

INGEOMINAS

OFICINA REGIONAL POPAYAN

MAPA PRELIMINAR DE AMENAZA VOLCANICA POTENCIAL DEL
COMPLEJO VOLCANICO DEL CUMBAL
CONVENIO INGEOMINAS - GOBERNACION DE NARIÑO

Por:

María Luisa Monsalve B. - Popayán
Ricardo Arturo Méndez F. - Manizales



Popayán, noviembre de 1988

REPUBLICA DE COLOMBIA
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA



MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA
INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES GEOLOGICO-MINERAS
INGEOMINAS
OFICINA REGIONAL POPAYAN

MAPA PRELIMINAR DE AMENAZA VOLCANICA POTENCIAL DEL
COMPLEJO VOLCANICO DEL CUMBAL

CONVENIO INGEOMINAS - GOBERNACION DE NARIÑO

Por : María Luisa Monsalve B. - Popayán.

Ricardo Arturo Méndez F. - Manizales.

Popayán, Noviembre de 1988



Revisado y aprobado por :

Héctor Zed



CONTENIDO

| | Pág. |
|---|------|
| RESUMEN | |
| 1. INTRODUCCION | 2 |
| 1.1. Objetivos y Antecedentes | 2 |
| 1.2. Localización Geográfica | 2 |
| 1.3. Metodología y Limitaciones | 4 |
| 1.4. Trabajos Anteriores | 4 |
| 2. ACTIVIDAD HISTORICA | 4 |
| 3. GEOLOGIA | 5 |
| 3.1. Marco General | 5 |
| 3.2. Coladas de Lava | 6 |
| 3.3. Flujos Piroclásticos | 8 |
| 3.3.1. Flujo de ceniza y pómez | 8 |
| 3.3.2. Flujos de ceniza | 8 |
| 3.3.3. Flujos hidroclásticos (?) | 9 |
| 3.3.4. Flujos de escombros (<u>Debris Flows</u>) | 9 |
| 3.3.5. Flujos de ceniza y escoria | 9 |
| 3.4. Piroclastos de Caída | 9 |
| 3.4.1. Cenizas | 10 |
| 3.4.2. Lapilli de caída | 10 |
| 3.5. Otros Depósitos | 10 |
| 4. AMENAZA VOLCANICA DEL COMPLEJO VOLCANICO DEL CUMBAL | 10 |
| 4.1. Amenaza por Flujos de Lava | 11 |
| 4.2. Amenaza por Flujos Piroclásticos | 11 |
| 4.2.1. Amenaza por flujos de ceniza | 11 |
| 4.2.2. Amenaza por flujos de ceniza y escoria | 11 |
| 4.2.3. Amenaza por piroclastos de caída | 12 |
| 4.2.4. Amenaza por flujos de lodo | 12 |
| 4.2.5. Amenaza por emisión de gases | 13 |
| 4.2.6. Otras amenazas | 13 |
| 4.3. Zonación Probabilística de Severidad | 13 |
| 4.4. Mapa Preliminar de Amenaza Volcánica Potencial del complejo volcánico del Cumbal | 14 |



| | | |
|----|-----------------|----------|
| 5. | CONCLUSIONES | 14 |
| 6. | RECOMENDACIONES | 15 |
| 7. | AGRADECIMIENTOS | 16 |
| 8. | BIBLIOGRAFIA | 17 18 |



ILUSTRACIONES

Figura 1 : Mapa Índice.

Figura 2 : Esquema Tectónico del Area del Complejo Volcánico del Cumbal.



ANEXOS

- Anexo 1. Mapa Geológico del Complejo Volcánico del Cumbal (en bolsillo).
- Anexo 2. Mapa Preliminar de Amenaza Volcánica Potencial del Complejo Volcánico del Cumbal (en bolsillo).



RESUMEN

El Complejo Volcánico del Cumbal está situado a 13 km al NW de la población de Cumbal , Departamento de Nariño , en las coordenadas 0°57' de latitud N y 77°02' de longitud W del Meridiano de Greenwich y pertenece a la cadena de volcanes activos más australes de Colombia .

Los eventos volcánicos más recientes en el Complejo Volcánico del Cumbal fueron flujos de lava, flujos de ceniza y pómez , flujos de ceniza y escoria , flujos de ceniza , flujos de escombros , flujos piroclásticos y piroclastos de caída transportados balística y eólicamente .

Para la elaboración del Mapa Preliminar de Amenaza Volcánica Potencial del Complejo Volcánico del Cumbal , escala 1:50.000 , se tuvo en cuenta las 30 erupciones ocurridas en aproximadamente los últimos 15.000 años , traducidos a un lenguaje accequible a las autoridades y a la comunidad ; presenta tres zonas expuestas a una amenaza alta , intermedia y baja , sin especificar cual es el tipo de erupción que estaría amenazando el área .



1. INTRODUCCION

1.1. OBJETIVOS Y ANTECEDENTES.

A partir de febrero de 1988, se presentó una serie de informaciones, procedentes de los habitantes de la población de Cumbal, referentes a fenómenos diferentes a la actividad normal del Volcán Cumbal (ruidos, cambios en las fumarolas). Por esta razón, las autoridades del Departamento de Nariño solicitaron al Gobierno Nacional la elaboración de un mapa que mostrara los sitios vulnerables en caso de presentarse una posible erupción volcánica y, a la vez, la realización de vigilancia básica que permitiera conocer el estado de actividad del volcán; así se evitaría la repetición de una tragedia similar a la ocurrida en Armero, debida a la erupción del 13 de noviembre de 1985 del Volcán Nevado del Ruiz.

Los trabajos solicitados se iniciaron en abril del presente año; primero con la instalación de una red sísmica temporal y, luego, con trabajo geológico, reconocimiento de productos volcánicos y su distribución, base para la elaboración del mapa preliminar de amenaza volcánica; a la vez, se comenzó el control de temperatura y composición química de gases en las fumarolas; finalmente, en el mes de julio, se materializó una red con el fin de tomar medidas de deformación, las cuales, al igual que el muestreo de gases, se realizan periódicamente.

Este proyecto se efectuó mediante convenio suscrito entre INGEOMINAS y la GOBERNACION DE NARIÑO celebrado en el segundo trimestre de 1988.

1.2. LOCALIZACION GEOGRAFICA.

El Complejo Volcánico del Cumbal, con una altura máxima de 4764 m.s.n.m., está localizado al sur del Departamento de Nariño, en 0°57' de latitud norte y 77°52' de longitud oeste, 13 km al NW de las poblaciones de Cumbal y Pueblo Viejo (Figura 1).

Debido al retroceso generalizado de los glaciares, el Complejo Volcánico de Cumbal presenta sólo un remanente pequeño de hielo en el cráter del Volcán Mundo Nuevo, el cual es explotado para fines comerciales por habitantes de la región.

De las partes altas del Complejo Volcánico del Cumbal nace una serie de quebradas, entre las que se destacan, al W y NW, las quebradas de Pilches, Concibá, de Rondón y Conejo, afluentes del río Tambillo y, al ESE, la quebrada Guapul, el río Chiquito y otros afluentes del río Blanco.

Las poblaciones y veredas aledañas a los volcanes, entre otras, son : Cumbal, -



INGEOMINAS
OFICINA REGIONAL POPAYAN

MAPA INDICE

| | | | |
|--|--|------------------------|-----------|
| Autor: Ma. Luisa Monsalve, Ricardo Méndez | | Dibujó: Guido Arcos | |
| 0 ESCALA 50Km | | Agosto-1988 | Figura: 1 |



Pueblo Viejo, Cuetial, Ortiga, Machines, La Susana y Cuaical, algunas de las cuales están situadas a menos de 10 km de los volcanes. Otras poblaciones cercanas son: Miraflores, San Martín, Guachuca, Aldana y El Espino.

El acceso a los volcanes se hace a través de diferentes caminos de herradura que, en general, parten de carretables que salen de la población de Cumbal; el principal parte de la vereda La Ortiga y es el usado por los indígenas de la región para la extracción de hielo y azufre.

1.3. METODOLOGIA Y LIMITACIONES.

El trabajo de campo consistió en explorar geológicamente el área del complejo volcánico con el fin de identificar los productos que lo constituyen y su distribución; con estos datos y análisis de laboratorio (petrográficos, mineralógicos y químicos), se obtuvo un mapa geológico escala 1:50.000 (Anexo 1).

A partir del mapa geológico y de los mecanismos eruptivos de formación y dispersión de los diferentes tipos de productos volcánicos del Complejo Volcánico del Cumbal, se obtuvo mapa de amenaza volcánica, por cada producto y, a partir de estos, siguiendo la metodología de Parra et al (1986), se obtuvo un mapa de amenaza volcánica potencial, escala 1:50.000 (Anexo 2), en el cual se delimitan tres áreas potencialmente amenazadas por eventuales erupciones en el Complejo Volcánico del Cumbal.

La carencia de fotografías aéreas, de mapas topográficos y el acceso difícil al W del complejo, impidió una completa observación de los productos de este sector y, por ello, los mapas se hallan allí incompletos.

Es de aclarar que, debido a falta de información detallada de los productos volcánicos del Complejo Volcánico del Cumbal, el mapa de amenazas presentado acá es solamente preliminar.

1.4. TRABAJOS ANTERIORES.

Varios estudios se han realizado en el área volcánica de Cumbal, entre los cuales se encuentran los de Hubach (1954) y Koller (1982) para reconocimiento de azufre; para estudios geotérmicos los de ICEL (1983); los aspectos geológicos generales son tratados por Rodríguez (1959), Hantke and Parodi (1966), Ramírez (1975), Simkin et al (1981), Cuellar y Ramírez (1986), Nuñez y Pulido (1986); son interesantes los datos consignados en De los Ríos J. (1925), en una monografía de la ciudad de Cumbal; y, el estudio más reciente es el de Cepeda et al (1987), el cual trata aspectos petrográficos y químicos de lavas.

2. ACTIVIDAD HISTORICA

La Tabla 1 contiene la información histórica de la actividad del Complejo Volcánico



co del Cumbal.

TABLA 1. Actividad Histórica del Complejo Volcánico del Cumbal.

| Fecha | Actividad | Fuente |
|------------------|-------------------|---|
| 0.2 m.a. | Lávica | ICEL (1983) |
| 3.800 años | Explosiva- Surge | ICEL (1983) |
| Dic. 1877 | Explosiva VEI-2 | Hantke and Parodi (1966); Simkin et al (1981) |
| 20-21 Dic. 1926. | Explosiva VEI-2 | Hantke and Parodi (1966); Simkin et al (1981) |
| 1927 | Actual Fumarólica | Comunicación oral : varios. |

De la actividad resumida en la Tabla 1, se puede sacar algunas conclusiones :

1. De la erupción de 1877, si es que ésta ocurrió, no se ha encontrado una descripción histórica clara, a pesar que la zona estaba habitada en esa época.
2. Las versiones sobre la erupción de 1926 surgieron a raíz de la solicitud de un reconocimiento geológico que se hizo por parte del alcalde de Cumbal al Doctor Friedlaender, ya que después del terremoto que destruyó la población de Cumbal en 1923, los pobladores lo atribuían al volcán, pero no hay registro de que este haya entrado en erupción.

3. GEOLOGIA

El área volcánica conocida como Cumbal, está formada por dos volcanes activos: Volcán Mundo Nuevo y Volcán Cumbal propiamente dicho y, al menos, tres pequeños cráteres adventicios, razón por la cual llamaremos a ésta zona Complejo Volcánico del Cumbal.

3.1. MARCO GENERAL.

El Complejo Volcánico del Cumbal tiene una forma elíptica, elongada en dirección NE, cuyos edificios se elevan entre las cotas 3600 m y 4764 m (Volcán Cumbal).

Los diámetros mayores de los cráteres principales de Mundo Nuevo y Cumbal, tienen longitudes de 200 y 600 m respectivamente; el último se encuentra abierto hacia el sector SE.



El estado actual del Complejo Volcánico del Cumbal está caracterizado por alta actividad fumarólica en tres sitios principales : flanco E y cráter interno en el Volcán Cumbal y flanco SW del Volcán Mundo Nuevo; la temperatura de estas es de 85°C, excepto para la fumarola del flanco E del Volcán Cumbal que ha presentado un incremento de 150°C a 323°C de marzo a agosto del presente año.

El Complejo Volcánico del Cumbal fue construido sobre un basamento cretácico con formado por rocas volcánicas de afinidad oceánica y sedimentarias de origen marino (Cepeda et al, 1987), en tres etapas diferentes :

Primera Etapa : relacionada a un vulcanismo antiguo (Terciario Superior ?), se encuentra una estructura caldérica de 17 x 12 km de diámetro (ICEL 1983) a la cual llamaremos: "Caldera de Colimba". Se encuentra parcialmente erodada y destruida en el sector occidental y sus productos forman, en su mayoría, la planicie de Túquerres, intercalados con otros productos de otros volcanes del área, como el Azufra, Chiles - Cerro Negro y algunos del Ecuador. Entre sus productos principales sobresalen flujos de lava, que afloran en las diferentes quebradas que nacen en ella, flujos de ceniza y pómez y domos exógenos.

Segunda Etapa : siguiendo el colapso caldérico se construye un nuevo edificio volcánico, cuyos remanentes se observan inmediatamente al NE (Punta Vieja) y parte media actual del complejo volcánico. Sus principales productos son coladas de lava de composición andesítica (Cepeda et al, 1987). Además, se encontró remanentes de tobas, preliminarmente atribuidas a ésta estructura.

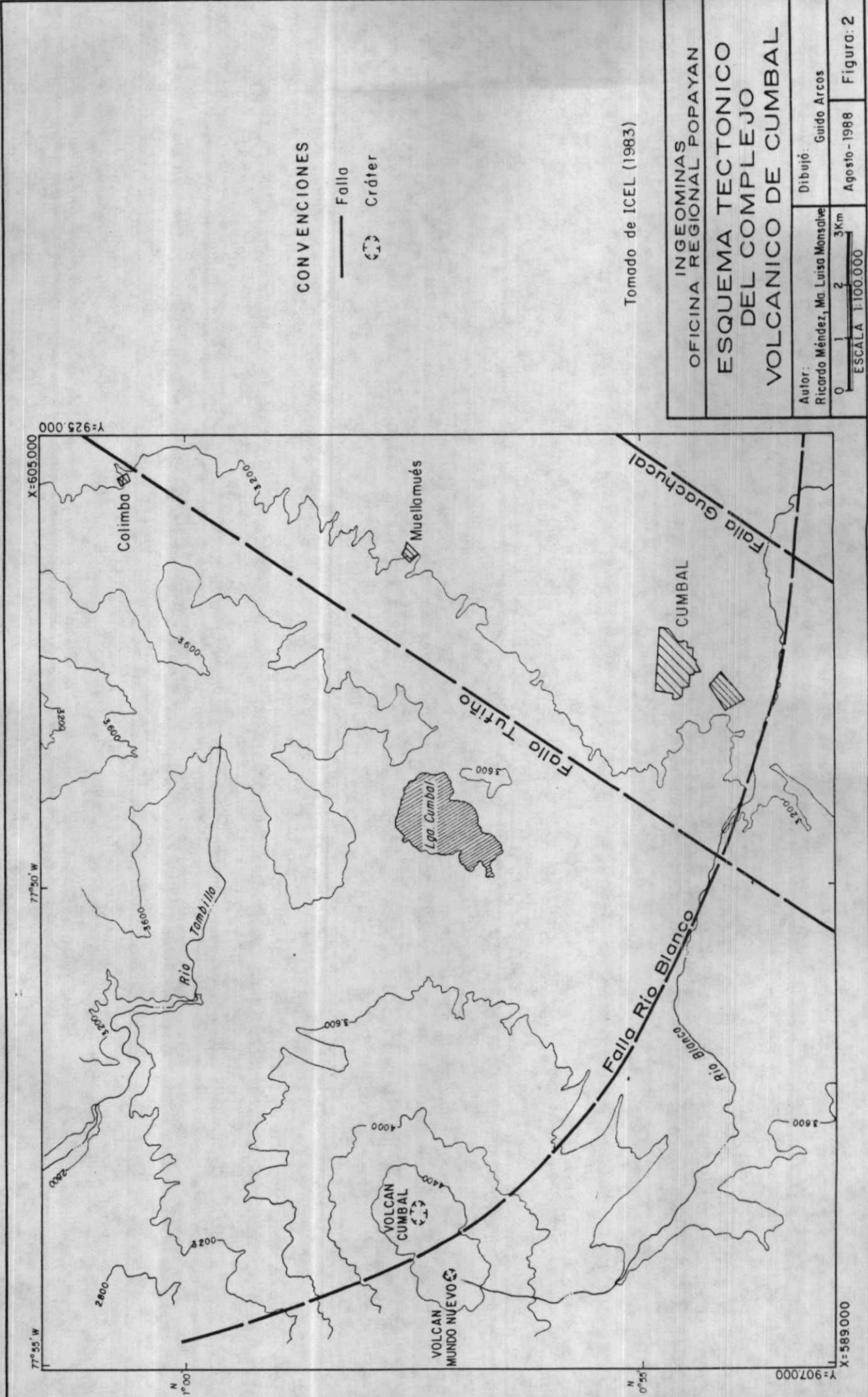
Tercera Etapa : ocupando, en parte, el sitio donde se construyo el anterior edificio y siguiendo una falla de dirección SW-NE, se encuentran los volcanes actuales de Mundo Nuevo al SW y Cumbal al NE que representan a esta etapa. Los productos asociados son principalmente flujos de lava andesíticos-dacíticos (Cepeda et al, 1987), flujos de ceniza y escoria, flujos de ceniza, productos hidroclásticos, flujo de escombros (debris flows) y piroclastos de caída.

El patrón estructural del área, está dado por la falla NNE a la cual está asociado el Complejo Volcánico del Cumbal y varios lineamientos transversales a éste. Esta falla principal es parte del sistema regional conocido como Sistema de Fallas Cauca-Romeral (Gonzalez, 1980) y equivale a la Falla Tufiño (Figura 2). El principal lineamiento transversal al sistema es la Falla Río Blanco, que tiene una dirección NW-SE, cuyo trazo es arqueado y se manifiesta hacia el SE por el alineamiento del Río Blanco y por la presencia de fuentes termales; al cruzar por la cima del volcán separa los dos cráteres actuales, creando gran acumulación de material de derrubio arriba de la cota 3500 m (ICEL 1983).

3.2. COLADAS DE LAVA.

Las lavas del complejo presentan distribución radial, son de carácter masivo, en bloques, autobrechadas y escoriáceas.

En general, se ha diferenciado mínimo 20 coladas de lava, con espesores que varían de 10 a 50 m y con longitudes máximas de 11 km. Es posible diferenciar tres coladas de la tercera etapa, al parecer muy recientes, las cuales cortan depósitos no



| | |
|---|------------------------|
| INGEOMINAS OFICINA REGIONAL POPAYAN | |
| ESQUEMA TECTONICO DEL COMPLEJO VOLCANICO DE CUMBAL | |
| Autor: Ricardo Méndez, Ma. Luisa Monsalve | Dibujo: Guido Arcos |
| ESCALA 1:100.000 0 1 2 3 Km | Agosto - 1988 |
| | Figura: 2 |



rrénicos correspondientes a la glaciación Murillo, 25.000-28.000 años, (Thouret et al, 1985), o rellenan parcialmente valles glaciares; además, infrayacen a capas de cenizas que cubren toda el área y que han sido datadas en 3.800 años (ICEL 1983).

Según Cepeda et al (1987), petrográficamente las lavas del Volcán Cumbal son porfiríticas, con matriz hipocristalina, cuya fase mineral principal es la plagioclasa (andesina-labradorita), también se encuentran piroxenos (clino y orto), vidrio de color verde y, como accesorios, presenta olivino y, en algunas muestras, cuarzo policristalino relleno intersticios.

Análisis químicos de estas mismas lavas muestran un contenido de 60 a 66 % de SiO₂; no son muy diferenciadas y solamente las coladas más recientes muestran un incremento en SiO₂ como para considerarlas dacitas (Cepeda et al, 1987).

3.3. FLUJOS PIROCLASTICOS.

3.3.1. Flujo de ceniza y pómez. Este tipo de depósito se encuentra en las quebradas Guapul al SE, Pilches al N y en la carretera Cumbal-Muellamoes al E; está compuesto por líticos ($\leq 1\%$), por pómez blanco-amarillo (25%), tamaño lapilli (2-3 cm), formado por plagioclasa, cuarzo, anfíboles y/o piroxenos, en la matriz alterada a arcilla.

Estratigráficamente, se encuentra debajo de toda una secuencia de paleosuelos y capas de piroclastos de caída, que cubren el área aledaña a la población de Cumbal. Localmente yacen sobre lavas de la estructura Colimba y podrían estar relacionadas con el colapso caldérico de dicha estructura.

3.3.2. Flujos de ceniza. Este tipo de depósito se encuentra en el río Tambillo, cerca a la desembocadura de la quebrada Pilches, al N del área de estudio.

Alcanza espesores de 100 m y macroscópicamente está compuesta principalmente por cristales de cuarzo, plagioclasa, anfíbol, piroxeno, y de múltiples fragmentos de líticos volcánicos del orden milimétrico a centimétrico y de pómez, muy alterados, en una matriz vítrea.

Este tipo de depósito podría estar asociado a un colapso caldérico. Preliminarmente se considera relacionado a la finalización de la segunda etapa de formación del Complejo Volcánico del Cumbal, aunque, sin descartar que su origen sea la estructura de Colimba y esté asociado al colapsamiento de ésta.

Asociados al sistema actual del volcán se encontraron tres depósitos de flujos de ceniza, los cuales recubren toda el área con un espesor aproximado de 20 cm y en algunas partes, preferencialmente hacia el NE, alcanzan a tener más de un metro, con la característica de presentar estratificación cruzada típica de la facies surge de un flujo piroclástico. En este nivel se encuentran fragmentos del orden milimétrico de madera carbonizada, los cuales fueron datados por ICEL (1983) en 3800 años, dejando manifiesta la actividad explosiva reciente del volcán. Es



tán compuestos por cristales de cuarzo, plagioclasa, biotita, anfíboles y vidrio (?).

3.3.3. Flujos hidroclásticos (?). Asociados al Volcán Mundo Nuevo, afloran, cerca al cráter, flanco S, depósitos caóticos heterolíticos cementados, con fragmentos de diferentes rocas volcánicas, incluyendo escorias. La matriz, de ceniza gruesa, es escasa. Según sus características y localización, parece tratarse de un depósito debido a actividad freatomagnética asociada a erupciones que hayan generado flujos piroclásticos o lavas.

3.3.4. Flujos de escombros (Debris Flows). Aflora en la quebrada Río Grande (en este sitio llamada La Tinta), un depósito caótico, fumarolizado, de 5 m de espesor promedio, con cantos angulares de lavas de diferente tamaño, del orden milimétrico a decimétrico, principalmente de composición andesítica, en una matriz tamaño ceniza, de color amarillo, la cual hacia el techo del depósito toma una coloración rojiza, debido al flujo de ceniza y escoria que lo suprayace. El origen del depósito posiblemente sea debido al colapsamiento parcial del edificio volcánico.

3.3.5. Flujos de ceniza y escoria. Se diferenciaron dos eventos de este tipo: el más antiguo de ellos, retrabajado, aflora en la margen izquierda de Río Blanco, infrayaciendo al menos 20 m de depósitos de origen fluvio-glaciar. El depósito, de 2 m de espesor, está formado en un 40% por cantos redondeados de escoria, altamente vesiculados, algunos fibrosos, color negro-azuloso, compuestos principalmente de vidrio y cristales de plagioclasa embebidos en una matriz muy alterada, dentro de la cual también se encuentran fragmentos de lavas y pómez que conforman sólo el 1 % del depósito.

El depósito más reciente, de ceniza y escoria, aflora principalmente en la quebrada La Tinta (quebrada Río Grande), en la parte media del complejo volcánico, tiene un espesor máximo de 5 m y yace sobre el flujo de escombros descrito en 3.3.4. Remanentes de ese mismo flujo se encuentran en afluentes de la quebrada Guapul hacia sus cabeceras y en cercanías de río Chiquito en el flanco E del Volcán Cumbal. El depósito consta principalmente de bombas escoriáceas con tamaños máximos de 80 cm que forman un 80% del depósito y líticos juveniles y accidentales, en un 10%, embebidos en una matriz de ceniza color rojizo. Hacia la base del depósito desaparecen los cantos escoriáceos, quedando la capa de ceniza en 30 cm de espesor, que constituye el ground surge del flujo. La escoria está compuesta por cristales de plagioclasa, piroxeno (clino y orto) y anfíboles en una matriz vítrea de color café oscuro.

Es importante anotar que muchos de los cantos de escoria presentan en su interior bandas y/o fragmentos más claros de pumita, lo cual indicaría mezcla de magmas.

3.4. PIROCLASTOS DE CAIDA.



3.4.1. Cenizas. Basados en los espesores acumulados y número de eventos ocurridos en los últimos 3800 años, en los últimos 15000 años se habrían producido 21 episodios de caída de cenizas, los cuales se han convertido principalmente en paleosuelos muy bien desarrollados. Su distribución preferencial es hacia el NEE y con espesores muy homogéneos.

3.4.2. Lapilli de caída. Una pequeña capa de caída de fragmentos de pómez tamaño lapilli, con un espesor máximo de 7 cm, en el NW, suprayace a la secuencia de cenizas y se encuentra intercalado en el suelo actual.

Este depósito se observó cubriendo parte del flanco NE del complejo, entre las quebradas La Puerta y Concibá, hasta una distancia de 8 km medidos desde el cráter del Volcán Cumbal.

Las pómez son de color blanco-amarillo, algo fibrosas, con cristales de plagioclasa y anfíboles.

Además del nivel anterior, en inmediaciones del cráter del Volcán Cumbal y hacia su flanco oriental, esporádicamente se encuentran cantos de pómez de diferente tamaño que, muy localmente, forma pequeñas acumulaciones, pero no se identificó el depósito al cual pudieran pertenecer.

3.5. OTROS DEPOSITOS.

Gran parte del área se encuentra cubierta por depósitos lacustres, fluviolacustres, fluvioglaciares y glaciares.

Asociados a la última gran glaciación Murillo (Thouret 1985), se encuentran depósitos morrénicos de gran magnitud, entre los cuales vale destacar las morrenas laterales que se encuentran a todo el rededor del complejo volcánico, entre los 3600 y 3200 m, alcanzando espesores a veces superiores a los 100m.

4. AMENAZA VOLCANICA DEL COMPLEJO VOLCANICO DEL CUMBAL

Para un mayor entendimiento del trabajo, es conveniente dar a conocer las definiciones de algunos conceptos básicos adoptados por la UNDRO (1979) y descritas por Parra et al (1986).

Amenaza volcánica : se refiere a un evento volcánico, potencialmente destructivo, que puede afectar un área determinada. En esencia, la amenaza volcánica no tiene en cuenta si hay o no, población o bienes alrededor del volcán.

Riesgo volcánico : se refiere a las consecuencias que se pueden esperar, sobre las vidas y bienes, en el caso de una erupción potencialmente destructiva.

Límite de zona : son las líneas que delimitan las zonas sujetas a un determinado riesgo.



4.1. AMENAZA POR FLUJOS DE LAVA.

Los datos hasta ahora obtenidos muestran que la composición de la mayoría de las lavas es andesítica que, por su alta viscosidad tienen una capacidad de desplazamiento relativamente reducida.

Las áreas amenazadas por flujos de lava son todos los flancos del complejo actual, especialmente los valles de corrientes fluviales hasta un círculo de radio 3.5 km alrededor de la cima. En caso de presentarse la erupción en el cráter principal del Volcán Cumbal, el cual se encuentra abierto hacia el flanco E, las coladas de lava fluirían principalmente por la vertiente del río Chiquito; en esta zona hay muy pocas parcelaciones y la probabilidad de que un flujo de estos llegue al casco urbano de Cumbal es mínima ya que esta se encuentra a 13 km de distancia y existen una llanura y morrenas que forman barreras naturales que impedirían el avance dichas coladas.

La presencia de bosques, preferencialmente en el flanco W, ayudaría a detener o disminuir la poca velocidad que podrían alcanzar los flujos de lava, pero con seria posibilidad de un incendio forestal de gran magnitud.

Las lavas más recientes no sobrepasan los 3 km de longitud y el área amenazada sería del orden de los 50 km cuadrados.

4.2. AMENAZA POR FLUJOS PIROCLASTICOS.

Este tipo de evento es el más peligroso de los fenómenos volcánicos. Los riesgos asociados a flujos piroclásticos, implican asfixia, enterramiento, incineración y arrasamiento, y daño por impacto a causa de los fragmentos contenidos en el flujo.

4.2.1. Amenaza por flujos de ceniza. El área que podría ser afectada en una eventual erupción que generara flujos de ceniza dependería de la magnitud de dicha erupción. Basados en el conocimiento actual de los flujos de ceniza originados en el Complejo Volcánico del Cumbal, se puede inferir que la parte más alta del complejo y todos los valles de las quebradas que nacen en él están bajo una amenaza alta, hasta completar un círculo cuyo radio sería de 5 km; el río Chiquito pasa por la población de Cumbal-Pueblo Viejo y el río Blanco drena un sector muy poblado del área, pero, al llegar a estos ríos el eventual flujo de ceniza habría reducido su altura y velocidad de desplazamiento por lo cual reduciría su amenaza hasta intermedia en un círculo de 10 km de radio y baja de allí en adelante.

En las cercanías de las poblaciones de Cumbal y Pueblo Viejo, el punto menos vulnerable es la cima del pequeño montículo existente entre Pueblo Viejo y la escuela Guaical, donde está situado el cementerio actual.

4.2.2. Amenaza por flujos de ceniza y escoria. Este tipo de evento es muy peligroso debido a su velocidad, temperatura, alto contenido en gases, su capacidad de expansión simultánea por todos los flancos del volcán.



Según el registro geológico, al Complejo Volcánico del Cumbal se encuentran asociados al menos, dos eventos de este tipo. El más antiguo de ellos se encuentra re-trabajado en el sector río Blanco. El más moderno afecta una pequeña área principalmente hacia las cabeceras y parte media de la quebrada Río Grande (quebrada La Tinta), hasta la cota de 4000 m.

Ante la ocurrencia potencial de eventos volcánicos que generan este tipo de producto en el Complejo Volcánico del Cumbal, las áreas afectadas serían principalmente todas aquellas correspondientes a los valles de las quebradas que nacen en él hasta un círculo de radio 1.5 km.

4.2.3. Amenaza por piroclastos de caída. Los efectos principales de la caída de piroclastos en cualquier erupción está relacionada con reducción de visibilidad, colapsamiento de techos por sobrecarga de éstos depósitos, interferencia de las ondas de radio, recubrimiento y daños en instalaciones eléctricas y problemas respiratorios por inhalación de cenizas y gases.

Teniendo en cuenta la distribución actual de este tipo de producto originado en el Complejo Volcánico del Cumbal y transportado por el viento, las áreas amenazadas se hallarían hacia el E.

La presencia de bombas y bloques, transportados balísticamente, a distancias no mayores de 5 km de la cima del complejo, permite definir el área comprendida dentro de un círculo de 10 km de diámetro como la amenazada por estos proyectiles.

4.2.4. Amenaza por flujos de lodo. En el reporte de las memorias de Boussingault (Banco de la República, 1985), el 25 de junio de 1931 dice: "A medio día llegué después de haber subido penosamente durante dos horas, que parecieron larguissimas (altitud del volcán 4167 metros, temperatura del aire 4,4°. En el límite inferior de las nieves, la altitud era de 4484 m..." y continua diciendo: "... El espesor de esta agua congelada no era más de 6 u 8 m por lo menos en donde la pude observar..." De este casquete glaciar, formado durante la pequeña edad de hielo, ocurrida el siglo pasado, sólo quedaba un pequeño remanente en el fondo del cráter del volcán Mundo Nuevo.

En la eventual ocurrencia de una erupción del Volcán Mundo Nuevo, el pequeño remanente glaciar sería fragmentado en estado sólido o fundido; en el segundo caso, sólo se inducirían crecientes similares a aquellas de épocas de invierno crudo o pequeños lahares que perderían su energía al llegar a los valles glaciares bajos del río Blanco.

En caso que la erupción fuera por el cráter de Cumbal y hubiera una sobresaturación de agua, ya sea volcánica, de fuertes lluvias o de represamiento de algunas de las quebradas que drenan el área, se podrían generar flujos pequeños de lodo que se desplazarían aguas abajo por río Chiquito, afectando algunas zonas de cultivo y casas de habitación situadas en sus riberas, depositándose antes de llegar a las inmediaciones de la población de Cumbal, donde ya tendría característica más de creciente de río.



4.2.5. Amenaza por emisión de gases. Los resultados de los primeros análisis químicos de los gases de las fumarolas del Volcán Cumbal, tienen una componente cuyo origen sería magnético.

Los habitantes de la región, sobre todo aquellos que explotan hielo y azufre, en las partes altas del complejo, podrían correr riesgo en caso de que ocurriera - acumulación de gases venenosos como SO₂ y CO en depresiones topográficas; situación poco probable dado las altas velocidades de viento que suelen suceder ocasionalmente en las partes altas del volcán.

4.2.6. Otras amenazas. Amenazas por terremotos, como el ocurrido en diciembre de 1923 y años siguientes, podrían afectar el área de la Sábana de Túquerres y generar una erupción volcánica por haber producido una inestabilidad magnética, pero es casi imposible que sea la erupción la que genere un terremoto de gran magnitud; ya que los sísmos volcánicos sólo son detectados por sismógrafos y sólo algunos por personas que habitan en las zonas aledañas al volcán.

4.3. ZONACION PROBABILISTICA DE SEVERIDAD.

Se sigue la metodología con la cual se elaboró el último mapa de amenaza del Volcán Nevado del Ruiz (Parra et al, 1986).

Teniendo la datación de 3800 años A.P. (ICEL, 1983) como referencia estratigráfica y, suponiendo un comportamiento más o menos similar del Complejo Volcánico del Cumbal en los últimos 15000 años, se habría producido un mínimo de 30 erupciones en este lapso; 3 de lava, una de flujos de escoria, 21 de piroclastos de caída, 3 flujos de ceniza, una de flujos de escombros y una de lodo o lahar (Tabla 2).

TABLA 2. Severidad y severidad ponderada para los eventos generados en el Complejo Volcánico del Cumbal.

| Evento | Probabilidad | Probabilidad % | Severidad | | Severidad Ponderada | |
|----------------------------------|--------------|----------------|-----------|---|---------------------|-------|
| | | | A | M | A | M |
| Caída de piroclastos (1) | 21/30 | 70 | 2 | 2 | 11.11 | 11.11 |
| Caída de piroclastos (2) | 21/30 | 70 | 3* | - | 16.66 | - |
| Flujos de ceniza | 3/30 | 10 | 5 | - | 3.96 | - |
| Flujos de lava | 3/30 | 10 | 5 | - | 3.96 | - |
| Flujos de escoria | 1/30 | 3.3 | 5 | - | 1.30 | - |
| Flujo de escombros (Debris Flow) | 1/30 | 3.3 | 5 | - | 1.30 | - |
| Lahares | 1/30 | 3.3 | 5 | - | 1.30 | - |



- Severidad ponderada = % probabilidad x severidad / 12.6, donde 12.6 es un divisor común.
- Caída de piroclastos (1) = piroclastos transportados por proyección balística
- Caída de piroclastos (2) = piroclastos transportados eólicamente.
- * = hasta un círculo de radio 8 km.

Para obtener la zonación probabilística de severidad se superponen los mapas de amenaza por cada tipo de producto, con su respectivo valor de severidad ponderada, obteniéndose así zonas cuyos valores oscilan entre 3.96 y 36.99, los cuales se ajustan, multiplicados por el factor 1.35, para obtener un rango entre 5.34 y 50.

4.4. MAPA PRELIMINAR DE AMENAZA VOLCANICA POTENCIAL DEL COMPLEJO VOLCANICO DEL CUMBAL.

Con la superposición de los mapas de las diversas amenazas volcánicas, se pueden obtener tres grupos cuyo rango estan delimitados de la siguiente manera :

- 15 < Amenaza baja
- 15 ≥ Amenaza intermedia < 27
- 27 ≥ Amenaza alta

Donde el límite 15 equivale a una severidad ponderada media por caída de piroclastos transportados eólicamente a una distancia mayor a un radio de 8 km y 27 a zonas comprendidas dentro de un círculo de radio 5 km alrededor de los cráteres de Cumbal y Mundo Nuevo.

5. CONCLUSIONES

- El Complejo Volcánico del Cumbal es activo y tal actividad es una amenaza potencial para las áreas de su influencia, dentro de las cuales se encuentran poblaciones como Cumbal y Pueblo Viejo, así como abundantes cultivos.
- En el corto lapso (abril-mayo) que se contó con la vigilancia sísmológica en el Complejo Volcánico del Cumbal la actividad sísmica fue similar a la presentada por el Volcán del Ruiz en períodos previos a crisis.
- Basados en los registros geológicos, la mayor probabilidad en caso de una eventual erupción es la caída de piroclastos. Sin embargo, no se deben olvidar los demás eventos volcánicos que son de gran peligrosidad.



- Los datos con que actualmente se cuenta, relacionados con temperatura, volúmenes y variaciones de composición química de las fumarolas, así como la actividad sísmica registrada en aparatos, no son suficientes para definir el grado exacto de actividad actual del volcán.

El continuo aumento de la temperatura de las fumarolas del flanco E del Volcán - Cumbal, así como los primeros resultados de análisis de gases en las mismas, muestran al Complejo Volcánico del Cumbal con una actividad que da indicios de influencia magnética.

6. RECOMENDACIONES

1. La actividad mostrada hasta el momento por el Complejo Volcánico del Cumbal, hace urgente implementar y mantener, al menos una estación sísmológica permanente, ojalá telemétrica.
2. Continuar con la vigilancia periódica con que se viene contando (Geoquímica-Deformación), para obtener mayor información acerca de su grado de actividad.
3. La vigilancia se debe complementar con observaciones aéreas para determinar - cualquier variación en su comportamiento externo.
4. Establecer una campaña educativa para que la población aprenda a convivir con el volcán y acepte las recomendaciones emitidas por la autoridades competentes en el caso de presentarse una emergencia.
5. Este mapa de amenazas debe ser actualizado, para lo cual es necesario un estudio petrológico del complejo volcánico, además de trabajos detallados de campo de algunos de los productos asociados a él.
6. Se debe efectuar un estudio detallado del complejo volcánico para conocer sus diferentes grados de actividad y poder reconocer, con tiempo suficiente, períodos de crisis pre-eruptivas; este estudio se hace utilizando las herramientas que proveen la geología, la sismología, la geoquímica, la geodesia y la meteorología. De esta manera se podrá alertar a autoridades y comunidad en general con la debida anticipación y se podrán tomar las medidas conducentes a mitigar los daños causados por una eventual erupción.
7. No se debe permitir la construcción de nuevas viviendas en zonas identificadas como de amenaza alta; para las ya construidas se debe hacer planes de reubicación o, en su defecto, de evacuación y protección adecuadas.
8. Se debe establecer planes efectivos de evacuación para todas las personas que habitan en las zonas amenazadas por una potencial erupción en el Complejo Volcánico del Cumbal, para ser desarrolladas en períodos de crisis pre-eruptivos.



7. AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar sus sentimientos de gratitud a las Directivas de INGEOMINAS, en especial a los geólogos Abigaíl Orrego López y Héctor Cepeda Vanegas, Directores, saliente y entrante respectivamente, de la Oficina Regional del INGEOMINAS Popayán; a los geólogos Eduardo Parra Palacio y César A. Carvajal, Directores, saliente y entrante del Observatorio Vulcanológico de Colombia (INGEOMINAS Manizales); a la geóloga Martha Lucía Calvache Velasco del Observatorio Vulcanológico de Colombia (INGEOMINAS Manizales) y, al personal del INGEOMINAS que colaboró en las labores de campo y oficina: Luis Francisco Torres, Teodardo Carrillo, Guido León Arcos y Sara Raquel Aguilar Bermeo de Popayán y Juvencio Arias, Federmán Trujillo y Luz Eugenia Isaza de Manizales.

Es muy importante destacar la colaboración prestada por la Defensa Civil de Cumbal, en especial a su Presidente Pablo Erazo.

A Segundo Cuetial y esposa por su colaboración en guiar al personal en las partes altas del volcán.

Que nos perdonen todos aquellos que fueron omitidos involuntariamente.

A todos MUCHAS GRACIAS.



8. BIBLIOGRAFIA

- BANCO DE LA REPUBLICA, Editor, 1985. Memorias Boussingault de 1830-1832, Vol. 5. Bogotá, 178 p.
- CEPEDA, H., ACEVEDO, A.P., y LESMES, L.E., 1987. Características químicas y petrográficas de los volcanes Azufral, Cumbal y Chiles- Cerro Negro, Colombia, S.A..INGEOMINAS Medellín, 26 p.
- CUELLAR, J. y RAMIREZ, C., 1986. Descripción de los volcanes colombianos. Primer Simposio Internacional sobre Neotectónica y Riesgo Volcánico. Revista CIAF, 11, T. II, 189-222 .
- DE LOS RIOS, A.J., 1925. Hechos y documentos acerca de la fundación de la nueva ciudad de Cumbal; año de 1925. Cumbal, 31 p.
- GONZALEZ, H., 1980. Geología de las planchas 167 (Sonsón) y 187 (Salamina). Escala 1:100.000. Boletín Geológico, INGEOMINAS, 23, (1), 174 p.
- HANTKE , G. and PARODI, A., 1966. Catalogue of Active Volcanoes and Solfataras Fields of Colombia, Ecuador and Peru. In: Catalogue of Active Volcanoes of the World. IAVCEI, Rome, 19, 11-18 p.
- HUBACH, E., 1954. Los yacimientos de azufre de las solfataras del Volcán de Cumbal, Departamento de Nariño. Bogotá. Inst. Geol. Nal., 9 p.
- ICEL, Editor, 1983. Proyecto geotérmico Chiles-Cerro Negro. Fase I. Informe Preliminar. ICEL, Bogotá, 146 p.
- KOLLER, B., 1982. Results obtained from geological reconnaissance work on sulphur deposition associated with the volcanoes Puracé, Sotará, Department Cauca; the volcanoes Galeras, Azufral, Cumbal, Chiles, Department Nariño, Colombia. INGEOMINAS, 25 p.
- NUÑEZ, A. y PULIDO, O., 1986. Volcanes de Colombia. Un breve recuento. En : Ecología de un desastre. Sena, Ibagué, 36-56.
- PARRA, E., CEPEDA, H. y THOURET, J.C., 1986. Mapa actualizado de amenaza volcánica potencial del Nevado del Ruiz. Escala 1:100.000. INGEOMINAS , Bogotá.



- RAMIREZ, J.E., 1975. Historia de los terremotos en Colombia. IGAC, Bogotá, 250 p.
- RODRIGUEZ, I., 1959. Estudios geográficos sobre el Departamento de Nariño. Imprenta del Departamento, Pasto, 174 p.
- SIMKIN, T. et al. 1981. Volcanoes of the World. Smithsonian Institution. Hutchinson Ross Publishing Co., Pennsylvania, 232 p.
- THOURET, J.C. et al 1985. Cronoestratigrafía mediante dataciones K/Ar y ^{14}C de los volcanes compuestos del Complejo Ruíz - Tolima y aspectos volcánico-estructurales del Nevado del Ruíz (Cordillera Central, Colombia). Memorias VI Congreso Latinoamericano de Geología, Bogotá, T. 1, 387-454.
- UNDRO, Editor, 1979. Volcanic Emergency Management. New York. 86 p.



OP-R-004-INGEO

TESTIGO

TITULO DEL INFORME

HAPA GEOLOGICO DEL COMPLEJO VOLCANICO DE CUMBAL.
HAPA PRELIMINAR DE AMENAZA VOLCANICA POTENCIAL DEL COMPLEJO VOLCANICO DEL CUMBAL.

NOMBRE DE LOS MAPAS

FECHA

13-08-010

NOMBRE RESPONSABLE

Dalis Morales

CONSECUTIVO/INFORME

SEM 063

FIRMA

Dmf.