



*Universidad Nacional de San Juan*  
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS,  
FISICAS Y NATURALES

**Programa de Examen de la Cátedra *FÍSICA DE LA TIERRA***

**Carrera Licenciatura en Geofísica**

**Departamento de Geofísica y Astronomía**

**Prof. Titular: Dra. Patricia Alvarado**

**Prof. Adj.: Esp. Prog. Mauro Sáez**

**Adscripta JTP: Lic. Agostina Venerdini**

**Año: 2016**

## **Programa de Examen**

### **Tema 1: *Tectónica de Placas***

Consideraciones generales de la tectónica de placas. Deriva continental Teorías de la deriva continental. Teoría de Du Toit. Teoría de la convección térmica: teoría de Holmes. Características físicas de la litósfera y astenósfera. Características de las zonas donde se crean las placas. Características de las zonas de subducción. Sismicidad asociada al contacto de placas (Zona de Wadati-Benioff). Determinación de la inclinación de la placa que subduce. Ejemplos del planeta. Volcanismo asociado con la subducción de placas: Arcos de islas y volcanismo continental. Composición de los productos volcánicos. Teorías del origen de este volcanismo. Fallas transformantes. Modelo de la tectónica de placa en Sudamérica. Vectores de velocidades en una tierra plana. Determinación de vectores de velocidades rotación y polos de rotación actuales. Cálculo de movimiento relativo en un límite de placas. Puntos triples. Estabilidad y evolución de esquemas de límites de placas (“Ridge”, “Trench” y “Fault”). Puntos calientes.

### **Tema 2: *Geomagnetismo***

Definición. Inducción magnética. Potencial vectorial y potencial escalar. Ecuación de Laplace. Polos Magnéticos. Momento magnético. Magnetización. Unidades en magnetismo. Potencial de un dipolo. Intensidades de Campo Magnético  $B_\theta$ ,  $B_r$ . Posiciones de Gauss. EL campo magnético terrestre. Valores de  $B_\theta$ ,  $B_r$  y de inclinación en los polos y en el ecuador. Componentes elementales del Campo Magnético. Ecuación de las líneas de fuerza. Desarrollo en armónicos esféricos del campo geomagnético. Origen de las partes internas y externas del campo magnético terrestre. Descripción del campo geomagnético. Campo geomagnético internacional de referencia IGRF (International Geomagnetic Reference Field). El campo dipolar. El dipolo de mejor ajuste al cmt actual en puntos exteriores. Campo no dipolar ( $n \geq 2$ ). Variaciones temporales del campo magnético principal. Variaciones Seculares. Variaciones de origen externo: Diarias (solar y lunar) y disturbios magnéticos. Fuentes de Campo magnético de origen interno. Cambios de la polaridad y excursiones del campo magnético terrestre. Anomalías magnéticas marinas. Dipolaridad. Determinación de las posiciones polares paleomagnéticas. Origen del campo magnético terrestre: Teorías del origen del campo. Teoría de la dinamo autoexcitada. Limitaciones. Otras teorías (dos dínamos autoexcitadas). Estudios paleomagnéticos y arqueomagnéticos. Variaciones espaciales del campo magnético en la superficie terrestre. Anomalías magnéticas en franjas debajo de los océanos. Determinación de la velocidad de expansión del piso oceánico. Magnetización de los sedimentos marinos. Determinación de la velocidad de deposición de los sedimentos marinos.

### **Tema 3: *Temperatura en el Interior de la Tierra***

Relaciones fundamentales para el flujo de calor a través de la tierra: gradiente adiabático, flujo de calor, conductividad térmica. Ecuación de conducción del calor. Extrapolación del gradiente superficial al interior de la tierra. Otros métodos utilizados para conocer la distribución de la temperatura con la profundidad: solución de la ecuación completa de conducción de calor. Estimación de la temperatura del punto de fusión (Ley de Lindemann, Fórmulas de Ross, Simón y Kraut-Kennedy). Estimaciones basadas en la conductividad eléctrica. Estimación de la temperatura en distintas regiones de la tierra. Fuentes de calor en la tierra: calor producido por la rotación de la tierra, calor producido durante el proceso de diferenciación en los materiales de la tierra, calor liberado por la desintegración de elementos radioactivos de vida larga. Factores que influyen para obtener una distribución de temperaturas en la tierra. Modelos radiactivos de la tierra. Modelos térmicos de la tierra: Distribución inicial de temperaturas, mecanismo de transmisión del calor y distribución de la radioactividad. Modelo A (uniforme), modelo B (oceánico) y modelo C (continental). Características de los mismos y flujo térmico para cada uno de ellos con radiación y sin radiación. Distribución de temperaturas en zonas de convergencia y divergencia de placas. Igualdad de los flujos térmicos continental y oceánico. Distribución de los manantiales de calor, efectos de la convección e igualdad aparente. Transferencia de calor por convección térmica.

### **Tema 4: *Geocronología***

Geocronología. Edades relativas y absolutas. Principios fundamentales de la radioactividad. Tipos de decaimiento y captura orbital de electrones. Constante de decaimiento y periodo de semi-desintegración. Calor producido por la radioactividad. Métodos geocronológicos. Consideraciones generales. Método rubidio-estroncio. Método potasio-argón. Método uranio-plomo. Ventajas y desventajas que presentan cada uno de estos métodos. Importancia de la geocronología en la tectónica de placas. Principios de la termocronología.

### **Tema 5: *Ondas Sísmicas: Interiores y Superficiales***

Ondas sísmicas en un medio elástico, homogéneo, isotrópico e ilimitado. Velocidad de la onda P y S. Forma de propagación de éstas. Teoría de rayos: Principio de Fermat, Principio de Huygens, Ley de Snell. Ondas SV y SH. Refracción y reflexión de los rayos P, SV y SH. Discontinuidad plana. Tiempos de viaje. Tabla camino-tiempo. Relación entre diferentes tablas camino-tiempo. Parámetro del rayo. Distribución de las velocidades a partir de las curvas camino-tiempo: Método de Herglotz-Wiechert. Zonas de alta velocidad y zonas de baja velocidad: gráficos parámetro del rayo versus distancia epicentral y tiempo de viaje versus distancia epicentral. Distribución de las velocidades en el interior de la tierra. Ejemplos en el interior de la tierra de zonas con alto gradiente de velocidad y zonas de baja velocidad. Distribución de velocidades en el núcleo externo: método de "desnudamiento" de la tierra. Determinación de velocidades en el núcleo interno. Ondas superficiales: ondas Rayleigh y Love. Condiciones para la existencia de

éstas. Dispersión de ondas superficiales. Presentación de paquete de ondas. Velocidades de fase y grupo. Métodos para obtener las curvas observacionales de velocidad de fase y velocidad de grupo. Aplicaciones de ondas superficiales al estudio de la tierra. Oscilaciones libres.

### **Tema 6:** *Constitución Interna de la Tierra: Núcleo-Manto-Corteza*

Definición química y mecánica de la estructura interna de la tierra. Interfases y parámetros que caracterizan distintas zonas del interior de la tierra. Descubrimiento del núcleo por Oldham. Determinación de la discontinuidad manto-núcleo por Gutenberg. Zonas de sombra de las ondas P y S. Determinación de la discontinuidad núcleo externo-núcleo interno por Lehman. Corteza: Principio para determinar espesor y velocidad de la corteza. Corteza Continental y Oceánica. Diferentes tipos de magmatismo asociado. Ondas Pg, P\*, Pn y Pmp. Densidades en el interior de la Tierra. Ecuaciones para el gradiente de densidad. Ecuación de Adams-Williamsom. Condiciones de validez de la ecuación de Adams-Williamsom. Procedimiento general para la determinación de densidades. Modelos de Bullen: Modelo de una sola capa para el manto y Modelo A de Bullen. Variación de parámetros elásticos, gravedad y presión con la profundidad. Características y composición química del manto y del núcleo. Cambios de fase en el manto.

### **Tema 7:** *Forma de la Tierra – Gravedad*

Geoide y esferoide. Definición de achatamiento. Ejemplos. Geopotencial: potencial gravitatorio y potencial rotacional. Polinomios de Legendre asociados al potencial gravitatorio. Obtención del potencial gravitatorio hasta el término que incluye J<sub>2</sub>. Fórmula de Mac Cullagh. Obtención de las expresiones J<sub>0</sub>, J<sub>1</sub> y J<sub>2</sub>. Geopotencial en los polos y en el ecuador. Determinación de la relación  $f = 3/2 J_2 + 1/2 m$ . Determinación de la expresión  $r = a [1 - f \text{sen}^2]$ . Expresión general del potencial en función de armónicos esféricos. Coeficientes Clm y Slm. Tabla de Rapp. Comparación de los coeficientes C<sup>o</sup>2 teóricos y observados. Apartamiento del equilibrio hidrostático. Comparación del achatamiento observado con el achatamiento de un elipsoide que está en equilibrio hidrostático.

Precesión de los equinoccios: acción gravitatoria ejercida por el sol sobre la tierra (momento  $\tau$ ). Significado de  $\tau_x$  y  $\tau_y$  (precesión y nutación del eje de rotación). Determinación de  $\omega_{ps}$  y  $\omega_{pl}$ . Obtención de la constante de precesión H. Valor de ésta hacia el interior de la tierra. Comparación de H con J<sub>2</sub>. Obtención de los momentos de inercia C y A. Balanceo de Chandler. Energía asociada al balanceo. Obtención del período teórico del balanceo y comparación con el período real del mismo. Gravedad como gradiente del geopotencial. Expresión del teorema de Clairaut. Fórmula internacional de gravedad. Aceleración de Coriolis y Eötvös. Anomalías gravitatorias. Isostasia. Hipótesis de Airy. Hipótesis de Pratt. Cálculo de anomalías gravitatorias. Corrección y anomalía de aire libre. Corrección de Bouguer. Corrección topográfica. Anomalía de Bouguer.

***Bibliografía:*** consultar con el Profesor Responsable de la Cátedra.