



**ABRIR CAPÍTULO VII**

**CONCLUSIONES**

---

## **VIII. Discusión de los Resultados**

---

## VIII. DISCUSION DE LOS RESULTADOS

Al examinar en detalle los resultados obtenidos en el capítulo anterior, observamos que existe un conjunto de circunstancias que han condicionado sus características. Estas circunstancias las hemos clasificado y agrupado en tres categorías según tengan su origen en:

- (1) las condiciones de implementación que hemos fijado para llevar a cabo la realización del estudio piloto,
- (2) los elementos que componen el modelo cartográfico implementado y
- (3) las herramientas que hemos utilizado para obtener la evaluación del riesgo.

En los apartados que se desarrollan a continuación hemos examinado, en relación con la fuente de la que proceden, las circunstancias que han condicionado en cada caso los resultados obtenidos y hemos analizado la forma en la que éstas han contribuido a la expresión final del riesgo potencial.

### VIII.1. En relación con las condiciones de implementación.

Las condiciones de implementación o planteamientos sobre los que hemos llevado a cabo el estudio piloto son los que sin duda han influido de forma más directa sobre los resultados obtenidos.

La dedicación del estudio piloto a la evaluación del riesgo procedente de erupciones de tipo efusivo básico en Tenerife y, más en concreto, de los efectos que se derivan de la emisión de lavas en estas erupciones, ha concentrado nuestro análisis sobre una sola clase de fenómenos del total que conforma el amplio abanico de manifestaciones que han tenido lugar en la isla, si bien es ésta la que ha sido más frecuente a lo largo de su historia eruptiva.

Esta condición ha determinado la forma en la que hemos llevado a cabo la implementación del modelo cartográfico diseñado, restringiendo su uso y el propósito para el cual puede ser utilizado. Sin embargo, la aplicación de este enfoque no significa que la implementación del modelo no haya sido completa.

De hecho, para llevar a cabo la evaluación del riesgo hemos tenido que integrar igualmente en el GIS todas las variables que participan en el riesgo y desarrollar los procedimientos necesarios para el funcionamiento del modelo, sólo que no necesitamos integrar todas las bases de datos volcanológicas y del medio físico, debido a la relativa simplicidad que caracteriza la simulación de estos fenómenos en comparación con otros.

Al haber representado los tres factores que intervienen en el riesgo, la estructura de cálculo que hemos integrado en el GIS resulta válida para comprobar la funcionalidad del modelo cartográfico. Esta estructura presenta además la ventaja de que proporciona una base válida en caso de que se desee ampliar el sistema en fases posteriores con la incorporación de otros modelos físicos de simulación y bases de datos hasta abarcar todos los fenómenos que tienen lugar en la isla.

En lo que respecta al método que hemos seguido para llevar a cabo la evaluación, actualmente existe una gran variedad de ellos para analizar las posibles consecuencias de un evento determinado, con el fin de establecer planes adecuados de prevención y gestión de catástrofes o, a nivel más general, para definir las pautas por las que se debe regir la planificación territorial en áreas expuestas a las mismas.

Los métodos más ampliamente utilizados comprenden desde los que se basan en la aplicación de cálculos numéricos que intentan reproducir los fenómenos estudiados (p.e. modelos a escala, modelos analógicos o simulaciones en ordenador) a los que, utilizando una serie de reglas lógicas intentan, a partir de unas condiciones de partida establecidas, explorar la posible evolución de un evento (p.e. método de los escenarios, técnica Delphi, técnica de simulacros). Todos estos métodos son complementarios, por lo que su potencial se multiplica cuando se combinan unos con otros (Alexander, 1993).

Así, en nuestro caso, los modelos físicos han proporcionado la posibilidad de reproducir el comportamiento del fenómeno estudiado. Al integrarlos en un contexto en el que se tiene en cuenta el resto de las variables que definen el riesgo, hemos generado una forma de simular los efectos que se pueden derivar de un evento determinado, obteniendo información sobre las zonas que pueden verse afectadas y los elementos que podrían quedar inutilizados.

La simulación utilizando ordenadores se ha utilizado ya en otros campos para proporcionar la visión general que se necesita al elaborar planes de prevención (Carrol, 1983; Sullivan & Newkirk, 1989) y se puede utilizar para establecer zonas de peligro, contribuyendo al diseño de planes de evacuación eficientes.

Sin embargo, las técnicas de simulación numérica requieren para su aplicación el que se conozcan por anticipado las condiciones bajo las que se desarrolla el evento. Salvo si la simulación se ejecuta en el momento que tiene lugar el evento (gestión de crisis), se desconocen con precisión los valores que adoptarán los parámetros que intervienen en el proceso y, en este caso, la simulación no puede proporcionar información sobre los resultados a que conducen los cambios que se produzcan en las condiciones de partida o en la evolución.

El método de los escenarios (Borchardt, 1991) se ocupa precisamente de establecer la correspondencia o relación que existe entre las condiciones de partida y el futuro, utilizando unas "reglas del juego" que puede adoptar del modelo diseñado para llevar a cabo la simulación numérica (modelo cartográfico).

La versatilidad obtenida al incorporar al modelo cartográfico la capacidad para realizar ensayos de todo tipo que caracteriza al método de los escenarios, ha proporcionado en nuestro estudio la base para que sea posible comparar las circunstancias que se derivarían de la ocurrencia de un mismo tipo de evento en distintas zonas de la isla. De la misma manera, aunque no hayamos contemplado esta posibilidad en nuestro estudio, esta combinación de métodos proporciona la posibilidad de comparar, para un mismo punto de emisión, los efectos derivados de que se produzcan cambios en las condiciones de simulación.

Para que sea posible desarrollar un escenario, éste se debe apoyar en un conjunto de hipótesis de partida que deben obedecer a un cierto número de reglas y ser:

- transparentes, para que sea fácil apreciarlas
- verosímiles, lo que no significa que no puedan reflejar un cierto grado de azar
- coherentes a todos los niveles, tanto en sí mismas como entre ellas
- pertinentes en función del objetivo que se persiga con su aplicación
- suficientes para cubrir una gran gama de posibilidades sin incurrir en redundancias

La coherencia indispensable en la elección de las hipótesis debe además mantenerse a lo largo del desarrollo del escenario o escenarios que deseemos estudiar, lo que implica que éstas siempre deben aplicarse en las mismas condiciones.

En el estudio que hemos presentado en el capítulo anterior el objetivo fijado ha sido el de comparar los efectos potenciales que se derivarían de que se produjera un mismo tipo de evento (en nuestro caso la emisión de lavas procedentes de erupciones de tipo efusivo básico) en distintas zonas de la isla.

La coherencia necesaria que deben mantener las hipótesis sobre las que se han de generar los escenarios sólo se puede asegurar si en el proceso de selección de las mismas se tienen en cuenta las características del modelo cartográfico a implementar. Es decir, existe un mecanismo de retroalimentación (*feedback*) entre ambos. Sobre esta base, las hipótesis que hemos utilizado son las siguientes:

- el o los centros de emisión se pueden localizar en cualquier punto que se encuentre situado dentro de los límites del área en la que existe probabilidad de que se produzcan eventos del tipo que se va a analizar.
- el evento representado puede llegar a alcanzar su máxima magnitud, lo que hemos traducido a la hora de realizar la simulación como la posibilidad de que las lavas puedan llegar a alcanzar la línea de costa independientemente del punto de emisión.
- las características reológicas de las lavas y el resto de factores que determinan el área por la que éstas se distribuyen permiten que se cumpla la condición anterior.

La primera hipótesis planteada se apoya en los resultados obtenidos al analizar la distribución de centros y estilos eruptivos en la isla (véase capítulo VI).

En cuanto a la segunda y tercera hipótesis, su formulación ha estado en gran medida influida por las limitaciones de cálculo que presenta el modelo físico de simulación implementado, las cuales presentamos en detalle en el siguiente apartado, y son las que aportan un mayor grado de indeterminación a los resultados.

Su elección se ha apoyado sobre el hecho de que, aunque en período histórico la mayor parte de las erupciones no haya alcanzado las proximidades de la línea de costa, esto no significa necesariamente que no exista posibilidad de que pueda ser éste el caso en el futuro, como se deduce de la distribución que presentan este tipo de depósitos en el registro geológico.

Sin embargo, la necesidad de que, para que se cumpla esta condición, el conjunto de factores que intervienen en el desarrollo del fenómeno (principalmente el ratio de emisión, la duración de la erupción y las características reológicas de las lavas) deban ser favorables, ha hecho necesario analizar en cada uno de los casos estudiados el grado de verosimilitud de los resultados obtenidos.

Este análisis, además de que ha permitido establecer unos límites a los resultados, es interesante porque proporciona información sobre lo previsible que resulta la situación que se deriva de la generación del escenario. El hecho de que dos de los casos analizados se hayan revelado como menos verosímiles no significa necesariamente que sean imposibles o impensables, sino que indica la posibilidad de que se produzcan "sorpresas" o azares (catástrofes) a las que los sistemas serán tanto más vulnerables cuanto menos previsibles sean los resultados.

El que se pueda presentar este tipo de situaciones pone de manifiesto que no hay que atribuir una importancia excesiva a las cifras obtenidas al aplicar el modelo ni una precisión ilusoria. El interés de los resultados reside, principalmente, en que se ponen en evidencia los elementos que pueden condicionar y controlar la evolución de un sistema y, sobre todo, en la posibilidad de comparar las consecuencias que se producen en función de que se presente cierta evolución. Los escenarios proporcionan por tanto un marco de reflexión sobre el futuro que permite comprender las consecuencias que se derivan de ciertas condiciones de partida.

Otro factor que es necesario tener en cuenta a la hora de ponderar las cifras que proporciona la aplicación del modelo cartográfico, es la escala de trabajo seleccionada para llevar a cabo el estudio. La escala de trabajo condiciona directamente la resolución de las bases de datos que se van a implementar en el modelo cartográfico y, en consecuencia, esta resolución se ha visto reflejada en los resultados que se han obtenido al aplicar el modelo.

La escala de trabajo parece haber sido la causa principal por la que los escenarios de riesgo obtenidos identifican trayectorias de probabilidad alta sólo cuando hay barreras topográficas claramente definidas y el motivo por el que no aparecen trayectorias de máxima probabilidad.

Esto puede haberse debido a que con la resolución a la que hemos trabajado para adaptarnos a esta escala (tamaño de píxel: 50 metros) el modelo digital no identifica las irregularidades del relieve que más influyen en la canalización de las coladas, por lo que el modelo físico no dispone de información suficiente para encontrar las trayectorias por las que, con un mayor grado de probabilidad, se canalizarán los flujos.

La utilización de un DEM de mayor resolución originaría dos problemas: (1) el incremento en los tiempos de cálculo del modelo y de las necesidades de almacenamiento y (2) la ruptura de la coherencia espacial que caracteriza al modelo cartográfico al introducir una base de datos de resolución distinta a la del resto. En consecuencia, para operar con el escenario de riesgo resultante, habría que remuestrear su tamaño de píxel perdiéndose en este paso la definición obtenida originalmente.

Por otra parte, el análisis de la información disponible sobre las erupciones históricas indica que la amplitud de las coladas pertenecientes a los intervalos superiores de probabilidad en los casos analizados no se diferencia en gran medida de las de éstas (por ej. en el Chinyero las coladas alcanzaron 200 m de amplitud y en Garachico las coladas se llegaron a extender por una superficie mucho mayor), por lo que los resultados del modelo no parecen entrar, *en principio, en conflicto con estos datos.*

La influencia de la escala de trabajo se ha hecho notar también en las cifras obtenidas en la estimación del riesgo potencial para los elementos bajo riesgo considerados en el cálculo, lo que reafirma el carácter estimativo de los resultados.

La escala de trabajo ha quedado expresada al implementar el modelo cartográfico por el tamaño de píxel que hemos utilizado para representar las bases de datos. La resolución adoptada implica que la parcela más pequeña de superficie que podemos obtener como resultado de los cálculos del modelo es del orden de 0,25 ha (2500 m<sup>2</sup>), cantidad que es importante tener en cuenta al estimar la precisión que proporcionan los datos obtenidos.

En resumen, el análisis de la influencia que ejerce cada una de las tres condiciones fijadas para implementar el modelo sobre los resultados obtenidos al generar los escenarios nos ha permitido conocer los límites dentro de los cuales se debe llevar a cabo su interpretación.

La selección de un tipo de fenómeno concreto sobre el que realizar el análisis y la elección del método de los escenarios para llevar a cabo el estudio han determinado el tipo de aplicación al que va a ser posible destinar el modelo, pero no ejercen por sí mismos influencia sobre las características que van a adoptar los resultados. Las hipótesis que se han utilizado al desarrollar los escenarios y la escala de trabajo son, de hecho, los planteamientos que han condicionado los resultados obtenidos, por lo que su conocimiento y comprensión son fundamentales a la hora de interpretar las cifras que proporciona el modelo.

### **VIII.2. En relación con los elementos que componen el modelo cartográfico.**

Son dos los elementos que componen el modelo cartográfico implementado que han ejercido influencia sobre los resultados de la evaluación: las características de las bases de datos que hemos utilizado en el cálculo y los procedimientos diseñados para extraer la información.

En lo que respecta a las bases de datos, la mayor dificultad con la que nos hemos enfrentado a la hora de evaluar el riesgo potencial es la existencia en ellas de registros incompletos, como por ejemplo la información relativa al número de viviendas y de habitantes por vivienda en ciertos núcleos urbanos o la identificación de algunas carreteras. Estas circunstancias han aparecido reiteradamente en los tres casos para los que hemos llevado a cabo la evaluación.

Esta situación tiene su origen en la distinta procedencia de los datos, que ha hecho en muchos casos imposible la identificación de equivalencias entre datos que el modelo utiliza de forma complementaria para obtener una información determinada (como la localización de núcleos y estadísticas de población para obtener el número de personas afectadas por el fenómeno).

La existencia de diversas fuentes de información también ha planteado problemas a la hora de integrar los datos espaciales. La localización del archipiélago canario y el régimen administrativo particular que lo caracteriza motiva que, dependiendo de la fuente de la que procedan los datos, el sistema de referencia utilizado sea distinto.

Así, la cartografía elaborada por entes de ámbito estatal, como el Mapa Topográfico Nacional o el Mapa de Cultivos y Aprovechamientos utilizan como meridiano de referencia para las coordenadas geográficas el de Greenwich, aunque en otros casos, como el Mapa Geológico serie MAGNA se utiliza el de Madrid. En el caso de la cartografía del Cabildo, los datos están referenciados a un datum con su origen en cada una de las islas.

Para integrar todos los datos en el GIS hay que utilizar un marco de referencia común y, aunque la transformación de unos sistemas de referencia a otros se conoce, en el proceso se puede introducir un cierto error de posicionamiento que, aunque mínimo, es deseable evitar.

Otra característica de las bases de datos utilizadas es su grado de actualización. Algunas de ellas (p.e. los datos volcanológicos) proporcionan datos de los que no es necesario que exista una actualización reciente. Sin embargo, esto sí es deseable para los datos socioeconómicos, ya que los cambios que experimentan son mucho más dinámicos. Lo mismo ocurre con el DEM, pues cualquier modificación en la topografía (bien con su origen en la actividad volcánica o en cualquier otro tipo de fenómeno natural o antrópico) influye sobre los escenarios que genera el modelo.

De las bases de datos utilizadas es la relativa a los usos de suelo la menos actualizada. La disponibilidad de imágenes del sensor Landsat 5 TM (con una resolución espacial de 30 m y temporal de 16 días) lo convierte en una herramienta idónea para la actualización de estos datos. Sin embargo, la falta de imágenes para el período en el que hemos abordado el estudio ha impedido su utilización con este fin.

En cuanto a las bases de datos socioeconómicas utilizadas para calcular el riesgo potencial, sólo hemos recurrido a una muestra representativa del total que caracterizan la realidad de la isla aunque, en fases posteriores de desarrollo, se deben incluir nuevos datos (p.e. turismo, industria, líneas eléctricas, telefónicas, etc.) o completar los existentes.

Tanto para este propósito como para conseguir el grado de actualización deseable y el marco común de referencia pueden resultar de gran utilidad los datos generados para el "*Proyecto Anaga*" del Cabildo Insular de Tenerife.

Sin embargo, es necesario considerar que la escala de trabajo de este proyecto es 1:5.000, lo que proporciona un nivel de detalle muy superior al utilizado en este estudio, por lo que, tanto para incorporar estos datos como cualquier otro de elevada resolución, será necesario hacer una selección previa de la información a incorporar al sistema.

Por lo que respecta a la vulnerabilidad de los elementos bajo riesgo, no existe información precisa sobre la forma más correcta de adquirir la información sobre la accesibilidad y el tiempo de llegada ni sobre cómo se combinan con la susceptibilidad de los elementos bajo riesgo, por lo que hemos excluido estas dos variables del cálculo.

El principal propósito de estas variables es el de establecer el grado de susceptibilidad de cada uno de los elementos bajo riesgo frente a los efectos indirectos que se generan como resultado de la interacción del fenómeno considerado con el medio. Al no haberlas incluido en el cálculo, el modelo sólo tiene en cuenta en el cálculo los efectos directos del fenómeno sobre los elementos bajo riesgo.

Para las coladas de lava, se considera que la vulnerabilidad de la población por efecto directo de las lavas es del 0%, mientras que la del resto de los elementos que han intervenido en el cálculo es del 100%. En el caso concreto de la población, los resultados del estudio han puesto de manifiesto sin embargo la importancia que pueden adquirir también los efectos indirectos representados por las otras dos variables en el caso de tener que adoptar medidas para la evacuación de los núcleos urbanos.

Así, aunque intuitivamente se puede interpretar a partir de los resultados el riesgo procedente de efectos indirectos (situaciones de caos en procesos de evacuación, potencial de propagación de incendios, etc.), sería conveniente disponer de datos de tipo cuantitativo (aunque sólo sean válidos a nivel indicativo) sobre el riesgo derivado de éstos.

Esta situación hace necesario profundizar en el análisis y conocimiento de los efectos indirectos que se pueden derivar en función de las características que adoptan ambas variables, no sólo para las coladas (que a primera vista parece plantear el tipo más simple de interacción), sino también para el resto de los fenómenos volcánicos.

La extensión del modelo a otros fenómenos requiere también una mayor investigación sobre los efectos directos que cada uno de ellos ejerce sobre los elementos bajo riesgo ya que, excepto para las coladas, no existe un estándar de amplia utilización que permita atribuir un porcentaje de pérdidas para determinados elementos. Este es el caso, por ejemplo, de los usos de suelo agrícolas y forestales cuando se ven sometidos a lluvias piroclásticas.

En cuanto a los procedimientos diseñados para llevar a cabo la implementación, son dos las observaciones principales que se pueden hacer en lo que se refiere al condicionamiento que han ejercido sobre los resultados del estudio.

Como ya hemos presentado en el capítulo VI, el modelo físico de simulación (entendido como módulo para la generación de escenarios de riesgo) que se ha implementado para realizar el estudio piloto considera la topografía como factor principal en la distribución de las coladas.

En este tipo de modelos no se puede especificar el ratio de emisión en el punto seleccionado como origen del cálculo ni se considera el tiempo que necesitan los flujos para propagarse, por lo que simplemente se muestran las trayectorias más probables que seguiría un fluido que circulase libremente desde el punto de emisión (Macedonio, 1996). Tampoco tienen en cuenta las modificaciones que se producen en la topografía a lo largo de la erupción ni la posibilidad de que se puedan generar tubos de lava que permitan la llegada de las coladas a puntos lejanos del centro de emisión.

A pesar de ello, su aplicación no presenta problemas cuando se conoce a priori la longitud máxima que van a alcanzar los flujos de lava, pero en casos como el que nos ha ocupado, en el que el interés reside en conocer la extensión máxima que éstos pueden llegar a alcanzar, es necesario recurrir a las características de los eventos que se han presentado previamente en la zona de estudio para analizar la verosimilitud de los resultados que proporcionan.

Existen otros modelos para la simulación bidimensional de flujos de lava como el de Barca et al. (1993), que utilizan para la simulación una serie de parámetros con los que se refleja el ratio de emisión y las propiedades reológicas de las lavas. Sin embargo, éstos tienen como inconveniente que necesitan grandes estaciones de trabajo para realizar los cálculos y tiempos elevados para llevar a cabo la simulación, por lo que aún están lejos de ser operativos.

Otra característica de los procedimientos de cálculo que condiciona los resultados obtenidos en el estudio es la forma en la que se ha evaluado el riesgo potencial a partir de los elementos bajo riesgo. Para obtener esta información hemos mantenido siempre la independencia de los elementos, para que sea posible conocer la procedencia de los valores obtenidos. La principal desventaja de este enfoque reside en el volumen de información que se genera cada vez que se realiza un ensayo, lo que puede complicar la comparación de los datos.

Existen dos opciones principales que se pueden plantear para unificar los resultados. La primera se serviría de índices que representasen el valor en conjunto de los elementos bajo riesgo existentes en la zona de estudio. Un ejemplo de estos índices es el nivel de renta o el producto interior bruto. La segunda consistiría en obtener el valor monetario que representan las pérdidas potenciales de cada uno de los elementos identificados.

El principal inconveniente que introducen ambos métodos es el de la falta de transparencia de los resultados. En el segundo de los casos esta situación se ve agravada por la dificultad que supone asignar a cada elemento, en función de su clase y categoría, el valor económico que representa, sin mencionar el incremento en la complejidad de los procesos de cálculo que se deriva de esta opción. Por estos motivos, hemos preferido expresar los resultados obtenidos de cada elemento de forma independiente.

### **VIII.3. En relación con las herramientas de trabajo.**

Los GIS se han seleccionado como herramienta de trabajo para la implementación de la metodología por su capacidad para manejar de forma eficiente múltiples bases de datos y realizar operaciones complejas de análisis espacial como las que requiere la evaluación del riesgo volcánico.

Como resultado de la realización del estudio piloto, observamos que los GIS han contribuido a que se cumplan las dos condiciones clave que se plantearon en las hipótesis de trabajo (véase capítulo I): (1) han proporcionado el marco dinámico necesario para que sea posible llevar a cabo la generación de escenarios y (2) la creación de un marco de referencia común ha permitido obtener información sobre la distribución y características de los fenómenos objeto de estudio, necesaria para evaluar el riesgo en un contexto espacial coherente.

Otra característica de los GIS que ha aportado un elevado grado de dinamismo a la evaluación del riesgo es la velocidad con la que se obtienen los resultados. Esta condición depende, además de la eficiencia con la que se hayan implementado los procedimientos que utiliza el modelo, del tipo de plataforma (hardware) que sirva de base para la ejecución del programa.

En el caso de un Pc standard (486 o Pentium) el tiempo necesario para generar los mapas y las tablas de resultados a partir del escenario de riesgo es del orden de un minuto. A esto hay que añadir el tiempo que necesita el modelo para generar el escenario, lo que depende de la complejidad de la topografía, la distancia que recorren las lavas y el número de iteraciones deseadas, aunque también suele ser bastante reducido.

El principal problema que nos hemos encontrado al implementar el modelo cartográfico es la falta de conexión completa entre los tres módulos de cálculo que lo componen, especialmente en el paso de parámetros de simulación del primero al segundo de ellos.

Esta situación no ha supuesto ningún problema para la generación de los escenarios en el estudio piloto, debido a las restricciones con las que se ha implementado el modelo, pero es deseable que, más adelante, las interfases entre módulos se desarrollen adecuadamente.

El diseño actual de herramientas más sofisticadas en el entorno Windows (p.e. la versión 2.0 de ILWIS) puede ser la clave para la completa integración de los modelos así como para el diseño de menús de usuario, que no ha sido necesario implementar en esta fase de desarrollo, pero que son imprescindibles si se pretende abarcar la amplia gama de opciones de simulación y la integración de los distintos tipos de fenómenos volcánicos.

Otra característica que ha influido en los resultados y que procede del software que hemos utilizado como base de trabajo (ILWIS) es el modo en el que se realizan las operaciones de análisis espacial.

En el capítulo III hemos presentado las ventajas e inconvenientes que supone almacenar las bases de datos en modo ráster o vectorial en función del tipo de operaciones que es posible realizar con las mismas. El modo ráster es sin duda el que proporciona una mayor capacidad para la realización de las operaciones que requiere la evaluación del riesgo.

El almacenamiento de la información en este formato implica que la cuantificación que se lleva a cabo para cada uno de los elementos utiliza un procedimiento de "conteo" de píxeles afectados por el fenómeno, que resulta adecuado cuando se trata de estimar superficies pero que introduce un nivel de error para elementos lineales como las carreteras.

Esto significa que, como cada píxel equivale en nuestro caso a una superficie de 50 x 50 metros, cuando el elemento que representa el píxel es de tipo areal (por ej. núcleos de población), el cálculo de la superficie a la que corresponde es directo (1 píxel=2.500 m<sup>2</sup>).

Sin embargo, en elementos de tipo lineal un píxel puede superar, al menos en una de las dos direcciones del espacio representadas, las dimensiones reales del objeto que representa. Suponiendo que la trayectoria en el espacio que representa el píxel fuera recta y que el elemento lo atravesase por completo, la longitud mínima representada sería de 50 m y la máxima de aproximadamente 70,7 m (en diagonal).

Conocer la longitud precisa representada en cada uno de los píxeles resulta imposible a priori, por lo que, de acuerdo con la hipótesis de máxima magnitud, hemos asignado a cada uno de ellos la distancia de 70,7 metros. Esta cantidad ha podido dar lugar a que los resultados obtenidos para las redes viarias se hayan visto incrementados con respecto a la realidad, lo que los convierte en los menos fiables de todos. Sin embargo, hemos preferido incluirlos en el cálculo porque a pesar del posible error cometido, proporcionan una buena base a la escala de trabajo para comparar la magnitud de los efectos en las distintas carreteras afectadas.

Este problema es el que tiene un carácter más complejo de todos los que hemos analizado a lo largo de este capítulo. Su solución se podría obtener mediante la realización de todos los cálculos relacionados con infraestructuras lineales en modo vectorial utilizando técnicas de análisis topológico. Sin embargo, la complejidad que conlleva la realización de este tipo de análisis y el incremento considerable que puede suponer en los tiempos de cálculo son los motivos principales por los que no hemos contemplado esta opción en el estudio.

## **IX. Resumen y Conclusiones**

---

## IX. RESUMEN Y CONCLUSIONES

El desarrollo de una metodología de trabajo para la evaluación del riesgo volcánico ha constituido el objetivo fundamental de este estudio. Su carácter innovador ha residido en el tipo de aproximación con el que hemos abordado el análisis del riesgo, buscando la fusión entre las metodologías tradicionales de cálculo y unas herramientas informáticas de última generación destinadas a la gestión de datos geográficos de todo tipo.

La revisión de los trabajos que guardan alguna relación con el riesgo volcánico ha puesto de manifiesto el predominio de los estudios dirigidos al análisis de una componente concreta del mismo, aunque son los que se ocupan de investigar todos aquellos aspectos que guardan alguna relación con la peligrosidad los que sin duda son más frecuentes tanto a nivel internacional como nacional (véase cap. II).

Pese los pocos estudios que se han ocupado de desarrollar una línea de trabajo en riesgo volcánico en su sentido más amplio, se aprecia perfectamente como resultado de esta revisión que la evaluación del riesgo es una tarea que requiere la aplicación de un enfoque multidisciplinar capaz de integrar las diferentes perspectivas adoptadas para el análisis de los factores de los que depende.

Esta revisión ha puesto también de manifiesto el elevado número de variables que intervienen en la estimación del riesgo, lo que tradicionalmente ha desembocado en el desarrollo de procedimientos de trabajo complejos y laboriosos que varían de unos estudios a otros dependiendo de los objetivos que se persigan, por lo que carecemos de un estándar de uso general que permita comparar los resultados obtenidos.

Una forma de evitar esta "dispersión" de métodos y enfoques es mediante la adopción de herramientas que proporcionen la capacidad de realizar de forma automática el análisis del riesgo, cuyo uso esté lo bastante extendido como para garantizar su utilización y que faciliten el diseño de unos procedimientos de cálculo que, con adaptaciones mínimas, permitan su aplicación a cualquier área volcánica.

La aplicación con éxito de los Sistemas de Información Geográfica en otras disciplinas, unida a su probada capacidad para la gestión eficiente de múltiples bases de datos y la realización de numerosas operaciones de todo tipo, ha sido la razón fundamental que nos ha impulsado a utilizarlos como base para el desarrollo de la metodología.

El desarrollo de la metodología ha estado marcado, por tanto, por los principios que usualmente se siguen para diseñar aplicaciones GIS, caracterizados por utilizar procedimientos "escalonados" (*stepwise*) en los que, gradualmente, se van definiendo con mayor detalle cada uno de los componentes que han de formar parte del sistema (véase cap. III).

Esta filosofía se ha reflejado en la estructuración del trabajo en varias partes con objetivos diferentes, pero interconectadas y dependientes, las cuales nos han conducido, como resultado, a alcanzar el objetivo global que nos hemos planteado al realizar el estudio.

El cuerpo central y clave del estudio lo ha constituido la elaboración de un modelo cartográfico, cuyo diseño hemos abordado en el capítulo IV. En este modelo hemos recogido tanto la solución propuesta en el capítulo I para superar los obstáculos a los que se enfrentan las metodologías tradicionales como los criterios básicos a que debe ajustarse la metodología para alcanzar un nivel de operatividad aceptable.

El diseño del modelo de acuerdo con estos criterios no garantiza por sí mismo su efectividad, por lo que, para comprobarla, lo hemos aplicado a la evaluación del riesgo en un área de trabajo concreta (Tenerife, islas Canarias) cuyas características la convierten en un campo de experimentación idóneo.

Los procedimientos que se ocupan de hacer posible la evaluación del riesgo procedente de los diversos tipos de fenómenos volcánicos difieren básicamente en el número y tipo de variables que intervienen en la simulación y en las características de los modelos necesarios para realizarla.

Cada grupo de procedimientos destinados a la evaluación del riesgo procedente de un tipo determinado de fenómeno se identifica en terminología GIS con un "subsistema" que forma parte del "sistema global" para el análisis del riesgo.

Cuando nos enfrentamos a casos como el de Tenerife, con la coexistencia de varios tipos de fenómenos en el espacio y el tiempo, es una práctica común en GIS implementar uno solo de los subsistemas que compondrán, en última instancia, la aplicación. En nuestro caso, el subsistema elegido ha sido el dedicado a la evaluación del riesgo frente a coladas lávicas, debido a la facilidad de implementación que presenta frente a otro tipo de fenómenos (véase el subcapítulo dedicado a las Condiciones de Implementación).

La implementación "parcial" constituye un paso lógico imprescindible antes de desarrollar el sistema por completo, ya que permite verificar el diseño del modelo y localizar los puntos débiles o conflictivos que conviene depurar o mejorar antes de embarcarnos en esta labor.

Para implementar el modelo de forma correcta es importante conocer previamente, con un nivel de detalle equiparable a la escala de trabajo seleccionada, la realidad geológica, física y social del área de estudio. El análisis de las características más significativas que influyen de forma directa o indirecta sobre el riesgo lo hemos abordado brevemente a lo largo del capítulo V. Esta fase sirve también de ayuda para conocer el grado y tipo de elaboración que requiere la incorporación de los datos que formarán parte del sistema.

La implementación de las bases de datos necesarias para la evaluación del riesgo y la generación de los procedimientos de cálculo (véase cap. VI) nos ha permitido realizar una serie de ensayos (generación de escenarios de riesgo) para comparar los efectos potenciales que se derivarían de la ocurrencia de una erupción con su origen en distintos puntos de Tenerife, con el objeto de comprobar la funcionalidad del modelo cartográfico diseñado (véase cap. VII).

Las condiciones que hemos establecido para la implementación del modelo han influido de forma clave sobre el tipo y características de los resultados obtenidos (véase Capítulo VIII). El tipo de implementación seleccionado (generación de escenarios de riesgo a escala regional) ha resaltado la utilidad del modelo en la elaboración de planes de prevención y evacuación a nivel insular, la búsqueda de emplazamientos idóneos para los recursos de apoyo y la identificación de instalaciones altamente peligrosas o estratégicas situadas en áreas de riesgo potencial elevado.

La dedicación del estudio a una aplicación específica no elimina sin embargo la posibilidad de que en el futuro podamos desarrollar módulos con una función o propósito diferente del actual o a una escala mayor de la que hemos seleccionado para realizar el estudio piloto.

Las características de las bases de datos implementadas y los procedimientos diseñados para realizar el estudio piloto son lo que, en segundo orden de magnitud, han condicionado los resultados obtenidos por la aplicación del modelo. El carácter abierto de la metodología nos ha permitido seleccionar la forma en la que hemos decidido expresar las variables que intervienen en el cálculo y adaptar los procedimientos a sus características.

Por último, la versatilidad de la tecnología seleccionada para servir de plataforma en la implementación de la metodología nos ha permitido obtener resultados de forma rápida y eficaz y mantener los márgenes de error dentro de unos límites tolerables.

Del examen global de los resultados del estudio se pueden extraer las siguientes **CONCLUSIONES** sobre la utilidad de la metodología diseñada y de los Sistemas de Información Geográfica como herramientas de trabajo para la evaluación del riesgo volcánico:

- 1) La metodología cumple las condiciones necesarias para su aplicación con éxito a la evaluación del riesgo incluso en áreas caracterizadas por la distribución compleja de fenómenos y proporciona los medios para que ésta sea posible haciendo un uso eficiente de aquellas variables que estén disponibles para el cálculo.
- 2) La estructura del modelo cartográfico permite aplicarlo a la generación de escenarios de riesgo que identifican las áreas más susceptibles de verse afectadas por el fenómeno volcánico, lo que tiene importantes implicaciones desde el punto de vista de la Protección Civil, que se incrementan si se tiene en cuenta la posibilidad que también existe de generar información a tiempo real en caso de crisis.
- 3) Los Sistemas de Información Geográfica, han demostrado ser una herramienta no sólo de gran utilidad en la gestión y tratamiento eficiente de un gran volumen de datos, sino también capaces de proporcionar los medios para realizar los ensayos que puedan resultar necesarios para el análisis del riesgo volcánico.

- 4) La capacidad de almacenamiento y gestión de datos de los GIS podría ser aprovechada para incorporar al sistema datos procedentes de redes instrumentales de seguimiento, las cuales proporcionan información sobre los niveles "base" de actividad volcánica y que pueden servir como medio para estimar el grado de "inminencia" de los fenómenos volcánicos.
  
- 5) El comportamiento satisfactorio que ha presentado la metodología en la evaluación del riesgo frente a coladas lávicas en la isla de Tenerife proporciona una base firme para llevar a cabo la implementación total del modelo, que se traduce en la generación de dos líneas de trabajo principales:
  - el estudio del riesgo procedente de los otros fenómenos volcánicos que pueden tener lugar en la isla de Tenerife.
  
  - su aplicación a otras áreas volcánicas activas con objeto de determinar la posibilidad de establecer un procedimiento de trabajo estándar en riesgo.
  
- 6) Existen sin embargo varios puntos clave en el proceso de cálculo del riesgo sobre los que se necesita profundizar para conseguir una estimación más precisa del mismo:
  - el estudio de la susceptibilidad de los elementos bajo riesgo frente a los fenómenos volcánicos (por sus efectos directos e indirectos), la influencia que ejerce cada una de las variables que la definen sobre el valor de la vulnerabilidad y el procedimiento que se debe seguir para obtenerla.
  
  - la investigación sobre las variables que influyen en la exposición, la forma en la que contribuyen a la misma y el efecto que éstas ejercen sobre el riesgo potencial.
  
  - el desarrollo de procedimientos que permitan integrar completamente los modelos físicos en el entorno GIS y la incorporación de cálculos que mejoren su precisión, aprovechando los continuos avances que se producen hoy en día en el campo de la programación.

## **Referencias Bibliográficas**

---

**REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

Abdel-Monem, A., Watkins, N. & Gast, P. (1972).- *Potassium-argon ages, volcanic stratigraphy and geomagnetic polarity history of the Canary Islands: Tenerife, La Palma and Hierro*. Am. Jour. Sci. 272, pp. 805-825.

Ablay, G.J., Ernst, G.G.J. & Martí, J. (1995).- *The ~2 Ka subplinian eruption of Montaña Blanca, Tenerife*. Bull. Volcanol. 57, pp. 337-355.

Acosta, J., Herranz, P., Muñoz, A., Palomo, C., Sanz, J.L. & Uchupi, E. (1996).- *Perfiles sísmicos en el margen insular de Tenerife: Proyecto Teide. Resultados Preliminares*. Geogaceta 20, pp. 335-338.

Alexander, D. (1993).- *Natural disasters*. UCL Press. 632 pp.

Alonso, J.J. (1986).- *Riesgo volcánico explosivo en Canarias*. En: V. Araña (ed.) **Riesgo Volcánico**. Seminario de la UIMP, Sta. Cruz de Tenerife. pp. 88-100.

Alonso, J.J. (1989).- **Estudio volcanoestratigráfico y volcanológico de los piroclastos sálicos del sur de Tenerife**. Tesis doctoral. Univ. de La Laguna, 356 pp.

Ancochea, E., Fúster, J.M., Ibarrola, E., Coello, J., Hernán, F., Cantagrel, J.M., Jamond, C. & Cendrero, A. (1989).- **Cronoestratigrafía de las series antiguas de Tenerife**. E.S.F. meeting on Canarian Volcanism. Lanzarote, 367 pp.

Anchochea, E., Fúster, J.M., Ibarrola, E., Cendrero, A., Coello, J., Hernán, F. Cantagrel, J.M. & Jamon, C. (1990).- *Volcanic evolution of the island of Tenerife (Canary Islands) in the light of new K-Ar data*. Jour. Volcanol. Geotherm. Res. 44, 213-249.

Ancochea, E., Brändle, J.L. & Huertas, M.J. (1995).- *Alineaciones de centros volcánicos en la isla de Tenerife*. Geogaceta 17, pp. 56-59.

Araña, V. (1971).- *Litología y estructura del Edificio Cañadas, Tenerife (Islas Canarias)*. Estudios Geológicos XXVII, pp. 95-135.

Araña, V. (1988a).- *Riesgo Volcánico en el área de Santiago del Teide*. En: **Memoria Geológica de la Hoja 1110-IV, Santiago del Teide (1:25.000)**. ITGE, Madrid. 91 pp.

- Araña, V. (1995).- *Notes on Canarian Volcanism*. En: J. Martí & J. Mitjavila (eds.) **A field guide to the central volcanic complex of Tenerife (Canary Islands)**. Serie Casa de Los Volcanes nº 4, pp. 3-17.
- Araña, V. & Brändle, J.L. (1969).- *Variation trends in the alkaline salic rocks of Tenerife*. Bull. Volcanol. 33, 1145-1165.
- Araña, V. & Carracedo, J.C. (1978).- **Los Volcanes de las islas Canarias. vol. I Tenerife**. Ed. Rueda. 151 pp.
- Araña, V. & Coello, J. (eds.) (1989).- **Los volcanes y la Caldera del Parque Nacional del Teide (Tenerife, Islas Canarias)**. ICONA, Serie Técnica nº 7, 443 pp.
- Araña, V. & Ortiz, R. (1986).- *Marco geodinámico del volcanismo canario*. Anales de Física, serie B, nº 82, pp. 202-231.
- Araña, V. & Ortiz, R. (1993).- *Riesgo volcánico*. En: J. Martí & V. Araña (eds.) **La Volcanología Actual**. Colección Nuevas Tendencias vol. 21, CSIC, pp. 277-385.
- Araña, V. & Ortiz, R. (1996).- *Introducción*. En: R. Ortiz (ed.) **Riesgo Volcánico**. Serie Casa de los Volcanes nº 5, Servicio de Publicaciones del Cabildo de Lanzarote, pp. 1-36.
- Araña, V., Martí, J., Aparicio, A., García-Cacho, L. & García-García, R. (1994).- *Magma mixing in alkaline magmas: An example from Tenerife (Canary Islands)*. Lithos 32, pp. 1-19.
- Ardizzone, J.A., Arozarena, A., Delgado, J., Herrero, M., Villa, G. & Vivas, P. (1991).- *El Programa Corine. Proyecto Land Cover. Una metodología aplicada a las Islas Canarias*. Proc. IV Reunión Científica de la Asoc. Esp. de Teledetección, pp. 234-237.
- Aronson, P. (1985).- *Applying software engineering to a general purpose geographic information system*. Proc. Autocarto 7. ASPRS, Falls Church (Virginia, USA), pp. 23-31.
- Baker, P.E. (1985).- *Volcanic hazards on St Kitts and Montserrat, West Indies*. Jour. Geol. Soc. London 142, pp. 279-295.
- Barberi, F., Macedonio, M., Pareschi, M.T. & Santacroce, R. (1990).- *Mapping the tephra fallout risk: an example from Vesuvius, Italy*. Nature 344, pp. 142-144.

- Barberi, F., Ghigliotti, M., Macedonio, G., Orellana, H., Pareschi, M.T. & Rosi, M. (1992).- *Volcanic hazard assessment of Guagua pichincha (Ecuador) based on past behaviour and numerical models*. Jour. Volcanol. Geotherm. Res. 49, pp. 53-68.
- Barberi, F., Carapezza, M.L., Valenza, M. & Villari, L. (1993).- *The control of lava flows during the 1991-1992 eruption of Mt. Etna*. Jour. Volcanol. Geotherm. Res. 56, 1-34.
- Barberi, F., Carapezza, M.L., Macedonio, G. & Massone, S. (1995).- *Hazard Map of Mount Etna based on past activity and numerical simulation*. Per. Mineral. 64, pp. 87-88.
- Barca, D., Crisci, G.M., Di Gregorio, S. & Nicoletta, F.P. (1993).- *Cellular automata method for modelling lava flows: simulation of the 1986-1987 eruption, Mount Etna, Sicily*. En: C.R.J. Kilburn & G. Luongo (eds.) **Active lavas: monitoring and modelling**. UCL Press (Londres), pp. 291-309.
- Björnsson, A., Saemundsson, K., Einarsson, P., Tryggvason, E. & Grönvold, K. (1977).- *Current rifting episode in North Iceland*. Nature 266, pp. 318-323.
- Blong, R.J. (1984).- **Volcanic Hazards: A source-book on the effects of eruptions**. Orlando (Florida): Academic Press, 424 pp.
- Bocco, G. (1990).- **Gully Erosion Analysis Using Remote Sensing and Geographic Information Systems. A case study in Central Mexico**. Tesis. ITC (Holanda), 130 pp.
- Booth, B. (1979).- *Assessing volcanic risk*. Jour. Geol. Soc. London 136, pp. 331-340.
- Booth, B. (1984).- *Cartographic representation of volcanic hazards. Examples: Tenerife*. En: D.R. Crandell, B. Booth, K. Kusumadinata, D. Shimozuru, G.P.L. Walker & D. Westercamp (eds.) **Source-book for volcanic hazards zonation**. UNESCO, pp. 67-72.
- Boots, B.N. & Getis, A. (1988).- **Point pattern analysis**. SAGE publications. 93 pp.
- Borchardt, G. (1991).- *Preparation and use of earthquake planning scenarios*. California Geology 44, pp. 195-203.
- Brass, A., Wadge, G. & Reading, A.J. (1991).- *Designing a GIS for the prediction of landsliding potential in the West Indies*. En: J. Cosgrove & M. Jones (eds.) **Neotectonics and Resources**, London: Belhaven Press, pp. 220-230.

- Bravo, T. (1980).- **Riesgo de erupciones volcánicas en las Canarias**. Univ. de La Laguna. Informe para la D.G. de Protección Civil. 6 pp.
- Bryan, S. (1995).- *The Bandas del Sur pyroclastics*. En: J. Martí & J. Mitjavilla (eds.) **A field guide to the central volcanic complex of Tenerife (Canary Islands)**. Serie Casa de los Volcanes n° 4, Servicio de Publicaciones del Cabildo de Lanzarote, pp. 39-46.
- Burrough, P.A. (1986).- **Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment**. Monographs on Soil and Resources Survey n° 12. Oxford Science Publications, 194 pp.
- Carey, S. & Sigurdsson, H. (1989).- *The intensity of plinian eruptions*. Bull. Volcanol. 51, pp. 28-40.
- Carey, S. & Sparks, R.S.J. (1986).- *Quantitative models of the fallout and dispersal of tephra from volcanic eruption columns*. Bull. Volcanol. 48, pp. 109-125.
- Carracedo, J.C. (1988).- *El riesgo volcánico*. En: **Riesgos Geológicos**. Serie Geología Ambiental. Pub. Inst. Geol. Minero de España, Madrid, pp. 83-97.
- Carracedo, J.C. (1993).- *Volcanismo activo y medio ambiente en las Islas Canarias*. Tierra y Tecnología 6, pp. 61-70.
- Carracedo, J.C., Soler, V., Rodríguez Badiola, E. & Hoyos, M. (1990).- *Zonificación de riesgo para erupciones de baja magnitud en la isla de Tenerife*. IV Reunión Nal. de Geología Ambiental y Ordenación del Territorio (Gijón), pp. 65-72.
- Carrasco-Nuñez, G. & Galicia, C. (1995).- *Volcanic hazard assessment of the Orizaba area, Eastern Mexico*. Per. Mineral. 64, pp. 117-118.
- Carrol, J.M. (ed.) (1983).- **Computer simulation in emergency planning**. La Jolla (California): Society for Computer Simulation.
- Cheminee, J.L, Boudon, G., Dagain, J., Rançon, J.P., Semet, M.P. & Traineau, H. (1995).- *Volcanic hazard in the French Antilles*. En: T.H. Jones, A. Amendola & R. Casale (eds.) **Natural Risk and Civil Protection**. E&FN SPON, pp. 96-115.
- Coello, J. (1989).- *Marco geológico regional del Teide y Las Cañadas*. En: V. Araña & J. Coello (eds.) **Los volcanes y la caldera del Parque Nacional del Teide (Tenerife, Islas Canarias)**. ICONA, Serie Técnica n° 7, pp. 45-63.

Coello, J. & Bravo, T. (1989).- *Alineamientos volcano-tectónicos en la región central de Tenerife*. En: V. Araña & J. Coello (eds.) **Los volcanes y la caldera del Parque Nacional del Teide (Tenerife, Islas Canarias)**. ICONA, Serie Técnica nº 7, pp. 127-135.

Comisión Nacional de Emergencia Gobierno de Costa Rica (1995).- **Sistema de Información para Emergencias. Aspectos Generales**. 14 pp.

Connor, C.B. (1987a).- *Structure of the Michoacán-Guanajuato Volcanic Field, Mexico*. Jour. Volcanol. Geotherm. Res. 33, pp. 191-200.

Connor, C.B. (1990).- *Cinder Cone Clustering in the TransMexican Volcanic Belt: Implications for Structural and Petrologic Models*. Jour. of Geophys. Res. 95, nº B12, pp. 19395-19405.

Cook, R.J., Barron, J.C., Papendick, R.I. & Williams, G.J.III (1981).- *Impact on Agriculture of the Mount St. Helens Eruption*. Science 211, pp. 17-22.

Coppock, J.T. & Rhind, D.W. (1991).- *The history of GIS*. En: D.J. Maguire, M.J. Goodchild & D.W. Rhind (eds.) **Geographical Information Systems: Principles and Applications** (2 vols.), Londres: Longman & New York: Wiley, pp. 21-43.

Cowen, D.J. (1988).- *GIS versus CAD versus DBMS: what are the differences?*. Phot. Eng. and Remote Sensing 54, pp. 1551-1554.

Crandell, D.R. & Mullineaux, D.R. (1978).- **Potential hazards from future eruptions of Mount St. Helens Volcano, Washington**. U.S. Geol. Surv. Bull. 1383-C, 26 pp.

Crandell, D.R., Booth, B., Kusumadinata, K., Shimozuru, D., Walker, G.P.L. & Westercamp, D. (eds.) (1984).- **Source-book for volcanic-hazards zonation**. UNESCO, 97 pp.

De la Cruz-Reyna, S. (1991).- *Poisson-distributed patterns of explosive eruptive activity*. Bull. Volcanol. 54, pp. 57-67.

De la Cruz-Reyna, S. (1993).- *Random patterns of occurrence of explosive eruptions at Colima Volcano, Mexico*. Jour. Volcanol. Geotherm. Res. 55, pp. 51-68.

De la Nuez, J., Alonso, J.J., Quesada, M.L. & Macau, M.D. (1993).- *Edificios hidromagmáticos costeros de Tenerife (Islas Canarias)*. Rev. Soc. Geol. España 6 (1-2), pp. 47-59.

Del Negro, C.; Cristaldi, M. & Ferrucci, F. (1995).- *Continuous magnetic measurements: the computation of the piezomagnetic field expected at Mt. Etna (Italy)*. Per. Mineral 64, pp. 161-162.

Diggle, P.J. & Milne, R.K. (1983).- *Bivariate Cox processes: some models for bivariate spatial point patterns*. Jour. R. Stat. Soc., Serie B nº45, pp. 11-21.

Dobran, F., Barberi, F. & Casarosa, C. (1990).- **Modeling of volcanological processes and simulation of volcanic eruptions**. CNR Gruppo Naz. Volcanol. Italia. Repport VSG90-01, 85 pp.

Dobran, F., Neri, A. & Todesco, M. (1994).- *Assessing the pyroclastic flow hazard at Vesuvius*. Nature 367, pp. 551-554.

El País-Aguilar (ed.) (1993).- **Atlas de España**. vol. 2, pp 114-125.

Fedra, K. (1990b).- **Interactive environmental software: integration, simulation and visualization**. Laxenburg (Austria): Int. Inst. for Applied Systems Analysis.

Fedra, K. & Reitsma, R.F. (1990).- *Decision support and geographical information systems*. En: H.J. Scholten & J.C.H. Stillwell (eds.) **Geographical Information Systems for Urban and Regional Planning**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, pp. 177-186.

Felpeto, A., García, A. & Ortiz, R. (1996).- *Mapas de riesgo. Modelización*. En: R. Ortiz (ed.) **Riesgo Volcánico**. Serie Casa de los Volcanes nº 5, Servicio de Publicaciones del Cabildo de Lanzarote, pp. 67-98.

Fournier d'Albe (1979).- *Objectives of volcanic monitoring and prediction*. Jour. Geol. Soc. London 136, pp. 321-326.

Frazzeta, G. & Romano, R. (1979).- **The volcanic risk in the Etnean area**. CNR I.I.V. - Catania. Progetto Finalizzato Geodinamica - Pubbl. n. 235, Napoli.

Fúster, J.M., Araña, V., Brändle, J.L., Navarro, M., Alonso, U. & Aparicio, A. (1968).- **Geología y volcanología de las islas Canarias: Tenerife**. Instituto "Lucas Mallada", CSIC (Madrid), 218 pp.

Fytikas, M. & Vougioukalakis, G. (1995).- *Volcanic hazards in the Aegean Islands*. En: T. Horlick-Jones, A. Amendola & R. Casale (eds.) **Natural Risk and Civil Protection**. E&FN SPON, pp. 117-130.

García Moral, R. (1989).- *Erupciones históricas en Tenerife*. En: V. Araña & J. Coello (eds.) **Los volcanes y la caldera del Parque Nacional del Teide (Tenerife, Islas Canarias)**. ICONA, Serie Técnica nº 7, pp. 235-249.

Gatrell, A. & Dunn, C. (1990).- *GIS in epidemiological research: analyzing cancer of the larynx in North West England*. Proc. EGIS '90, Utrecht: EGIS Foundation.

Goodchild, M.F. (1987).- *A spatial analytical perspective on geographic information systems*. Int. Jour. of Geographical Information Systems 1, pp. 327-334.

Goodchild, M.F. (1993).- *The State of GIS for Environmental Problem-Solving*. En: M.F. Goodchild, B.O. Parks & L.T. Steyaert (eds.) **Environmental Modeling with GIS**. Oxford Univ. Press, pp. 8-15.

Gorte, B. & Koolhoven, W. (1990).- *Interpolation between isolines based on the Borgefors distance transform*. ITC Journal 1990-3, pp. 245-247.

Granger, K.J. (1989).- *Process modelling and geographic information systems: breathing life into spatial analysis*. Proc. of Eighth Biennial Conf. and Bushfire Dynamics Workshop, Canberra, ACT, Australia. Australian Nat. Univ., pp. 37-341.

Guest, J.E. & Murray, J.B. (1979).- *An analysis of hazard from Mount Etna Volcano*. Jour. Geol. Soc. London 136, pp. 347-354.

Gupta, R.P. & Joshi, B.C. (1990).- *Landslide hazard zoning using the GIS approach - a case study from the Ramganga catchment, Himalayas*. Eng. Geology 28, pp. 119-131.

Haralick, R.M. (1980).- *A spatial data structure for geographic information systems*. En: H. Freeman & G.G. Pieroni (eds.) **Map and data processing**. Nueva York: Academic Press.

Hédervári, P. (1963).- *On the energy and magnitude of volcanic eruptions*. Bull. Volcanol. 25, pp. 373-385.

Herd, D.G. & Comité de Estudios Volcanológicos (1986).- *The 1985 Ruz Volcano disaster*. Eos Trans. AGU, 67, pp. 457-460.

Hobblit, R.P., Miller, C. Dan & Scott, W.E. (1987).- **Volcanic hazards with regard to siting nuclear-power plants in the Pacific Northwest**. U.S. Geol. Survey Bull. 1383-C, 25 pp.

Hulme, G. (1974).- *The interpretation of lava flow morphology*. Geophys. Jour. R. Astr. Soc. n° 39, pp. 361-383.

IAVCEI (1990).- *Reducing volcanic disasters in the 1990's*. Bull. Volcanol. Soc. Japan, ser. 2, vol. 35, n° 1, pp. 80-95.

IDNDR Committee (1991).- **Report on the first session of the IDNDR Scientific and Technical Committee**. Bonn, 4-8 March.

INIA (1977).- **Agroclimatología de España**. Instituto Nacional de Infraestructuras Agrarias.

Jackson, M.J., James, W.J. & Stevens, A. (1988).- *The design of environmental geographic information systems*. Phil. Trans. R. Soc. London A324, pp. 373-380.

Johnson, R.W. (1988).- *Volcanic hazards and aviation*. Proc. Kagoshima Int. Conf. on Volcanoes, pp. 662-665.

Klein, F.W. (1982).- *Patterns of historical eruptions at Hawaiian volcanoes*. Jour. Volcanol. Geotherm. Res. 12, pp. 1-35.

Lam, D.C.L. & Swayne, D.A. (1991).- *Integrating database, spreadsheet, graphics, GIS, statistics, simulation models and expert Systems: experiences with the Raison system on microcomputers*. NATO ASI Series, G26, Heidelberg: Springer, pp. 429-459.

Larson, R. & Pitman, W. (1972).- *World-wide correlation of Mesozoic magnetic anomalies, and its implications*. Geol. Soc. Am. Bull. 83, pp. 3645-3662.

Latter, J.H. (1986).- *Volcanic risk and surveillance in New Zealand*. En: **Volcanic Hazard Assessment in New Zealand**. Int. Volc. Congress. New. Zeal. Geol. Surv. Rec. 10, pp. 5-26.

Lowenstein, P.L. (1982).- **Problems of volcanic hazards in Papua New Guinea**. Geol. Surv. of Papua-New Guinea Report 82/7, 62 pp.

Macedonio, G. (1996).- *Modeling lava flow hazard*. En: F. Barberi, R. Casale & R. Fantechi (eds.) **The mitigation of volcanic hazards. Proceedings of the course**. European Commission. pp. 89-95.

Macedonio, G. & Pareschi, M.T. (1992).- *Numerical simulation of some lahars from Mount St. Helens*. Jour. Volcanol. Geotherm. Res. 54, pp. 65-80.

- Maguire, D.J. & Dangermond, J. (1991).- *The functionality of GIS*. En: D.J. Maguire, M.J. Goodchild & D.W. Rhind (eds.) **Geographical Information Systems: Principles and Applications** (2 vols.), London: Longman & New York: Wiley, pp. 319-335.
- Mallarach, J.M. & Martí, J. (1987).- *El risc volcànic a la Garrotxa. Primeres aportacions*. Vitrina 2, pp. 26-32.
- M.A.P.A. (1988).- **Mapa de Cultivos y Aprovechamientos de Tenerife**. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. Mapa y memoria explicativa. 179 pp.
- Marble, D.F. & Peuquet, D.J. (1983).- *Geographic Information Systems*. En: R.N. Colwell (ed.) **Manual of Remote Sensing**. 2nd. ed., Am. Soc. of Photogrammetry, Falls Church, pp. 923-958.
- Martí, J., Mitjavila, J. & Araña, V. (1994a).- *Stratigraphy, structure and geochronology of the Las Cañadas caldera (Tenerife, Canary Islands)*. Geological Magazine 131, pp. 715-727.
- Martí, J., Araña, V., Ablay, G., Bryan, S., Mitjavila, J., Raposo, S., Pujadas, A. & Romero, C. (1994c).- *Caracterización de la actividad eruptiva en Tenerife durante los últimos 200.000 años*. En: A. García & A. Felpeto (eds.) **In Memoriam Dr. José Luis Díez Gil**, Serie Casa de los Volcanes nº 3, Servicio de Publicaciones del Cabildo de Lanzarote, pp. 157-178.
- Martí, J., Mitjavila, J. & Araña, V. (1995).- *The Las Cañadas Edifice and caldera*. En: J. Martí & J. Mitjavila (eds.) **A field guide to the central volcanic complex of Tenerife (Canary Islands)**, Serie Casa de los Volcanes nº 4, Servicio de Publicaciones del Cabildo de Lanzarote, pp. 19-38.
- Martínez de Pisón, E. & Quirantes, F. (1990).- *El Relieve de Canarias*. En: C. Romero (ed.) **Jornadas de Campo sobre Geomorfología Volcánica**. Soc. Esp. de Geomorfología. Monografía nº 5, pp. 3-76.
- Marzol, M<sup>a</sup> V. (1990).- *La estabilidad atmosférica en Canarias*. En: C. Romero (ed.) **Jornadas de Campo sobre Geomorfología Volcánica**. Soc. Esp. de Geomorfología. Monografía nº 5, pp. 256-261.
- Massone, S., Pareschi, M.T. & Santacroce, R. (1996).- *Il SIT Informativo dell'Area Circumvesuviana. Un ausilio per scenari di rischio vulcanico*. Centro di Studio per la Geologia Strutturale e Dinamica dell'Appennino. Rapp. Tecnico CSGSDA/CNR 96.1, 20 pp.
- Mezcua, J., Ortiz, R., Buforn, E., Galán, J., Herraiz, M., Martínez Solares, J.M., Rueda, R. &

Sánchez Venero, M. (1989).- *Estudio de la actividad sísmica en la isla de Tenerife*. En: V. Araña & J. Coello (eds.) **Los volcanes y la caldera del Parque Nacional del Teide (Tenerife, Islas Canarias)**. ICONA, Serie Técnica nº 7, pp. 397-403.

Miller, C. Dan (1988).- *Development of volcanic-hazard-zonation maps for the Cascade Range, Northwestern United States*. Proc. Kagoshima Int. Conf. on Volcanoes, pp. 400-403.

Miller, C. Dan (1989).- **Potential Hazards from Future Volcanic Eruptions in California**. U.S. Geol. Survey Bull. 1847, 17 pp.

Mullineaux, D.R., Peterson, D.W. & Candrell, D.R. (1987).- *Volcanic hazards in the Hawaiian islands*. En: R.W. Decker, T.L. Wright & P.H. Stauffer (eds.) **Volcanism in Hawaii**. U.S. Geol. Survey Prof. Paper. 1350, pp. 599-621.

Muñoz, A., Acosta, J., Herranz, P., Palomo, C., Sanz, J.L. & Uchipi, E. (1996).- *Batimetría multihaz del margen insular de Tenerife (Islas Canarias): Proyecto Teide-95*. Geogaceta 20, vol. 2, pp. 339-342.

Newhall, C.G. & Self, S. (1982).- *The Volcanic Explosivity Index (VEI): An Estimate of Explosive Magnitud for Historical Volcanism*. Jour. of Geophys. Res. 87, nº C2, pp. 1231-1238.

Ortiz, R., Alguacil, G., Olmedillas, J.C, García, A. & Felpeto, A. (1995).- *Teide Decade Volcano: development of instrumentation for volcano monitoring*. Per. Mineral 64, pp. 53-54.

Palomo, C., Acosta, J., Uchupi, E., Herranz, P., Muñoz, A. & Sanz, J.L. (in press).- *Morphometric interpretation of the Northwest and Southeast slopes of Tenerife (Canary Islands)*. Jour. Geoph. Res.

Pascual, G., Carreño, E. & Martín, A.J. (1994).- **Microzonación sísmica basada en un Sistema de Información Geográfica. Zona de Estudio Granada y su entorno. Módulo I, Licuefacción**. MOPTMA - IGN. Publicación técnica nº 28.

Parent, P. & Church, R. (1989).- *Evolution of geographic information systems as decision making tools*. En: W.J. Ripple (ed.) **Fundamentals of Geographic Information Systems: A Compendium**. Bethesda, MD: American Soc. Photogr. and Remote Sensing, pp. 9-18.

Pareschi, M.T. & Berstein, R. (1989).- *Modeling and image processing for visualization of volcanic mapping*. IBM Jour. Res. Develop. 33, nº 4, pp. 406-416.

Peterson, D.W. (1988).- *Hazards from lava flows and tephra falls*. Proc. Kagoshima Int. Conf. on Volcanoes, pp. 384-387.

Pitman, W. & Talwani, M. (1972).- *Seafloor spreading in the North Atlantic*. Bull. Geol. Soc. Am. 83, pp. 619-646.

Plan Hidrológico Insular de Tenerife (1989).- **Avance: Bases para el planeamiento hidrogeológico**. Cabildo Insular de Tenerife, 133 pp.

Reyment, R.A. (1969).- *Statistical Analysis of some Volcanologic Data*. PAGEOPH 74(III), pp. 57-77.

Ridley, W.I. (1970).- *The petrology of the Las Cañadas volcanoes, Tenerife, Canary Islands*. Contribution to Mineralogy and Petrology 26, pp. 124-160.

Ridley, W.I. (1971).- *The origin of some collapse structures in the Canary Islands*. Geol. Magazine 108, pp. 477-484.

Rita, C. de, Giordano, G., Rosa, C. & Sheridan, M.F. (1995).- *Volcanic hazard at the Alban Hills and computer simulations*. En: R. Triglia (ed.) **The Volcano of the Alban Hills**, pp. 266-283.

Rivas Martín, S. (1987).- **Mapa de las Series de Vegetación de España: 29 - Sta. Cruz de Tenerife**. Serv. de Publicaciones. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Escala 1:400.000.

Romero, C. (1991).- **Las manifestaciones volcánicas históricas del Archipiélago Canario**. Tesis Doctoral, Departamento de Geografía, Univ. de La Laguna. Gobierno de Canarias (ed.). 2 vols., 1391 pp.

Sansón, J. (1996).- *La protección civil ante el riesgo de erupciones volcánicas*. En: R. Ortiz (ed.) **Riesgo Volcánico**. Serie Casa de los Volcanes nº 5, Servicio de Publicaciones del Cabildo de Lanzarote, pp. 197-216.

Scandone, R. (1979).- **Preliminary evaluation of the volcanic hazard in the Southern Valley of Mexico**. Geofísica Int. 18, nº 1, 35 pp.

Scandone, R. (1983).- *Problems related with the evaluation of volcanic risk*. En: H. Tazieff & J.C. Sabroux (eds.) **Forecasting Volcanic Events**. Amsterdam: Elsevier, pp. 57-67.

Schmincke, H. (1982).- *Volcanic and chemical evolution of the Canary islands*. En: von Rad, Hinz, Sarnthein & Seibold (eds.) **Geology of the NorthWest Africa Continental Margin**. Berlín: Springer-Verlag, pp. 273-306.

Scholten, J.J. & Stillwell, J.C.H. (eds.) (1990).- **Geographical Information Systems for Urban and Regional Planning**. Dordrecht: Kluwer, 261 pp.

Sclater, J., Hellinger, S. & Tapscott, C. (1977).- *The paleobatimetry of the Atlantic Ocean from the Jurassic to present*. Jour. Geology 85, pp. 509-552.

Scott, W.E. (1989).- *Volcanic-hazard zonation and long-term forecasts*. En: R.I. Tilling (ed.) **Volcanic Hazards**. Short Course in Geology: volume 1. American Geophysical Union, pp. 25-50.

Sekiya, S. & Kikuchi, Y. (1890).- *The eruption of Bandai-san*. J. Coll. Sci. Imp. Univ. Tokyo 3, pp. 91-172.

Settle, M. (1979).- *The structure and emplacement of cinder cone fields*. Am. Jour. Sci. 279, pp. 1089-1107.

Settle, M. & McGetchin, T.R. (1980).- *Statistical analysis of persistent explosive activity at Stromboli, 1971: implications for eruption prediction*. Jour. Volcanol. Geotherm. Res. 8, pp. 45-58.

Shapiro, L.G. (1980).- *Design of a spatial information system*. En: H. Freeman & G.G. Pieroni (eds.) **Map and data processing**. Nueva York: Academic Press.

Shapiro, L.G. & Haralick, R.M. (1980).- *A spatial data structure*. GeoProcessing 1, pp. 313-397.

Smyrnew, J.M. (1990).- *Trends in geographic information systems technology*. Jour. of Surv. Engineering 116(2), pp. 105-111.

Spanner, M.A., Strahler, A.H. & Estes, J.E. (1983).- *Soil loss prediction in a geographic information system format*. Proc. 17th. Int. Sym. on Remote Sensing of Env., vol. 1. Ann Arbor (Michigan), pp. 81-102.

Stillwell, N.F., Hopkins, H.J. & Appleton, W. (1954).- **Tangiway railway disaster**. Report of the Board of Enquiry, Government Printer, Wellington.

Sucksdorff, Y., Lemmelä, R. & Keisteri, T. (1989).- *The environmental geographic information*

*system in Finland*. Proc. of the Baltimore Sym., pp. 427-434.

Sullivan, J. & Newkirk R.T. (eds.) (1989).- **Simulation in emergency management and technology**. La Jolla (California): Society for Computer Simulation.

Tazieff, H. (1977).- *An exceptional eruption: Mt. Nyiragongo, Jan. 10th., 1977*. Bull. Volcanol. 40 (3), pp. 1-12.

Thorarinsson, S., Steinthorsson, S., Einarsson, Th., Kristmannsottir, H. & Oakarsson, N. (1973).- *The eruption of Heimacy, Iceland*. Nature Lond. 241, pp. 372-375.

Tiedemann, H. (1992).- **Earthquakes and Volcanic eruptions. A Handbook on Risk Assessment**. Zurich: Swiss Re., 951 pp.

Tilling, R.I. (ed.) (1989).- **Volcanic Hazards. Short Course in Geology: volume 1**. American Geophysical Union, 198 pp.

Tilling, R.I., Rubin, M., Sigurdsson, H., Carey, S., Duffield, W. & Rose, W.I. (1984).- *Holocene eruptive activity of El Chichón Volcano, Chiapas, México*. Science 224, pp. 747-749.

Tomblin, J. (1986).- *Canary Islands: Volcanic risk evaluation, monitoring and emergency planning*. Ginebra: UNDRRO.

Tomlín, C.D. (1991).- *Cartographic Modelling*. En: D.J. Maguire, M.F. Goodchild & D.W. Rhind (eds.) **Geographical Information Systems**, vol. 1, pp. 361-374.

Tomlinson, R.F. (1985).- *Geographic Information Systems - the new frontier*. The Operational Geographer 5, pp. 31-36.

Tsuya, H. (1955).- *Geological and petrological studies of Volcano Fuji, 5*. Bull. Earthq. Res. Inst. Tokyo Univ. 33, pp. 341-384.

UNESCO (1972b).- **Report of consultative meeting of experts on the statistical study of natural hazards and their consequences**. Document SC/WS/500, 11 pp.

UNDRRO (1982).- **Natural disasters and vulnerability analysis**. Geneva: Office of the United Nations Disaster Relief Coordinator.

Valentine, G.A. & Crowe, B.M. (1995).- *The interplay between numerical simulation, field studies, and probabilistic modeling in volcanic risk assessment*. Per. Min. 64, pp. 285-287.

Valentine, G.A. & Wohletz, K.H. (1989).- *Environmental hazards of pyroclastic flows determined by numerical models*. Geology 17, pp. 641-644.

van Est, J.V. & de Vroege, F. (1985).- *Spatially oriented information systems for planning and decision making in the Netherlands*. Environ. and Planning B: Planning and Design 12, pp. 251-267.

Vieira, R. & Sevilla, M. (1989).- *Red geodésica de la Caldera de Las Cañadas*. En: V. Araña & J. Coello (eds.) *Los volcanes y la caldera del Parque Nacional del Teide (Tenerife, Islas Canarias)*. ICONA, Serie Técnica nº 7, pp. 423-426.

von Braun, M. (1993).- *The use of GIS in assessing the exposure and remedial alternatives at superfund sites*. En: M.F. Goodchild, B.O. Parks & L.T. Steyaert (eds.) **Environmental Modeling with GIS**. Oxford Univ. Press, pp. 332-338.

Wadge, G. (1988).- *The potential of GIS modeling of gravity flows and slope instabilities*. Int. Jour. of Geographical Inf. Systems 2(2), pp. 143-152.

Wadge, G. & Isaacs, M.C. (1988).- *Mapping the volcanic hazards from Soufriere Hills Volcano, Montserrat, West Indies using an image processor*. Jour. Geol. Soc. London 145, pp. 541-551.

Wadge, G., Wislocki, A.P. & Pearson, E.J. (1993).- *Spatial analysis in GIS for natural hazard assessment*. En: M.F. Goodchild, B.O. Parks & L.T. Steyaert (eds.) **Environmental Modeling with GIS**. Oxford Univ. Press, pp. 339-347.

Wadge, G., Young, P.A.V. & McKendrick I.J. (1994).- *Mapping lava flow hazards using computer simulation*. Jour. of Geophys. Res. 99, nº B1, pp. 489-504.

Walker, G.P.L. (1980).- *The Taupo pumice: product of the most powerful know (Ultraplinian) eruption?*. Jour. Volcanol. Geotherm. Res. 8, pp. 69-94.

Westercamp, (1984).- *Cartographic representation of volcanic hazards. Examples: French West Indies*. En: D.R. Crandell, B. Booth, K. Kusumadinata, D. Shimosuru, G.P.L. Walker & D. Westercamp (eds.) **Source-book for volcanic hazards zonation**. UNESCO, pp. 50-54.

Wickmann, F.E. (1966).- *Repose period patterns of volcanoes, I. Volcanic eruptions regarded as*

*random phenomena*. Ark. Mineral Geol. 4, pp. 291-301.

Wickmann, F.E. (1976).- *Markov models of repose-period patterns of volcanoes*. En: D.F. Merriam (ed.) **Random processes in geology**. Springer, Berlin-Heidelberg-New York, pp. 135-161.

Wiggins, J.C., Hartley, R.P., Higgins, M.J. & Whittaker, R.J. (1986).- *Computing aspects of a large geographic information system for the European Community*. Conf. Proc. of Auto Carto London, vol. 2, pp. 28-43.

Wolfe, E.W. (1992).- *The 1991 eruptions of Mount Pinatubo, Philippines*. Earthquakes and volcanoes 23, pp. 5-37.

Yanagi, T., Okada, H. & Ohta, K. (eds.) (1992).- **Unzen Volcano, the 1990-1992 eruption**. The Nishinippon and Kyushu Univ. Press, 137 pp.

Yokohama, I. (1957).- *Energetics in active volcanoes, 2nd paper*. Bull. Earthq. Res. Inst. Tokyo Univ. 35, pp. 75-97.



## GLOSARIO

**Algoritmo:** Conjunto de procedimientos definidos para la solución de un problema en un número limitado de pasos. Los algoritmos se implementan en un ordenador utilizando una secuencia programada de instrucciones.

**Aplicación:** Tarea llevada a cabo por un sistema informático.

**American Standard Code for Information Exchange (ASCII):** código estándar ampliamente utilizado para intercambiar datos alfanuméricos en aplicaciones informáticas.

**Atributo:** Información no gráfica asociada a un elemento puntual, lineal o areal representado en un GIS. Un atributo es una propiedad de una *entidad*, generalmente utilizada para hacer referencia a cualidades no espaciales de una entidad espacial. Por ejemplo, un código descriptivo que indique lo que representa la entidad o cómo debería ser interpretada.

**Base de datos:** Colección estructurada de información. La base de datos de un GIS incluye datos sobre la posición y los atributos de los elementos geográficos. Este término se utiliza también para designar bancos de datos y bases de datos comerciales.

**Batch:** serie de tareas que se ejecutan de forma sucesiva en un ordenador, sin la intervención humana.

**Celda:** elemento básico de información en el almacenamiento de entidades espaciales en modo ráster.

**Corrección Geométrica:** Conjunto de transformaciones realizadas sobre la imagen digital para eliminar los errores introducidos en la recogida de datos por el sensor.

**Datos espaciales:** Tipo de datos cuya naturaleza les asocia de forma inherente a una localización en el espacio. Se pueden representar como puntos, líneas o superficies. Utilizado en ocasiones como sinónimo de datos geométricos.

**Datum:** (1) cualquier cantidad numérica o geométrica o grupo de tales cantidades que pueden servir de referencia o base para medir otras cantidades. (2) Dirección, nivel o posición a partir de la que se miden convencionalmente los ángulos, profundidades, velocidades o distancias.

**Diseño:** Especificación lógica de las funciones que debe cumplir cada una de las partes de un sistema.

**Elemento:** unidad de información geográfica fundamental como un punto, línea, área o píxel. También se puede conocer como *entidad*.

**Entidad (geográfica):** Cosa (en nuestro caso objeto del medio físico o socioeconómico) de la cual se almacenan datos en un banco o base de datos. Por ej. usos del suelo, población, etc.

**Estructura de datos:** Organización lógica definida para los datos según se van a utilizar en un sistema para su gestión; representación de un modelo de datos en forma digital. También denominada *modelo lógico de datos*. En nuestro caso, equivale también al término *modelo cartográfico*.

**Falso color (composición):** Imagen obtenida por combinación de los valores en rojo, verde y azul asociados con cada píxel de una imagen digital, para las bandas espectrales seleccionadas.

**Filtro:** En el caso de ficheros en modo ráster, operación matemática que permite realzar o atenuar las variaciones que en ellos aparecen.

**GIS:** véase *Sistema de Información Geográfica*.

**Imagen:** Representación de una escena captada por teledetección espacial. Este término se restringe a aquella representación de los datos no obtenida por medios fotográficos.

**Imagen digital:** Representación de un objeto real mediante una matriz numérica bidimensional en la que cada elemento de la matriz corresponde a una parte del área del objeto representado.

**Información geográfica:** Información que se puede obtener de un elemento situado en la superficie de la Tierra, particularmente de fenómenos naturales, culturales o de recursos humanos. Caso especial de información espacial.

**Interactivo:** Sistema GIS en el que el operador puede iniciar o modificar la ejecución del programa y recibir información sobre el progreso del trabajo.

**Interfase:** Nexos que permiten conectar los subsistemas que componen un sistema o la comunicación de éste con los usuarios o los periféricos.

**Interpolación:** Estimación del valor que adquiere un atributo determinado en un punto en el que no disponemos de éste, calculado a partir de medidas que se hacen en puntos situados en su proximidad.

**Landsat:** Serie de satélites construidos por la NASA para estudiar los recursos naturales de la Tierra.

**Media móvil ponderada (algoritmo):** Valor calculado para un punto a partir de la media de los valores que adquieren los puntos que lo rodean, teniendo en cuenta como factor de peso su distancia o importancia.

**Menú:** Programa que se utiliza para informar al usuario de las opciones que tiene en una tarea determinada y solicitar instrucciones al respecto.

**Modelización:** (1) Representación de los atributos de la superficie de la Tierra en una base de datos digital; (2) Estudio de determinados procesos utilizando algoritmos matemáticos que se escriben en programas de ordenador.

**Modelo de datos:** Abstracción del mundo real que incorpora sólo aquellas propiedades consideradas como relevantes para la aplicación o aplicaciones a las que se destina. El modelo de datos define normalmente grupos de entidades específicos, sus propiedades y la relación que existen entre las entidades. Un modelo de datos es independiente del software en el que se implemente y las estructuras de datos que lo caractericen. También se utiliza el término *modelo conceptual de datos*.

**Modelo digital de elevación (DEM):** Modelo cuantitativo de la superficie terrestre en formato digital. También se llama Modelo Digital de Terreno: representación digital de una superficie.

**Modo ráster:** Malla regular de celdas que cubren un área.

**Modo véctor:** Codificación de datos de tipo lineal y superficial como unidades que expresan magnitud, dirección y conectividad.

**Módulo:** Pieza separada e independiente de hardware o software que se puede conectar a otras para formar un sistema. También se puede denominar subsistema.

**Parámetro:** Característica medible de los objetos o que se puede obtener a partir de una combinación de medidas.

**Picture element:** Par en el que el primer miembro indica una celda de una imagen digital y el segundo indica el valor digital que se le ha asignado.

**Píxel:** Contracción del término inglés *picture element*.

**Procedimiento de cálculo automático:** Utilización de cualquier tipo de automatización en el proceso de datos.

**Proceso de datos:** Aplicación de procedimientos mecánicos, eléctricos o digitales para transformar datos.

**Resolución espacial:** Dimensión más pequeña de los elementos objeto de estudio que puede ser discriminada u observada.

**Sensor (en teledetección):** Instrumento que capta la energía del espectro electromagnético y lo convierte a un formato adecuado para realizar análisis. Los pasivos utilizan la energía procedente de los objetos situados en la superficie de la Tierra. Los activos actúan como fuente de energía.

**Simulación:** Utilización de un modelo matemático para estudiar el resultado de uno o varios procesos.

**Sistema:** Conjunto organizado de cosas relacionadas o conectadas de tal forma que forman una unidad. Las partes que lo componen están clasificados u organizados de forma regular y ordenada que demuestra el plan lógico que las liga.

**Sistema de Información Geográfica:** Conjunto de herramientas destinado a la captura, almacenamiento, comprobación, integración, transformación, análisis y representación de datos que están espacialmente referenciados.

**Teledetección:** Capacidad de obtener información de un objeto sin mantener contacto físico con él. Se restringe a aquellas técnicas que utilizan la radiación electromagnética irradiada o emitida por los objetos.

**Thematic Mapper (TM):** Sensor de barrido multiespectral que incorporan los satélites Landsat 4 y 5. Capta información en 7 bandas espectrales.

**UTM:** Sistema de referencia Universal Transverse Mercator. Se trata de un sistema ortogonal que divide los meridianos de la Tierra, entre los 84° de latitud Norte y los 80° de latitud Sur, en una serie de husos, cada uno de 6° de amplitud. Cada huso se subdivide a su vez en áreas cuadradas de la misma forma y tamaño. Las coordenadas UTM se dan en metros.



**Anexo A. Características Generales de ILWIS**

## A. CARACTERISTICAS GENERALES DE ILWIS

A finales de 1985, ITC (*International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences*) consiguió fondos del gobierno holandés para extender sus actividades de investigación a países en vías de desarrollo. En lugar de diseminarlos en varios proyectos pequeños, ITC decidió concentrar estos fondos en un único proyecto de investigación que proporcionaba un carácter multidisciplinar al estudio y de esta forma resaltaba la aplicabilidad de los resultados. Allard Meijerink dirigió la nueva investigación de ITC hacia la obtención de un Sistema de Información Geográfica para la identificación de usos de suelo y la gestión de recursos.

Durante varios meses este proyecto se conoció con el nombre de "*proyecto Sumatra*". Con el tiempo, el sistema en desarrollo adquirió un nombre propio: **Sistema de Información Integrado para la Tierra y el Agua** (*Integrated Land and Water Information System*). En el proceso de diseño y construcción se decidió que ILWIS debería ser capaz de:

- utilizar datos procedentes de mapas digitalizados (*datos vectoriales*)
- utilizar datos procedentes de sensores remotos (*datos raster*)
- incorporar o proporcionar la forma de conexión con aplicaciones descritas en publicaciones o disponibles en forma de programas de ordenador
- correr sobre ordenadores personales tipo PC o similar

En términos de gestión, estos requerimientos se tradujeron en la necesidad de incorporar:

- un sistema gestor de bases de datos flexible, capaz de manejar datos de tipo alfanumérico, el cual se seleccionó de entre los sistemas comerciales existentes.
- una base de datos vectorial y otra ráster que debían mantenerse independientes.

Para satisfacer estos requerimientos se diseñó y desarrolló un sistema que integra un variado número de herramientas para ejecutar procesos de tratamiento de imagen, análisis espacial, gestión de bases de datos y otros elementos comunes en casi todos los paquetes GIS.

### A.1. Componentes del software.

ILWIS se compone de los cinco módulos básicos de los que se consta cualquier paquete estándar de GIS (véase cap. III): módulo de entrada, almacenamiento, salida y transformación de datos y módulo de interacción con el usuario.

### **A.1.1. *Entrada de datos.***

ILWIS incorpora un programa de conversión que permite importar y exportar datos digitales de tipo espacial o alfanumérico en varios formatos. Los datos analógicos se pueden incorporar al sistema utilizando un programa de digitalización específico, en el que la característica más destacada es la posibilidad de digitalizar sobre pantalla utilizando cualquier fichero ráster como imagen base.

### **A.1.2. *Almacenamiento y gestión de datos.***

La eficiencia en el almacenamiento y gestión de los datos se consigue mediante la utilización de unos formatos específicos que son interconvertibles entre sí, de tal forma que resulta posible combinar y operar sobre datos de distinto tipo.

### **A.1.3. *Salida de datos.***

ILWIS proporciona la posibilidad de generar salidas en varios formatos:

- por pantalla, especialmente para la visualización de los resultados de operaciones de cálculo o la preparación de otro tipo de salidas.
- en *hardcopy*, como impresiones en papel, película fotográfica, transparencias, etc. utilizando para ello periféricos como impresoras o plotters.
- en *softcopy*, como archivos almacenados en disco o diskette, cintas magnéticas o cualquier otro medio digital de almacenamiento útil para el intercambio de datos.

### **A.1.4. *Análisis y transformación de datos.***

De todos los módulos, es éste el que proporciona a ILWIS la calificación de paquete analítico. La herramienta más potente que incluye es la dedicada a realizar operaciones de análisis espacial, con la que se pueden ejecutar procedimientos complejos de modelización en los que participen bases de datos tabulares y espaciales.

### **A.1.5. *Interacción con el usuario.***

Para el diseño de ILWIS se tuvo en cuenta que no todos los usuarios tienen un conocimiento profundo sobre el manejo de ordenadores. Por ello, todas las operaciones se llevan a cabo haciendo uso de menús de fácil interpretación (*user-friendly*), lo que permite a los usuarios concentrarse en la aplicación que desean desarrollar sin necesidad de tener un profundo conocimiento del mismo.

## A.2. Representación de datos en ILWIS.

ILWIS almacena los datos geográficos en forma de mapas y los atributos asociados a éstos como tablas. En función del tipo de entidad espacial que representan y de la estructura que se utilice para almacenarla (modo vectorial o ráster), ILWIS distingue entre los siguientes tipos de mapas:

- mapas de puntos
- mapas de segmentos
- mapas de polígonos
- mapas ráster

Para localizar estos elementos en el espacio, se utiliza una proyección y un sistema de coordenadas que en ILWIS, por defecto, es de tipo métrico (p.e. coordenadas UTM). Para mapas ráster y tablas se puede usar también una notación en latitud/longitud, lo que no es posible para datos vectoriales.

### A.2.1. Mapas de Puntos.

Son mapas de tipo vectorial que contienen puntos que pueden hacer referencia a:

- características cualitativas distintivas de los elementos que forman el mapa, como por ej. los nombres de estaciones meteorológicas.
- clases a las que pertenecen los elementos que forman el mapa, como por ej. el tipo de estación meteorológica representada en el mapa.
- valores cuantitativos, como medidas de la profundidad de un horizonte del suelo, etc..

Los datos puntuales (como sondeos, estaciones meteorológicas, etc.) se describen utilizando:

- un par de coordenadas (x,y)
- un identificador (opcional)
- uno o más atributos (opcional)

Esta información se almacena en una tabla ASCII (con extensión .PNT) en la que al menos deben estar representadas las columnas X! e Y! (las cuales identifican las coordenadas en las que se sitúa el punto). El resto de columnas de la tabla pueden corresponderse con los identificadores o atributos.

Existe una diversidad de operaciones que se pueden realizar sobre mapas de puntos como, por ejemplo, análisis de continuidad (correlación espacial), de distribución (patrones espaciales), interpolaciones por diversos métodos (medias móviles, krigging, gridding...), etc.

Además, los puntos se utilizan también en algunos procedimientos de ILWIS, como en la georreferenciación de imágenes de satélite, la asignación de nombres a polígonos o la creación de anotaciones para las leyendas de mapas.

### *A.2.2. Mapas de Segmentos.*

Los mapas de segmentos son mapas vectoriales que se utilizan para representar elementos de tipo lineal como ríos, carreteras o isolíneas. La información que contienen puede hacer referencia a:

- rasgos lineales individuales, en los que cada segmento se identifica utilizando un código único (por ej. los códigos que identifican a cada carretera en un mapa).
- rasgos lineales de grupo, cuando identifican elementos pertenecientes a una misma clase (p.e. la categoría a la que pertenecen las carreteras).
- rasgos lineales que representan valores cuantitativos, como por ej. las curvas de nivel en un mapa topográfico.

Un segmento es una lista de coordenadas con un código de identificación. Los mapas de segmentos se componen en ILWIS de dos archivos binarios (.SEG y .CRD) y un fichero ASCII (.SLG).

En el fichero .SEG se almacenan el código, puntos inicial y final y número de puntos intermedios de que se compone cada segmento. El fichero .CRD contiene todos los puntos intermedios de cada segmento. El fichero .SLG contiene la información que establece el nexo de unión con el mapa de polígonos (si existe) creado a partir del mapa de segmentos.

Además de las operaciones típicas de creación, despliegue por pantalla y edición de los mapas de segmentos, existe otra serie de operaciones que es posible ejecutar para extraer información de los mismos, como cálculos direccionales, análisis de densidad, transformación a otros sistemas de coordenadas, extracción de códigos, etc.

### *A.2.3. Mapas de polígonos.*

Un polígono es una serie de segmentos ligados que delimitan un área. Las provincias, formaciones geológicas y otras unidades cartográficas se pueden almacenar como polígonos. Al igual que para los mapas de segmentos, los polígonos pueden hacer referencia a tres tipos de elementos:

- elementos areales individuales, como por ejemplo parcelas en un plano catastral.
- clases de elementos areales, como por ejemplo usos del suelo.
- elementos areales cuantitativos, como por ej. la conductividad hidráulica de un acuífero.

Los mapas de polígonos se construyen a partir de las coordenadas x,y de los puntos que forman los segmentos que definen los límites del área de cada uno de ellos. Para definir los polígonos es necesario, además de identificar los segmentos que marcan los límites, definir su topología (expresión de las relaciones existentes entre los elementos geográficos representados en el mapa).

Los polígonos se almacenan utilizando dos ficheros binarios de extensiones .POL y .TOP y un fichero ASCII .PLG. El fichero .POL contiene, para cada polígono, su nombre, color, segmento de inicio y número de segmentos. El fichero .TOP contiene la topología de cada polígono y las interrelaciones entre ellos. El fichero .PLG contiene la relación con el mapa de segmentos.

La mayor parte de las herramientas de análisis espacial de ILWIS se han diseñado para ejecutar operaciones sobre mapas ráster, por lo que los mapas de polígonos se utilizan principalmente como paso intermedio para la elaboración de este tipo de mapas.

#### A.2.4. Mapas Ráster.

Un mapa ráster se compone de dos archivos binarios: .MPD y .MPI. El fichero .MPD almacena de forma secuencial (línea a línea) el valor de cada píxel que compone el mapa. El fichero .MPI contiene información sobre el tamaño del mapa y, en el caso de que esté georreferenciado, sobre el sistema de coordenadas que utiliza y el tamaño del píxel (en metros).

Es posible almacenar como mapas ráster imágenes de satélite, modelos digitales de terreno, polígonos o segmentos rasterizados, etc.. En ILWIS se distinguen tres tipos de mapas ráster: bit, byte y entero, dependiendo del rango en el que estén comprendidos los valores que adoptan los píxeles.

En los mapas bit los píxeles adoptan un valor de 0 (Falso) ó 1 (Verdadero) y cada píxel se almacena utilizando 1 bit. En los byte, los valores de los píxeles se sitúan entre 0 y 255 y un píxel ocupa un byte (ocho bits). Por último, en los mapas enteros los valores de los píxeles están comprendidos entre -32767 y 32767 y cada píxel se almacena utilizando dos bytes (16 bits).

Para los mapas enteros, ILWIS permite utilizar un *factor de escala* para indicar la precisión de los valores representados en el mapa. Así, un factor de escala de 0 indica que los valores del mapa están comprendidos dentro del rango predeterminado por ILWIS , mientras un factor de 1 utiliza un rango de -327670 a 327670 y un factor de -2 representa los valores en el intervalo de -327.67 a 327.67.

Existe un rango muy amplio de operaciones que resulta posible llevar a cabo sobre los mapas ráster, desde las operaciones clásicas de tratamiento digital de imagen (realce, creación de composiciones en color, clasificación supervisada...) a operaciones de análisis espacial, cálculo de distancias, etc.

### **A.2.5. Datos alfanuméricos.**

Los datos de tipo alfanumérico o atributos asociados a los datos espaciales se representan en ILWIS haciendo uso de tablas.

Las tablas en ILWIS se almacenan en ficheros ASCII con una cabecera que indica el nombre de cada columna y una línea para cada registro de la tabla. Los atributos de polígonos, puntos, tablas de color, histogramas, etc. se almacenan de esta forma. La extensión de una tabla por defecto es .TBL.

### **A.3. Operaciones disponibles en la versión 1.41.**

A continuación se presenta una descripción de las operaciones más significativas que es posible ejecutar en la versión 1.41 de ILWIS, que ha sido la utilizada para el desarrollo de este estudio.

#### **A.3.1. Operaciones de intercambio de datos digitales (entrada/salida).**

Permite al usuario intercambiar información geográfica (en modo vectorial o ráster) y datos de tipo atributo con sistemas que utilizan formatos de almacenamiento diferentes al de ILWIS.

Los formatos de ficheros vectoriales entre los que es posible intercambiar datos son, entre otros, *Intergraph-SIF*, *AutoCAD-DXF*, *Arc/Info*, *HPGL* y *Erdas-DIG*. En cuanto a los formatos ráster, ILWIS incluye conversiones de/hacia *TIFF*, *Erdas-LAN*, *Erdas-GIS*, *Windows bitmap*, *LIP-file*, *GIF*, *PCX*, *Arc/Info-NAS*, *ASCII* y otros. Por último, también es posible convertir datos de tipo tabular de/hacia formatos *dBase-DBF*, *Delimited*, *Lotus-DIF* y *dBase-SDF*.

#### **A.3.2. Operaciones con mapas vectoriales.**

El módulo de manejo de datos vectoriales presenta una serie de opciones comunes que permiten al usuario crear, visualizar por pantalla, editar (cambio de códigos, color...), actualizar y rasterizar cualquiera de los tipos de mapas vectoriales (puntos, segmentos y polígonos). También existe la opción de transformación de cualquiera de estos mapas a modo ráster. Además de este tipo de operaciones comunes, ILWIS proporciona algunas específicas para cada tipo de mapa, de las que más destacadas son las siguientes:

##### **A) Mapas de puntos.**

Las operaciones principales que se pueden ejecutar sobre mapas de puntos son las siguientes:

- Análisis de patrones espaciales.
- Análisis de correlación espacial.
- Conversión de una proyección y sistema de coordenadas a otros.

#### B) Mapas de segmentos.

Las operaciones principales que se pueden ejecutar sobre mapas de segmentos son las siguientes:

- Análisis del orden de ríos.
- Cálculo de la densidad de segmentos (en metros x m<sup>2</sup>) y del número de segmentos por unidad de superficie.
- Copia selectiva de códigos de mapas a un nuevo archivo, unión de dos o más mapas vectoriales y eliminación de información redundante.
- Edición automática de segmentos duplicados.
- Conversión de segmentos de una proyección y sistema de coordenadas a otros.
- Transformación de coordenadas de mapas por traslación, rotación o combinación de ambas.
- Creación de mapas de polígonos a partir de mapas de segmentos.

#### C) Mapas de polígonos

Como ya hemos visto previamente, los mapas de polígonos se utilizan principalmente como paso intermedio para el tratamiento de información analógica en formato ráster. Por ello, el tipo de operaciones que se pueden ejecutar sobre éstos son principalmente de edición y extracción de información (identificación de límites de polígonos, de polígonos adyacentes, etc.).

#### A.3.3. Operaciones con mapas ráster.

El módulo de manejo de mapas ráster permite al usuario procesar, analizar y visualizar la información geográfica almacenada en formato ráster (mapas digitalizados y rasterizados y datos de satélite). El módulo ráster también permite al usuario georreferenciar ficheros ráster y ligarlos con datos relativos a atributos que están almacenados en la base de datos interna de ILWIS. Además de las operaciones de edición de sus propiedades, visualización, asignación de paletas de color y otras comunes a otros sistemas, las principales herramientas de tratamiento de información que incorpora son las siguientes:

- Recuperación de la información de píxeles individuales de uno o más mapas ráster y de polígonos y tablas ligados a estos mapas.
- Despliegue de mapas en perspectiva 3D con el apoyo de modelos de elevación digital.

- Creación de pares estereoscópicos.
- Ejecución de análisis espaciales sobre varios mapas ráster para superposición de mapas y algunas otras funciones de análisis espacial.
- Cruce de mapas ráster.
- Paso de diversos tipo de filtros para extraer información o mejorar espacialmente la calidad de los mapas.
- Cálculo de distancias y creación de mapas de Thiessen para objetos definidos por el usuario, con la posibilidad de tener en cuenta factores de resistividad.
- Interpolación entre puntos o isofleas.
- Remuestreo de mapas.
- Georreferenciación y unión de mapas.
- Capacidades estándar de tratamiento de imagen de satélite (realce, clasificación...).

#### **A.3.4. Operaciones con tablas.**

Este módulo se utiliza para el manejo de datos de atributos, e.d. la información no espacial utilizada en un Sistema de Información Geográfica. El módulo permite al usuario crear filtros y ejecutar operaciones estándar de bases de datos.

#### **A.3.5. Operaciones de salida de datos.**

El módulo de salida de datos proporciona la posibilidad de plotear o imprimir mapas, gráficos y tablas. Es posible crear leyendas u otro tipo de anotaciones sobre mapas, tramados para la impresión de mapas en blanco y negro.

## **Anexo B. Bases de Datos de Atributos**

## B. BASES DE DATOS DE ATRIBUTOS

Tabla B1. Características de los eventos eruptivos de las series III y IV.

Nombre	Centros	Clasif. Petrológica	Historia evolutiva	Material
<b>Serie IV</b>				
Chinyero	2	Basaltos Px-Plag	Monogenético-Dorsal	dpa < col
Chahorra	2	Basaltos Plag-Anf	Monogenético-T-PV	dpa < col
Garachico	1	Basaltos Px-Ol + traquib. Px	Monogenético-Dorsal	dpa < col
Arafo	2	Basaltos Px-Ol	Monogenético-Dorsal	dpa < col
Fasnia	7	Basaltos Px-Ol	Monogenético-Dorsal	dpa < col
Siete Fuentes	3	Basaltos Px-Ol	Monogenético-Dorsal	dpa ~ col
Mña. Grande	2	Basaltos Ol-Aug	Monogenético-Dorsal	dpa < col
Media Montaña	2	Basaltos Ol-Aug	Monogenético-Dorsal	dpa < col
Taoro	3	Basaltos Plag-Anf	Monogenético-Dorsal	dpa < col
Cono 3 Teide	1	Traquitas	Poligenético-T-PV	dpa < col
Fisura de los Infantes	10	Basaltos	Monogenético-Dorsal	dpa < col
Mña. de Las Arenas	1	Basaltos + traquib.	Monogenético-Dorsal	dpa < col
Mña. Reventada	3	Traquitas máficas	Monogenético-T-PV	dpa < col
Mña. Corrales	3	Traquibasaltos	Monogenético-T-PV	dpa < col
El Portillo	3	Traquibasaltos	Monogenético-T-PV	dpa < col
E. Mña Reventada	4	Traquitas	Monogenético-T-PV	coladas
Pico Cabras	1	Traquitas	Monogenético-T-PV	coladas
Mña. Abejera	3	Traquitas	Monogenético-T-PV	dpa < col
Mña. de las Lajas	6	Traquitas	Monogenético-T-PV	dpa < col
Roques Blancos	2	Traquitas Bi-Px	Monogenético-T-PV	dpa < col
Mancha Ruana - Los Gemelos	4	Traquitas Bi-Px	Monogenético-T-PV	dpa < col
Mña. Blanca-Mña. Rajada	10	Traquitas	Monogenético-T-PV	dpa < col
SW Fortaleza ¿Arenas Blancas?	2	Traquibasaltos	Monogenético-T-PV	coladas
El Sanatorio-Mña. de la Cruz	1	Traquitas	Monogenético-T-PV	dpa < col
Mña. Majúa	3	Traquitas	Monogenético-T-PV	dpa < col
Mña. Mostaza	1	Basaltos Ol-Aug	Monogenético-T-PV	dpa < col
Arenas Negras-Mña. Colorada	9	Basaltos Ol-Aug	Monogenético-T-PV	dpa < col
Conos ladera S. Pico Viejo	2	Traquibasaltos	Monogenético-T-PV	dpa < col

Nombre	Centros	Clasif. Petroológica	Historia evolutiva	Material
Grupo Chío (+escorias P.V)	31	Basaltos Au-Ol + traquib.	Mon. Dorsal+T-PV	dpa < col
Lavas fase 2 Pico Viejo	3	Traquitas-fonolitas máficas	Poligenético-T-PV	coladas
Grupo Liferfe	8	Traquibasaltos	Monogenético-Dorsal	dpa < col
Mña. Negra-Los Tomillos	4	Basaltos+traquib.	Monogenético-T-PV	dpa < col
Conos 1 y 2 Teide	1	Traquitas+traquib.	Poligenético-T-PV	dpa < col
Lavas fase 1 Pico Viejo	2	Traquibasaltos+Plag	Poligenético-T-PV	dpa < col
Volcán de Teno	1	Basaltos Ol-Aug	Monogenético-Dorsal	dpa ~ col
Grupo S. Lorenzo	12	Basaltos Ol-Aug + Plag.	Monogenético-Dorsal	dpa < col

## Serie III

La Cabezada	1	Traquibasaltos	Monogenético-T-PV	dpa < col
Grupo Orotava	145	Basaltos Ol-Aug + traquib.	Monogenético-Dorsal	dpa < col
Volcán de Taco	1	Fonolitas máficas a tefritas	Monogenético-Dorsal	dpa < col
Grupo Santiago del Teide	36	Basaltos Aug-Ol+traquib.	Monogenético-Dorsal	dpa < col
Mñas. Vallado y Sahorra	2	Basaltos Ol-Aug	Monogenético-Dorsal	dpa < col
Cerrillal W	4	Basaltos Ol-Aug	Monogenético-T-PV	dpa < col
Mña. Guamasa-Mña. Roja	2	Basaltos Ol-Aug	Monogenético-T-PV	dpa < col
Traquib. y fonolitas máficas	5	Idem.	Monogenético-Dorsal	dpa < col
Grupo Ucanca	103	Basaltos + traquibasaltos	Monogenético-Dorsal	dpa < col
Mña. Amarilla o Pelada	1	Basaltos Plag	Monogenético-Dorsal	dpa
Mña. Guaza	2	Traquitas	Monogenético-Dorsal	dpa < col
Caldera del Rey	2	Traquitas-fonolitas	Monogenético-Dorsal	dpa

## Observaciones:

- (1) En la columna historia evolutiva se ha incluido también el grado de relación que presentan los depósitos de cada evento representado con el complejo Teide-Pico Viejo (T-PV).
- (2) *dpa* es equivalente de depósitos de proyección aérea, sin hacer alusión directa al fenómeno del que proceden, mientras que *col* equivale a coladas.
- (4) la relación *dpa < col* indica que la cantidad de materiales lávicos ha sido superior (en ocasiones en proporciones muy importantes) que la emisión de materiales de proyección aérea, mientras que la relación *dpa ~ col* indica que no existe una gran diferencia entre ambos tipos de depósito. Ambas relaciones han sido establecidas teniendo en cuenta los depósitos que actualmente se observan, por lo que puede haber casos en que la asignación tenga un margen de error elevado.

Tabla B2. Resultados del análisis del número de vecinos reflexivos para una distribución de puntos regular.

Orden	Valor observado	Valor esperado en situación de aleatoriedad absoluta
1	288	209.45
2	138	110.91
3	122	81.92
4	136	67.91
5	118	59.31
6	104	53.31

Tabla B3. Resultados del análisis de la distancia media al vecino más próximo para una distribución de puntos regular.

Orden	Valor observado	Valor esperado en situación de aleatoriedad absoluta
1	4171.17	2072.75
2	4433.80	3109.13
3	4466.33	3886.41
4	4727.86	4533.94
5	6168.73	5105.04
6	6589.22	5610.94

Tabla B4. Resultados del análisis del número de vecinos reflexivos para una distribución de puntos aleatoria.

Orden	Valor observado	Valor esperado en situación de aleatoriedad absoluta
1	288	285.27
2	156	151.06
3	112	111.58
4	96	92.49
5	84	80.78
6	72	72.61

Tabla B5. Resultados del análisis de la distancia media al vecino más próximo para una distribución de puntos aleatoria.

Orden	Valor observado	Valor esperado en situación de aleatoriedad absoluta
1	931.09	926.98
2	1447.99	1390.48
3	1840.68	1738.10
4	2172.55	2027.69
5	2452.93	2281.31
6	2687.02	2509.35

Tabla B6. Estadísticas de población de los núcleos urbanos de Tenerife.

Código	Nombre	Nº Viviendas	Ocupantes	Superficie (m <sup>2</sup> )
13566	ALMACIGA	140	3,29	7500
13567	AZANOS	0	0,00	15000
13568	BANQUITOS (LOS)	0	0,00	17500
13569	BARRANCO GRANDE	1484	3,87	37500
13570	BARRIADA GRAL GARCIA	441	3,49	30000
13571	BARRIO BUENOS AIRES	113	3,49	20000
13572	BARRIO DE CHAMBERI	169	3,49	12500
13573	BARRIO DE LA ALEGRIA	1695	3,49	160000
13574	BENIJO	0	0,00	15000
13575	BUFADERO	0	0,00	72500
13576	CAMPITOS (LOS)	302	3,82	10000
13577	CASAS DE ABAJO	0	0,00	12500
13578	CASAS DE AFUR (LAS)	70	3,36	47500
13579	CASAS DE LA CUMBRE	61	4,26	125000
13580	CATALANES	0	0,00	5000
13581	CUEVA BERMEJA	128	3,66	32500
13582	CUMBRILLA (LA)	25	2,08	47500
13583	CHAMORGA	32	3,36	37500
13584	DELICIAS (LAS)	0	0,00	7500
13585	DRAGUILLO (EL)	19	2,00	50000

Código	Nombre	Nº Viviendas	Ocupantes	Superficie (m <sup>2</sup> )
13586	HOYA FRIA	0	0,00	12500
13587	IGUESTE DE S. ANDRES	377	3,84	20000
13588	LOMITO DEL LLANO	0	0,00	20000
13589	LOMO BERMEJO	0	0,00	77500
13590	LOMO DE LA CRUZ	0	0,00	32500
13591	LOMO DE LAS BODEGAS	68	2,56	65000
13592	MARIA JIMENEZ	459	3,75	32500
13593	NARANJOS (LOS)	0	0,00	25000
13594	PALMAS (LAS)	0	0,00	27500
13595	ROQUE DE LAS BODEGAS	0	0,00	175000
13596	ROQUE NEGRO	92	3,22	187500
13597	SAN ANDRES	982	3,75	57500
13598	JUAN	0	0,00	5000
13599	STA CRUZ DE TENERIFE	54084	3,49	4822500
13600	SANTA MARIA DEL MAR	455	3,89	12500
13601	SOBRADILLO (EL)	778	4,00	242500
13602	TABLERO (EL)	493	4,06	147500
13603	TABORNO	60	3,08	77500
13604	TAGANANA	426	3,20	115000
13605	VALLE BROSQUE	0	0,00	55000
13606	VALLE CRISPIN	0	0,00	37500
13607	VALLE GRANDE	0	0,00	10000
13608	VALLE SECO	827	3,67	50000
13609	ADEJE	1485	3,64	245000
13610	ARMEÑIME	465	4,15	47500
13611	CALDERA (LA)	36	3,67	70000
13612	CALETA (LA)	398	3,56	130000
13613	FAÑABE	246	4,01	67500
13614	IFONCHE	19	3,88	127500
13615	MENORES (LOS)	0	0,00	92500
13616	PUERTITO (EL)	20	4,31	87500
13617	RICASA	48	5,00	72500
13618	TAUCHO	108	2,97	170000
13619	TIJOCO ALTO	0	0,00	85000
13620	TIJOCO BAJO	346	4,26	320000
13634	ARAFO	1241	3,55	1047500

Código	Nombre	Nº Viviendas	Ocupantes	Superficie (m <sup>2</sup> )
13635	MEDIO CAMINO	0	0,00	5000
13636	HIDALGA (LA)	159	3,42	95000
13637	ARICO EL NUEVO	70	3,50	75000
13638	ARICO/LOMO DE ARICO	305	3,33	512500
13639	ARICO VIEJO	383	3,39	60000
13640	BUENO (EL)	0	0,00	30000
13641	CISNERA (LA)	203	3,88	127500
13642	COLMENEROS (LOS)	0	0,00	62500
13643	CHAJAÑA	0	0,00	137500
13644	DEGOLLADA (LA)	0	0,00	25000
13645	FLORIDA (LA)	0	0,00	80000
13646	FUENTE NUEVA (LA)	0	0,00	60000
13647	GAVILANES (LOS)	70	3,33	7500
13648	ICOR	179	3,22	27500
13649	LOMO OLIVA	0	0,00	7500
13650	MADRE DEL AGUA	0	0,00	75000
13651	PORIS DE ABONA	1867	2,71	90000
13652	RIO (EL)	256	4,22	42500
13653	SABINITA (LA)	0	0,00	162500
13654	SAN MIGUEL DE TAJAO	132	2,77	47500
13655	ARONA	537	3,82	670000
13656	BUZANADA	448	3,75	187500
13657	CABO BLANCO	841	4,12	242500
13658	CAMELLA (LA)	422	3,81	55000
13659	CRISTIANOS (LOS)	8361	3,05	137500
13660	CHAYOFA	304	2,58	37500
13661	CHO	0	0,00	95000
13662	GALLETAS (LAS)	2286	3,44	35000
13663	SABINITA (LA)	0	0,00	75000
13664	COSTA DEL SILENCIO	2129	2,91	82500
13665	URB. LA FLORIDA	0	0,00	92500
13666	URB. PALMMAR	228	2,22	47500
13667	U.P.DE LAS AMERICAS	3836	2,87	85000
13668	VALLE DE S. LORENZO	1032	3,81	282500
13695	BUENAVISTA DEL NORTE	1149	4,05	675000
13696	CANTERAS (LAS)	43	3,97	47500

Código	Nombre	Nº Viviendas	Ocupantes	Superficie (m <sup>2</sup> )
13697	CARRIZALES (LOS)	31	2,65	90000
13698	MASCA	70	3,04	212500
13699	PALMAR (EL)	187	4,05	175000
13700	PORTELAS (LAS)	117	4,27	105000
13701	TENO	58	3,26	120000
13702	ARAYA	375	3,58	285000
13703	BARRANCO HONDO	638	3,44	172500
13704	CALETILLAS (LAS)	1093	2,96	20000
13705	CANDELARIA	3065	3,27	355000
13706	CUEVECITAS (LAS)	213	3,58	95000
13707	IGUESTE	563	3,44	227500
13708	MALPAIS	120	3,57	152500
13709	CRUZ DEL ROQUE	44	3,18	5000
13710	FASNIA	619	3,10	987500
13711	SABINA ALTA	62	3,03	220000
13712	SOMBRERA (LA)	58	3,55	267500
13713	ZARZA (LA)	201	3,10	52500
13728	CALETA DE INTERIAN	176	3,80	30000
13729	CRUCES (LAS)	126	4,16	-1,000e+38
13730	GARACHICO	729	4,16	402500
13731	GENOVES	211	4,34	7500
13732	GUINCHO (EL)	109	3,96	22500
13733	MONTAÑETA (LA)	70	3,71	220000
13734	SAN JUAN DEL REPARO	221	4,40	72500
13735	SAN PEDRO DE DAUTE	55	4,34	17500
13748	ABRIGO (LOS)	596	3,46	10000
13749	ARENAS DEL MAR	0	0,00	12500
13750	ATOGO	0	0,00	17500
13751	BLANQUITOS (LOS)	142	3,68	17500
13752	CANTERA (LA)	0	0,00	30000
13753	CASTRO	0	0,00	37500
13754	CRUZ DE TEA	98	4,03	65000
13755	CUERVOS (LOS)	0	0,00	37500
13756	CHARCO DEL PINO	763	3,81	570000
13757	CHIMICHE	355	3,36	200000
13758	DESIERTO (EL)	100	3,33	20000

Código	Nombre	Nº Viviendas	Ocupantes	Superficie (m <sup>2</sup> )
13759	DRAGUITO (EL)	0	0,00	347500
13760	GRANADILLA DE ABONA	1528	3,79	1117500
13761	HIGUERA (LA)	0	0,00	67500
13762	MARETA (LA)	0	0,00	10000
13763	MEDANO (EL)	2167	3,13	50000
13764	PALOMAS (LAS)	0	0,00	30000
13765	SALTO (EL)	284	3,31	60000
13766	SAN ISIDRO	1908	3,74	70000
13767	SOBRE LA FUENTE	0	0,00	7500
13768	VEGAS (LAS)	0	0,00	55000
13769	VELAZQUEZ	0	0,00	7500
13770	VICACARO	0	0,00	17500
13771	COSTA (LA)	0	0,00	5000
13772	GUANCHA (LA)	924	3,92	405000
13773	LLANO DE MENDEZ	12	4,09	10000
13774	SANTA CATALINA	173	3,94	42500
13775	TIERRA DE COSTA	19	4,60	15000
13776	ABAMA	0	0,00	52500
13777	ACOJEJA	0	0,00	50000
13778	ALCALA	1503	3,81	112500
13779	ARIPE	0	0,00	175000
13780	CHIGUERGUE	0	0,00	45000
13781	CHIO	656	3,71	235000
13782	CHIRCHE	0	0,00	140000
13783	FUENTES (LAS)	0	0,00	32500
13784	GUIA DE ISORA	1777	3,90	862500
13785	JARAL (EL)	0	0,00	65000
13786	PLAYA DE SAN JUAN	1223	3,85	125000
13787	TEJINA	0	0,00	305000
13788	VERA DE ERQUE	0	0,00	120000
13789	AGUERCHE	0	0,00	5000
13790	ESCOBONAL (EL)	654	2,57	357500
13791	GÜIMAR	3684	3,65	1357500
13792	LOMO DE MENA	152	2,97	230000
13793	MEDIDA (LA)	145	3,22	52500
13794	PAJARA	57	3,34	255000

Código	Nombre	Nº Viviendas	Ocupantes	Superficie (m <sup>2</sup> )
13795	PUERTO DE GÜIMAR	1282	3,28	115000
13796	SOCORRO (EL)	253	3,11	32500
13797	TABLADO (EL)	198	2,41	12500
13817	AMPARO (EL)	387	3,93	60000
13818	BUEN PASO	640	4,10	70000
13819	CAÑAS (LAS)	214	3,83	12500
13820	CUEVA DEL VIENTO	1050	4,03	155000
13821	ICOD DE LOS VINOS	2412	3,80	925000
13822	MANCHA (LA)	773	4,08	110000
13823	SAN FELIPE	502	3,90	37500
13824	SANTA BARBARA	727	4,08	10000
13825	VEGA (LA)	308	4,70	282500
13826	BAJAMAR	1787	2,90	170000
13827	BALDIOS (LOS)	596	3,83	7500
13828	BATAN DE ABAJO	0	0,00	22500
13829	BATAN DE ARRIBA	0	0,00	10000
13830	CARBONERAS (LAS)	0	0,00	75000
13831	CUESTA (LA)	7280	3,49	32500
13832	CHINAMADA	0	0,00	10000
13833	GUAMASA	1055	0,00	130000
13834	HIGUERITA (LA)	0	0,00	430000
13835	MERCEDES (LAS)	198	3,27	127500
13836	ORTIGAL (EL)	414	3,76	32500
13837	PUNTA DEL HIDALGO	1013	3,53	177500
13838	S.BARTOLOME GENETO	761	3,86	2500
13839	S.CRISTOBAL DE LA LAGUNA	10439	3,64	3167500
13840	SAN DIEGO	0	0,00	5000
13841	SAN MIGUEL DE GENETO	0	0,00	17500
13842	SOLIS	0	0,00	22500
13843	TACO	7023	3,71	120000
13844	TEJINA	1814	3,94	380000
13845	VALLE DE GUERRA	1583	3,81	132500
13846	VALLES (LOS)	738	3,66	5000
13859	MATANZA DE ACENTEJO	1561	4,19	647500
13875	AGUAMANSA	367	4,12	22500
13877	BEBEDERO (EL)	263	4,38	7500

Código	Nombre	Nº Viviendas	Ocupantes	Superficie (m <sup>2</sup> )
13878	BENIJOS	362	4,27	50000
13879	CAMINO DE CHASNA EL	253	4,25	10000
13880	CANDIA (LA)	160	4,07	10000
13881	CAÑADAS DEL TEIDE	10	1,00	30000
13882	DEHESA ALTA (LA)	222	4,12	40000
13883	DEHESA BAJA (LA)	36	3,75	37500
13884	DURAZNO (EL)	99	3,64	7500
13885	FLORIDA (LA)	398	4,33	10000
13886	FRONTONES (LOS)	200	4,06	35000
13887	GOMEZ (LOS)	191	4,01	25000
13888	HACIENDA PERDIDA	358	4,30	30000
13889	LUZ (LA)	234	4,07	30000
13890	MARZAGA (LA)	132	3,67	27500
13891	MONTIJOS	75	3,90	5000
13892	OROTAVA (LA)	5013	3,75	1175000
13893	PERDOMA (LA)	1118	4,12	262500
13894	PINO ALTO	83	3,53	2500
13895	PINOLERIS	162	4,59	25000
13896	RECHAZOS (LOS)	89	3,35	25000
13897	RINCON (EL)	88	3,62	245000
13898	SAN ANTONIO	581	4,63	22500
13899	SAN JERONIMO	5	3,50	5000
13900	SAN MIGUEL	194	3,40	5000
13901	SAUCE (EL)	125	4,40	10000
13909	ARENAS (LAS)	281	3,82	7500
13910	LAS DEHESAS	0	0,00	15000
13911	DURAZNO (EL)	0	0,00	7500
13912	PUERTO DE LA CRUZ	11760	3,37	1317500
13913	PUNTA BRAVA	309	3,37	32500
13914	VERA (LA)	941	3,37	107500
13924	AZADILLA (LA)	68	3,37	5000
13925	BREZAL	65	3,37	10000
13926	CARRERA (LA)	272	3,37	32500
13927	CRUZ SANTA	824	4,06	415000
13928	HOYA DE FARRAIS	0	0,00	15000
13929	HOYA DE PABLO	0	0,00	15000

Código	Nombre	Nº Viviendas	Ocupantes	Superficie (m <sup>2</sup> )
13930	ICOD EL ALTO	962	4,21	120000
13931	LONGUERA (LA)	1630	3,13	7500
13932	LLANADAS (LAS)	176	4,20	20000
13933	MONTAÑETA (LA)	930	4,00	15000
13934	PALO BLANCO	560	4,20	40000
13935	PLACERES (LOS)	0	0,00	30000
13936	PUERTO DE LA RAMBLA	0	0,00	10000
13937	QUINTOS (LOS)	0	0,00	30000
13938	RAMBLA (LA)	0	0,00	5000
13939	REALEJO ALTO	4139	3,74	260000
13940	REALEJO BAJO	152	3,74	7500
13941	SAN AGUSTIN	0	0,00	57500
13942	SAN BENITO	0	0,00	37500
13943	SAN VICENTE	0	0,00	22500
13944	TIGAIGA	0	0,00	22500
13945	TOSCAL (EL)	746	3,13	2500
13946	VIÑATICO (EL)	0	0,00	50000
13947	ZAMORA ALTA	103	4,00	-1,000e+38
13948	ZAMORA BAJA	161	4,00	-1,000e+38
13949	ESPERANZA (LA)	872	3,67	1485000
13950	LOMO PELADO	95	3,89	55000
13951	LLANO DEL MORO	176	3,93	42500
13952	ROSAS (LAS)	287	3,54	342500
13953	SAN ISIDRO	113	3,68	167500
13954	TABAIBA	127	2,83	7500
13974	AGUAS (LAS)	161	3,85	47500
13975	CANARIOS (LOS)	0	0,00	17500
13976	FUENTE DEL BARDO	0	0,00	40000
13977	MEDIANAS DE LA VERA	0	0,00	27500
13978	PORTALINA (LA)	0	0,00	17500
13979	QUEVEDOS (LOS)	0	0,00	7500
13980	RAMBLA (LA)	0	0,00	20000
13981	ROSAS (LAS)	188	4,36	2500
13982	SAN JOSE	365	4,38	5000
13983	S JUAN DE LA RAMBLA	306	3,62	132500
13984	VERA (LA)	313	4,55	10000

Código	Nombre	Nº Viviendas	Ocupantes	Superficie (m <sup>2</sup> )
13985	ALDEA BLANCA	118	3,96	225000
13986	FRONTON (EL)	67	4,09	5000
13987	GUINCHO (EL)	0	0,00	2500
13988	ROQUE (EL)	196	4,05	17500
13989	SAN MIGUEL	553	4,07	527500
13990	TAMAIDE	285	3,80	50000
13991	ZOCAS (LAS)	223	4,24	185000
14024	CANTILLO (EL)	47	3,50	10000
14025	CORUJERA (LA)	702	3,66	55000
14026	CUESTA DE LA VILLA	651	3,40	17500
14027	FARROBILLO	256	3,52	65000
14028	SANTA URSULA	770	3,34	225000
14029	TOSCA DE ANA MARIA	158	3,49	80000
14030	VERA (LA)	376	3,66	75000
14031	URB.ACANT. GIGANTES	1798	2,30	15000
14032	ARGUAYO	187	3,60	152500
14033	CASCAJO (EL)	0	0,00	12500
14034	MALPAIS	0	0,00	10000
14035	MANCHAS (LAS)	57	3,84	50000
14036	MOLLEDO (EL)	26	4,57	27500
14037	PUERTO DE SANTIAGO	2223	3,01	12500
14038	RETAMAR (EL)	21	3,60	50000
14039	SANTIAGO DEL TEIDE	133	3,34	235000
14040	TAMAIMO	521	3,78	27500
14041	VALLE DE ARRIBA	42	4,30	60000
14042	RAVELO	1007	4,05	72500
14043	SAUZAL	1067	3,46	307500
14044	CALETA (LA)	244	4,09	37500
14045	COSTA (LA)	0	0,00	15000
14046	CUEVAS NEGRAS (LAS)	0	0,00	20000
14047	DAUTE	0	0,00	10000
14048	ERJOS	50	3,23	72500
14049	JUNCIA (LA)	0	0,00	22500
14050	LOMO MORIN (EL)	0	0,00	10000
14051	SAN BERNARDO	314	4,17	32500
14052	SAN JOSE	558	3,33	65000

Código	Nombre	Nº Viviendas	Ocupantes	Superficie (m <sup>2</sup> )
14053	SILOS (LOS)(CASCO)	504	3,76	577500
14054	TIERRA DEL TRIGO	119	3,34	62500
14055	ADELANTADO	225	4,01	115000
14056	AGUA GARCIA	811	4,06	112500
14057	BCO. DE LAS LAJAS	462	3,94	310000
14058	CAMPO DE GOLF	149	3,69	17500
14059	CARIDAD (LA)	455	3,77	35000
14060	CASAS ALTAS (LAS)	196	4,18	15000
14061	CIUDAD DEL WAQUE	0	0,00	162500
14062	CUESTA (LA)	0	0,00	12500
14063	GUAYONJE	266	3,87	52500
14064	HUERTA VICHO	0	0,00	72500
14065	JUAN FERNANDEZ	58	3,61	67500
14066	LOMO COLORADO	334	3,73	47500
14067	MESA DEL MAR	607	2,82	25000
14068	MONTAÑETA (LA)	0	0,00	22500
14069	NARANJEROS (LOS)	219	3,51	397500
14070	PRIS (EL)	193	2,90	15000
14071	PUERTO DE LA MADERA	68	3,31	97500
14072	S.JERONIMO PERALES	204	3,51	192500
14073	TACORONTE	1606	3,65	882500
14074	CRUZ GRANDE	0	0,00	102500
14075	ERJOS DEL TANQUE	63	3,88	7500
14076	LLANOS (LOS)	171	4,23	125000
14077	RUIGOMEZ	136	4,40	102500
14078	TANQUE (EL)	583	4,16	17500
14086	CANTERAS (LAS)	141	3,66	25000
14087	GOMERO (EL)	0	0,00	15000
14088	INFIERNO (EL)	0	0,00	22500
14089	LOMO PEDRO ALVAREZ	0	0,00	42500
14090	MOLINA	0	0,00	15000
14092	PADILLA (LA)	0	0,00	72500
14093	PALOMAR (EL)	0	0,00	20000
14094	PEDRO ALVAREZ	418	3,57	130000
14095	PORTEZUELO (EL)	444	3,67	7500
14096	SAN GONZALO	0	0,00	2500

Código	Nombre	Nº Viviendas	Ocupantes	Superficie (m <sup>2</sup> )
14097	SAN LUIS	0	0,00	12500
14098	SOCORRO (EL)	271	3,91	7500
14099	TEGUESTE	1253	3,65	255000
14181	ALTOS Y ARROYOS	425	3,98	20000
14182	BAJOS Y TAGORO	840	3,66	77500
14184	CRUZ DE PERERA (LA)	0	0,00	15000
14185	FUENTE DEL TANQUE	0	0,00	10000
14186	RESBALA (LA)	276	3,84	5000
14187	VERA-CARRIL (LA)	269	4,18	85000
14188	VICTORIA DE ACENTEJO	649	3,55	437500
14189	ESCALONA	256	3,30	442500
14190	JAMA	78	3,17	97500
14191	TREVEJOS	58	3,40	40000
14192	VILAFLOR	402	3,32	720000
14193	RAMONAL	0	0,00	5000
14194	CHAPATAL-VISTA BELLA	0	0,00	30000

Tabla B7. Redes de comunicación viaria de Tenerife.

Código	Identificación	Código	Identificación	Código	Identificación
31100	TF 1	33142	TF 142	33621	TF 621
31500	TF 5	33211	TF 211	33622	TF 622
32820	C 820	33212	TF 212	33623	TF 623
32821	C 821	33213	TF 213	341111	TF 1111
32822	C 822	33214	TF 214	341113	TF 1113
32823	C 823	33221	TF 221	341121	TF 1121
32824	C 824	33222	TF 222	341122	TF 1122
33111	TF 111	33411	TF 411	341123	TF 1123
33112	TF 112	33412	TF 412	341134	TF 1134
33114	TF 114	33413	TF 413	341138	TF 1138
33121	TF 121	33414	TF 414	341141	TF 1141
33122	TF 122	33511	TF 511	341143	TF 1143
33123	TF 123	33611	TF 611	341145	TF 1145
33131	TF 131	33612	TF 612	341213	TF 1213
33132	TF 132	33613	TF 613	341214	TF 1214

Código	Identificación	Código	Identificación	Código	Identificación
33141	TF 141	33614	TF 614	341221	TF 1221
341222	TF 1222	343118	TF 3118	346119	TF 6119
341223	TF 1223	344112	TF 4112	346121	TF 6121
341224	TF 1224	344113	TF 4113	346131	TF 6131
341324	TF 1324	344115	TF 4115	346133	TF 6133
341421	TF 1421	344119	TF 4119	346141	TF 6141
341423	TF 1423	344122	TF 4122	346142	TF 6142
341426	TF 1426	344131	TF 4131	346148	TF 6148
341427	TF 1427	344132	TF 4132	346212	TF 6212
341481	TF 1481	344133	TF 4133	346213	TF 6213
342111	TF 2111	344142	TF 4142	346214	TF 6214
342115	TF 2115	344144	TF 4144	346221	TF 6221
342214	TF 2214	344147	TF 4147	346222	TF 6222
342216	TF 2216	345111	TF 5111	346225	TF 6225
342223	TF 2223	345112	TF 5112	346226	TF 6226
342224	TF 2224	345113	TF 5113	346231	TF 6231
342226	TF 2226	345114	TF 5114	346232	TF 6232
342228	TF 2228	345121	TF 5121	346233	TF 6233
342232	TF 2232	345123	TF 5123	346237	TF 6237
343115	TF 3115	345125	TF 5125	35000	PISTA
343117	TF 3117	346115	TF 6115	36000	SN

Tabla B8. Elementos estratégicos de Tenerife.

**Hospitales**

Arona (2):	226 camas
Garachico (1):	60
Icod (1):	26
La Laguna (2):	694
La Orotaba (1):	112
Pto. de la Cruz (3):	305
Sta. Cruz de Tenerife (11):	2668

**Centros de Salud (sin camas)**

La Guancha
Candelaria
Guía de Isora
Güímar
Los Realejos
Los Silos
Tacoronte
Tejina

## Establecimientos colectivos

Adeje (3)	Armeñime (1)	Caleta (La) (1)	<i>Callao Salvaje</i> (9)
<i>Marazul</i> (1)	Playa de Las Américas (105)	Puertito (El) (1)	Ricasa (4)
Arafo (4)	Arico el Nuevo (1)	Villa de Arico (6)	Arico el Viejo (1)
Cisnera (La) (5)	Gavilanes (Los) (3)	Icor (24)	Poris de Abona (5)
S. Miguel Tajao (1)	Arona (2)	Camella (La) (2)	Cristianos (Los) (39)
Galletas (Las) (2)	Costa del Silencio (7)	Buenavista (2)	Caletillas (Las) (3)
Candelaria (5)	Igüeste (1)	Fasnia (1)	Sabina Alta (3)
Sombrera (La) (1)	Garachico (2)	S. Juan del Reparó (2)	Montañeta (La) (1)
Abrigos (Los) (2)	Blanquitos (Los) (5)	Chimiche (3)	Desierto (El) (2)
Granadilla (5)	Médano (El) (14)	Salto (El) (5)	Alcalá (1)
Guía de Isora (2)	Playa de S. Juan (1)	Barrancos (Los) (1)	Escobonal (El) (1)
Güimar (9)	Lomo de Mena (2)	Medida (La) (3)	Pájara (1)
Puertito Güimar (1)	Socorro (El) (3)	Buen Paso (1)	Icod de los Vinos (3)
<i>Bajamar</i> (6)	Cuesta (La) (14)	<i>Finca España</i> (3)	<i>Geneto</i> (9)
<i>Gracia</i> (3)	Guamasa (1)	<i>Jardina</i> (2)	Mercedes (Las) (6)
<i>Montañas (Las)</i> (13)	Ortigal (El) (2)	Pta. del Hidalgo (3)	<i>Rodeos (Los)</i> (2)
Laguna (La) (30)	<i>S. Lázaro</i> (3)	Taco (5)	Tejina (2)
Valle Guerra (7)	Valles (Los) (4)	<i>Vega Lagunera</i> (2)	<i>Vega las Mercedes</i> (5)
Benijos (1)	Cañadas del Teide (Las) (2)	Dehesa Alta (1)	Durazno (El) (1)
Orotava (La) (7)	S. Miguel (1)	Pto. de la Cruz (121)	Icod el Alto (1)
Longuera-Toscal (3)	Montaña-Zamora (2)	Realejos (1)	Esperanza (La) (6)
<i>Radazul</i> (3)	S. Isidro (1)	<i>Tabaiba</i> (2)	Bco. Grande (3)
Campitos (Los) (6)	Cueva Bermeja (2)	<i>Llano del Moro</i> (1)	S. Andrés (8)
Sta. Cruz (198)	Sobradillo (El) (2)	Tablero (El) (2)	<i>Tincer</i> (2)
Valleseco (2)	<i>Alisios</i> (2)	<i>Valle Tahodio</i> (1)	Cantillo (El) (1)
Vera (La) (10)	<i>Quinta (La)</i> (1)	Pto. de Santiago (11)	Acant. Gigantes (2)
Ravelo (1)	Sauzal (El) (1)	Casco (El) (1)	Bco. las Lajas (1)
Mesa del Mar (1)	Tacoronte (1)	<i>Tagoro</i> (1)	Pedro Álvarez (1)
Tegüeste (2)	Vilaflores (3)		

\* Las poblaciones en cursiva son aquellas que no tienen correspondiente en la información cartográfica de que disponemos.

## Repetidores/Emisoras (coordenadas de localización: xUTM , yUTM)

375950 , 3151275      364300 , 3148500      352800 , 3132100

## Puertos

Los Cristianos

Puerto de Güimar

Pto. de Abona

Sta. Cruz de Tenerife

**Aeropuertos**

Aeropuerto de Los Rodeos

Aeropuerto Reina Sofía

**Estaciones de Servicio (coordenadas de localización: xUTM , yUTM)**

357750 , 3100150	331600 , 3104100	331650 , 3104150	319075 , 3139475
321750 , 3138950	321775 , 3128200	331500 , 3139050	332500 , 3199400
334150 , 3140250	324600 , 3123425	325200 , 3122025	329300 , 3111950
330000 , 3110050	341050 , 3126400	365725 , 3137500	338450 , 3139650
347275 , 3139775	351050 , 3142275	348700 , 3142175	337125 , 3108300
341425 , 3109200	345150 , 3111975	339100 , 3115200	345250 , 3111975
339100 , 3115200	354900 , 3118400	356425 , 3146250	359975 , 3146750
366750 , 3148325	362275 , 3150900	361675 , 3150750	363300 , 3151100
366500 , 3153550	364575 , 3155525	371600 , 3143500	372375 , 3146375
372810 , 3147050	372600 , 3146600	373600 , 3148600	375150 , 3148950
375025 , 3149200	378475 , 3150790	378900 , 3151325	371100 , 3151150
370800 , 3151400	383350 , 3153550	372250 , 3154400	

**Tabla B9.** Fichero tipo de documentación del escenario de riesgo resultante de la aplicación del modelo de lavas.

```

file title      : FLUJOS1
data type      : integer
file type      : binary
columns        : 350
rows           : 350
ref. system    : tenerife
ref. units     : km
unit dist.     : 1.0000000
min.X          : 317.425
max.X          : 334.925
min.Y          : 3122.925
max.Y          : 3140.425
resolution     : .05
min.value      : 0
max.value      : 5
comment       : Centro de emision (x,y)=( 328.8,3130.1)
comment       : lmax= 0 Km hc= 2 m iteraciones: 10000

```