descripción gráfica del hipocentro, epicentro y frente de ondas de un sismo.



**Figura 2.** Mapa de riesgo sísmico en la Argentina. (Fuente: INPRES)



## ¿Cómo sabemos dónde ocurrió un sismo?

A los movimientos sísmicos podemos localizarlos calculando el epicentro y la profundidad. Para ello recurrimos a la Sismología, una rama de la Geofísica, que estudia las ondas mecánicas generadas en el interior y en la superficie de la Tierra. Para detectar y registrar las ondas se utilizan instrumentos llamados sismógrafos, los cuales generan sismogramas que son la imagen del desplazamiento producido (Figura 3).

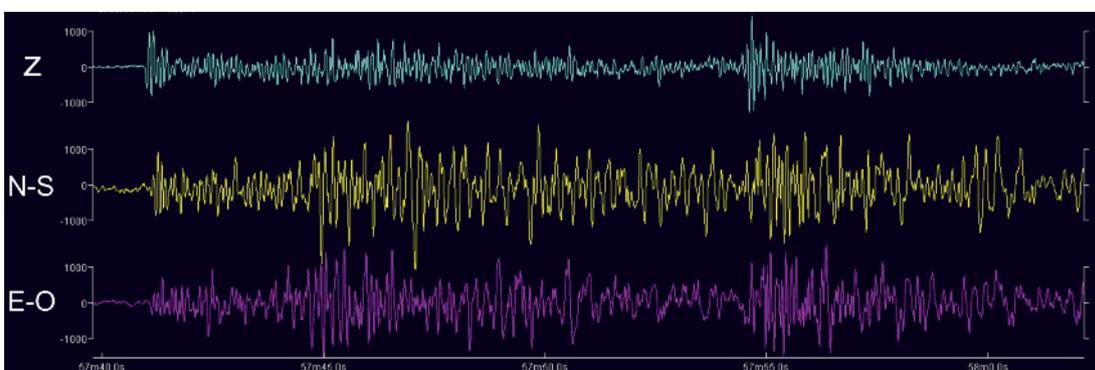
**La mayor cantidad de sismos, y generalmente los de mayor magnitud, ocurren en el área de contacto entre las diferentes placas tectónicas**

Este instrumento, antiguamente consistía en un péndulo que por su masa permanecía inmóvil y, mientras todo a su alrededor se movía, un marcador registraba el movimiento en un papel especial. Pero en la actualidad, los sismógrafos consisten en una pequeña “masa” fijada por fuerzas eléctricas, que cuando el suelo se mueve tratan de mantenerla quieta y la cantidad de fuerza necesaria para conseguirlo es registrada como algo equivalente al desplazamiento.

Mediante el análisis y comprensión de los sismogramas, se obtienen variables y relaciones útiles para determinar

el hipocentro (epicentro y profundidad), la magnitud, la intensidad, etc.

El epicentro, la magnitud y la intensidad son las medidas que se informan a la población habitualmente para indicar “el tamaño” y ubicación de un temblor. La Intensidad es una medida basada en la percepción y en los daños observables causados por el sismo. Sin embargo, como



**Figura 3.** Ejemplo real de sismogramas de las tres componentes: **Z** o componente vertical, **N** o componente norte-sur y **E** o componente este-oeste (indicado a la izquierda de cada registro), que conforman el registro de un sismo o terremoto.

## La provincia de Córdoba presenta sismicidad frecuente, de baja magnitud (generalmente menor a 5.5) y superficial. La región activa se encuentra en el área serrana

es una medida subjetiva, no permite comparar sismos entre sí, ya que un sismo pequeño pero muy cercano puede causar más daño en un sitio que un terremoto grande a mayor distancia. La escala utilizada para medir la Intensidad es la Mercalli Modificada (Figura 4), que va de I (sólo detectado con instrumentos) a XII (destrucción total).

Una medida real del tamaño de un sismo, que cuantifica la energía liberada, es la Magnitud. Existen diferentes escalas para calcular la magnitud, pero la primera escala desarrollada y la más conocida para calcular magnitudes locales es la de Richter, que inicia en 0 pero no tiene límite superior. Debido a que esta escala es logarítmica la energía aumenta aproximadamente 31.6 veces por cada unidad que aumenta la magnitud (es decir, se necesitan 31.6 sismos de una magnitud  $M$  para llegar a la misma energía liberada por un sismo de magnitud  $M+1$ ). Teóricamente, utilizando los mismos instrumentos todas las estaciones sismológicas obtienen la misma magnitud para cada evento. Cuando un sismo supera la magnitud 7 se le denomina terremoto.

En nuestro país la entidad nacional encargada de monitorear la actividad sísmica, y de realizar estudios e investigaciones básicas y aplicadas a la sismología e ingeniería sismorresistente, es el Instituto Nacional de Prevención Sísmica (INPRES, <http://www.inpres.gov.ar>), ubicado en la provincia de San Juan.

### ¿Y Córdoba se mueve?

La provincia de Córdoba presenta sismicidad cortical frecuente, de baja magnitud (generalmente menor a 5.5) y superficial. Esto se debe a su localización entre los 28° y 33° de latitud sur y su vinculación con la *subducción* subhorizontal de la Placa de Nazca (Figura 2).

Sin embargo, eventualmente, se han producido temblo-

res con magnitudes mayores, como por ejemplo el sismo de Sampacho, que tuvo lugar en 1934 con una magnitud de 6.0 en la escala de Richter.

La región activa de nuestra provincia se encuentra en el área serrana: desde las Sierras Grandes y el límite con Catamarca, hasta las Sierras Chicas y las Sierras de Comechingones, asociada a algunas de las fallas principales (de

### ESCALA DE INTENSIDAD DE MERCALLI

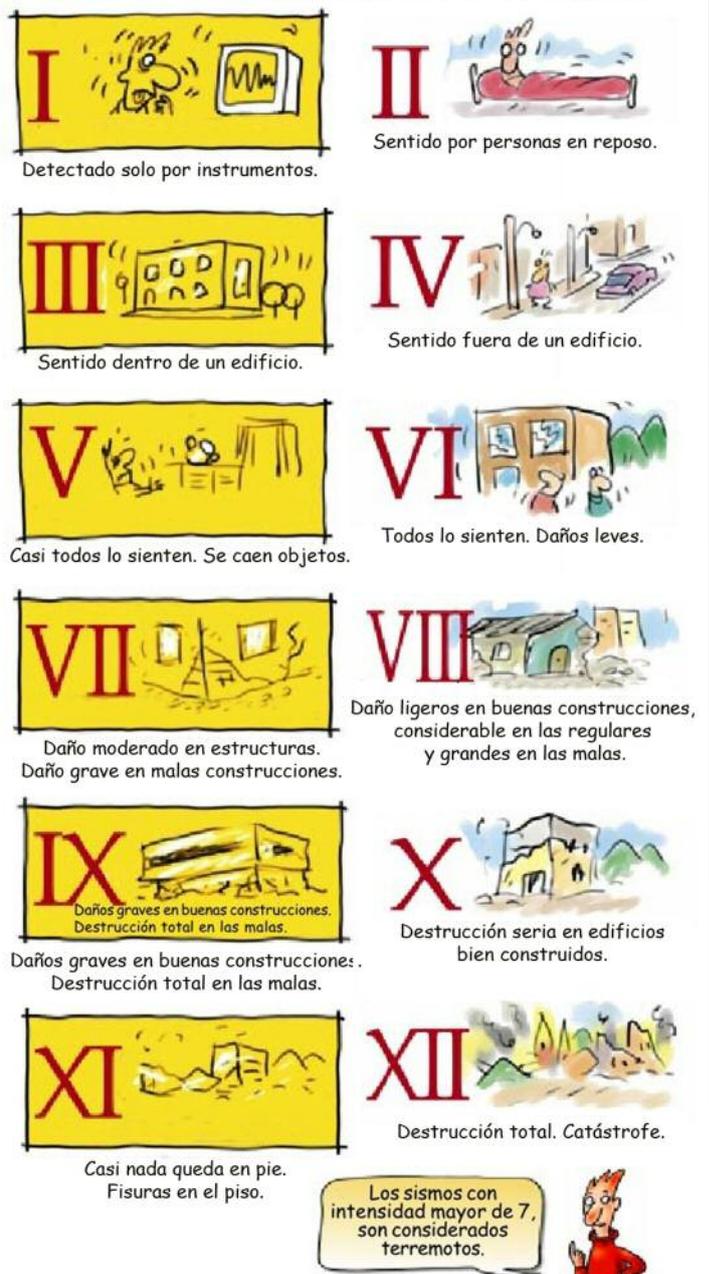


Figura 4. Ilustración que ejemplifica los valores de la Escala Mercalli Modificada (<http://es.slideshare.net/jucom2006/cartilla-terremotos-bgta>).

este a oeste) como: la Sierra Chica, Los Gigantes, Achala, Nono, Sierra Grande, La Higuerita y Pocho, entre otras.

## ¡Está temblando!... ¿Qué hacemos?

En la Tierra, todos los días hay sismos de diferentes magnitudes, aunque la mayoría son imperceptibles para el ser humano. Tampoco es posible predecirlos con exactitud, pero al menos, mediante estudios estadísticos, se sabe que los terremotos tienden a repetirse y que lo hacen con una cierta periodicidad. Sin embargo, esto no implica que tenga que ocurrir exactamente en un año determinado, ya que podría ser unos “pocos” años antes o después.

Entonces, si nos preguntamos: ¿Cuándo puede ocurrir el próximo sismo importante? La respuesta es muy sencilla: en cualquier momento.

Pero, en caso de que tiemble... ¡nunca se debe correr! Conviene mantener la calma y seguir algunas pautas propuestas por INPRES, descritas en el apartado a la derecha.

## Las recomendaciones de INPRES ante un sismo son:

- Si se encuentra en un lugar que estructuralmente se considere seguro, permanecer ahí, sino dirigirse con premura a la zona segura más próxima, pero con calma.
- Mantener la calma, no gritar, no correr, ni empujar a los demás.
- Alejarse, recorriendo la menor distancia posible, de lugares donde existan objetos cuya caída o impacto puedan provocar heridas.
- Protegerse aprovechando cualquier mueble firme y cercano (mesa, silla, escritorio, banco, etc.) para colocarse debajo de él, sino cubrirse la cabeza con algún objeto duro (libro, bandeja metálica, etc.), en ambos casos adoptando siempre la posición de seguridad (arrodillarse y colocar la cabeza lo más cerca posible de las rodillas, luego entrelazar las manos cubriendo la cabeza).
- No salir a balcones bajo ninguna circunstancia.
- No utilizar escaleras ni ascensores.
- Si se encuentra en un local con aglomeración deben permanecer en el lugar y aplicar las medidas de protección indicadas anteriormente. No acuda inmediatamente a las salidas para no provocar tumultos.



### Raquel Villegas

Licenciada en Geofísica  
Becaria del CONICET  
Estudiante del doctorado en Ciencias Geológicas,  
FCEFyN  
Universidad Nacional de Córdoba

## Glosario

### Hipocentro o foco:

punto inicial de ruptura en un sismo; la proyección directa de este punto en la superficie terrestre se denomina epicentro.

**Ondas sísmicas:** ondas elásticas producidas por sismos o generadas artificialmente por explosiones. Incluye ondas de cuerpo (Ondas P y S) y ondas superficiales (Ondas Rayleigh y Love).

**Placas tectónicas:** fragmentos que componen la Litósfera terrestre.

**Subducción:** proceso mediante el cual parte de la corteza oceánica, individualizada en una placa litosférica, se sumerge bajo otra placa de corteza continental.

## Referencias bibliográficas/lecturas sugeridas

Animación: ¿Cómo salta la Tierra con un terremoto? [http://www.iris.edu/hq/inclass/animation/como\\_salta\\_la\\_tierra\\_con\\_un\\_terremoto](http://www.iris.edu/hq/inclass/animation/como_salta_la_tierra_con_un_terremoto).

Instituto Nacional de Prevención Sísmica (INPRES): <http://www.inpres.gov.ar>.

Animación: Magnitud vs. Intensidad: [http://www.iris.edu/hq/inclass/animation/earthquake\\_intensity](http://www.iris.edu/hq/inclass/animation/earthquake_intensity).

Animaciones sobre sismología: <https://www.iris.edu/hq/inclass/search?type=1>.

Mapa interactivo de los sismos en Córdoba (2011-2016): <https://es.earthquaketrack.com/ar-05-cordoba/recent>.

Movimiento de las ondas sísmicas: [http://www.iris.edu/hq/inclass/animation/seismic\\_wave\\_motions4\\_waves\\_animated](http://www.iris.edu/hq/inclass/animation/seismic_wave_motions4_waves_animated).

Sismología y estructura interna de la tierra: [http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/113/htm/sec\\_7.htm](http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/113/htm/sec_7.htm).

Software y herramientas web para la educación: <https://www.iris.edu/hq/inclass/search?type=7>.

Tarback, E.J., y Lutgens, F.K., 2005. Ciencias de la Tierra: Una introducción a la Geología física. 8ª ed. Pearson Prentice Hall.  
(Se puede descargar de <https://www.osop.com.pa/wp-content/uploads/2014/04/TARBUCK-y-LUTGENS-Ciencias-de-la-Tierra-8va-ed.-1.pdf> o <http://www.tysmagazine.com/libro-gratuito-ciencias-la-tierra-una-introduccion-la-geologia-fisica>).

# CICTERRA

CENTRO DE INVESTIGACIONES EN  
CIENCIAS DE LA TIERRA

## ¿Qué es el CICTERRA?

Es un centro de investigación multidisciplinar dependiente del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y de la Universidad Nacional de Córdoba (UNC), vinculado con la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Fue creado por resolución del CONICET el 31 de Mayo de 2007.

## ¿Qué hacemos?

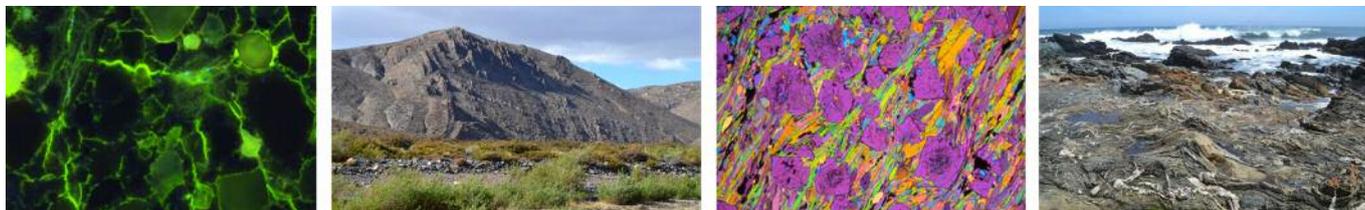
Desarrollamos proyectos de investigación en diferentes temas dentro de las Ciencias de la Tierra como Geología, Geoquímica, Paleontología y Paleobiología. Realizamos docencia de grado y de posgrado, actividades de extensión y transferencia de conocimiento. Efectuamos asesorías técnicas a entidades públicas y empresas privadas.

## ¿Quiénes somos?

Somos miembros de la Carrera del Investigador Científico y del Personal de Apoyo de CONICET, Profesores e Investigadores de la UNC, Becarios Doctorales y Posdoctorales del CONICET o FONCYT y Personal Administrativo. En la actualidad el CICTERRA cuenta con una planta de más de 100 integrantes.

## Líneas de Investigación

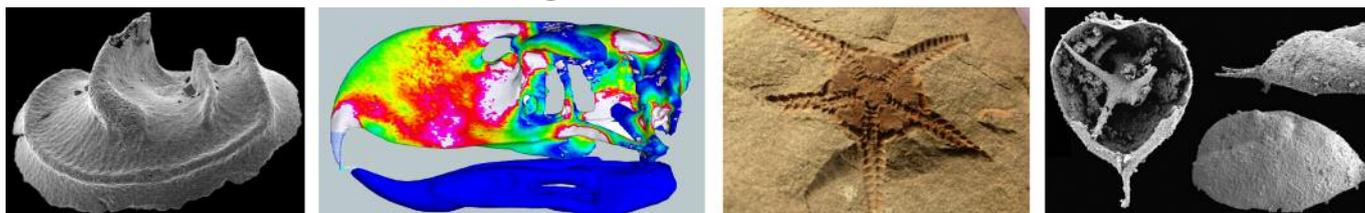
### Dinámica de la litósfera – astenósfera



### Variabilidad hidroclimática y procesos geo-ambientales



### Evolución de la diversidad biológica



Nuestro desafío consiste en comprender una amplia gama de procesos naturales que tienen lugar desde las capas más profundas del planeta hasta su superficie y desde su formación hasta el presente. Aspiramos a que nuestra experiencia y conocimiento sea un aporte al bienestar de la sociedad.