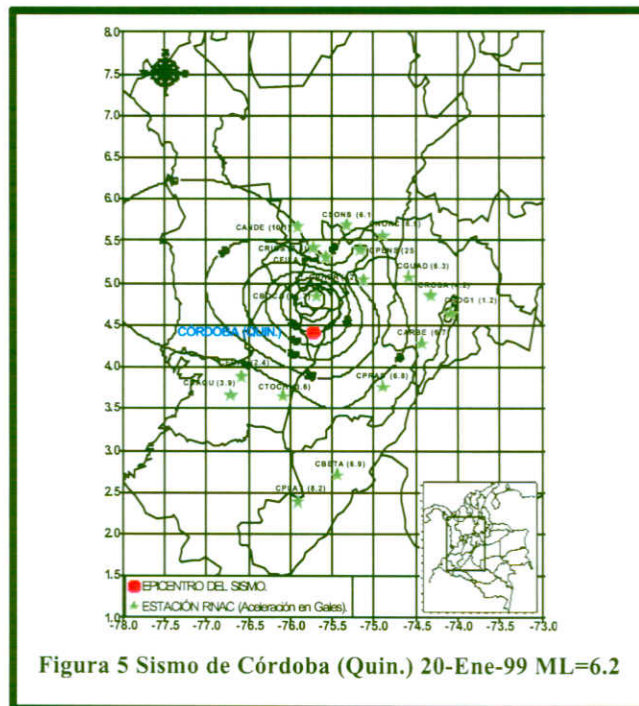


5.3 Sismo de Córdoba (Quin.). La forma de los contornos de las isoaceleraciones para este sismo es prácticamente circular, muy parecido a lo que podría verse al dibujar una ecuación de atenuación logarítmica, pero los valores picos están muy por debajo de lo que predicen las ecuaciones usadas mundialmente. La Figura 5 presenta el mapa de isoaceleraciones para este sismo.

5.4 Sismos Profundos. Este mismo procedimiento de dibujar los contornos de isoaceleración, basados en los registros instrumentales de estaciones en roca, para estaciones de la RNAC, se hizo con algunos sismos considerados profundos, como los de Sipí – Choco (19-Feb-97), Genova – Quindío (9-Feb-97) y el Risaralda – Caldas (19-Ago-95). En los resultados no se encontraron patrones de atenuación de la aceleración claros o definibles con facilidad, ni efectos de directividad evidentes. Razón por la cual se interpreta esto como una atenuación anisotrópica, la cual depende mucho de las condiciones del medio. Por lo cual es necesario tener en cuenta las profundidades de los sismos.



6. COMPARACIÓN CONTRA ECUACIONES DE ATENUACIÓN

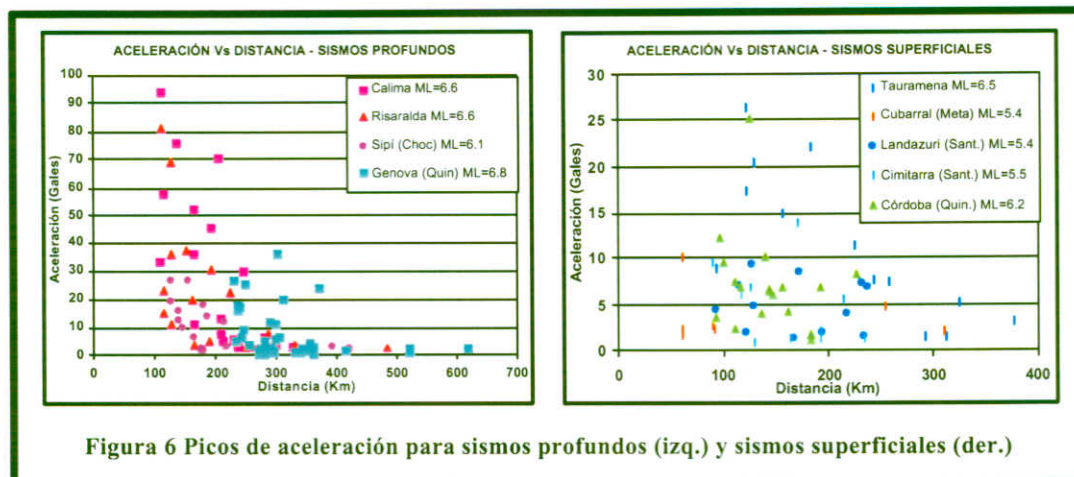
Las ecuaciones más usadas en el país para el cálculo de la atenuación de la energía sísmica, siguen siendo las mismas usadas para el estudio General de Amenaza Sísmica de Colombia (AIS 1997), usando esta ecuaciones y algunas otras que pueden ser aplicables a Colombia se realizaron comparaciones entre los registros obtenidos por la RNAC y las ecuaciones.

Los Sismos utilizados fueron los de la Tabla 1 y las ecuaciones fueron las de Esteva (1976), Mac Guire (1974), Boore (1993), Crouse (1991), las usadas en Venezuela para el oriente y para el occidente y las propuesta por Ojeda y Martínez (1998), para la zona activa y la zona de subducción.

El primer paso en esta comparación, fue la separación de los sismos en profundos y superficiales, una vez obtenida ésta clasificación se compararon los picos máximos de aceleración contra la distancia hipocentral a cada estación, sin tener en cuenta la magnitud del evento, con esto se busca ver si existe un patrón diferente de atenuación para cada una de los casos. En la Figura 6 podemos apreciar los picos de aceleración para los sismos profundos y superficiales.

Se aprecia que los valores picos de aceleración para sismos profundos decrecen en forma exponencial. Al hacer regresiones estadísticas sobre estos puntos se encuentran coeficientes de correlación bajos, por lo cual sería difícil definir una ecuación que se ajuste a la atenuación presentada por estos datos.

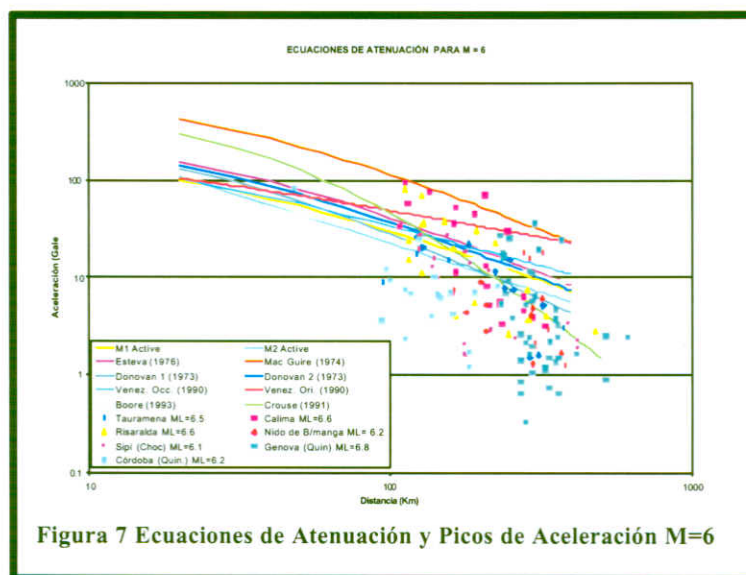
La distancia más cercana a que se encuentra una estación para los sismos profundos es de aproximadamente cien kilómetros. El sismo de Génova (Quin.) presenta valores de aceleración bajos y atenuación rápida, pero a su vez está registrado en estaciones a una mayor distancia (620 Km). La mayor aceleración se presenta en el evento de Calima (ML=6.6).



Para los sismos superficiales la forma de la atenuación no es fácil de definir, se puede decir que es prácticamente lineal con la distancia. Por esto cuando se realizaron los contornos de isoaceleración fue más fácil definir tendencias. Al igual que para sismos profundos cuando se realizan regresiones sobre los datos, las correlaciones son bajas, tanto para regresiones lineales como para exponenciales.

La aceleración más alta para un sismo de la RNAC, producida por un sismo superficial, fue la del sismo de Córdoba (Quin.), en la ciudad de Pereira cercana a 90 gales y la estación se encontraba a 93 Km, este valor no se muestra en la Figura 6 por cuestiones de escala.

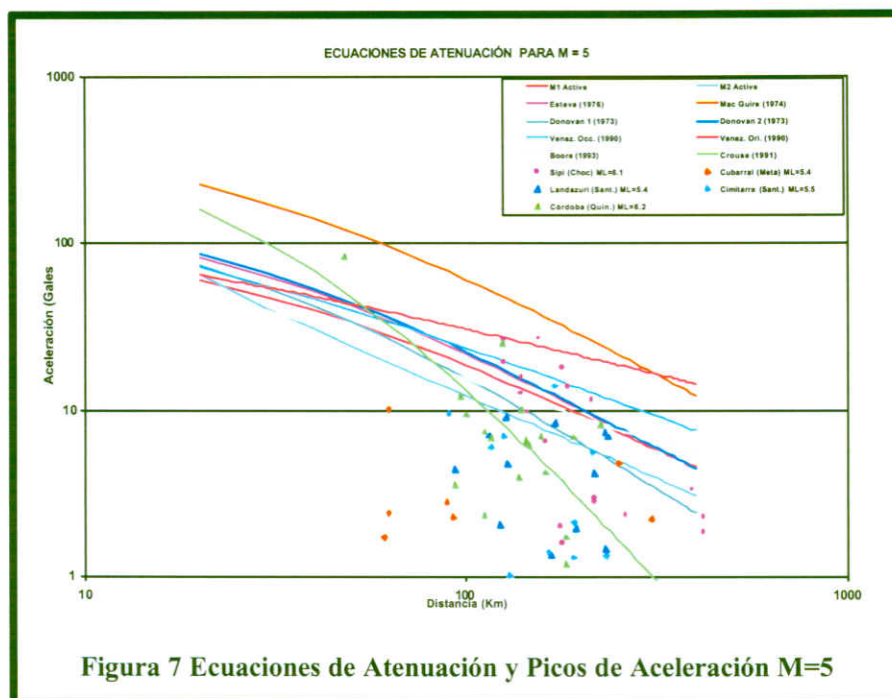
El segundo paso fue la superposición de los picos de aceleración contra las ecuaciones de atenuación mencionadas con anterioridad, para esto se agruparon en forma diferente los sismos, se escogieron dos grupos los de magnitud desde cinco (ML= 5) hasta seis (ML=6) y los de magnitud superior a seis (ML>6). En la Figura 7 podemos apreciar los picos de aceleración superpuestos contra las ecuaciones de atenuación.



Las gráficas se hicieron en escala logarítmica, ya que en esta se pueden apreciar mejor los valores, en esta comparación se puede ver que son pocos los valores que sobre pasan las curvas de atenuación y en general las curvas sobre estiman los valores esperados de aceleración. Para las diferentes distancias.

La ecuación usada para el oriente de Venezuela predice valores de aceleración muy estables, es la que menor atenuación presenta, mientras que la usada en occidente predice atenuaciones más bajas y una atenuación rápida, esta última representa mejor los datos instrumentales.

Para los sismos de magnitudes entre cinco y seis se elaboraron gráficas similares con las mismas ecuaciones, aquí se vio que los valores están muy por debajo de los esperados en las ecuaciones de atenuación para todos los sismos. En la Figura 8 podemos apreciar los picos de aceleración superpuestos contra las ecuaciones de atenuación



La ecuación de Crouse (1991), presenta unos valores de aceleración altos para distancias cortas, entre cincuenta y cien kilómetros, pero para distancias grandes la pendiente de la curva se incrementa produciendo una estimación de aceleraciones bajas.

Para magnitudes de entre cinco y seis la ecuación de Boore (1993), estima valores altos, los cuales nunca son alcanzados por los datos instrumentales, pero las ecuaciones de Ojeda y Martínez (1997), Donovan (1973) y las usadas en Venezuela, estiman valores cercanos a los registrados.

Debido a la poca cantidad de datos y a la falta de estudios macrosísmicos para muchos sismos en el territorio Colombiano, es necesaria la continuación de este tipo de trabajos antes de poder definir una ecuación de atenuación mejor que otra. Lo que si se puede ver con claridad es que las ecuaciones presentan tendencias diferentes a los registros instrumentales, los cuales no son muy concluyentes debido a los problemas de cubrimiento que presentan.

6. CONCLUSIONES

- Son evidentes dos tendencias diferentes en cuanto a atenuación se refiere, una fácil de definir mediante contornos de isoaceleración, que son los sismos superficiales y otra menos clara que son los sismos profundos, por eso cuando se realicen estudios de atenuación de la energía sísmica es importante separar estos sismos.