

# ESTIMACION DE LA PELIGROSIDAD SISMICA UTILIZANDO UN S.I.G. APLICACIÓN AL SURESTE DE LA PENINSULA IBERICA

M.E. Jiménez Peña<sup>1</sup>; E. Carrera Camarón; L. Terrasa Bover; B. Benito Oterino<sup>1</sup>; F.J. García Lázaro<sup>1</sup>.

1.- E.U.I.T de Topografía (UPM)

## RESUMEN

*Los Sistemas de Información Geográfica (S.I.G.) permiten la adquisición, gestión y explotación de un gran volumen de información, así como, la relación entre los datos descriptivos, que conforman la base de datos relacional, y los datos posicionales, englobados en un conjunto de ficheros gráficos (generalmente con distintas escalas y sistemas de proyección), georreferenciando toda la información. Además facilitan la rápida actualización de los datos, la realización de consultas, ya sean gráficas, analíticas o mixtas, así como, la obtención y análisis de datos derivados que se integran de forma automática en el propio S.I.G. Por ello, los S.I.G. constituyen una herramienta de gran utilidad en la evaluación de la peligrosidad sísmica de una zona, donde se requiere controlar distintos tipos de información –sísmica, tectónica, geológica ...- , que debe ser relacionada para cuantificar el movimiento esperado en un punto.*

## INTRODUCCION

El objetivo de este trabajo es desarrollar una línea metodológica utilizando la técnica de los S.I.G. con el fin de realizar evaluaciones de peligrosidad de una zona, Para ello se ha elaborado un modelo que es aplicado al cuadrante comprendido entre los meridianos 1° 30' – 4° 30' W y los paralelos 36° 30' – 38° 00' N, una de las áreas de mayor sismicidad del Sureste de la Península Ibérica.

El cálculo de la Peligrosidad se realiza en primer lugar siguiendo los métodos clásicos, en los que no se consideraba el efecto local del emplazamiento, no por su menor importancia, sino debido a la gran complejidad que suponía introducirlo en los cálculos. Posteriormente, y aprovechando las ventajas que nos proporcionan los S.I.G., se ha realizado el cálculo sumando la contribución de los tres aspectos que intervienen en el movimiento: radiación generada en la fuente, propagación a través del medio y efecto local del suelo, para conseguir de esta manera una caracterización de la peligrosidad de forma más completa.

## METODOLOGIA Y APLICACION

La metodología puede estructurarse fundamentalmente en tres fases, como se puede ver en el organigrama adjunto (Figura 1). Estas se destinan respectivamente, a realizar una zonificación sismogenética adecuada para la zona, calcular la peligrosidad utilizando los programas integrados en el entorno de cálculo e introducir la contribución del efecto local en el movimiento.

En la primera fase, partiendo de la información sísmica, tectónica y topográfica, proporcionada por el I.G.N., se obtiene el mapa sismotectónico (Figura 2) con datos descriptivos y posicionales interrelacionados que permiten realizar varios modelos de zonificación hasta obtener la que se considera más adecuada al trabajo. Para ello ha de existir interconectabilidad entre los datos derivados del S.I.G. con los programas de cálculo, deduciendo la función de distribución del parámetro representativo de la peligrosidad,

intensidad macrosísmica en este caso, lo que permite decidir la zonificación definitiva valorando las distribuciones obtenidas para cada zona, entre otros criterios.

En la segunda fase los datos derivados de las consultas anteriores constituyen la entrada al programa de cálculo EQRISK que nos proporciona los valores de  $I_{\max}$  esperada para los distintos periodos de retorno considerados (100 y 1000 años). Se aplica la Ley de Correlación I /a propuesta por Trifunac y Brady (1975) y ambos valores  $I_{\max}$  y  $a_{\text{pico}}$  se representan mediante mapas de isolíneas para cada uno de los periodos de retorno. (Figuras 3 y 4)

**Figura 3.-** a) *Mapa de intensidades para un periodo de retorno de 100 años.*  
b) *Mapa de intensidades para un periodo de retorno de 1000 años.*

**Figura 4.-** a) *Mapa de aceleraciones sin considerar explícitamente el efecto del suelo para un periodo de retorno de 100 años.*  
b) *Mapa de aceleraciones sin considerar explícitamente el efecto del suelo para un periodo de retorno de 1000 años.*

Con las dos fases desarrolladas hasta el momento se obtiene la peligrosidad sísmica en un área extensa considerando dos de los aspectos que intervienen en el movimiento del suelo, como se venía haciendo con los métodos clásicos. En la tercera fase se introduce la contribución del tercer aspecto que interviene en el movimiento del suelo: el efecto local del emplazamiento, aprovechando otra de las múltiples ventajas de los S.I.G.: obtención de nuevas capas de información mediante la superposición de otras varias aplicando operaciones entre ellas, de mayor o menor complejidad.

Para tal fin ha sido necesario realizar un mapa generalizado de suelos a partir de la información geológica contenida en los mapas del ITGM, escala 1:50000, siguiendo la clasificación adoptada por Kawashima et al. (1986), en la que se distinguen tres clases:

- Suelo duro: dolomía, cuarcita, marmol.
- Suelo intermedio: limos y arenas, limos, margas y areniscas, conglomerado y arenas, areniscas.
- Suelo blando: aluvión, arcilla, arena, marga y relleno, yeso.

Los factores de amplificación a emplear para cada tipo de suelo en relación con el movimiento en suelo duro, se han obtenido también tras una revisión de la literatura, del estudio de Borchardt et al. (1994) en el que se estiman empíricamente dichos factores en función de la velocidad de las ondas de cizalla:

Suelo duro:  $A = 1$

Suelo intermedio:  $A = (0,66 * a_{max}) + 1,33$

Suelo blando:  $A = (0,24 * a_{max}) + 1,62$

Sobre la capa que contiene los valores de  $a_{max}$  calculados previamente (fase 2), se aplica el correspondiente valor de amplificación en función del tipo de suelo al que pertenece cada dato. Para ello nos valemos de la posibilidad que proporcionan los S.I.G. de realizar lo que se denomina álgebra de capas y que consiste esencialmente en realizar operaciones más o menos complejas sobre dos o más capas de información para obtener una nueva capa resultante con datos derivados de las anteriores.

De esta manera se obtiene una nueva capa conteniendo los valores de aceleración amplificados por efecto del suelo para cada uno de los periodos de retorno considerados. Finalmente se procede a su representación mediante mapas de isóneas. (Figura 5)

La metodología aquí expuesta se ha aplicado a un área concreta con objeto de realizar un caso práctico, pero evidentemente puede hacerse extensivo a otras áreas o regiones, adecuándolo a las necesidades requeridas por el estudio a desarrollar.

**Figura 5.-** Mapas de aceleraciones amplificadas por efecto de la geología para periodos de retorno de 100 y 1000 años.

## CONCLUSIONES

Algunas de las conclusiones más destacables se comentan a continuación:

*a) Sobre los Mapas Resultantes:*

- Los mapas de aceleración pico “amplificada” por efecto local contienen isolíneas irregulares, que reflejan cambios de condiciones geológicas en áreas geográficamente próximas.
- Para periodos de retorno de 1000 años las aceleraciones pico resultantes en terrenos sedimentarios son anormalmente (?) altos. Esto puede cuestionar la validez del método empleado en casos extremos, teniendo en cuenta que se hace uso de correlaciones  $I/a$ , y leyes de amplificación empíricas, deducidas a partir de datos en un rango intermedio de valores.
- El cálculo de la aceleración pico amplificada se optimizaría partiendo de aceleraciones estimadas directamente en roca, evitando los cálculos intermedios en términos de intensidad, que incluye ya de forma promediada, el efecto local.

*b) Sobre la Utilidad de los S.I.G. en Estudios de Peligrosidad:*

- Aportan resolución y agilidad al proceso de definición de zonas sísmogenéticas.
- Constituyen una herramienta útil para la introducción del efecto local en estimaciones de la Peligrosidad de un área extensa ya que permiten superponer capas con distinta información mediante operaciones de álgebra de capas.

## AGRADECIMIENTOS

*A J. Alvarez por su colaboración en la elaboración del Poster presentado en la 1ª Asamblea Hispano Portuguesa de Geodesia y Geofísica.*

*Al I.G.N. por proporcionarnos los datos necesarios para realizar este trabajo, y muy especialmente a J.M. Martínez y G. Pascual.*

*A las entidades financiadoras del Proyecto Daños en el que se enmarca este trabajo: CSN y ENRESA.*

## REFERENCIAS

**Borcherdt, D. et al.(1995).** *Strong Ground Motion Generated by the Northridge Earthquake of January 17, 1994: Implication for Seismic Design Coefficients and Seismic Zonation.* Proceedings 5<sup>th</sup> International Conference on Seismic Zonation, Nice (France), October 17-19,1995. pp 964-971

**Kawashima et al.(1986).** *Attenuation of Peak Ground Acceleration, Velocity and displacement Based on Regression Analysis os japanese strong Motions Records.* Earth. Eng. Struc. Dyn, V14, pp 199-215.

**Trifunac, M.D. y Brady, A.G.(1975).** *On the Correlation of Seismic Intensity Scales with the Peack of Recorded Strong Ground Motion.* Bull. Seism. Soc. Am. V 65, pp 139-162.





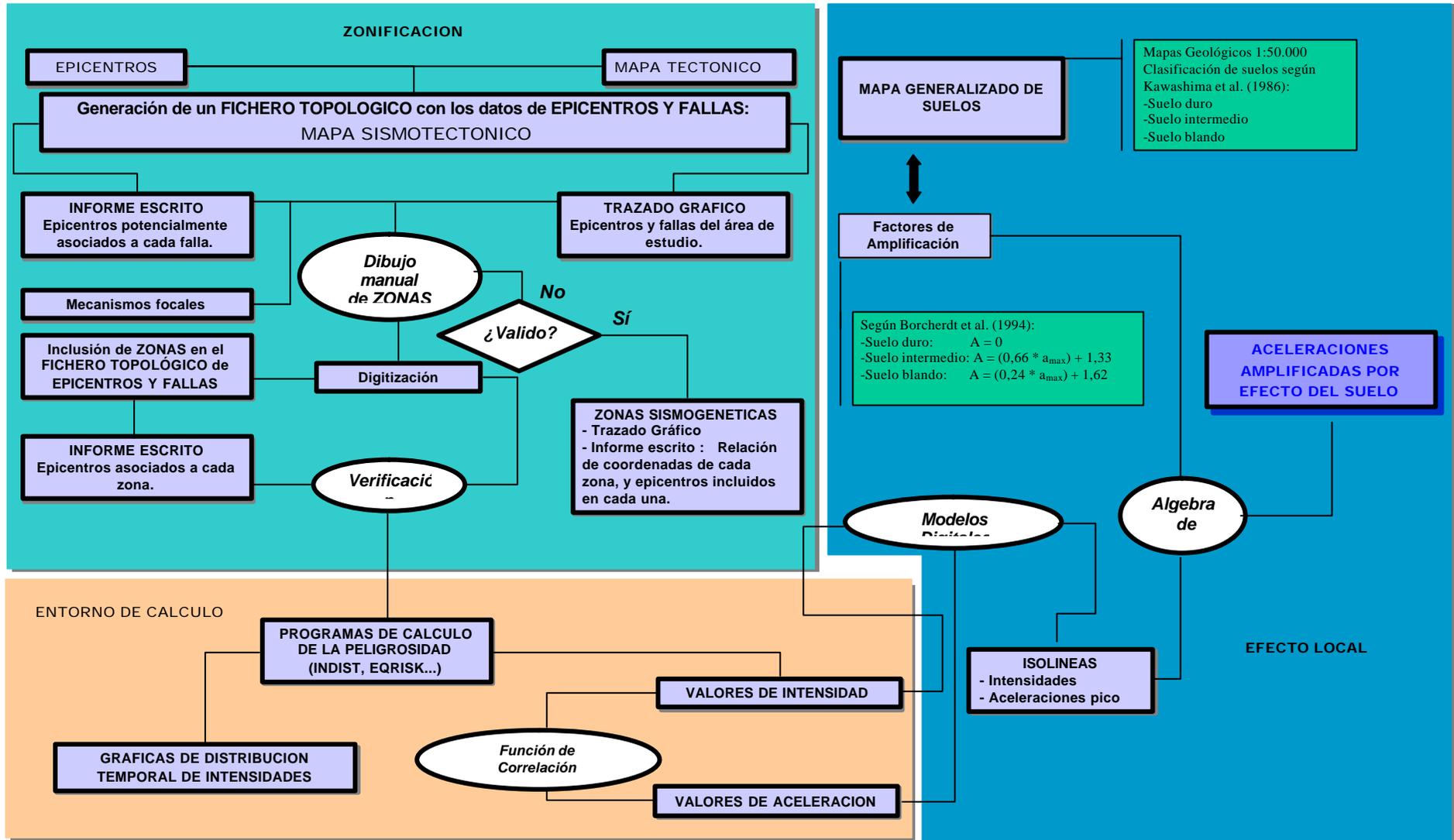


Figura 1.- Organigrama. Metodología establecida para el cálculo de la peligrosidad sísmica aplicando un S.I.G.

**Figura 2.-** *Mapa Sismotectónico y Fuentes Sismogénicas.*