



Libertad y Orden

Instituto Colombiano de Geología y Minería

www.ingeminas.gov.co

Ministerio de Minas y Energía

República de Colombia





Instituto Colombiano de
Geología y Minería
INGEOMINAS

SELECCIÓN DE ECUACIONES DE ATENUACIÓN PARA LA ACTUALIZACIÓN DEL ESTUDIO DE AMENAZA SÍSMICA DE COLOMBIA

Maria Luisa Bermudez* and Claudia Abril
(*) Coordinadora Red Nacional de Acelerógrafos de Colombia

**First Japan-Peru Workshop on Enhancement of Earthquake and
Tsunami Disaster Mitigation Technology**

Lima, 16 de Marzo de 2010





ANTECEDENTES

1. Estudio de Amenaza Sísmica: 1996

- No contaba con una gran base de datos para calcular sus propias ecuaciones de atenuación porque la Red Nacional de Acelerógrafos de Colombia inició en 1993.
- En el EAS 1996, se utilizaron ecuaciones extranjeras:
 - Donovan (1973), Donovan (1978) and McGuire (1977)

2. In 2007, Instituto Colombiano de Geología y Minería – INGEOMINAS decidió actualizar el EAS 1996:

- Hoy tenemos una mejor base de datos: 1340 sismos
- Pocos datos son de movimientos fuertes
 - Solo hay 190 sismos registrados con $ML \geq 5.0$
 - Pocos registros se obtuvieron en estaciones sobre roca



OBJETIVO

Seleccionar ecuaciones de atenuación existentes que se ajusten a la información registrada por la Red Nacional de Acelerógrafos de Colombia - RNAC, a fin de actualizar el estudio de amenaza sísmica en Colombia.



ANTECEDENTES

Reference	Earthquakes database	Advantages	Disadvantages
Pulido, 1995	2	First approximation to the problem	Few strong motion data
Martínez & Chica, 1996	1993 – 1995	Increased database	No differences between type of seismicity. Only valid in Andean region
Ojeda & Martínez, 1997	1993 - 1996	Difference between crustal and subduction seismicity	Database with small magnitude (subduction seismicity)
Gallego, 2000	1993 - 2000	Big database	No equations, only tables
Ojeda, 2005	3 and 2 synthetic	Method: Hybrid simulation of broad band Source model: several asperities	Few strong motion data
Echeverri, 2006	59	Neural network analysis	Seismicity classification (shallow and deep)



1. Diferencia entre áreas de espectros de respuesta estimados y registrados
2. Análisis Residual

$$\text{Residual} = \ln\left(\frac{SA_{obs}}{SA_{est}}\right)$$

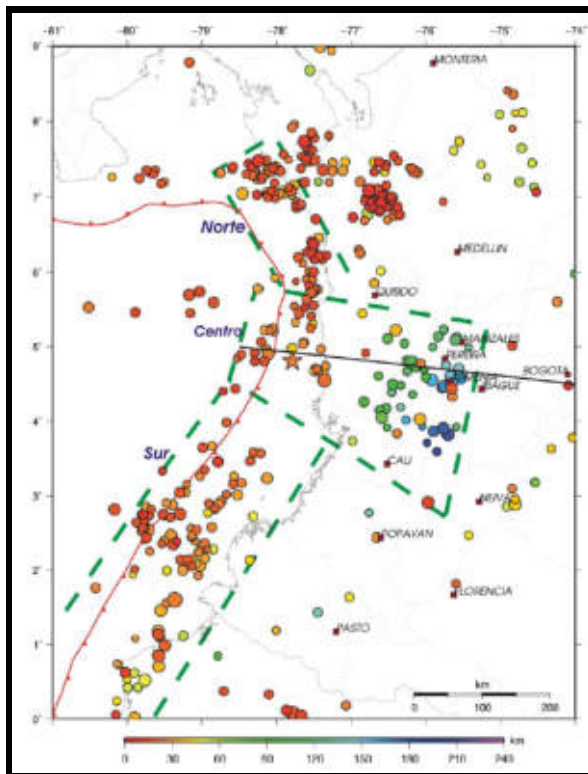
3. Análisis de Sesgo y Desviación Estándar

$$\mu = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \ln\left(\frac{SA_{obs}}{SA_{est}}\right)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \ln\left(\frac{SA_{obs}}{SA_{est}}\right)^2}$$



TECTÓNICA



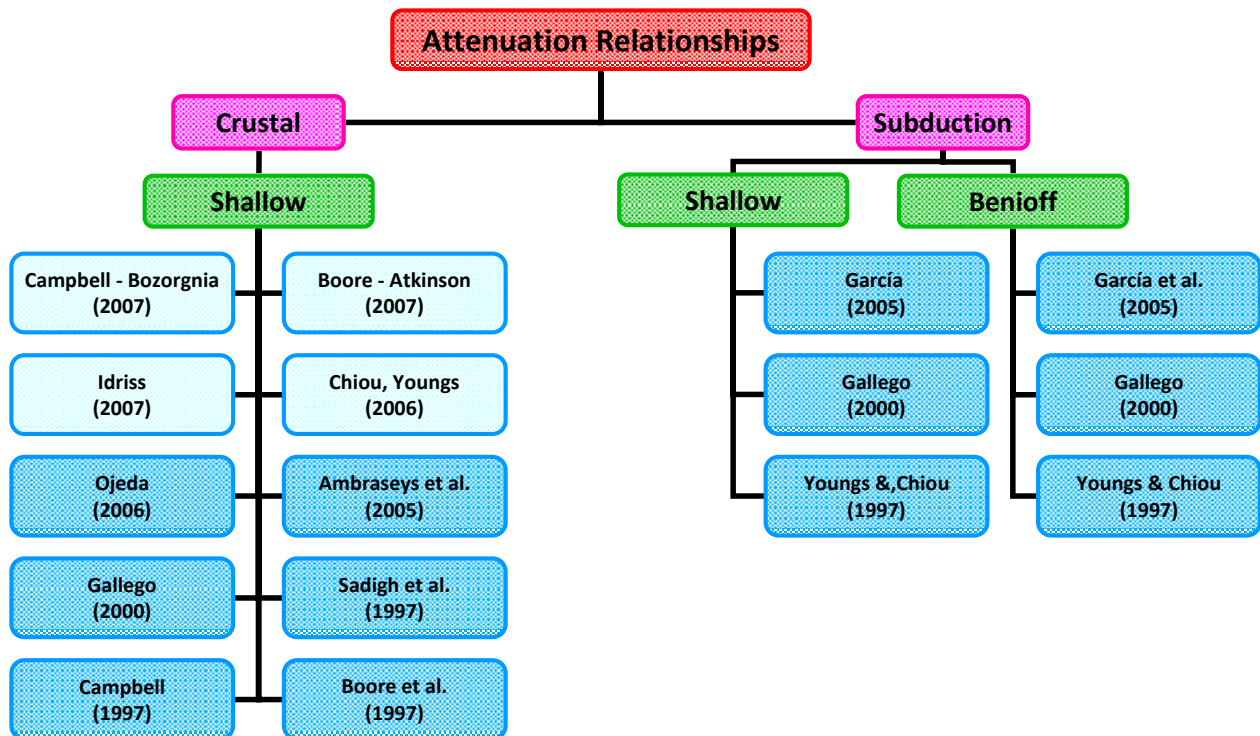
Arcila, 2005

SISMICIDAD

1. Cortical
2. Subducción
3. Benioff



ECUACIONES SELECCIONADAS





BASE DE DATOS UTILIZADA

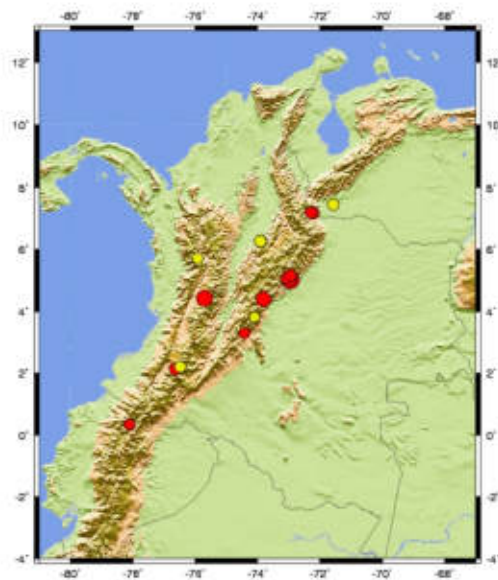
Seismicity	Earthquakes	Acelerograms	Range	Stations
Total	93	233	1994 - 2008	51
Crustal	18	60	1995-2008 5.0 ≤ Mw ≤ 6.5 6 km ≤ Z ≤ 50 km	-
Subduction	5	22	2000-2007 5.0 ≤ Mw ≤ 7.2 15 km ≤ Z ≤ 40 km	-
Benioff	35	151	1994-2008 4.1 ≤ Mw ≤ 6.7 63 km ≤ Z ≤ 206 km	-



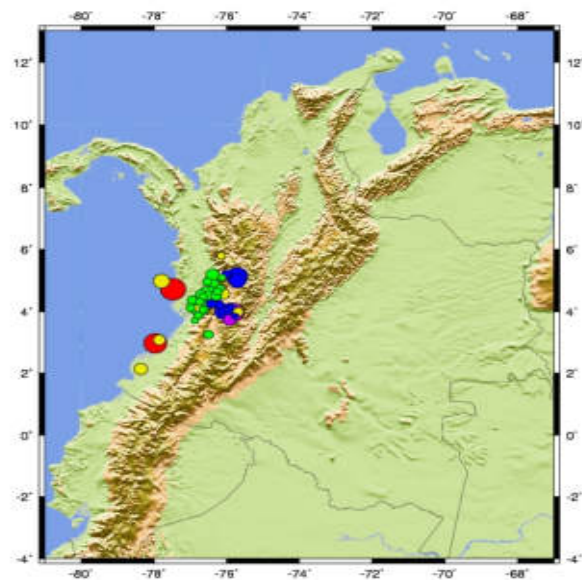
Instituto Colombiano de
Geología y Minería
INGEOMINAS

BASE DE DATOS UTILIZADA

Cortical



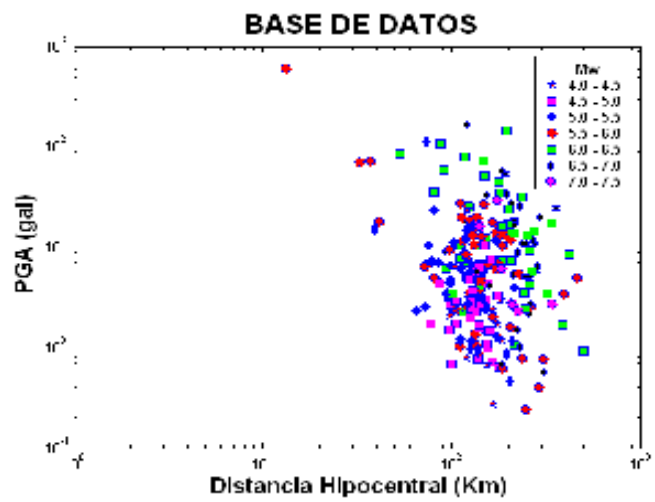
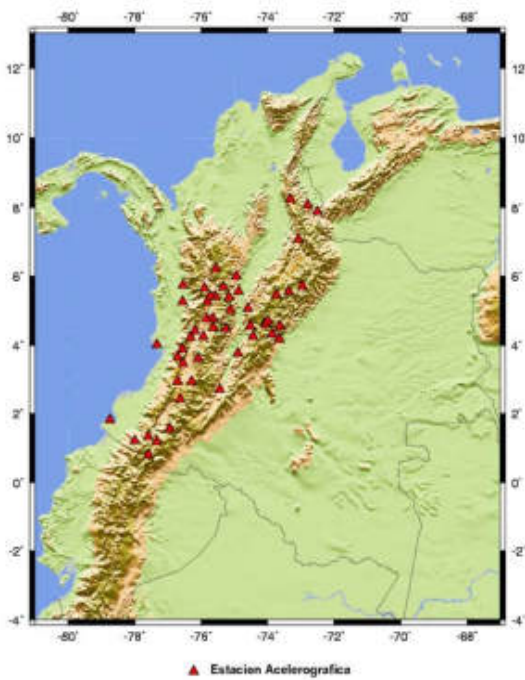
Subducción





BASE DE DATOS UTILIZADA

Estaciones de Movimiento Fuerte





INSTRUMENTOS:

- ✓ **Acelerógrafos: Kinematics (ETNA y SSA – 2)**
- ✓ **Sensores: Triaxial FBA**
- ✓ **Escala: 1g ó 2g**
- ✓ **Rango Dinámico:**
 - ✓ **72 dB, resolución de 12 bits (1g)**
 - ✓ **108 dB, resolución de 18 bits (2g)**

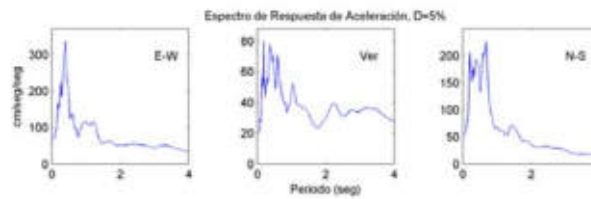
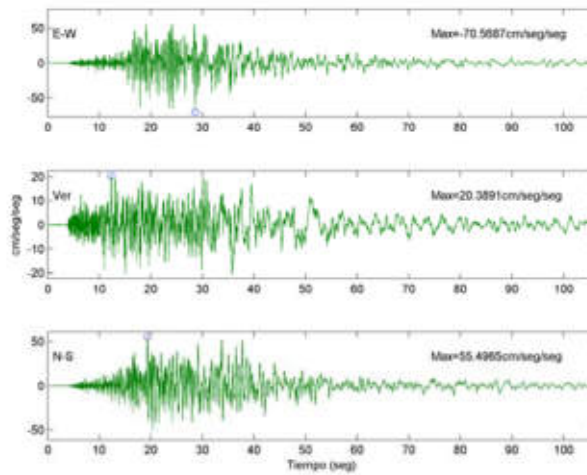
PROCESAMIENTO: *Componente horizontal con más grande PGA*

- 1. Corrección de línea base**
- 2. Filtro pasabanda : 0.1 y 50 Hz**
- 3. Estimación de PGA**
- 4. Calculo del espectro de respuesta ($0,04 \leq T \leq 4 \text{ seg.}$) , utilizando un amortiguamiento del 5% .**



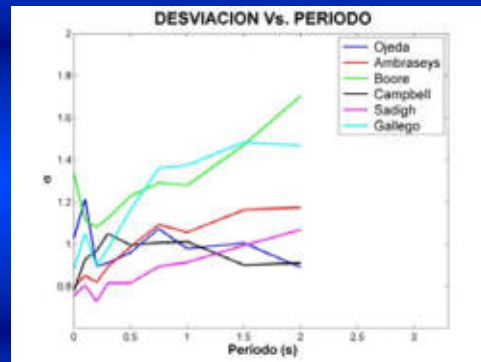
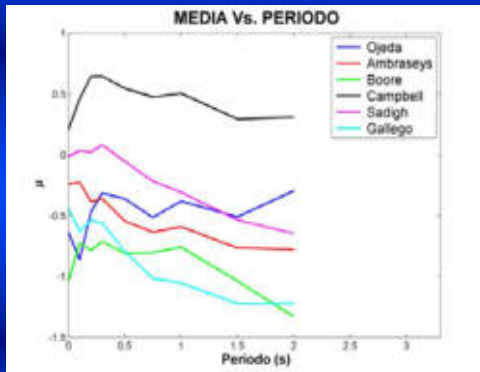
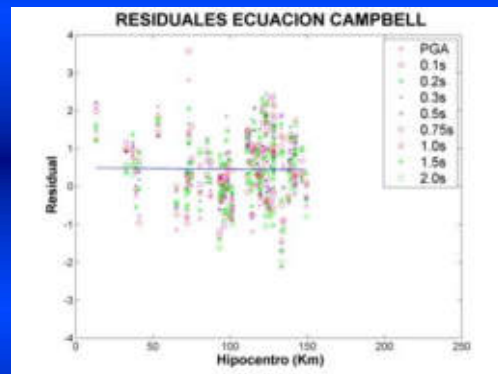
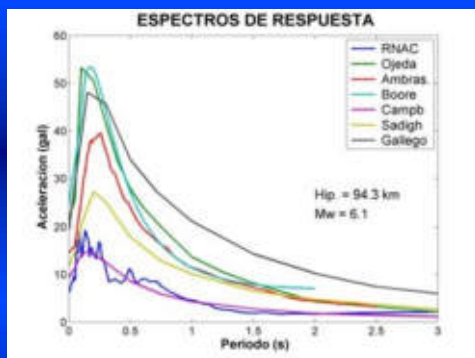
PROCESAMIENTO

INGEOMINAS - RED NACIONAL DE ACELERÓGRAFOS
Estación de Guapi (CGUAP) Geol.Suelo Topo.Ondu.
SISMO DEL OCEANO PACÍFICO 10/SEP/07 ML=6.2
Epic. 2.93N -78.21E Prof. 1 Dist. 61km





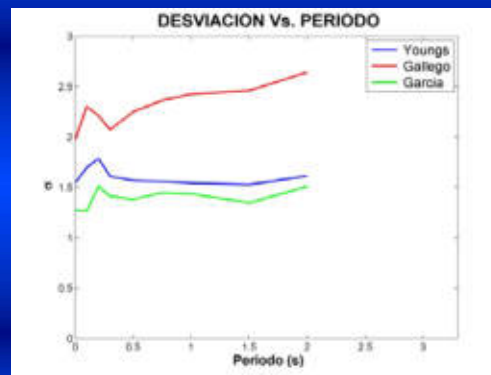
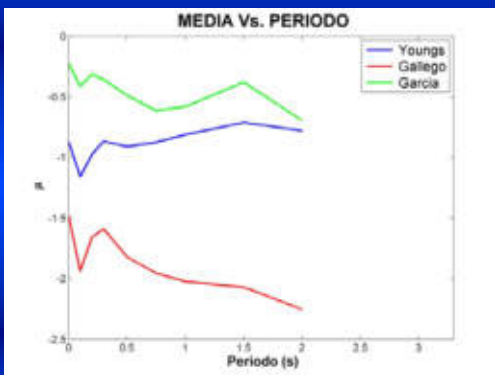
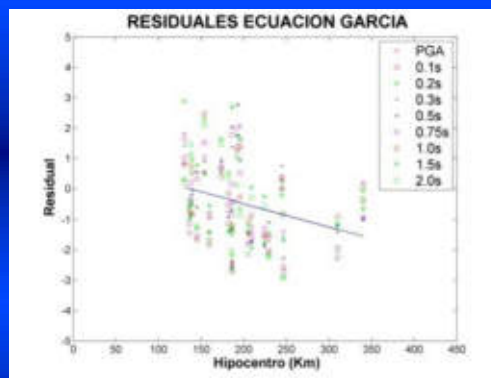
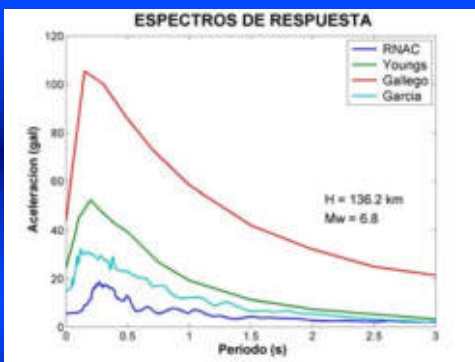
RESULTADOS SISMICIDAD CORTICAL





Instituto Colombiano de Geología y Minería
INGEOMINAS

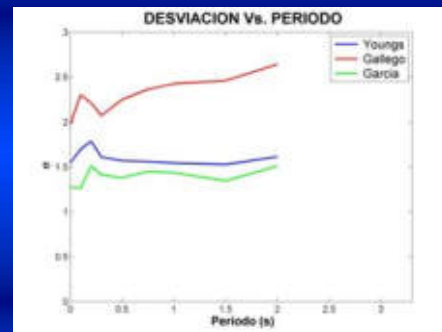
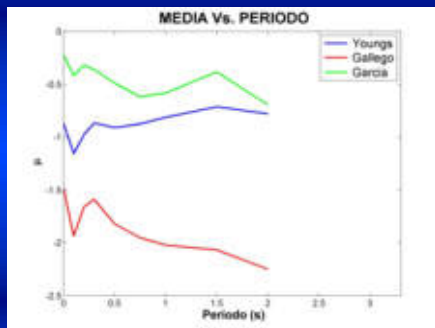
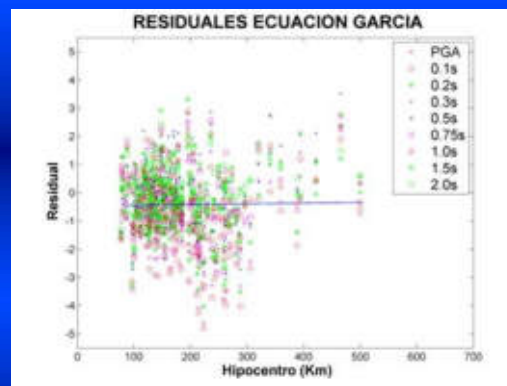
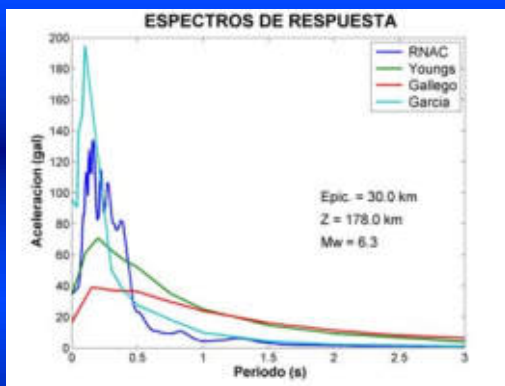
RESULTADOS SIMICIDAD DE SUBDUCCIÓN





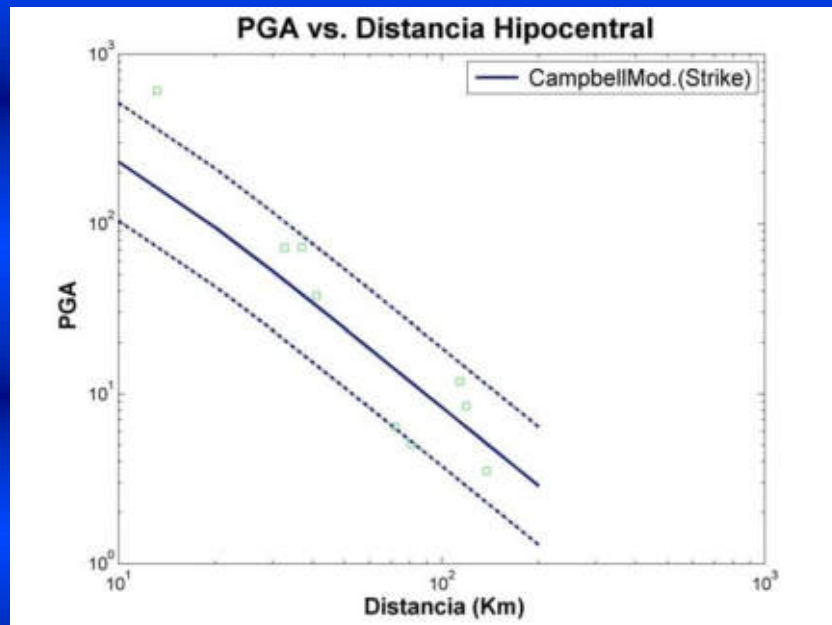
Instituto Colombiano de Geología y Minería
INGEOMINAS

RESULTADOS SISMICIDAD DE BENIOFF





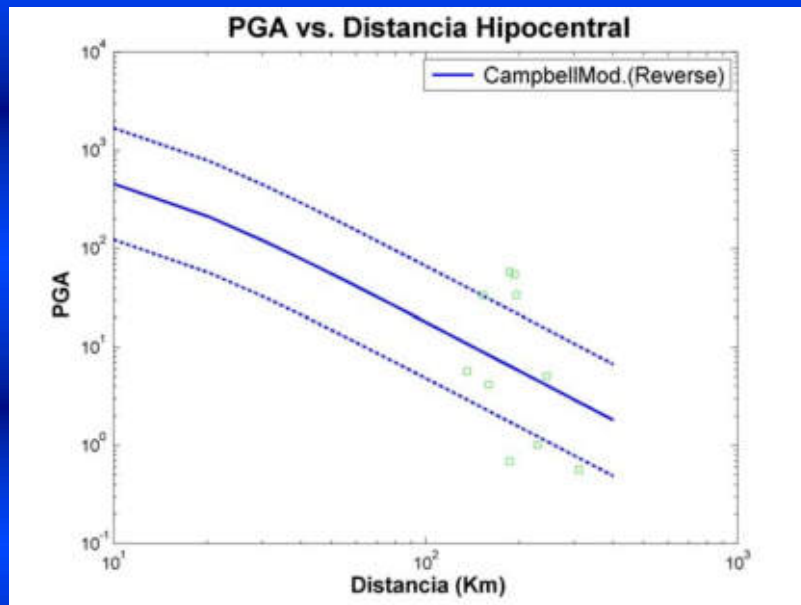
COMPROBACIÓN - CORTICAL



Sismo de Quetame del 24 de mayo de 2008, Mw=5.9



COMPROBACIÓN – SUBDUCCIÓN



Sismo de Gorgona del 10 de septiembre de 2007, Mw= 6.8



CONCLUSIONES

- ✓ Fue necesario realizar ajustes a la ecuación de Campbell (sismicidad cortical y de subducción superficial), para evitar el error del sesgo en los datos.
- ✓ La ecuación de García (Sismicidad de Benioff) fue utilizada en su forma original.



Instituto Colombiano de
Geología y Minería
INGEOMINAS



Fernando Botero

MUCHAS GRACIAS

www.ingeominas.gov.co