

2. PROBLEMÁTICA DE LA TOMA DE DECISIONES.

2.1 PANORAMA GENERAL

Existe un organismo gubernamental llamado "Plan Operativo Popocatepetl", el cual se encarga de seguir todos los lineamientos establecidos en el Plan de Preparativos para Emergencia del Volcán Popocatepetl dentro del estado de Puebla. Dicho organismo, en base a lo estipulado en el Plan, tiene la facultad de tomar decisiones sobre los movimientos a realizar para mantener integra la seguridad de las poblaciones aledañas al volcán y de sus habitantes. La oficina del "Plan Operativo Popocatepetl" es dirigido por el LIC. Ramón Peña Melche.

Durante el desarrollo de nuestro modelo se tuvieron múltiples entrevistas, principalmente con el LIC. Ramón Peña y con diferentes personas que laboran en el mismo organismo. En dichas entrevistas se trataron puntos como son los datos que se necesitan en forma de reporte para agilizar el proceso de evacuación. Podemos citar algunos como son las distancias a las que se encuentran las poblaciones del volcán, el número de habitantes de cada población, tomando en cuenta los habitantes que pueden evacuar por medios propios y los que se necesitan evacuar utilizando transporte estatal, la ubicación de los refugios, los recorridos de las diferentes rutas de evacuación establecidas, etc.

También nos mostró de que forma toma sus decisiones, y que es lo que utiliza para hacerlo. El Licenciado Peña sólo cuenta con información impresa, donde vienen todos los datos necesarios de las localidades que están dentro de zonas de peligro en el contexto del

Popocatépetl. También tiene dentro de la información impresa, organizada en carpetas, existen datos sobre los diferentes organismos y personas con las que se debe comunicar en caso de contingencia.

Su toma de decisiones se resume a tomar su carpeta posteriormente de haber analizado el escenario, refiriendo con escenario, las características del fenómeno que muestra el volcán en el momento. Después, y ya que sabe que datos son los que necesita de sus carpetas, los busca en ella hasta obtenerlos.

Cabe señalar que mucha de la información que él y todo su equipo manejan, es información que han obtenido por experiencia propia. Esto quiere decir que muchos de los datos necesarios, no están escritos, y sólo ellos, dentro del organismo la saben.

Posterior a las reuniones, se hicieron razonamientos sobre todos los puntos tratados en ellas, así como el procedimiento de las actividades que ellos realizan, tratando de identificar las diferentes necesidades que se pueden satisfacer con un sistema de computo. Después de esto se hicieron diferentes análisis de todos los datos que ellos tienen así como la facilidad de mantener dichos datos disponibles.

Los datos en general que se manejan en nuestra aplicación y que fueron obtenidos por medio de Plan Operativo Popocatépetl, del INEGI y de la cartografía digital se dividen en dos rubros: descriptivos y geográficos. En la figura 2.1 se muestran los tipos de datos y el origen de ellos.

Origen de la información

Fuentes	Tipo de dato	Geográficos	Descriptivos
	INEGI	Mapas Impresos	Información Estadística
	Plan Operativo Popocatépetl	Mapas Impresos, Rutas de evacuación	Localidades aledañas, Plan Operativo de Emergencia.
	Empresas Privadas	Cartografía Digitalizada	

Fig. 2.1 Origen de la información utilizada

2.1.1 Datos Descriptivos

Dentro de los datos descriptivos se sitúan los datos que nos dan la información sobre todas las entidades que están relacionadas al contexto del volcán Popocatépetl. Entre estos se encuentran:

- Los diferentes municipios que conforman las zonas de riesgo
- Las localidades que se encuentran en cada municipio
- Las localidades organizadas por su zona de riesgo
- Numero de habitantes por población
- Coordenadas 'X' y 'Y' del centro de la localidad
- Altitud y longitud
- Recorrido de ruta de evacuación a seguir
- Refugio al que llegan los habitantes de una localidad

Por nuestra parte se tuvo que obtener información valiosa que también se puede utilizar para hacer diferentes estudios, como pueden ser estadísticas de población, ya sea explotación demográfica, decesos, población infantil, producción en el ámbito pecuario, ganadero, maderable y no maderable, entre otros.

También se cuenta con información real al momento de realizar una evacuación masiva. Con esto me refiero a información como pueden ser el número de vehículos previstos para desplazar a los habitantes de una localidad hacia los refugios, así como los litros de gasolina o diesel que se requieren para llevar a cabo ésta acción, y también la cantidad de litros de agua potable que se necesita en un refugio, para que pueda subsistir la gente que llega a ellos.

Existe también un tipo de dato que está relacionado directamente con representaciones geográficas, como pueden ser el kilometraje de una carretera la cual puede ser referenciada en un mapa digital o el nombre de una escuela la cual es señalada como refugio o puesto de coordinación. Este tipo de datos también están contemplados dentro de los descriptivos. De igual forma podemos citar las iglesias, los hospitales, los mercados, las plantas eléctricas, las agencias de ministerio público, las bibliotecas, los ríos y las rutas de evacuación.

2.1.2 Datos geográficos

Este tipo de datos expresa la ubicación y la representación de todo lo que está siendo referenciado por los datos descriptivos. Podemos hablar de mapas para ser mejor comprendido. En Plan Operativo Popocatepetl, sólo cuentan con mapas en papel. Esto significa que la toma de decisiones y el análisis de la cuestión geográfica se hace de manera rudimentaria. Sin embargo existe demasiado conocimiento del terreno, y con esto me refiero a que ellos podrían reconocer la ubicación de cualquier punto desde un mapa impreso o desde un mapa digitalizado según fuera el caso.

Cabe mencionar que en la UDLA-P se adquirió cartografía digitalizada, sobre la cual se ha venido haciendo nuestro estudio. Dicha cartografía se tiene en dos escalas: 1:20,000 y 1:250,000. En la figura 2.2 se muestra una porción de la cartografía de escala 1:20,000 que se tiene en la UDLA-P. Se pueden observar las diferentes rutas de evacuación trazadas y por diferenciadas por algún color (Rojo, Verde, Azul), así como diferentes poblaciones que están interconectadas por estas rutas.

La ventaja de utilizar cartografía digital, es que a los diferentes sistemas comerciales, se les puede hacer múltiples cuestionamientos en cuanto a la representación geográfica, y de igual manera, dichos cuestionamientos, pueden ser referenciados a la información descriptiva relacionada con los datos. En la figura 2.3 se muestra la cartografía y su tabla de datos descriptivos.

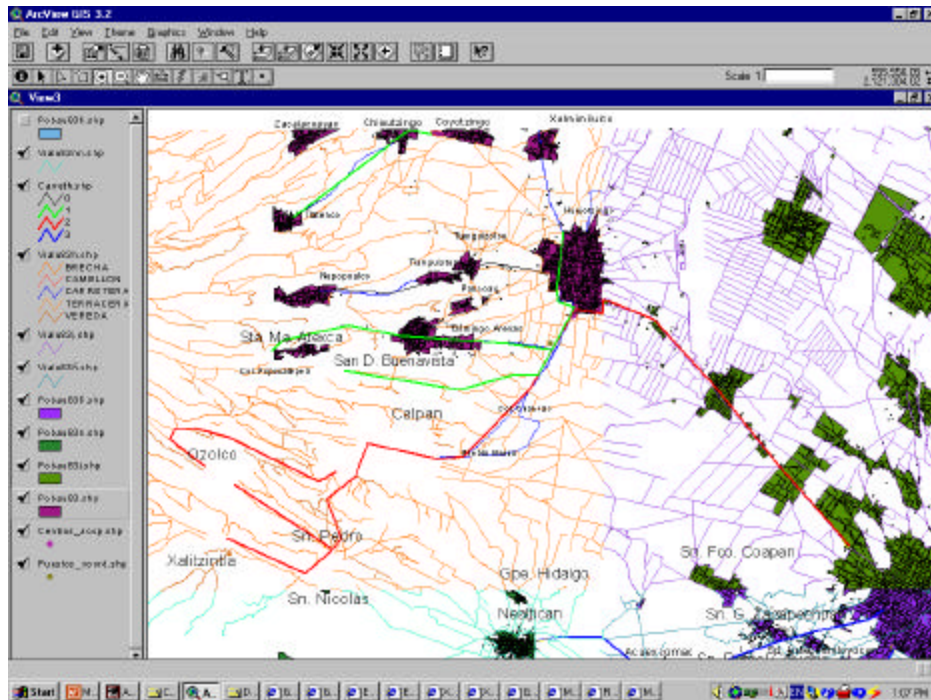


Fig. 2.2 Cartografía en ArcView.

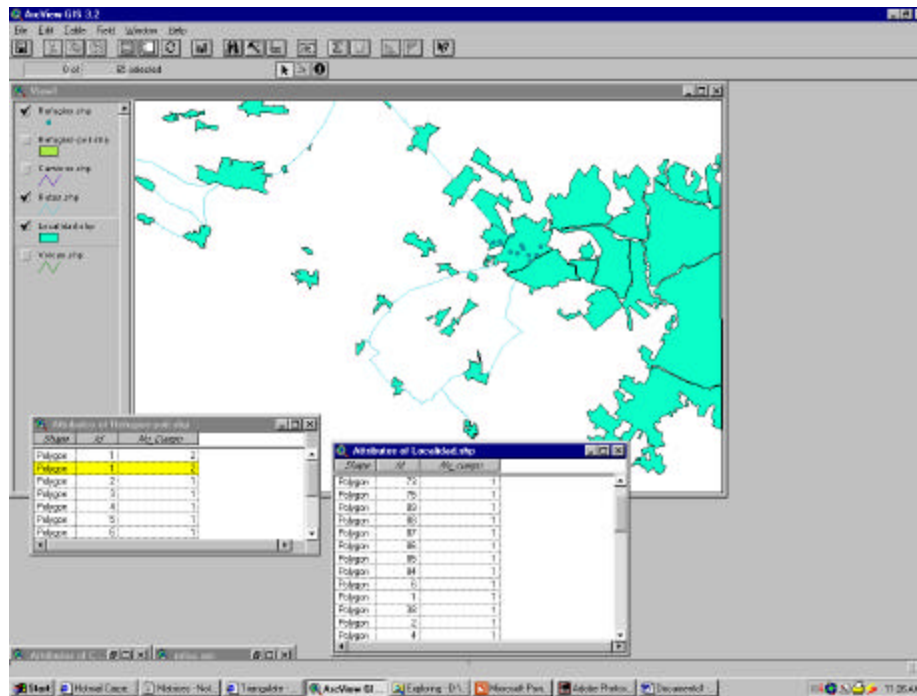


Fig. 2.3 Cartografía en ArcView.

Ya teniendo definida y bien analizada toda la información con que se cuenta, fue necesario pensar en algo más a la medida de las necesidades, planeándolo de una manera más general, y me refiero con esto, a la posibilidad de relacionar diferentes investigaciones, no solamente del volcán Popocatépetl, con el objetivo de diferentes estudios futuros.

2.1.3 Necesidades del usuario final

Las necesidades del usuario final se pueden resumir de la siguiente manera:

- Facilidad de recuperación de información.
- Accesibilidad de la información.
- Presentación de la información en forma de reporte
- Rapidez para la obtención de datos.
- Automatización de múltiples cálculos.
- Facilidad de uso.
- Eficiencia.
- Evitar papeleo.

En la siguiente descripción del plan elaborado, se detallan de una manera global todas y cada una de las necesidades que surgen a raíz de una emergencia en caso de erupción del volcán Popocatépetl.

2.2 PLAN DE PREPARATIVOS PARA LA EMERGENCIA DEL VOLCÁN POPOCATÉPETL

Antes de iniciar con una descripción detallada del Plan de Preparativos para la emergencia del volcán Popocatepetl, se muestra un esquema general de este en la figura 2.4

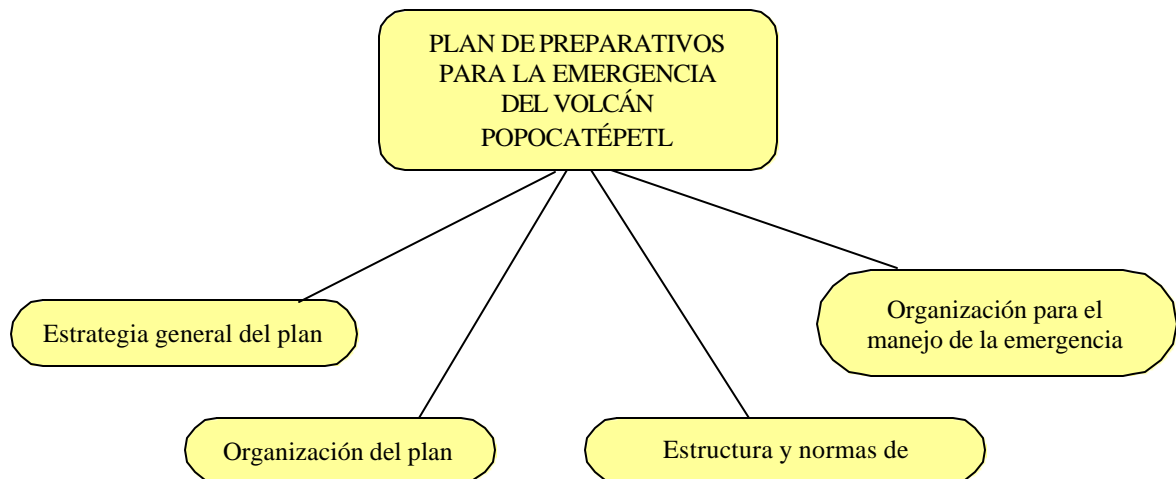


Fig. 2.4 Esquema General del Plan de Preparativos para la emergencia del Volcán Popocatepetl

2.2.1 Objetivo

El plan tiene el objetivo de establecer los mecanismos de organización, coordinación y concentración de acciones de preparativos para la emergencia entre los organismos gubernamentales, los sectores social y privado y las comunidades en riesgo del volcán Popocatepetl, para reducir los efectos adversos de una posible erupción volcánica.

2.2.2 Estrategia general del plan

El plan de preparativos para la emergencia del volcán Popocatepetl en el Estado de Puebla, se desarrolla a través de una estrategia que asume los principios sustantivos de la protección civil consistentes en hacer de estas funciones una actividad compartida entre el Gobierno y la Sociedad, donde cada uno despliega y asume sus funciones y responsabilidades para lograr el objetivo común de proteger la vida y los bienes de los mexicanos, y en la parte que le corresponde, de los poblanos.

El plan reconoce como una fuerza fundamental de su instrumentación las capacidades de organización y de respuesta de los habitantes de las comunidades ubicadas en las diferentes áreas de riesgo y conjunta las fuerzas de que dispone en la organización y los recursos de todo tipo de las instituciones de gobierno. Asume como factor fundamental de conjunción de todos los esfuerzos a la coordinación y concentración de acciones, a través de los diferentes procesos de planificación y manejo de la emergencia, sin descuidar la responsabilidad de continuar con la dirección de los asuntos de su competencia.

La estrategia del plan considera entonces los factores de participación y corresponsabilidad de manera concreta y define los márgenes de acción considerando no sólo las opciones de intervención externa al área de probable emergencia, sino que reconoce la condición de capacidad de respuesta inmediata que suelen ofrecer quienes están directamente amenazados por un conjunto de peligros.

2.2.3 La organización del plan

El plan está organizado de manera que presenta la evaluación de las amenazas como punto de partida para caracterizar las diferentes áreas que se encuentran bajo determinados peligros derivados de la actividad volcánica. Para la planificación del manejo de la emergencia, estos aspectos son cruciales.

En orden secuencial, se ofrecen luego los aspectos de estructura del plan, basada en responsabilidades, y las normas de dirección de manera explícita para ubicar las diferentes funciones que son vitales para la ejecución del plan. Derivado de lo anterior se establece la organización para el manejo de la emergencia que descansa en el Consejo Estatal de Protección Civil, como el nivel de dirección, y el Centro de Operaciones de Emergencia, como nivel operativo. En la figura 2.5 se muestra la estructura del organigrama.

Vinculados a los dos niveles, pero preservando la naturaleza de sus funciones se determinan los Grupos de Trabajo, que son fundamentales tanto para desarrollar los procesos de planificación de los planes parciales de contingencias como para el manejo de la emergencia.

Como una aproximación anticipada de toma de decisiones se establecen algunos parámetros de correspondencia entre evolución de la actividad volcánica, códigos de alerta y acciones operativas.

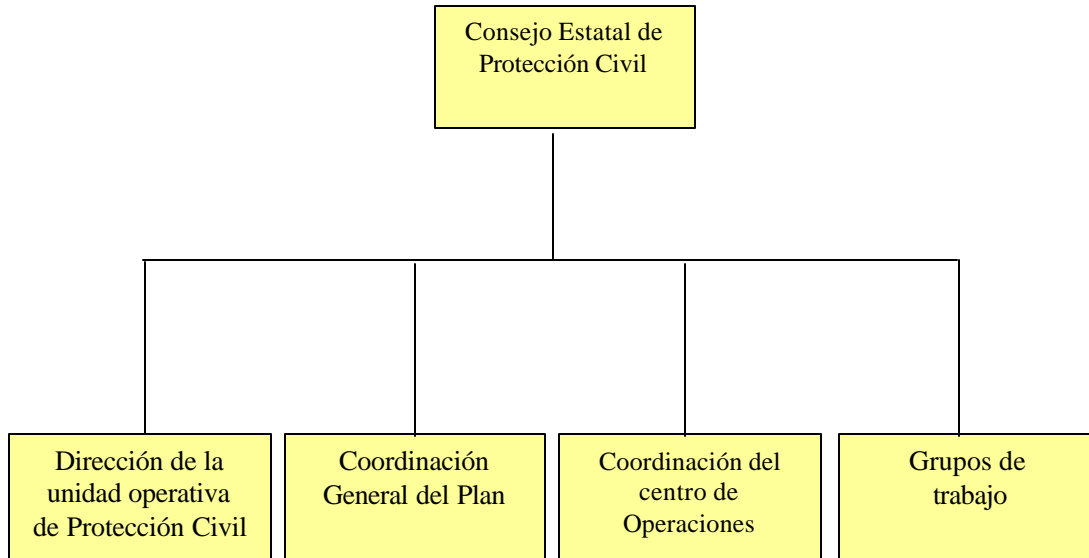


Fig. 2.5 Organigrama del Plan de preparativos para emergencias del Volcán Popocatépetl.

Siguiendo el orden secuencial, se define la Zona de Operaciones de Emergencia que sintetiza áreas de riesgo, identificación de comunidades, vías de acceso, pertinencia municipal y probables condiciones de incremento de la emergencia.

2.2.4 Evaluación de las amenazas volcánicas

Con base en estudios geológicos, los especialistas han caracterizado las amenazas volcánicas que podría ofrecer una erupción del volcán Popocatépetl. Esta caracterización de amenazas ha sido evaluada en términos de las probabilidades de ocurrencia de un cierto tipo de magnitud de erupción. El área considerada de mayor peligro corresponde a aquella que es más frecuentemente afectada por erupciones del volcán (dos eventos cada mil años). El área de peligro moderado, que presenta las mismas amenazas que la anterior, suele ser

afectada por eventos que se presentan con menor frecuencia (10 veces cada quince mil años), mientras que el área de peligro menor corresponde a una superficie extensa que refiere manifestaciones volcánicas muy grandes consideradas como "relativamente raras" (que se han presentado en 10 ocasiones durante los últimos cuarenta mil años).

La figura 2.6 muestra el trazo de las zonas de riesgo en lo que es la región aledaña al volcán Popocatepetl. Aquí se toman también en cuenta las partes afectadas del estado de Morelos y el Estado de México, pero como sabemos, la región mas afectada es la formada por el sector de las localidades del Estado de Puebla.

En esta imagen se puede observar que existe una numeración. No es la numeración lógica, sino que es el numero de sectores. El número de cada sector está compuesto por dos dígitos. El primer dígito representa la zona de riesgo en el que se encuentra el sector, y el segundo dígito representa propiamente el identificador del sector del sector

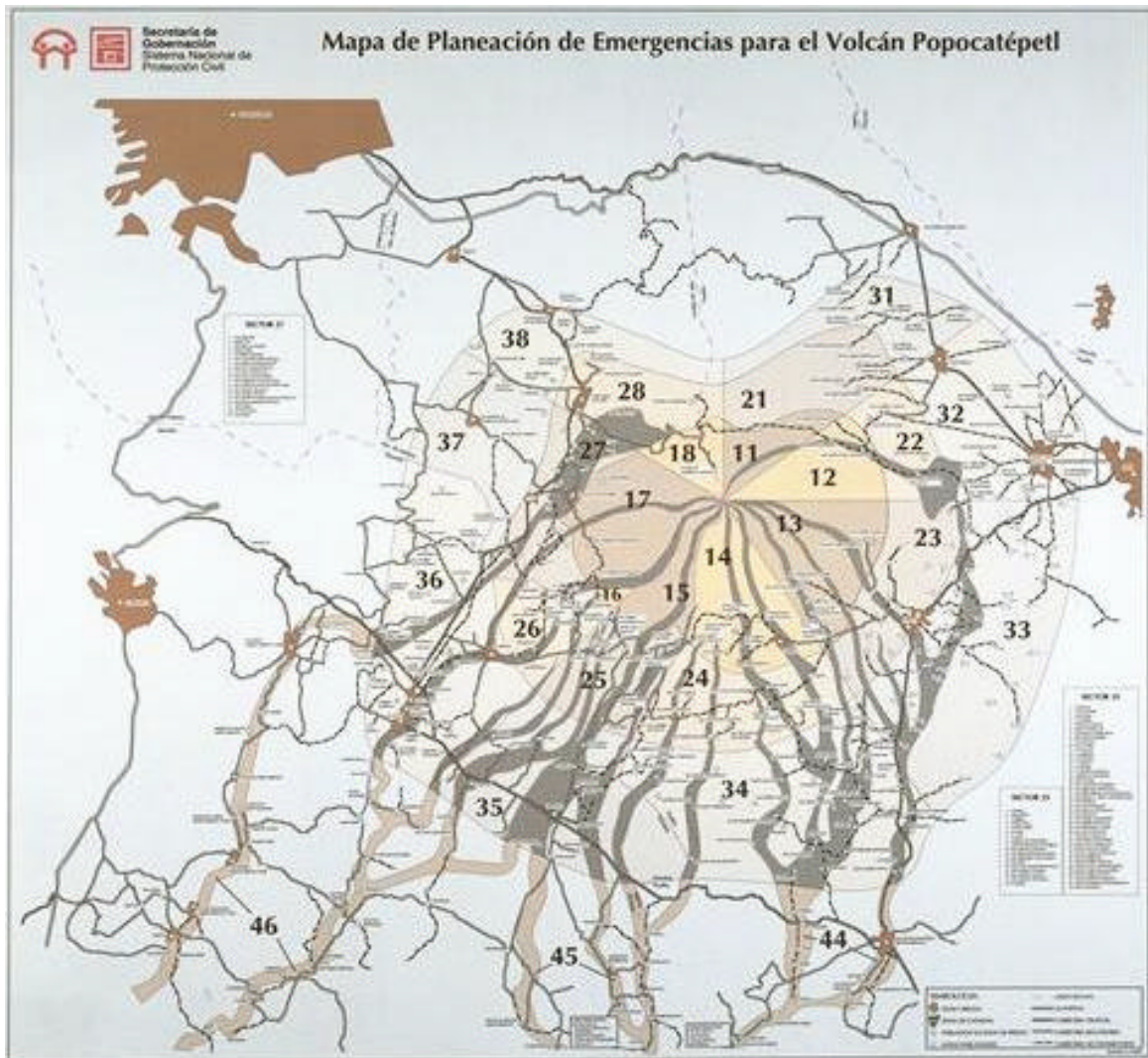


Fig 2.6 Mapa del volcán que muestra las diferentes zonas de riesgo y los diferentes sectores en que está dividida la región

Por ejemplo, en la parte superior donde empiezan los sectores del Estado de Puebla podemos observar los números 11 y 21. Entre los números es evidente que existe un cambio de color. Este cambio de color implica un cambio de zona, y los mismos números nos los dicen: El 11 es una porción de terreno que se encuentra en área de riesgo mayor y pertenece al sector 1, y el 21 es una porción de terreno que se encuentra en área de riesgo moderado y pertenece al sector 1.

Cabe señalar que el trazo de las diferentes áreas de riesgo fueron trazadas en base a las diferentes estructuras y elevaciones del terreno así como enfocándose al labio inferior del cráter del volcán.

Independientemente de las posibilidades expresadas como factores de distinción de áreas de peligro, la que corresponde a la de peligro mayor, evidentemente concentra las mayores posibilidades de ser afectada por una actividad importante del volcán y es por ello de especial atención respecto a las previsiones de manejo de la emergencia.

El escenario de un gran derrumbe y de las amenazas de flujo de lodo asociadas corresponden a eventos registrados 2 veces en los últimos cuarenta mil años.

CENAPRED y Plan Operativo Popocatépetl han hecho estimaciones para considerar los impactos espaciales de cuatro tipos de erupción volcánica, estableciendo una delimitación casi concéntrica que es la que caracteriza a las manifestaciones de las amenazas volcánicas:

- 1 Area de mayor peligro
- 2 Area de peligro moderado
- 3 Area de peligro menor
- 4 Area impactada por un gran derrumbe del volcán

Para todas las áreas se consideran las mismas amenazas que son:

Flujo de material volcánico a muy altas temperaturas que viajan a altas velocidades (100-400 Km/hr), de manera que en pocos minutos descienden del volcán y destruyen todo a su paso.



Fig. 2.7 Flujo de material volcánico

Flujos de lodo (Lahares) e inundaciones que tienen la característica de bajar a altas velocidades (60-100 Km/hr) controlados por la topografía y generalmente se encaminan a través de las barrancas o los lechos de los ríos o arroyos. Según estimaciones hechas por los especialistas, les tomaría de 10 a 30 minutos descender del volcán.

Caída de material volcánico, considerada como muy peligrosa sobre todo si su acumulación excede la resistencia de los techos de las viviendas del entorno del volcán. La zona de operaciones de emergencia comprende un área que puede ser afectada por la caída de cantidades variables de ceniza volcánica durante los meses de octubre a abril por razón de la dominancia de los vientos.

2.3 ESTRUCTURA DEL PLAN Y NORMAS DE DIRECCIÓN

2.3.1 Normas de Dirección

Para actuar en casos de emergencia y desastre se requiere de una estructura que considere la participación efectiva de las instituciones de gobierno en sus diferentes niveles, así como de otras organizaciones y grupos del sector privado y social, y para los efectos de éste plan de manera destacada se considera la coordinación con las comunidades en riesgo. Esta participación se logra en diferentes campos de acción, donde cada organismo que interviene en determinada actividad bajo su responsabilidad, ha planificado sus acciones para ejecutar en el momento requerido, en estrecha coordinación y colaboración con los demás participantes, de acuerdo con los distintos niveles de actuación, en los que participan funcionarios de distinta jerarquía.

Durante una emergencia volcánica se generan tres tipos de necesidades:

- Las generadas por la evacuación de la población y la intención de mantener íntegra su seguridad. Por ejemplo el número de vehículos que necesitan para evacuar alguna localidad, y planear la cantidad de agua que se utilizaría en el refugio destinatario

- Las generadas por los diferentes agentes que resultan de la emergencia, por ejemplo los caminos intransitables así como los atolladeros de tráfico, que pueden ser considerados como agentes demandantes en el sistema de emergencia. Para tratar

con esas necesidades el sistema de emergencia necesita una comunicación rápida y apropiada y ello conforma el siguiente tipo de necesidades

- Las generadas por la misma respuesta y que no son creadas propiamente por la erupción, sino que se originan en las actividades que se realizan como evaluación y coordinación de los grupos de respuesta.

La multiplicidad y diversidad de las acciones señaladas hace notorio que, para poder atender a esas necesidades, se requiere la acción de muchas instituciones y organismos.

Por otra parte, ante una situación de emergencia las decisiones se deben tomar con un carácter de urgencia tal que no se pueden utilizar para ello los mecanismos establecidos en condiciones de normalidad, sin modificaciones previas claramente definidas. En consecuencia, se hace necesario prever la determinación de mecanismos que se extiendan desde los más altos niveles de toma de decisiones hasta aquellos que van a ejecutar sus tareas en las áreas afectadas, en términos tales que muy claramente se deleguen facultades, se confieran responsabilidades y se dote de autoridad eventual a funcionarios y otras personas, según sea pertinente, con el fin de que el plan de preparativos para la emergencia entre en operación en el plazo más breve posible, salvando situaciones administrativas que solamente harían difícil el buen desarrollo de las acciones de emergencia.

La declaración de estado de "desastre" (o emergencia) servirá como elemento desencadenante para poner en acción todos los recursos, las instalaciones y los servicios requeridos para la ejecución del plan.

El plan establece una Coordinación General y define la composición y funcionamiento del nivel de dirección y del nivel de operación, así como de las características y funciones de sus ámbitos.

2.3.2 Coordinación general del plan

El plan incorpora la figura y funciones de un Coordinador General mismas que serán las de organizar los procesos de planificación, de establecer e instrumentar los mecanismos de evaluación periódicos y las actividades de actualización permanente del plan.

2.3.3 Nivel de Dirección

Es el responsable de coordinar la aportación de los recursos humanos, materiales y tecnológicos de cada institución a la que se asigne la ejecución de acciones del plan, y de tomar las medidas de carácter general necesarias para dirigir y coordinar la utilización de dichos recursos en la forma más racional y eficiente.

2.3.4 Nivel Operativo

Los miembros del nivel operativo del plan, asegurarán que las decisiones tomadas por el Consejo Estatal de Protección Civil y las funciones de respuesta a la emergencia sean ejecutadas por el personal competente y responsable, bajo su mando.

2.4 PLAN DE EVACUACIÓN

Una de las principales actividades en el manejo de la emergencia es la planeación y operación de evacuación. La evacuación es la piedra angular tanto de los preparativos para la emergencia como de la fase de respuesta, y es la estrategia más frecuente usada para proteger a las personas amenazadas por una erupción volcánica, y lo más importante es que tiene la característica de ser controlable en buena medida.

El fenómeno de la evacuación no es de ninguna manera novedoso, probablemente es tan viejo como los asentamientos humanos. Sin embargo, la incorporación de la planeación de evacuación dentro de la planificación de preparativos para la emergencia y los estudios científicos acerca de este fenómeno si son ambos un fenómeno bastante reciente.

El propósito de todo proceso de planificación es el de reunir e integrar los diferentes aspectos que componen el plan de evacuación y establecer explícitamente las actividades, funciones y responsabilidades de quienes intervienen en él.

2.4.1 Objetivo del Plan de Evacuación

El plan de evacuación tiene el objetivo fundamental de proteger y salvar la vida de los habitantes de las áreas de riesgo ante la eventual erupción del volcán Popocatepetl, a través de la operación coordinada de un plan.

2.4.2 Componentes del plan

El plan de evacuación tiene los siguientes componentes o planes derivados:

- Transportación
- Control de tráfico
- Seguridad
- Organización de los puestos de coordinación

También tiene un amplio respaldo en el estudio de los tiempos de evacuación que debe considerar los siguientes aspectos:

- a)Tiempo de generación de viaje, que considera dos asuntos esenciales, a saber:
Tiempo transcurrido entre la orden de evacuación y la llegada de los vehículos a las comunidades de riesgo.
- b)Tiempo transcurrido entre la emisión de alerta- evacuación en las comunidades y el momento en que los habitantes están disponibles para abordar los vehículos.
- c)Tiempo de recorrido por la ruta de evacuación hasta la salida de la zona de operaciones de emergencia.

La definición precisa de los tiempos de evacuación, es de interés fundamental para la toma de decisiones y para reunir elementos de juicio, necesarios para diseñar estrategias

en la modificación del plan o en la adopción de medidas adicionales de acuerdo a la evolución de la emergencia.

2.5 CONCLUSIÓN

Ya que se han mencionado las implicaciones del plan de preparativos para emergencia volcánica, los procedimientos que se siguen en caso de emergencia y los diferentes problemas que pueden surgir, así como también se han mencionado los diferentes tipos de datos (Descriptivos, Geográficos), podemos argumentar que un sistema como el que se propone en esta tesis, es de mucha utilidad y puede agilizar todos los movimientos de búsqueda u obtención de datos.

Como se ve en la Fig. 2.8, el sistema genera reportes sobre la información que se necesita.

La automatización de múltiples cálculos se logra por ejemplo obteniendo el número de habitantes a evacuar responsabilidad del gobierno en una localidad, o la evacuación global a cierta distancia, así como el cálculo de las distancias entre puntos.

La capacidad de ser portable al estar funcionando en Internet evita al usuario la necesidad de estar cargando con sus carpetas previamente mencionadas. Nos da la opción de utilizar la plataforma que el usuario quiera. Por otra parte lo único que se necesita es una línea telefónica en su oficina o lugar de trabajo, y satisfacer de tal manera, la necesidad de evitar papeleo y eficiencia.



Fig. 2.8 Presentación de reporte de una consulta