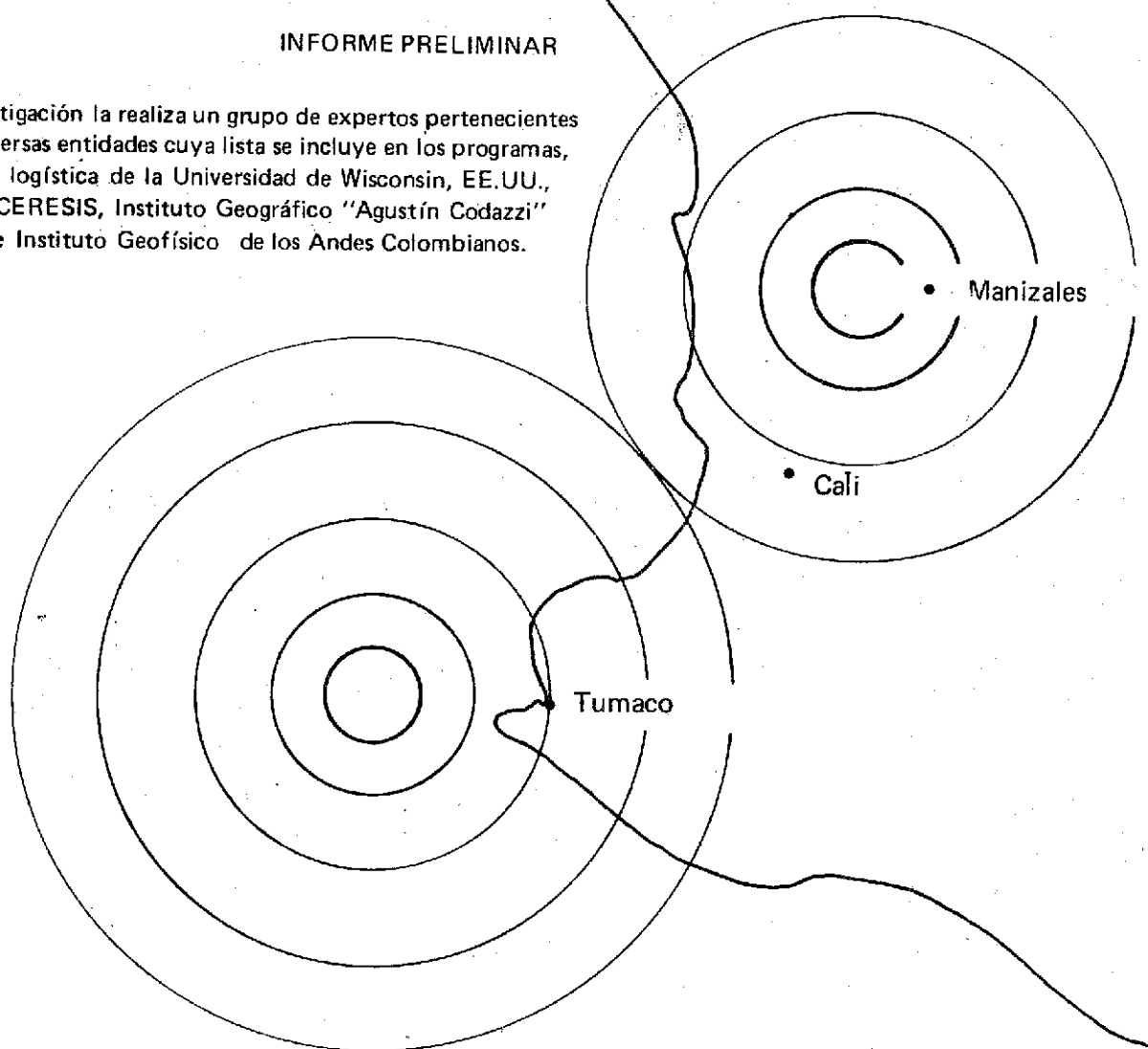


Terremotos Colombianos noviembre 23 y diciembre 12 de 1979

INFORME PRELIMINAR

Esta investigación la realiza un grupo de expertos pertenecientes a diversas entidades cuya lista se incluye en los programas, con la ayuda logística de la Universidad de Wisconsin, EE.UU., UNESCO, CERESIS, Instituto Geográfico "Agustín Codazzi" e Instituto Geofísico de los Andes Colombianos.



Terremotos Colombianos noviembre 23 y diciembre 12 de 1979

INFORME PRELIMINAR

Preparado por:

Jesús Emilio Ramírez, S. J.

José Rafael Goberna, S. J.

Bogotá, D. E., 1980

PROLOGO

La importancia de los eventos telúricos para el estudio de sus causas y como fuente de enseñanzas, el interés de científicos y del Gobierno Colombiano, juntamente con la pronta cooperación de entidades internacionales y multinacionales, han impulsado vigorosamente esta investigación.

Es de esperar que la información preliminar compilada en estas páginas sea útil para calcular y delinear el riesgo sísmico en Colombia y reducir así las posibles pérdidas de vidas y de propiedades en los sismos futuros.

El Instituto Geofísico de los Andes Colombianos (Universidad Javeriana) se dedicó desde el primer momento a investigar la causa de estos dos movimientos terráqueos, sus efectos geológicos y estructurales, y los riesgos provenientes de los mismos. Fué así como el Director del dicho Instituto viajó primero al Departamento de Risaralda y el 15 de Diciembre hizo un reconocimiento aéreo del litoral del Pacífico afectado por el fuerte maremoto y el asentamiento de la costa. Vino luego simultáneamente el ofrecimiento de ayuda por parte del Departamento de Geología y Geofísica de la Universidad de Wisconsin, Estados Unidos, y del Centro Regional de Sismología para América del Sur (CERESIS), para iniciar a la mayor brevedad las observaciones de las réplicas del sismo del 12 de Diciembre. El CERESIS cursó comunicaciones a la Unesco para que considerase la posibilidad de dar algún apoyo económico para los estudios postsísmicos.

Con el fin de adelantar lo más pronto posible estas observaciones, el 15 de Diciembre, el P. René van Hissenhoven, miembro de este Instituto Geofísico de los Andes Colombianos, llegó a Bogotá procedente de Madison, EE. UU., con

18 cajones de instrumental sísmico y contando con el apoyo del Instituto Geográfico "Agustín Codazzi", La Universidad de Wisconsin y el CERESIS - UNESCO.

Por su parte, la dirección ejecutiva del CERESIS solicitó al Dr. Leonidas Ocola, del Instituto Geofísico del Perú, que hiciera un viaje a Bogotá como representante de la UNESCO y del CERESIS, para coordinar dichas observaciones, que se proyectaba realizarlas no sólo en Nariño sino también en el norte de Ecuador.

Sin embargo, por los graves daños causados por estos terremotos y por la gran importancia que tanto para la sociedad como para la ciencia tiene el conocimiento más profundo de las causas, propiedades y efectos de estos fenómenos sísmicos con el fin de prevenir y aminorar lo más posible en el futuro tan desastrosas consecuencias, el Instituto Geofísico consideró necesario el promover un estudio y análisis lo más extenso y detallado posible de estos dos temblores, buscando para ello la cooperación de otras instituciones interesadas en resolver los mismos problemas.

En consecuencia como trabajo inicial se propuso redactar un informe preliminar, en que se recogiesen los principales hechos y datos relacionados con estos fenómenos, y en segundo lugar, propiciar la celebración de reuniones de trabajo con las personas y entidades, que tuviesen especial interés en participar y colaborar en la elaboración y formulación de los programas de estudio e investigación y en su ejecución. Para el cumplimiento de esta misión, el P. Ramírez convocó en los días 27 y 28 de Diciembre de 1979 a varias sesiones de trabajo e intercambio de información. Como resultado de

estas reuniones se propuso un plan de estudio e investigación multidisciplinario y se redactaron siete programas provisionales, que incluyesen los diversos aspectos relacionados con el estudio integral de los dos sismos recientes. En otra reunión posterior, celebrada el día 23 de Enero con un mayor número de participantes, se perfeccionaron los programas anteriores y se designaron las comisiones que se encargarían de realizarlas. En la segunda parte de este informe se presentan tanto los programas como las comisiones encargadas de su ejecución.

1a. PARTE. - DATOS Y OBSERVACIONES

Introducción. -

Iba a terminar 1979 como el año de una gran quietud o sosiego sísmico mundial, puesto que hasta el 30 de Junio de 1979 sólo se habían registrado 20 terremotos significativos, o sea de una magnitud de 6.5 o mayores en la escala de Richter (en el primer semestre de 1978 fueron 62) y ninguno de magnitud 8 en la misma escala desde 1977, con sólo 396 muertos para un largo promedio de más de 10.000 víctimas anuales (en 1978 los muertos aumentaron a 15.195), cuando todo el territorio colombiano fué sacudido por dos violentos sismos, uno de importancia el del 23 de Noviembre de 1979 (magnitud 6.3 Richter) y el del 12 de Diciembre de 1979 calificado de grande (magnitud 7.9 Richter) y con un total de pérdidas de vidas que se acerca a 600.

A) . - El Terremoto del 23 de Noviembre

1)- Datos Generales

Este movimiento telúrico no sólo se sintió en Colombia, sino también en el Istmo de Panamá, en el occidente de Venezuela y en el norte de Ecuador. Fué registrado en los sismógrafos del Instituto Geofísico de los Andes Colombianos, Universidad Javeriana, a las 18 horas, 41 minutos y 13 segundos.

Tuvo carácter destructor en el centro-occidental del país en una rica y poblada zona del río Cauca, incluyendo a las dos cordilleras, que

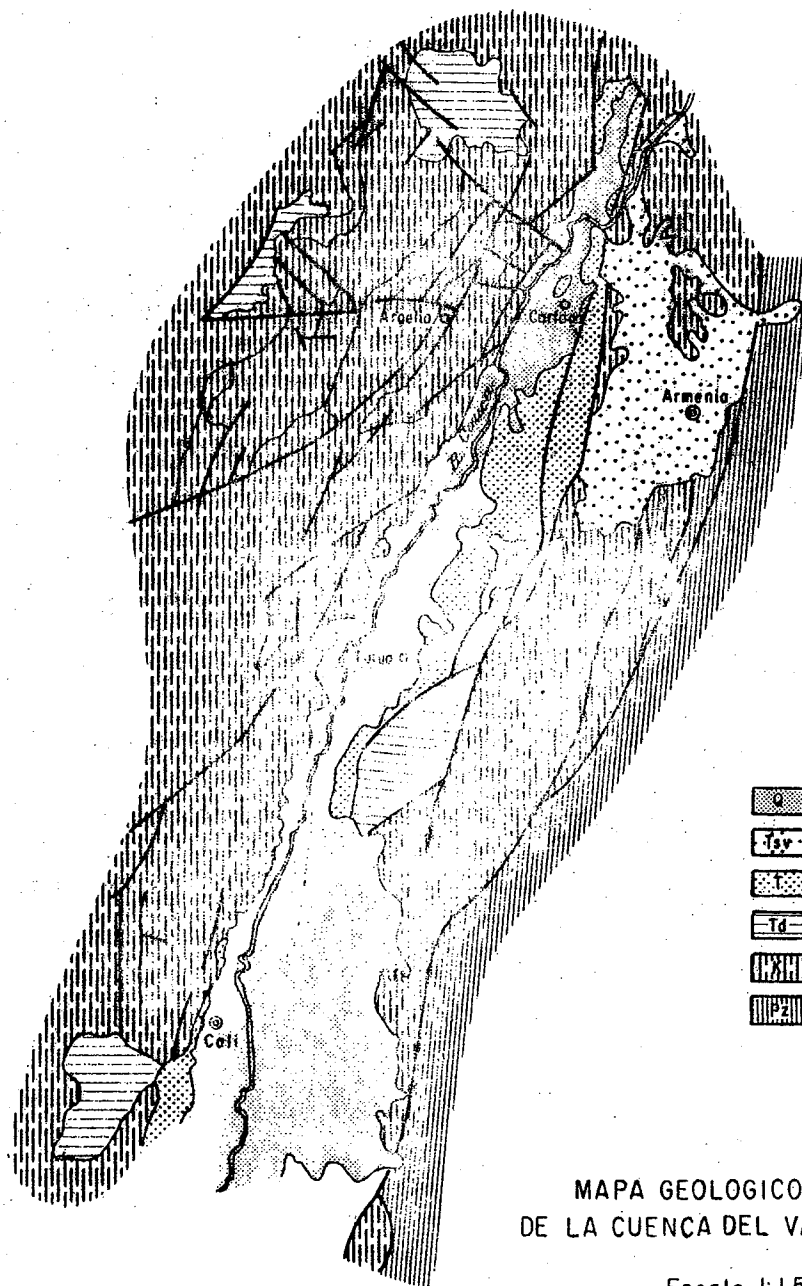
recogen sus aguas desde Cali en el sur hasta Santa Fe de Antioquia en el norte. Las ciudades más afectadas, en lo que a víctimas humanas y pérdidas materiales se refiere, fueron: Manizales, Pereira y Armenia, capitales de los Departamentos de Caldas, Risaralda y Quindío, pero sufrieron proporcionalmente todas las poblaciones de estos departamentos con las del norte del Valle y las del sur de Antioquia y Chocó. La zona occidental del epicentro, entre la Cordillera Occidental y el Océano Pacífico, es poco habitada. Desde el terremoto del Huila del 9 de Febrero de 1967 no se había presentado una catástrofe semejante.

2)- Breve descripción geológica de la región.

El tronco de la Cordillera Central, según Hubach (Informe Geológico No. 1122) lo constituyen esquistos verdes (originalmente tobas volcánicas), esquistos grafiticos, filitas cuarzosas, esquistos cuarzosos néisicos, calizas cristalinas de edad copaleozoica y prepaleozoica.

Depósitos andesíticos (lavas, aglomerados, tobas, plioceno hasta pleistoceno) son típicos de los centros volcánicos y cubren la mayor parte de la cumbre y del flanco occidental de la Cordillera Central, o sea la región donde se han construido las principales ciudades afectadas por el sismo: Armenia, Pereira, y Manizales.

En esta región, añade el ingeniero R. Bueno, "la cuenca interandina del Cauca es de tipo intermontano, con sus bordes limitados por fallas que forman un verdadero graben. (Fig. No.1). La edad de formación de este graben se asume ser Cretáceo Superior a Terciario Inferior con un basculamiento hacia el oriente, lo cual permitió una mayor se-



MAPA GEOLOGICO GENERALIZADO
DE LA CUENCA DEL VALLE DEL CAUCA

Escala 1:1.500.000

Elaborado por ECOFETRC L
con base en INGECMINAS
1976

Figura No.1

dimentación hacia este borde durante el Terciario Medio y Superior (\pm 3000 mts de espesor). Como resultado de los últimos episodios de la Orogenia Andina, se cree que hubo en la cuenca una inversión en el sentido del basculamiento y es así como hoy día la cuenca lo presenta hacia el oeste, ocasionando la acumulación de sedimentos recientes en este borde de la cuenca por el Río Cauca.

Los sedimentos cretáceos, que se encuentran en ambos bordes de la cuenca, son de tipo ofiolítico con algunas manifestaciones de carácter intrusivo (Batolito de Buga) relacionados al Complejo de Romeral, típico de la zona occidental colombiana. La sedimentación durante el Terciario fué de tipo continental de ambiente fluvial, con una fuerte contribución volcánica en el Terciario Superior y con locales intrusiones marinas en el Terciario Medio (Calizas de Vijes).

En general toda la región está atravesada por numerosas fallas, cuyos sistemas principales tienen una dirección SSW-NNE paralela al eje principal de las dos cordilleras limitantes.

Sin embargo, es importante mencionar aquí la falla Ibagué-Bahía Solano, inferida así del mosaico de las líneas de radar del Chocó y de los datos gravimétricos, que atraviesa la región epicentral en dirección NW. Esta falla, según el Dr. Hernán Restrepo, "es una falla de rumbo con movimiento lateral derecho, cuyo desplazamiento horizontal aproximado es de 10 kilómetros, tal como se observa al noroeste de Bahía Solano y en la Virginia, donde el río Cauca cambia bruscamente su curso norte al de este-sureste, indicando un movimiento relativo del

bloque suroccidental hacia el noroeste . El movimiento vertical aún no está claro, parece ser el de un plano de falla inversa que buza fuertemente (80° con la horizontal) al suroeste".

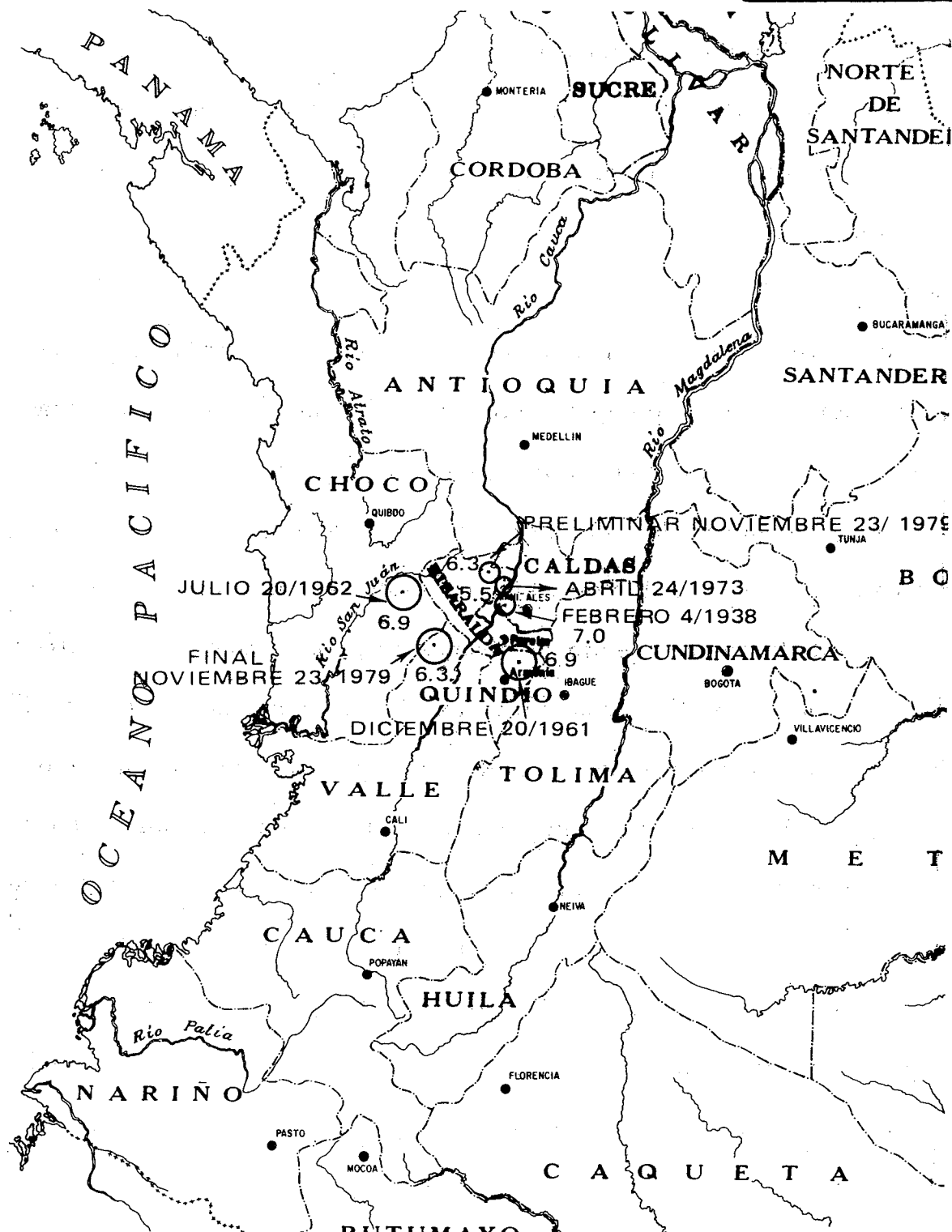
Por otra parte la capa rocosa está profundamente alterada y meteorizada de modo que forma un manto de suelo y subsuelo muy propenso a deslizamientos y asentamientos, sobre todo en las laderas de las montañas y colinas.

3)- Sismicidad regional.

Toda la región ocupada por los departamentos de Caldas, Risaralda y Quindío con el suroeste de Antioquia, norte del Valle, Tolima y la parte limítrofe del Chocó está situada en una zona altamente sísmica tanto por el número y la frecuencia de los temblores como por su intensidad. (Fig. 2). La historia sísmica de la región contiene numerosos casos de temblores sentidos, algunos de ellos de intensidad destructora, que han causado muchas víctimas y cuantiosos daños. El mapa de riesgo sísmico publicado por el Instituto Geofísico, encierra la región dentro de isolíneas de riesgo sísmico 8 y $8 \frac{1}{4}$, lo cual significa que en cien años puede ocurrir en el área comprendida dentro de ellas un terremoto de intensidad mayor de VIII grados. De hecho en menos de 50 años ya han ocurrido tres terremotos, que han superado esa intensidad.

Aquí basta recordar los más notables ocurridos durante los últimos 50 años con epicentro dentro de la región. En primer lugar debe citarse el del 4 de Febrero de 1938; su epicentro fué localizado a 30 km al suroeste de Manizales (Lat. 5.1°N y Long. 75.7°W); la profundidad de su

LOCALIZACION DE EPICENTROS IMPORTANTES EN EL VALLE INTERANDINO DEL RIO CAUCA



foco fué de 160 km y su intensidad alcanzó valores de VII a VIII grados en la escala modificada de Mercalli; y su magnitud fué de 7 en la escala de Richter. Se sintió en toda la parte occidental de Colombia desde Barranquilla hasta el Ecuador y desde el Pacífico hasta los Llanos. Los daños más graves se concentraron en las ciudades de Cartago, Armenia y Manizales, y en una zona hacia el norte hasta el sur de Antioquia.

A éste siguió el del 20 de Diciembre de 1961 con epicentro algo más al sur (Lat. 4.6°N y Long. 75.6°W), una profundidad de 167 km y una magnitud de 6.9, pero con una intensidad de VIII, que causó más de un centenar de víctimas y graves daños, sobre todo en las ciudades de Pereira y Armenia.

Con poco más de medio año de diferencia, el 30 de Julio de 1962, ocurrió algo más al oeste (Lat. 5.2°N y Long. 76.4°W) otro temblor todavía más violento, pues aunque su magnitud se estimó en 6.9 grados igual al anterior, sin embargo, su intensidad máxima llegó al grado IX, sin duda porque la profundidad de su foco fué bastante menor (69 km). Los daños mayores afectaron gravemente a las ciudades de Pereira, Manizales y Sonsón.

En los años posteriores se sucedieron con cierta frecuencia otros temblores, algunos sentidos fuertemente con intensidad de VI pero sin causar daños apreciables, con excepción del ocurrido el 24 de Abril de 1973 cerca de Anserma (Lat. 5.2°N y Long. 75.8°W), que alcanzó una intensidad de VII grados (mag. 5.5) y causó algunos daños (su profundidad fué de 118 km); una de las características importantes de los tem-

blores de esta región es la profundidad, que de ordinario pasa de los 100 km y en algunos casos llega a los 200 km.

Por esta razón no presentan réplicas o muy pocas; pero además esto explica el que de ordinario el epicentro instrumental no coincida con la zona de mayores daños y destrucción, ya que ésta depende principalmente de su naturaleza geofísica y tectónica y de la clase y condiciones de sus construcciones.

4) - Parámetros y características de este temblor.

El Instituto Geofísico localizó el epicentro preliminar de este sismo cerca a Mistrató, Risaralda, en Lat. 5.3°N y Long. 75.9°W ; como hora de origen las 18 horas 40 minutos y 35 segundos (G. M. T.).

Posteriormente el Centro Nacional de Información de Terremotos (NEIS) del U.S. Geological Survey, lo ubicó en los límites del Chocó y Valle un poco al SW del anterior y al NW de la población de Jamaica, Valle, en la Lat. 4.80°N y Long. 76.23°W , con magnitud de 6.3 grados en la escala de Richter y con un foco de 106 km de profundidad; como hora local de origen se da 18 horas 40 minutos y 29,6 segundos.

En efecto, las estaciones colombianas registraron así la llegada de las primeras ondas sísmicas (hora internacional):

Chinchiná	(CHN) Patrocinada por la Federación Nacional de Cafeteros	23h 40m 50.7s.
V. V. Ituango	Cortesía de Woodward - Clyde Consultants.	23h 41m 10 s.
Bogotá	(BOG) Instituto Geofísico de los Andes Colombianos, Universidad Javeriana.	23h 41m09.5s.

Fúquene	(FUQ)	Sostenida por el Instituto Geográfico "Agustín Codazzi"	23h 41m 13.4s.
Bucaramanga	(BCR)	Auspiciada por la Universidad Industrial de Santander	23h 41m 26 s.
Pasto	(PSO)	Sostenida por el Instituto Colom- biano Agropecuario (ICA)	23h 41m 26.5s,
Galerazamba	(GAL)	Patrocinada por la Concesión Salinas del IFI	23h 42m 00s.

Fué además registrado por los acelerógrafos, que el Instituto Geofísico tiene colocados en Cali, Medellín y en el piso 35 del edificio de Avianca en Bogotá.

En las ciudades de Manizales y Pereira la intensidad alcanzó el grado VIII; en Armenia, Quibdó y Medellín la intensidad parece haber llegado al grado VII; en Cali al grado VI; en Bogotá al grado V.

5)- Daños ocasionados y ciudades más afectadas.

a). - Risaralda.

Como se señaló anteriormente los departamentos más afectados fueron los de Caldas y Risaralda con algunas partes del sur de Antioquia y norte del Valle y las ciudades que tuvieron más daños fueron las de Manizales y Pereira y relativamente algunas otras más pequeñas.

En una primera lista provisional de las víctimas y de los daños causados en edificios y viviendas la Defensa Civil Colombiana ofreció atentamente el siguiente cuadro:

Lugar	Muertos	Heridos	Edificios		Casas	
			Destr.	Aver.	Destr.	Aver.
Risaralda	21	172	3	-	100	600
Caldas	8	100	23	-	150	-
Quindío	5	70	-	-	140	37
Antioquia	4	60	1	8	92	282
Valle	10	25	1	4	-	-
Cauca	-	-	-	3	3	13
Chocó	-	22	2	7	7	18
Total	48	449	30	22	492	950

Igualmente en un estimativo provisional de daños la Gobernación de Risaralda calculó para el Departamento la suma de \$1'631.192, 00, de los cuales corresponden a Pereira \$1'544.000, 00.

Por su parte para el Departamento de Caldas, CRAMSA calcula daños por valor de \$1'075.000, 00, de los cuales corresponden a Manizales \$778.000, 00.

Según datos de la prensa en Pereira la casi totalidad de los edificios y viviendas destruidas y averiadas fueron construcciones de menos de 5 pisos, mientras que las construcciones más elevadas sufrieron menos, sin duda por estar sometidas a mejores normas de seguridad y construcción. Así los 20 edificios más afectados en Pereira, como escuelas, colegios, etc., cuentan todos con menos de 5 pisos y dos de ellos quedaron totalmente destruidos. Además se calcula que por lo menos 200 apartamentos de clase media sufrieron daños graves. El total de estos daños ascienden a unos 800 millones de pesos solamente en la ciudad. (Figs. 3, 4, 5 y 6).

En el campo y demás pueblos del Departamento las pérdidas también fueron graves y su valor asciende a unos 160 millones de pesos.

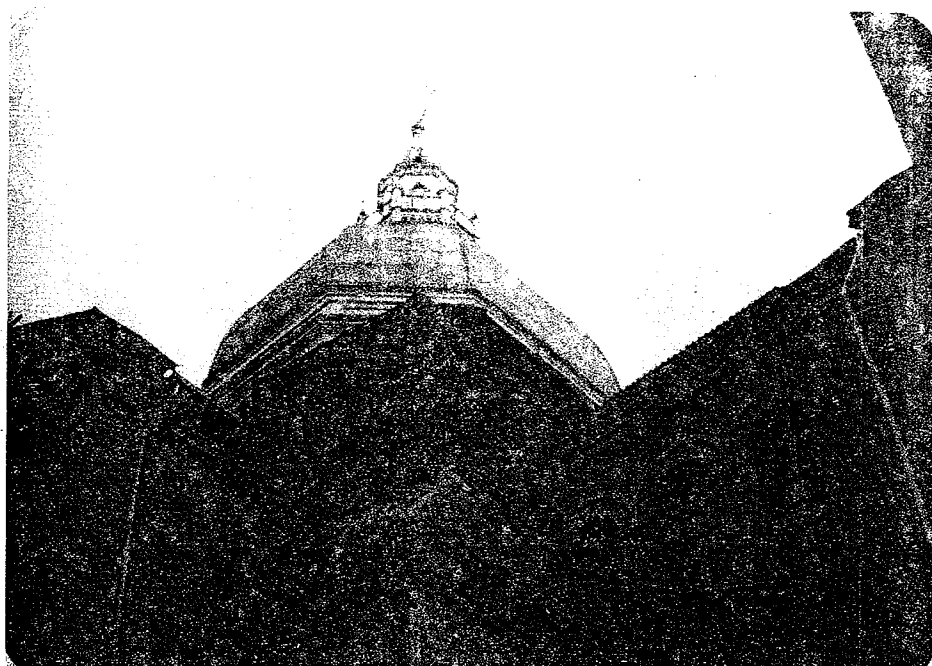


Fig. 3. El sismo en Pereira. Noviembre 23, 1979. Cúpula y Cruz de la Catedral; ésta tambalea pero no cae. Foto (teleobjetivo) L. M. Ramírez.



Fig. 4 .El sismo en Pereira. Templo Claret Carrera 7, Calles 24 y 25. Nave lateral, arcos averiados. Techos desplomados. Vista interior. Foto (teleobjetivo) L. M. Ramírez.

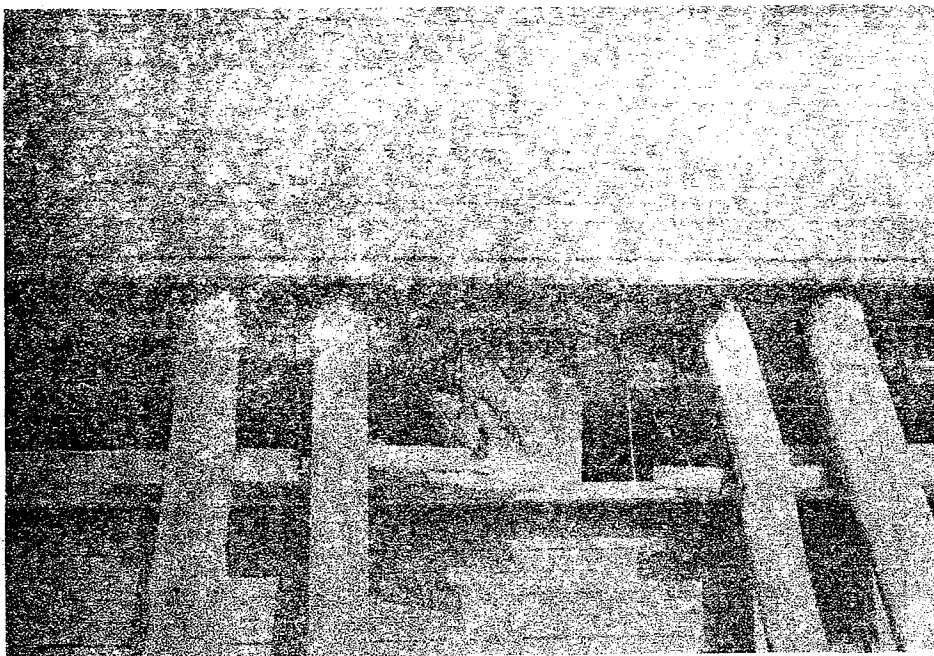


Fig. 5. Pereira. Sismo del 23 de Noviembre de 1979
Edificio de las Empresas Públicas. Vista de la falla
en una columna del primer piso. Foto M. Kielmas.

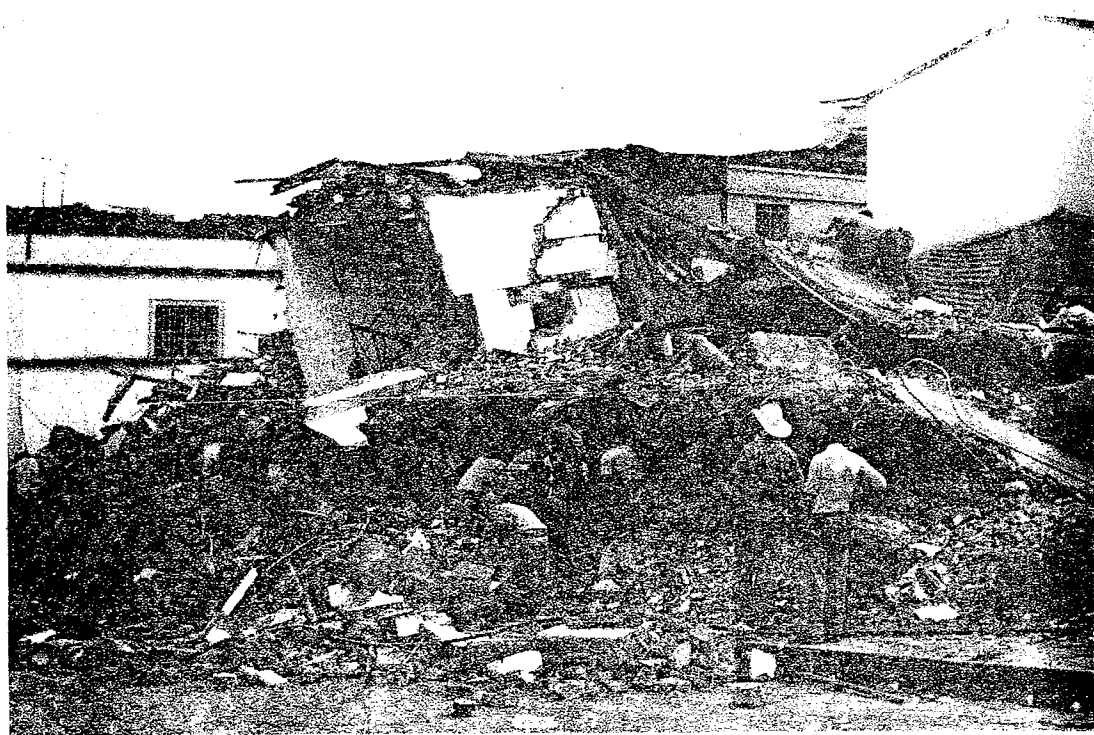


Fig. 6 . El Sismo En Pereira, Noviembre 23 de 1979
Vivienda particular, situada en la Cra.13 con la Calle 13
totalmente destruída. Foto Caldas.

Según la evaluación final de la Oficina de Planeación Departamental de Risaralda los daños en edificios y viviendas, sin contar los estragos en carreteras y otros servicios públicos, se resumen en la lista siguiente:

Pereira	772	millones de pesos
Apia	2.5	" "
Dosquebradas	35	" "
La Virginia	2.5	" "
Marsella	18	" "
Pueblo Rico	7	" "
Quinchía	4	" "
Santa Rosa de Cabal	44	" "
Otros municipios	10	" "
Total	\$895.0	millones de pesos

b). -Caldas

En Manizales los daños fueron bastante mayores, pero las condiciones de la ciudad son también muy especiales y diferentes.

La casi totalidad de las 40 mil viviendas residenciales, que constituyen la ciudad de Manizales, está construida en las dos laderas de una cuchilla montañosa, que forma el eje central de la ciudad.

A lo largo de esta cuchilla, formando las carreras 22 y 23, no sólo se agrupa el centro político y comercial de la ciudad, sino que también se desarrolla la zona residencial de mayor nivel social, que termina al oriente en el nuevo sector de Milán.

La ola sísmica fué averiando y destruyendo las construcciones a ambos lados de la lomá y en menos de un minuto causó graves daños en casi todos los edificios públicos, desde el Instituto de Bienestar Familiar hasta la Gobernación de Caldas. Causó pérdidas por unos 90 millones de pesos en los edificios educacionales, entre ellos en la Universidad de Caldas por valor de 10 millones y en la Universidad Nacional por

otros 15 millones. Dañó seriamente tres hospitales y dos clínicas por un valor de 20 millones; y averió tres seminarios y tres iglesias, con daños por unos cinco millones.

La destrucción siguió hacia el oriente llegando al exclusivo barrio Milán, en donde un centenar de costosos apartamentos quedó prácticamente arruinado junto con el Colegio Santa Inés, en donde además de daños por unos 30 millones causó la muerte de dos religiosas. (Fig. 7)

En total se calculan por lo menos en 500 los apartamentos seriamente averiados en toda la ciudad y el valor de los daños se calcula en unos mil millones de pesos. Gran parte de estos daños hay que atribuirlos a deslizamientos y agrietamientos del terreno. (Fig. 8).

Naturalmente observaciones y avalúos posteriores modifican considerablemente estos resultados, especialmente en cuanto a edificios y casas destruidas y averiadas.

En un informe general, debido a los ingenieros Mario Cuéllar, Doménico Parma y Giorgio Sivori se presentan las observaciones siguientes de acuerdo con los daños observados en las ciudades de Pereira y Manizales.

- 1)- "En los edificios de altura mediana a grande, cuya estructura fué diseñada aplicando consideraciones sísmicas como las sugeridas por ANSI y A. C. I., no se registraron daños estructurales. En tales casos solamente se registraron daños en las obras de acabado (muros, revestimientos de fachada y similares), en cuantía mayor o menor de acuerdo con la mayor o menor ductilidad de la es-



Figuras 7 y 8. El Sismo en Manizales, Noviembre 23, 1979. Arriba: casas destruidas en el Sector de Milán. Abajo: daños en Servicios Públicos-Sector Belén. Cortesía de la Defensa Civil Colombiana.



estructura".

- 2)- "En los edificios de altura reducida, en los cuales a pesar de haber aplicado una técnica satisfactoria de construcción, se hizo caso omiso de consideraciones sísmicas en su diseño estructural, se registraron daños estructurales generalizados, en algunos casos de magnitud dramática".
- 3)- "En cuanto a la interacción estructura-muros divisorios se observó que en los casos de grandes estructuras, con secciones de concreto reforzado para columnas y vigas predominantes respecto a los espesores y detalles constructivos de los muros, estos se fracturaron con facilidad al no resistir las deformaciones impuestas por la estructura. Por otro lado, en los casos de secciones estructurales modestas (como son las que corresponden a edificios de pequeña altura), vinculadas a muros de rigidez predominante respecto a ellas, se presentaron muy peligrosas fracturas; especialmente cuando muros de altura parcial (respecto a la altura disponible piso a piso), confinaron parcial y erráticamente columnas de pequeña sección.

Este caso se observó en repetidas ocasiones: por ejemplo, en un edificio provisto de una veintena de columnas dispuestas con regularidad satisfactoria, solamente tres o cuatro de ellas fueron abrazadas por fuertes muros de ladrillo Tolete en casi toda su altura, dejándolas libres en los últimos 80 centímetros antes de llegar a la placa; obviamente estas columnas actuaron en el movimiento sísmico con una rigidez crecida, recibiendo consecuentemente un porcen-

taje de carga ampliamente superior al que les habría correspondido si todas las columnas se hubiesen encontrado en iguales condiciones de vínculos y se rompieron".

Por su parte los ingenieros Luis E. García Reyes y Alberto Sarría Molina observaron que los "daños estructurales, tanto en Pereira como en Manizales, se concentraron en las columnas y parece que se debieron a variados motivos, entre los cuales fué fácil apreciar un confinamiento deficiente del núcleo de estos elementos estructurales. En el edificio de las Empresas Públicas de Pereira fué claro cómo un muro recortó la longitud de las columnas del primer piso y concentró la fuerza horizontal en un elemento muy rígido con poca capacidad de deformación produciendo la falla indeseable en la columna. (Fig. 5)

En Manizales pudo inferirse el deslizamiento de varias casas construídas con cimentación superficial sobre un talud muy pendiente. Los autores observaron además la evidencia de fallas iniciales en otros taludes sobre los cuales hay construidos edificios en la actualidad.

El desprendimiento de elementos de fachada y graves daños en fachadas y acabados parece haber sido más notorio en Manizales que en Pereira, aunque sobre esto solo una investigación detenida (no disponible hasta donde los autores conocen) podría dar la última palabra".

Finalmente "hasta donde los autores conocen la incidencia de este terremoto fué muy menor sobre los sistemas de acueductos y alcantarillados y sobre otras estructuras diferentes a los edificios o resi-

dencias".

En todo el Departamento de Caldas fueron grandes los daños causados no sólo en viviendas sino también por los deslizamientos y agrietamientos en las carreteras. El total se calcula en unos 300 millones.

Sin duda una de las causas principales de que los daños hayan sido tan elevados en algunos sitios hay que atribuirla a la naturaleza y características del terreno. Según nos informa el Ing. Guillermo Caro M., en los "Departamentos de Caldas, Risaralda y Quindío, abundan dos tipos de suelos, de características muy particulares, que bien han podido contribuir a las fallas ocurridas en las edificaciones en dicha área del país, con ocasión de los movimientos sísmicos acaecidos recientemente. Estos son, las arcillas haloisíticas y los suelos volcánicos.

Las arcillas haloisíticas son suelos finos muy peculiares. Los átomos pueden unirse a otros átomos para formar moléculas y los átomos en una molécula pueden unirse a otros átomos en otra molécula. Hay cinco tipos de uniones. En las arcillas haloisíticas estas son uniones de valencia secundaria, que son muy débiles y pueden ser fácilmente alteradas por fuerzas como la de un movimiento sísmico. La naturaleza y arreglo de los átomos en una partícula de suelo, tiene una influencia significativa en la permeabilidad, compresibilidad, resistencia, y transmisión de esfuerzos. Hay ciertos minerales que pueden dar a un suelo que los contenga, propiedades peculiares. Tal

es el caso de la haloisita, que tiene forma de pitillo, con un diámetro de 0.07 micrones y longitud de 0.5 micrones que imprime al suelo un peso unitario sumamente bajo, y un contenido natural de humedad sumamente alto. Estos suelos pueden absorber grandes cantidades de agua y son muy difíciles de compactar a valores altos de densidad.

Este tipo de arcillas pierden resistencia cuando se remoldean o se trabajan (tal puede ser el caso del movimiento sísmico).

El remoldeamiento empuja las partículas aparte en los puntos de contacto y destruye algunas de las zonas inaccesibles en el suelo, haciendo por lo tanto que el agua en los poros en el sistema, sea más continua. La separación de las partículas en los puntos de contacto causa una reducción en las fuerzas de atracción entre partículas (cohesión). El anterior mecanismo de acción de este tipo de suelo, puede contribuir a explicar algunos fenómenos y fallas ocurridas recientemente en la zona del viejo Caldas con ocasión del movimiento sísmico".

Precisamente en el caso del sismo del 23 de Noviembre se dió el hecho de que durante los dos meses precedentes las lluvias habían sido extraordinariamente frecuentes e intensas en toda la región occidental de Colombia de modo que pudieron penetrar más profundamente en la tierra y debilitar grandemente la resistencia del suelo y subsuelo, aumentando así la frecuencia y magnitud de los derrumbes y deslizamientos.

Como ejemplo de los daños causados a las viviendas por las fracturas y corrimientos del suelo, puede darnos una idea lo ocurrido

en la población de Arma, Municipio de Aguadas, en el norte de Caldas. (Fig. 9).

El ingeniero coordinador de la zona norte de Caldas como resultado de su visita de inspección a esa población informa que en esa ciudad "se produjo el deslizamiento de una gran masa de terreno, que abarca 8 manzanas de casas y además terrenos de viviendas aisladas al oriente de los lotes construidos. La línea principal (de falla) pasa frente a la iglesia (lado norte) por la vía principal y continúa por el lado occidental hacia el sur (ver dibujo). El deslizamiento alcanza en algunos puntos de la línea de falla hasta 50 cm de diferencia entre el terreno estable y el movido. Igualmente y paralelos a la línea de falla se observaron agrietamientos originados por la reptación, que afectó la totalidad de las viviendas ubicadas en el área. En algunos casos, en los cuales las grietas no coinciden exactamente con construcciones ocasionan el hundimiento uniforme de estas. Dentro del área afectada existen viviendas totalmente partidas por los agrietamientos y se supone que las redes de acueducto y alcantarillado presentan fracturas en la totalidad del área. El servicio de agua está suspendido y el de energía eléctrica funciona a intervalos, debido a constantes rompimientos en las redes de conducción, ocasionados por tensiones originadas en los desplazamientos de la masa de tierra fallada. Según los informes de los pobladores la falla se presentó posterior a la hora del temblor y más acentuadamente en el transcurso del día sábado. El área afectada abarca el 30% de la población y cubre unas 150 viviendas, de

Corregidor

Iglesia

**Casa
curat**

o lo Anillo

**Ladera adyacente
fallada**

Linea de falla principal

Puesto de
Salud

Agenda

**Colegio
Escuela**

Viviendas aisladas
(casas de campo) Afectadas.

Manzanas afectadas

Lineas de falla (Grietas)

Corregimiento de Arma
Municipio de Aguadas
Caldas

J.F.A.



las cuales algunas se derrumbaron, otras por su estado de peligro no pueden ser habitadas y han sido desalojadas".

Resumiendo los daños en el Departamento de Caldas según los datos ofrecidos atentamente por la Defensa Civil Colombiana se tiene el cuadro siguiente:

	Muertos	Heridos	Edificios		Casas		Valor
			Destr.	Aver.	Destr.	Aver.	
Manizales	6	70	-	80	50	570	775 millones
Departamento.	3	30	11	25	143	1450	152 "
Total	9	100	11	105	193	2020	927 millones

Las ciudades más afectadas después de la capital fueron Aguadas, Arma, Belalcázar. Marmato, Marulanda, Pácora, Riosucio y Villamaría.

Además suman bastantes millones los daños causados en carreteras y otros servicios públicos.

c). - Daños en el Departamento de Antioquia.

Después de los Departamentos de Risaralda y Caldas el que más daños sufrió fué el Departamento de Antioquia. Toda la región suroeste hasta el norte de Medellín fué gravemente afectada. Así todos los pueblos y ciudades próximos al Departamento de Caldas, tales como Abejorral, Andes, Betania, Bolívar, Jardín, Pueblorrico, Santa Bárbara, Sonsón, Támesis y Valparaiso sufrieron daños más o menos graves en más del 50% de sus edificios y viviendas por valor de unos 200 millones de pesos. El cuadro siguiente formado con datos proporcionados por el Comité Regional de Emergencia resume los daños más importantes.

d). -Departamento del Quindío.

A pesar de haber tenido el epicentro relativamente cerca, sin embargo los daños sufridos fueron menores que los de Antioquia.

Armenia, la capital del Departamento fué naturalmente la que más daños tuvo; los pueblos más perjudicados fueron los de la región norte, tales como Salento, Circasia, Calarcá, Montenegro, Quimbaya y Tebaida.

Los daños para la ciudad de Armenia se resumen así:

Muertos	Heridos	Edificios		Casas		Valor
		Destr.	Aver.	Destr.	Aver.	
1	57	1	31	11	150	\$66'422.000
Los daños en los demás municipios ascienden a unos						31'290.000
Total						\$97'712.000

e). - Departamento del Valle.

El Departamento del Valle sufrió pérdidas considerables en toda su región norte, que quedó muy cerca del epicentro. Los municipios más afectados fueron los de Cartago, El Aguila, La Victoria, La Unión, Sevilla y Versailles; en ellos hubo 10 muertos y 25 heridos.

En la ciudad de Cali también hubo algunos heridos y bastantes daños en algunos edificios. En total los daños en todo el Departamento se calcularon en unos 76 millones de pesos. Entre los edificios recientes de Cali más perjudicados tiene especial importancia el supermercado MERCAFE. "Este edificio de dos pisos y situado al sur de Cali consiste en una armazón de concreto con estructura de ladrillo. (Fig. 10).