

# INGEOMINAS

INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZZI

ORGANIZACION DE ESTADOS AMERICANOS

ESTUDIOS DEL CASO IBAGUE- VILLAVICENCIO

INFORME FINAL: Curso sobre uso de la información de riesgos naturales en la elaboración de Proyectos de Inversión.

Preparación: Ing. Carlos A. Alverado G.  
Ing. Alberto Navarro A.  
Ing. Alvaro Jaramillo S.  
Geol. Jairo Esquivel V.  
Adm. Sandra M. Bautista A.  
Trav. Soc. Soraya Contreras



Bogotá, Mayo de 1989

REPUBLICA DE COLOMBIA  
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA



ESTUDIOS DE CASO IBAGUE VILLAVICENCIO

GRUPO I

INFORME FINAL: Curso sobre uso de la información de riesgos naturales  
en la elaboración de Proyectos de Inversión.

Preparación : Ing. Carlos A. Alvarado G.  
Ing. Alberto Navarro A.  
Ing. Alvaro Jaramillo S.  
Geol. Jairo Esquivel V.  
Adm. Sandra M. Bautista A.  
Trab. Soc. Soraya Contreras B.

Bogotá, Mayo de 1989



## I N D I C E

	PAG.
CASO IBAGUE	
GENERALIDADES	1
1. INTRODUCCION	3
2. ANALISIS DE LOS RIESGOS NATURALES PRESENTES EN EL AREA DE ESTUDIO	6
2.1. INTRODUCCION	6
2.2. ANTECEDENTES	6
2.3. EFECTOS NOTORIOS	8
2.4. PRACTICAS Y POLITICAS LLEVADAS A CABO EN LA MITIGACION DE LOS RIESGOS NATURALES	11
3. EFECTOS PRINCIPALES SOBRE EL CASO DE IBAGUE	13
4. EFECTO DE LOS DESASTRES EN EL CASO DE ESTUDIO MUNICIPIO DE IBAGUE	15
4.1. RIESGO HIDROLOGICO	15
4.2. RIESGOS VOLCANICOS	17
4.3. RIESGOS SISMICOS	
4.4. EVALUACION ECONOMICA	18
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	21
5.1. CONCLUSIONES	21
5.2. RECOMENDACIONES	25
CASO VILLAVICENCIO	
INTRODUCCION GENERAL	31



	PAG.
2. ANALISIS DE LOS RIESGOS NATURALES PRESENTES EN EL AREA DE ESTUDIO.	33
2.1. INTRODUCCION	33
2.2 ANTECEDENTES	34
3. EVALUACION ECONOMICA	37
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES PARA EL TRAMO DEL MIRADOR	38



## GENERALIDADES

Los aspectos geomorfológicos, la ubicación geográfica y la falta de planificación determinan la vulnerabilidad ante la amenaza de riesgos naturales de asentamientos urbanos y rurales existentes.

En los países del tercer mundo el crecimiento y desarrollo se ha gestado de manera casual, tendiendo a identificar los efectos de un hecho como el problema central y procediendo entonces a darle solución improvisada e inmediata; pero desconociendo por falta de estudios serios en algunos casos y de voluntad política en la mayoría de ellos las causas generadoras del problema; esta situación conlleva a la aplicación de una brecha que se torna cada vez más antagónica entre las causas generadoras de los problemas y la solución de los mismos, siendo entonces imposible hablar de la existencia de un proceso de planificación al interior de los países en mención. Esto sumado a la multiplicidad de eventos que por riesgos naturales se suceden y a las cuantiosas pérdidas que conllevan ha hecho reflexionar sobre la posibilidad de incluir la información existente acerca de los riesgos naturales en los proyectos de inversión contemplados tanto a nivel del sector privado como público, con el fin de mitigar en lo posible los catastróficos efectos que estos eventos implican en lo social y la desestabilización que genera al interior de las frágiles economías de los países en vías de desarrollo.



El caso de Armero por la magnitud de su impacto contribuyó a abrir el sendero hacia una posible racionalización en lo que respecta a contemplar los riesgos naturales existentes en el país, la vulnerabilidad de las zonas aledañas a estos y los posibles medios de mitigación y prevención de los mismos.

Los casos estudiados son una muestra fehaciente de este hecho que si bien no esta del todo asimilado, constituye por lo menos un esfuerzo de concretización del proceso de planificación al respecto.



## 1. INTRODUCCION

Descripción de la zona de estudio. La ciudad de Ibagué en la Capital - del Departamento del Tolima localizada a las  $4^{\circ} 27'$  de latitud norte y  $75^{\circ} 15'$  de longitud oeste de W. Altura sobre el nivel del mar 1.285, temperatura media  $21^{\circ} C$ , precipitación media anual 2217 mm; dista de Bogotá 213 kms. El área municipal es de 1.498  $km^2$  y limita con el norte con los municipios de Anzoátegui y Alvarado, por el oriente con piedras y Coello, por el sur con San Luis y Rovira y por el occidente con Cajamarca y los Departamentos de Quindío y Risaralda. La mayor parte del territorio es montañoso, pero también cuenta con una extensa área plana (aprox. 450  $km^2$  de su superficie); se extiende desde las Cumbres Nevadas de la Cordillera oriental hasta las vecindades del río Magdalena. Entre los accidentes orograficos se destacan los Nevados del Quindío y Tolima, los páramos de los Alpes y los Gómez, la cuchilla de Cataima, la Colorada, la Lajita, las Palmas, Mirador y San Zenón y los altos de Buena Vista, Florida, La Cruz, Loma Alta, Paramillo, Pelahuevos, Sacrificio y - San Juan de la Cruz. Por lo variado de la topografía su tierra se distribuye por los diferentes pisos térmicos, así: Calído 365  $km^2$ . medio 417  $km^2$ , frío 418  $km^2$  y páramo 238  $km^2$ , presenta dos épocas lluviosas en el año de marzo a mayo y de octubre a diciembre. Bañan el territorio municipal los ríos Alvarado, Cocora, Coello, Combeima, Chopalo, La China, Opio, San Romualdo, Toche y Tohecito. Además de numerosas co-



rrientes menores,

La ciudad esta construída a orillas del río Combeima, en una Terraza inclinada hacia el oriente.

Según el Censo de 1985 cuenta con una población de 292.965 habitantes, de los cuales 269.495 corresponden al sector urbano. El número de viviendas era de 62.410.

Funcionan en la ciudad Centros Universitarios, Colegios, Escuelas, Hospitales, Centros de Salud, posee además Radio-Difusoras, Bibliotecas Públicas y Privadas, Museos, Salas de Conferencias, Conservatorio de Música, Salas de Cine, Hoteles y Restaurantes. Además cuenta con buenos servicios de acueducto, alcantarillado, bancos, correo aéreo y nacional, energía eléctrica, servicio telefónico, albergues infantiles, asilos y otros centros asistenciales.

Su economía se basa particularmente en la agricultura, ganadería, comercio, industria y explotación de algunos minerales. Sobresale los cultivos de café, arroz, algodón, sorbo, caña de azúcar, maíz, frutas y legumbres.

Su comercio es activo por ser el centro de atracción económica de todo el Departamento; la Ganadería tiene también notable importancia principalmente en el sector vacuno. El desarrollo de la industria manufactu-





rera ha sido notable, y ya existen factorías dedicadas a la producción de alimentos, bebidas, minerales y otras industrias. Ibagué es un centro vial de primer orden; por la ciudad pasa la carretera que une los dos grandes troncales del país. Esta vía lo comunica con Armenia, Cajamarca, Espinal, Sevilla, carreteras secundarias la unen con Alvarado, Anzoátegui, Rovira y otras poblaciones. Cuenta con Ferrocarril y Servicio de transporte aéreo.

La ciudad fué fundada el 14 de octubre de 1550 con el nombre de San Bonifacio de Ibagué en el sitio donde hoy se encuentra la población de Cajamarca, habiéndolo sido trasladada al año siguiente al sitio actual, ya que el primitivo lugar no ofrecía buenas condiciones para su futuro desarrollo. Fué creada en Municipio en 1606 y por medio de la Ley 21 de 1887 fué designada capital del Departamento del Norte que hacía parte del Estado del Tolima. En 1910 se confirmó como Capital del Departamento del Tolima.

Cuenta con notables atractivos turísticos y anualmente realiza el festival del Folclor que atrae muchos visitantes.



## 2. ANALISIS DE LOS RIESGOS NATURALES PRESENTES EN EL AREA DE ESTUDIO

### 2.1. INTRODUCCION

El área en la cual se encuentra ubicada Ibagué presenta una gran vulnerabilidad a los riesgos naturales; es producto de la no planificación urbana y regional que ha primado en el país en el transcurso del tiempo permitiendo el asentamiento y desarrollo de grandes poblaciones en áreas que presenten riesgos naturales latentes.

La zona de Ibagué se encuentra en constante amenaza por riesgos de carácter sísmico ya que esta ubicada sobre la Falla activa de Ibagué, - riesgos de eventos volcánicos con posibilidad de lahares por erupción de material piroclástico del volcán nevado del Tolima, los cuales transitarían por el río Combeima, que atraviesa la ciudad, este evento ya ha sucedido en el período histórico geológico, presenta riesgos por inestabilidad de terrenos en la cuenca hidrográfica del río debido a deforestaciones y la mala utilización de los suelos en el sitio y sus alrededores.

### 2.2. ANTECEDENTES

Los problemas de susceptibilidad de los riesgos naturales del área urba-



na de la ciudad de Ibagué esta relacionada con la actividad histórica del Volcán nevado del Tolima y la actividad sísmica de la Falla activa de Ibagué.

La actividad volcánica pudo comenzar en el período Cuaternario, los productos emitidos por el volcán han sido mediante mecanismos explosivos y efusivos con emisión de flujos de lava, lodo y piroclastos, que han sido transportados y depositados en el denominado abanico de Ibagué.

La ciudad fue construida sobre el abanico aluvial mencionado, constituido por cantos rodados en una matriz limo arcillosa, conformando terrazas que en ciertos lugares alcanzan hasta 100 metros de espesor, en el transcurso del tiempo geológico estas terrazas han sido retrabajadas por la acción erosiva del río Combeima hasta conformar el paisaje actual, notándose que en las áreas de inundación del río están establecidos asentamientos urbanos normales y subnormales susceptibles a altos riesgos a inundaciones y avalanchas, con una población amenazada de 60.000 personas aproximadamente.

La actividad neotectónica de la Falla de Ibagué con 190 kms de longitud, es parte del sistema de fallas WSW-ENE que cruza la zona central y occidental de Colombia, esta estructura atraviesa la ciudad de Ibagué ubicada sobre un depósito cuaternario, en forma de abanico compuesto por flujo de lodos y escombros de diverso origen incluidos lahares, por actividad del Nevado del Tolima y material piroclástico del Volcán Machín



ubicado al sur occidente de la ciudad de Ibagué. No hay conocimiento de datos históricos ni sismológicos que pueden ser asociados por algún tipo de actividad de la Falla. Las evidencias neotectónicas son esencialmente geológicas, bien marcadas, tanto en el abanico como en los plutones del batolito de Ibagué, por numerosos rasgos geológicos y estructurales, los cuales constituyen pruebas inequívocas de violentas compulsiones del terreno en un pasado geológico no muy lejano.

El estudio de la Falla ha permitido demostrar su actividad, en el holoceno reciente (  $4850 \pm 60 - 1205 \pm 185$  AP ) y corroboran que dichos movimientos son principalmente de tipo transcurrente en sentido dextral. El grado de actividad parece corresponder al de una falla con tasas de deformación de alta a moderada y período de retorno de cientos a miles de años.

### 2.3. EFECTOS NOTORIOS.

#### Efectos Hidrogeológicos.

El río Combeima y gran parte de sus afluentes, que corre en dirección oeste-este es de características torrenciales y atraviesa un valle aluvial, con gradiente hidráulico alto, y un flujo de carácter turbulento con gran capacidad de arrastre de sedimentos, poder de socavación del cauce y de erosión lateral de sus orillas.

Como consecuencia de las inundaciones y avalanchas producidas por la



erosión de los drenajes secundarios de la cuenca tales como las Quebradas La Platina, La Plata, Postales, Coy y otros, se han presentado problemas en el área urbana del municipio de Ibagué del orden de destrucción de gran parte de la infraestructura vital y de obras civiles, así como la destrucción de las localidades de Postales y Juntas.

La fuerte pendiente longitudinal del cauce sumada a la de sus afluentes que poseen características más crílicas aún hacen que el socavamiento del cauce sea acelerado, produciendo erosión en las riberas, lo cual sumado al poder erosionado del agua de escorrentía que drena de las laderas de alta pendiente desprotegido de vegetación original, producen movimientos en masa que obstruyen temporalmente el cauce; ocasionando avalancha de lodo que a su paso arrazan las estructuras civiles y las viviendas dejando incomunicados a los habitantes localizados aguas arriba de los sitios de desastre.

Obras de infraestructura como los de captación de agua por el acueducto del municipio se encuentran localizados en un sitio crítico, propensos a ser afectados por crecientes y avalanchas del río, hasta con precipitaciones bajas; el desarenador primario se encuentra ubicado en la zona de influencia directa por crecientes y avenidas recurrentes.

La localización de viviendas proximas al río y muy vecinas al nivel del lecho, sufren repetidamente severos ataques por el comportamiento torrencial del río, cabe destacar que las características constructivas de estas



viviendas son deficientes.

El núcleo social predominante es en su gran mayoría bajo, y bajo-bajo. Desde el sector de Portales hasta en el área urbana, al río Combeima se realizan explotaciones materiales de arrastre de su lecho en gran cantidad y de manera anti-técnica por personas en general localizadas cerca a la ribera del río, dichas explotaciones ocasionan cambios en el curso - del lecho, aumento en la sedimentación y destrucción de protecciones neutrales para un buen comportamiento hidráulico del río.

El comportamiento de las avalanchas del río en el área urbana del municipio ha hecho colapsar estructuras construidas para mitigar los efectos de dichas crecientes, tales como muros longitudinales, los cuales presentan socavación de su base haciéndolas peligrar. Las avalanchas amenazan la estabilidad del puente por continuos ataques a sus estribos ( puente de la carretera troncal de occidente que comunica la ciudad de Ibagué - con Armenia ).

Aguas abajo del mencionado puente se aprecia claramente en el abánico tres diferentes niveles de terrazas, densamente poblados, la localización de la primera y la segunda terraza es de alto riesgo por la avalancha reportador y en la Terraza siguiente es decir la tercera que corresponde al flujo de lodo más antiguo se encuentra localizada el área central del casco urbano; presenta problemas de inestabilidad en los taludes, por el vertimiento incontrolado de aguas servidas y de escorrentía,



en estos sitios hay concentración de talas-flujos, presentándose derrumbes sobre la vía Portales- Ibagué, amenazando seriamente la zona de la Galería y buena parte de la edificación existente en la corona del talud, también existen amenazas en la parte del talud puesto que allí están localizadas varias construcciones.

#### 2.4. PRACTICAS Y POLITICAS LLEVADAS A CABO EN LA MITIGACION DE LOS RIESGOS NATURALES.

la Empresa de Obras Públicas, del Municipio construyó obras de protección a la infraestructura la Bocatoma del Acueducto, consistente en muros longitudinales sobre las márgenes, además de diques transversales al flujo, para controlar socavación del Fondo del río.

El manejo y administración de la Cuenca Hidrográfica del Río Combeima, fué entregado en el año de 1988 a la Corporación Regional Autónoma del Tolima CORTOLIMA, la cual adelanta estudios para cumplir con los objetivos encomendados.

INGEOMINAS regional Ibagué elaboró y entregó a la comunidad el Mapa Preliminar de Amenaza Volcánica del Volcán Nevado del Tolima donde se identifican las zonas de alto, medio y bajo riesgo de toda la región.

La UNDRO y el Gobierno del Japón mediante convenio implementaron la Red de instrumentación de alarmas para eventos hidrogeológicos del Río.



Se han efectuado reubicación de varias familias después que sucede cualquier desastre por inundación y avalanchas. Varias entidades han construido obras civiles para proteger y estabilizar los diques naturales del río.

En relación al Comité Regional de Emergencias del Tolima ha venido coordinando las políticas y acciones de las entidades del orden municipal, Departamental y Nacional, así como entidades privadas que participan en los programas de prevención y atención de emergencias y desastres, dicho Comité funciona desde hace dos años y entre sus principales programas están el de educación a la comunidad sobre desastres naturales, el establecimiento de una red de comunicaciones y acciones encaminadas a la prevención de desastres.





### 3. EFECTOS PRINCIPALES SOBRE EL CASO DE IBAGUE

La constante para el territorio colombiano ha sido la no planificación, planificación urbana y regional; esta ausencia de política conlleva consecuencia implícitas en el Desarrollo de las Regiones, tales como el - crecimiento desordenado de las poblaciones, dentro de las cuales los estratos más bajos se ven presionados y desplazados a la ocupación de zonas de alto riesgo, esto sumado a características geomorfológicas propias de la región contribuyen a agravar la situación.

En el caso de Ibagué han incidido en el crecimiento desmesurado y desordenado de la ciudad factores como la falta de reforma urbana y rural - que permitiera la estabilidad de los campesinos en sus tierras y que - brindará a través de créditos la oportunidad de explotación de la misma. Los problemas de orden público y el incremento de la explotación industrial de la tierra generaron la disminución en la oferta de trabajos y por ende una migración de la población que quedó cesante hacia la ciudad en busca de alternativas viables que aseguren su supervivencia.

La falta de planificación de la ciudad generó conflictos a nivel de la población que migraba por que no contaba con la infraestructura necesaria para absorberla, dándose un proceso masivo de proletarianización de estos, siendo el sector agrícola y el sector de la construcción los más grandes empleadores.



La manera de articulación económica de esta población determinó ser característica socio-económica y cultural, por lo general son personas de muy bajos recursos económicos que viven en condiciones infrahumanas y que ante la ausencia de reglamentación de uso del suelo que contemple elementos de tipo coercitivo han ido colonizando paulatinamente la orilla del río produciendo efectos nocivos para la cuenca hidrográfica del mismo, deforestando y contaminando la zona, pero ante todo incrementando el riesgo mismo al asentarse en áreas vulnerables a los eventos mencionados.



#### 4. EFECTO DE LOS DESASTRES EN EL CASO DE ESTUDIO

##### MUNICIPIO DE IBAGUE

Dentro de los posibles desastres que pueden suceder en la región de Ibagué es importante aclarar la probabilidad de recurrencia de los mismos - dentro de la zona, los eventos de tipo hidrológico tales como inundaciones y deslizamientos presentan el más alto porcentaje de recurrencia, le siguen los eventos de tipo sísmico tales como terremotos y deslizamientos de origen sísmico y por último los eventos de tipo volcánico, tales como lahares, erupciones piroclásticas, explosiones, emanaciones de gases y nubes ardientes.

Posibles efectos que pueden ocurrir en caso de que sucedan algunos de los fenómenos anteriormente mencionados; las pérdidas están determinadas por la magnitud de los eventos presentados.

##### 4.1. RIESGO HIDROLOGICO.

Pérdida a nivel de vida humana puede ser parcial a nivel de bienes y - servicios y de actividades económicas puede ser parcial también.

**Daños en Bienes:** Infraestructura de edificaciones, servicios públicos, puentes, muros de protección lateral del río, la bocatoma y el desarenador de la captación de aguas para el acueducto de Ibagué.



Toda pérdida a nivel de infraestructura física del área afectada constituye una pérdida económica que puede ser cuantificado y que debe ser contemplada dentro del proceso de reconstrucción de la misma, implicando una erogación de dinero para su recuperación.

**Pérdidas Económicas:** En el evento que el puente sobre el río Combeima que comunica a Ibagué con Armenia, la circulación vehicular quedaría restringida entre el centro y sur-occidente del país, que es por donde circulan aproximadamente el 50% de la carga de importaciones e importaciones del puerto de Buenaventura. A nivel nacional trastornaría la economía como tal, depreciando la mercancía, incrementando los costos por transporte y bodegaje. A nivel internacional significaría grandes pérdidas de divisas.

En lo referente a la destrucción de la bocatoma y el desarenador el traumatismo sería total en la población y las industrias ya que se impediría el uso del agua potable durante un lapso de tiempo considerable, ocasionando problemas de insalubridad.

Debido a la carencia de control y manejo de las aguas lluvias y aguas negras en la Terraza que corresponde al flujo de lodos más antiguo se ponen en peligro algunas estructuras tales como colegios, hospitales, centros de salud y la infraestructura vital que pueden ser destruidas por la saturación del suelo y las posibles avalanchas de estos por deslizamientos y derrumbamientos.



En la actualidad existe un proyecto para la construcción de una sub-central de interconexión eléctrica de gran magnitud en los alrededores de Postales, zona ubicada en el área de influencia por amenazas del volcán Nevado del Tolima, las avalanchas y crecimientos del río Combeima y la quebrada Portales; al parecer las decisiones no han considerado el potencial de riesgo que existe en la zona para la construcción de dicha obra.

La reubicación de la zona afectada amerita un estudio previo de planificación y de una erogación considerable de dinero, considerando además los costos que implicarían mantener la población afectada post-desastre.

#### 4.2. RIESGOS VOLCANICOS.

En el momento el Riesgo Volcánico es el de mayor importancia, si tenemos en cuenta la reactivación del fenómeno a nivel del sistema volcánico de los Andes Suramericanos.

Las pérdidas a nivel de bienes y servicios pueden ser totales, las pérdidas a nivel de vida humana y de actividades económicas pueden ser parciales.

**Daños en Bienes:** Se contempla la destrucción de infraestructura de edificaciones, servicios públicos, colapso de puentes y de muros de contención lateral del río, destrucción de la bocatoma y desarenador del acueducto de Ibagué. Así mismo ocasionaría grandes traumatismos en la in-



fraestructura vital de la región.

Daños Económicos : Los daños en el punte sobre el río Combeima que comunica a Ibagué con Armenia, ocasionarían pérdidas mayores que los que se darían en los riesgos superficiales y la ganadería por una posible explosión de material piroclástico.

#### 4.3. RIESGOS SISMICOS.

Están relacionados con una supuesta reactivación de la Falla Geológica de Ibagué que afectaría la infraestructura vital, vial, industrial y de servicios, la vivienda y pérdida considerable de vidas humanas.

#### 4.4. EVALUACION ECONOMICA.

Como se ha visto Ibagué tiene tres problemas a nivel geológico como son la falla de Ibagué, el Volcán del Tolima e inundaciones. Al ocurrir cualquiera de ellos se origina una situación compleja que afectará la agricultura, ganadería, industria, los servicios, la educación, vivienda y salud.

Se ha hecho una estimación de cierta información sobre Ibagué para poder evaluar las pérdidas según los daños.

La población actual sería de 365.690 personas la parte urbana sería 336.435 y la rural de 29.255.



En Armero se perdieron \$ 35.000 millones en 1985.

Las pérdidas totales de activos relacionados con actividades económicas en Armero fueron de \$20.870 millones de personas a nivel del área de Ibagué esta más densamente poblada ( 62% más que Armero ) la pérdida calculada para Ibagué sería de \$32.999 millones de pesos.

La población establecida en Ibagué es mayor en un 62% que la que ocupaba Armero.

Evento Falla: Pérdidas humanas y económicas del orden del 90% por un valor de \$29.695 millones. En el sector urbano las pérdidas serían en vivienda, comerciales, financieros, estructuras de servicios. Por lo tanto habra más pérdidas a nivel urbano que a nivel rural, puesto que la zona rural no tiene mucha incidencia notoria a nivel de participación económica dentro del Departamento del Tolima. Al sector minero no se afectaría.

La población quedaría reducida a 36.569 personas ( si el evento sucediera hoy sin prevención) que serían las personas para rehabilitar en los aspectos de salud-mental rehabilitación de nuevos asentamientos, fuentes de trabajo.

Evento Inundaciones: La pérdida sería parcial tanto económico como humanas estimada en un 50%, a nivel humano se encuentran en este momento 60.000 personas que se verían afectadas. Los que serían para reubicar



ción 30.000 personas correspondiente a 5.000 viviendas lo cual ocasionaría un costo adicional de \$4'000.000 millones de pesos incluyendo infraestructura de servicios.construcción de unidad básica, dicho valor podría ser financiado por entidades como el ICT o el BCH con plazos largos y con bajos intereses.

Valor del puente por reconstruir \$80. millones de pesos la pérdida asociada a la falta del puente no se evalua.

Evento Volcán: 60.000 personas damnificadas, 10.000 vivienda por reubicar, costo de reubicación \$8'000.000.000 de pesos, incluye infraestructura de servicios y construcción de unidad básica.





## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta que el Volcán Nevado del Tolima es un Volcán activo, implica una amenaza potencial para las áreas localizadas en las zonas de influencia y en las riberas de los ríos que nacen en sus glaciares. La amenaza se exteriorizaría con la eventual ocurrencia de una erupción que podría ser de carácter explosivo y/o efusivo, que dispararía lahares por los valles, entre otros el del río Combeima.

El río Combeima recibe la mayor parte de aguas del deshielo, no posee en las zonas altas barreras que frenen o faciliten la depositación de los lahares, los cuales en tránsito de creciente tardarían una hora para llegar a la zona de Ibagué donde estarían en la actividad potencialmente amenazadas más de 60.000 habitantes.

La Falla Geológica de Ibagué que tiene 190 kms. de longitud que atraviesa la zona urbana del municipio, por evidencia neo-tectónica.

Desde el punto de vista geológico se previene una actividad con tasas de deformación de alta a moderada y períodos de retorno de cientos a miles de años, dicha falla amenaza también toda la población, agravando la si-



tuación de riesgo que afecta la ciudad.

No han existido políticas de manejo para la cuenca hidrográfica del río Combeima, la cual presenta grandes problemas por la deforestación acelerada, sufre de grandes exploraciones de materiales de arrastre tanto en la zona rural como en la urbana. Sólo desde el año de 1988 la Corporación Autónoma Regional del Tolima se hizo cargo del manejo de la cuenca.

La inadecuada ordenación del espacio urbano, la falta de control del desarrollo urbano en zonas de alto riesgo permitiendo el asentamiento sub-normal de gran parte de la población, la ausencia de políticas de planeación física para el desarrollo de las zonas aptas para asentamientos humanos y la improvisación de construcción de obras de protección de infraestructura civiles, han agravado el problema y aumentado la susceptibilidad de riesgos, lo que demuestra que no ha existido una planeación urbana y regional eficiente y acorde a las construcciones que se han venido presentando.

Existe un descontrol en la toma de decisiones de las entidades encargadas de resolver los problemas y prevenirlos. Todos los problemas que se han presentado han tratado de resolverlos sobre la marcha, después que sucede un desastre.

No existen estudios científicos sobre la susceptibilidad de la zona a la presencia de riesgos naturales donde se puedan evaluar a ciencia cierta



el calcance de los posibles daños, además no existe la infraestructura suficiente que evalúan los fenómenos hidrogeológicos y volcánicos para poder tomar decisiones al respecto.

La bocatoma y el tanque desarenador del acueducto de Ibagué, están localizados en zonas de influencia directa por avenidas recurrentes de los flujos que tránsitan a lo largo del río Combeima, se ha notado la improvisación en la construcción de protecciones para estas obras, puesto que el tanque está cual localizado, debido a lo trezado del río se presentar dificultades en la orientación del flujo de agua hacia la estructura de toma.

El centro de la ciudad de Ibagué se encuentra localizado sobre una terraza Cuaternaria de flujos de lodos y de escombros, presentando diferencia de nivel con respecto al lecho del río Combeima de aproximadamente 100 metros, presentando taludes verticales con alta susceptibilidad a la ocurrencia de derrumbes y deslizamientos, como consecuencia de las concentraciones de flujos de agua servidas y de escorrentía que pueden obstruir la vía Ibagué -Portales y destruir obras de infraestructura importante en el centro de la ciudad.

Relacionado con las actividades que han venido desarrollando el Comité Regional de Emergencias del Tolima. Como son las de progresar y asociarse para la prevención y atención de emergencias sólo han implementado programas de educación y control de posibles emergencias con sistemas

de alcance y de comunicaciones, notándose que a la fecha no tienen un plan de contingencia para la ciudad en caso de presentar un desastre de mediana o gran magnitud; así como la falta de identificación de la vulnerabilidad de las zonas que se presentan por riesgo.

Lo más importante dentro de la mitigación de riesgos naturales es conocer el fenómeno que los manifiestan para ello se proponen realizar estudios de detalle sobre:

Evaluación de riesgo hidrológico - río Combeima

Evaluación del riesgo geológico y geotéctonico de la cuenca del río Combeima.

Evaluación del riesgo volcánico del Nevado del Tolima.

Evaluación del aporte de materiales sedimentarios de la cuenca.

A nivel de vigilancia de la actividad volcánica del nevado del Tolima se recomiendan:

Estudios de vulcanología para conocer la historia pasada del volcán.

Estudios de sismología para conocer mejor el aspecto volcánico.

Estudios de geodesia para detectar cambios en la superficie.

Estudios de glaciología para conocer volumen del casquete glaciar.

Es necesario hacer una evaluación adecuada de los proyectos de inversión a desarrollar en las zonas amenazadas y en zonas fuera de amenaza pero que dependen fundamentalmente de las primeras especialmente de aquellos

proyectos que van a mejorar la calidad de vida para reevaluarlos y reestructurarlos.

## 5.2. RECOMENDACIONES.

Lo más importante dentro de la mitigación de riesgos naturales es conocer el fenómeno de manifestaciones que para ello se proponen realizar estudios de detalle sobre :

Evaluación de riesgo hidrológico - río Combeima.

Evaluación del riesgo geológico y geotécnico de las cuencas del río Combeima.

Evaluación del riesgo volcánico del nevado del Tolima.

Evaluación del aporte de materiales sedimentarios de la cuenca.

A nivel de vigilancia de la actividad volánica del Nevado del Tolima se recomienda.

Estudios de vulcanología para conocer la historia pasada del volcán.

Estudios de sismología para conocer mejor el aparato volcánico.

Estudios de Geodesia - para detectar cambios en la topografía

Estudios de glaciología para conocer valores del casquete glaciar.

Es necesario hacer una evaluación adecuada de los proyecto de inversión a desarrollar en las zonas amenazadas y en zonas fuera de amenaza para

que dependan fundamentalmente de las primeras especialmente de aquellos proyectos que van a mejorar la calidad de vida para revaluación y restructuración.

Se debe comenzar a desarrollar proyectos encaminados a la construcción de obras civiles que mitiguen los efectos que puedan producirse por una posible erupción del volcán Nevado del Tolima y tales como construcción de canales y pasos que controlen el flujo de los lahares, instalación de un sistema óptimo de alarmas que permitan conocer a la población en zona de riesgo.

Elaborar un programa de reubicación de las viviendas localizadas en la zona de más alto riesgo y que incluya actividades como: control y vigilancia para evitar nuevos asentamientos en los sitios donde se reubique gente, construcción de soluciones básicas para los habitantes reubicados; construcción de obras de infraestructura y obras de estabilización de zonas reubicadas.

Reubicación de la bocatoma y el desarenador del acueducto hacia el punto del río Combeima en el cual sea más fácil de encausar el flujo de aguas, para la bocatoma y para el tanque pensarse en alejarlo de la zona de influencia directo por avenidas recurrentes de la del río Combeima.

Construcción de diques artificiales en sitios estratégicos con el objeto de normalizar el lecho del río.

Construcción de obras de disipación de energía en las quebradas afluentes del río Combeima con el fin de evitar el ataque de flujos de lodo en la orilla opuesta a la entrega de cada cauce.

Reglamentar la explotación de materiales de arrastre determinando cantidad de arenosos permitidos y volumen de construcción máximas.

Demoler las rocas y retirar escombros que obstruyan el flujo normal de las corrientes.

Sobre la terraza que esta construída la parte central de Ibagué se recomienda revisar y repasar el sistema de alcantarillado y de acueducto, construir canetas derondas de coronación y drenajes captando con esto las aguas lluvias y entregarlas adecuadamente a la pata inferior de la terraza.

Para dar mayor estabilidad el talud evitar la apertura de vías de comunicación en las zonas de influencia de la carretera Ibagué -Portales.

Involucrar dentro del plan de desarrollo del Municipio normas para el crecimiento habitacional partiendo de una zonificación de uso del suelo con-tándose con restricciones de orden geológico-geotécnico-hidrológico - (Estudio de geología ambiental).



Con base en los estudios científicos propuestos se debe proceder a planificar las acciones que propendan por reducir la vulnerabilidad de las zonas de alto riesgo, establecer mecanismos de prevención y evacuación y atención de los pobladores de las zonas afectadas.

Las medidas tomadas deberán ir encaminadas a disminuir los costos sociales, económicos y políticos que se produzcan cuando suceda una catástrofe.

En orden simultáneo se deben realizar además de la construcción de la infraestructura necesaria para mitigar el impacto del evento y reducir las inversiones por un suceso, acciones encaminadas a :

Capacitar a políticos sobre los riesgos potenciales, sus posibles efectos y formas de mitigarlas, ya que son ellos los que toman las decisiones de las acciones a seguir.

Fomentar programas de educación a la población en general especialmente a los habitantes de zonas de riesgo natural acerca del mismo, de sus efectos y de los mecanismos para enfrentarlos.

Establecer planes y mecanismos de comunicación de la zona amenazada y darle a conocer al interior de la comunidad, la manera que sean útiles en casos de emergencia.



Establecer medidas de carácter económico social tendientes a organizar la comunidad por medio de juntas comunales para informarles y educarlas sobre la situación de riesgo.

En la parte rural organizar la comunidad en empresas asociativas asignando lotes comunicarios explotando la tierra bajo el dominio comunitario participando en la producción como propietarios de las medidas de producción, planificación así la producción agrícola para competir en el mercado a través de diversificación de la producción unidos todos defenderan los intereses y necesidades de todos, evitando así que la tierra vuelva a concentrarse en pocas manos.

Para llevar a cabo lo propuesto el gobierno deberá dictar normas sobre política económico y implementar una reforma agraria para que pueda desarrollarse el modelo asociativo.

Con este modelo se generarían empleos que ocuparan personal del municipio zona urbana disminuyendo el desempleo, aumentando los ingresos per capita.

CASO

ESTUDIO V I L L A V I C E N C I O

---



## INTRODUCCION GENERAL

Villavicencio ciudad capital del Departamento del meta situada en la margén izquierda del río Guatiquía en el piedemonte de la Cordillera Oriental, a los 4° 09' de latitud norte y 73'39, de longitud oeste de Grewich, altura sobre el nivel del mar: 467 mt. temperatura media 27°C precipitación media anual 4260 mm dista de la capital de la república 126 km. El área municipal es de 1.262 km<sup>2</sup> y límite con el norte con el Calvario y Restrepo, por el oriente con Puerto López, por el sur - con San Carlos de Guaroa y Acacias y por el Occidente con Acacias y el Departamento de Cundinamarca. El territorio Municipal esta formado por dos regiones bien definidas. El noroccidental alta y occidentada, como consecuencia de las notorias irregularidades de la Cordillera Oriental de los Andes, cuyas elevaciones alcanzan mas de 400 mt sobre el nivel del mar; la segunda constituída por una planicie ligeramente inclinada de occidente a oriente y bordeada al norte por el río Guatiquía y al sur por el Guayariba; la parte central esta bañada por los ríos Ocoa y negro a mas de numerosos caños y corrientes menores, según la topografía del territorio sus pisos térmicos se distribuyen en cálido - 1.149 km<sup>2</sup> medio 88 km<sup>2</sup>, frío 21 km<sup>2</sup> y páramo 4 km<sup>2</sup>. Su clima se caracteriza por las altas temperaturas y elevada humedad.



Según el censo de 1985 su población era de 178.685 habitantes, de los cuales 161.166 correspondían al sector urbano, el número de viviendas era de 35.307.

En el aspecto cultural cuenta con Universidad, establecimientos de bachillerato y de enseñanza comercial. Posee servicios de acueducto, alcantarillado, bancos, bibliotecas públicas y escolares, corre aéreo y nacional, energía eléctrica, confortables hoteles, radiodifusoras, salas de cine, teléfonos urbano e internacional, telégrafo, seminario, clubes sociales, y deportivos. También eventos y puestos de salud, clínicas y un hospital. Se comunica por carretera con Bogotá, San Martín y Puerto López, en cuanto a transporte aéreo se destaca el aeropuerto de Vanguardia el principal de la extensa región oriental del país. Los pilares de su economía son en general la agricultura la ganadería y comercio, y en menor escala la industria, explotación forestal, minería y pesca. Por su envidiable ubicación ha sido llamado la "Puerta del Llano" toda vez que los productos agrícolas tales como arroz, yuca, maíz, algodón cacao y platano encuentran en la ciudad una magnífica fuente de distribución a otros mercados; lo mismo se puede decir del ganado, especialmente el vacuno de calidad muy apreciada debido a los excelentes pastos naturales de la región, siendo Bogotá su principal comprador, no obstante la limitada cantidad de energía generada, cuenta con fabricas de bebidas y productos alimenticios.

Villavicencio fué fundada en el año 1842 en la parte noroccidental del Departamento del meta, paso obligado a través de comerciantes y ganade-

ros que visitaban del altiplano a los llanos.

## 2. ANALISIS DE LOS RIESGOS NATURALES PRESENTES EN EL AREA DE ESTUDIO.

### 2.1. INTRODUCCION

Dentro del marco global de planificación en el país, la característica más notoria es la inmediata a improvisación, aspectos, estos que son evidentes en la mayoría de obras que se desarrollan en el país y al que no escapa el tenor vial comprendido entre Bogotá y Villavicencio, el cual fue construido en una zona que presenta gran vulnerabilidad a los deslizamientos por lo escarpado del terreno, por la multitud de fallas geológicas que lo atraviezan y por los obstáculos naturales que tiene que sortear, es decir que fué construido en una zona altamente inestable, lo que genera obstrucciones frecuentes en el tramo situado con las subsecuentes restricciones que ello implica tanto a nivel económico como social en la medida en que puede llegar a incomunicar la región oriental del país; esto sumado al uso exagerado del tramo por transporte pesado y a la alta pluviosidad de la región contribuye a inestabilizar una zona de por sí ya inestable y por ende incrementa el riesgo existente en la misma.

Paralelo a estos riesgos existen los de inundación por crecidas en el río Guatiquía los cuales contribuyen a desestabilizar el terreno sobre el cual esta constituido el tramo carretable y afectan a la ciudad de



Villavicencio particularmente en las zonas constituídas sobre la terraza aluvial.

## 2.2. ANTECEDENTES

La carretera Bogotá-Villavicencio es la única vía pavimentada que une a la capital con los Llanos Orientales y es de gran importancia por el gran flujo de productos que de los Llanos se transportan a Bogotá tales como Ganado, productos agrícolas e hidrocarburos de Bogotá a Villavicencio tales como comercio textil, insumos agrícolas y ganaderos como de gasolina y ACPM.

Esta carretera se comenzó a construir en 1922 y atraviesa zonas de gran inestabilidad que se manifiestan en deslizamientos causados por las altas precipitaciones, el escarpado del terreno, la tala de bosques desaforada y los fenómenos geológicos tales como fallas y la misma litología de las unidades aflorantes.

En la sección Bogotá -Villavicencio en orden geomorfológico de más antigua a más reciente afloran rocas metamórficas del Grupo Quetame constituídas de cuarcitas, filitas, esquistos verdes y negros muy susceptibles a los procesos erosivos como es el caso de los afloramientos de Quebradablanca.

Posteriormente aflora una secuencia sedimentaria del cretácico marino

constituído principalmente de areniscas, lutitas, arcillolitas y limolitas del grupo Caqueza, Une, Villeta y Guadalupe.

Las rocas Terciarias de la Formación Guaduas-Bogotá, areniscas de la Regadera, etc, están restringidas al área de la Sabana de Bogotá, litológicamente están constituídas principalmente de arcillolitas y areniscas friables.

Los depósitos cuaternarios son principalmente terrazas, abanicos y aluviones recientes que cubren las formaciones más antiguas tanto en el área de la Sabana de Bogotá como en la de Villavicencio.

Tectonicamente esta sección hace parte del flanco oriental de la Cordillera Oriental y involucra estructuras regionales tales como el sinclinal de la Sabana de Bogotá, anticlinario de farallones de Quetame fallas inversas de cabalgadura del piedemiento Llanero.

La inestabilidad de los terrenos geológicos de esta sección se manifiesta en deslizamientos. Si tomamos como ejemplo entre los años 1970 y 1974 se presentaron 678 eventos el más relevante por la magnitud de sus consecuencias es el caso de Quebradablanca ocurrido en junio de 1974 y que aislo completamente los Llanos Orientales con el resto del país por el desprendimiento de una cuña de la terraza de Monterredondo cuyo volumen se estimó entre 500.000 y 1'500.000 metros<sup>3</sup>. 0.3



Este material represó la quebrada, atrapo más de 50 vehículos y sepulto aproximadamente a 500 personas.

Referente al problema de inestabilidad del "Mirador" el Ministerio de Obras Públicas reiteradamente se ha visto en la obligación de reubicar el trazo de la vía y tratar la zona afectada con obras de arte, drenes e impermeabilización de taludes.

Todas estas medidas más la construcción de un túnel de drenaje de 240 metros con el objeto de mitigar los efectos de la presión intersticial es decir presión<sup>7</sup> agua vs. suelo, son obras de carácter parcial maxime cuando la paxta del talud ha sido evacuada. También aquí cabe destacar los efectos tectónicos causados por una falla geológica activa que afecta el área y la composición esquistosa de las formaciones subyacentes de la terraza.

El río Guatiquía drena una cuenca relativamente pequeña, no obstante en épocas de alta precipitación y de acuerdo al registro de fotografías aéreas a partir del año 1950, esta Quebrada ha causado inundaciones modificando el paisaje y poniendo en alto riesgo importantes obras de infraestructura como el aeropuerto de Vanguardia y los barrios populares construídos en las terrazas del flanco derecho aguas abajo. Este problema se ha tratado de mitigar por parte del Ministerio de Obras Públicas y por parte de las autoridades departamentales con obras tales como espolones constituídos sobre el dique izquierdo aguas abajo.



Por ser esta quebrada de gran caudal y poder de energía, la vida útil de estos espolones es muy corta, no ha sido solución y el riesgo es latente.

### 3. EVALUACION ECONOMICA

El evento del deslizamiento en la carretera no se presentan pérdidas humanas cuantiosas y la pérdida de bienes tiene un costo para atención de desastres por pérdida de vehículos y equipos como inversiones inmediatas en la vía un total de 6.745 millones de pesos sin tener en cuenta las pérdidas del desarrollo económico que impacta a la zona, el quedar descomunicada la parte oriental de los Llanos con Bogotá que en este momento esa zona tiene una participación representativa dentro de la economía del país.

Esta zona que esta constituida por los territorios de Arauca, Casanare, Vichada, Guainía, Guaviare, Meta que es una zona netamente agrícola y ganadera, siendo la agrícola la de mayor participación que cuenta con productos tales como arroz, platano, yuca, sorgo, palma africana, maíz, algodón donde el de mayor participación a nivel del Departamento y del país es el arroz. Al ocurrir el evento los costos de transporte aumentarían al tener que usar otros medios o rutas de comunicación el cual no daría a basto la evaluación de los proyectos y los centros de mercadeo, esto haría que aumente la pérdida en millones de pesos en la región reflejandose esta situación del país por escasez del producto y los precios se inflan hasta llegar a precios críticos.



#### 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES PARA EL TRAMO DEL MIRADOR

Además del problema descrito en los antecedentes de este caso se pueden concluir que las obras sólo se han orientado a reconstruir la banca de la vía con el fin de evitar la interrupción del transporte terrestre, ya que por vía aérea es imposible por el volumen y cantidad de productos que el Llano entrega al centro del país, particularmente a Bogotá. En las obras de reconstrucción de la banca no se han tenido en cuenta las obras civiles de control de aguas de infiltración y escorrentía que son las principales causas de esta inestabilidad, esto sumadas a los materiales constitutivos de dicha área que esta compuesta por esquistos en avanzado estado de descomposición, facilitar el desprendimiento de grandes masas de suelo que son entregados al río Guatiquía cerca a la planta de cervecerías Bavaria, lugar en el cual debido al fuerte cambio de pendiente, se sedimenta ocasionando problemas al curso normal del lecho del río.

Recomendaciones. Este problema se debe enfocar desde dos puntos de vista, uno de obras civiles y otro de tratamientos biológicos forestales.

##### Obras Civiles:

- a) Desde la pata del talud y sobre el lecho del gran derrumbe con características de gran entallamiento, se propone la construcción de



Barreras transversales en Gaviones con el fin de normalizar la pendiente del cauce, de esta manera la diferencia de altura que hay un día - arrazan el lecho, son frenadas y dirigidas en cada una de las barreras transversales, las cuales a su vez evitan el socavamiento del lecho y por ende la estabilidad de las laderas.

- b) Construcción de una gran serie de trincheras de poca altura en forma de terrazas con el fin de dar mejor estabilidad sobre todo a lo largo de toda la corona del escarpe.
- c) Impermiabilización de las zonas más estables, y captar el agua lluvia dista parte entregandolo disipadamente en la parte baja del problema erosivo.

En cuanto se refiere a la solución mediante el uso de prácticas biológicas forestales, se deben usar especies nativas de la región que son las que mejor se adapten en esta región, evitando en todo caso las especies de raíces pivotantes pues estos ocasionan momentos que desestabilizan el área, entonces las especies deben de raíces radiculares que se podrían ubicar sobre las terras en trincheras previamente construídas.

- d) Durante mucho tiempo se ha venido gastando mucho dinero en medidas que no han sido eficientes para el tratamiento del problema de la carretera Bogotá-Villavicencio. Se debía haber elaborado un pro-



yecto que en un principio hubiera sido de un costo alto pero que hubiera sido la solución definitiva.