

## LOS TERREMOTOS: UNA AMENAZA NATURAL LATENTE

The earthquakes: a natural latent threat

### RESUMEN.

Los Terremotos han sido siempre una constante amenaza para la Humanidad y un cambio natural en la conformación geológica del planeta, es así como estos fenómenos se reportan desde aproximadamente al año 1.800 antes de Cristo (los terremotos han ocurrido en toda la historia geológica de la tierra, es posible que desde la fecha que se anota hubiesen comenzado a reportarse) y de desde ese momento el hombre comenzó a dar muestras de interés sobre ellos, sin conocer su naturaleza ni sus consecuencias, hasta mediados del siglo XX donde aparecieron los primeros estudiosos de los temas sismológicos y los científicos se interesaron por detallar más a fondo estos fenómenos naturales ya que producían grandes impactos catastróficos en la población y en las construcciones. A partir de ese momento y como consecuencia de los sismos ocurridos en los últimos 25 o 30 años fue que apareció la Ingeniería sísmica como una rama del conocimiento dedicada al estudio del Riesgo, amenaza, y vulnerabilidad sísmica, y además las reformas a los códigos de construcciones sismo resistentes que hasta la fecha no tenían ningún impacto significativo sobre el diseño y construcción de edificaciones. Por tal razón con este escrito se quiere recordar a la población Colombiana y especialmente de la región del eje cafetero que se vive en una zona de alta amenaza sísmico y que se debe estar preparados para un eventual sismo de gran magnitud.

**PALABRAS CLAVES:** Terremoto, Catástrofes, Riesgo, Amenaza, Vulnerabilidad Sísmica, Sismo resistente, Magnitud.

### ABSTRACT.

The Earthquakes have been always a constant it threatens for the Humanity and a natural change in the geological conformation of the planet, is as well as these phenomena go back approximately to 1.800 B.C. ( The earthquakes have happened in the whole geological history of the land, it is possible that from the date that is annotated had begun to be brought) and from this moment the man began to give samples of interest on them, without knowing either their his nature or their his consequences, until middle of the 20th century where appeared the first experts of the seismological topics and the scientists were interested for detailing more thoroughly these natural phenomena since they were producing big catastrophic impacts in the population and in the constructions. From this moment and as consequence of the earthquakes happened in the last 25 or 30 years the seismic Engineering appeared as a branch of the knowledge dedicated to the study of the Risk, threat, and seismic vulnerability, and in addition the reforms of to the codes of constructions earthquake resistant constructions that up to the date did not have any significant impact on the design and construction of buildings. For such a reason with this writing there wants to be remembered the population Colombian and specially for of the region of the coffee axis that one lives in a zone of high seismic risk and that must be prepared for an eventual earthquake of great magnitude.

**KEYWORDS:** Earthquake, Catastrophes, Risk, Threat, Seismic Vulnerability, resistant Earthquake, Magnitude.

### 1. INTRODUCCIÓN.

Colombia se encuentra en una región de alta actividad Tectónica, lo cual se manifiesta con continuos movimientos sísmicos. En tiempos recientes se ha experimentado un incremento notable de la sismicidad en

comparación con los fenómenos sísmicos de las décadas anteriores.[1]

Los antiguos los creían castigos divinos; aún hoy, mucha gente los piensa como inusuales caprichos del planeta. Pero los terremotos constituyen un fenómeno

CARLOS HDO. TRUJILLO P.  
Profesor Auxiliar.

Universidad Tecnológica de Pereira  
[cetepe@utp.edu.co](mailto:cetepe@utp.edu.co)

RICAURTE OSPINA LOPEZ

Profesor Asistente. M.Sc.

Universidad Tecnológica de Pereira  
[ricaospi@utp.edu.co](mailto:ricaospi@utp.edu.co)

HERNANDO PARRA LARA

Profesor Asistente, M. Sc.

Universidad Tecnológica de Pereira  
[heparra@utp.edu.co](mailto:heparra@utp.edu.co)

absolutamente natural y muy frecuente. De hecho, durante la lectura de esta nota se habrán producido unos cuantos en distintos lugares del planeta. 150 por hora. 3.600 por día. 1.300.000 por año.

El panorama de riesgo que representan los sismos para la vida y bienes de los habitantes latinoamericanos promedio, especialmente los que habitan la costa del pacífico y partes de la región del Caribe, es sin lugar a dudas preocupante. Esto demuestra la necesidad de que los gobiernos de la región asuman integralmente las políticas de prevención de catástrofes, con base en la conformación de grupos operativos y técnicos que estudien las condiciones locales y regionales de la mejor manera posible. [2]

Debido a su ubicación geográfica, Colombia está sometida a una actividad sísmica de importancia conocida a nivel mundial. Es así como terremotos en el pasado (Popayán, 1983 y Quindío, 1999) han dejado una evidencia clara de la magnitud del impacto social, físico y económico para el crecimiento y desarrollo del país. Considerando que INGEOMINAS, como entidad estatal, tiene dentro de su misión la evaluación de la amenaza sísmica y la instrumentación sismológica a nivel nacional, es importante conocer los requerimientos o condiciones relevantes que deben presentar los sitios seleccionados para la localización de las diferentes estaciones de referencia que forman parte de la RNAC, (Red Nacional de Acelerógrafos de Colombia) las cuales registran información básica para el desarrollo de las diferentes investigaciones y proyectos relacionados con la ingeniería sismológica y dinámica de suelos. [2]

**2. TECTONICA DE PLACAS.**

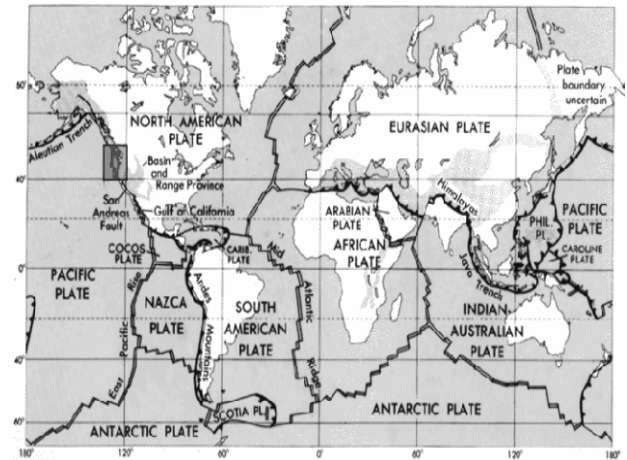
La corteza terrestre es relativamente delgada. Se extiende hasta profundidades de 70 Kms en los océanos y 150 Kms bajo los continentes y además está en un estado permanente de cambio. Es muy válida la analogía de que al comparar la tierra con un huevo duro la corteza tendría un espesor semejante a la cascara y esta estaría fracturada en una serie de fragmentos que en la tierra se conocen con el nombre de placas tectónicas. [3]

La tectónica de placas, es el proceso geológico responsable de la creación de los continentes, las cadenas montañosas y las cuencas oceánicas de la Tierra. Los científicos han supuesto siempre que el movimiento de las placas tectónicas ha sido lento pero continuo a lo largo de la mayor parte de la historia terrestre, pero un nuevo estudio realizado por investigadores sugiere que la tectónica de placas puede haberse detenido al menos una vez en la vida de nuestro planeta... y que podría hacerlo nuevamente.

Los familiares continentes de la Tierra están insertos en placas tectónicas sobre la superficie del planeta que chocan lentamente unas con otras en el correr del tiempo. (Figura 1).

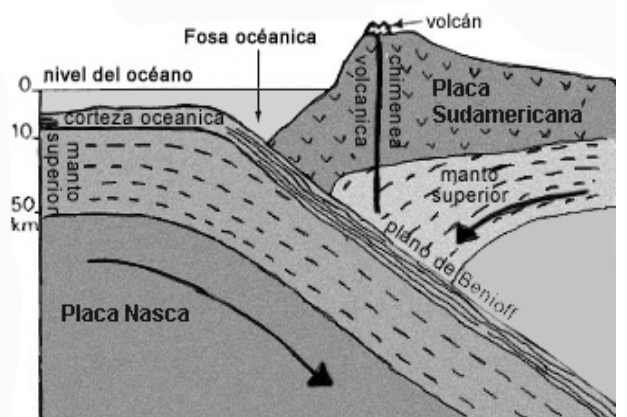
Un aspecto clave de la teoría de tectónica de placas es que en escalas geológicas de tiempo las cuencas

oceánicas son rasgos transitorios, abriéndose y cerrándose a medida que las placas se trasladan.



**Figura 1.** Placas Tectónicas sobre la superficie terrestre

Las cuencas son consumidas por un proceso llamado subducción, en el cual las placas oceánicas descienden en el manto terrestre. Las zonas de subducción son el hogar de las fosas oceánicas, con gran actividad sísmica y con la mayoría de los grandes volcanes del mundo. (Figura 2).



**Figura 2.** Movimiento de Placas

Es coincidente la tectónica de placas con la ocurrencia de sismos ya que estos se agrupan preferencialmente a lo largo de franjas alargadas concordantes con las zonas de subducción que a su vez son concordantes con las cadenas montañosas, como se aprecia a continuación donde las manchas negras representan los puntos de ocurrencia de sismos en el mundo. [2] Figura 3.

**3. ¿QUÉ ES, EXACTAMENTE, UN TERREMOTO?.**

En pocas palabras, un movimiento brusco de la Tierra que libera cierta energía acumulada.

Esos movimientos, lentos, imperceptibles a veces para el hombre, no se detienen jamás. Las placas, que flotan como témpanos sobre el mar de magma que está bajo ellas, viven frotándose y chocándose entre sí. Cuando quedan “trabadas”, generan una tensión que va acumulando energía. La liberación abrupta de esa energía en el momento en que una placa rompe a otra, produce lo que denominamos terremoto.

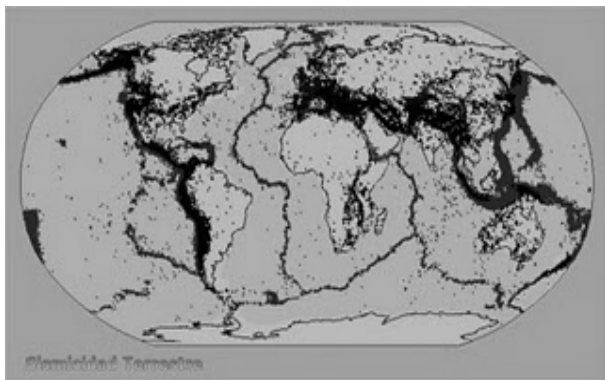


Figura 3. Sismos en el mundo

**¿El hombre tiene que ver?** Ciertamente, algunas actividades humanas aumentan el riesgo de terremotos o directamente los desencadenan. Las presas y embalses artificiales, por ejemplo, generan una carga importante sobre la corteza terrestre. También los pozos de residuos, al inyectar líquidos en el interior de la Tierra, dan lugar a presiones adicionales. Y por supuesto, las explosiones nucleares subterráneas.

**4. MAGNITUD E INTENSIDAD SISMICAS.**

El efecto devastador de un terremoto depende de un conjunto de factores: Su magnitud, su profundidad, la distancia a centros poblados, el tipo de terreno, el tipo de construcciones (no sólo viviendas, sino también caminos, vías férreas, conductos, embalses, etc.), la duración, la cantidad de réplicas, es decir movimientos de menor magnitud que suceden al principal.

**Magnitud:** es una medida cuantitativa de la energía liberada en forma de ondas sísmicas. Es un parámetro de origen de un sismo. Se mide en una escala continua.

**Intensidad:** es una medida cualitativa de los efectos en un lugar determinado debido a un sismo. En América se utiliza la escala MM. No se mide en una escala continua

Hay dos escalas famosas, la de **Richter** y la de **Mercalli**.

La escala de Richter, establecida en 1935, apunta a medir la cantidad de energía liberada. No crece de una manera lineal: un grado más puede significar una liberación de energía quince veces mayor que el anterior, por ejemplo. Y tampoco es una escala “cerrada”, no hay un tope establecido. Podría haber un terremoto que excediera el

punto máximo de la escala, generando un nuevo nivel. Figura 4.

Otro enfoque tiene la popular escala que creó el italiano Giuseppe Mercalli en 1902, y que fue modificada por otros sismólogos en 1931. No se basa en los registros sismográficos sino en los efectos del terremoto: daños en las estructuras y sensaciones percibidas por las personas. Tiene una docena de niveles, expresados en números romanos, que van desde el nivel I, “Sacudida sentida por muy pocas personas” hasta el XII “Destrucción total, ondas visibles sobre el terreno, perturbación en las cotas de nivel de ríos, lagos y mares, objetos lanzados por el aire hacia arriba”. Figura 5.

**RICHTER MIDE LA MAGNITUD = Causa**  
**MERCALLI MIDE LA INTENSIDAD = Efecto**

Magnitud en Escala Richter	Efectos del terremoto
Menos de 3.5	Generalmente no se siente, pero es registrado
3.5 - 5.4	A menudo se siente, pero sólo causa daños menores
5.5 - 6.0	Ocasiona daños ligeros a edificios
6.1 - 6.9	Puede ocasionar daños severos en áreas muy pobladas.
7.0 - 7.9	Terremoto mayor. Causa graves daños
8 o mayor	Gran terremoto. Destrucción total a comunidades cercanas.

Figura 4. Escala abierta de Richter

Grado I	Sacudida sentida por muy pocas personas.
Grado II	Sacudida sentida sólo por pocas personas en reposo, especialmente en los pisos altos de los edificios.
Grado III	Sacudida sentida claramente en los interiores, especialmente en los pisos altos de los edificios, muchas personas no lo asocian con un temblor.
Grado IV	Sacudida sentida durante el día por muchas personas en los interiores, por pocas en el exterior. Por la noche algunas despiertan.
Grado V	Sacudida sentida casi por todo el mundo; muchos despiertan.
Grado VI	Sacudida sentida por todo mundo; muchas personas atemorizadas huyen hacia afuera. Algunos muebles pesados cambian de sitio; Daños ligeros.

Grado VII	Advertido por todos. La gente huye al exterior. Daños sin importancia en edificios de buen diseño y construcción. Daños ligeros en estructuras ordinarias bien construidas; daños considerables en las débiles o mal planeadas.
Grado VIII	Daños ligeros en estructuras de diseño especialmente bueno; considerable en edificios ordinarios con derrumbe parcial; grande en estructuras débilmente construidas.
Grado IX	Daño considerable en las estructuras de diseño bueno; las armaduras de las estructuras bien planeadas se desploman; grandes daños en los edificios sólidos, con derrumbe parcial. El terreno se agrieta. Las tuberías subterráneas se rompen.
Grado X	La mayor parte de las estructuras de mampostería y armaduras se destruyen; agrietamiento considerable del terreno. Considerables deslizamientos.
Grado XI	Casi ninguna estructura de mampostería queda en pie. Puentes destruidos. Anchas grietas en el terreno. Las tuberías subterráneas quedan fuera de servicio. Hundimientos y derrumbes en terreno suave. Gran torsión de vías férreas.
Grado XII	Destrucción total. Ondas visibles sobre el terreno. Perturbaciones de las cotas de nivel (ríos, lagos y mares). Objetos lanzados en el aire hacia arriba.

Figura 5. Escala de Mercalli

## 5. TERREMOTOS EN COLOMBIA.

Colombia está localizada dentro de una de las zonas sísmicas más activas de la tierra, la cual se denomina Anillo Circunpacífico y corresponde a los bordes del Océano pacífico. El emplazamiento tectónico de Colombia es complejo pues en su territorio convergen las placas de Nazca, Suramericana y Caribe.[3]

Los sismos son intensos hacia la costa Pacífica y hacia el Sur y centro Occidente de Colombia. También son intensos en el margen llanero y el occidente de los Santanderes, y en la cordillera Central hasta Honda. En segundo nivel aparece el Norte, centro y Oriente antioqueños, la región del Magdalena Medio y occidente de Santander.

El 86% de los colombianos se encuentran bajo un nivel de amenaza sísmica apreciable: en zonas de amenaza alta aparecen cerca de 475 municipios con el 35% de los habitantes; en zonas de amenaza intermedia 435 municipios con el 51% de la población; y en zonas de amenaza baja 151 municipios con aproximadamente el 14% de los colombianos. Figura 6.

## 6. SISMICIDAD EN EL EJE CAFETERO.

En la historia reciente, la zona del Viejo Caldas ha sufrido importantes eventos sísmicos que han sacudido el sector, entre ellos están los de 1.938, 1.962, 1.979, 1.995

y más recientemente, el de 1.999, generando importantes pérdidas en vidas y económicas.

Las tareas encaminadas a un mejor conocimiento de este tipo de fenómenos y en particular, de la sismicidad regional, permitirán determinar las diferentes fuentes sísmicas. Los resultados obtenidos ayudaran en las políticas de ordenamiento territorial para reducir la vulnerabilidad de los asentamientos humanos en la zona. En este sentido la zonificación sísmica es una manera lógica y racional de realizar prevención a largo plazo, al proporcionar criterios y parámetros para el desarrollo de obras civiles sismoresistentes, reduciendo la vulnerabilidad para abordar, de manera sistemática, los aspectos inherentes a las estrategias y políticas de prevención de desastres. [4]

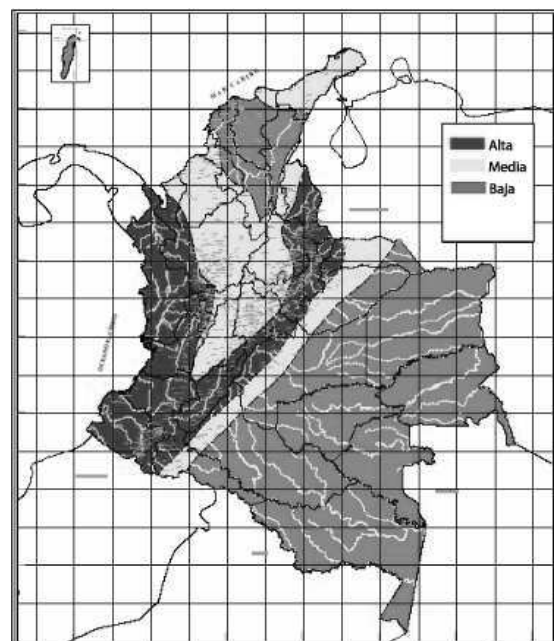


Figura 6. Zonas de amenaza sísmica

## 7. SISMOS DE 1.983, 1.995, 1.999 EN COLOMBIA.

En las fotos que se muestran a continuación observese el nivel de daño en las edificaciones cuando son golpeadas por un sismo de mediana y gran intensidad.



Figura 7. Daños en Popayán sismo de 1.983



Figura 8. Daños en Pereira Sismo de 1.995



Figura 9. Daños en Armenia sismo de 1.999

## 8. CONCLUSIONES.

1. Cuando un terremoto golpea sin previo aviso es, por supuesto, mucho más grave. De modo que pronosticar los sismos es de gran valor para minimizar sus efectos. Pero

aunque mucho se ha avanzado en la predicción a largo y mediano plazo, todavía no se puede advertir con certeza el momento justo en que un terremoto va a acaecer.

2. Los principales daños producidos por los terremotos se presentan en las construcciones más vulnerables, ya sea por su sistema constructivo, su sistema estructural o por las características del suelo donde se construyen.

3. Las pérdidas de vidas humanas por el evento en sí son generalmente pocas (por ejemplo infartos), pero la mayoría de víctimas se presentan por el colapso de las estructuras; Por tal razón es de vital importancia la aplicación de la Norma Sismo resistente NSR 98 Ley 400 de 1.997, en el diseño y construcción de estructuras de concreto y mampostería.

4. Se debe tomar conciencia de que vivimos en una zona de alto riesgo sísmico y por ende se debe estar preparados en el caso de presentarse un sismo de gran magnitud.

## 9. RECOMENDACIONES.

### Antes del terremoto:

Pensar en la posibilidad de un sismo. Qué ocurrirá, según donde estemos. Qué riesgos habrá.

Mantener en buen estado los edificios, en especial las partes que podrían romperse o caerse.

Saber dónde y cómo cortar los servicios: gas, electricidad, agua.

Estar vacunados. Todas las vacunas, toda la familia.

Almacenar agua potable y alimentos duraderos

Tener a mano linterna, pilas, radio portátil, cobertura para la cabeza, mantas, dinero en efectivo.

Tenga preparados: botiquín de primeros auxilios, linternas, radio a pilas, pilas, etc. y algunas provisiones en sitio conocido por todos. Sepa cómo desconectar la luz, el gas y el agua.

Confeccione un directorio telefónico para, en caso de necesidad, poder llamar a Protección Civil, Bomberos, Asistencia Sanitaria o Policía.

Revise la estructura de su vivienda y, sobre todo, asegúrese que chimeneas, aleros, revestimientos, balcones, etc. tengan una buena fijación a los elementos estructurales. Si fuera necesario, consulte a un técnico en construcción.

### Durante el terremoto:

Si el terremoto no es fuerte, tranquilícese, acabará pronto.

Si el terremoto es fuerte, mantenga y transmita la calma. Agudice la atención para evitar riesgos y recuerde las siguientes instrucciones:

Si está dentro de un edificio, quédese dentro; si está fuera, permanezca fuera. El entrar o salir de los edificios sólo puede causarle accidentes.

Dentro de un edificio busque estructuras fuertes: bajo una mesa o cama, bajo el dintel de una puerta, junto a un pilar, pared maestra o en un rincón y proteja su cabeza.

No utilice el ascensor y nunca huya precipitadamente hacia la salida.

Apague todo fuego. No utilice ningún tipo de llama (cerilla, encendedor, vela, etc.) durante o inmediatamente después del temblor.

Fuera de un edificio, aléjese de cables eléctricos, cornisas, cristales, pretilas, etc .

No se acerque ni penetre en los edificios para evitar ser alcanzado por la caída de objetos peligrosos (cristales, cornisas, etc.). Vaya hacia lugares abiertos, no corra y cuidado con el tráfico.

Si va en coche cuando ocurra el temblor, párelo donde le permita el parqueo seguro y permanezca dentro del mismo, retirado de puentes y tajos.

#### **Después del Terremoto:**

Guarde la calma y haga que los demás la guarden. Impida cualquier situación de pánico.

Compruebe si alguien está herido, préstele los auxilios necesarios. Los heridos graves no deben moverse, salvo que tenga conocimientos de cómo hacerlo; en caso de empeoramiento de la situación (fuego, derrumbamiento, etc.) muévelo con precaución.

Compruebe el estado de las conducciones de agua, gas y electricidad, hágalo visualmente y por el olor, nunca ponga en funcionamiento algún aparato. Ante cualquier anomalía o duda, cierre las llaves de paso generales y comuníquelo a los técnicos o autoridades.

No utilice el teléfono. Hágalo solo en caso de extrema urgencia. Conecte la radio para recibir información o instrucciones de las autoridades.

Tenga precaución al abrir armarios, algunos objetos pueden haber quedado en posición inestable.

Utilice botas o zapatos de suela gruesa para protegerse de los objetos cortantes o punzantes.

No repare de inmediato los desperfectos, excepto si hay vidrios rotos o botellas con sustancias tóxicas o inflamables.

Apague cualquier incendio, si no pudiera dominarlo contacte inmediatamente con los bomberos.

Después de una sacudida muy violenta salgan ordenada y paulatinamente del edificio que ocupen, sobre todo si éste tiene daños.

Aléjese de las construcciones dañadas. Vaya hacia áreas abiertas.

Después de un terremoto fuerte siguen otros pequeños, réplicas que pueden ser causa de destrozos adicionales, especialmente en construcciones dañadas. Permanezca alejado de éstas.

Si fuera urgente entrar en edificios dañados hágalo rápidamente y no permanezca dentro. En construcciones con daños graves no entre hasta que sea autorizado.

Tenga cuidado al utilizar agua de la red ya que puede estar contaminada. Consuma agua embotellada o hervida.

Si el epicentro de un gran terremoto es marino puede producirse un tsunami. Esto puede ser importante en las zonas costeras, por tanto, Permanezca alejado de la playa.

[2] Alberto Sarria.  
Ingeniería Sísmica.  
Bogotá D.C., Colombia.  
1.995.

[3] Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. AIS.  
Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-98, Ley 400 de 1997.  
Bogotá D.C., Colombia.  
1.997.

[4] Héctor Mora P. Alfonso López reina y Carlos a. Vargas.  
Red Sismológica Regional del eje Cafetero. Viejo Caldas y Tolima.  
Revista No. 5 ISSN 0123-9074  
Manizales, Colombia.  
2.000.

## **10. REFERENCIAS**

[1] Julián Escallón Silva.  
La sismicidad Colombiana en la última década del siglo XX.  
Ingeominas, Colombia.  
1.995.