

## CONFORMACION INTERNA DE LA TIERRA Y EXPANSION DEL LECHO OCEANICO

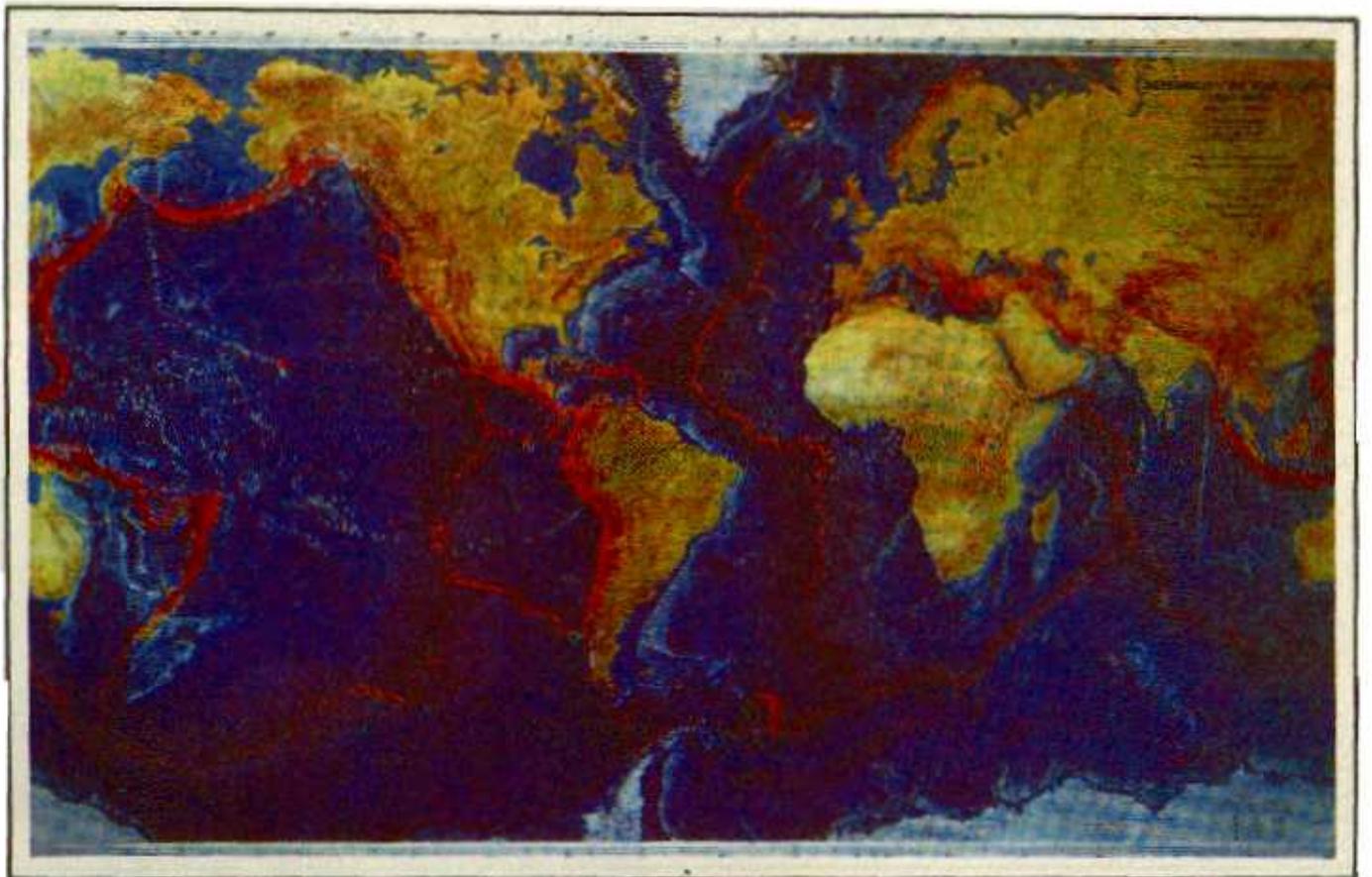
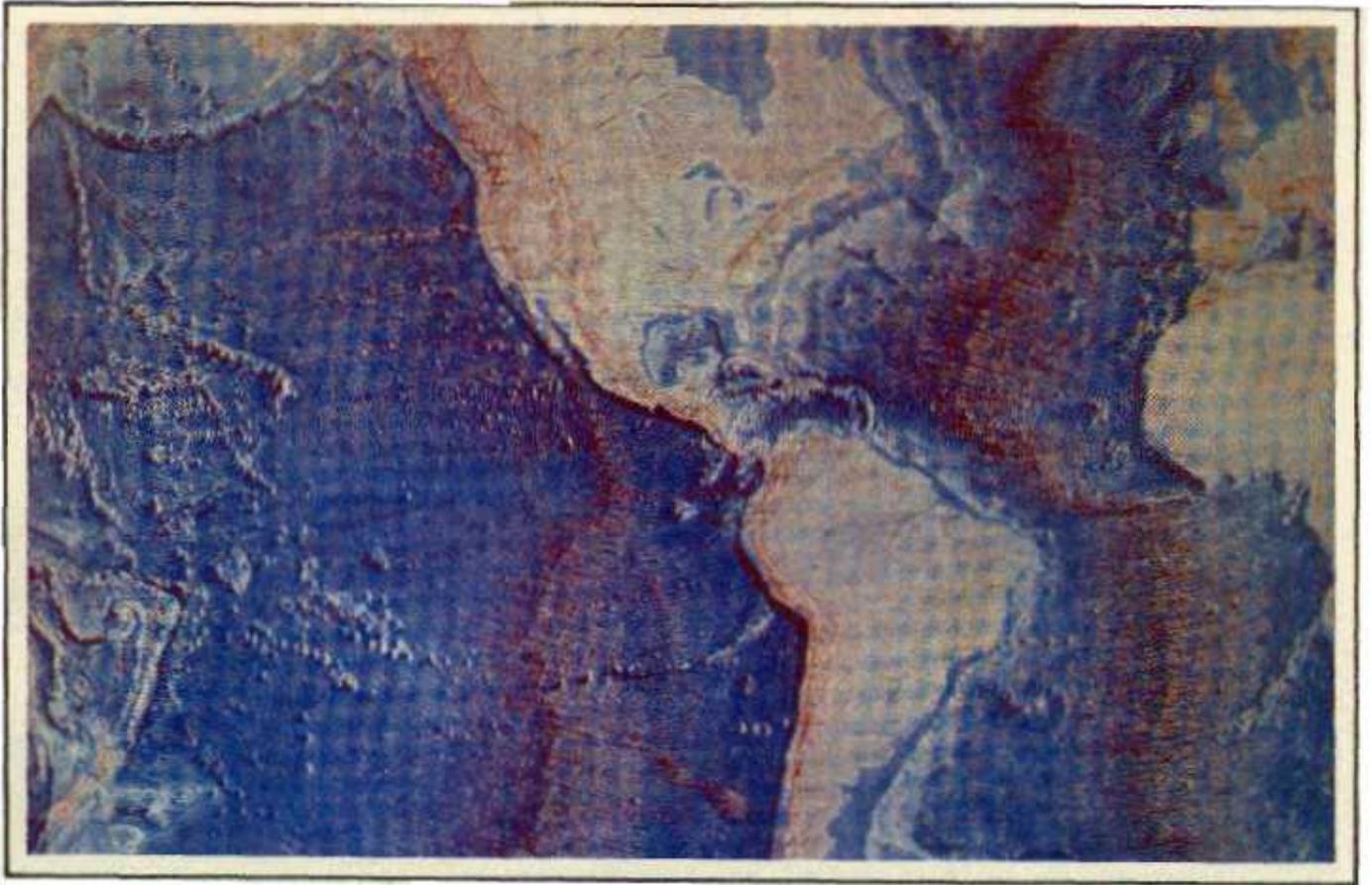
Las ondas sísmicas que se transmiten por el interior y la superficie de la tierra no solo producen destrucción y muerte; su estudio ha permitido a los geofísicos conocer en una forma bastante detallada la constitución interna de la tierra, la cual puede observarse en las figuras de la página anterior.

La acumulación de calor dentro de la tierra, debido principalmente a la desintegración de los elementos radioactivos, se combina con la ley natural que impone el flujo del calor de los puntos calientes hacia los más fríos; por esta razón la temperatura del interior de la tierra varía desde un valor bajo en su superficie, hasta un valor máximo en el núcleo; esta variación es lo que se llama un gradiente de temperatura que trae como consecuencia el intercambio de calor por movimiento de masas, proceso conocido con el nombre de convección. Planteado de esta manera, los materiales calientes y livianos tienden a ascender hacia la superficie terrestre, mientras que aquellos fríos y pesados tienden a descender hacia el interior.

Una parte de los materiales que ascienden sale a la superficie por las dorsales marinas; otra parte se desplaza horizontalmente por debajo de la litósfera y arrastra en este movimiento la parte más dura de la superficie terrestre, originando la expansión de los lechos oceánicos y el desplazamiento de los continentes. Para que estos desplazamientos se puedan llevar a cabo, deben formarse las fallas de transformación que también se pueden observar en la página anterior y posterior a ésta, las cuales son aproximadamente perpendiculares al eje de la dorsal. Las dorsales conforman las grandes cordilleras marinas y derivan su nombre de la evidente similitud con la espina dorsal de un mamífero, tal como se aprecia en las figuras.

La expansión del lecho oceánico debe estar contrarrestada por una disminución del área de la superficie terrestre igual al área creada en las dorsales. La desaparición del exceso de área se lleva a cabo en las zonas de hundimiento también llamadas zonas de subducción, las cuales están bastante bien demarcadas. Los ejes de las dorsales y las franjas que conforman las zonas de subducción muestran actividad sísmica, mucho más intensa y frecuente en las últimas.

Los puntos discutidos pueden resumirse diciendo que la tierra es un todo que obedece a fenómenos complicados en que intervienen enormes fuerzas generadas por movimientos internos, que alteran su superficie permanentemente.



## TOPOGRAFIA TERRESTRE Y LOCALIZACION DE TERREMOTOS

Las figuras de la página anterior muestran dos aspectos que se quieren resaltar. En la figura superior se aprecia la topografía del lecho del mar y la de los continentes; en la figura inferior una serie de pequeños puntos de color rojo, que a veces por su alto número parecen formar verdaderas manchas, indican la ocurrencia de terremotos durante un lapso de 20 años; a cada punto corresponde un terremoto.

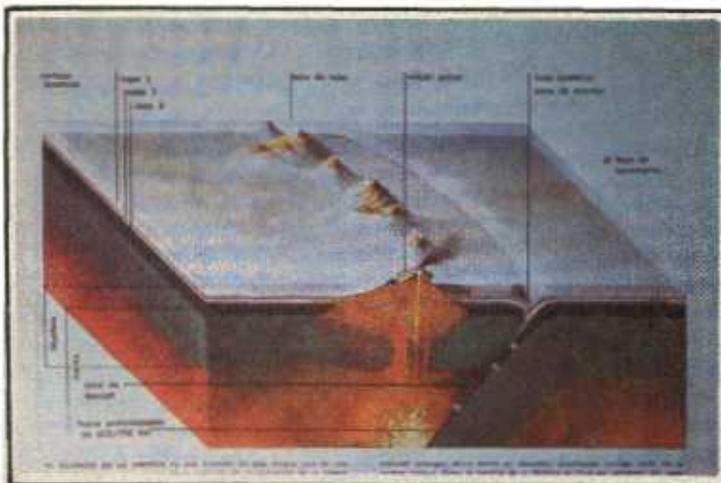
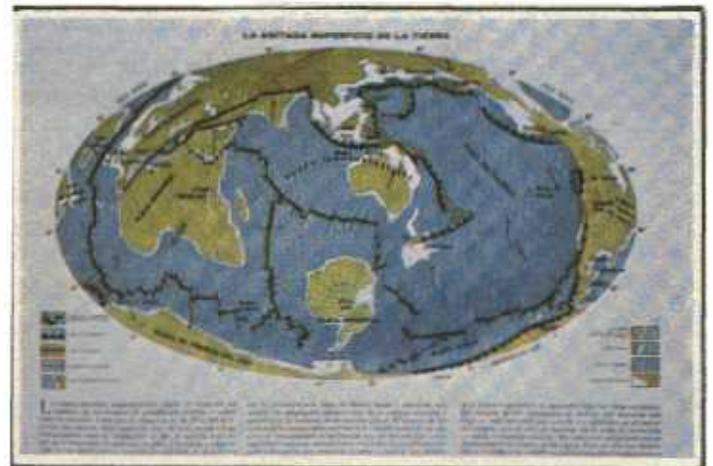
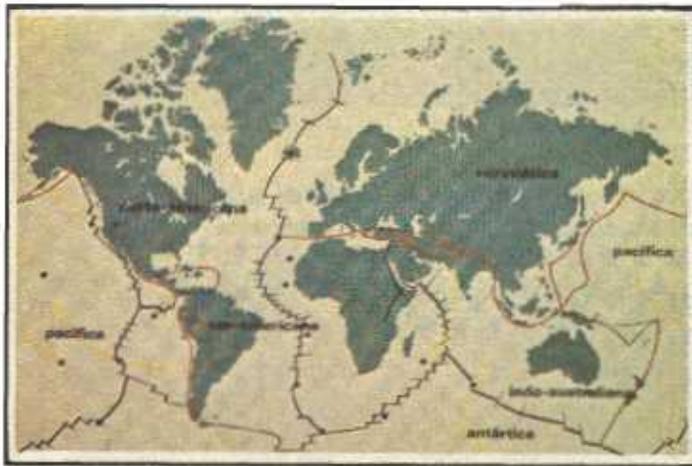
Tratemos de concentrarnos en primera instancia en el lecho de los océanos, donde se aprecian una gran cantidad de arrugas aproximadamente perpendiculares a las líneas rojas que indican los terremotos ocurridos. Las arrugas mencionadas corresponden a las fallas de transformación ya mencionadas, que permiten el proceso de expansión del lecho oceánico. La cadena de arrugas que conforman la gran cordillera oceánica, se extiende en forma prácticamente ininterrumpida por unos cuarenta mil kilómetros en los océanos Atlántico, Pacífico e Indico. Pueden observarse además muchas montañas independientes que fueron antiguos volcanes y que hoy son islas, algunas de ellas, mientras que otras jamás emergieron a la superficie del océano.

Otro accidente dominante en la topografía marina corresponde a las zonas de subducción, también llamadas de hundimiento; las zonas de subducción se encuentran casi a todo lo largo de las américas por la costa del Pacífico, formando un gran arco entre Alaska y la Península de Kamchatka y descendiendo hacia el sur hasta las Filipinas, donde sufren una discontinuidad para reaparecer a la altura de Nueva Zelandia.

En la misma figura superior, se observan las grandes cadenas montañosas de los continentes, las cuales resultan sensiblemente paralelas a las zonas de subducción.

Observando la figura inferior se aprecia una notable concordancia entre la ocurrencia de terremotos, las zonas de subducción y las cordilleras. También hay terremotos a lo largo de las dorsales marinas. Las cordilleras, los terremotos y los volcanes son fenómenos cercanos entre sí y su origen se debe al desplazamiento de las grandes masas continentales. De todo lo anterior resulta que la tierra es un ente que no sólo se mueve en el espacio alrededor del sol, sino que su superficie y su interior también sufren muy lentos desplazamientos que quedan retratados en las arrugas de su superficie.

En resumen, los terremotos tienden a ocurrir en las zonas donde hay grandes cambios topográficos, como por ejemplo en las zonas montañosas o áreas vecinas.



## LA DERIVA CONTINENTAL Y EL ORIGEN DE LOS TERREMOTOS

Los continentes no tienen hoy la misma posición que ocupaban en épocas remotas sobre la superficie terrestre; cada año se mueven, uno con respecto a otro, unos pocos centímetros. A pesar de estos bajísimos valores de desplazamiento anual, si se extiende el fenómeno a lo largo de millones de años los viajes serán muy largos. Este proceso de desplazamiento es lo que se conoce en la actualidad con el nombre de deriva continental.

Hace unos doscientos veinte millones de años, sobre la superficie terrestre sólo había un gran continente llamado Pangea rodeado por un gran mar llamado Pantalasa. La presión ejercida por los movimientos de las masas calientes que ascienden desde el interior terrestre hacia la superficie, fué dividiendo en placas el gran continente; estas placas se fueron desplazando en diferentes direcciones tal como podemos apreciar en las figuras de la página anterior. El proceso continúa en la actualidad y una de las figuras muestra una idea de la posición que podrían tener los continentes en un futuro muy lejano.

En una de las figuras de la página anterior se pueden observar las principales placas en que se encuentra dividida la actual superficie terrestre; estas placas tienen movimientos en direcciones diferentes; por ejemplo la placa Sur América colinda al occidente con la placa Nazca; la primera se desplaza con la dirección oriente occidente y la segunda en sentido sensiblemente contrario. En este choque se producen fuerzas de fricción y deformaciones de las placas, similares a las que se producen en un resorte cuando se estira. Al deformarse las placas acumulan energía elástica en la misma forma que el resorte estirado. El proceso de deformaciones y de acumulación de energía es muy lento porque así son los movimientos de las placas; no obstante, llega un momento en que las fuerzas de fricción no logran sostener las fuerzas con que son empujadas las placas y se rompe el equilibrio. En este caso, la energía acumulada durante muchos años se liberará en forma súbita y se habrá iniciado un terremoto. Este fenómeno es similar a lo que le sucede al resorte que se va estirando lentamente, si la fuerza que lo estira no se puede sostener más, se soltará el resorte y liberará bruscamente y en forma peligrosa la energía que había acumulado.

Debe ahora compararse la figura de las placas tectónicas de la página 22, con la figura inferior de la página 20; es claro que a los límites de las placas corresponde la ocurrencia de una gran cantidad de terremotos y allí seguirán ocurriendo en el futuro.

En resumen, el desplazamiento de las placas en que está dividida la superficie terrestre, es un proceso muy lento que engendra fuerzas de fricción en los límites entre las placas. Cuando las fuerzas que empujan superan a las fuerzas de fricción que se oponen al movimiento, se libera en forma súbita una gran cantidad de energía que tardó muchos años en acumularse; así se ha iniciado el proceso conocido con el nombre de terremoto.

## CARACTERISTICAS DE LOS TERREMOTOS

Un terremoto es el efecto producido por la súbita liberación de la energía que se acumuló en el interior de la tierra durante un largo tiempo. La zona donde hipotéticamente se inicia la liberación de la energía se conoce con el nombre de "foco". La línea recta que se trace desde el centro de la tierra y pase por el foco interceptará la superficie terrestre en el "epicentro" del terremoto.

La energía liberada en la ruptura de la zona focal se disipa mediante "ondas de esfuerzo" que se transmiten por el interior y la superficie terrestre; a medida que las ondas se alejan de la zona focal, van perdiendo intensidad en forma muy similar a lo que sucede con el sonido, cuando nos alejamos de la fuente que lo produce.

La capacidad de destrucción depende de una complicada interacción entre la cantidad de energía liberada, la distancia a la cual ocurrió el terremoto y el tipo y ubicación de la construcción.

Para comparar un terremoto con otro se usan dos medidas muy diferentes; una es la cantidad de energía liberada que se relaciona con la "magnitud"; la otra medida es la "intensidad" que se relaciona únicamente con los daños causados, independientemente de si el sismo liberó mucha o poca energía. Estos dos conceptos pueden aclararse mediante una comparación sencilla; si disponemos de una cierta cantidad de dinamita, el efecto que sentiríamos si la hacemos estallar dentro del suelo, depende de la profundidad a la cual la coloquemos. Si está superficial podrá hacernos daño; si está muy profunda puede que ni siquiera sintamos su explosión. Hay similitud entre la cantidad de dinamita y la magnitud por una parte y entre el efecto de la dinamita y la intensidad. La "escala" de intensidades más popular es la de "Mercalli" que va desde grado uno hasta el doce; al grado uno corresponde un terremoto que es prácticamente imperceptible; al grado doce corresponde un terremoto que arrasa prácticamente con todo. La "escala de magnitudes" es abierta pero como orientación puede pensarse que un valor de ocho corresponde a un sismo muy grande.

La figura de la página siguiente muestra el territorio nacional de Colombia en el cual con puntos se indican algunos de los epicentros de sismos ocurridos; con líneas gruesas de dirección sensiblemente norte-sur, se indican algunas de las principales fallas geológicas cuya actividad se ha comprobado o sobre la cual existen bastantes indicios. Por último se han encerrado algunas zonas donde hay gran concentración de epicentros. Debe resaltarse que a lo largo de franjas vecinas a las fallas geológicas, son previsibles sismos de foco superficial en el futuro; estos sismos pueden ser muy destructores.

En resumen, un terremoto tiene ciertas características que permiten compararlo con otro. Unas características sirven para ubicar en qué parte de la tierra ocurrió, tal es el caso del foco y el epicentro. Otra característica sirve para evaluar algo similar a lo que podría llamarse el tamaño del sismo, tal es el caso de la magnitud. Otra característica sirve para comparar que tan dañino fué con respecto a otros terremotos tal es el caso de la intensidad. A lo largo de las fallas geológicas, pueden ocurrir sismos de foco poco profundo que pueden resultar muy destructores.

