

LOS DESASTRES NATURALES EL CASO DE ARMERO: UN ENFOQUE DE SISTEMAS

GRUPO EDITOR

Alvaro E. Campo
José E. Ortiz
Julián Garcéz
Hernán A. Ortiz

GRUPO DE TRABAJO

Emilio Latorre, Profesor, Departamento de Información y Sistemas, Facultad de Ingeniería.

ESTUDIANTES DE 4° SEMETRE DE INGENIERIA INDUSTRIAL.

GRUPO 1

Harold Mondragón
Hernán Gil
Jorge Rodríguez
Martha Camacho

GRUPO 2

Maria F. Trujillo
Olga L. Giraldo
Maria T. Jiménez
Olga B. Rojas

GRUPO 3

Mireya Erazo
Victor Useche
Ilko Marulanda
Gloria E. Rojas

GRUPO 4

Alonso Loaiza
Rodolfo Riascos
Roberto Guzmán
Carlos E. Galviz

GRUPO 5

Alvaro J. González
Claudia Jaramillo
Mawensy Rincón
Ivan Vasquez

GRUPO 6

Rocío Quezada
Patricia Aristizábal
Carmen A. Lozano
Diego Delgado

GRUPO 7

Julián González
Maritza Medina
Maribel Osorio

GRUPO 8

Luis C. Ortiz
Alvaro Sanchez
Fabián Cuellar

CONTENIDO

INTRODUCCION.

1. OBJETIVOS Y METODOLOGIA.
 2. CONCEPTOS GEOLOGICOS Y ERUPCIONES VOLCANICAS.
 3. ANTECEDENTES HISTORICOS DEL VOLCAN NEVADO DEL RUIZ.
 4. ANALISIS DE LAS MEDIDAS TOMADAS POR EL GOBIERNO ANTES Y DURANTE LA TRAGEDIA.
 5. SISTEMA PARA PREVENCION DE DESASTRES
 6. CONCLUSIONES.
- BIBLIOGRAFIA.

INTRODUCCION

El 13 de Noviembre de 1985, hacia las 9:20 PM, el cráter Arenas del volcán Nevado del Ruiz hizo erupción, provocando el deshielo del glaciar, que a su vez causó una gigantesca avalancha de lodo y piedras. Esta avalancha, después de recorrer 48 Km en descenso, sepultó la localidad de Armero, cegando aproximadamente 25000 vidas. Además de Armero, otras localidades fueron afectadas en menor grado.

Este documento es el resultado de un trabajo colectivo dentro del curso de Análisis de Sistemas de Ingeniería Industrial de la Universidad del Valle, entre profesor y alumnos. El informe contiene inicialmente un breve bosquejo teórico sobre las erupciones de volcanes; luego se centra en el volcán Nevado del Ruiz, incluyendo una cronología de las erupciones anteriores y fundación de poblaciones cercanas a él; un análisis de las medidas tomadas por el gobierno para prevención y manejo de la tragedia; finalmente, el diseño de un sistema para prevención de desastres de este tipo.

Para esta última parte se utiliza la Teoría General de Sistemas, que para la solución de problemas constituye

un enfoque apropiado al analizar realidades complejas. Para lograr este fin se consideran los elementos naturales (volcán, ríos, topografía, etc.) y los subsistemas artificiales (población, información, coordinación, rescate y apoyo, monitoría del volcán, etc.), considerando todas las interrelaciones que conlleven a unas alternativas de prevención planeadas de tal forma que garantice la tranquilidad a la población de estas regiones.

1. OBJETIVOS Y METODOLOGIA

1.1 OBJETIVOS GENERALES

- Obtener experiencia en el tratamiento de problemas complejos y de gran magnitud aplicando los conceptos de la Teoría General de Sistemas.
- Señalar pautas de acción que puedan tener utilidad en la prevención y el manejo de situaciones similares a la ocurrida el 13 de noviembre de 1985 en Armero.
- Realizar un análisis acerca de las medidas preventivas tomadas por el gobierno ante la posible erupción del volcán Nevado del Ruiz.

1.2 METODOLOGIA

Se desarrollan las siguientes etapas:

- a) Conceptos básicos sobre geología y vulcanología.
- b) Medidas tomadas para la prevención de la tragedia.
- c) Medidas tomadas para atender la tragedia.
- d) Propuesta para un sistema de prevención de desastres.

2. CONCEPTOS GEOLOGICOS Y ERUPCIONES VOLCANICAS

2.1 DERIVA CONTINENTAL Y TECTONICA DE PLACAS

A pesar de que las primeras ideas acerca de la Deriva Continental fueron trazadas desde 1620, no fué sino hasta 1912 cuando el geofísico Alfred Wegener (1) la

formuló. La teoría sostenía que los continentes actuales provenían de la fragmentación de una única masa continental, la cual denominó pangea (pan=todo; gea=tierra) y que en el transcurso de millones de años, se dió la ruptura de masas continentales, alejándose con movimientos de deriva hacia el Sur y hacia el Oeste. Ver Figura 1.

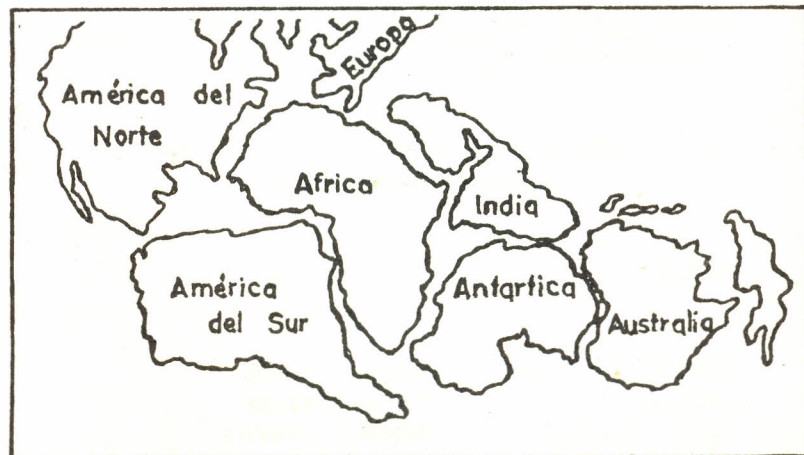


Fig 1. Intento de reacomodo de los Continentes para formar Pangea .

Original postulado por Wegener.

Fuente: LEET Don, Fundamentos de Geología Física , pág. 360.

A partir de los años de 1960 la hipótesis de la Deriva Continental fué comprobada por los múltiples datos paleomagnéticos (las posiciones primitivas de los polos magnéticos han cambiado con el tiempo respecto a los continentes) y geológicos (similitud en las formaciones geológicas de las costas de África y Sur América).

La hipótesis original se transformó en la teoría de la Tectónica de Placas, teoría que hasta ahora explica en términos globales la dinámica terrestre. Esta teoría supone básicamente que, por movimientos de convección (transmisión de calor), el material fundido del interior de la tierra es expedido hacia la superficie a lo largo de las cordilleras submarinas, como la Dorsal Medio Atlántica. El material nuevo así generado, empuja el fondo de los océanos hacia lado y lado de la dorsal hasta hacerlos chocar con las masas continentales. Ver figura 2.



Fig. 2. Esquema de Interacción entre placas.
Fuente: Adaptado de CASE et. al. Investigations in Western Colombia and east Panamá, Geol Soc. American Bull, vol 82 (10).

A una profundidad de 100 ó 150 Km las rocas sometidas a grandes presiones y temperaturas se funden y buscan salida a superficies formando las cadenas montañosas volcánicas como la de los Andes. Estas cadenas se presentan en los puntos de choque de las placas y es allí también donde el material fundido puede llegar a la superficie terrestre formando los volcanes.

En términos globales los bordes de interacción entre las placas oceánicas y continentales presentan además de vulcanismo, la ocurrencia de alta sismicidad. La sismicidad se produce como liberación de energía almacenada en las rocas como producto de los esfuerzos a los cuales están sometidas por el choque de las placas terrestres (2).

2.2 ¿POR QUE SE PRODUCEN LAS ERUPCIONES VOLCANICAS?

El magma es una masa incandescente en estado de fusión total o parcial que se origina en la corteza terrestre o debajo de ella. Está formado por diversos silicatos y pequeñas cantidades de anhídrido carbónico, hidrógeno y otros elementos.

Si las condiciones tectónicas de la corteza terrestre son favorables, los magmas, por su movilidad, pueden ejercer un empuje hacia arriba, romper la costra superficial de la tierra y desparramarse en forma de lava y gases volcánicos. Los mecanismos de ascenso dependen además de las propiedades físicas del magma en sí

(viscosidad, tensión de vapor y densidad), de las condiciones estructurales de la corteza y de la naturaleza de las masas rocosas que el magma tiene que atravesar (3).

En la clasificación de las erupciones volcánicas se tiene en cuenta principalmente la actividad gaseosa de éstas. En la figura 3 se presenta una Tipología de erupciones volcánicas.

2.3 RELACIONES ENTRE LA ACTIVIDAD VOLCANICA Y LA TECTONICA DE PLACAS

La vulcanología actual permite relacionar estrechamente la teoría de la Tectónica de placas con la presencia de erupciones volcánicas. El mecanismo primordial de la deriva continental es "la aparición de una grieta o rift en un área continental. Posteriormente, y debido al ascenso de materiales fundidos (magma), las dos masas continentales formadas se separan de una manera lenta" (4).

"Cuando tienen lugar los fenómenos orogénicos (Fenómenos que intervienen en la formación de las montañas) que hunden o levantan la corteza terrestre, se produce simultáneamente, un importante movimiento de magma", lo cual hace que el equilibrio existente entre presión y temperatura, se rompa produciendo la fusión de los materiales subyacentes, y en tales condiciones éstos pueden brotar fácilmente a la superficie.

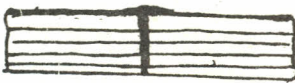
TIPO	CARACTERISTICAS	DIAGRAMA
HAWAIANO	EMISION LENTA DE LAVA MUY FLUIDA SIN SACUDIDAS NI EXPLOSIONES VIOLENTAS DEBIDO A QUE LOS GASES SE LIBERAN SOSEGADAMENTE	
ESTRAMBOLIANO	CONTINUA ACTIVIDAD CON ESPORADICAS EXPLOSIONES PIROCLASTICAS*.	
VULCANIANO	LAVA MUCHO MAS VISCOSA SU ACTIVIDAD ESTA REDUCIDA A EMISIONES DE VAPORES DE AZUFRE.	
PELEANO	LAVA VISCOSA, LARGOS INTERVALOS ENTRE UNA Y OTRA ERUPCION. ERUPCIONES VISCOSAS CON EMANACION DE GASES PRODUCIENDO NUBES DENSAS.	
ISLANDICO	LA LAVA EMERGE RAPIDAMENTE, LA FLUIDEZ DE LA LAVA IMPIDE LA FORMACION DE CONOS VOLCANICOS.	

Fig. 3 Principales tipos de erupciones, características y diagramas.
FUENTE : HOLMES, Doris y Otros. Geología Física.
Ediciones Omega. 3ª edición. 1979. Pág. 222.
INSTITUTO DE GEOGRAFIA DE LA U. NACIONAL. Geofísica. Vol.19.
México. 1980.

*Material fragmentado lanzado al aire en una erupción volcánica.

"Puede decirse que los volcanes no son más que una de las muchas formas en que se restablece el equilibrio interior de la corteza terrestre, perturbado por la ininterrumpida y lenta labor orogénica" (5).

Por tanto, se puede asegurar que los volcanes antes que ser monstruos arrasadores, son sistemas de seguridad de la naturaleza.

3. ANTECEDENTES HISTORICOS DEL VOLCAN DEL NEVADO DEL RUIZ

3.1 GENERALIDADES

El nevado del Ruiz, considerado a través de muchos años como el mayor atractivo turístico del Parque Nacional de los Nevados está situado al Norte de la Sierra Nevada del Quindío en la Cordillera Central de los Andes; con una altura de cima de 5300 mt (6) y considerado por sus características de erupción, Tipo Peleano (Ver Figura 3).

3.2 CRONOLOGIA SOBRE ERUPCIONES DEL VOLCAN

A pesar de que se tiene conocimiento de datos de la ocurrencia de aproximadamente 20 erupciones antes de las fundaciones de ciudades cercanas al volcán, se encuentran registrados dos casos de gigantescas avalanchas de lodo acompañadas de fuego y ceniza:

En sus "Noticias históricas de las conquistas de tierra firme en las Indias Occidentales", el cronista Fray Pedro Sarmón relató en forma detallada la erupción del Nevado del Ruiz de 1595:

... los rastros de piedra pomez, azufre y arena menuda negra que hay a muchas leguas de sus contornos, en especial a la parte de esta ciudad de Mariquita hasta el río Grande (río Magdalena), dan claras muestras de haber en otros tiempos reventado este volcán por cumbres y sembrado todas estas cosas. Pero la reventazón que con evidencia vieron y oyeron los de este reino fué el 12 de marzo, domingo de Lázaro del año 1595, como a las once del día, cuando dió tres truenos sordos como de bombarda, tan grandes que se oyeron a más de treinta leguas, por toda su circunferencia causados de haber reventado este cerro por debajo de la nieve...(7)

El historiador José Manuel Restrepo describe así la erupción de 1845.

...El día 19 de febrero de 1845 ha ocurrido una catástrofe lamentable en el río Lagunilla que corre del poniente al este y desemboca en el río Magdalena. En dicha hora se oyó un gran ruido en la vega del río y se sintió como un temblor de tierra. En breve apareció una gran inundación de lodo que cubrió y arrasó los bosques, las casas, y los desgraciados habitantes que no huyeron.... Han muerto como mil habitantes de la parte alta del Valle de Lagunilla y de cuatro a seis leguas cuadradas quedaron cubiertas de piedras, cascajo, arena y lodo de tierra no vegetal; la capa de lodo era de cinco pies de espesor en lo más bajo.... aún se ignora cual fué la causa de este desastre. La opinión más probable es que una parte del Nevado del Ruiz, de donde nace el Lagunilla se derrumbó con la nieve y tapó el curso de las aguas...creen otros que acaso el Ruiz que es un volcán, hizo alguna erupción de lodo, lo que prueban con el hecho de que aún el mismo río Magdalena tuvo sus aguas hediondas a azufre....(8).

50 años después se funda en este mismo sitio a Armero y el día 13 de noviembre de 1985 se presenta la más reciente erupción con caída de ceniza y piroclastos y avalancha de lodo, que sepulta la población de Armero y afecta en menor grado las poblaciones de Chinchiná, Ambalema y Honda.

La cronología de las fundaciones de ciudades en el área de influencia del volcán es la siguiente:

- Fundación de Mariquita 1551.
- Fundación de Honda 1560.
- Fundación de Ambalema 1776.
- Fundación de Lérída 1777.
- Fundación de Chinchiná 1857.
- Fundación de Líbano (Tolima) 1860.
- Fundación de Armero 1895.

4. ANALISIS DE LAS MEDIDAS TOMADAS POR EL GOBIERNO ANTES Y DURANTE LA TRAGEDIA

4.1 PREVENCION ANTES DE LA TRAGEDIA

Antes de la erupción del 13 de noviembre de 1985 se dieron manifestaciones de actividades volcánicas en el Volcán Nevado del Ruiz que fueron estudiadas por especialistas.

Cronológicamente se presentan a continuación una serie de hechos que señalaban la inminencia de la tragedia:

Junio 1984: Iniciación de dos seminarios sobre vulcanismo y riesgo sísmico en las Universidades de Caldas y Autónoma de Manizales, respectivamente.

Octubre 1984: El boletín de Vías de la Universidad de Caldas publica los resultados del seminario sobre vulcanismo que proponen:

- Debe efectuarse un estudio detallado de nuestros volcanes en cuanto a su actividad reciente y en cuanto al peligro que representa para la población.
- Cualquier comunidad expuesta a un riesgo volcánico debe prever un mínimo de organización basada en la coordinación de entidades como Defensa Civil, Cuerpo de Bomberos, Cruz Roja, etc., con el fin de tener un plan de acción en caso de emergencia (9).

Noviembre 1984: Primeras manifestaciones de actividad, con fumarolas y pequeños temblores de 3 y 4 grados en la escala de Richter.

18 de Febrero de 1985: Se realiza la primera visita hasta el fondo del Cráter Arenas, por parte de una comisión de estudio conformada por la Universidad Nacional Seccional Manizales, Universidad de Caldas y la Central Hidroeléctrica de Caldas; visita que se repite el 22 del mismo mes.

Marzo 9 de 1985: John Tomblin, comisionado por la Oficina de Desastres de las Naciones Unidas (UNDRO) a solicitud de INGEOMINAS (Instituto Geológico de Colombia) y la Defensa Civil Colombiana, dirige una investigación en el volcán del Ruiz, en la cual se concluye que la actividad anormal podría ser precursora de una erupción de magnitud, y recomienda que INGEOMINAS instale un sismógrafo inmediatamente y elabore un mapa de riesgos volcánicos, sugiere además la elaboración de un plan de prevención y posible evacuación de las áreas más vulnerables (10).

Abril 1985: El director de la División de Ciencias de la Tierra de UNESCO en París, Michio Hashizume, después de que Tomblin lo informa, se comunica con el director del Instituto Nórdico de Vulcanología Gudmundur E. Sigvaldason, de la Universidad de Islandia en procura de la conformación del equipo técnico para asistir a Colombia en caso de que las autoridades lo requirieran.

Para tal efecto se solicitó especialistas y equipo del Ecuador, México, Costa Rica. A mediados del este mes se encontraba disponible el equipo (10).

Mayo 4 de 1985: Minard Hall, ecuatoriano, después de una visita entrega un informe donde reporta la actividad anormal volcánica, y señala que debe iniciarse un monitoreo y la elaboración del mapa de riesgo. Conoce también un "Plan de Emergencia Especial para el Riesgo Volcánico", preparado por la Defensa Civil de Manizales. Durante este mes se inicia la instalación de cuatro sismógrafos (10).

Junio 25 de 1985: El embajador por Colombia ante la UNESCO, Aurelio Caicedo suscribe una carta al ministro de relaciones exteriores Augusto Ramirez, en la que indica la voluntad de ese organismo internacional para colaborar técnicamente y señala la urgente necesidad de formalizar esta asesoría (10).

Julio 1985: Se constituye el Comité Local de Vigilancia del volcán en Manizales, con la participación de grupos regionales (10).

Agosto 2 de 1985: El gobernador caldense Pablo Muñoz recibe la sugerencia de solicitar la ayuda a la UNESCO (10).

Agosto 27 de 1985: El gobernador remite la solicitud de ayuda a la UNESCO al secretario de la Fundación para la Investigación FEDUCAL (compuesta por 5 Universidades), y este al grupo de Estudios Volcanológico que se encargó de los trámites (10).

Septiembre 7 de 1985: Debido al notable recalentamiento de la corteza terrestre de la zona y que agua azufrada del cráter fué al río Claro y a los afluentes del Azufrado, Lagunilla y Recio, se toman medidas de evacuación de familias ubicadas cerca a la zona, y se establece la prohibición del flujo turístico al Parque Natural. Se destinan 20 millones por parte del Gobierno para que INGEOMINAS y otras entidades continúen las investigaciones de la actividad volcánica (10).

Septiembre 21 de 1985: El deshielo continuó y aumentó los caudales de los ríos, lo mismo que las lluvias de ceniza. Por ello la Defensa Civil instruyó a los habitantes de la región sobre la forma de atender una emergencia en caso de erupción. Las medidas sugeridas fueron las siguientes:

Considerando que los flujos de Nieve y lodo son los fenómenos más peligrosos del volcán, y que existe una elevada probabilidad de que éstos ocurran en cualquier tipo de erupción, se recomienda que sea dada prioridad alta al estudio y realización de un sistema de comunicación eficiente, que permita lanzar la alerta inmediata después del inicio de la erupción, en todas las regiones expuestas al riesgo y que sean identificados los lugares de refugio, de manera que cada persona sepa a donde irse en caso de alerta sorpresiva (11).

Septiembre 25 de 1985: Tomblin, visita nuevamente el volcán y lo estudia hasta el 2 de Octubre. A su regreso de Ginebra produce el 9 de Octubre un informe técnico que señala los siguientes puntos:

- La posible recurrencia de flujo de lodos similares y de emisiones de cenizas en los costados de la montaña son las causas principales de ansiedad de la población.
- El ensanchamiento de las fracturas existentes en la capa de hielo ó el desarrollo de nuevas fracturas, pueden ser precursores de una avalancha de gran magnitud.

Octubre 7 de 1985: INGEOMINAS entrega el mapa de riesgos preliminar con un informe que advertía la existencia del 100% de probabilidad de que la erupción generara unos flujos de lodo potencialmente destructores.

El **Martes 8 de Octubre de 1985** apareció en el diario El Espectador el siguiente artículo:

"Una posibilidad del 100% de que se presenta una avalancha de lodo por deshielo del cono del Nevado del Ruiz, con grandes perjuicios para los municipios tolimeses de Armero, Mariquita, Honda, Ambalema y la parte baja del río Chinchiná fué revelada en un informe del Instituto Colombiano de Investigaciones Geológico-Mineras... Las crecidas de los ríos podrían causar inundaciones especialmente en los municipios de Armero, Mariquita, Villa Hermosa, Libano..."(12).

Noviembre 13 de 1985: Erupción del volcán Nevado de Ruiz. Ver Figura 4.

Después de la operación de rescate las medidas inmediatas fueron:

- Recuperación de las vías afectadas por la avalancha.
- Instalación de hospitales móviles para la atención de los sobrevivientes.
- Instalación de sistemas de telecomunicaciones para la zona.
- Fortalecimiento del Comité Vulcanológico.
- Búsqueda y adecuación de los terrenos para la instalación de los campamentos de albergue a los damnificados (Figura 5).
- Declaración de la zona de emergencia sanitaria, que se extendió a los hospitales y centros de salud a donde fueron trasladados los heridos.

5. SISTEMA PARA PREVENCIÓN DE DESASTRES

Se presenta un diseño preliminar de un sistema para prevenir desastres producidos por volcanes, como el ocurrido en Armero. Se basa este diseño en los conceptos manejados en la Teoría General de Sistemas o Enfoque de Sistemas, como también se le denomina.

5.1 OBJETIVOS

Objetivo General

Prevenir o atenuar los efectos producidos por una posible erupción volcánica similar a la del Nevado del Ruiz, tratando de evitar las pérdidas humanas y materiales.

Objetivos Específicos

Los siguientes son los objetivos específicos que se plantean para el diseño del sistema de prevención:

- Evitar la pérdida de vidas humanas.
- Disminuir al máximo las pérdidas materiales.
- Preservar y conservar los ecosistemas existentes en la región.
- Evitar en lo posible, la alteración de las actividades normales en los habitantes de la región.

5.2 ENTORNO

Para una mejor definición del sistema de prevención se incluyen los elementos que guardan relación con el Sistema Socioeconómico y Ambiental de Armero, y sobre los cuales no se tiene posibilidad de acción por parte del ser humano. Estos elementos son:

- El volcán Nevado del Ruiz y su comportamiento.
- Topografía del territorio afectado.
- Condiciones climáticas en el momento de la erupción.
- Hora del día en que se presenta la erupción.
- Cultura y valores de la población.

5.3 INTERRELACIONES

Los subsistemas que componen el sistema de prevención del desastre se presentan en la Figura 6 y se describen a continuación.

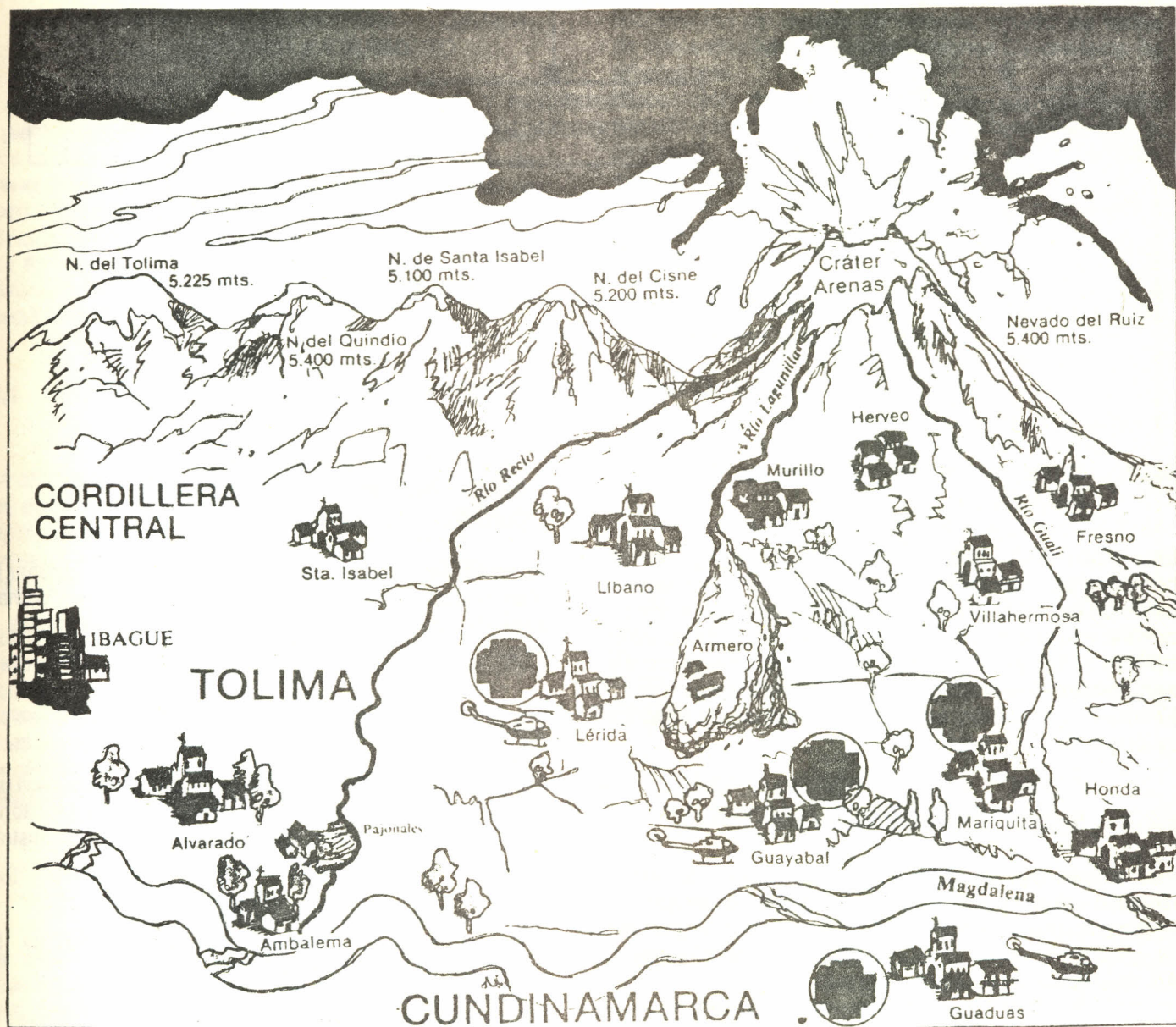


Fig. 5. LA ZONA DEL DESASTRE
(Adaptado de : Semana No. 185. Noviembre 25 de 1985)

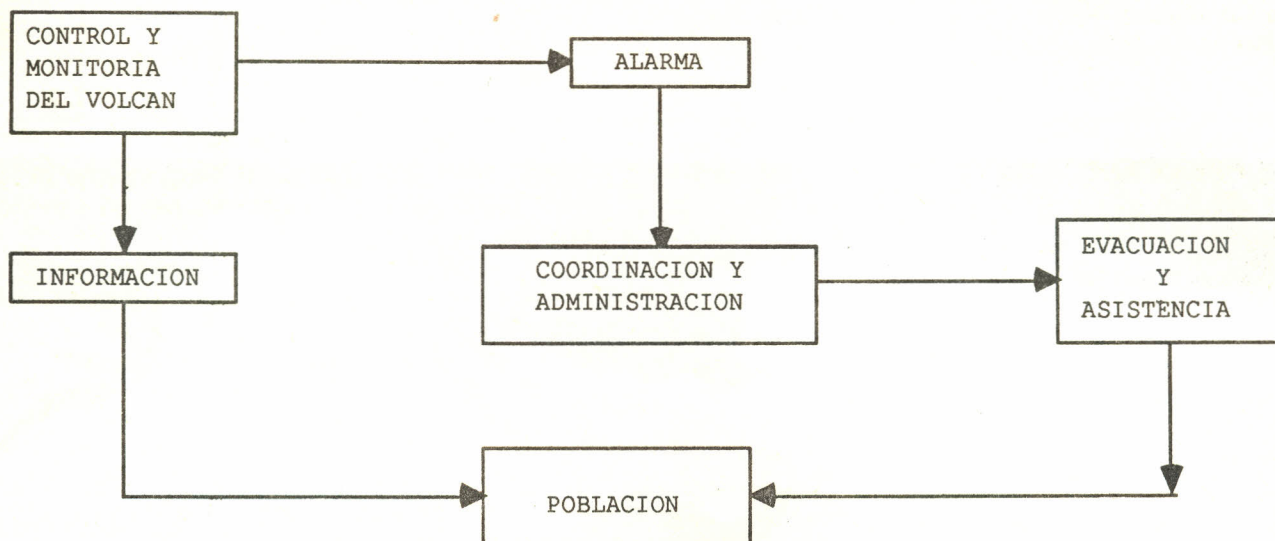


Fig. 6 El Sistema de Prevención de Desastres

5.3.1 Subsistema de Control y Monitoría del Volcán

Este subsistema está integrado por un grupo de personas que técnica ó profesionalmente estén capacitadas en las áreas de Geología y Vulcanología y por todos los equipos que permitirán la obtención de su información sobre el estado del volcán; principalmente los sismógrafos y los medidores de caudal de los ríos. Tendrán una función especial para actuar en caso de erupción dando alarma.

5.3.2 Subsistema de Información

Este subsistema está formado por los medios de comunicación posibles y su función es brindar un servicio de información tanto a la población para garantizar un clima de confianza, como al Subsistema de Coordinación y Administración, que se presenta más adelante.

5.3.3 Subsistema de Población

Formado por los habitantes de la zona de riesgo. Su función es recibir y aprovechar la educación y de acuerdo a instrucciones de prevención y alarma, actuar convenientemente.

5.3.4 Subsistema de Coordinación y Administración

Se encarga de coordinar acciones y de tomar decisiones. Está compuesto por los siguientes elementos:

- . Comité Nacional de Emergencias
- . Comité Departamental de Emergencias
- . Comité Local de Emergencias

Además de tomar las decisiones respecto a accionar la alarma deberá concertar las reuniones con los demás subsistemas para planificar y disponer estrategias a seguir.

5.3.5 Subsistema de Alarma

Este subsistema es accionado para una alerta pública urgente ya sea directamente desde Control y Monitoría en caso de erupción o de Coordinación y Administración. Está constituido por el siguiente equipo:

- Medios de comunicación de masa
- Teléfonos para consulta de emergencia de la población para verificar alarma
- Consultas de emergencia
- Altavoces y perifoneos

5.3.6 Subsistema de Evacuación y Asistencia

Tiene como función asistir a la población para organizar las evacuaciones. Estará integrado por los siguientes elementos:

- . Cruz Roja
- . Defensa Civil
- . Policía Nacional
- . Bomberos
- . Fuerzas Armadas

Debe además colaborar en el manejo de refugios. Está basado en los estudios y planes que con Monitoría del Volcán, Coordinación y Administración e Información y Población, se hayan elaborado.

5.4 ALTERNATIVAS POSIBLES PARA PREVENIR DESASTRES SIMILARES AL SUCEDIDO EN ARMERO

El planteamiento de alternativas surge cuando una única solución al problema planteado es difícil de obtener por la complejidad de éste. En este numeral se hacen algunos bosquejos sobre posibles alternativas que se pueden tomar para prevenir desastres similares al de Armero. Las bases para definir las alternativas se derivan de los objetivos planteados para el sistema y deben indicar la forma para lograrlos.

5.4.1 Alternativa A: Evacuación de la Población

Esta alternativa dá prioridad a la evacuación de la población, de la zona, antes de la ocurrencia del fenómeno natural. Surge como una respuesta a la importancia de la protección de la vida humana y factores limitantes de tiempo. Está basado en:

- Zonificación de los municipios según el riesgo.
- Instalación de campamentos en los lugares apropiados.
- Adiestramiento sobre la evacuación sin peligro en rutas previamente definidas.
- Reservas de suministros alimenticios para ser racionados.

5.4.2 Alternativa B: Planificación Física (A mediano o largo plazo)

Esta alternativa hace énfasis en que el organismo coordinador en cooperación con el Departamento de Planificación Urbana prepara la alternativa teniendo en cuenta "Factores humanitarios, técnicos, económicos e incluso políticos" (14). Se basa en la adopción de medidas de desarrollo para la resistencia a los desastres. Estas resistencias pueden conseguirse mediante:

- Selección de terrenos de menor riesgo para funciones residenciales y funciones de producción, y las de mayor riesgo para parques, zonas de recreación y actividades agrícolas.
- Redes de infraestructura adecuada: las carreteras y calles quedan integradas con empalmes con otras carreteras regionales o nacionales, señalizadas para evacuación; las líneas de alta tensión de suministro

de energía eléctrica deben contar con amplias, sin edificaciones cercanas.

8

Esta alternativa implica además, siguientes aspectos:

- Reconocimiento científico del volcán.
- Elaboración de mapas de riesgos, diseño de redes de infraestructura, y de instalaciones de servicios de emergencia.
- Elaboración de bancos de datos con información actualizada de la estructura y distribución de la población, ubicación y carácter de las actividades económicas e instalación de la infraestructura.
- Instalación de redes de alarma y equipos necesarios de comunicación.

5.4.3 Alternativa C: Alternativa de Alarma y Evacuación

Esta alternativa hace énfasis en la tecnología para la colocación de alarmas y el diseño de sistemas de evacuación.

La instalación de alarmas debe hacerse para evaluar el mensaje según la intensidad del sonido que emitan. Así se podrá identificar: si es alarma baja, constituye una alerta a la población, o si es una alarma alta indicará la necesidad de la evacuación inmediata. Estas convenciones de alarmas y rutas de evacuación serán previamente establecidos, explicados y difundidos a la población.

5.5 INDICADORES PARA MEDIR EL LOGRO DE LOS OBJETIVOS

Para evaluar las distintas alternativas se deberán estimar para cada una de ellas y dado el caso de un desastre, los siguientes indicadores:

- a) - Número de personas muertas a causa del
- Número de damnificados a causa del desastre.
- b) - Número de hectáreas afectadas (Há).
- Número de viviendas destruidas/Número de
- Monto de construcciones para servicios
- Monto de vías afectadas (km).
- Pérdidas en el sector agropecuario (\$).
- c) - Grado de afectación de las especies naturales

- d) - Número de agricultores afectados/Número de agricultores de la región.
- Número de industrias manufactureras afectadas/número de industrias manufactureras instaladas.
- Pérdidas agrícolas, industriales y comerciales (\$).

6. CONCLUSIONES

- Las erupciones volcánicas constituyen una causa potencial de desastre, pero que puede ser mitigada considerablemente mediante una adecuada planificación, ya que frecuentemente hay un período de semanas a meses de signos precursores de la primera crisis destructiva que son claramente visibles, y es entonces posible determinar y delinear con relativa facilidad las áreas más vulnerables.
- El caso de Armero constituyó una evidencia de la falta de una labor coordinada entre las autoridades públicas, científicos y la comunidad.
- Hay una necesidad urgente para que los científicos, en primer lugar, evalúen el potencial de riesgo, después de las respectivas investigaciones en el área. Posteriormente en coordinación con las entidades del gobierno y del sector privado se deben planificar las acciones que la comunidad deba hacer y así garantizar la tranquilidad a la población.
- La falta de equipo y personal médico en los campamentos, la no canalización rápida de las ayudas internacionales y el robo de equipos de instrumentación quirúrgica, salas de cirugía y hasta de niños (13), entre otras, demuestra que la actuación precipitada y desordenada ante la falta de estrategias planeadas conllevó a agrandar el problema.
- Es obligación del gobierno identificar e implementar aquellas medidas preventivas que sean apropiadas al caso, es decir aquellas que representen el compromiso más ampliamente aceptado entre un razonable margen de seguridad y el mínimo quebrantamiento socioeconómico.
- Aunque la mayoría de los científicos responsables en cierta forma del bienestar de la población hicieron predicciones coincidentes acerca del posible resultado de la erupción del Nevado del Ruiz en 1985, no se tomó por parte del gobierno una acción rápida, lo que dio lugar a varias consecuencias desafortunadas: la primera y más importante es que deja a las autoridades civiles sin un consenso de experta opinión sobre la magnitud del riesgo y los obliga a una elección con base en

argumentos científicos que muy poco entienden en segundo lugar que el público dude del valor de la vigilancia sísmica y por último provee a los miembros descontentos de la población y del público una base para poner en duda la decisión de las autoridades.

- Se ha demostrado en diferentes casos de desastre que con frecuencia es difícil para las autoridades civiles mantener una percepción de riesgo aceptable, libre de prejuicios. Una vez que el estado de emergencia ha sido declarado, la seguridad de la población es frecuentemente responsabilidad de una sola persona (normalmente el Jefe de Estado), y cuando no hay una política clara sobre riesgo aceptable, se inclina hacia un punto de vista conservador sobre el riesgo que debe ser tolerado. Se debe por tanto preferir evacuar la población durante todo el tiempo necesario disponiendo de una viabilidad económica, antes que arriesgar vidas humanas.
- La tragedia del Ruiz se produjo en parte porque no existía un criterio unánime sobre lo que era o no grave, ya que durante las horas angustiosas que precedieron al suceso la definición de los términos "Estado de Alerta" y "Estado de Emergencia" produjo angustias adicionales. ¿Qué quieren decir exactamente estos términos?.

Para algunos "Estado de Alerta" es un estado de vigilancia, de preparar la conducta que se adoptará cuando se produzca la emergencia. Es por ejemplo, alistar linternas, o un maletín liviano y sobre todo recordar las instrucciones que se hayan dado. "Estado de Emergencia" en cambio, es cuando llega el momento del problema frente al cual debe adoptarse una conducta previamente establecida para ponerse a salvo en la emergencia.

- El Comité de Emergencia creado por la ley, es el tipo de organismo que difícilmente puede funcionar con eficiencia y adoptar con tiempo medidas de prevención. Aunque no faltó el análisis de técnicos, faltaron medidas como las de un plan concreto para evacuación de las poblaciones cercanas al Nevado del Ruiz.
- Respecto a la solidaridad nacional e internacional, se observa claramente que la unión de los pueblos no tiene fronteras.

BIBLIOGRAFIA

1. SALVAT S.A., *Enciclopedia Salvat de las Ciencias*, Barcelona, 1970, tomo 10, pág. 49.
2. CASE Je y otros, *Tectonic Investigations in*

Western Colombia and east in Panamá, Geol Soc. American Bull, Vol 82 (10) pág. 2685.

3. SALVAT S.A., *Enciclopedia Salvat de las Ciencias*, Barcelona, 1970, tomo 10, pág 14.
4. SALVAT Editores S.A., *Córdilleras, Terremotos y Volcanes*, Barcelona, 1973, tomo 5, pág 45.
5. *¿Por qué despierta un volcán?, Muy interesante*, Editora CINCO, Bogotá, 1986, pág 7.
6. GOMEZ Eugenio, *Diccionario Geográfico de Colombia, publicaciones del Banco de la República*, Bogotá, 1953, pág 239.
7. SIMON Fray Pedro, *Noticias historiales de la conquista de la tierra firme en las Indias Occidentales*, Biblioteca de Autores Colombianos, Bogotá, 1953, pág 127.
8. FORERO BENAVIDES, Abelardo, *Biografía del Ruiz. Temas volcánicos*, El Tiempo (lectura dominical), Bogotá, enero 19 de 1986, pág 8.
9. UNIVERSIDAD NACIONAL, *Revista de vías y transportes*, Manizales, Volumen XIII, No. 54, 1985.
10. DARREL G. Herd, *La historia de la tragedia*, Nueva Frontera # 587, junio 16-22, 1986, pág 17-22.
11. RICARDO Victor, *"Completo informe entrega al gobierno"*, El Tiempo, Bogotá, Noviembre 22 de 1985, pág 7D.
12. EL ESPECTADOR Martes 8 de Octubre de 1985 pág 2C.
13. DINERS, *"Otra tragedia permitida"*, Diciembre de 1985, pág 25.
14. NACIONES UNIDAS, *Planificación Física de los Asentamientos Humanos previa a los desastres*. Vol1. Ginebra, 1976, pág 30.