

**"Documento original en mal estado"**

## EL SISMO DE POPAYAN

## C O N T E N I D O

"El sitio de la ciudad esta en una meseta alta, en muy buen asiento, el más sano y de mejor temple que hay en toda la gobernación de Popayán y aún en la mayor parte del Perú; porque verdaderamente la calidad de los aires más parece de España que de Indias."

Pedro Cieza de León. La Crónica del Perú. 1547.

Asi hablaba este cronista español del siglo XVI de Popayán y su clima. Esa ciudad que cuatro centurias después ha sido afectada por un sismo de dimensiones catastróficas.

Sea esta la ocasión para expresar nuestra solidaridad con las gentes de Popayán y del Cauca, afectadas por la tragedia y para augurar porque de ella salgan una serie de acciones tendientes a revitalizar la economía de la región, a mejorar el nivel de vida y a buscar una mayor equidad social. Esperamos con este boletín del CAE contribuir modestamente a ello.

El terremoto de Popayán.....3

Popayán: lo que el sismo no destruyó.....9

Recomendaciones para reconstrucciones en Popayán....16

Lo que el sismo destapó: maderas utilizadas en las construcciones del Popayán histórico.....13

Comportamiento observado en las construcciones de Popayán en el sismo.....21

Comisión de Investigaciones Geológicas y Geofísicas del terremoto de Popayán27

Planificación ambiental en regiones propensas a terremotos.....29

## EL TERREMOTO DE POPAYAN

Por: Víctor Muñoz Mora\*

### I. CAUSAS DE LOS SISMOS

Un sismo es un movimiento vibratorio que se origina en zonas internas de la tierra y se propaga a través de las rocas y suelos en todas direcciones en forma de ondas elásticas llamadas sísmicas.

Los movimientos sísmicos se ocasionan por diferentes causas. Así, se pueden clasificar de la siguiente manera:

**Sismos Tectónicos.** Se producen por la ruptura súbita de material rocoso debida a la acción continua de fuerzas geológicas. Estos terremotos han servido a la Ciencia para estudiar la estructura y composición interna de la tierra, además son los más importantes desde el punto de vista socioeconómico por sus defectos destructivos de alta peligrosidad

**Sismos Volcánicos.** Son los que se producen relacionados con diversas erupciones volcánicas. Parece, a la luz de los conocimientos científicos actuales, que ambos terremotos y erupciones también son generados por fuerzas tectónicas.

**Sismos de colapso** Son mucho menores en magnitud e intensidad y ocurren en regiones mineras o donde existen cavernas subterráneas, por el desplome o colapso del techo de la mina o de la caverna. También se pueden producir por grandes deslizamientos de tierra, como el del río Mantaro en el Perú, el 25 de abril de 1975, que generó un pequeño terremoto de magnitud 4.5 en la escala de Richter

**Sismos Antrópicos** Son ocasionados por el hombre, principalmente en las explosiones nucleares subterráneas. Se han registrado ondas sísmicas de esas explosiones, con amplitud equivalentes a terremotos de magnitud 7 en la escala de Richter

Los procesos tectónicos y volcánicos están explicados e interpretados por la teoría global conocida como Tectónica de Placas. Según ésta la corteza terrestre está conformada por unas pocas partes rígidas llamadas placas las cuales están en movimiento. Las zonas donde se producen los terremotos y los fenómenos volcánicos son los bordes o límites de las placas. Cuando chocan, y una de ellas se hunde bajo la otra, se forman superficies donde se localizan los sismos más profundos.

Otras veces las placas ni divergen ni se enfrentan, sino que se "frotan" una a lo largo de la otra, y originan terremotos de profundidad variable, como el caso de la falla de San Andrés en California, E.E.UU., donde se deslizan las placas de Norteamérica y del Pacífico.

\* *Geólogo. Profesor de la Facultad de Ingeniería de Univalle. Miembro de la Comisión Geológica y Geofísica para la Investigación del Terremoto de Popayán nombrada por la Presidencia de la República. Miembro del CAE*

Haciendo referencia especial a los terremotos tectónicos se puede decir que a medida que pasa el tiempo, unas veces muchos centenares de años, otras varios lustros, la acción continua de las fuerzas geológicas sobre las rocas va acumulando energía, hasta que finalmente se produce una ruptura o falla y entonces se libera la energía elástica almacenada.

## II EFECTOS DE LOS SISMOS.

No existen otros fenómenos naturales que sean tan espantosos para el hombre como los terremotos, ya que suceden de repente, afectan grandes extensiones y dejan una dramática huella de destrucción. Son indudablemente las catástrofes ante las cuales se experimenta el más alto grado de terror y de indefensa.

El lugar donde se origina un sismo se denomina foco o hipocentro, el se encuentra a cierta profundidad de la superficie terrestre; el punto sobre ésta, que se halla directamente encima del foco se llama epicentro.

La profundidad de un foco puede variar desde pocos kilómetros hasta setecientos kilómetros aproximadamente, e influye notoriamente en los efectos de un sismo. Este es superficial si el foco está a menos de 60 kilómetros de profundidad; intermedio, si se halla entre 60 y 300 kilómetros, y profundo si se localiza a más de 300 kilómetros.

Los sismos de foco superficial o somero afectan áreas de poca extensión pero sus efectos son muy grandes por cuanto las ondas sísmicas no se han debilitado suficientemente al alcanzar la superficie. Los sismos de foco profundo, afectan áreas de gran extensión, pero la intensidad a igual magnitud es menor, debido a que

las ondas sísmicas se han amortiguado antes de llegar a la superficie.

La magnitud de un sismo es la cantidad de energía liberada en su foco. La escala de magnitudes usada hoy día, es la de Richter, la cual comprende diez grados, de 0 a 9, donde el incremento de un grado representa un aumento de aproximadamente 32 veces la energía liberada. Esto significa, por ejemplo, que un sismo,

como el ocurrido en noviembre de 1979 que causó destrucción en Manizales, Pereira y otras poblaciones del norte del Departamento del Valle, de magnitud igual a 7.3 fue 1000 veces más fuerte que el recientemente acaecido en Popayán y sus alrededores, de magnitud 5.5. No obstante su intensidad no es comparable debido a que la profundidad del foco en el primero fue de 130 kilómetros, en tanto que la del segundo fue de apenas 10 kilómetros.

El concepto de intensidad sísmica está basado en la apreciación de los daños en las construcciones, en las perturbaciones observadas en la superficie terrestre y en las reacciones y percepciones del hombre y de algunos animales. La escala de intensidad más usada es la elaborada por el vulcanólogo italiano Mercalli y modificada por H. O. Wood y F. Neumann, llamada escala Mercalli modificada, que contiene 12 grados. La intensidad de un sismo depende de la magnitud del foco. Un terremoto puede tener gran intensidad aunque su magnitud sea moderada, tal fue el caso del terremoto que destruyó en 1960 la ciudad de Agadir (Marruecos), con un saldo trágico de 1.400 muertos, de magnitud 5.9 pero cuya intensidad llegó a 10 grados debido a que el foco se encontraba apenas a 2 kilómetros de profundidad.

### III. HISTORIA SISMICA DE POPAYAN

La ciudad de Popayán está ubicada en una zona de alta sismicidad, debido a que la cruza la falla geológica de Romeral y está afectada por la cercanía de otras fallas paralelas a ésta, como las de Jalaruto y Mosquerillo que son igualmente activas en la actualidad

Desde su fundación ha soportado 114 sismos, de los cuales 8 han sido de gran intensidad y han causado destrucción apreciable y numerosas víctimas. Estos últimos en orden cronológico son

Uno en 1560, con epicentro en Santander de Quilichao, destruyó todas las edificaciones de tapia pisada y teja. Solo quedaron en pie los ranchos de paja.

En el año de 1736, el 2 de febrero a las 9 de la mañana, ocurrió un violento terremoto que destruyó la mayor parte de las construcciones de la ciudad.

El 7 de septiembre de 1751, un temblor muy fuerte acabó de destruir la catedral, la cual fue posteriormente reconstruida.

El 16 de noviembre de 1827, nuevamente quedó en ruinas la ciudad como consecuencia de otro violento movimiento telúrico, que además produjo una gran avalancha o avenida del río Cauca a causa de un resacasamiento cerca a la población de Puracé, ocasionado por deslizamientos de rocas activadas por el sismo.

El 25 de mayo de 1885, se produjo un terremoto a causa de la actividad del volcán Puracé, que perdió parte de su cono en la erupción que acompañó al sismo. También se presentó una fuerte avenida del río Molino que se llevó numerosas casas construidas en sus orillas.

En 1906, el 31 de enero la ciudad fue azotada por un sismo muy intenso, más de 7 en la escala modificada de Mercalli, que causó serios daños principalmente en los templos de la ciudad.

En 1925, otro temblor destruyó las torres de Belén.

Por último el reciente y trágico terremoto del pasado 31 de marzo, cuyo panorama de destrucción y víctimas ha sobrecogido a toda Colombia.

Aparte de la reseña anterior, se presume en base a las leyendas y creencias de los indígenas caucanos y de algunas evidencias geológicas, que en los tiempos precolombinos debieron ocurrir innumerables sismos en la región que hoy es conocida como el Valle de Pubenza, donde se asienta la ciudad de Popayán.

#### IV CARACTERÍSTICAS GEOLOGICAS DEL SISMO DEL 31 DE MARZO DE 1973

Su epicentro fue localizado pocos kilómetros al oeste de Popayán en cercanías de las localidades de Cajete y Julumito. Fue causado por una falla oculta bajo las cenizas y depósitos volcánicos, la cual se ha llamado falla de Julumito, asociada a la gran falla de Romeral que atraviesa la ciudad. La ruptura ocurrió a 10 kilómetros de profundidad, es decir, el sismo fue de foco poco profundo. Su magnitud fue calculada en 5.5 considerada como moderada, y su intensidad en Popayán fue de 7 a 8, o sea relativamente alta.

El área afectada es de poca extensión. Cabe anotar que en Cali, situada apenas a 120 kilómetros del epicentro, la intensidad apenas llegó a 4.

Las fuerzas que activaron la falla de Julumito, o sea las que produjeron la ruptura de rocas que originó el sismo, son causadas como consecuencia del choque de la placa tectónica oceánica de Nazca en el Pacífico contra la placa Andina. Aquella virtualmente se mete por debajo de esta última formando una zona llamada de subducción (Ver gráfico No. 1)

Los mayores daños se presentaron en una zona de depósitos lacustres, que además fue afectada por un conjunto de fracturas de orientación general N70W, de posible origen tectónico, cuyos suelos son de pésima calidad y donde se amplificó la intensidad del sismo. En esta zona es-

tán ubicados el barrio Modelo de Urbanización Pubenza, el INTM, el Terminal de Transportes, el Aeropuerto y la Escuela de Escultores Inocencio Chincá.

#### V CONSIDERACIONES AMBIENTALES

Popayán y su entorno geográfico vecino están sujetos a sufrir eventuales catástrofes geológicas, terremotos, erupciones volcánicas, avalanchas de lodo y avenidas fluviales. Por esta razón deben incluirse medidas preventivas de Planificación urbana dentro de sus modelos de desarrollo, con miras a:

- a) Definir los diferentes grados de riesgo sísmico para cada zona de la ciudad. En esta forma se podrá establecer el patrón de usos de la tierra (mapa de zonificación urbana). Esto implica que los estudios de microzonificación sísmica deben tenerse en cuenta para establecer las normas de planificación.
- b) Obligar por ley a los organismos de planificación de las ciudades con alto riesgo sísmico (Popayán, Pasto, Cali, Buga, Tulúa, etc), a incluir elementos de seguridad sísmica en los planes generales de desarrollo. Para ello se requieren adecuados estudios de sísmología, geología y suelos.
- c) Establecer normas de diseño y construcción sísmo-resistente con el objeto de garantizar el funcionamiento y estabilidad de obras civiles aún en el caso de ocurrir sismos muy intensos.

La zona de depósitos lacustres, mencionada con anterioridad, donde se observaron grietas y las áreas aledañas a las orillas de los ríos Cauca y Molino, por ser zonas de alto riesgo o peligro geológico, deben excluirse para uso residencial,

construcción de escuelas, hospitales y estaciones de bomberos. Lo mismo puede decirse del sector de ejidos municipales cercanos a la plaza de ferias. Preferentemente deben dedicarse a usos recreacionales tales como parques, campos de deporte, lagos de recreo, bosques y otros similares que ayuden a enaltecer el aspecto estético de la ciudad. El procedimiento no será difícil si se tiene en cuenta la casi total destrucción de las edificaciones por la acción del terremoto en esas áreas.

En cuanto se refiere a las cercanías a los ríos Cauca y Molino, la historia de las catástrofes geológicas de Popayán refiere el arrasamiento y destrucción de numerosas casas situadas en esas áreas a causa de avenidas fluviales, relacionadas tanto con terremotos como con actividad volcánica.

Aunque ahora, no se han detectado cambios en el comportamiento del volcán Puracé, se requiere vigilar sus variaciones térmicas y químicas, en especial de sus fumarolas. Es necesario, a corto plazo, instrumentarlo con una estación sismográfica que permita registrar la actividad volcánica.

En relación con la recomendación anterior y para complementarla, es menester entrenar los cuerpos de socorro, salvamento y movilización, tales como Cruz Roja, Ejército, Policía, Defensa Civil, etc. para que puedan tomar las medidas de emergencia en caso de predecirse una catástrofe volcánica. Podrían elegirse como guía los lineamientos dados con motivo de la erupción del volcán Iragú (Costa Rica), ocurrida desde 1963 hasta 1965, establecidos por la comisión de las Naciones Unidas y la Oficina Nacional de Planificación de Costa Rica.

Por último vale la pena hacer énfasis en la más importante recomendación formulada por los investigadores del terremoto de Popayán: es necesario efectuar estudios geológicos y geofísicos detallados, en aquellas ciudades localizadas cerca del sistema de fallas de Romeral y otras zonas de fallas activas, como Pasto, Cali, Palmira, Tuluá, Buga, Buenaventura, Armenia, Pereira, Manizales y Medellín, dada la posibilidad de terremotos en cualquier sitio influenciado por dichas fallas.

## BIBLIOGRAFIA

1. CASTRILLÓN, Diego *Muros de Papel* (En prensa), Popayán, 1982.
2. RAMIREZ, Jesús E. *Historia de los terremotos en Colombia*, IGAC, Bogotá, 1979.
3. BOLT, Bruce. *Terremotos*, Editorial Reverté, Barcelona, 1962.
4. YAZIEFF, H. *Quand la terre tremble*, París, 1962.
5. Datos de la comisión geológica y geofísica para la investigación de terremoto de Popayán.