

Jérémy ROBERT

« Vulnerabilidad de la población expuesta a los lahares del volcán Cotopaxi en el Valle de Los Chillos, Quito – Ecuador »

Caracterización, cuantificación y cartografía de la población



Memoria de Master 2 Investigación

« Systèmes Territoriaux, Développement Durable et Aide à la Décision »
Bajo dirección de Patrick PIGEON et Robert D'ERCOLE

Miembros del Jurado:

Patrick PIGEON
Jean Jacques Delannoy
Stéphane Héritier

Université de Savoie
Université de Savoie
Université Jean Monnet

Septiembre 2007

Edición de la versión en castellano: Tania Serrano

Resumen

El presente estudio trata de definir la vulnerabilidad de la población del Valle de Los Chillos frente a los riesgos del volcán Cotopaxi. Ubicado a la periferia de Quito, caracterizado por su dinámica y su desarrollo urbano importante, el Valle de Los Chillos se encuentra expuesto a los lahares (flujos de lodo) potenciales del nevado, provocados por el deshielo brutal del glaciar en caso de erupción.

Siguiendo un enfoque operacional, a fin de responder a las necesidades y demandas de los actores locales, se propone un análisis del riesgo tomando en cuenta los aspectos sociales, territoriales y políticos. El trabajo se orienta sobre la vulnerabilidad de la población, de manera más precisa sobre su cuantificación, su caracterización y su exposición, apoyándose sobre herramientas cartográficas (SIG).

Trataremos la vulnerabilidad de la población residente, así como de la población “de día”, que se encuentra en zonas expuestas por razones profesionales, de turismo, de estudio,... con el objetivo de suministrar datos útiles a la gestión del riesgo, relacionado a la planificación preventiva, la capacitación de la población y la gestión de crisis.

Agradecimientos

Quiero agradecer todos los que me permitieron realizar este trabajo y vivir esta experiencia excepcional.

Primero Tania y Diana, con quien fue un placer trabajar y compartir estos momentos.

Agradezco igualmente Robert D’Ercole y Patrick Pigeon por sostenerme en este trabajo y de permitirme realizar esta investigación. Un saludo a Jairo, y suerte para su tesis.

Un saludo especial al equipo de la Dirección de Planificación territorial con quien pase muy buenos momentos, y que me ayudaron mucho. También por el ambiente de trabajo. Cito Joe, Marcello, Lénine, Alexandra, Nury, Eliecer, Marco, Mario, Romeo, Cristina, Estela, Maria, y los demás.

Gracias también al equipo de la Casa Cotopaxi, Jimena, Marcelo, Miguel, Maria, para sus interés y su ayuda. Igual, al Dr Rommel, director del Hospital de Sangolquí y a Mónica. A Patricia Mothes y los del IG EPN para sus conocimientos y disponibilidades.

Gracias al IRD por su acogida, Bernard Francou, Maria Dolores, Roger, Ramiro, Ivan et Aida; y a Sébastien Hardy para invitarme a La Paz, una semana que da ganas de seguir.

Gracias por fin a mis amigos del club de Andinismo de la Católica, que me llevaron sobre las cumbres hermosas del Ecuador, saludo especial a Felipe.

A mi familia, por su visita, su ayuda y las correcciones (en francés).

Ultimo saludo especial a Tania par esta versión en español.

Fotos primera página : de izquierda hacia derecha, y de arriba hacia abajo : el volcán Cotopaxi (fuente IG EPN), mapa del Valle de Los Chillos (densidad y nivel de exposición), reunión a la casa Cotopaxi con Defensa Civil (fuente Casa Cotopaxi) bloques de lahares en San Rafael y bloc en la escuela San Benedict al centro de San Rafael, cráter del volcán Cotopaxi (fuente IGEPN), mapa de variación entre la población de día y la población residente en el Valle de los Chillos.

Listado de fotos

Foto 1: Bloque de lahares al Norte de San Rafael.....	13
Foto 2: Depósitos de lahares sobre los flancos del Cotopaxi (foto IG EPN).....	13
Foto 3: La Caldera vista desde avión, 28 m separan el Santa Clara del Rio Pita pero fueron superados por los lahares de 1877 (fuente: IG EPN)	15
Foto 4: Tráfico en la zona de « El Triángulo »	18
Foto 5: El centro comercial San Luis construido luego de 2001 en zona expuesta.....	18
Foto 6: Vista panorámica del Valle de Los Chillos desde el volcán Ilaló	23
Foto 7: Nuevas lotizaciones al lado del rio San Pedro, parroquia de Conocoto, AZVCH.	24
Foto 8: Densificación de las construcciones al lado del rio Santa Clara en Sangolqui con el centro comercial River Mall y edificios de varios pisos.	24
Foto 9: Lotizaciones residenciales de alto nivel de vida, San Rafael.	24
Foto 10: Cultivos en invernadero al lado del Rio Santa Clara en Rumipamba al Sur del cantón Rumiñahui	32
Foto 11: Tomates dedicados a la exportación nacional, cantón Rumiñahui.	32
Foto 14: Centro comercial River Mall ubicado a la entrada de Sangolquí también al lado del río Santa Clara.....	37
Foto 12: Centro comercial El Prado a San Rafael ya un poco antiguo.	37
Foto 13: Centro comercial en construcción al lado del río Santa Clara.	37
Foto 15: Cola frente del peaje de la Autopista Rumiñahui en dirección de Quito una mañana entre semana.	41

Listado de gráficos

Grafico 1: Evolución de la población de la Administración Zonal Valle de Los Chillos de 1950 a 2001.....	24
Grafico 2: Evolución de la población desde 1950 y proyecciones en el Valle de Los Chillos	24
Grafico 3: motivos de desplazamiento entre semana entre Quito y el Valle de Los Chillos y vice versa.....	42

Listado de tablas

Tabla 1: Población rural y urbana en el Valle de Los Chillos	23
Tabla 2: Crecimiento de la población del Valle de Los Chillos y proyecciones	25
Tabla 3: Estimación de la población que puede ser afectada en caso de crisis en el Valle de los Chillos	27
Tabla 4: Criterios de vulnerabilidad socio-económica y demográfica.....	29
Tabla 5: Síntesis del nivel de vulnerabilidad socio-demográfica.....	31
Tabla 6: Listado de los lugares de frecuentación tomados en cuenta para la evaluación de la población “de día” en el Valle de Los Chillos	35
Tabla 7: Empresas y población activa que podrían ser afectadas (zona expuesta más zona aislada) por los lahares del Cotopaxi en el Valle de Los Chillos.....	37
Tabla 8: Estimación de la población “de día” que podría ser afectada por los lahares del Cotopaxi en el Valle de Los Chillos, comparación con la población residente (según INEC 2001).....	40

Listado de los anexos

1. El Valle de Los Chillos: localización, límites administrativos y ocupación del suelo
2. Cartografía de los lahares del volcán Cotopaxi: mapa de 1989 y actualización
3. Cartografía de los lahares del volcán Cotopaxi: mapas del IG EPN y de la ESPE
4. Densidad de la población por hectáreas en el Valle de Los Chillos
5. Etapas de crecimiento urbano del Distrito Metropolitano de Quito y del Valle de Los Chillos de 1760 a 2006
6. Tipos de exposición a los lahares del volcán Cotopaxi: exposición directa y aislamiento
7. Crecimiento urbano en el Valle de Los Chillos de 1956 a 2000
8. Vulnerabilidad en relación al edad: población joven
9. Vulnerabilidad en relación al edad: población de edad
10. Vulnerabilidad en relación al edad
11. Vulnerabilidad de la población: nivel de educación
12. Vulnerabilidad de la población: acceso a la red eléctrica
13. Vulnerabilidad de la población: acceso a la red telefónica
14. Vulnerabilidad de la población: promiscuidad
15. Vulnerabilidad socio-económica
16. Vulnerabilidad socio-demográfica
17. Acceso al agua potable a dentro de la vivienda
18. Repartición de la población viviendo de la agricultura en Valle de Los Chillos
19. Vulnerabilidad socio demográfica y densidad
20. Localización de las zonas de actividades: medidores de luz industriales y comerciales
21. Localización de los pequeños comercios que podrían ser afectados por los lahares del Cotopaxi en el Valle de Los Chillos
22. Localización de las principales empresas que podrían ser afectadas por los lahares del Cotopaxi en el Valle de Los Chillos
23. Frecuentación de los lugares de recreación o turísticos que podrían ser afectados por los lahares del Cotopaxi en el Valle de Los Chillos
24. Establecimientos escolares expuestos a los lahares o a proximidad, en el Valle de Los Chillos
25. Principales establecimientos de salud del Valle de Los Chillos
26. Total de la población «de día» entre semana y los fines de semana que podrían ser afectados por los lahares del Cotopaxi en el Valle de Los Chillos
27. Variación entre la población «de día» y la población residente que podrían ser afectados por los lahares del Cotopaxi en el Valle de Los Chillos (escala de las manzanas)

Introducción	6
I. Actores y riesgo: el contexto de trabajo	8
1.1 Marco de la investigación.....	8
1.2 Estudios aplicados a las necesidades locales	8
1.3 ¿Cuál gestión del riesgo en el Valle de los Chillos?.....	9
1.4 Evolución de los conceptos para una investigación operacional.....	10
1.5 Herramientas, justificación y ventajas	11
II. Análisis del riesgo e identificación de los elementos esenciales	13
2.1 Materialización del riesgo de lahares: cartografía de la amenaza y política	13
2.1.1 El fenómeno “lahar”	13
2.1.2 Evolución de los mapas de amenaza, escenarios y falta de información.....	14
2.1.3 Antropización del riesgo	15
2.1.4 Límites de la cartografía de la amenaza	16
2.2 Negociación del riesgo	16
2.2.1 Una cartografía política.....	16
2.2.2 Elementos territoriales y aceptación del riesgo.....	17
2.3 Especificidad de la gestión de crisis: gestión de las alertas y evacuación.....	18
2.3.1 Experiencias ricas de enseñanzas	19
2.3.2 La gestión de crisis del Cotopaxi	20
III. Análisis de la vulnerabilidad de la población del Valle de Los Chillos	22
3.1 Población del Valle de Los Chillos: dinámica y exposición.....	22
3.1.1 Características generales	22
3.1.2 Evolución de la población	23
3.2 Vulnerabilidad de la población residente.....	29
3.2.1 Criterios de vulnerabilidad	29
3.2.2 Análisis de la vulnerabilidad: un marcado contraste entre poblaciones rurales y urbanas	30
a. Caracterización de la población y repartición	30
b. Vulnerabilidad socio-económica.....	31
c. Vulnerabilidad socio-demográfica	31
d. Otros criterios de vulnerabilidad	32
3.2.3 Síntesis: vulnerabilidad socio-demográfica, densidad y exposición.....	32
3.3 Vulnerabilidad de la población “de día”.....	34
3.3.1 Metodología	34
3.3.2 Análisis.....	36
a. Lugares de trabajo o lugares mayoritariamente frecuentados.....	36
b. Frecuentación turística	38
c. Establecimientos sensibles	38
3.3.3 Concentración de la población de día: síntesis.....	40
3.4 Síntesis y orientación para la gestión de crisis.....	43
3.4.1 Elementos mayores de vulnerabilidad.....	43
3.4.2 Orientaciones para la gestión de crisis	44
Conclusión	47
Siglos	49
Bibliografía	49

Introducción

Las catástrofes son verdaderas “reveladoras de vulnerabilidades humanas y territoriales” (Léone, 2006). Este autor insiste en particular sobre los dos factores que son: primero la pobreza, pero también la concentración de los elementos esenciales (elementos que hay que proteger), en zona expuesta.

“La ausencia de inversiones, la debilidad de las infraestructuras urbanas, la ausencia o la precariedad de las estructuras sanitarias, la concentración de la población en las zonas peligrosas, la no aplicación o la ausencia de normas de seguridad,...” (Albouy, 2002) son factores característicos de subdesarrollo y unas de las causas de las catástrofes.

Quito, expuesta a numerosas amenazas, debe tratar el tema del riesgo, riesgo al cual está expuesta pero también el riesgo provocado. La construcción social del riesgo es cada vez más reconocida y su gestión es un tema fundamental del desarrollo.

Uno de los puntos esenciales de la gestión de los riesgos es la vulnerabilidad de la población, tema esencial, con el objetivo de salvar vidas, a veces expuestas en gran número.

En este contexto, abordar el riesgo volcánico del Cotopaxi toma nuevas perspectivas. Cumbre simbólica que se puede admirar desde Quito, el Cotopaxi es un volcán activo, y tenemos tendencia a olvidar su amenaza. En efecto, la última erupción ocurrió en 1877, hace más de una generación. A esta fecha, los lahares provocados por el deshielo brutal del glaciar devastaron territorios de haciendas con muy baja densidad de población en la provincia del Norte, pero causó daños más importantes al Sur, en Latacunga. Hoy, una erupción del Cotopaxi es mucho más temible ya que las zonas expuestas se han urbanizadas, al Norte como al Sur.

El Valle de Los Chillos, ubicado a 60 km al Norte del volcán, es uno de los sectores de crecimiento poblacional reciente en la periferia de Quito, y es el territorio elegido por este estudio. Varias razones justifican esta elección, primero, la aglomeración urbana de San Rafael hasta Sangolquí es particularmente atractiva, y va a seguir desarrollándose. En paralelo, una buena parte de este territorio, por ejemplo la zona del Triángulo, punto estratégico de comunicación y de actividades (llegada de la autopista desde Quito), está directamente expuesta a los lahares potenciales del Cotopaxi. La gestión del riesgo y el desarrollo territorial están ligados. Este trabajo responde también a un pedido de varios responsables políticos y administrativos, que desean reducir este riesgo.

El trabajo propuesto se orienta sobre la vulnerabilidad de la población expuesta al riesgo, de manera más precisa sobre su cuantificación, su caracterización y su exposición, apoyándose sobre herramientas cartográficas. Sin embargo, más que un sencillo censo, buscaremos responder a las preguntas y problemáticas de la gestión del riesgo, orientar el enfoque según las necesidades locales, a fin de aplicar una lectura geográfica del riesgo.

¿Cómo abordar la vulnerabilidad de la población del Valle de Los Chillos? ¿Cuáles son los criterios pertinentes, los mecanismos de organización y las particularidades que debemos resaltar a fin de suministrar elementos pertinentes y útiles a la gestión del riesgo?

La primera parte trata rápidamente del contexto de investigación. Presentaremos las instituciones y organismos socios así como los objetivos. Uno de los puntos claves es la aplicación de este trabajo por lo que debe responder a las necesidades locales. Hablando de los objetivos, se aprovecha para precisar lo que se entiende por gestión del riesgo. Presentaremos por fin el enfoque de la investigación y cómo vamos a tratar la vulnerabilidad.

Profundizaremos el análisis del riesgo volcánico en la segunda parte y según varios enfoques. El objetivo es entender los procesos y especificidades del riesgo, que van a influir o a generar la vulnerabilidad. Primero, una breve presentación del fenómeno lahar permitirá tratar la cartografía de la amenaza, problema que supera el marco del fenómeno físico. Precisaremos aspectos de negociación del riesgo y la influencia de los objetivos de desarrollo. Por fin, trataremos de entender las especialidades de la gestión de crisis, a fin de orientar este trabajo. Presentaremos algunas experiencias, los casos del Pichincha y del Tungurahua, así como elementos de la gestión de crisis en el caso del Cotopaxi. Esta parte permite fijar las bases del trabajo, y al mismo tiempo justificar el enfoque elegido.

La tercera parte tiene como objetivos definir las características de la población, su organización y su dinámica en relación a la evolución del territorio del Valle de Los Chillos y de la periferia de Quito. Trataremos la vulnerabilidad de la población residente, así como de la población “de día”, que se encuentra en zonas expuestas por razones profesionales, de turismo, de estudio,..., y que no está representada en el censo de población. Nos aplicaremos a proponer una lectura estructurada y justificada de la vulnerabilidad, insistiendo sobre las especificidades y los resultados operacionales.

Una síntesis será la ocasión de volver sobre los puntos claves de la vulnerabilidad y de proponer algunas orientaciones.

I. Actores y riesgo: el contexto de trabajo

1.1 Marco de la investigación

Este trabajo se inscribió en el marco del programa regional (Bolivia, Perú, Ecuador) del IRD, PACIVUR: Programa Andino de Capacitación e Investigación sobre Vulnerabilidad y Riesgos en Medio Urbano, dirigido por Robert D'Ercole.

Tres estudios fueron propuestos sobre el tema de la gestión del riesgo en relación al volcán Cotopaxi en el Valle de Los Chillos los cuales se llevan a cabo dentro del marco de cooperación entre el IRD, representado en Quito por el grupo PAUD (Por el Ambiente Urbano y el Desarrollo) y la Dirección Metropolitana de Planificación Territorial del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito (MDMQ).

El DMQ está subdividido en ocho administraciones zonales que tienen ciertas competencias en el tema de la gestión del riesgo. Al inicio, el trabajo de investigación concernía únicamente el territorio de la Administración Zonal Valle de los Chillos, con el objetivo de apoyarla suministrando datos útiles a la gestión del riesgo a esta escala. Sin embargo, un punto era preocupante. El cantón de Rumiñahui, localizado junto al DMQ, representa un verdadero enclave en el territorio de estudio, y parecía indispensable tomar en cuenta este nuevo actor. Dos administraciones distintas comparten un territorio homogéneo, expuesto a la misma amenaza; por un lado la Administración Zonal Valle de Los Chillos (AZVCH) bajo la tutela del DMQ, y por otro lado el cantón Rumiñahui. Un convenio permitió de llevar a cabo estos estudios sobre la totalidad del Valle de Los Chillos.

1.2. Estudios aplicados a las necesidades locales

Tres estudios distintos pero complementarios fueron propuestos a los diversos actores con el objetivo común de suministrar elementos útiles a la gestión del riesgo. La que será desarrollada en este informe es la caracterización, la cuantificación y la cartografía de la población expuesta a los lahares potenciales del volcán Cotopaxi en el Valle de Los Chillos.

Los dos otros estudios conciernen la percepción del riesgo para la población, según un trabajo de encuestas realizado por Diana Salazar (Universidad Católica del Ecuador), la vulnerabilidad institucional realizado por Tania Serrano (Université Paul Valéry, Montpellier 3 – Francia), abordando la gestión territorial y la gestión del riesgo de un mismo territorio por dos administraciones distintas, y buscando las diferencias, puntos fuertes y disfuncionamientos.

Estos estudios se llevaron a cabo desde el inicio en estrecha colaboración con la Casa Cotopaxi. Este equipo, que hace parte de la AZVCH, pero relativamente independiente, se encarga del tema de la prevención del riesgo. Organiza actividades de capacitación y preparación de la población y ha hecho algunos trabajos, por ejemplo un censo de la población expuesta (2003), el inventario de los albergues o incluso un programa de prevención y la realización de simulacros de evacuación en los establecimientos de educación. Un contacto permanente con la Casa Cotopaxi ha permitido compartir informaciones y aprovechar sus conocimientos de la zonade estudio.

Numerosos otros actores fueron solicitados, y en particularmente para obtener información. Las administraciones, los científicos, y también las instituciones encargadas de gestionar las

crisis (Defensa Civil en particular) nos ayudaron en este trabajo. Esas investigaciones tienen por vocación ser usadas para la toma de decisiones (Casa Cotopaxi, Departamento de Seguridad Ciudadana del cantón Rumiñahui y Defensa Civil) y al mismo tiempo suministrar perspectivas generales y objetivos de mejoramiento de los conocimientos del riesgo, particularmente para la Dirección Metropolitana de Planificación Territorial del DMQ.

1.3. ¿Cuál gestión del riesgo en el Valle de los Chillos?

El análisis de la vulnerabilidad del territorio del Valle de Los Chillos, sus poblaciones, su organización y su dinámica, expuesta a una amenaza conocida pero con muchas incertidumbres, es un trabajo difícil. Hay que definir los ejes de enfoque, precisar los objetivos según las demandas y la capacidad de los actores y socios de este trabajo.

La gestión del riesgo se entiende según varios aspectos, distintos y complementarios. Los estudios propuestos no tienen la ambición de solucionar o suprimir el riesgo, sino suministrar elementos útiles y pertinentes concerniendo los puntos siguientes: la planificación preventiva, las acciones de capacitación de la población, y finalmente, la gestión de crisis.

La planificación preventiva es un elemento clave de la gestión del riesgo. Se basa sobre un principio fundamental de toma de conciencia del riesgo y de la reducción de los efectos, y permite al mismo tiempo un desarrollo sostenible del territorio. Las políticas de ocupación del suelo y la gestión de los elementos esenciales por ejemplo, el agua potable, la red eléctrica, etc. serán tomadas en cuenta, particularmente en el trabajo sobre la vulnerabilidad institucional.

En lo referente a la población, informaciones interesantes contribuirán a la reflexión sobre este tema. Permitirán resaltar zonas de concentraciones de actividades y de población, donde el desarrollo urbano es fuerte, y las consecuencias debido a la vulnerabilidad. Este punto interesa directamente a los actores encargados del ordenamiento territorial, la Dirección Metropolitana de Planificación Territorial del DMQ, pero también la AZVCH, el cantón Rumiñahui y la población.

El segundo tema es la capacitación de la población. El trabajo sobre la percepción del riesgo será muy útil para ello con el objetivo de mejorar nuestros conocimientos de la población, sus necesidades, sus ignorancias y conocimientos. Este trabajo complementará el estudio de la caracterización de la población ya que permitirá obtener datos sobre la repartición espacial y de tipo cuantitativo cuya sistematización será muy útil.

La Casa Cotopaxi y el Departamento de Seguridad Ciudadana del cantón de Rumiñahui, son los primeros interesados por esta información, y también la Defensa Civil.

Finalmente, la gestión de crisis también es un tema esencial. Dos tipos de objetivos son desarrollados en estos trabajos: Poner a disposición una base de datos sistematizada con información pertinente para la gestión de crisis. Por ejemplo, los elementos esenciales (agua, electricidad,...), la población expuesta, un inventario de los establecimientos de educación y de salud,... Un análisis crítico de los recursos disponibles y de la organización tiene por objetivo suministrar orientaciones para mejorar la gestión de crisis.

Para completar esta información, trataremos de identificar las problemáticas de la gestión de crisis, es decir: A qué tipo de problemas estamos expuestos? ¿Cuál es el nivel de preparación

y tenemos los recursos suficientes para resolverlos? Los resultados de esos trabajos están destinados a los responsables de la gestión de crisis, a nivel administrativo y también a los actores operacionales (Defensa Civil, Bomberos, Policía, Cruz Roja,...), a fin de llegar a una mejor anticipación.

Más allá del tema del riesgo del Cotopaxi, este trabajo permitirá fortalecer las relaciones entre la Dirección Metropolitana de Planificación Territorial del DMQ y la AZVCH por una parte, aclarando las capacidades y el papel de cada uno, y por otro lado, impulsar la cooperación con el cantón de Rumiñahui, que corresponde a una verdadera necesidad.

1.4. Evolución de los conceptos para una investigación operacional

Hemos presentado los objetivos y el contexto de nuestro trabajo. A partir de esos elementos, vamos a definir los ejes de investigación y la metodología.

Nos encontramos con un juego de actores complejo y una problemática muy relacionada al desarrollo territorial. A fin de integrar estos elementos, tenemos que sobrepasar el enfoque clásico de los riesgos que se esquematiza en dos conjuntos: la amenaza y la vulnerabilidad social. Consideraremos que estos elementos son interrelacionados, la sociedad tiene conciencia del riesgo y se organiza para enfrentarlo. Hay que reconocer la co-evolución de la sociedad con el riesgo, tomando en cuenta sus dimensiones sociales, territoriales y políticas, favoreciendo una lectura endógena del riesgo. El objetivo es entender la materialización del riesgo sobre el territorio y su construcción a fin de suministrar datos útiles para mejorar su gestión.

El ejemplo de los estudios realizados en Quito que insisten sobre el aspecto operacional, es muy interesante. Dos libros publicados en el marco del programa de investigación: «Sistema de información y riesgos en el Distrito Metropolitano de Quito» fueron usados como referencia: el primero trata de definir los elementos esenciales para la gestión del riesgo: «*Los lugares esenciales del Distrito Metropolitano de Quito*», (D'Ercole R. et Metzger P., 2002) y el segundo propone un análisis de vulnerabilidad: «*Vulnerabilidades del Distrito Metropolitano de Quito*», (D'Ercole R. et Metzger P., 2004). Con el objetivo de suministrar orientaciones a los actores encargados de la gestión de los riesgos, el enfoque se basa sobre sus prioridades y sus capacidades. La investigación se centró en los elementos esenciales del territorio, es decir los elementos a proteger y cuya la pérdida es inaceptable para una sociedad o perjudicaría su funcionamiento. Posteriormente se identifican los factores de vulnerabilidad de estos elementos, por ejemplo la manera de ser afectados por la amenaza. Este enfoque es nuevo y los conceptos fueron adaptados para responder de mejor manera a la gestión operacional del riesgo. Permite resaltar puntos estratégicos del territorio, sus vulnerabilidades y las orientaciones posibles a fin de reducirlas.

Dauphiné (2001) define la vulnerabilidad como la “fragilidad de un sistema en su conjunto, y de manera indirecta, su capacidad para superar una crisis provocada por una amenaza”. La sociedad considerada como sistema implica reflexionar sobre las interacciones entre sus diferentes elementos y su entorno; su capacidad ilustra su papel activo para enfrentar una crisis. D'Ercole (2004), retomando las definiciones de Blaikie, insiste sobre la importancia de la noción de capacidad. Considera que las sociedades pueden generar el riesgo, amplificarlo, modificar sus características y al contrario, pueden evitar los fenómenos destructores, o por lo menos, anticiparlos, sobrevivir, resistir y recuperarse de sus impactos.

El análisis de la vulnerabilidad debe entender el territorio, apoyándose en las especificidades locales que generan riesgo.

En nuestro caso, consideremos la población en su conjunto como un elemento esencial. Su caracterización, su cuantificación y su localización son informaciones directamente útiles y que corresponden a los pedidos de nuestros socios, en particular la Casa Cotopaxi, a fin de orientar sus acciones. Pero también buscaremos entender la vulnerabilidad de esta población, no solamente usando una lista de criterios, pero integrando los procesos sociales, territoriales y políticos que hacen la especificidad del Valle de Los Chillos.

Nuestras preguntas son: ¿Cuáles son los procesos al origen o que influyen la vulnerabilidad de la población? ¿De la misma manera, ¿cuáles son los procesos de reducción de la vulnerabilidad? ¿Cuáles son las formas de vulnerabilidad identificables, como medirlas y según qué tipo de factores? ¿Qué hacer para mejorar y quién?

1.5. Herramientas, justificación y ventajas

Las herramientas privilegiadas en este trabajo fueron la explotación y la creación de bases de datos y la utilización de un sistema de información geográfico que permite la espacialización de datos y varios cruces de informaciones.

Utilizamos SavGIS, programa gratuito desarrollado por el IRD y actualmente usado por la Dirección Metropolitana de Planificación Territorial del DMQ. Disponemos de una base de datos importante, que tenía que completarse. Una dificultad apareció con el cantón de Rumiñahui que tenía sus información en formato Autocad. El resultado fue particularmente interesante, porque no existía uniformización de la información entre el DMQ y el cantón de Rumiñahui.

El análisis de bases de datos existentes, sobre todo el censo de INEC de 2001, representó una parte importante del trabajo de caracterización de la población del Valle de Los Chillos. Sin embargo, la recopilación de datos suplementarios y su cartografía fue necesaria.

La utilización de esas herramientas es muy pertinente. En efecto, constatamos una falta de sistematización de los datos y de espacialización. Uno de los objetivos fue resaltar el interés y las ventajas de esas herramientas:

- La conservación y la posibilidad de intercambio de la información
- La actualización de los datos,
- El análisis de los trabajos realizados, en particular con las experiencias vividas
- La espacialización.

De esta manera, SavGIS representa una herramienta de evaluación pero también operacional. Parece interesante fortalecer su utilización, lo que quiere decir convencer pero también ayudar con competencias y metodología a los actores locales para que realicen un trabajo más eficaz. Finalmente recordamos que la producción de mapas y de datos no es suficiente ya que debe estar acompañada de un análisis. En ocasiones constatamos mucha buena voluntad pero las proposiciones pueden mejorar. Por ejemplo, se habla de la necesidad de realizar un censo más completo en la zona de riesgo. Un trabajo de este tipo requiere inversiones importantes a nivel financiero y de personal y aunque puede suministrar datos interesantes p hay que preguntarse: ¿las estimaciones que tenemos son suficientes para organizar la gestión de crisis? ¿Si no, que

informaciones suplementarias necesitamos? ¿Cuáles son problemas reales de la gestión de crisis, y cómo responder? En este caso, el riesgo es tener una base de datos interesante pero demasiado general para responder a nuestras problemáticas. Esos datos no van a servir si no existe un trabajo de análisis anterior a su realización que garantice una mayor eficacia.

Presentamos en esta primera parte el marco general de la investigación, los objetivos en relación con los actores y la problemática del riesgo en el Valle de Los Chillos. Completamos con algunos aspectos más conceptuales sobre del enfoque operacional y la definición de la vulnerabilidad y concluimos esta parte con las herramientas y la justificación de nuestro trabajo. Ahora, presentaremos los principales elementos del riesgo del Valle de Los Chillos, así como los procesos que permiten entender de mejor manera la vulnerabilidad de la población.

II. Análisis del riesgo e identificación de los elementos esenciales

2.1 Materialización del riesgo de lahares: cartografía de la amenaza y política

El tema de la vulnerabilidad de la población no ha sido muy desarrollado. La mayoría de los estudios de riesgo tratan de las amenazas, del fenómeno físico. Es *a priori* la parte de conocemos mejor. Sin embargo, discutiremos de esta cartografía ya que sirve de base a nuestro trabajo. La población a ser tomada en cuenta, por lo menos la que se encuentra en zona de riesgo, depende de los límites elegidos. Constatamos primero que las especificidades de los fenómenos volcánicos y asociados, los lahares en nuestro caso, hacen que el estudio de la amenaza particularmente difícil. Después, la cartografía de la amenaza no solo depende del conocimiento del fenómeno físico pero también de otros factores más políticos.

2.1.1 El fenómeno “lahar”

El volcán Cotopaxi se ubica a menos de 60 km al Sur de Quito. Superando los 5000 metros de altura, este “nevado” está cubierto de un casquete de hielo hasta la cumbre a 5897 m. Su actividad volcánica se caracteriza por su juventud y una gran explosividad, relacionada a la subducción de la placa Nazca bajo del continente sudamericano. La erupción del Pichincha en 1999, del Reventador en 2002 y la actividad del Tungurahua desde 1999, con un pico eruptivo en Agosto de 2006, que obligó a la evacuación de la población y que provocó 6 víctimas, justifican las preocupaciones sobre los riesgos volcánicos.

El riesgo principal en caso de erupción del Cotopaxi sería los lahares “syneruptivos” (durante la erupción), generados por el deshielo brutal por la caída de piroclastos. La presencia del Parque Nacional Cotopaxi junto con las condiciones climáticas y topográficas explican la baja densidad de población en los alrededores cercanos al volcán, expuestos a fenómenos de extensión menor.



Foto 1: Bloque de lahares al Norte de San Rafael



Foto 2: Depósitos de lahares sobre los flancos del Cotopaxi (foto IG EPN)

El término “lahar” es originario de Indonesia. Lavigne y Thouret (2000) precisan la definición: “flujo bifásico de escombros y de agua, diferente que los flujos fluviales, derramándose de un volcán a gran velocidad”. Su modelización es particularmente difícil por la complejidad de las condiciones del flujo. Un lahar puede movilizar volúmenes de agua importantes y materiales volcánicos lubricados por la ceniza. Se distingue por su peligrosidad debido a las distancias alcanzadas y a los volúmenes movilizados. La erupción del Nevado del

Ruiz en Noviembre 1985 (Colombia) es una referencia tristemente famosa; los lahares destruyeron la ciudad de Armero, provocando 25 000 víctimas.

El estudio de esos fenómenos es difícil, la dinámica del fluido es muy particular, con velocidades y caudales muy elevados y una capacidad de transporte mucho más importante que una inundación clásica. Por ejemplo, el caudal máximo de los lahares de 1877, última gran erupción del Cotopaxi, fue estimado en 40 000 m³/s (Hall, 2004) y la onda de inundación consecutiva fue sentida hasta 200 km de distancia desde el cráter.

2.1.2 Evolución de los mapas de amenaza, escenarios y falta de información

El mapa actual de amenaza representa una zona de referencia que corresponde a la extensión de los lahares generados por la erupción de 1877. Este mapa se realizó según reconocimientos de campo por parte del Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional (IG EPN), y datos históricos, confirmados por los testimonios de varias personas que viven en el Valle.

Este mapa realizado en 2004 reemplaza el de 1989 (anexo: Cartografía de los lahares del volcán Cotopaxi: mapa de 1989 y actualización). Se basa únicamente sobre el escenario de 1877 considerado como el más probable, pero el antiguo mapa representaba una zona de riesgo menor de una erupción de intensidad superior a la de 1877. La probabilidad de este evento es considerada demasiado baja para ser representada.

Esta elección se fortalece con las últimas medidas del estado del glaciar del Cotopaxi realizadas por el IG EPN y el IRD. El casquete glaciar conoce una fuerte regresión, en particular su superficie la cual disminuyó en un 31 % entre 1976 y 1997. Según los estudios sobre el Nevado del Ruiz (Pierson y al., 90; Thouret, 90), la superficie del glaciar que puede estar expuesta a los flujos piroclásticos es el principal factor que condiciona el volumen de agua generada, origen de un lahar. El espesor de hielo es menos determinante. Así, los próximos lahares, para una erupción de intensidad igual a la de 1877, serían de menor amplitud.

Por otro lado, varios escenarios han sido reconocidos, exactamente 4. Para el primer escenario se esperan lahares de pequeño tamaño sin consecuencias para el Valle de Los Chillos. Correspondería a un nivel de base de una nueva fase eruptiva, desde la cual el volcán podría evolucionar hasta fases más explosivas que serían los escenarios 2, 3 y 4. Para el segundo escenario, los flujos piroclásticos podrían provocar lahares importantes, pero de menor amplitud en comparación a los de 1877 (50 %). La probabilidad de este evento, una vez que iniciado el proceso eruptivo (escenario 1), es estimado en 30 % (Samaniego y al., 2004). Su extensión no aparece sobre el mapa. El escenario 3 corresponde a la erupción de 1877, con una probabilidad de 10 %. El último escenario, el más explosivo y el más peligroso, corresponde a fases eruptivas prehistóricas. La última erupción de este tipo tiene más de 1000 años y se le ha asignado un probabilidad de 10 %. La amplitud de los lahares provocados superaría la de los lahares históricos conocidos (entre los cuales los de 1877).

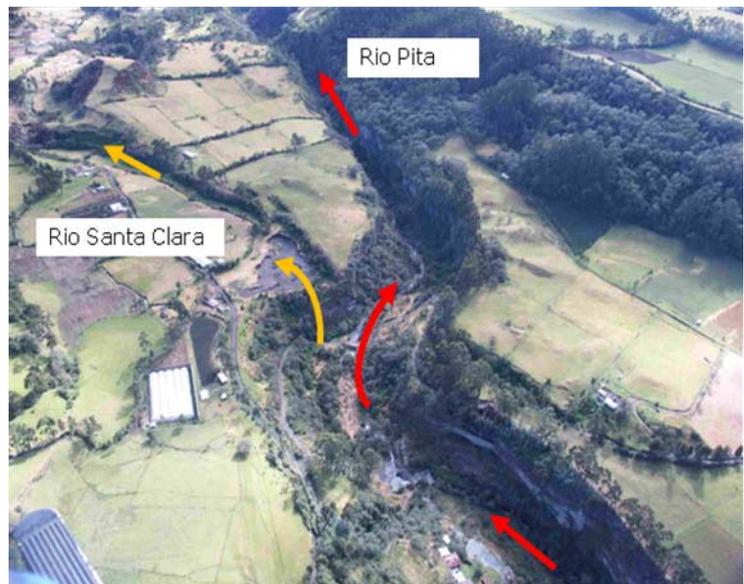
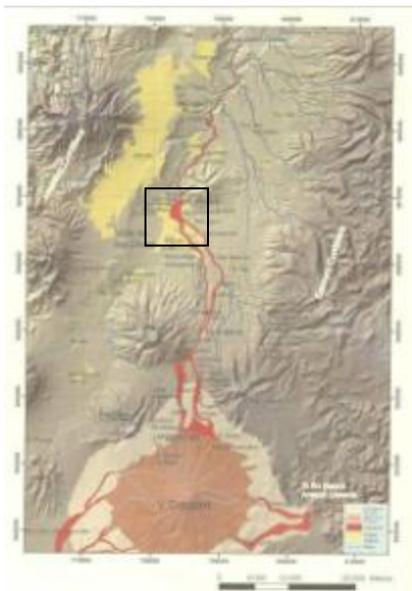
El mapa de amenaza que sirve de referencia actualmente representa únicamente la extensión de los lahares del evento de 1877. No contiene ninguna información sobre los otros escenarios. Sin embargo, los científicos admiten que existe una probabilidad de ocurrencia de eventos más grandes o, al contrario, más pequeños. Sin embargo es muy difícil precisar la información sobre esos eventos y hacerlos aceptar.

2.1.3 Antropización del riesgo

Otros factores además del conocimiento mismo del dinamismo eruptivo del Cotopaxi dificultan la cartografía de la amenaza. Primero, la configuración actual de la zona ha sido modificada por la urbanización y sobre todo con las construcciones situadas a los lados de los ríos las cuales podrían influir directamente sobre la amenaza, modificando las condiciones del flujo. Se observó ya durante la erupción del volcán Pichincha en 1999 que un flujo de lodo secundario, provocado por la movilización de la ceniza recientemente caída, bajó por una calle cuando se esperaba que siguiera el curso del río. El flujo de lodo se dispersó en el barrio, siguiendo las calles. Conciente de este riesgo, el IG EPN ha previsto realizar una modelización del lahar en caso de erupción del Cotopaxi, tomando en cuenta las construcciones actuales. Esas construcciones que no existían en 1877, podrían provocar una concentración de los flujos, o a contrario su desviación. Por ejemplo, el caso del centro comercial San Luis, ubicado en la intersección de los ríos Pita y Santa Clara, por donde llegarían los lahares, es de un tamaño suficiente para tener una influencia sobre el flujo.

El sitio de la Caldera (ver foto), ubicado en la parroquia de Rumipamba, al Sur del cantón de Rumiñahui, es otro punto que hay que considerar. El río Pita forma aquí una curva relacionada a un espolón de roca masiva. En 1877, los lahares que venían del río Pita, superaron este espolón que alcanza una altura de 28 m, para seguir el río Santa Clara un poco más abajo. Los flujos de lahares se dividieron entonces para confluir de nuevo al nivel del centro comercial San Luis. La explotación de una cantera sobre este espolón podría influir sobre los condiciones de flujo, sin embargo, reconociendo el incremento del riesgo en esta zona, la explotación fue prohibida.

De igual manera, sobre este mismo sitio, había un proyecto de dique de desviación, el cual fue abandonado y que, en todo caso, no solucionaba el problema porque concentraba la totalidad de los flujos en el río Pita.



Mapa 1: Cartografía de los lahares del Cotopaxi (IG EPN).

Foto 3: La Caldera vista desde avión, 28 m separan el Santa Clara del Rio Pita pero fueron superados por los lahares de 1877 (fuente: IG EPN)

2.1.4 Límites de la cartografía de la amenaza

Según los diferentes puntos evocados anteriormente, la cartografía tiene varios límites. Los primeros están relacionados a los escenarios tomados en cuenta. Podemos considerar que el retroceso de los glaciares permite suponer una amplitud menor de los lahares que la conocida. Reconocemos también la posibilidad de erupción más violenta aunque menos probable. Sin embargo, no hay manera de determinar la fuerza de la erupción. ¿Una erupción de menor amplitud hará poner en marcha el dispositivo de crisis previsto para el evento de referencia?

La segunda fuente de incertidumbre concierne el flujo de los lahares, influido por la configuración del terreno y la urbanización. Parece muy difícil prever con precisión los límites exactos de los flujos, los cuales dependen del volumen movilizado, de la viscosidad, de los obstáculos encontrados, etc.

Los estudios siguen en este campo con proyectos de modelización, sin embargo la problemática de la cartografía integra otros elementos. Es importante conocer los límites del conocimiento científico, y en particular analizar su materialización en el terreno de estudio. La siguiente parte, denominada negociación del riesgo, permitirá suministrar elementos complementarios los cuales permiten una lectura geográfica del riesgo del Cotopaxi, integrando aspectos políticos.

2.2 Negociación del riesgo

La elaboración del mapa de amenaza resulta de una negociación entre los diferentes actores involucrados. Los científicos del IG EPN tuvieron que justificarse, y si el límite pudo ser desplazado de algunos metros, la zona cartografiada concuerda con el trabajo de campo. La concertación permite asegurar el reconocimiento del riesgo, sin hablar de aceptación. En efecto, el logo de cada uno de las instituciones participantes aparece debajo de los mapas. Sin embargo, varios puntos, que participan de la construcción de la vulnerabilidad, se identifican.

2.2.1 Una cartografía política

La cartografía propone un escenario de referencia, basado en el evento de 1877, sin graduación del riesgo. Los científicos insisten sobre el término de “referencia”, pero algunos puntos quedan poco claros, y eso de manera más o menos voluntaria. En efecto, el mapa propuesto es percibido como el único escenario posible, y se olvida rápidamente las incertidumbres evocadas anteriormente. Para los responsables de la gestión del riesgo, este límite es considerado como el límite máximo, y ello se refuerza en el contexto del calentamiento global, que provoca el retroceso de los glaciares. No parecen querer considerar un evento de amplitud mayor e imaginan consecuencias menores.

Es verdad que es difícil imaginar la amplitud de un fenómeno como éste sobre los mapas, pero las huellas están presentes. Bloques enormes se encuentran delante de varios edificios, como decoración. La elección de las zonas de albergues confirma la percepción del riesgo de los responsables, los cuales están bien informados. Constatamos que algunos albergues se ubican a menos de 100 metros de la zona de riesgo, una está en zona de riesgo.

Otro punto concierne la lógica política. En efecto, si el cantón de Rumiñahui participó en la elaboración del mapa realizado por el IG EPN, y aceptó este mapa (su logo aparece en el mapa), observamos con sorpresa que ciertas dependencias de esta administración usa otro mapa realizado por la Universidad de la Escuela Superior Politécnica del Ejército (ESPE). (anexo : Cartografía de los lahares del volcán Cotopaxi: mapas del IG EPN y de la ESPE).

Esta Universidad realizó un trabajo de simulaciones numéricas, ajustadas según los testimonios de fuentes históricas. La extensión espacial de los lahares es parcial lo cual fue justificado por la falta de recursos económicos. Se entiende la afinidad que existente entre el Municipio de Rumiñahui y su universidad, sin embargo hay un problema de coordinación y de correspondencia de los mapas. Con suerte, los dos límites son casi similares, aunque algunos detalles podrían ser objetos de discusión. El principal problema es el reconocimiento de las autoridades científicas responsables y la falta de coordinación. El IG EPN fue reconocido organismo oficial de la evaluación, cartografía y monitoreo de la amenaza volcánica por Decreto Ejecutivo en 2003. Sin embargo, dos fuentes distintas coexisten en el mismo territorio, lo cual ilustra bien la falta de cooperación que persiste actualmente.

Volviendo a la cartografía propuesta, constatamos que varios argumentos científicos, sostenidos por el IG EPN y la ESPE, justifican la reducción de los límites en comparación al antiguo mapa de 1989; sin embargo, responde también a restricciones políticas y económicas. La antigua zona de riesgo menor era muy extendida, y su representación se tropieza con los objetivos de crecimiento urbano. Su aceptación es muy difícil y su probabilidad es baja.

A continuación abordaremos la dinámica territorial del Valle de Los Chillos y su influencia en la materialización del riesgo.

2.2.2 Elementos territoriales y aceptación del riesgo

El desarrollo territorial se organiza en los alrededores del nuevo centro urbano de San Rafael y del Triángulo (ver foto 4), zona directamente expuesta al riesgo de lahar. ¿Cuál es el contexto territorial del desarrollo?

Zona suburbana de Quito, el Valle de los Chillos conoció un desarrollo acelerado, mientras que la zona urbana de Quito está todavía fuertemente centralizada. Los valles suburbanos sufren de un menor nivel de equipamiento en servicios básicos y dificultades de accesibilidad. Reducir estas falencias es un objetivo de desarrollo urbano que necesita coordinación y planificación a fin de llevar a cabo proyectos importantes. La necesidad de coordinación es todavía más importante en el caso de Rumiñahui, puesto que no dispone de nutridos recursos en relación al DMQ. Frente a estas dificultades, la política se orienta hacia la concentración de construcciones a fin de rentabilizar los servicios, pero se traduce en el aumento de los valores en zona expuesta.

Existe también competencia con los valles vecinos de Cumbayá y Tumbaco, de perfil similar, en cuanto a las inversiones. En efecto, se considera que estos valles ubicados más al Norte son menos expuestos al riesgo del Cotopaxi. La reactivación de este volcán en 2001 hizo recordar el tema del riesgo en el Valle de Los Chillos, provocando la pérdida del valor de los terrenos y dando ventajas a los valles vecinos. Se observó que varias construcciones fueron abandonadas en el Valle después de la mini crisis de 2001, confirmando la devaluación de los terrenos.

Además, el proyecto del nuevo aeropuerto juega a favor de las aglomeraciones de Cumbayá y Tumbaco, aumentando el miedo de ver huir las inversiones.

Durante este mismo periodo, se compraron los terrenos, a bajo precio, del nuevo centro comercial San Luis (ver foto 5). Identificamos aquí un proceso de construcción de vulnerabilidad. El San Luis, además de modificar las condiciones de los lahares, es uno de los centros comerciales más grandes de la región. Aprovecha de una buena situación económica, en relación a la atractividad del territorio, de su vocación residencial y de una demanda creciente por parte de las clases media y alta por este tipo de servicio. Representa de la misma manera una nueva fuente de atracción, fortaleciendo el dinamismo de la zona, así como su densificación. La intensificación de la urbanización y de la frecuentación asociada aumenta el riesgo. En paralelo, esta inversión es percibida por la población como una prueba de la ausencia de riesgo, “una construcción tan grande no hubiera sido realizada en caso de existir riesgo”. Parece improbable para mucha gente que las inversiones no tomen en cuenta el riesgo. Los aspectos políticos y económicos provocan a veces una pérdida de racionalidad, y en el caso del San Luis, aumentan el riesgo.



Foto 4: Tráfico en la zona de « ElTriángulo »

Foto 5: El centro comercial San Luis construido luego de 2001 en zona expuesta (vista desde el Sur, al fondo el volcán Ilaló). Tania Serrano, 2007.

La vulnerabilidad está influenciada por las decisiones políticas, y caracterizada por un crecimiento urbano que incrementa la importancia de los bienes en zona expuesta, así como una vulnerabilidad social marcada por la exposición de la población.

Así, la cartografía de los lahares del Cotopaxi debe ser considerada con prudencia y para un mejor conocimiento del riesgo. Refleja primero numerosas incertidumbres y una visión socio política del riesgo que caracteriza al Valle de los Chillos. Las consecuencias son importantes en términos de vulnerabilidad, particularmente en lo que concierne a la exposición de la población. La gestión de crisis aparece entonces como una herramienta complementaria y fundamental.

2.3 Especificidad de la gestión de crisis: gestión de las alertas y evacuación

Las crisis corresponden a situaciones de desarreglo de la organización y de desorden en cadena que afectan lo social, lo económico y el medio ambiente” (Dubois-Maury y Chaline, 2002). Patrick Lagadec (O. Godard y al., 2001) cita a Uriel Rosenthal: “una crisis es una amenaza seria que afecta las estructuras bases o los valores y normas fundamentales de un sistema social, que – en situación de fuerte presión o de alta incertidumbre – necesita tomar decisiones cruciales”. Agrega “con las crisis, pasamos del saber a lo incierto, de lo técnico a

lo político”. ¿Que tenemos de recordar de estas definiciones? Primero el hecho que salimos del marco convencional, después que este desarreglo necesita decisiones, técnicas y políticas delicadas debido al nivel de incertidumbre. Trataremos aquí de la gestión de crisis distinguiendo varias fases: la pre-crisis, la crisis y la post-crisis.

La pre-crisis concierne la preparación de los organismos y de la población. En el caso del Cotopaxi, su reactivación en 2001, aunque de baja intensidad, puede ser considerada como el disparador de una fase de pre-crisis. En efecto, el volcán vecino Cayambe, también activo, no es objeto de estudios. Su sistema de vigilancia se utilizó para cambiar el material dañado durante la erupción del Tungurahua en 2006.

Es interesante proyectarse a la fase de crisis a fin de prevenir mejor las consecuencias. Examinaremos aquí algunos elementos, en particular las experiencias vividas, las cuales permitirán orientar nuestro trabajo. Las crisis volcánicas son particularmente complejas de gestionar y cada volcán tiene características específicas. Un punto clave es el periodo de crisis que puede ser largo sin que disminuya la amenaza, como se observa desde 1999 en el Tungurahua.

2.3.1 Experiencias ricas de enseñanzas

El volcán Cotopaxi dispone de un sistema de vigilancia de calidad (www.igept.edu.ec), sin embargo según las experiencias vividas en Ecuador, se pueden esperar dificultades. Un ejemplo concierne la ciudad de Quito (D’Ercole y Metzger, 2000). El volcán Pichincha se reactivó a fines de septiembre de 1998, su actividad disminuyó pero siguió constante hasta septiembre 1999. Un nuevo incremento justifica la declaración de la alerta naranja el 27 de septiembre. El nivel de alerta se mantuvo 7 días y las autoridades decidieron volver a la alerta amarilla que habían declarado un año antes. Una erupción de baja intensidad provoca caída de ceniza sobre la ciudad al día siguiente.

Algunos problemas respiratorios así como la caída de personas limpiando sus techos (4 muertos, 36 heridos) fueron deplorados. Los principales problemas fueron los daños materiales a las redes y a las infraestructuras (agua, electricidad, comunicación), la congestión del tráfico y el cierre temporal del aeropuerto de Quito (las exportaciones de flores tuvieron que realizarse desde Guayaquil). La movilidad de las personas y de los bienes fue una de las debilidades del sistema urbano y la evacuación de la totalidad (o de una buena parte) de la ciudad es claramente imposible.

¿Qué lección nos enseña esta experiencia? Se constató que el cambio de alerta tuvo varias consecuencias, primero directas sobre el comportamiento de la población de Quito que esperaba una erupción catastrófica (aumento de la movilidad y compras de alimentos de primera necesidad). Sin embargo, las consecuencias de las decisiones de seguridad fueron las más importantes. Primero, la evacuación de la comunidad de Lloa (2000 personas) para quienes las condiciones de evacuación y de alojamiento hubieran podido ser mejores con el tiempo de preparación del que se dispuso. Se notó que en caso de actividad más fuerte, la evacuación pudo involucrar miles de personas de los flancos del volcán, al lado Oeste de Quito.

Posteriormente el cierre de los establecimientos educativos reveló la falta de preparación en estas situaciones. En efecto, dejó a los padres en una posición incómoda ya que tuvieron que

encargarse de los niños y del trabajo. La no responsabilización de los establecimientos escolares en periodo de crisis y la falta de confianza de los padres son los principales problemas.

Finalmente, la gestión de las alertas parece particularmente delicada, con alertas inadaptadas a la gestión social de la crisis, provocando dudas y confusión de la población. Una de las conclusiones de esta crisis fue la necesidad de adaptar las alertas, en particular una diferenciación del nivel de alerta según las consecuencias esperadas y la necesidad de mejorar la transmisión de información a la población.

El caso del Tungurahua refleja también la complejidad de la gestión de crisis (Le Pennec y al., 2005). La erupción de 1999 que provocó caída de ceniza, más o menos importantes, sigue actualmente afectando la población de los alrededores.

Las primeras señales de reactivación del volcán fueron detectadas a fines de los años 1990 y la alerta amarilla fue declarada el 10 de Septiembre 1999. Las autoridades, en particular el presidente, tomaron la decisión de evacuar la ciudad de Baños y otras comunidades rurales después de la alerta naranja del 15 de Octubre del mismo año. La evacuación concernía 25 000 personas durante tres meses, hasta Enero 2000, cuando, contra las consignas de las autoridades, la gente empezó a volver a sus tierras. Fue solamente en septiembre que volvieron a la alerta amarilla en la zona de Baños, y en diciembre en toda la zona. La evacuación fue mal aceptada por la población, y una mayoría, que volvió a sus tierras en zona de riesgo mayor, decidieron convivir con el volcán en erupción. Establecieron un comité de operación de emergencia, en estrecha colaboración con el IG EPN, fortaleciendo de esta manera la información y la comunicación con los científicos.

Observamos aquí que la falta de concertación fue un problema para las autoridades las cuales tenían con objetivo no tomar ningún riesgo. La decisión de evacuación, que paralizó la economía de un sitio basado en gran parte en el turismo, no pareció como la mejor solución, y aunque la amenaza fue real, ningún daño lo ha justificado. La confianza y la credibilidad de las autoridades fueron afectadas.

Durante la nueva crisis de agosto 2006, las poblaciones no quisieron evacuar, en particular en Baños. Por otro lado, un programa de prevención y de formación llevado a cabo en algunas comunidades rurales¹, desgraciadamente no en la totalidad, permitió a esas poblaciones tomar solas la decisión de evacuar. Seis personas, que no se beneficiaron de esta preparación fallecieron por no irse. La ignorancia del riesgo, que puede estar relacionada al olvido o a su no reconocimiento, es uno de los principales factores de vulnerabilidad.

2.3.2 La gestión de crisis del Cotopaxi

En el caso del Cotopaxi, la gestión de crisis, un tema importante que concierne directamente las tres provincias Cotopaxi, Pichincha y Napo, necesita la inversión y la coordinación de numerosos actores, desde niveles parroquiales hasta niveles nacionales e internacionales.

Este mes de mayo de 2007, participamos a una simulacro de crisis, organizado por las Fuerzas Armadas. Un escenario de crisis fue propuesto a varios comités de organización de

¹ « Comunidades afectadas por el Tungurahua: mitigando los riesgos de vivir cerca a un volcán activo », dirigido por A.P.Camacho, 2005.

emergencia (COE) a fin de reflexionar sobre las acciones a tomar. Uno de los objetivos era precisar el papel de los militares en la gestión de crisis. El ejercicio fue muy interesante. Varios puntos fueron concluidos, por ejemplo la necesidad de mejorar la coordinación entre los actores y la definición del papel de cada uno. También apareció importante realizar planes de contingencia, o actualizarlos, así como informaciones relativas a la gestión de crisis.

Nos dimos cuenta de la amplitud y de la complejidad del ejercicio, así como de la necesidad de disponer de herramientas concretas, en particular mapas. Notamos que la separación de los comités de emergencia del DMQ y de Rumiñahui refleja bien las dificultades administrativas y las diferencias de preparación entre los dos.

La gestión de crisis en caso de erupción del Cotopaxi es verdaderamente compleja. Las alertas anticipadas como en el caso de Baños, sin hablar de alertas falsas, son mal aceptadas por la población y provoca una pérdida de credibilidad de los científicos y de las autoridades. Además, hay que reflexionar sobre las consecuencias de las acciones y particularmente la evacuación (Aguilera, 2004). Sencillas medidas preventivas pueden provocar desorden, como se vio en el caso del Pichincha. En el Valle de Los Chillos, no se puede imaginar una evacuación durante todo el periodo de crisis. Alguna gente podría buscar alejarse de la zona de riesgo, por ejemplo si tiene alternativas de alojamiento y según su lugar de trabajo. Varios comportamientos, independientes de las consignas de las autoridades, se pueden imaginar y justifican la necesidad de transmitir una información clara y precisa. Por otro lado, los impactos socio económicos de algunas decisiones podrían ser muy problemáticas, por ejemplo la disminución de la frecuentación turística a Baños o la presión de los padres después del cierre de los establecimientos escolares en el caso del Pichincha.

Una de las alternativas es la alerta de último momento, que debe acompañarse de un dispositivo de vigilancia del volcán capaz de suministrar informaciones lo más rápido posible, así como una preparación de las autoridades y de la población. El Cotopaxi está equipado de un sistema de detección de lahares que darían un margen de acción corto para la evacuación, estimado entre 20 y 25 minutos. Estos detectores detectan la llegada de un lahar pero no de su velocidad y tampoco de su tamaño. Constatamos un nuevo límite en relación a los varios escenarios evocados anteriormente. En caso de alerta, toda la zona expuesta según la referencia cartográfica tiene que ser evacuada, igualmente si esperamos un evento mínimo o más fuerte.

Notamos que el tema de las alertas necesita una terminología precisa y la coordinación entre autoridades científicas y población. Por ejemplo, durante la simulación anteriormente evocada, no se entendió bien la alerta “amarilla condicionada” y provocó confusiones.

Las investigaciones propuestas tienen por objetivo suministrar elementos claves para orientar las decisiones, precisar los puntos débiles y exponer las preguntas claves que requieren una respuesta. Nos apoyaremos sobre estas críticas a fin de proponer un análisis de la vulnerabilidad de la población integrando las problemáticas evocadas, es decir, la incertidumbre del conocimiento de la amenaza y su cartografía, los puntos socio políticos que participan en la construcción del riesgo, y finalmente, la complejidad de la gestión del riesgo y la necesidad de elementos pertinentes para facilitar y orientar las decisiones a tomar.

III. Análisis de la vulnerabilidad de la población del Valle de Los Chillos

¿Cómo se materializa la vulnerabilidad de la población del Valle de Los Chillos y cómo analizarla? ¿Cuáles son las debilidades y las características que podrían amplificar las consecuencias de una catástrofe?

El análisis de la vulnerabilidad de la población necesita la definición de criterios pertinentes a fin de responder a nuestra problemática. Un primer punto será presentar la dinámica y la repartición de la población en el Valle de Los Chillos y también su exposición a la amenaza. Complementaremos nuestro análisis definiendo la vulnerabilidad según criterios socio-económicos y demográficos, concerniendo siempre la población residente.

Posteriormente propondremos una evaluación de la población que se encuentra en zona expuesta durante el día, tomando en cuenta los lugares de actividades profesionales, de educación, de salud, de recreación, incluso los centros comerciales, los cuales pueden concentrar una población importante sobre la cual no tenemos información. Sabemos que una erupción puede ocurrir a cualquier momento del día o de la noche y esos datos serán útiles para la orientación de las acciones de socorro y permitirán también evocar problemáticas más generales de gestión del riesgo.

3.1. Población del Valle de Los Chillos: dinámica y exposición

3.1.1 Características generales

Según el censo de 2001, el Valle de Los Chillos cuenta un poco menos de 184 000 habitantes. Los datos son suministrados en dos unidades espaciales: los sectores y las manzanas, de dimensión inferior y solamente para la parte urbana. Consideraremos que la población que se encuentra en las manzanas es la población urbana. La densidad media de las manzanas es de 20 hab/ha, pero alcanza 0,6 hab/ha a la escala de los sectores y 2,3 hab/ha para todo el territorio. Además de la densidad, la accesibilidad y la centralidad de las zonas consideradas justifican esta distinción.

Constatamos que la mayoría de la población es urbana (75 %) y que cerca de dos terceras partes (2/3) se concentran en los centros urbanos de Sangolquí y de Conocoto (Cf. Anexo: Densidad de población por hectárea en el Valle de Los Chillos). La aglomeración de San Rafael se ha desarrollado entre estos dos núcleos. Se puede notar concentraciones puntuales, que corresponden a las cabeceras de las parroquias esencialmente rurales: La Merced, Píntag, Amaguaña y Guangopolo en la AZVCH, Rumipamba y Cotogchoa en el cantón de Rumiñahui.

Constatamos que los límites administrativos no se notan en la zona urbana que es cada vez más y más homogénea, sobre todo en San Rafael, pero se nota todavía unas diferencias por ejemplo, en el nombre de las calles. La Avenida Ilaló, una de las arterias de desarrollo, toma el nombre de Avenida El Tingo cuando atraviesa el cantón Rumiñahui.

Tabla 1: Población rural y urbana en el Valle de Los Chillos (fuente: INEC 2001)

	Rumiñahui		AZVCH		Total		Total
	Urbana	Rural	Urbana	Rural	Urbana	Rural	
Efectivos de población	58560	7322	79517	38045	138077	45367	183444
Porcentaje (%)	32	4	43,3	20,7	75,3	24,7	100

3.1.2 Evolución de la población

Hasta los años 50, el Valle de Los Chillos estaba esencialmente ocupado por haciendas. La atractividad de la zona se ha desarrollado poco a poco, empezando por una ocupación residencial que se explica por la búsqueda de un mejor nivel de vida. Los valles orientales de Quito ofrecen un clima agradable, una altura menor, con viviendas individuales, menos contaminación, proximidad de ríos, etc. Los terrenos agrícolas se han dividido y se han vendido. Por otro lado, una pequeña industria empezó a desarrollarse, en particular la industria textil. Los pequeños pueblos de las parroquias han crecido y la urbanización se ha extendido hasta constituir ahora una verdadera zona urbana. El proceso de ex urbanización (desde la capital) se inició en los años 80 con la construcción de la autopista de Rumiñahui y no se ha detenido. La población, en su gran mayoría, corresponde a sectores de medianos y altos ingresos.

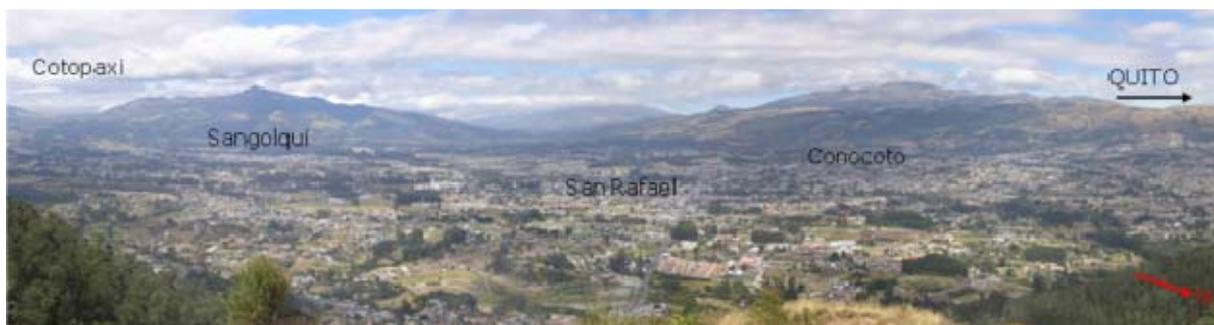
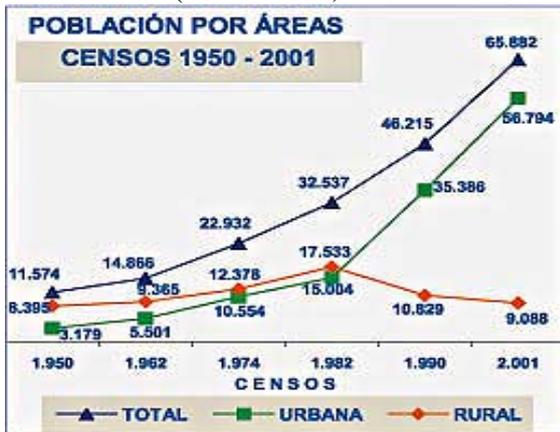


Foto 6: Vista panorámica del Valle de Los Chillos desde el volcán Ilaló, Tania serrano, 2006

La urbanización se ha extendido desde el centro antiguo de Quito, al inicio según un eje Norte- Sur, y a partir de los años 80 en dirección de los valles orientales que cuentan ahora cerca de 300 000 habitantes, que se suman a los 1,5 millones que se concentran en Quito. (Cf. Anexo: Etapas de crecimiento urbano del Distrito Metropolitano de Quito y del Valle de Los Chillos de 1760 a 2006). Se ve un crecimiento impresionante de las zonas periféricas en los últimos años, y la consolidación de nuevos núcleos urbanos.

Grafico 1: Evolución de la población de la Administración Zonal Valle de Los Chillos de 1950 a 2001 (Fuente: INEC)



El gráfico permite confirmar el fenómeno de crecimiento urbano. Se nota que la población urbana sobrepasa la población rural en los años 80 y ahora representa la mayoría de la población del Valle de Los Chillos (Cf. Foto 6). Esos datos conciernen únicamente a la AZVCH, sin embargo, la dinámica es igual en Rumiñahui.

Parece que esta tendencia sigue, las estimaciones de crecimiento de la población lo muestran bien así como las nuevas construcciones que se pueden observar en el Valle. (Cf. Fotos)

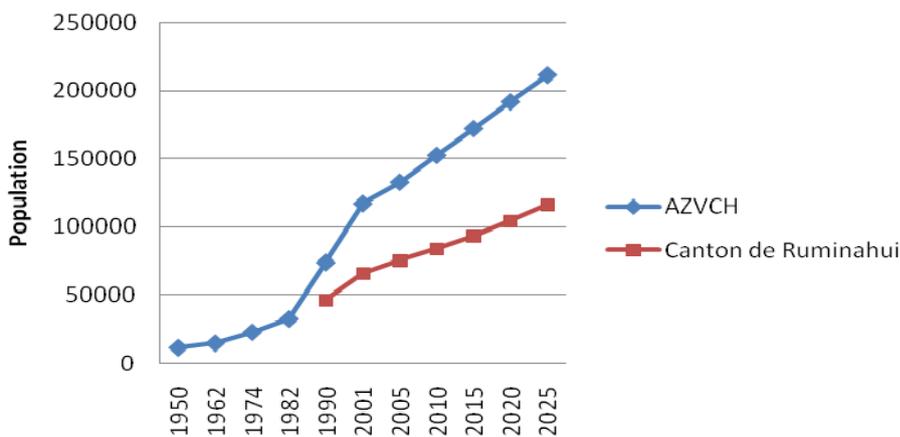


Foto 7: Arriba a la izquierda, nuevas lotizaciones al lado del río San Pedro, parroquia de Conocoto, AZVCH. Jérémy Robert, 2007

Foto 8: Arriba, densificación de las construcciones al lado del río Santa Clara en Sangolqui con el centro comercial River Mall y edificios de varios pisos. Tania Serrano, 2007

Foto 9: A la izquierda, lotizaciones residenciales de alto nivel de vida, San Rafael. Tania Serrano, 2007

Grafico 2: Evolución de la población desde 1950 y proyecciones en el Valle de Los Chillos



Fuente: INEC

Se ve en la tabla 2 la importancia del crecimiento demográfico en el Valle de Los Chillos, sobre todo en los centros urbanos. En particular destaca la población de Conocoto que, siendo mayoritariamente urbana y localizada a proximidad de la autopista de Rumiñahui, podría doblar en 2025. De igual manera, la zona urbana de San Rafael que se extiende hasta Sangolquí, aparece también como una zona particularmente atractiva. Las divisiones administrativas no permiten la evaluación exacta de su población, pero se nota que las tasas de crecimiento de la parroquia de Alangasi y de Sangolqui, ubicadas a su alrededor, son altas. Al contrario, el crecimiento en las zonas rurales es relativamente bajo, en particular en Píntag y Guangopolo. Constatamos al final que el Valle de Los Chillos sigue siendo atractivo y su población aumenta en consecuencia. La planificación territorial, sobre todo la toma en cuenta del riesgo de los lahares del volcán Cotopaxi, es un objetivo mayor por los años a venir a fin de evitar el incremento de la exposición actualmente ya importante.

Tabla 2: Crecimiento de la población del Valle de Los Chillos y proyecciones

	1990	2001	% de crecimiento 1990-2001	2025	% de crecimiento 2001-2025
Amaguaña	16 783	23 584	40,5	29 187	23,8
Conocoto	29 160	53 137	82,2	126 082	137,3
Guangopolo	1 670	2 284	36,8	2 649	16
Alangasi	11 064	17 322	56,6	27 926	61,2
La Merced	3 733	6 132	64,3	11 150	81,8
Píntag	11 484	14 487	26,1	13 884	-4,2
AZVCH	73 894	116 946	58,3	210 878	80,3
Sangolquí	43 397	62 562	44,2		
Cotogchoa	2389	2843	19,0		
Rumipamba	429	477	11,2		
Rumiñahui	46 215	65 882	42,6	116136	76,3
Valle de Los Chillos	120 967	183 782	51,9	327 014	77,9

Fuente: INEC

3.1.3 Exposición de la población

La cuantificación de la población expuesta a los lahares potenciales del volcán Cotopaxi es una información primordial para los actores de la gestión del riesgo. Este trabajo es más complejo que lo que parece y con consecuencias importantes. Podríamos contentarnos de calcular la población que se encuentra en zona de riesgo delimitada por el Instituto Geofísico. Sin embargo, hay que precisar dos puntos. El primer punto es la discusión sobre la zona misma de peligro, el segundo concierne los casos de exposición indirecta, en particular las personas aisladas.

La primera pregunta concernía la zona de peligro menor, cartografiada sobre el antiguo mapa de 1989 (Cf. Anexo 4 y 9). Tomar en cuenta esta zona no pareció pertinente, primero porque es muy molesta para la gestión territorial, y sobre dimensionada en relación a las capacidades y las voluntades de acciones de las autoridades y de la población. De un punto de vista científico, su baja probabilidad justifica esta elección. Fue más razonable tomar en cuenta únicamente la zona expuesta de la cartografía de 2004 realizada por el Instituto Geofísico, usando el evento de 1877 como referencia, y ya considerada como el “peor escenario”, a fin de que las acciones de mitigación y de capacitación puedan ser más eficaces.

Consideramos por otro lado casos de exposición indirecta, en relación a un aislamiento más o menos fuerte. Proponemos entonces definir nivel de exposición, exactamente 5, los cuales toman en cuenta la cartografía de referencia, un margen de incertidumbre, y el problema de aislamiento. (Cf anexo 8: Tipos de exposición a los lahares del volcán Cotopaxi: exposición directa y aislamiento)

La exposición más fuerte (nivel 5) corresponde lógicamente a la cartografía propuesta por el IG EPN (referencia de 1877). De ahí, delimitamos de manera arbitraria un margen de incertidumbre de 200 m desde esta primera zona y le afectamos el valor 2. Se puede distinguir dos niveles de aislamiento: la zona Este toma el valor 1, caracterizada por un aislamiento bajo debido a la pérdida de las conexiones con Quito. La zona encercada por los dos brazos de lahares de los ríos Pita y Santa Clara recibe el valor 3, debido al aislamiento mucho más marcado. El margen de 200 m se suma al nivel de aislamiento y justifica la afectación del valor 4. Esta zona es problemática, en particular por la cuestión de la evacuación: se encuentra lejos de zona de seguridad y evacuar en zona aislada necesitará una buena preparación de los actores de la gestión de crisis.

Usamos el SIG a fin de cuantificar la población expuesta. Sin embargo tenemos que precisar que el resultado concierne únicamente la población residente de 2001, y es una estimación ya que los límites de los sectores del censo, o de las manzanas, no corresponden perfectamente a los límites de los lahares. La agregación de los datos se realizó según el centroide de las zonas (punto ubicado generalmente en el centro de la zona), y de hecho, los márgenes de 200 m no se tomaron en cuenta para el cálculo. Distinguimos en la tabla 3 la zona de exposición mayor y las dos zonas aisladas, la suma de los dos corresponde a la zona afectada, en varios grados, en caso de crisis (Cf Tabla 3).

La población residente en zona expuesta (nivel 5) representa más de 15 000 personas que tendrán que evacuar en caso de crisis. Una parte tiene alternativas de alojamiento, pero es necesario prever albergues para los otros. Según las estimaciones de la Casa Cotopaxi (encuesta realizada durante el censo de 2003), 50 % de la población necesita un alojamiento, se trata entonces de 7500 personas. La AZVCH, que dispone de una capacidad de

alojamiento de 3300 camas, podría albergar el 50 % (3000 personas) de la población expuesta sobre su territorio. La capacidad de los albergues del cantón de Rumiñahui no es disponible, sin embargo sabemos que necesitan acoger por lo menos a 4500 personas.

En cuanto a las zonas de exposición indirecta, consideraremos en primer lugar la zona aislada del cantón de Rumiñahui, encercada por los dos brazos de lahares (niveles 3 y 4). Esencialmente residencial, no dispone de recursos para las necesidades básicas de sus habitantes (mercados, centros de salud, etc). La población se estima en cerca de 7000 personas. Dispone por lo menos de zona de refugio (Universidad ESPE, Liceo del Valle), sin embargo, el problema de la evacuación de esta zona es particularmente delicado; la distancia para salir de esta zona es muy importante tomando en cuenta el tiempo disponible desde el inicio de la alerta hasta la llegada de los lahares que son 20 a 25 minutos y necesitaría cruzar la zona de exposición mayor, posible únicamente a través de los puentes.

La zona Este (solamente el territorio de la AZVCH) presenta un grado de aislamiento menor, sin embargo suficiente para ser tomado en cuenta (Niveles 1 y 2). De hecho, esta zona estará aislada de Quito y ello podría tener consecuencias importantes a corto plazo en cuanto al acceso a los establecimientos de salud y a los recursos vitales, y a mediano plazo en lo que se refiere a la actividad económica, y sobre todo las actividades de exportaciones (agrícolas y florícolas). Esta zona concierne a más de 36 000 habitantes, 30 % de la población de la AZVCH.

Veremos que el tema del aislamiento puede ser muy problemático, y también para la población que se encuentra en el Valle durante el día.

Tabla 3: Estimación de la población que puede ser afectada en caso de crisis en el Valle de los Chillos

	AZVCH		Cantón de Rumiñahui		Total	
Población expuesta a los lahares	5914 1200*	5,0%	9199 6560*	14,0%	15113 7760*	8,2% 12,3%*
Población aislada debido a los lahares	36556 (nivel 1)	31,1%	6984 (nivel3)	10,6%	43540	23,7%
Población afectada por los lahares	42470	36,1%	16183	24,6%	58653	32,0%
Total de la población	117562		65882		183444 62940*	

*Población expuesta a los lahares del Cotopaxi en 1982 (D'Ercole, 1991)

Fuente: Censo INEC 2001

Ya en su tesis, Robert D'Ercole destaca el incremento de la población en la zona expuesta (D'Ercole, 1991, p. 93 a 131). Según los testimonios, la población afectada por los lahares de 1877 era de algunas miles personas en el Valle de los Chillos. Recuerda que el Nevado del Ruiz provocó también miles de víctimas durante una erupción en 1845, en la cual los lahares fueron de mayor amplitud a los de la catástrofe que ocurrió 140 años más tarde en 1985, y que provocó la muerte de 25 000 personas (Mojica y al., 1985).

Según el censo de 1982, se estima que la población en zona de mayor peligro era de 7760 personas. Hay que notar que según la cartografía usada, esta zona era un poco más pequeña que la zona actual, la cual se extiende ahora en la zona residencial de la parroquia de Alangasí, a lo largo de la Avenida Ilaló en dirección al Tingo. Por otro lado, contaba más de

42 000 personas en zona de menor peligro. No se tomó en cuenta esta zona en este trabajo, pero a título de información, su población se estima en más de 110 000 habitantes según el censo 2001.

D'Ercole hacía ya la observación que el “granero de Quito”, como era nombrado el Valle en la mitad del siglo XX (Alop y al., 1981), estaba marcado por un fuerte crecimiento urbano. San Rafael, pueblito de 100 personas en 1871, alcanzaba ya 5800 habitantes en 1988. Insistía en particular sobre la extensión de la urbanización y la ocupación de las zonas de riesgo, así como la aparición de las primeras actividades industriales a lo largo del Río San Pedro.

La comparación de los fondos topográficos de 1956, 1975 y de 2000 (Cf anexo 9: Crecimiento urbano en el Valle de Los Chillos de 1956 a 2000), muestra una ocupación de los espacios impresionante, con una densificación de las redes y de las viviendas, particularmente en zona expuesta. ¿Cuáles son los tipos de población que se encuentra ahora en el Valle de Los Chillos, ¿cómo se caracteriza su vulnerabilidad? Ya los factores de concentración de la población y su exposición a la amenaza parecen preocupantes; buscaremos entonces, en la parte siguiente, definir sus características socio-económicas y demográficas.

3.2. Vulnerabilidad de la población residente

3.2.1 Criterios de vulnerabilidad

La vulnerabilidad de una población está relacionada con su nivel de vida. Esta relación es comúnmente mencionada en los estudios de riesgos, donde se nota que los impactos de los desastres son más fuertes y difíciles de soportar para las poblaciones pobres (Léone, 2006).

Varios criterios podrían servir para identificar la vulnerabilidad de la población. Usaremos el estudio realizado en Quito: « *Vulnerabilidades del Distrito Metropolitano de Quito* » (D’Ercole et Metzger, 2004) que utiliza criterios sencillos y disponibles en la base de datos del censo del INEC:

- Los niños: Consideramos la población de edad inferior a 10 años como particularmente vulnerable. No es autónoma, tampoco tiene consciencia del riesgo y es más frágil físicamente y psicológicamente que una persona adulta. Necesita una atención particular.
- Las personas de edad: están consideradas las personas de más de 65 años, que pueden necesitar una ayuda en particular con los problemas de salud y de movilidad.
- El nivel de educación: las personas que nunca fueron a la escuela, analfabetos y de nivel primaria y básica son consideradas de nivel bajo de educación. Se caracterizan por una capacidad de reacción, de adaptación y de comprensión menor frente a una situación anormal.
- El acceso a la red de electricidad: la ausencia de acceso a la red de electricidad es un indicador de pobreza y de marginalidad y de hecho, de vulnerabilidad.
- El acceso a la red de teléfono: Menos extrema que el criterio de la electricidad, la ausencia de acceso a la red telefónica caracteriza sin embargo una marginalidad cierta.
- La promiscuidad: o el número de habitantes por pieza, indicador de pobreza, es el último criterio usado.

Según la metodología usada a la escala del DMQ, estos criterios nos permiten definir un nivel de vulnerabilidad socio-económica y socio-demográfica.

Tabla 4: Criterios de vulnerabilidad socio-económica y demográfica

Criterios utilizados para el análisis de la vulnerabilidad socio demográfica		
Población joven	Vulnerabilidad debida a la estructura etaria	Vulnerabilidad socio demográfica
Población de edad		
Nivel de educación	Vulnerabilidad socioeconómica	
Acceso a la red eléctrica		
Acceso al teléfono		
Número de habitantes por pieza		

Elegimos los sectores del censo y las manzanas como unidades espaciales para la cartografía de estas variables. Discutimos de la pertinencia de otros límites, los cuales podrían reflejar una cierta lógica territorial. El primero fue el límite barrial que debería corresponder a unidades de gestión territorial. Sin embargo, esos límites fijados a nivel del DMQ no son muy usados por la AZVCH, ciertos barrios no tienen nombres. Además, no existían tampoco eran disponibles en el cantón de Rumiñahui.

El segundo límite correspondía a los sectores delimitados por la Casa Cotopaxi en el marco de sus programas de capacitación. Son 8 sectores, más o menos homogéneos, de un punto de vista socio-económico y de la densidad de población, aunque los criterios usados no son bien explícitos. Sin embargo, corresponden solamente a la zona expuesta y la representación a esta escala es menos precisa que las zonas del censo. Conservamos estas últimas zonas, los sectores en las zonas rurales y las manzanas en las zonas urbanas, lo que permitió cubrir la totalidad del territorio, AZVCH y cantón de Rumiñahui.

3.2.2 Análisis de la vulnerabilidad: un marcado contraste entre poblaciones rurales y urbanas

a. Caracterización de la población y repartición

Los criterios elegidos permiten la caracterización de la vulnerabilidad de la población, primero directamente en función de los resultados obtenidos, pero también resaltando los contrastes al interior del territorio.

El análisis de la estructura de edad muestra la importancia de este criterio (Anexo 10: Vulnerabilidad en relación a la edad: población joven). Constatamos en efecto que la población de edad inferior a 10 años es relativamente bien representada, acercándose al 20 % de la población total, y al contrario, solamente 6 % superan 65 años. En total, 25 % de la población es vulnerable debido a su edad. Notamos que esos datos son idénticos a los encontrados a nivel del DMQ durante el estudio de 2004 (Anexo 12: Vulnerabilidad en relación a la edad).

La población joven es más importante en las zonas rurales, sobre todo al Sur y al Este, representando hasta 40 % de la población en ciertos sectores. La población de edad parece ser más homogénea, aunque encontramos concentraciones en las zonas urbanas centrales y en unos sectores del Sur donde representa entre 10 y 20 % de la población (Anexo 11: Vulnerabilidad en relación a la edad: población de edad).

En cuanto al nivel de educación, la disparidad entre zonas rurales y zonas urbanas es muy marcada (Anexo 13: Vulnerabilidad de la población: nivel de educación). La población de bajo nivel de educación alcanza cerca de 58 % en zona rural, y un poco menos de 36 % en zona urbana. Los dos resultados son elevados, y en unas zonas, alcanzan 60 %, hasta más de 80 % de la población. Concluimos que existe una fuerte vulnerabilidad según este criterio, con puntos particulares a tomar en consideración.

La cobertura de la red eléctrica es de buena calidad y relativamente homogénea, aunque algunos sectores son un poco marginalizados (Anexo 14: Vulnerabilidad de la población: acceso a la red eléctrica). Solamente entre 2 y 5 % de las viviendas no tienen acceso en el conjunto del territorio. El acceso a la red telefónica es mucho más diferenciado. Accesible para 60 % de las viviendas en zona urbana, alcanza 40 % en zona rural (Anexo 15: Vulnerabilidad de la población: acceso a la red telefónica).

Constatamos que esos datos acercan a los obtenidos a nivel de Quito. Al contrario, el estudio sobre las comunidades rurales de los cantones Quero y Pelileo, sobre los flancos del Tungurahua, muestran cifras más elevadas: 9,5 y 8,8 % que no tienen la red eléctrica, y 93,5 y

89,7 % la red telefónica (Camacho, 2005). Finalmente, la promiscuidad no revela vulnerabilidad mayor, y aunque las zonas rurales presentan valores un poco más elevados (Anexo 16: Vulnerabilidad de la población: promiscuidad), no se observan valores extremos que pueden encontrarse en algunos barrios de Quito.

b. Vulnerabilidad socio-económica

Resulta del cruce de los 4 siguientes criterios: el nivel de educación, el acceso a las redes de electricidad y teléfonos, y la promiscuidad. La metodología consiste en sumar los códigos asignados a cada uno de esos criterios, se obtiene una escala de vulnerabilidad de 4 (vulnerabilidad mínima) hasta 20 (máxima).

Se observa en este primer mapa de síntesis que las zonas urbanas parecen muy poco vulnerables (Anexo 17: Vulnerabilidad socio-económica). En efecto, concentran esencialmente población residente proveniente de Quito, con nivel de vida elevado y que se benefician de un buen acceso a los servicios. Las zonas rurales son más vulnerables, pero tampoco presentan valores extremos. Hay que considerar que algunos factores se compensan y pueden esconder algunos tipos de vulnerabilidad, por ejemplo debido al nivel de educación.

c. Vulnerabilidad socio-demográfica

Se cruzan aquí los resultados de la vulnerabilidad socio-económica con la estructura por edad (Anexo 18: Vulnerabilidad socio-demográfica). Los valores respectivos de cada uno de los criterios tomados en cuenta son sumados y divididos por 5 (número de criterios). Se presenta el resultado en 5 clases a fin de mejorar la lectura. Constatamos que los comentarios realizados anteriormente son ratificados, con un bajo nivel de vulnerabilidad en zona urbana.

En síntesis (tabla 5), se calcula que cerca de 65 % de la población presenta una vulnerabilidad baja, sin embargo, se nota la misma disparidad entre zonas rurales y urbanas. En efecto, más de 70 % de la población urbana corresponde a un grado de vulnerabilidad bajo, y solamente 40 % en el campo. La mayoría de las poblaciones rurales, más de 55 %, entra en el grado de vulnerabilidad moderada. Finalmente constatamos que una pequeña parte de la población presenta niveles de vulnerabilidad más elevados, menos de 1% en total, y que la clase de vulnerabilidad mínima agrupa más de 12 % de la población total.

Tabla 5: Síntesis del nivel de vulnerabilidad socio-demográfica

Vulnerabilidad socio-demográfica											
Grado de vulnerabilidad		AZVCH				Rumiñahui				Valle de Los Chillos	
		Pob. Urbana	%	Pob. Rural	%	Pob. Urbana	%	Pob. Rural	%		%
Muy bajo	1	12513	15,7	0	0	10919	18,6	0	0	23432	12,8
Bajo	2	58417	73,5	16826	44,2	42436	72,5	2990	40,8	120669	65,8
Moderado	3	8140	10,2	21219	55,8	5108	8,7	4164	56,9	38631	21,1
Fuerte	4	447	0,6	0	0	90	0,2	168	2,3	705	0,4
Muy fuerte	5	0	0	0	0	7	0,01	0	0	7	0,004
Total pob.		79517	100	38045	100	58560	100	7322	100	183444	100

d. Otros criterios de vulnerabilidad

Dos criterios complementarios son interesantes a presentar: el acceso al agua potable al interior de la vivienda y el porcentaje de la población que vive de la agricultura.

El acceso al agua potable al interior de la vivienda es un indicador pertinente de la pobreza (Anexo 19: acceso al agua potable al interior de la vivienda). Los resultados obtenidos confirman la tendencia comentada anteriormente, alcanza solamente 27 % en zona rural y más de 60 % en las viviendas ubicadas en zonas urbanas. El fenómeno de concentración de los servicios por una mayor rentabilidad es muy marcado aquí.

Finalmente, un último mapa de la población que vive de la agricultura introduce dos elementos. En primer lugar, la actividad agrícola es muy representada en zona rural, con 30 a 50 % de la población considerada (Anexo 20: repartición de la población viviendo de la agricultura en el Valle de Los Chillos). En segundo lugar, este mapa permite hacer una observación interesante. En efecto, las poblaciones rurales que viven de la agricultura también están expuestas. Algunas haciendas se ubican muy cerca de los ríos y podrían ser directamente afectadas por los lahares, y a más largo plazo por el tema de las exportaciones (Ver fotos 10 y 11). Este punto no fue bien estudiado.



Foto 10: Cultivos en invernadero al lado del Rio Santa Clara en Rumipamba al Sur del cantón Rumiñahui

Foto 11: Tomates dedicados a la exportación nacional, cantón Rumiñahui.



3.2.3 Síntesis: vulnerabilidad socio-demográfica, densidad y exposición

Propongamos ahora cruzar la vulnerabilidad socio-demográfica con la densidad. La concentración de la población es un factor muy importante, en particular para orientar las acciones de gestión del riesgo. Sumemos esos dos criterios y representamos el resultado sobre una escala de 10. Cinco clases de vulnerabilidad son cartografiadas (Anexo 21: vulnerabilidad socio demográfica y densidad) y se añadieron los niveles de exposición definidos anteriormente.

Las zonas de fuerte concentración de población son esencialmente la aglomeración de Sangolquí y de San Rafael, la cual se extiende al Norte en la parroquia de Alangasí. Constatamos anteriormente que esta población presenta un bajo nivel de vulnerabilidad según los criterios socio-económicos y demográficos, lo cual se explica por un nivel

socioeconómico medio a alto y un buen acceso a los servicios. Sin embargo, la concentración de esta población en zona de riesgo es preocupante.

No se encuentran zonas de vulnerabilidad extrema en el Valle de Los Chillos, donde se combinan concentración de población y pobreza, sin embargo existe un verdadero riesgo. Algunas zonas llaman nuestra atención, caracterizadas por un nivel de vulnerabilidad moderado y una fuerte densidad. La zona de Sangolquí presenta varios sectores donde la vulnerabilidad es moderada a fuerte (clases 6 a 10). El primer sector se ubica al pie del centro de la cabecera cantonal en zona de mayor peligro debido a la proximidad del río Santa Clara. Dos otros sectores se ubican un poco más al Sur, primero al borde de Selva Alegre, en zona expuesta, y también el barrio de Cashapamba ubicado en zona aislada y a proximidad de los lahares (margen de 200 m). En San Rafael, se observa una mayoría de baja vulnerabilidad (clase 4 a 6), aunque algunos sectores presentan niveles de moderado a alto. La exposición de la zona es al contrario mucho más preocupante, tomando en cuenta la extensión de la zona de mayor peligro. Por otro lado, algunos sectores de Conocoto, ubicados en la urbanización Armenia llaman también nuestra atención; en efecto las construcciones de lotizaciones densas se extienden cada vez más cerca del río San Pedro. Finalmente, la zona de Guangopolo al Norte no se encuentra tan expuesta debido a una topografía favorable y una baja densidad al lado del río.

La vulnerabilidad de la población del Valle de Los Chillos está más relacionada a su concentración en zona de riesgo que a criterios socio-económico y demográficos. Sin embargo, hay que tener consciencia que estos resultados caracterizan un aspecto de la vulnerabilidad y que existen otros criterios también muy importantes. Los aspectos culturales, la percepción del riesgo de la población o los aspectos en relación a los comportamientos o al conocimiento de los medios de protección (albergues, rutas de evacuación, etc.) tienen un papel importante en la respuesta que puede dar la sociedad frente a una crisis. En su trabajo de tesis, Robert D'Ercole insistía en el bajo nivel de percepción del riesgo en el Valle de Los Chillos y en la falta de preparación de esta población (D'Ercole, 1991). En este contexto, el estudio realizado por Diana Salazar sobre la percepción del riesgo será de una gran utilidad y suministrará información complementaria con el fin de definir mejor la vulnerabilidad (en comparación con el estudio realizado en los años 90 por D'Ercole), y de orientar las acciones de capacitación de la población.

De igual manera, los aspectos políticos de preparación de las autoridades, la presencia y la capacidad de los organismos de gestión de crisis, etc. son otros factores a tomar en cuenta. El análisis de la vulnerabilidad institucional realizado por Tania Serrano, dará elementos de respuesta sobre las diferencias entre la AZVCH y el cantón de Rumiñahui y los problemas ligados a una cooperación difícil.

Las características socio-económicas y demográficas y la densidad de la población permiten sin embargo, suministrar una base de reflexión a fin de orientar las acciones de gestión de riesgo. Observamos contrastes marcados en el territorio, en particular entre las zonas rurales del Sur y del Este y las zonas urbanas. El análisis de cada uno de los criterios muestra unas zonas vulnerables en relación a un acceso deficiente a los servicios, al nivel de vida, pero también a problemas relacionados con la educación. La síntesis permite dar una imagen lo más representativa posible de la población. Tomar en cuenta la densidad permite concentrar las acciones de gestión de crisis (por ejemplo la evacuación), que son siempre delicadas. La evaluación de la población "de día" y también de varios elementos claves de la gestión de crisis permitirá complementar este primero punto de vista de la vulnerabilidad.

3.3. Vulnerabilidad de la población “de día”

Una erupción puede ocurrir en cualquier momento, por eso parece interesante para la gestión de este riesgo evaluar la población “de día”, los lugares principales de concentraciones y los tipos de actividades asociados (Serrano T., 2001). En efecto, esta población cambia sensiblemente de la población residente, en función de sus actividades y de su movilidad. Esta información son particularmente interesantes para la gestión de crisis y la orientación de las operaciones de socoro. Se trata de un punto mal conocido, que llama nuestra atención sobre nuevas vulnerabilidades.

3.3.1 Metodología

El objetivo fue la identificación de las zonas de concentración de la población durante el día, por lo que nos concentrarnos en las principales zonas de actividades. La cartografía de los medidores de luz de la Empresa Eléctrica Quito (EEQ) de tipo industrial y comercial nos permitió una primera localización (Anexo 22: Localización de las zonas de actividades: medidores de luz industriales y comerciales). Observamos en este mapa que las zonas de actividades son relativamente concentradas en los alrededores de Sangolquí, en San Rafael y a lo largo de la Avenida Ilaló. Si bien esta información es muy interesante, falta precisión para usar esos datos para la gestión de crisis. Realizamos un trabajo de campo con el fin de cuantificar la población que frecuenta esos lugares.

Dos grandes tipos de lugares de frecuentación fueron considerados:

- Los lugares de trabajo y lugares frecuentados (empresas, restaurantes, centros comerciales, termas y piscinas,...)
- Los lugares de concentración sensibles (establecimientos escolares y de salud, centros de terapia,...)

Las zonas tomadas en cuenta fueron esencialmente la zona de exposición mayor más el margen de 200 m, y también la zona de aislamiento que se encuentra entre los dos ríos Santa Clara y Pita. Estas zonas representan la mayoría de las zonas urbanas expuestas. Una parte del centro de Sangolquí fue tomado en cuenta aunque se localiza en una zona segura debido a su elevación. También algunas zonas industriales más alejadas por ejemplo cerca del Tingo, a lo largo de la Avenida Ilaló donde se encuentran varias empresas de gran importancia en las cuales trabaja personal que viene de Quito y que podrían quedar aisladas. Para finalizar, complementamos las entrevistas de campo con las piscinas y termas ubicadas en zona de peligro y también en zona aislada (al Este).

Dividimos la zona de estudio en mallas de 200 m de lado y cuantificamos la población en cada malla. Dos tipos de información fueron agregados a las mallas: la primera son puntos que corresponden a establecimientos localizados; la segunda es información directamente agregada a una malla, por ejemplo, el número de pequeñas empresas. De esta manera, la totalidad de los lugares sensibles fue tomada en cuenta (información por punto). Al contrario, tuvimos que adaptar la metodología para los lugares de trabajo. Realizamos entrevistas únicamente en las grandes empresas, restaurantes y otros centros de concentración bastante importantes, los cuales fueron localizados. Sin embargo, después de una primera prueba, parecía demasiado complejo y largo colectar esos datos para cada establecimiento. Usamos una muestra de 100 empresas y comercios (primera zona de estudio a lo largo de la Avenida Ilaló en San Rafael. Esta muestra corresponde a establecimientos de menos de 7 empleados) y

se calculó el número medio de empleados, que es de 2,3. Luego solo contamos el número de pequeñas empresas y restaurantes por malla y multiplicamos por el número de empleados promedio para obtener el número de personas. Se suman las dos informaciones para calcular el total de población por malla. Obtenemos de esta manera una estimación de la población durante el día, y datos cualitativos complementarios sobre los establecimientos particulares, por sus sensibilidad (centro de educación, de salud,...), o por sus frecuentaciones importantes (centro comerciales,...).

Tabla 6: Lista de los lugares de frecuentación tomados en cuenta para la evaluación de la población “de día” en el Valle de Los Chillos

Establecimientos de salud	Públicos y privados de una cierta importancia en relación con la gestión de crisis (Capacidad hospitalización, servicio de emergencia, ...)
Establecimientos de educación	Colegios, escuelas, jardín de infantes, guarderías
Centros de educación no escolares o de capacitación para profesionales	
Empresas	Centro comerciales, bancos, empresas de servicio público (EEQ, EMAAP), Administración, edificios donde se encuentran locales para oficinas, otros.
Mercados	
Restaurantes	
Establecimientos de recreación	Golf, Estadio, Gimnasio, Casino, Museo, Piscinas y termas, lugares de eventos (organización de banquetes para reuniones, matrimonios,...)
Hostales y hosterías	
Establecimientos ligados con la seguridad de la comunidad	Policía, Cruz Roja, Cuarteles (militares).
Establecimientos sensibles	Establecimientos que acogen a personas con discapacidades, hogares de ancianos, centro de terapia infantil o de rehabilitación (acogen a personas con problema de delincuencia o de adicción).

Hay que recordar que este resultado es una estimación, tomando en cuenta las especificidades de los datos recolectados y de la variedad de los casos encontrados. Varios límites son notables. Primero, el estudio se restringió a las zonas de concentración de población significativas, particularmente las zonas urbanas donde se agrupan las actividades. Las zonas rurales o exclusivamente residenciales fueron solo parcialmente tomadas en cuenta. Adicionalmente hay que precisar que la población estimada puede moverse durante el día. Los datos pueden también disminuir, sobre todo lo que concierne la estimación de los clientes. Observamos en algunos casos concentraciones puntuales algunos días de la semana o a horas picos. Proponemos entonces una aproximación que no puede reflejar cada una de esas singularidades. Solamente una distinción entre la frecuentación entre semana y fin de semana fue representada ya que las actividades profesionales y los centros de educación representan una de las mayores causas de concentración de población entre semana y esta población frecuenta más lugares turísticos y centros comerciales los fines de semana. Buscaremos evaluar esas variaciones cuantitativas y espaciales. De la misma manera, la variedad de los horarios de trabajo, cuando son conocidos, son difíciles a tomar en cuenta (personal rotativo,

variación del número de empleados según el día de la semana, por ejemplo en los mercados...).

La frecuentación durante los periodos excepcionales (carnaval, día feriado, vacaciones) fue difícil de evaluar. Únicamente datos puntuales fueron colectados en algunos establecimientos turísticos (estadio, termas, piscinas). Por las fiestas locales u otros eventos que pueden generar fuertes concentraciones, deben estar tomados en cuenta en caso de declararse una alerta. Imaginamos que en este caso, la frecuentación sería menor, o que el evento puede no darse. Esta cuestión tiene que ser tratada por los responsables de la gestión de crisis.

3.3.2 Análisis

a. Lugares de trabajo o lugares mayoritariamente frecuentados

- **Empresas, centros comerciales**

En la zona de estudio se localiza un número importante de pequeñas empresas con una media de 2,3 empleados por establecimiento. Son pequeñas tiendas, mini mercados, pero también artesanos y mecánicos, en particular en el centro de Sangolquí, donde trabaja a veces solo una persona (Anexo 23: Localización de los pequeños comercios que podrían ser afectados por los lahares del volcán Cotopaxi en el Valle de los Chillos). Según las encuestas realizadas, la mayoría de los empleados viven en el Valle de Los Chillos. Estas pequeñas empresas están abiertas el sábado pero raramente el domingo. Contabilizamos el número de pequeñas empresas y restaurantes por malla. El total fue dividido de manera arbitraria para 50 % con fin de calcular la población en fin de semana.

Constatamos también el desarrollo de empresas de mayor tamaño, siendo algunas más especializadas. (Anexo 24: localización de las principales empresas que podrían ser afectadas por los lahares del volcán Cotopaxi). Tenemos una información más precisa sobre estas empresas, en particular el número de empleados y los días de la semana trabajados. Localizamos dos “zonas industriales” un poco ex centradas: un complejo ubicado en zona de aislamiento mayor en el cantón de Rumiñahui y una zona cerca del límite Este de los lahares a lo largo de la Avenida Ilaló, en dirección del Tingo. En estas empresas trabajan personas provenientes de Quito (por ejemplo: 60 % de los 220 empleados de la fábrica de armas de Santa Bárbara, 50 % de los 140 empleados de Lechera Andina y 90 % de los 100 empleados de Ecuaquímica vienen de Quito).

Observamos de otro lado el desarrollo de varios edificios dedicados a oficinas, algunos recién construidos, otros en construcción. Esos establecimientos, relativamente nuevos, caracterizan la concentración de las actividades y de la población en zona expuesta. Los centros comerciales también confirman esta tendencia. La frecuentación de algunos es impresionante, por ejemplo el San Luis Shopping, que cuenta con más de 8000 clientes diario entre semana y el doble en fin de semana (foto 5). El River Mall, recién construido también, en el margen del río Santa Clara en Sangolquí, así como la Plaza del Valle en el sector del Triángulo, son lugares de concentración importantes, entre otros (Foto 11). Y las construcciones siguen (Foto 13).

Notemos aquí una distinción marcada entre el cantón de Rumiñahui y la AZVCH. En efecto, la mayoría de las empresas que podrían ser afectadas por los lahares del Cotopaxi se ubican

sobre el territorio de Rumiñahui: calculamos más de 1500 empresas y menos de 200 en la AZVCH. La población que trabaja en esos establecimientos muestra también este contraste, respectivamente 7971 y 1382 personas. Si adjuntamos el personal de los establecimientos escolares y médicos, sumamos un total de 10 924 personas en Rumiñahui y 2028 en la AZVCH, población en gran mayoría directamente expuesta a los lahares potenciales del Cotopaxi (únicamente el personal es tomado en cuenta aquí).



Foto 12: Centro comercial El Prado a San Rafael ya un poco antiguo. T.Serrano, 2007



Foto 13: Centro comercial en construcción al lado del río Santa Clara. J. Robert, 2007



Foto 14: Centro comercial River Mall ubicado a la entrada de Sangolquí también al lado del río Santa Clara. J. Robert, 2007.

Tabla 7: Empresas y población activa que podrían ser afectadas (zona expuesta más zona aislada) por los lahares del Cotopaxi en el Valle de Los Chillos

	Rumiñahui	AZVCH
Empresas	1555	184
Personal (únicamente empresas)	7971	1382
Total personal (con personal educativos y médicos)	10 924	2028

- **Restaurantes**

Los restaurantes informan bien sobre los lugares de concentración de población. Hay que distinguir dos tipos de restaurantes. En primer lugar, los que ofrecen un servicio entre semana, donde la frecuentación disminuye los fines de semana (algunos cierran), y generalmente de pequeño tamaño. El otro tipo de restaurante funciona en mayoría los fines de semana, en

particular los restaurantes de comida típica (Hornados), muy apreciados por los quiteños. En general más grandes, representan una atracción turística muy importante. Hay que precisar que la gran mayoría de los restaurantes sirve solamente el almuerzo y hay ciertos establecimientos, esencialmente cadenas de restauración o en los centros comerciales, que están abiertos en la noche.

b. Frecuentación turística

Fue bastante difícil estimar la población turística en el Valle, sin embargo se puede observar algunos puntos. El Valle de Los Chillos es un destino apreciado del turismo de proximidad, (quiteño), particularmente debido a las comidas típicas y también por las termas y piscinas (Anexo 25: Frecuentación de los lugares de recreación o turísticos que podrían ser afectados por los lahares del volcán Cotopaxi en el Valle de Los Chillos). Es un turismo diario y sobre todo los domingos.

Con el objetivo de cuantificar esta población, realizamos entrevistas en las termas y piscinas. Tomamos en cuenta la zona expuesta y la zona aislada al Este (considerando que la mayoría de los turistas vienen de Quito). Estos establecimientos pueden acoger una población importante, sobre todo durante los periodos excepcionales. Por ejemplo, las termas del Tingo o de La Merced acogen hasta 1000 personas diarias en periodo de carnaval. Sin embargo, a parte de las termas, una estimación global de la frecuentación turística es difícil de obtener.

Según los datos, estimamos que 1400 personas frecuentan los establecimientos de recreación entre semana, esta cifra es mayor que si se multiplican por tres los fines de semana con cerca de 4500 personas. Por los restaurantes entrevistados (los más importantes), se nota que la concentración doble entre la semana y los fines de semana, de 1870 clientes a más de 4000.

Una información sobre la movilidad de la población será examinada después a fin de precisar esas conclusiones. Hay que notar que esta frecuentación es muy subestimada, en efecto no todos los restaurantes fueron tomados en cuenta, por ejemplo los restaurantes Hornados Dieguitos, de los cuales 5 establecimientos no querían dar información y que están llenos sobretodo los fines de semana.

c. Establecimientos sensibles

- **Establecimientos escolares**

(Anexo 26: Establecimientos de educación expuestos a los lahares o a proximidad, en el Valle de Los Chillos).

Los establecimientos escolares son particularmente importantes para la gestión de crisis y también para la prevención del riesgo. Hubiera sido muy interesante de hacer un censo de la totalidad de los establecimientos de la zona de estudio, pero debido a restricciones de tiempo se restringió el estudio a la zona expuesta. Se tomó en cuenta los jardines infantiles, guarderías, escuelas, colegios, liceos y también la universidad ESPE. Colectamos informaciones sobre el número de alumnos, su edad y el número de docentes. Por otro lado, preguntamos si se había hecho simulacros de evacuación y la fecha de la última charla dada por las autoridades sobre el Cotopaxi, a fin de estimar las necesidades en términos de capacitación.

Contamos más de 21 000 alumnos en todos los establecimientos tomados en cuenta, más 8000 estudiantes que se encuentran en la Universidad ESPE en zona aislada. Se ve sobre el mapa que el sector de San Rafael concentra varios establecimientos y algunos acogen un número importante de alumnos, como por ejemplo el Colegio Farina con 1700 alumnos o el Liceo Naval César Endara con más de 2000 alumnos. El sector de Sangolquí aparece también preocupante con una concentración de establecimientos junto del río Santa Clara, por ejemplo: Colegio Jijón Caamaño (600 alumnos), Escuela Diego Figuroa (560 alumnos), Jardín Infantil María Veintimilla (500 alumnos de menos de 5 años), Escuela J. P. Montúfar (750 alumnos), y el Colegio Juan Salinas (3000 alumnos) entre los principales.

Algunos establecimientos tomados en cuenta se localizan fuera de la zona expuesta pero los incluimos por su proximidad. Podemos preguntarnos sobre las decisiones a tomarse para estos establecimientos en caso de crisis, si hay que cerrarlos o evacuarlos. La posibilidad de aislamiento también se debe tomar en cuenta debido a que provocaría angustia a los padres.

El trabajo de preparación que empezaron las autoridades tiene que continuar. Constatamos que más de la mitad de los establecimientos tomados en cuenta concentran cerca de 37 % de la población del Valle de Los Chillos en edad de ser escolarizados (entre 4 y 19 años, no se incluye a la Universidad ESPE). Suponemos entonces que los establecimientos en zona expuesta cubren una zona más extendida y provocan una concentración de esta población. El Valle de Los Chillos aparece muy vulnerable sobre este punto.

- **Establecimientos de salud**

(Anexo 27: Principales establecimientos de salud en el Valle de Los Chillos)

El inventario de los establecimientos de salud de todo el Valle de Los Chillos se realizó por una demanda de las instituciones socias y para la preparación del ejercicio de simulación organizado por la Fuerzas Armadas el 10 de mayo de 2007. Este trabajo respondía a dos objetivos. El primero concernía los establecimientos en zona de riesgo y sus frecuentaciones, el segundo relativo a la capacidad de atención de la población en el Valle de Los Chillos en caso de emergencia. Tomamos en cuenta los establecimientos de salud privados y públicos de una cierta importancia, privilegiando el papel potencial que podrían jugar en caso de crisis (servicio de emergencia, capacidad de hospitalización). Los consultorios médicos y odontológicos no se tomaron en cuenta.

Este punto es también un elemento mayor de vulnerabilidad. Notamos primero que la mayoría de los establecimientos se encuentran en las zonas urbanas y a veces muy lejos de unos sectores rurales. De un punto de vista cualitativo, el nivel de equipamiento es muy bajo, únicamente 16 de los 42 establecimientos censados disponen de un servicio de emergencia.

La capacidad de hospitalización es desigualmente repartida pero sobre todo muy baja, con un total de 223 camas para todo el Valle de Los Chillos, de los cuales 123 están en el hospital psiquiátrico Julio Endara (considerado como muy vulnerable en el estudio de Quito, (D'Ercole, 2004)). El hospital de Sangolquí, que centraliza la información para el territorio y que tiene 25 camas, se encuentra en zona expuesta. Quedan 57 camas (sin el hospital Julio Endara) fuera de la zona de riesgo. En caso de crisis, se necesitaría la ayuda y una coordinación con los hospitales de Quito. El aislamiento de la zona Este y de la zona central encercada, también es preocupante. Se encuentran únicamente los subcentros de salud públicos en la parte Este que no disponen de capacidad de hospitalización (camas) y tampoco de servicio de emergencia.

- **Otros establecimientos sensibles**

Los dos puntos anteriores son los más sensibles por la cantidad de personas involucradas y sus papeles en caso de crisis. Otros establecimientos, menos numerosos, necesitan una atención particular. Contamos 9 “centros de terapia” que acogen a 180 personas. Están incluidos los hogares de ancianos (2), los centros de rehabilitación por delincuencia o adicción (3), los centros de terapia infantil (4) y un centro para discapacitados físicos y mentales. Estas personas son más vulnerables, primero por la evacuación (sobre todo los discapacitados y los ancianos), y también porque necesitan atención particular (salud). En algunos casos, el alojamiento en las albergues puede ser delicado.

Finalmente, algunos establecimientos militares (cuarteles) y de policía se encuentran ubicados en zona de riesgo. El desplazamiento del personal y de la logística debe ser previsto con anterioridad.

3.3.3 Concentración de la población de día: síntesis

(Anexo 28: total de la población “de día” entre semana y los fines de semana que podría ser afectada por los lahares del volcán Cotopaxi en el Valle de Los Chillos)

Los resultados muestran que la población “de día” es muy importante. La primera columna de la tabla que sigue, representa la población estimada en la zona expuesta, que corresponde a la cartografía del IG EPN. La columna “total” corresponde al conjunto de las zonas tomadas en cuenta, es decir:

- la zona expuesta,
- el margen de incertidumbre de 200 m,
- la zona aislada por los dos brazos de lahares,
- la zona Este, aislada de Quito (donde únicamente unas grandes empresas de la zona del Tingo y las termas fueron contadas).

Mostramos en esta tabla los datos de los establecimientos escolares porque representan una parte importante de la población entre semana, ausente los fines de semana. Podemos considerar que una parte de los niños se quedan en sus casas los fines de semana, pero este dato no se pudo estimar. Según el porcentaje de alumnos que se encuentran en los establecimientos considerados en comparación al total de niños en edad de ser escolarizados, pensamos que una buena parte viene de zonas más alejadas.

Tabla 8: Estimación de la población “de día” que podría ser afectada por los lahares del Cotopaxi en el Valle de Los Chillos, comparación con la población residente (según INEC 2001)

	Zona de exposición mayor	Total
Población “de día” entre semana	46 983	71 941
Establecimientos de educación	16 786	33 202
Población “de día” en fin de semana	29 533	38 928
Población residente (o de noche)	15 113	58 653

* La población que se queda en el hogar no aparece en esta tabla. Se puede adjuntar la población de edad superior a 65 años, 1200 personas en zona de riesgo y 4700 que serán afectadas en total (estimando que no trabaja y que se queda en su casa). El número de amas de casa hubiera sido interesante conocer pero no fue posible acceder a este dato. Un censo más preciso podría tomar en cuenta este tipo de información y los datos presentados aquí pueden ser sub estimados.

Estos resultados son bastante preocupantes. La población “de día” en zona expuesta es muy superior a la población residente estimada en 15 113 según el censo 2001. Triplica entre semana y dobla los fines de semana. Si consideramos únicamente la población activa, esta cifra baja pero es aún importante. Obtenemos 12 952 personas que trabajan entre semana en total que podrían ser afectadas por un lahar. Notamos que establecimientos educativos emplean a 3 249 personas incluido el personal administrativo. Estos datos se explican por la concentración de las actividades en zona expuesta, en particular en el sector de San Rafael y del Triángulo, y también por la concentración puntual de algunos lugares por ejemplo los centros comerciales San Luis, River Mall o Plaza Del Valle.

La zona de San Rafael hasta Sangolquí, es un sector de actividades muy dinámicas lo cual se confirma con la concentración de población. La movilidad, en particular la densidad de tráfico entre Quito y el Valle permite completar el análisis sobre este punto (ver foto 15).



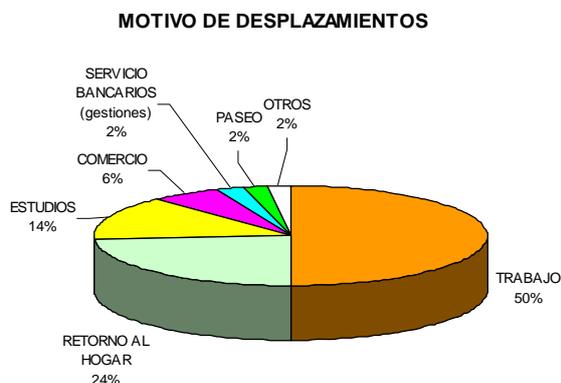
Foto 15: Cola frente del peaje de la Autopista Rumiñahui en dirección de Quito una mañana entre semana. J. Robert, 2007.

En primer lugar, los flujos de población entre Quito y el Valle de Los Chillos son característicos de una dinámica centro periferia importante (Ver mapa 2 abajo). Se han contabilizado 20 000 vehículos equivalentes diarios y más de 50 000 personas en dirección de Quito, 16 000 vehículos y más de 40 000 personas en la dirección contraria (Yáñez, 2007). Los motivos de movilidad entre semana, como se ve sobre el gráfico 3, son principalmente en relación a la actividad profesional (50 %), retorno al hogar (24 %) y estudios (14 %). Según una encuesta sobre los motivos de movilidad de las personas que usan los transportes colectivos (Demoraes, 2005), los desplazamientos por razones profesionales son más importantes en dirección de Quito (41,4 %) pero representan sin embargo 31,6 % en el otro sentido (de Quito hasta el Valle). Lógicamente, el regreso al hogar alcanza 38,7 % en dirección del Valle y solamente 13,1 % hacia Quito.



Mapa 2: Vehículos equivalente diarios transitando entre Quito y el Valle de Los Chillos entre semana, Yáñez, 2007

Grafico 3: motivos de desplazamiento entre semana entre Quito y el Valle de Los Chillos y vice versa, Yáñez, 2007



Los desplazamientos en relación al turismo no superan el 2 % entre semana, pero aumentan los fines de semana representando la mayoría del tráfico, el cual es menos denso con una media de 15 000 equivalentes vehículos diarios en los dos sentidos.

La movilidad de la población del Valle de Los Chillos se caracteriza por intercambios importantes con Quito, intercambio en los dos sentidos. En efecto, si la vocación del Valle de Los Chillos era esencialmente residencial, la actividad económica toma hoy en día un lugar importante. Constatamos que una buena parte de la población va a trabajar a Quito. Sin embargo, el desarrollo de las actividades atrae también a una población activa considerable (y los clientes asociados) del Valle mismo, así como población quiteña.

Realizamos una comparación entre la población “de día” y la población residente a nivel de las manzanas dividiendo la población “de día” para la población residente (Anexo 28: Variación entre la población “de día” y la población residente que podrían ser afectadas por los lahares del volcán Cotopaxi (a nivel de las manzanas)). Este mapa permite resaltar zonas de concentración de día, donde las actividades comerciales educativas, etc. atraen mayor cantidad de población. Constatamos que la población “de día”, a nivel de una manzana, es a menudo 10 veces superior a la población residente. Esto se puede explicar por la presencia de grandes establecimientos escolares (entre semana) o de centros comerciales (durante la semana y fin de semana). Por otro lado, observamos que la población se duplica o triplica durante el día en algunos sectores del centro de San Rafael y de Sangolquí donde la población residente es bastante elevada. También resaltan las zonas industriales entre semana. Finalmente, este mapa nos permite confirmar la importancia de la movilidad de la población en el Valle de Los Chillos al hacer resaltar las zonas de concentraciones de día. Estas zonas deben atraer nuestra atención para la gestión de crisis, en particular en lo que corresponde a la evacuación en función de los tipos de actividades.

La atractividad y el desarrollo del Valle de Los Chillos podrían provocar graves consecuencias en caso de crisis por lo que se requiere reforzar la preparación de las autoridades y de la población para enfrentarla.

3.4. Síntesis y orientación para la gestión de crisis

3.4.1 Elementos mayores de vulnerabilidad

El análisis de la vulnerabilidad de la población expuesta a los lahares del volcán Cotopaxi en el Valle de los Chillos hace resaltar varios puntos claves para la orientación de la gestión del riesgo. Hay que precisar que el enfoque propuesto aquí corresponde a un aspecto de la vulnerabilidad que es la cuantificación, la caracterización y la exposición de la población. Otros aspectos fueron tratados por Tania Serrano y Diana Salazar y permiten completar nuestro análisis. Los principales resultados son:

- La exposición de la población no se limita solamente a la zona de riesgo mayor delimitada según la referencia de 1877; existen casos de aislamiento que hay que tomar en cuenta. Estimamos que 15 000 personas viven en zona de exposición mayor, 7000 en zona encercada entre el río Pita y el Santa Clara y más de 35 000 personas están ubicadas al Este del Valle y aisladas de Quito.
- La población residente aparece poco vulnerable según criterios socio-económicos y demográficos en las zonas urbanas, sin embargo, su concentración y su fuerte exposición es muy preocupante. La población rural es considerablemente más vulnerable por su pobreza y el bajo nivel de acceso a los servicios. Menos expuesta, podría ser afectada y quedarse aislada.
- La población “de día” es tres veces más importante que la población residente entre semana y dos veces más durante los fines de semana en las zonas expuestas. Esta situación debe considerarse para la gestión de crisis y para la preparación de la población.
- Los establecimientos de educación concentran más de 16 000 alumnos en zona expuesta, más los 8000 estudiantes de la ESPE en zona aislada.
- Los establecimientos de salud no tienen la capacidad suficiente para enfrentar una crisis y su repartición no es homogénea. La zona Este, aislada de Quito, no dispone de centros de salud con capacidad de hospitalización y tampoco de servicio de emergencia.
- La red vial es de baja capacidad y el parque automóvil es muy importante en el Valle. Hay riesgo de congestión sobre todo en caso de evacuación.
- El desarrollo territorial, en particular las políticas de desarrollo económico del cantón Rumiñahui implica fortalecer la preparación para la gestión de crisis. Se mantiene una densidad razonable de población residente, pero la concentración de las actividades provoca también una concentración muy importante de población, tres veces más en la totalidad de la zona de estudio y mucho más en algunos sectores.
- También existe una vulnerabilidad de los sectores económicos y turísticos. Una reactivación del volcán podría tener consecuencias importantes si recordamos el descenso de las inversiones después la mini crisis de 2001, seguida del abandono de algunas construcciones y la disminución del precio de los terrenos y los bienes inmobiliarios. A corto plazo, el sector turístico podría conocer una disminución

importante de frecuentación, como se ocurrió en Baños durante las crisis del Tungurahua. En caso de erupción, los daños potenciales son elevados y mucho más en el cantón Rumiñahui. Hay que pensar en la suspensión de las actividades durante un tiempo más o menos largo y hasta la pérdida de las infraestructuras. La población activa podría ser muy afectada.

Estas consecuencias tendrían repercusiones no solamente en el Valle de Los Chillos sino también en el conjunto de las provincias de Pichincha y de Cotopaxi, en términos de pérdidas económicas, suspensión temporal del transporte de pasajeros y de carga, perturbaciones en las comunicaciones, entre otros por lo cual se requerirá la intervención a nivel nacional e internacional.

3.4.2 Orientaciones para la gestión de crisis

Estos resultados suministran una base de reflexión sobre los elementos esenciales de la gestión de crisis y de manera más general sobre la gestión del riesgo. El aspecto operacional justifica este estudio. Buscaremos entonces proponer algunas orientaciones apoyándonos en las experiencias pasadas y sobre las especialidades que hemos definido ahora en el Valle de Los Chillos. Varios puntos aparecen problemáticos y muestran la complejidad del papel de los responsables de la gestión del riesgo.

La población residente será la primera en necesitar la atención de la autoridades y durante todo el período de crisis. La información de esta población en periodo de crisis es particularmente importante. Se necesita construir una relación de confianza con la comunidad, como lo está haciendo la Casa Cotopaxi y también con los científicos del IG EPN. Esta confianza es el resultado de las acciones de capacitación, con la participación de las diferentes personas involucradas. Sin embargo, la coordinación tiene que ser fortalecida con el cantón Rumiñahui y con los científicos de la ESPE. Se debe evitar las tensiones entre instituciones y la división administrativa es un factor mayor de vulnerabilidad como lo puede mostrar en su trabajo Tania Serrano.

Uno de los puntos que tiene que ser tratado en conjunto concierne los albergues. La difusión de esta información es todavía parcial y poco comunicada (en todo caso, cada administración presenta sus albergues únicamente en su propio territorio). Finalmente, notamos la necesidad de sistematizar mejor la información, a fin de actualizar la localización, la capacidad y los recursos de los albergues en relación con las necesidades de la población.

Por otro lado, el trabajo sobre la percepción del riesgo de Diana Salazar será de mucho interés ya que permitirá precisar las características socio culturales que podrían influenciar el comportamiento de la población y serán por tanto útiles para las capacitaciones. Según la experiencia de la Defensa Civil, las poblaciones rurales siguen más fácilmente las recomendaciones dadas por parte de las autoridades que la población urbana de mayores recursos lo cual plantea el problema de una orden de evacuación. En los dos casos, la preocupación por los bienes siempre complica este tipo de decisiones. El miedo de los robos y el individualismo aparecen como factores de comportamiento cada vez más frecuentes.

Desde punto de vista de la organización territorial, la concentración de los servicios en la zona urbana central contrasta con las zonas rurales más alejadas. Los recursos y las necesidades así como la calidad de acceso a varias partes del territorio son muy variables y algunas deficiencias podrían ser acentuadas en caso de crisis.

La concentración de la población “de día” es también preocupante. Vimos que esta población se triplica entre semana y se duplica los fines de semana. Hay varios problemas a tomar en cuenta. Primero, en lo que concierne a la gestión de las alertas y de las decisiones, parece difícil ordenar el cierre de los establecimientos y empresas. Hay que considerar que existirán problemas de aceptación y de repercusiones económicas. Una evacuación de último momento parece la solución la más juiciosa, y en todo caso con menos repercusiones económicas. Sin embargo necesita una preparación ejemplar de la población (tanto residente como población de día). Ejercicios de simulación de evacuación podrían organizarse en empresas, centros comerciales, establecimientos educativos, de salud, etc.

El tema del aislamiento también se debe considerar con atención. Una parte importante de la población “de día”, que se encuentra en zonas potencialmente aisladas, viene de Quito y no está considerada para el cálculo de la capacidad de los albergues.

Se añade el problema del desplazamiento de las personas en caso de alerta. En 1991, D’Ercole se preocupaba del riesgo de congestión (D’Ercole, 1991). El parque automotor es muy importante en el Valle de Los Chillos y, al igual que la población, el número de vehículos aumenta durante el día. Por ejemplo, se cuentan 4000 vehículos diarios en el San Luis entre semana, y 8000 los fines de semana. Las vías de evacuación son de baja capacidad y se saturarían rápidamente. Un trabajo sobre este punto parece necesario y además respondería a una preocupación mayor que no solo concierne la gestión del riesgo pero también el desarrollo urbano de manera general.

Los establecimientos escolares concentran una población numerosa y muy vulnerable. La experiencia de la crisis del Pichincha en 1999 nos muestra que las decisiones a tomar son difíciles (D’Ercole et Metzger, 2000). Cerrar los establecimientos en caso de crisis es delicado puesto que pone a los padres en una situación molesta. Sin embargo, la evacuación de último momento implica la responsabilización de los establecimientos y la confianza de los padres. En efecto, imaginamos que desean buscar sus niños en caso de alerta, comportamiento que podrían tener consecuencias catastróficas. Se debe evitar el flujo de personas suplementarias hacia la zona de riesgo, no solo porque incrementa la población expuesta sino también por el problema de congestión vehicular.

Tomar en cuenta los establecimientos fuera de la zona de riesgo es importante. Por ejemplo, los problemas de aislamiento pueden agravarse si los niños son separados de los padres. Igualmente, varios de los establecimientos escolares son a su vez albergues lo cual puede perturbar el ciclo escolar mientras los refugiados ocupen las instalaciones. En este sentido, parece primordial continuar con las acciones de capacitación y de sensibilización en los establecimientos escolares. Se debe insistir sobre el papel y la responsabilidad de estos establecimientos y también discutir con los padres.

La capacidad y la repartición de los establecimientos de salud son otro punto débil. Es necesario tomar en cuenta esta vulnerabilidad y mejorar los contactos con los hospitales de Quito, así como fortalecer las capacidades de atención en el Valle mismo. Se podría por ejemplo pensar en la instalación de centros de emergencia temporales en fase de pre crisis en la zona de aislamiento de la parte Este. Ojalá una reactivación del volcán Cotopaxi sea progresiva, lo que podría dar un poco de tiempo para la preparación de la gestión de crisis. Sin embargo, parece más prudente, y responsable, estar listo antes de ser sorprendido.

La vulnerabilidad de los centros de salud tiene que ser considerada para las construcciones futuras. Nuevos hospitales no deberían construirse en las zonas expuestas.

Varios puntos atrajeron nuestra atención, pero vamos a insistir finalmente sobre un elemento clave de la gestión de crisis en caso de erupción del volcán Cotopaxi, considerando la gestión de las alertas y la evacuación. La gran cantidad de personas, la concentración de actividades y bienes en la zona expuesta es un punto primordial en el Valle de Los Chillos. En caso de crisis no se podría paralizar a todo el valle de Los Chillos por largo tiempo, por lo tanto un sistema de alertas debe ser bien definido en conjunto por ambos municipios para reducir al máximo las pérdidas ocasionadas por una paralización económica y para garantizar al mismo tiempo la seguridad de la población.

Insistiremos sobre la pertinencia y la necesidad de instalar un sistema de alerta eficaz y adaptado al caso del Cotopaxi. Sabemos que un lahar toma únicamente 20 minutos para recorrer los 40 kilómetros que separan los detectores del Valle de Los Chillos. El proyecto de alerta temprana financiado por el BID (Banco Interamericano de Desarrollo) en cooperación con el IG EPN y la Defensa Civil, empezó hace poco tiempo y tiene buenas perspectivas. Será útil mejorar el sistema de detección y también una red de sistemas de alertas (sirenas por ejemplo) en las zonas expuestas. La señalización de las zonas de riesgo, de las vías de evacuación y de los albergues son también importantes, para la población residente así como para la población que se concentra durante el día en las zonas de peligro. Esta población debe tener a su disposición toda la información necesaria. Hasta el momento las capacitaciones se realizan únicamente con los residentes (aunque ciertas iniciativas se han realizado en los centros educativos),

La gestión de crisis es muy compleja y exige un trabajo importante por parte de las autoridades y de la comunidad. El tema de la planificación preventiva es muy complementario a este enfoque. Hay que encontrar un equilibrio entre el desarrollo las zonas de peligro y la seguridad de la población. Los resultados de este trabajo permiten ilustrar este punto. Finalmente, hay que tomar decisiones importantes sobre todo en lo que concierne a los establecimientos sensibles como los hospitales, establecimientos escolares y las grandes infraestructuras viales.

Conclusión

Desarrollemos varios aspectos del riesgo y de la vulnerabilidad con el objetivo de mejorar los conocimientos y de orientar la gestión de este riesgo. Los resultados permiten proponer unas recomendaciones:

- Tomar en cuenta la población “de día” en las actividades de capacitación de la población y la preparación de crisis en general (señalización, vías de evacuación información). Se trata de poblaciones diferentes, en lugares diferentes.
- Tener consciencia de la vulnerabilidad del sector económico.
- Tomar en cuenta los problemas de aislamiento, particularmente las deficiencias de centros de salud en estas zonas. Considerar también la evacuación de la población en zona aislada y los albergues a los que podría recurrir.
- Dar una atención particular a los centros de educación y centros de salud que son particularmente vulnerables, primero para la preparación a la crisis, segundo tomando en cuenta el riesgo para las instalaciones futuras.
- Tratar de mejorar la organización del tráfico que puede generar problemas en caso de crisis.
- Aclarar el tema de las alertas y de las decisiones a tomar en caso de crisis.

Hemos enumerado varios aspectos que requieren decisiones políticas pero también compromiso de la población. Sin embargo, considerar estos aspectos permitirán reducir claramente la vulnerabilidad de la población del Valle de Los Chillos.

Hemos presentado los principales puntos de vulnerabilidad de la población. El enfoque propuesto se interesaba en sus características, su cuantificación y su exposición, sin embargo existen otras formas de vulnerabilidad que no hemos tratado en este trabajo. Los estudios sobre la percepción del riesgo de la población de Diana Salazar y sobre la vulnerabilidad institucional de Tania Serrano será muy útiles y complementarios a este tema.

El objetivo fue proponer un enfoque operacional a fin de mejorar los conocimientos y de suministrar orientaciones a los gestores del riesgo en particular a las autoridades locales. La vulnerabilidad de la población apareció como un tema primordial de la gestión del riesgo y su análisis correspondía a las expectativas de los diferentes actores.

El apoyo de las instituciones con las que hemos colaborado fue muy importante para esta investigación ya que permitió responder mejor a las demandas pero también tomar en cuenta sus capacidades y sus objetivos.

Antes de proponer este trabajo, las instituciones socias conocían los problemas potenciales que caracterizan el Valle de Los Chillos. Sabían que el sector de San Rafael es un lugar de concentración de población durante el día pero no que esta población triplica entre semana y tampoco donde se encuentra. Nuestro trabajo consistió en precisar los elementos esenciales de la vulnerabilidad, para reducir las incertidumbres, con metodología y cifras. Consciente de que el riesgo no se puede eliminar, buscamos mejorar el conocimiento de los elementos

esenciales y vulnerables para suministrar información clave para facilitar las decisiones. Los resultados presentados en la cuarta parte de este trabajo ofrecen una base de datos, argumentos y reflexión para impulsar una mejor gestión del riesgo.

Hay muchas cosas que hacer, pero una gran parte se ha iniciado. Esperamos que este trabajo sea valorado por los varios actores de la gestión del riesgo a fin de mejorar el conocimiento de esta problemática compleja, de insistir sobre la importancia de las relaciones entre los aspectos sociales, políticos y territoriales, así como fortalecer la voluntad, que existe ya, y la capacidad de esta sociedad de tomar en sus manos su desarrollo.

Siglos

AZVCH: Administración Zonal Valle de Los Chillos
BID: Banco Interamericano de Desarrollo
COSUDE: Agencia Suiza para el desarrollo y la Cooperación en el Ecuador
DIPLASEDES: Direcciones de Planeamiento de Seguridad por el Desarrollo Nacional
EEQ: Empresa eléctrica Quito
EMAAP: Empresa municipal de alcantarillado y agua potable
ESPE: Escuela Superior Politécnica del Ejército
DMPT: Dirección Metropolitana de Planificación territorial
DMQ: Distrito Metropolitano de Quito
IG EPN: Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional
IRD: Institut de Recherche pour le Développement
PACIVUR: Programa Andino de Capacitación e Investigación sobre la Vulnerabilidad y los Riesgos en Medio Urbano
USFQ: Universidad San Francisco de Quito

Bibliografía

- Aguliera Ortiz E.**, 2004, *El riesgo volcánico del Cotopaxi*, Escuela Politécnica del Ejército, ESPE, 12 p.
- Albouy F.X.**, 2002, *Le temps des catastrophes*, Descartes & Cie, 168 p.
- Andrade D. et al.**, 2005, *Los peligros volcánicos asociados con el Cotopaxi*, IG-EPN, IRD, Corporación editoria nacional, Quito-Ecuador, 147 p.
- Asté J.P.**, 1994, Les outils d'aide à la prévention et à la gestion du risque en milieu urbain. *Revue de Géographie Alpine*, 82, 4 : 125-129 p.
- Back P.**, 1999, *Quand la nature s'organise*, Paris, Flammarion, 280 p.
- Baussart O., Cambot V., D'Ercole R., Gnemmi L., Pigeon P. & Wattez J.**, 2000, *Analyse du système urbain d'Annecy et définition de ses enjeux*, Département de Géographie, Université de Savoie, 96 p. (coordination R. D'Ercole et P. Pigeon)
- Caceres B. et al.**, 2004, *Determinación del volumen del casquete de hielo del volcán Cotopaxi*, INAMHI, IG-EPN, INGEOMINAS, 54p.
- Camacho A.P.** (Dir.), 2005, *Sistematización del proyecto: « Comunidades afectadas por el Tungurahua: mitigando los riesgos de vivir cerca a un volcán activo »*, ECHO Ayuda Humanitaria Comisión Europea, Ed. Monigote Quito, 68 p.
- Dauphiné A.**, 2003, *Les théories de la complexité chez les géographes*, Ed. Economica, 248p.
- Dauphiné A.**, 2001, *Risques et catastrophes : observer, spatialiser, comprendre, gérer*. Armand Colin, U. Série Géographie, 288p.
- Dauphiné A., Protovolo D.**, 2003, *Les catastrophes et la théorie des systèmes auto organisés critiques*, extrait de l'ouvrage collectif coordonné par **Moriniaux V.**, 2003, *Les risques*, Edition du temps.
- Demoraes F.**, 2004, *Mobilité, enjeux et risques dans le District Métropolitain de Quito (Équateur)*, Thèse de doctorat en géographie, Université de Savoie, Chambéry, 587 p.
- D'Ercole R. et Metzger P.**, 2004, *Vulnerabilidades del Distrito Metropolitano de Quito*, Colección Quito Metropolitano, MDMQ-IRD, Quito, Equateur, 512 p.
- D'Ercole R. et Demoraes F.**, 2003, *Risques et réponses institutionnelles en Equateur – Cartes et méthodes*. Contribution aux Mélanges jubilaires « René Lhénaff », Cahiers de Géographie, N° 1 « *Dynamique et vulnérabilités des milieux montagnards méditerranéens et alpins* » - Collection EDYTEM – CISM - Université de Savoie, pp. 157-168.

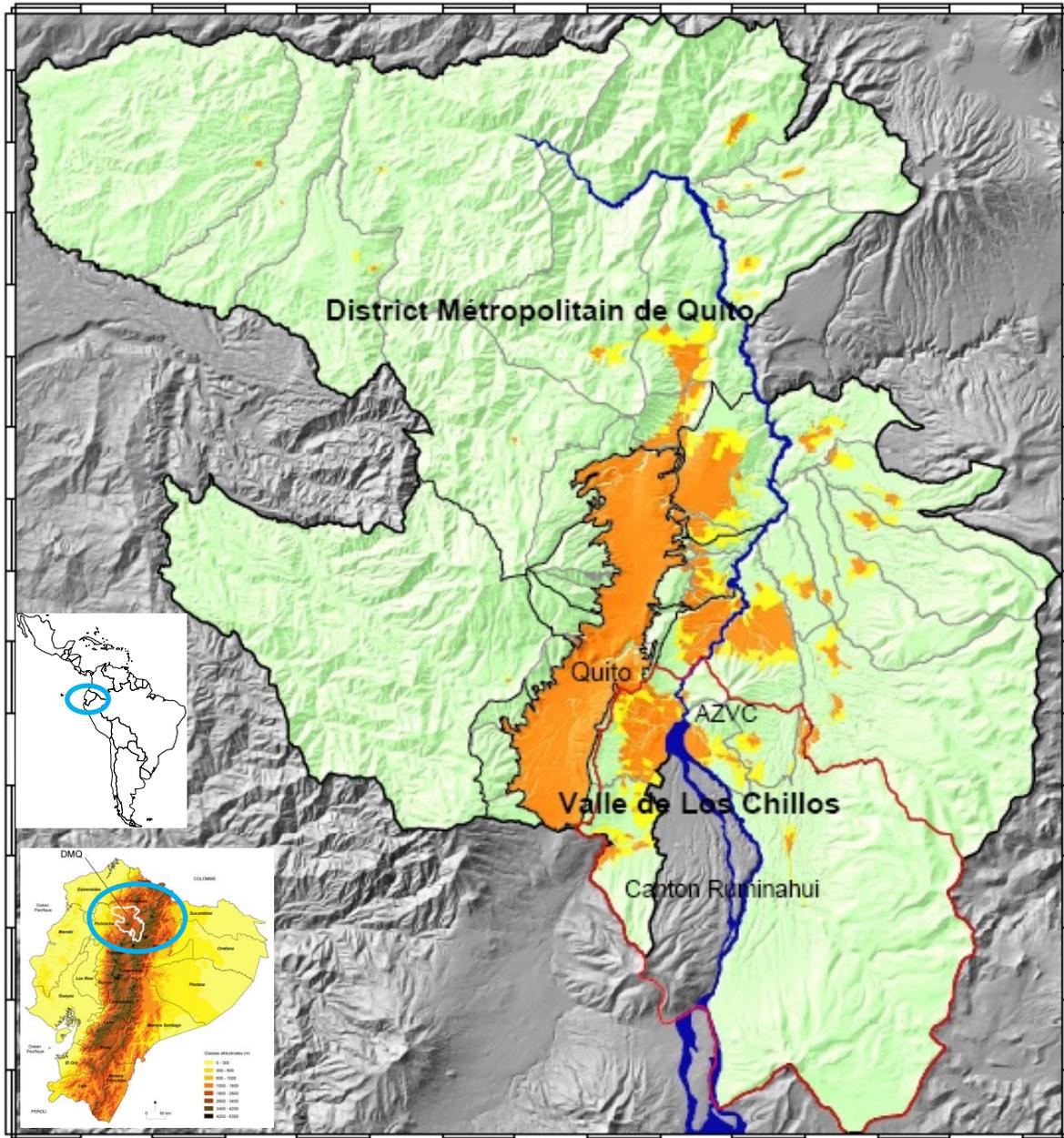
- D'Ercole R., Trujillo M.**, 2003, *Amenazas, vulnerabilidad, capacidades y riesgo en el Ecuador. Los desastres, un reto para el desarrollo*, COOPI, Oxfam GB, IRD – Quito, Ecuador, 225 p.
- D'Ercole R. et Metzger P.**, 2002, *Los lugares esenciales del Distrito Metropolitano de Quito*, Colección Quito Metropolitano, MDMQ-IRD, Quito, Ecuador, 226p.
- D'Ercole R. et Metzger P.**, 2000, *La vulnérabilité de Quito (Equateur) face à l'activité du Guagua Pichincha. Les premières leçons d'une crise volcanique durable*, Cahiers Savoisiens de Géographie, n° 1, Université de Savoie, p.39-52.
- D'Ercole R. et Pigeon P.**, 1999, *L'expertise internationale des risques dits naturels : intérêt géographique*, Annales de Géographie, p.339-357.
- D'Ercole R.**, 1996, *Représentations cartographiques des facteurs de vulnérabilité des populations exposées à une menace volcanique. Application à la région du volcan Cotopaxi (Equateur)*, Bulletin de l'IFEA, tome 25 n°3, p.479-507.
- D'Ercole R.**, 1994, *Les vulnérabilités des sociétés et des espaces urbanisés : concepts, typologie, modes d'analyse* - Revue de Géographie Alpine, n°4, Tome LXXXII, p. 87-96
- D'Ercole R.**, 1991, *Vulnérabilité des populations face au risque volcanique. Le cas de la région du volcan Cotopaxi (Equateur)*, Thèse de doctorat, Université Joseph Fourier, Grenoble, 460p.
- D'Ercole R.**, 1989, *La catástrofe del Nevado del Ruiz, ¿Una enseñanza para el Ecuador? El caso del Cotopaxi* - Estudios de Geografía, vol.2 : Riesgos naturales en Quito : lahares, aluviones y derrumbes del Pichincha y del Cotopaxi, Colegio de Geógrafos del Ecuador, Corporación Editora Nacional, Quito, p. 5-32.
- De Rosnay J.**, 2000, *L'homme symbiotique*, Editions du Seuil, 408 p.
- Godard O., Henry C., Lagadec P., Michel-Kerjan E.**, 2002, *Traité de nouveaux risques*, Ed. Gallimard, 620 p.
- Lavigne F., Thouret J-C.**, 2000, *Les lahars : dépôts, origines et dynamique*. Bulletin Société Géologique de France (5): p. 545-557
- Lavigne F.**, 1998, *Les lahars du Merapi, Java central, Indonésie. Déclenchement, budget sédimentaire, dynamique et zonage des risques associés*. Thèse, Université Blaise Pascal, Clermont Ferrand II.
- Leone F. et Vinet F.**, 2006, *La vulnérabilité, un concept fondamental au coeur des méthodes d'évaluation des risques naturels*, p. 9-26, extrait de l'ouvrage de **Leone F. et Vinet F.**, 2006, *La vulnérabilité des sociétés et des territoires face aux menaces naturelles*, Collection Géorisques n°1, publications de Montpellier III, 133 p.
- Le Pennec J-L et al.**, 2005, *Los peligros volcánicos asociados con el Tungurahua*, IG-EPN, IRD, Corporación editoria nacional, Quito-Ecuador, 115 p.
- Lutoff C.**, 2000, *Le système urbain niçois face à un séisme : méthode d'analyse des enjeux et des dysfonctionnements potentiels*, Thèse de doctorat, Université de Savoie, Chambéry, 368 p.
- Pigeon P.**, 2006, *L'efficacité des politiques gérant les risques dits naturels en France : lecture géographique*, p. 27 à 34, extrait de l'ouvrage de **Leone F. et Vinet F.**, 2006, *La vulnérabilité des sociétés et des territoires face aux menaces naturelles*, Collection Géorisques n°1, publications de Montpellier III, 133 p.
- Pigeon P.**, 2005, *Géographie critique des risques*, Ed. Economica, 217 p.
- Pigeon P.**, 2002, *Réflexions sur les notions et les méthodes en géographie des risques dits « naturels »*, Annales de Géographie, n° 627-628, p. 452-470.
- Prigogine I.**, 1996, *La fin des certitudes*, Ed. O. Jacob, Paris
- Reghezza M.**, 2006, *La vulnérabilité : un concept problématique*, p. 35 à 40, extrait de l'ouvrage de **Leone F. et Vinet F.**, 2006, *La vulnérabilité des sociétés et des territoires face aux menaces naturelles*, Collection Géorisques n°1, publications de Montpellier III, 133p.

Serrano T., 2001, *Concentraciones de población en el Distrito Metropolitano de Quito: de día, periódicas y excepcionales*, MDMQ, IRD, 21 p.

Thouret J-C. & D'Ercole R., 1996, *Vulnérabilité aux risques naturels en milieu urbain : effets, facteurs et réponses sociales*, Cahiers des Sciences Humaines, 96-2, p.407-422.

Thouret J-C., 1996, *Les phénomènes naturels dommageables : approche globale, bilan et méthodes de prévention*, In Baily A.S. (Dir.) *Risques naturels, risques de sociétés*, Economica, Paris, p.19-33.

Tazieff H., 1990, *Le Volcanisme et sa prévention*. Masson, Pratiques de la géographie, 256 p.



El Valle de Los Chillos : localización, límites administrativos y ocupación del suelo

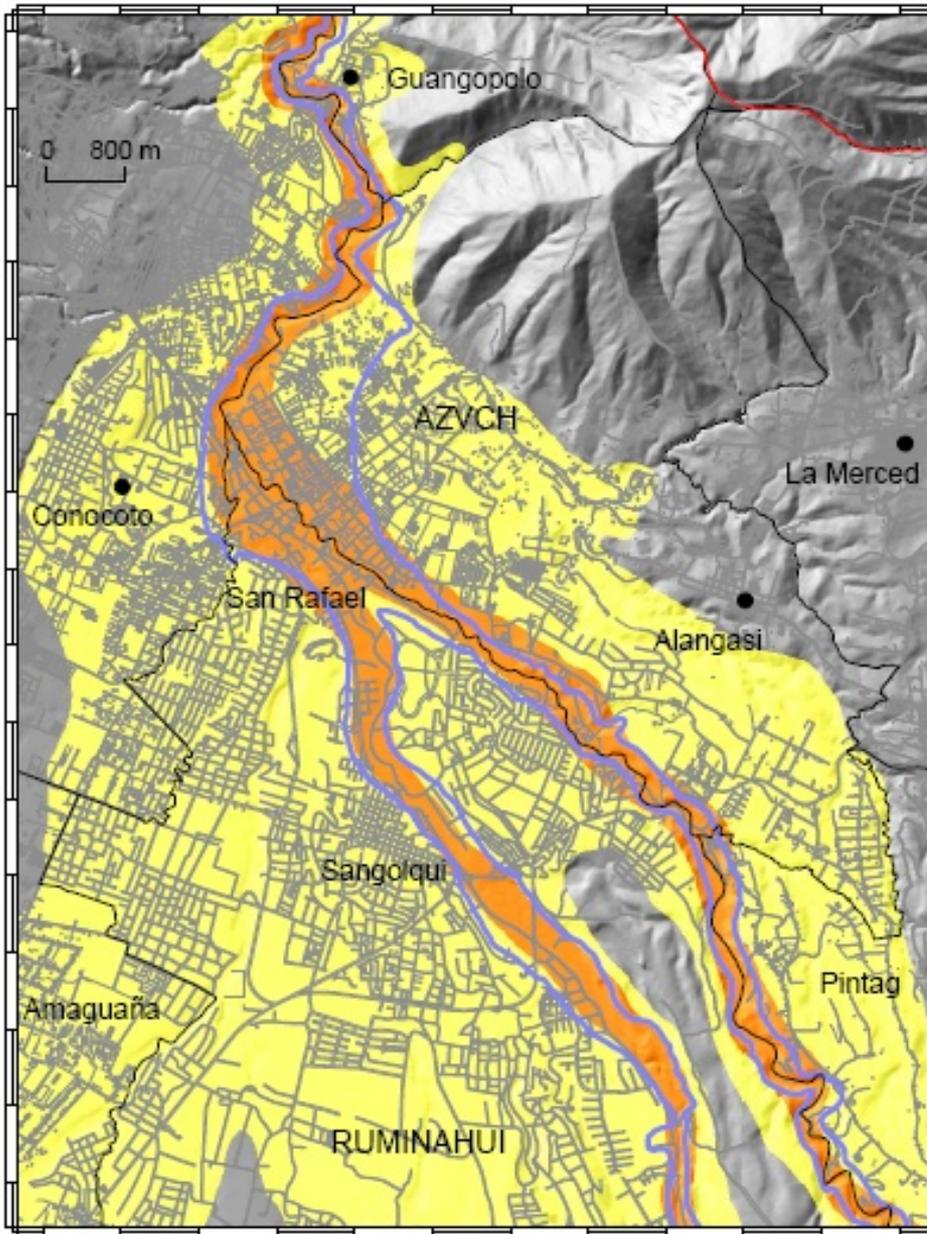
- Distrito Metropolitano de Quito
- Administraciones zonales
- Parroquias
- El Valle de Los Chillos

Uso de suelo

- No Urbanizable
- Suelo Urbanizable
- Suelo Urbano

- Zona expuesta a los lahares
- 0 4000 m

Fuente: Direction de planification territoriale du DMQ
Plan General de Desarrollo Territorial
y Plan de Uso y Ocupación del Suelo, revisión 2006.

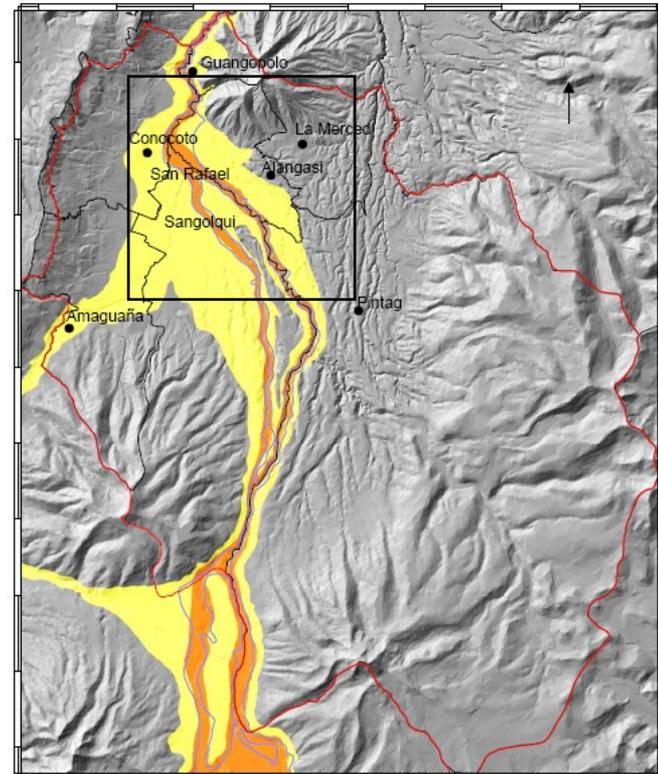


Cartografía de los lahares del volcán Cotopaxi: mapa de 1989 y actualización

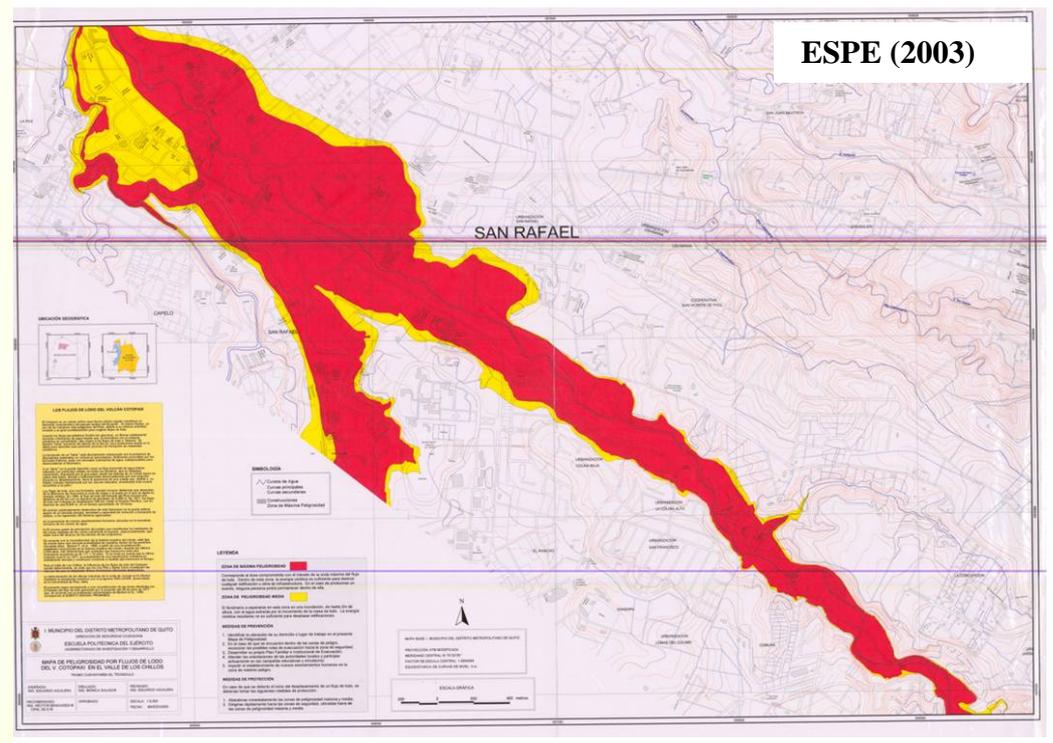
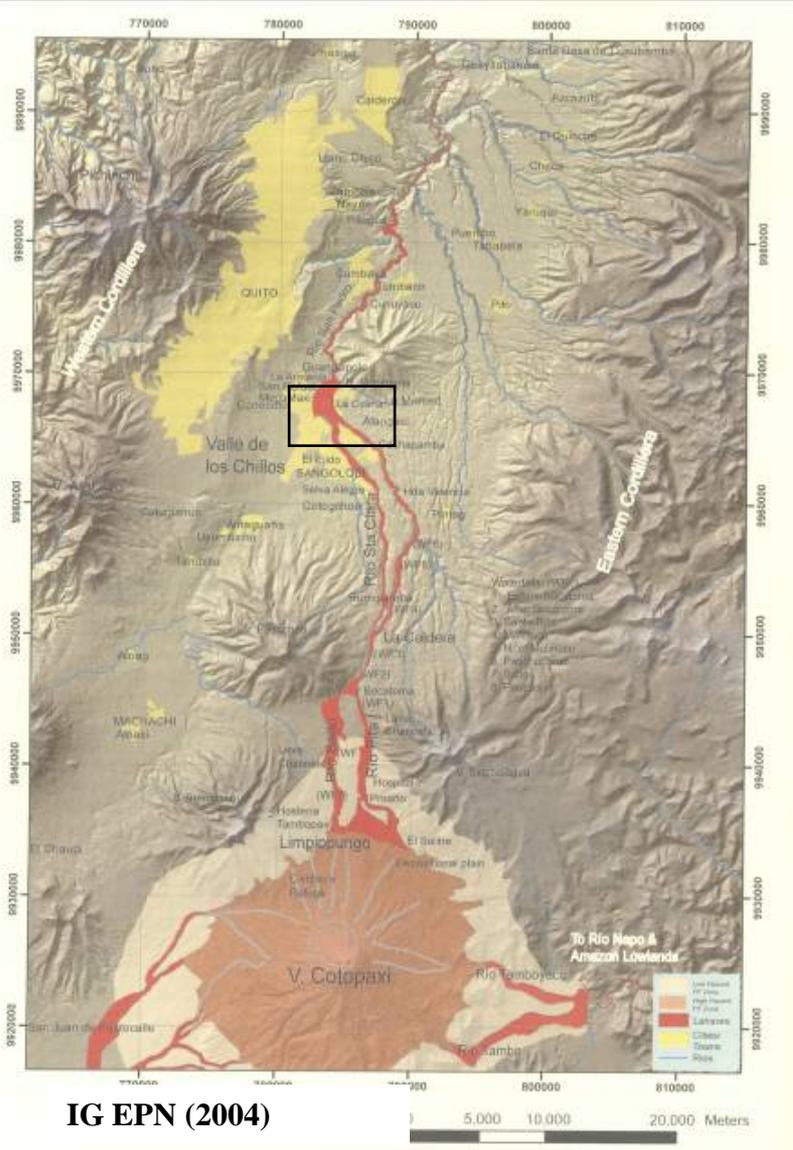
Antigua cartografía (1989)

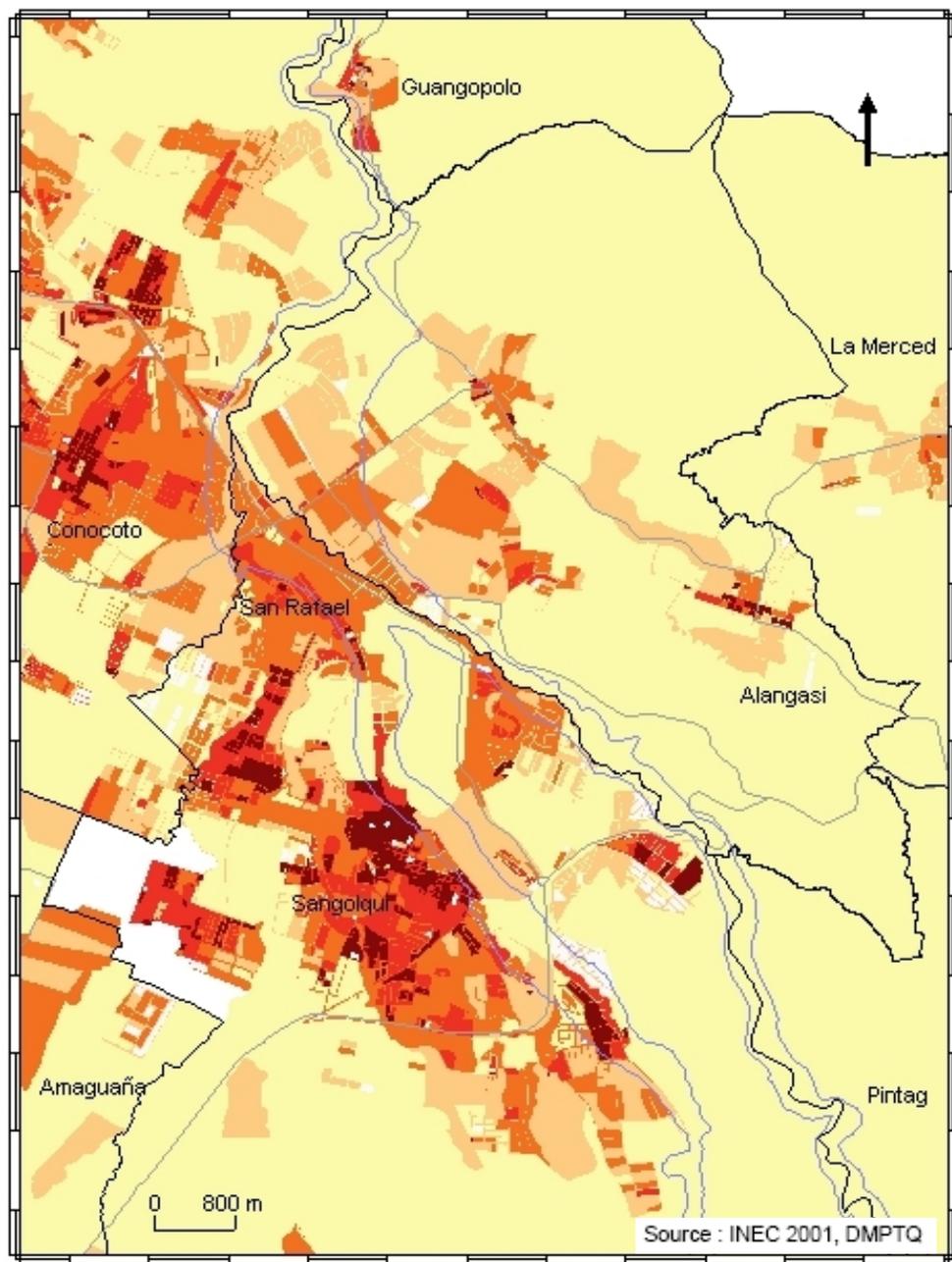
- Riesgo menor
- Riesgo mayor (referencia de 1877)

Cartografía actualizada en 2004

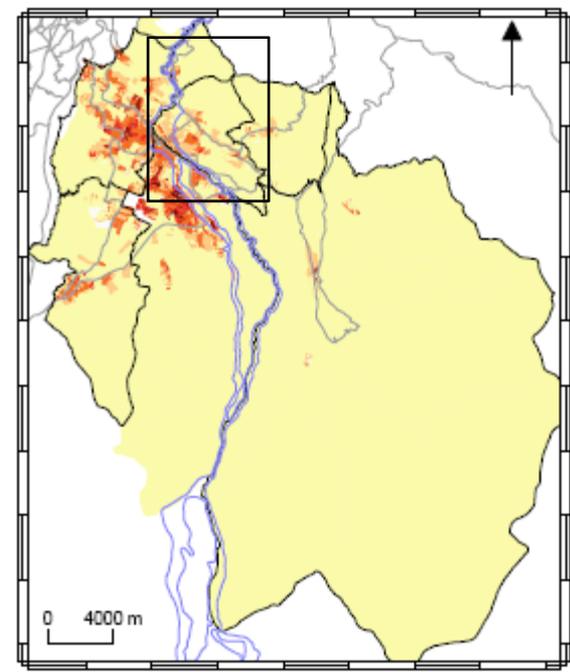
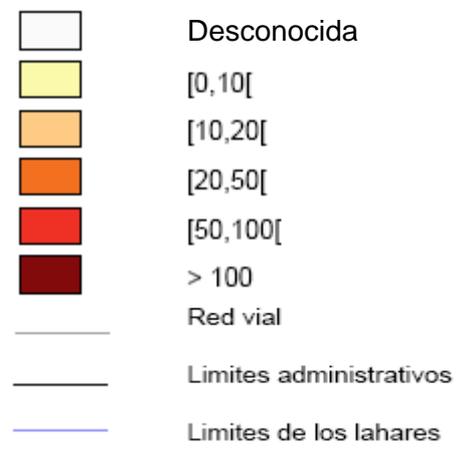


Cartografía de los lahares del volcán Cotopaxi: mapas del IG EPN y de la ESPE

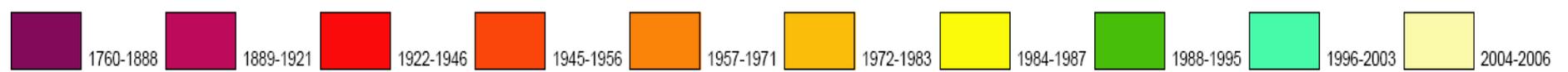
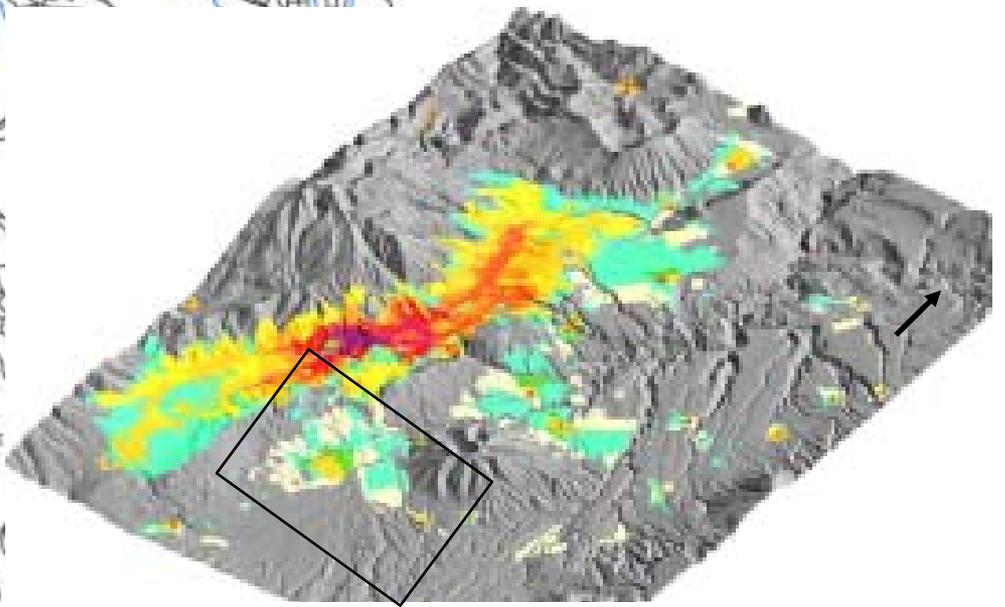
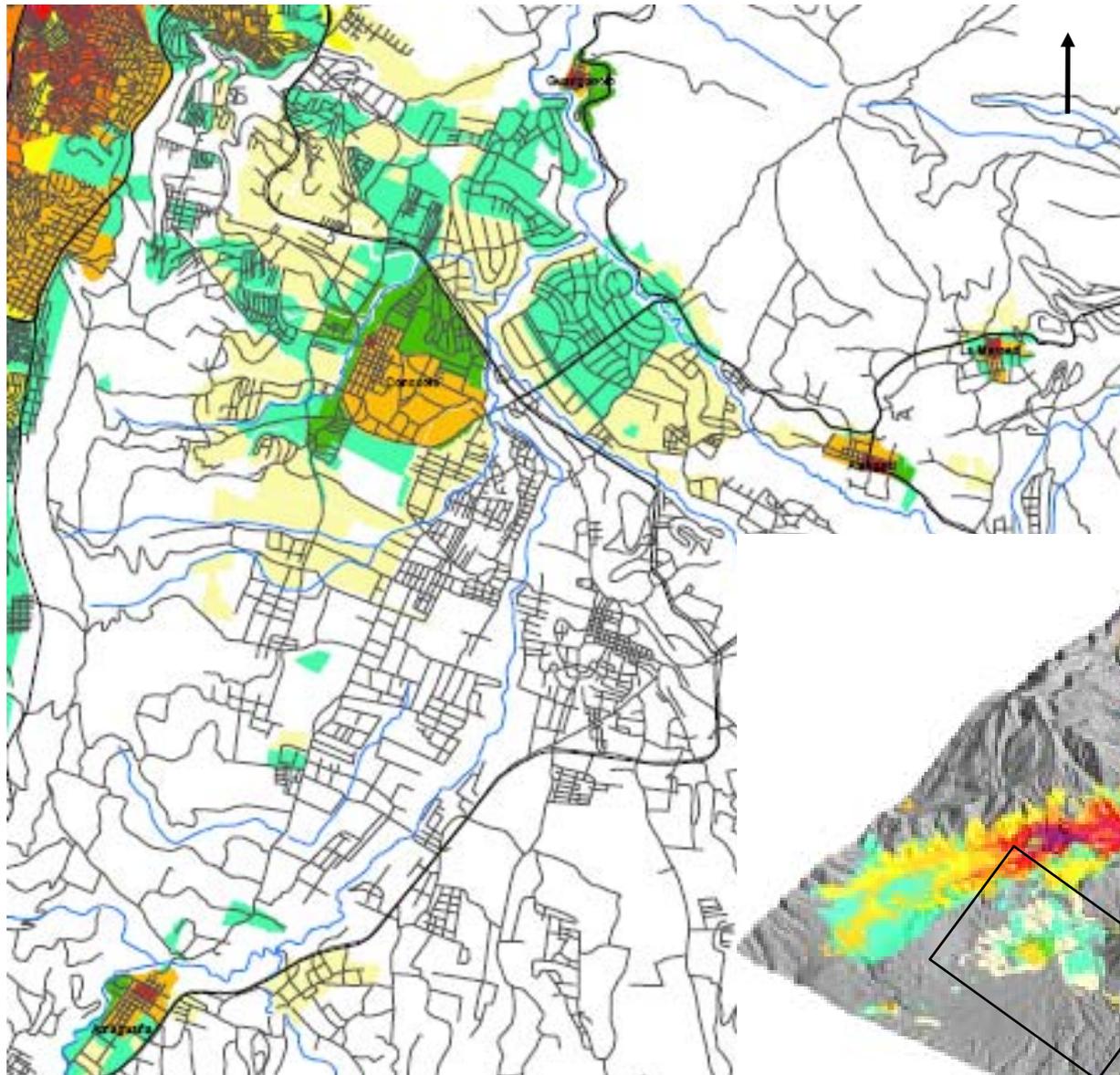


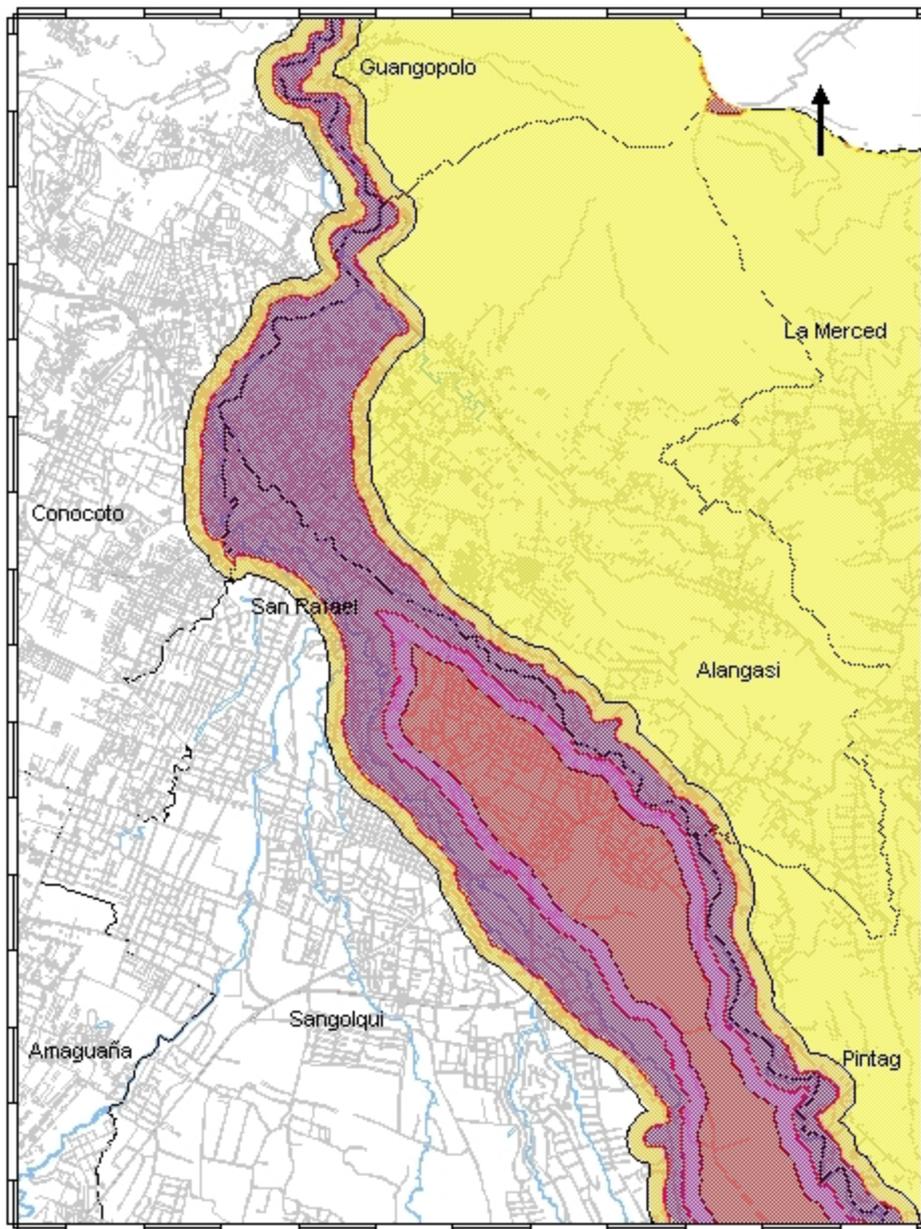


Densidad de la población por hectáreas en el Valle de Los Chillos



Etapas de crecimiento urbano del Distrito Metropolitano de Quito y del Valle de Los Chillos de 1760 a 2006





Tipos de exposición a los lahares del volcán Cotopaxi: exposición directa y aislamiento

Niveles de exposición

-  5: Zona de exposición mayor según el IG EPN (referencia de 1877)
-  4: Margen de 200m y fuerte aislamiento
-  3: Fuerte Aislamiento
-  2: Margen de 200m
-  1: Aislamiento bajo

 Red hidrográfica

 Red vial

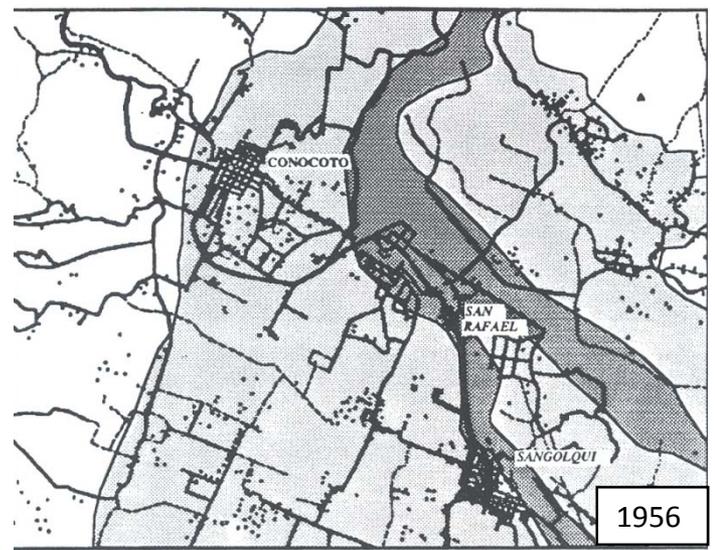
 Limites administrativos

 Limites de los lahares

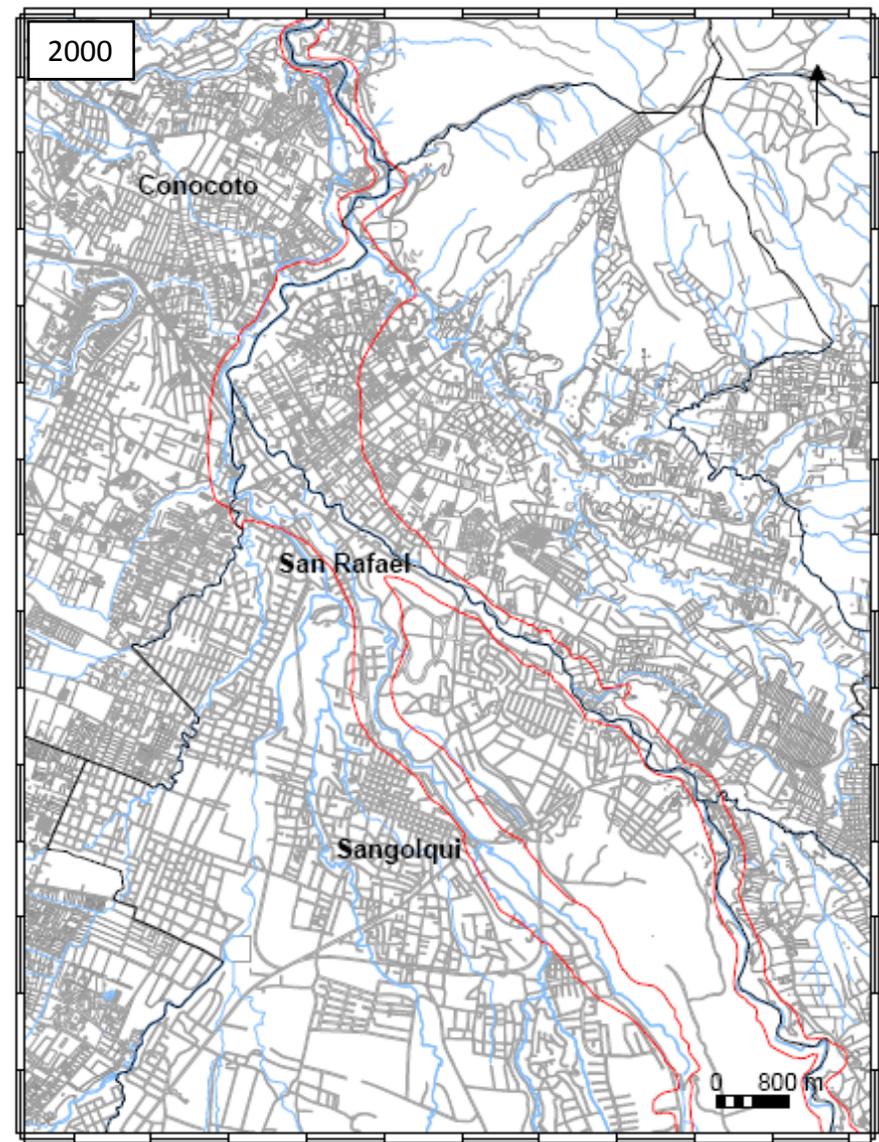
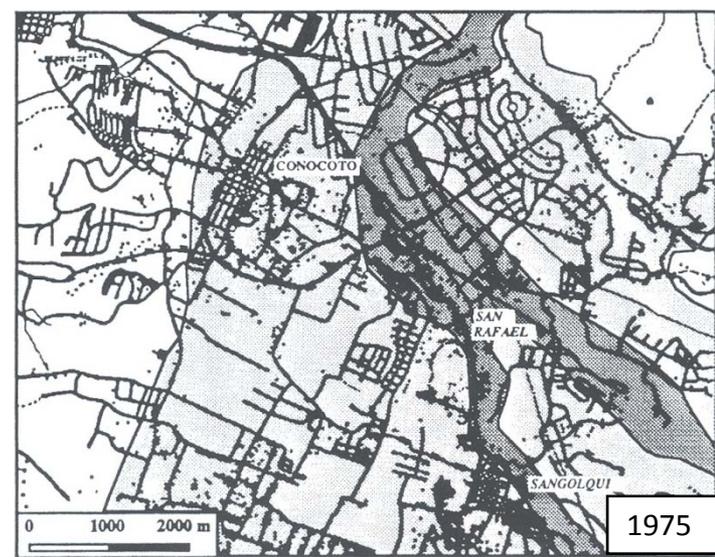
Source : INEC 2001 , DMPTQ

0 800 m

Crecimiento urbano en el Valle de Los Chillos de 1956 a 2000

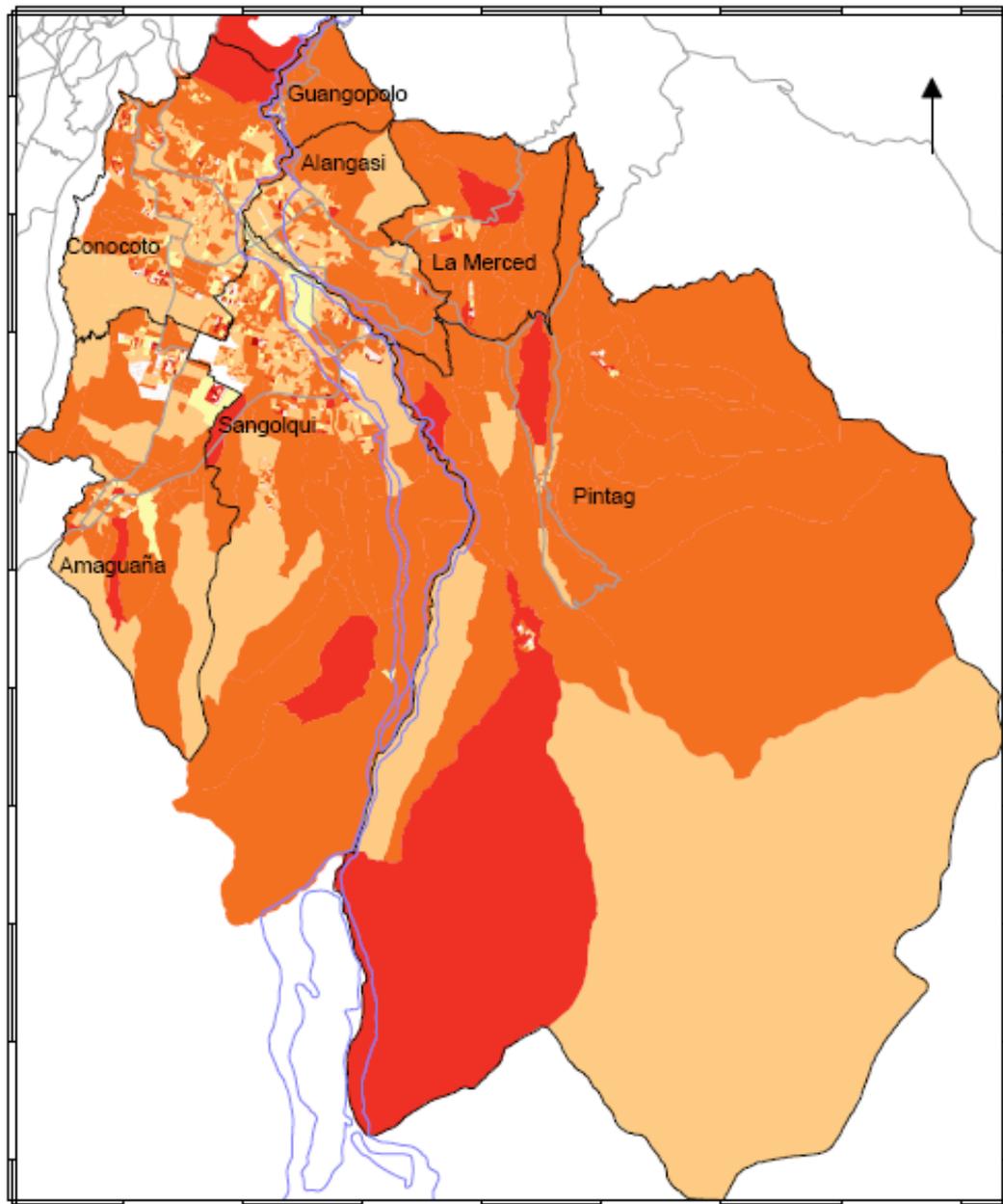


■ Risque majeur de lahars □ Risque mineur de lahars



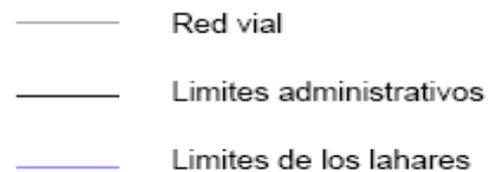
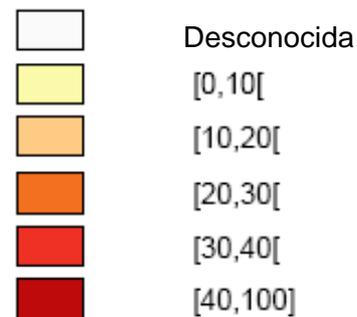
Fuente : D'Ercole, 1991, según el mapa de 1989

Fuente : DMPT

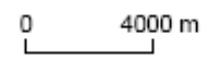


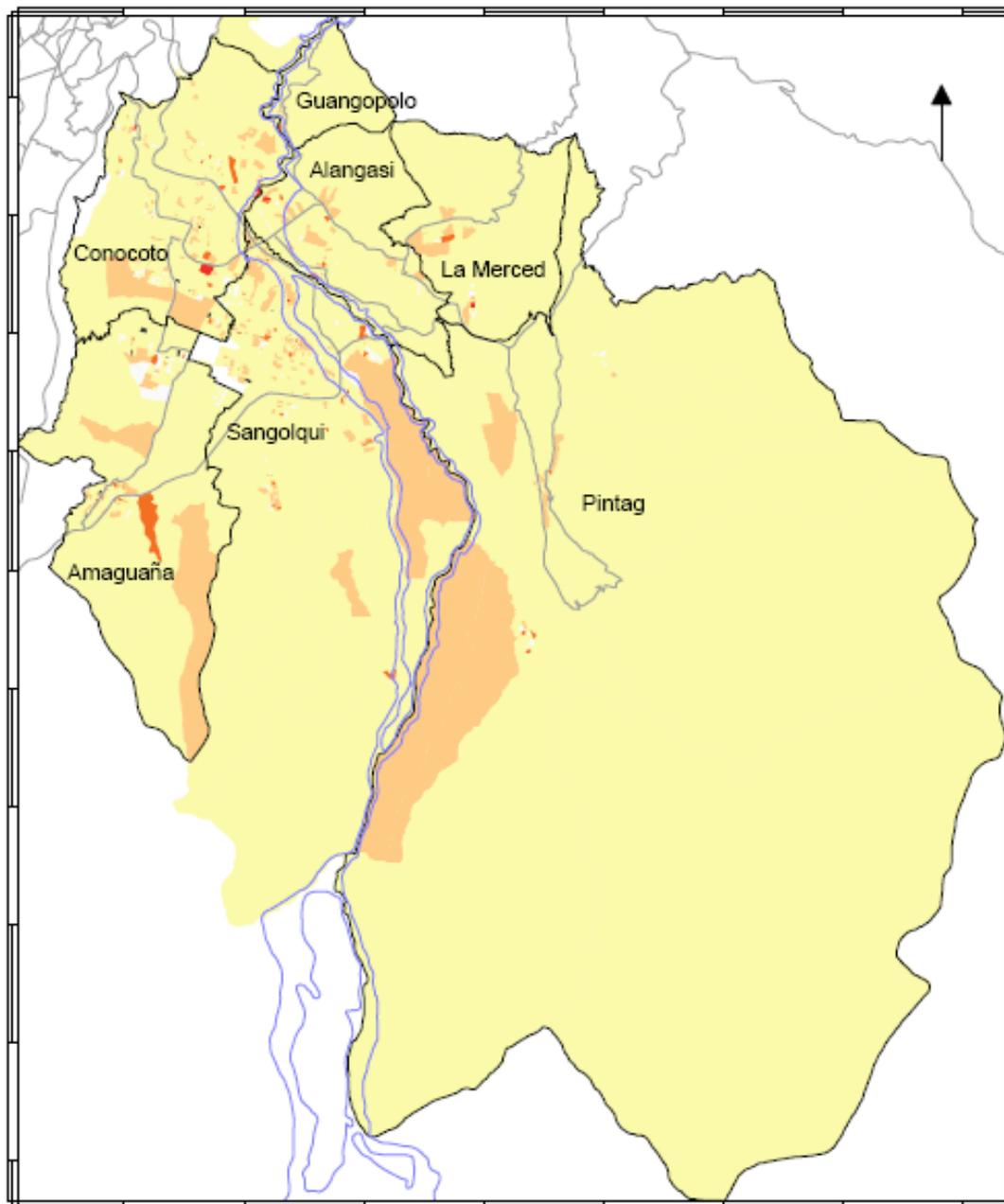
Vulnerabilidad en relación al edad: población joven

Porcentaje de población de edad inferior a 10 años



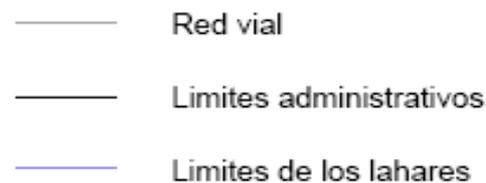
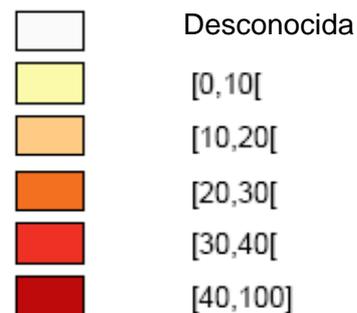
Source : INEC 2001, DMPTQ





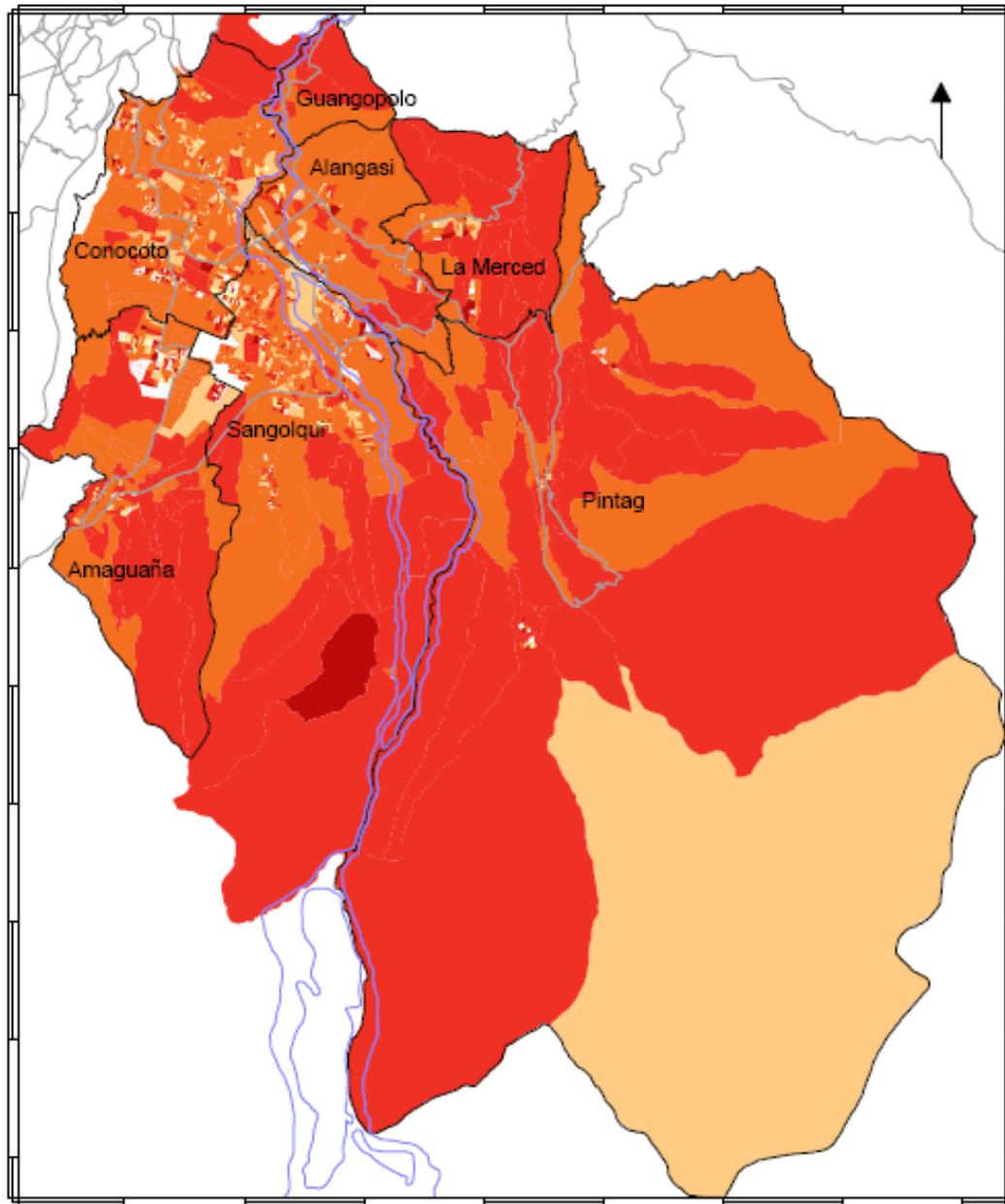
Vulnerabilidad en relación al edad: población de edad

Porcentaje de población de edad superior a 65 años



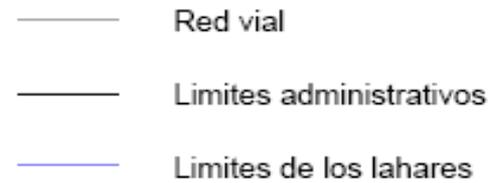
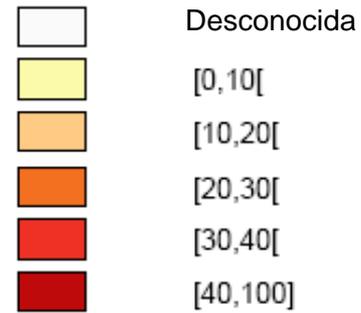
Source : INEC 2001, DMPTQ

0 4000 m

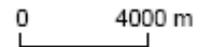


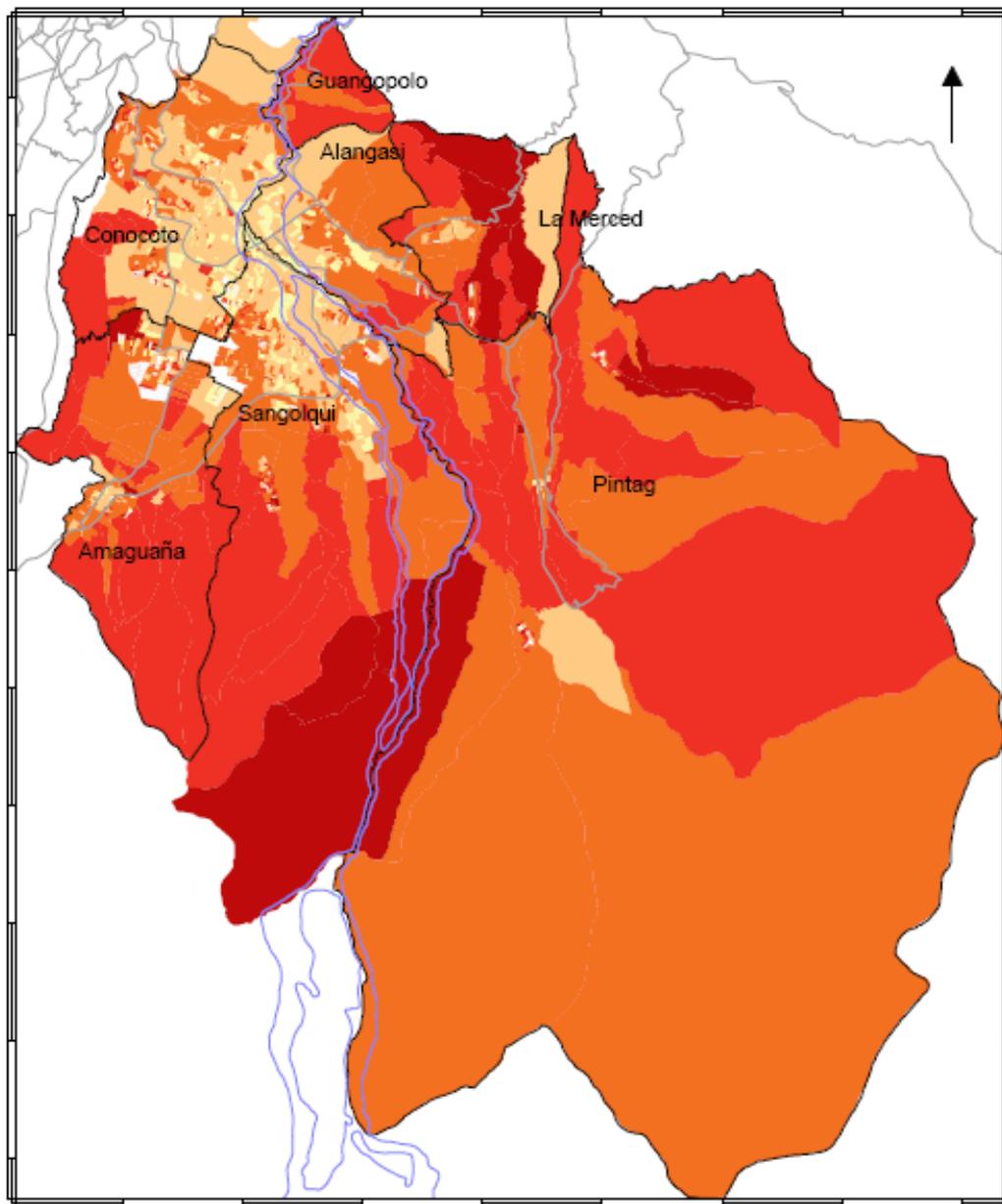
Vulnerabilidad en relación al edad

Porcentaje de población de edad inferior a 10 años y superior a 65 años



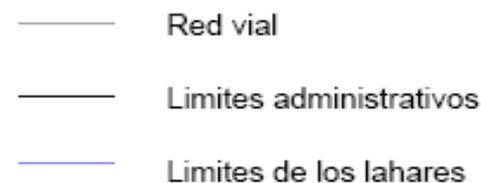
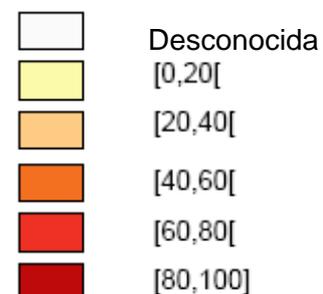
Source : INEC 2001, DMPTQ





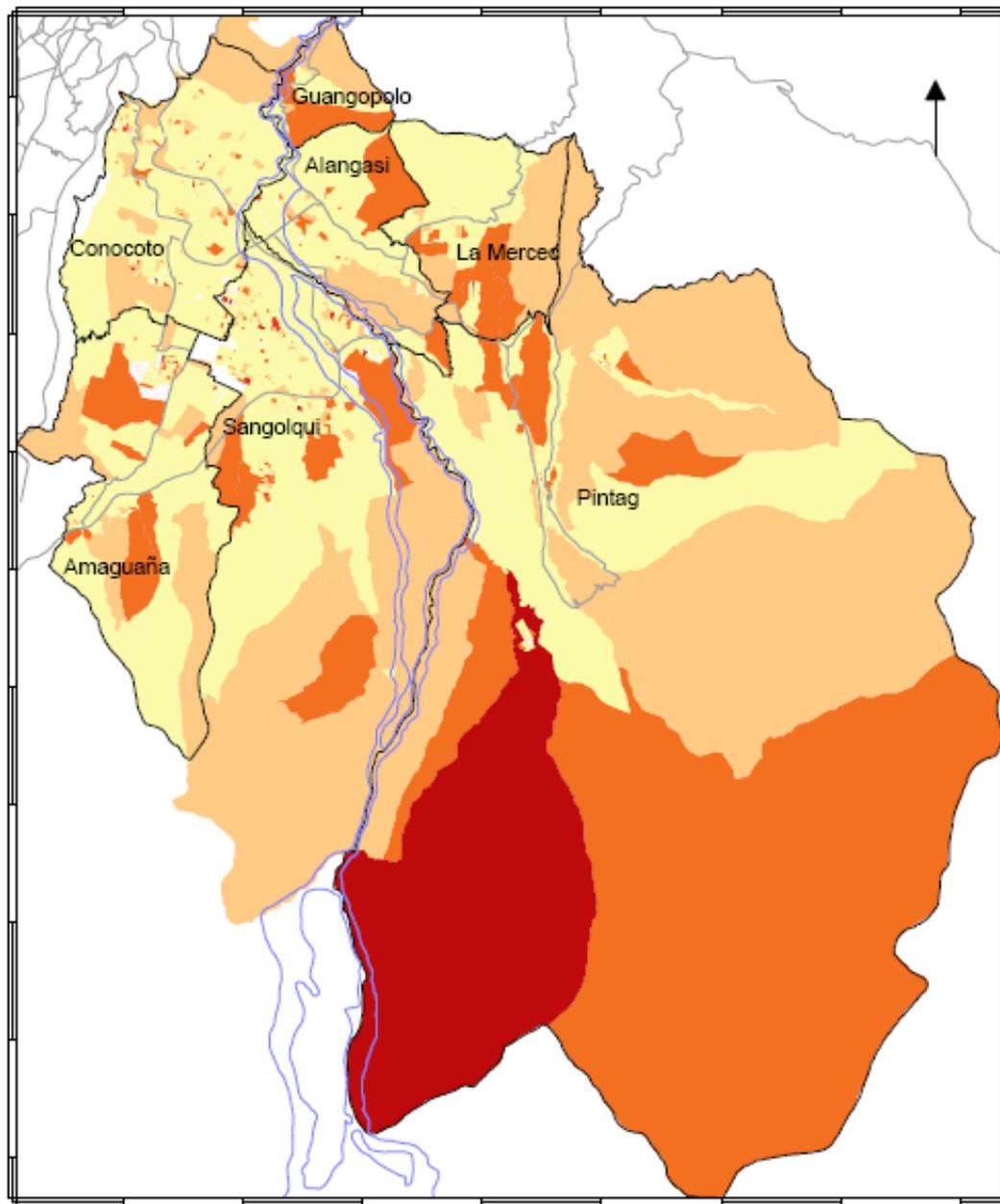
Vulnerabilidad de la población: nivel de educación

Porcentaje de la población con bajo nivel de educación (ninguna, no alfabetizados, primera y básica)



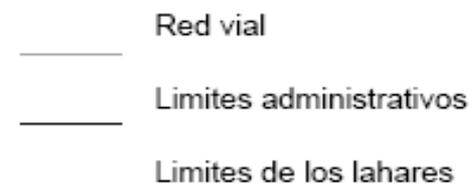
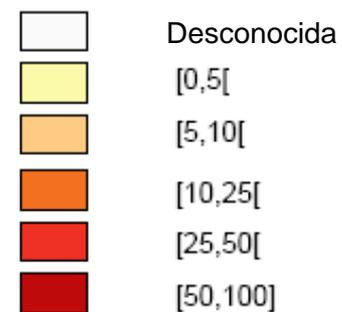
Source : INEC 2001, DMPTQ

0 4000 m



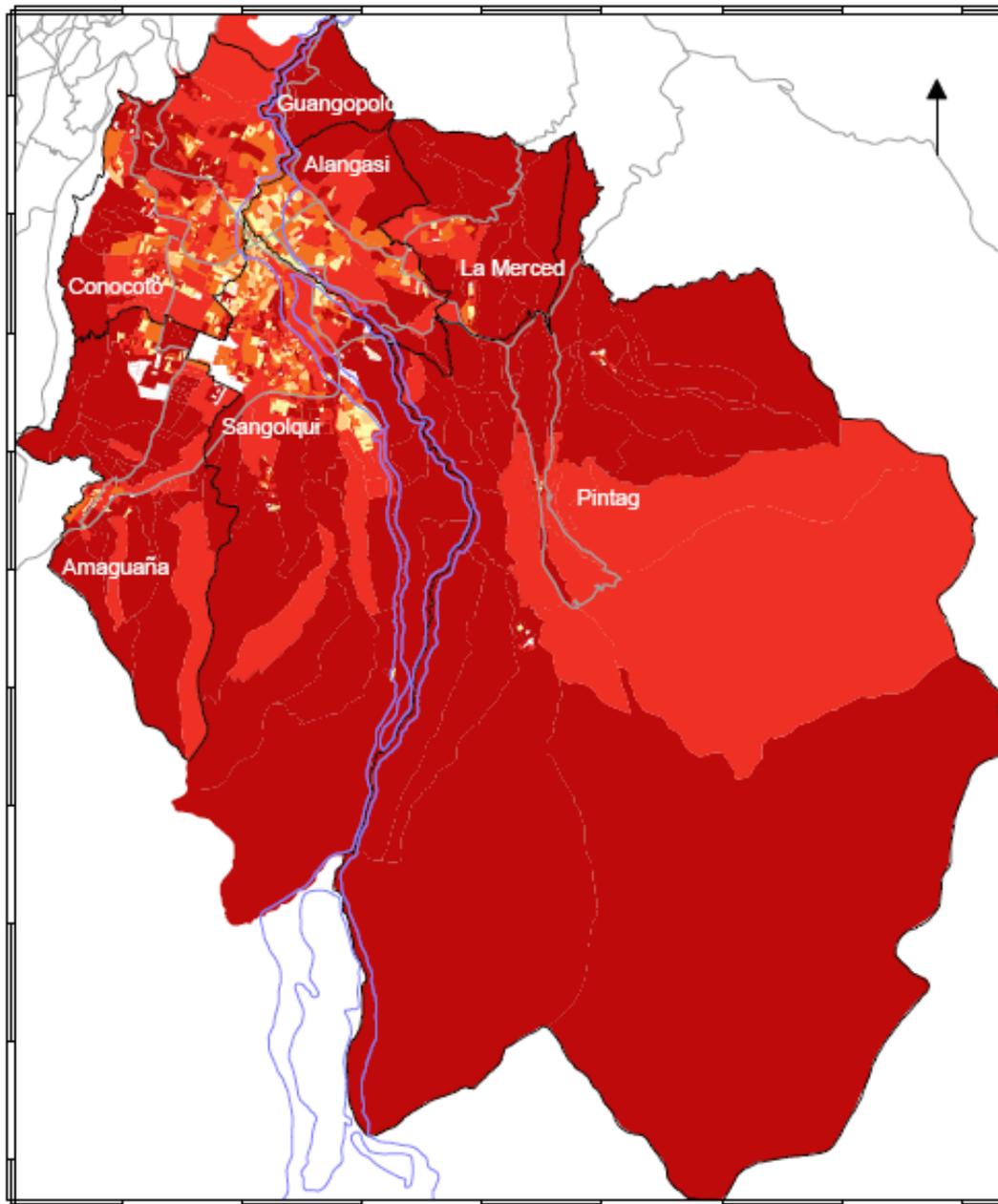
Vulnerabilidad de la población: acceso a la red eléctrica

Porcentaje de la población con acceso a la red eléctrica



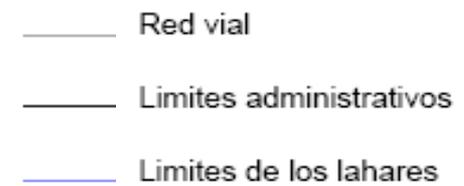
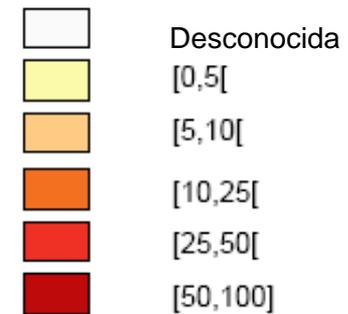
Source : INEC 2001, DMPTQ



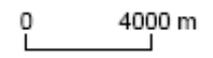


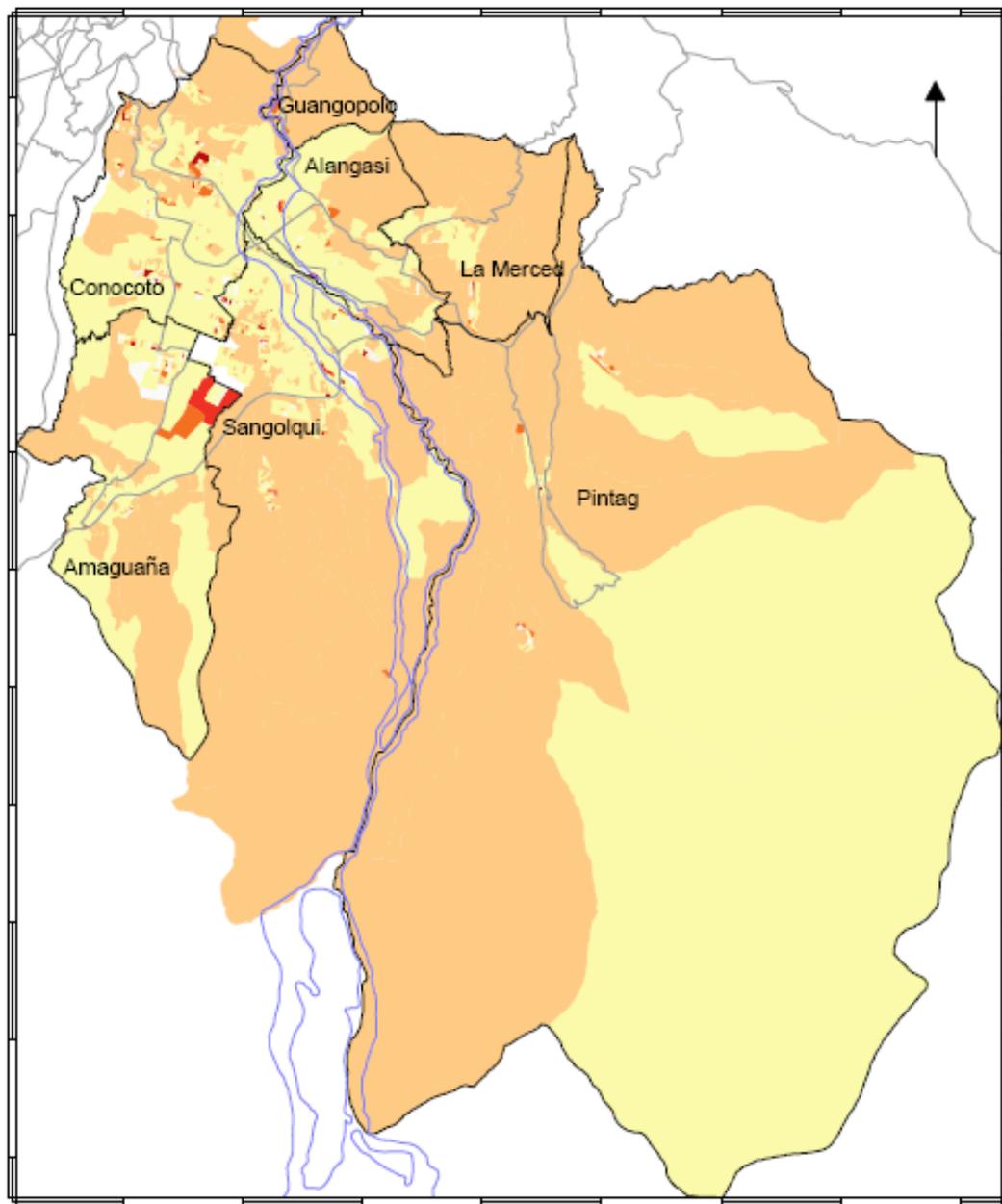
Vulnerabilidad de la población: acceso a la red telefónica

Porcentaje de la población con acceso a la red telefónica



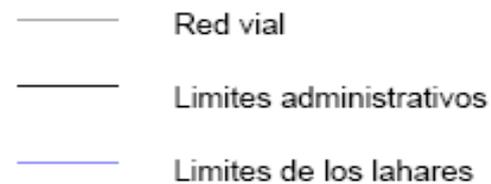
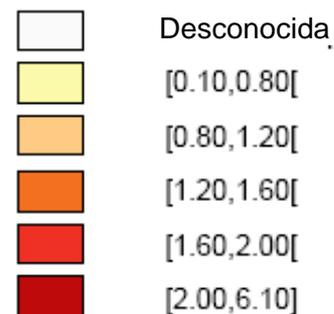
Source : INEC 2001, DMPTQ





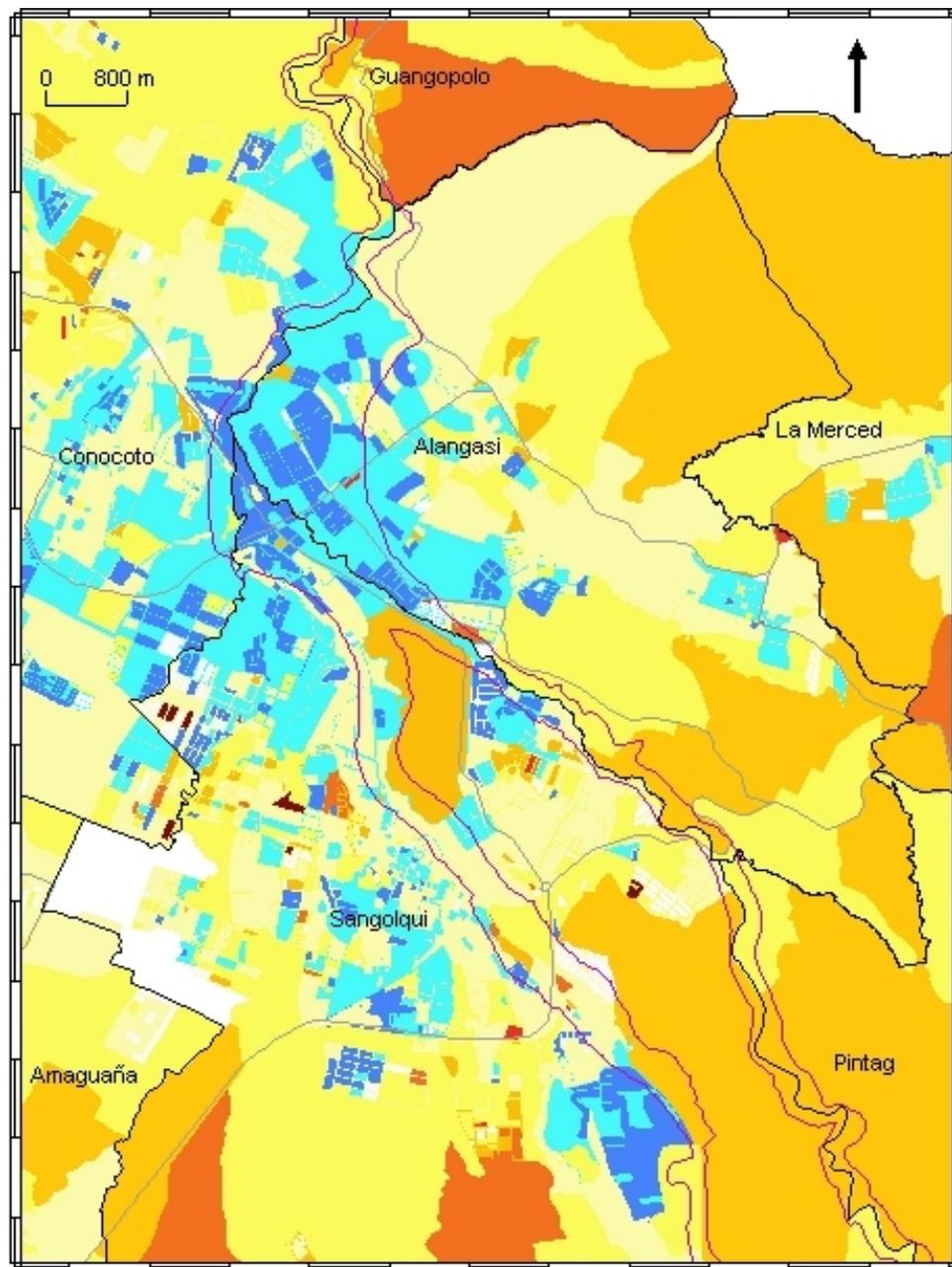
Vulnerabilidad de la población: promiscuidad

Número de personas por pieza o
promiscuidad

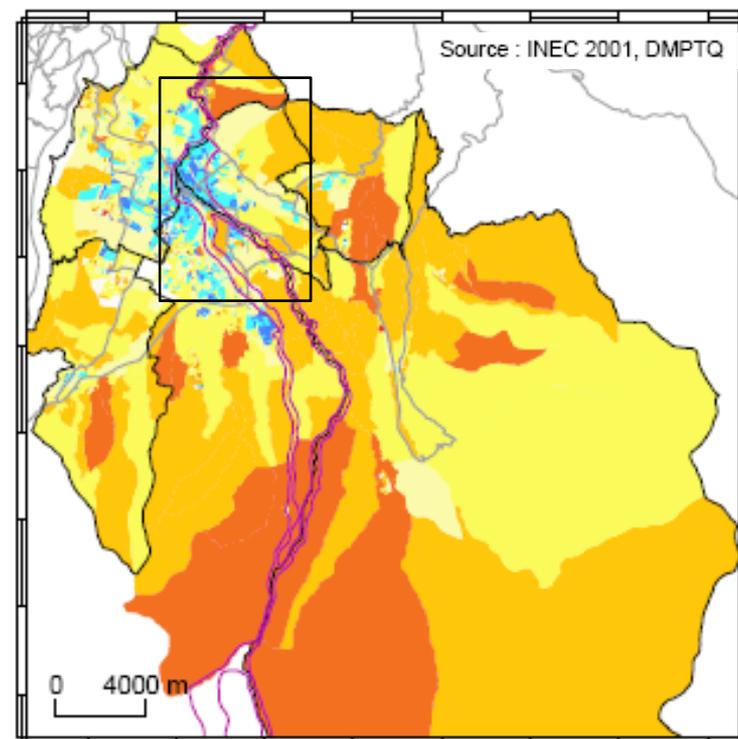
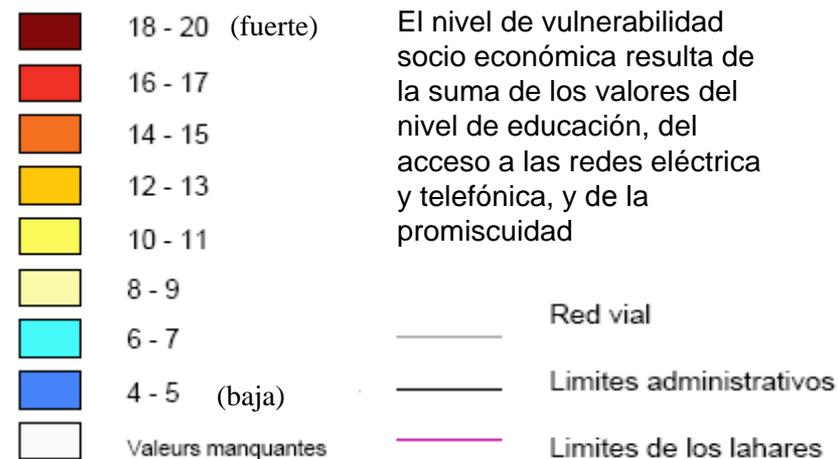


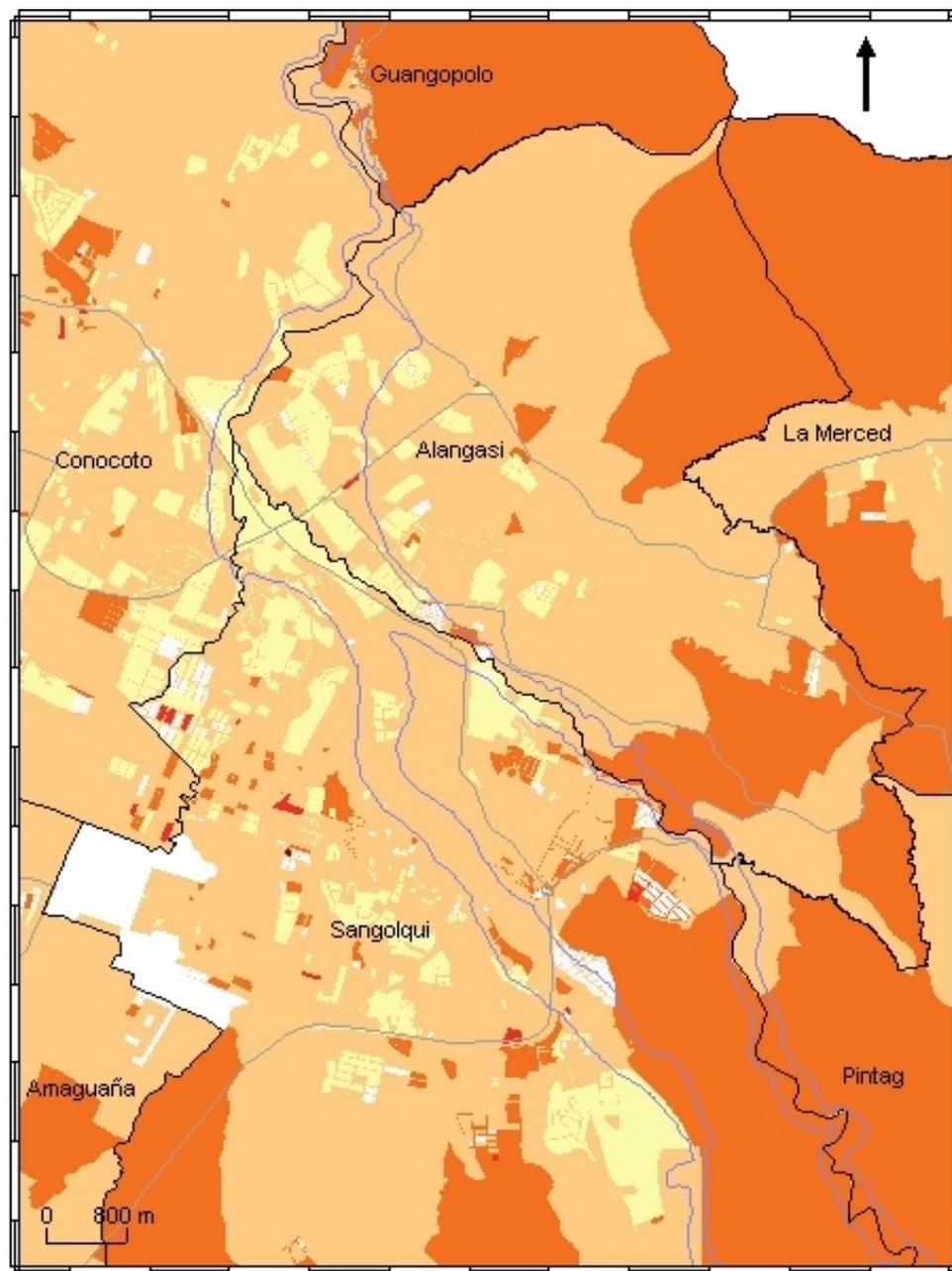
Source : INEC 2001, DMPTQ



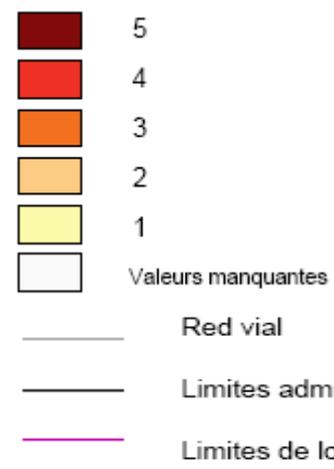


Vulnerabilidad socio-económica

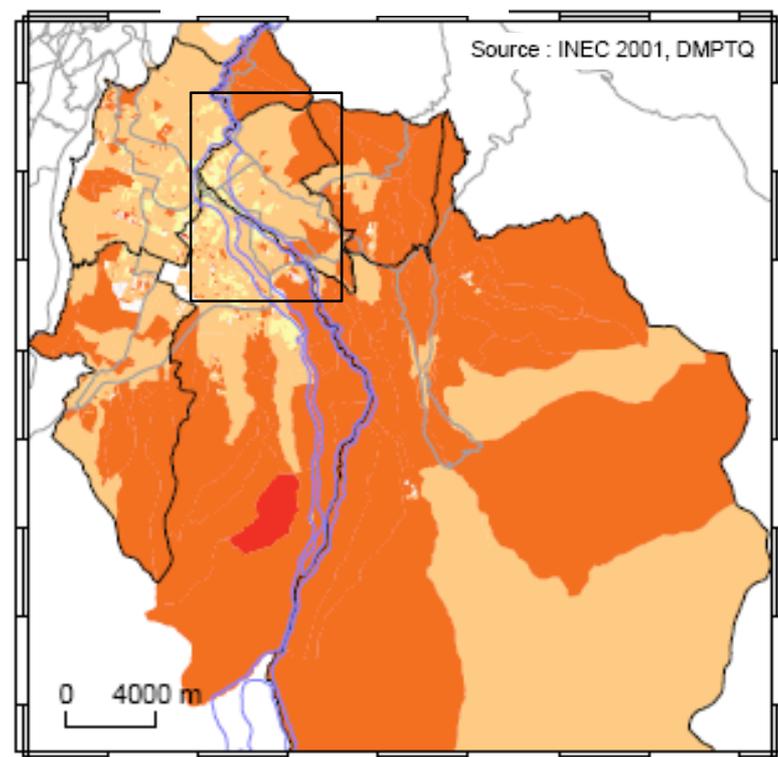


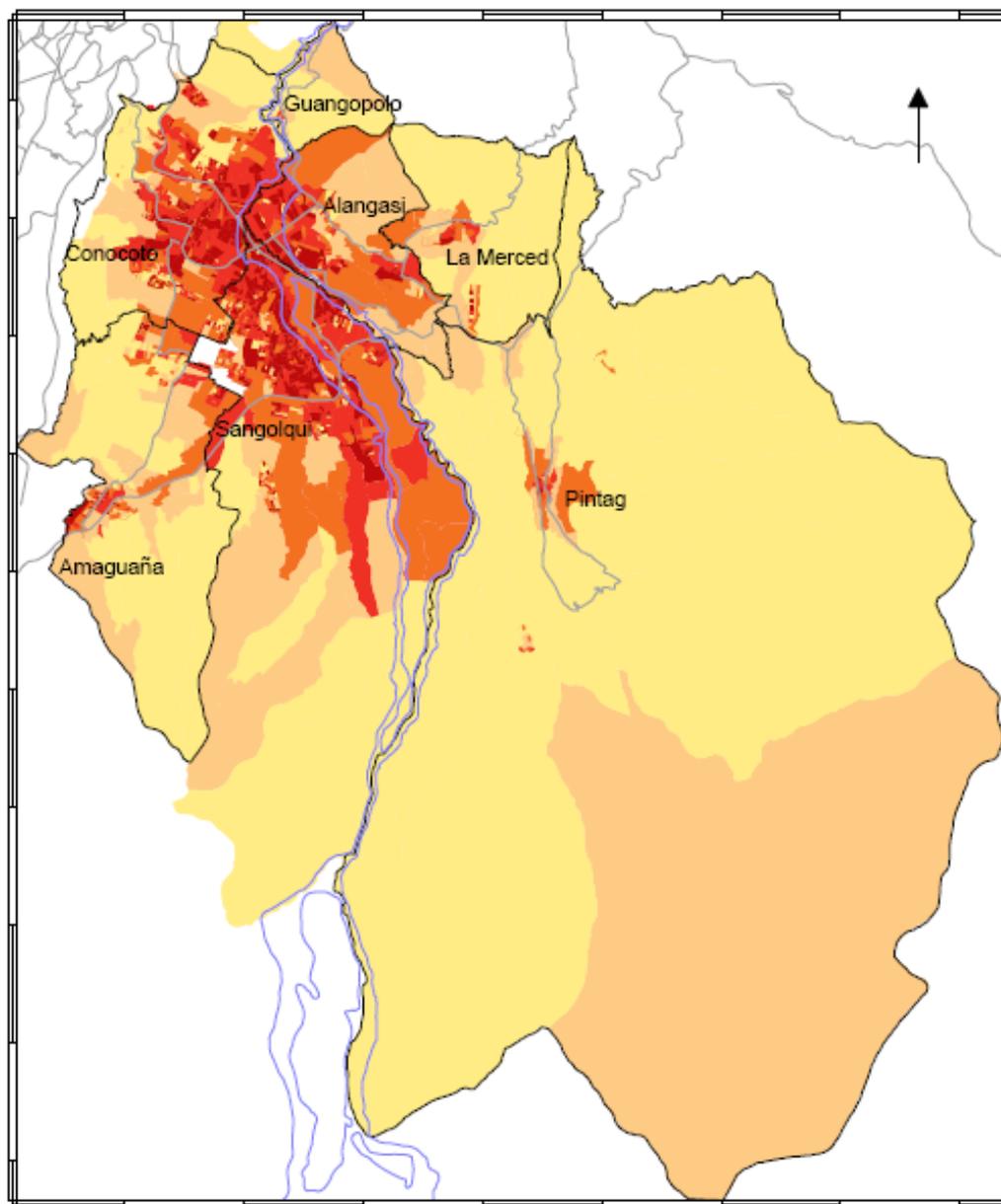


Vulnerabilidad socio-demográfica



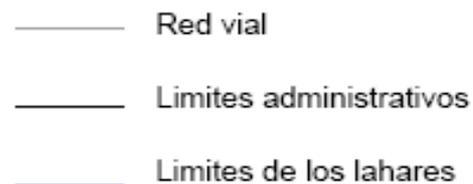
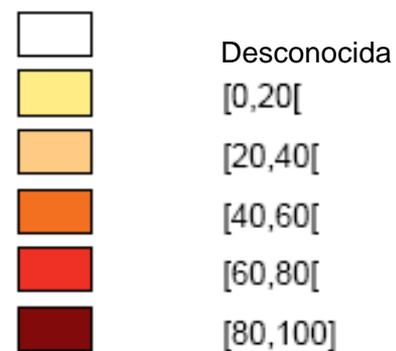
El nivel de vulnerabilidad socio demográfica resulta de la combinación de la vulnerabilidad socio económica y de la vulnerabilidad en relación a la estructura de edad





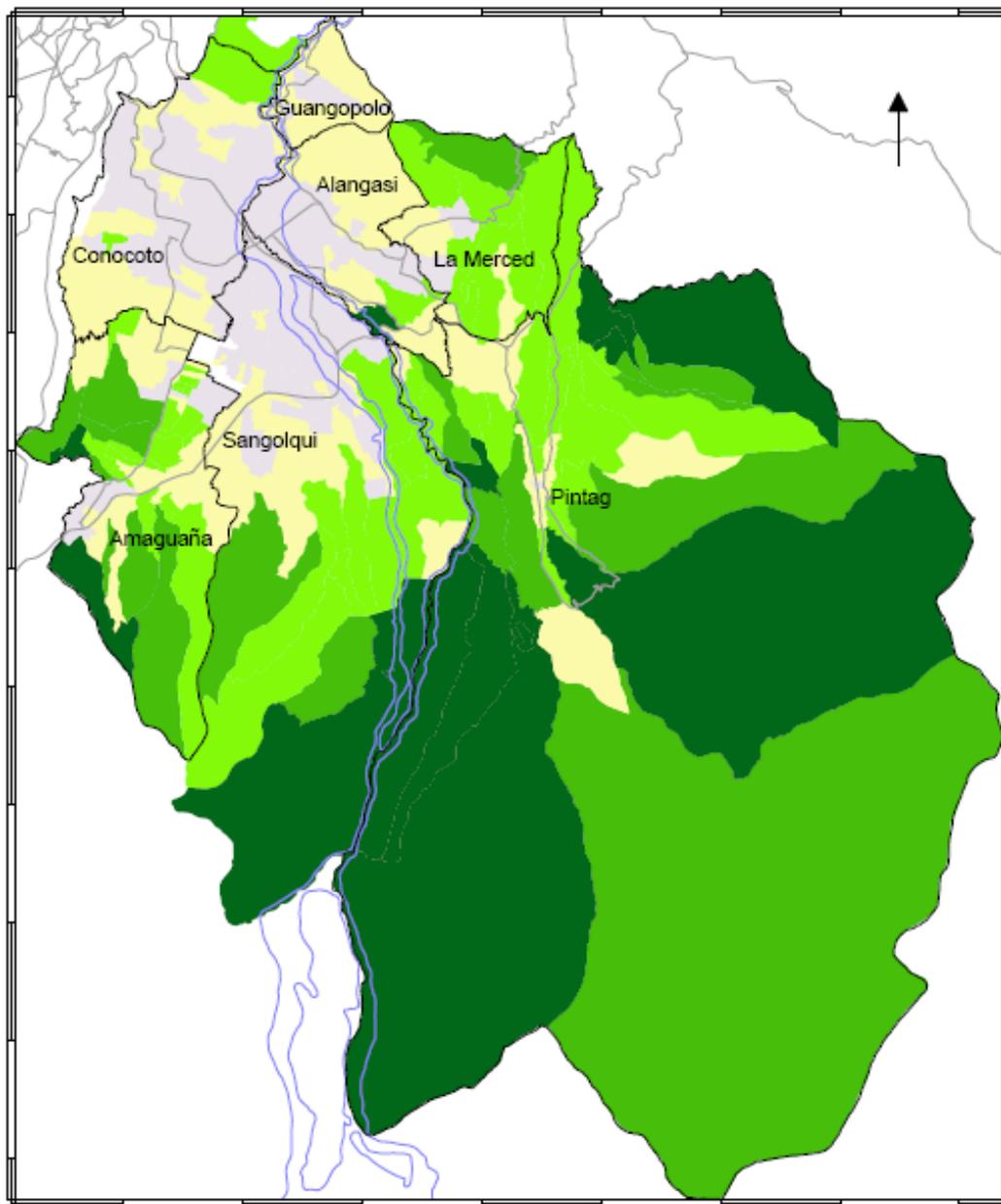
Acceso al agua potable a dentro de la vivienda

Red de agua potable dentro de la vivienda (en %)



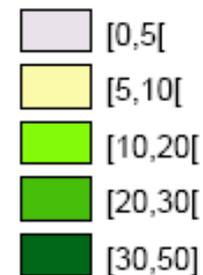
Source : INEC 2001, DMPTQ





Repartición de la población viviendo de la agricultura en Valle de Los Chillos

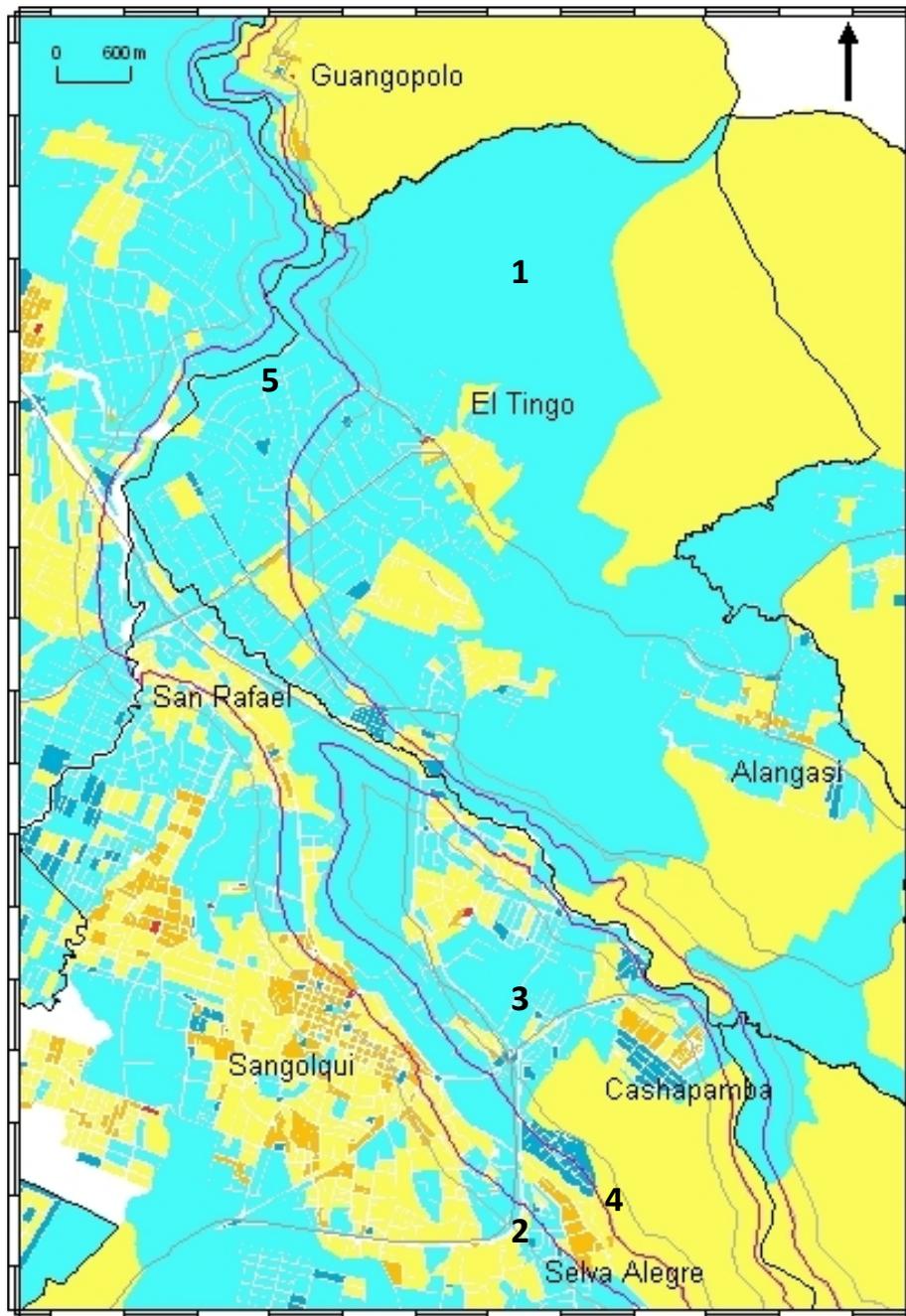
Porcentaje de población practicando una actividad agrícola



-  Red vial
-  Limites administrativos
-  Limites de los lahares

Source : INEC 2001, DMPTQ





Vulnerabilidad socio demográfica y densidad

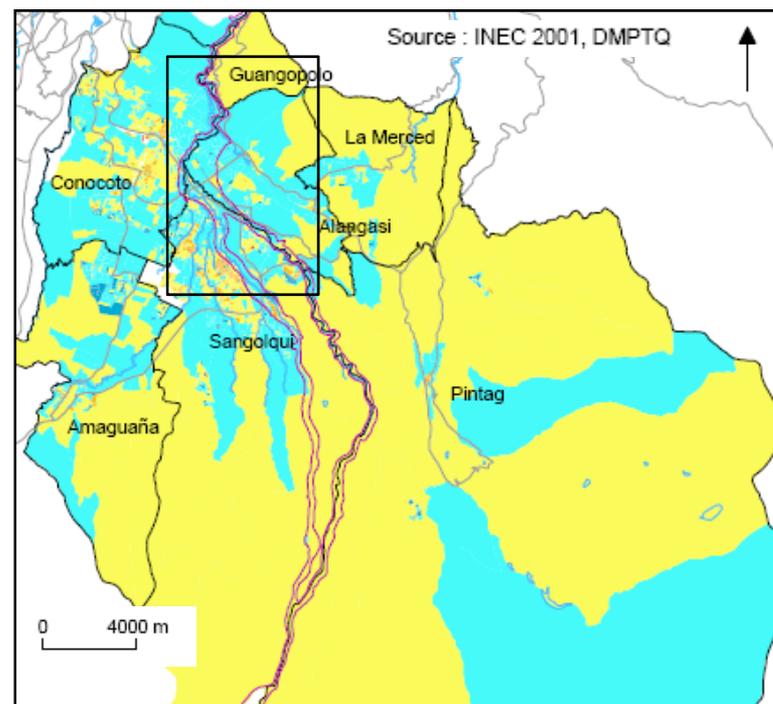
Clases de vulnerabilidad

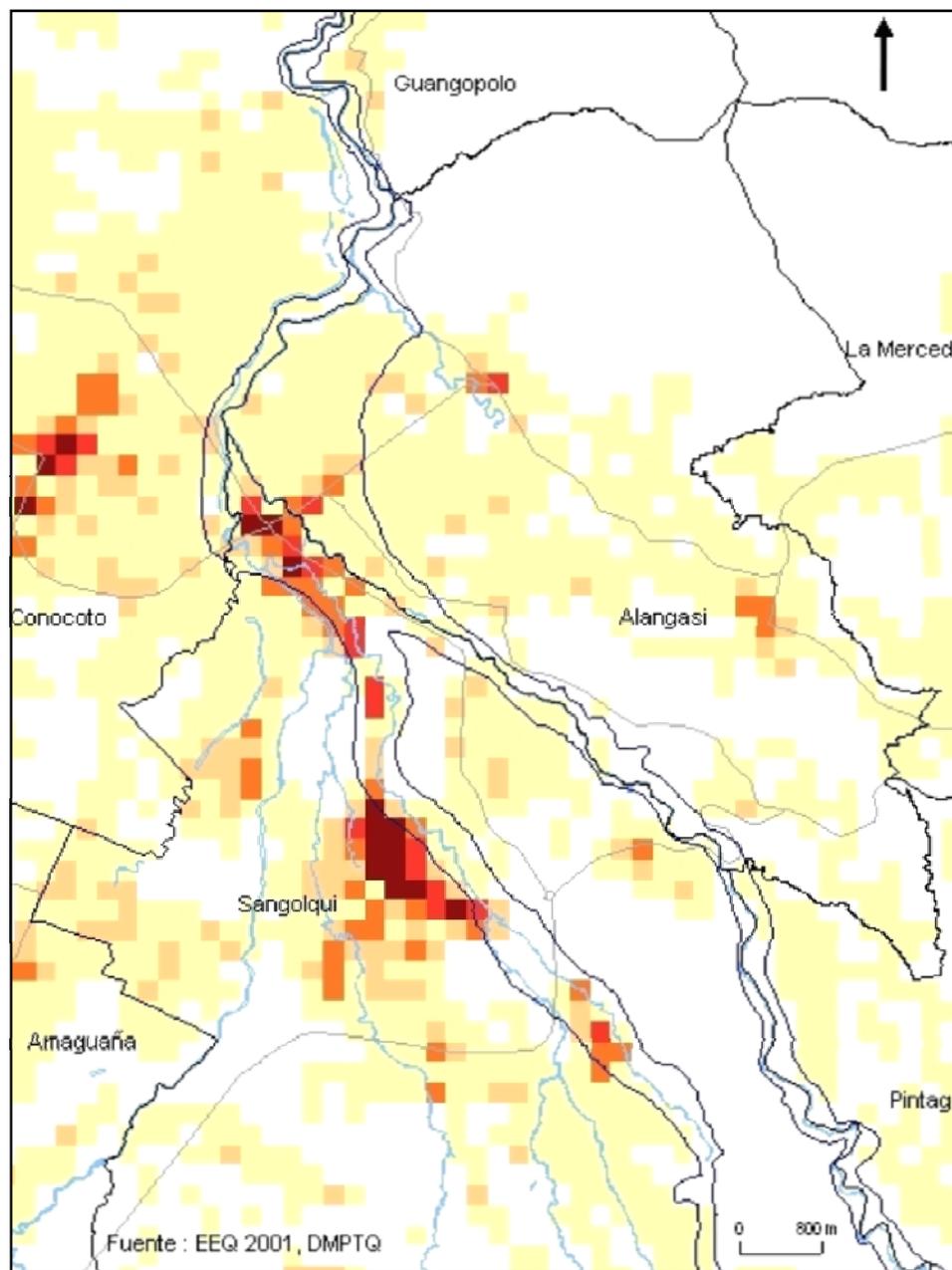


Niveles de exposición

- 5: Zona de exposición mayor según el IG EPN (referencia de 1877)
- 4: Margen de 200m y fuerte aislamiento
- 3: Fuerte Aislamiento
- 2: Margen de 200m
- 1: Aislamiento bajo

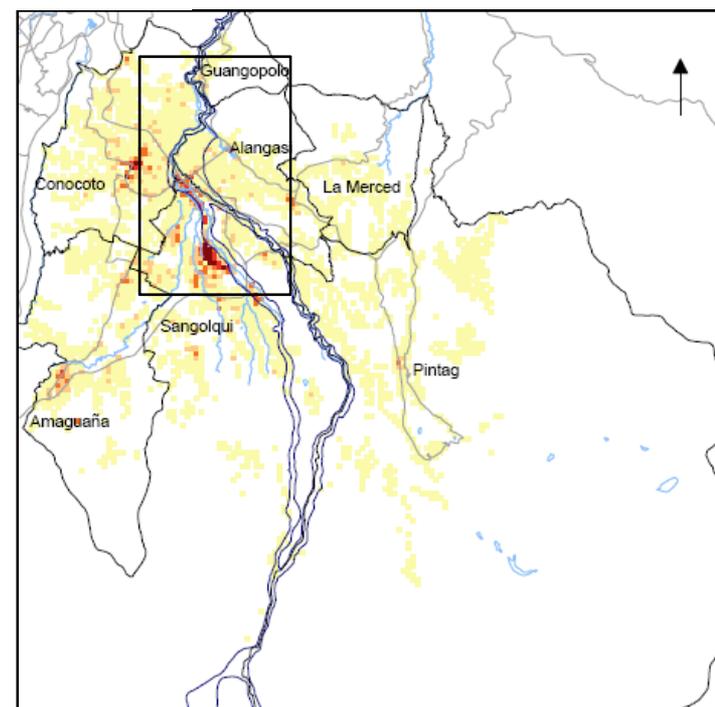
- Red vial
- Limites administrativos
- Limites de los lahares
- Marge de 200 m

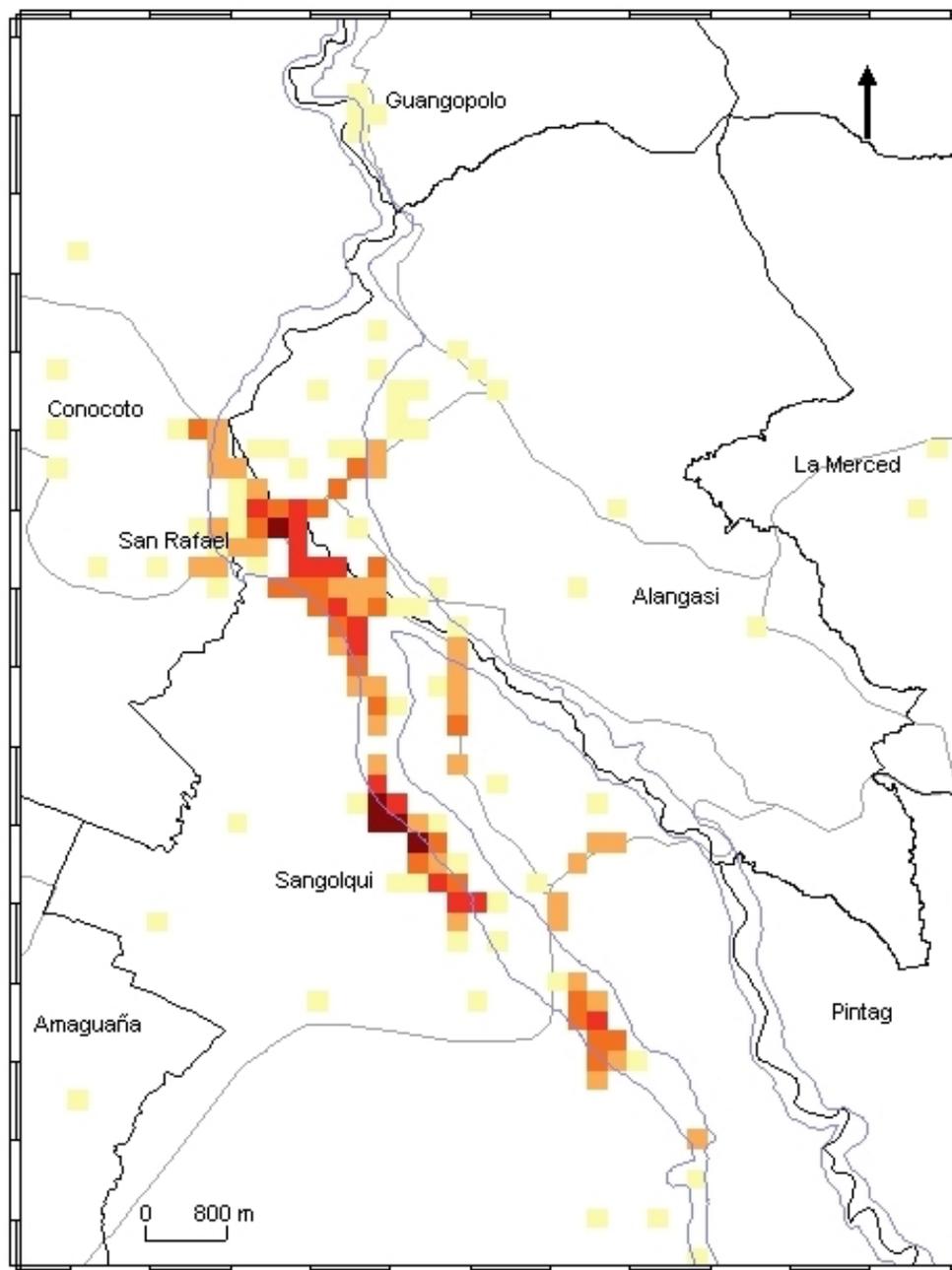




Localización de las zonas de actividades: medidores de luz industriales y comerciales

Número de medidores de luz
industriales y comerciales por malla
de 200 m de lado



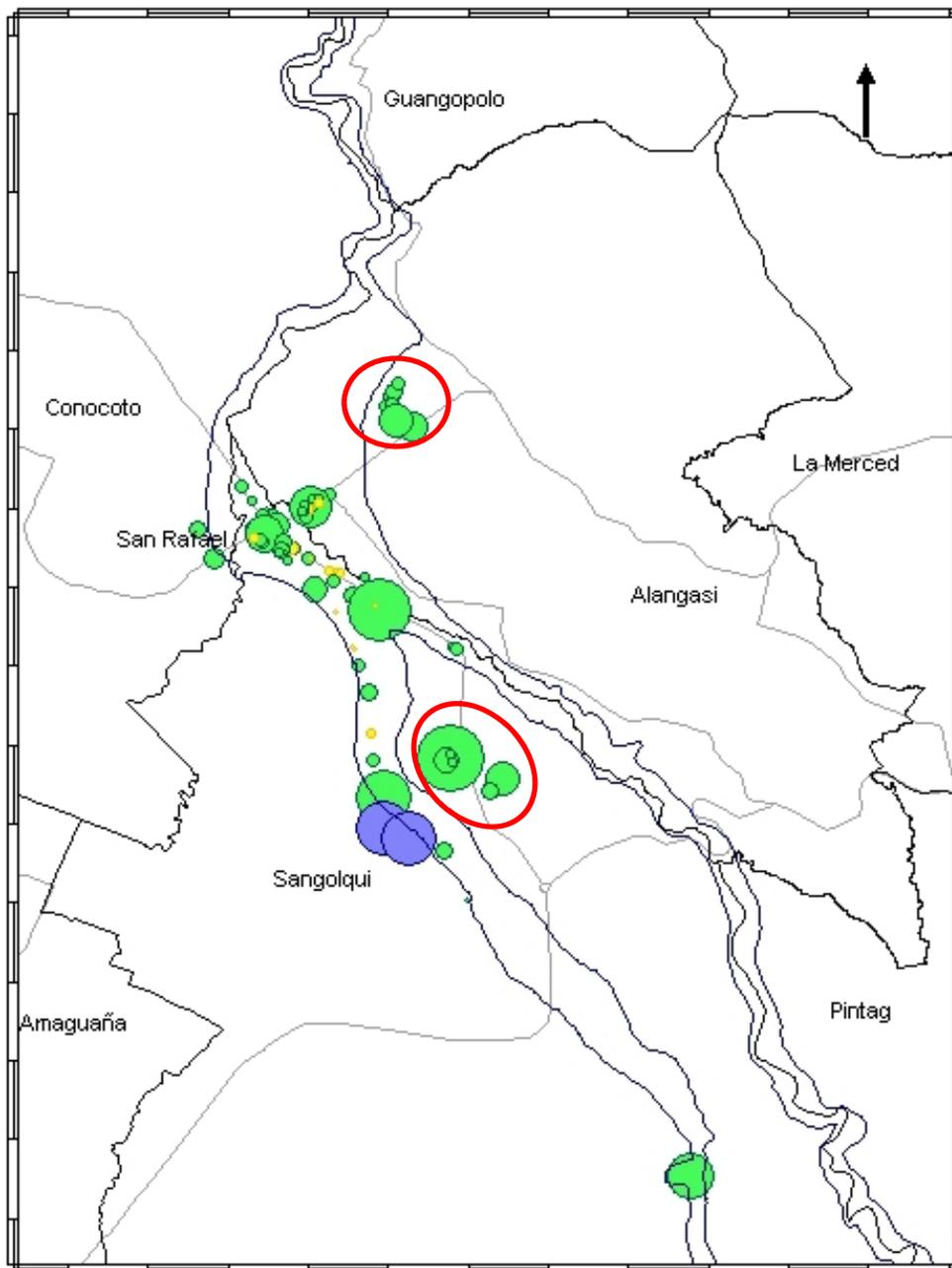


Localización de los pequeños comercios que podrían ser afectados por los lahares del Cotopaxi en el Valle de Los Chillos

Número de pequeñas empresas y pequeños restaurantes por malla de 200 m de lado



- Red vial
- Limites administrativos
- Limites de los lahares



Localización de las principales empresas que podrían ser afectadas por los lahares del Cotopaxi en el Valle de Los Chillos

Número de personal por establecimientos



Tipo de actividades

- Empresas
- Mercados
- Restaurantes

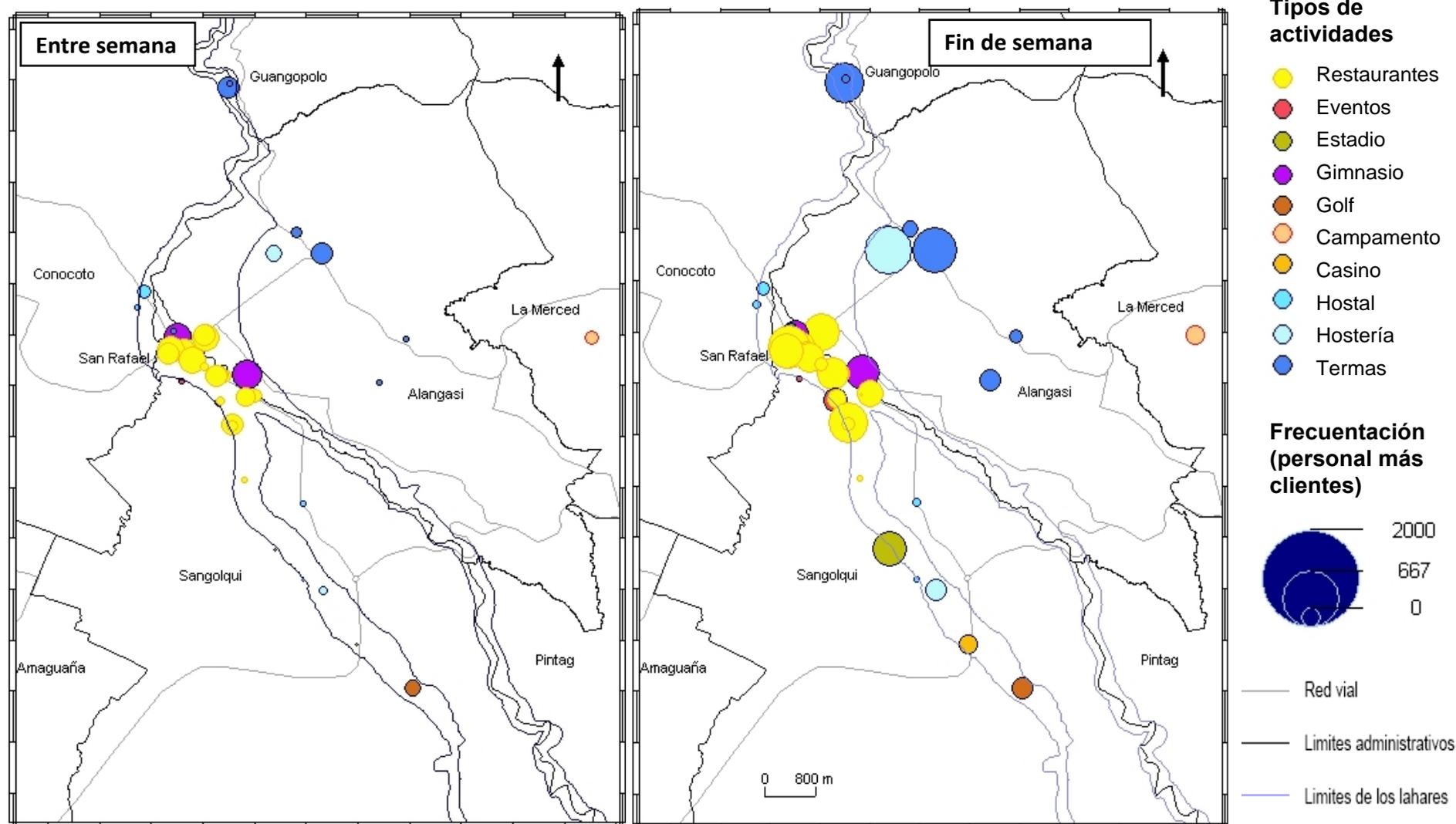
○ Zonas industriales

- Red vial
- Limites administrativos
- Limites de los lahares

Source : INEC 2001 , DMPTQ

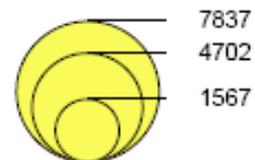
0 800 m

Frecuentación de los lugares de recreación o turísticos que podrían ser afectados por los lahares del Cotopaxi en el Valle de Los Chillos



Establecimientos escolares expuestos a los lahares o a proximidad, en el Valle de Los Chillos

Número de alumnos por establecimientos



Ubicados en zona expuesta

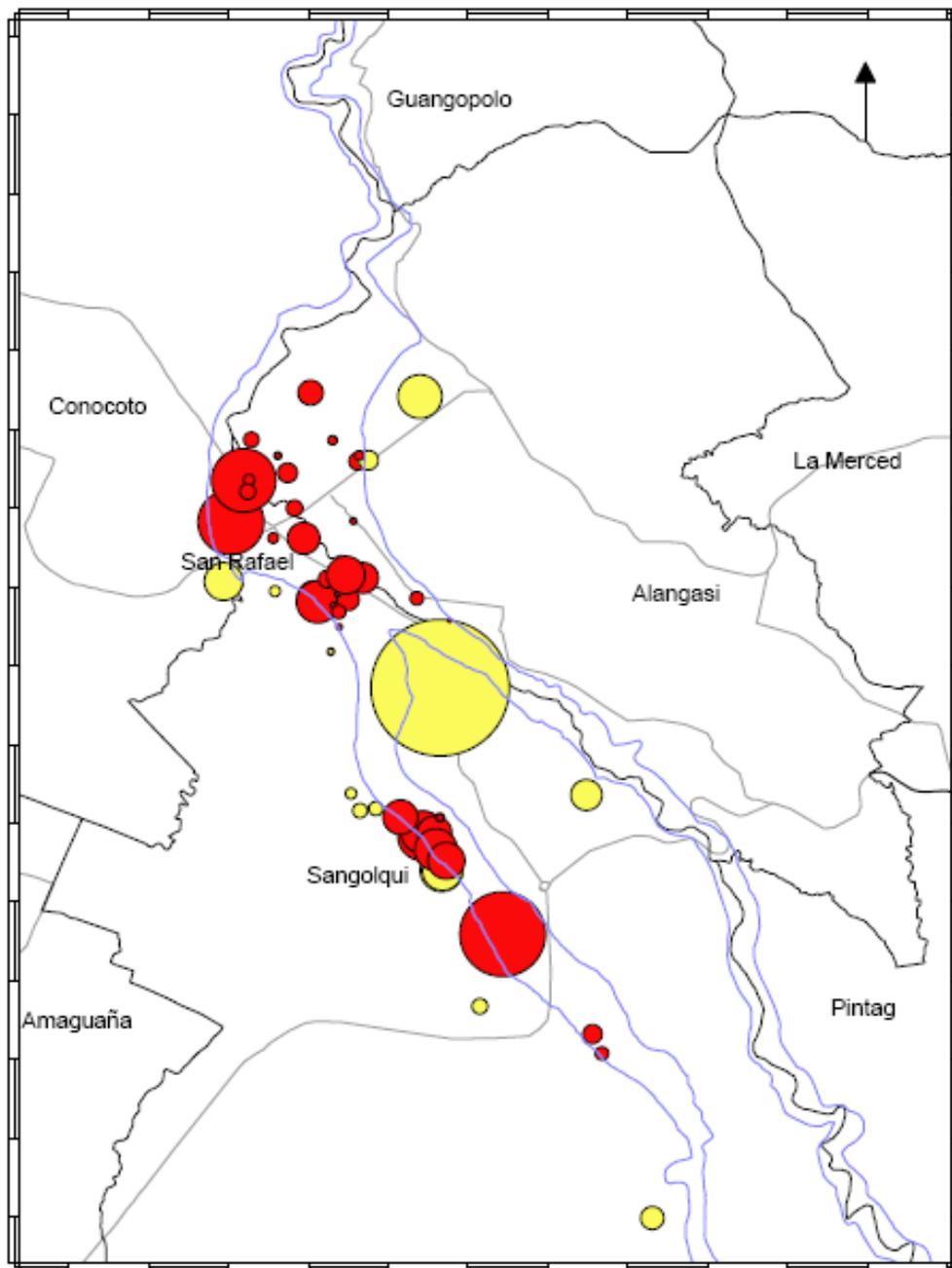
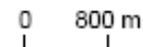


— Red vial

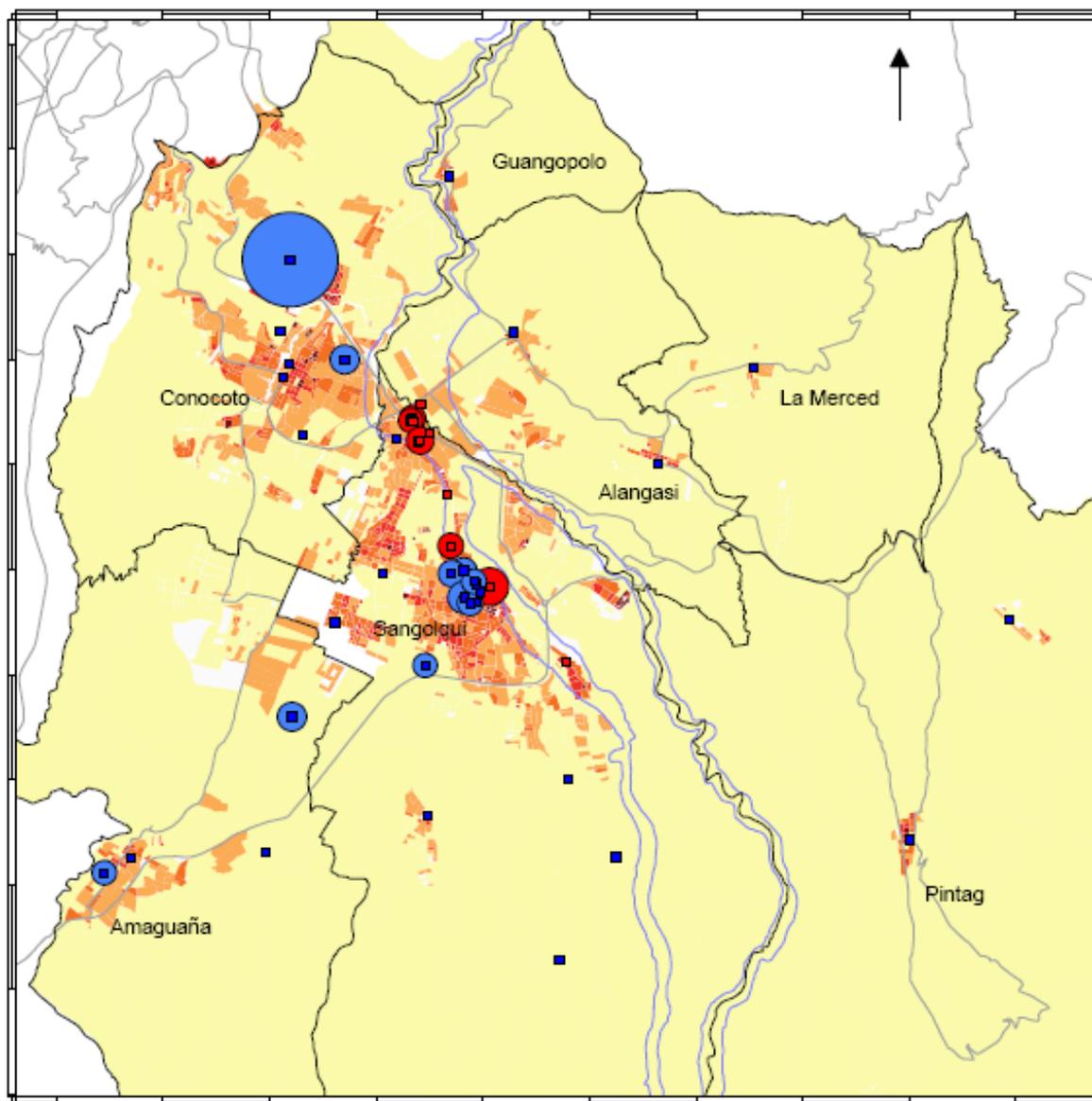
— Limites administrativos

— Limites de los lahares

Source : INEC 2001, DMPTQ



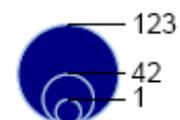
Principales establecimientos de salud del Valle de Los Chillos



Establecimientos de salud y exposición

- Non expuesto
- Expuesto

Capacidad de hospitalización (No. de camas)



Capacidad de hospitalización (número de camas)

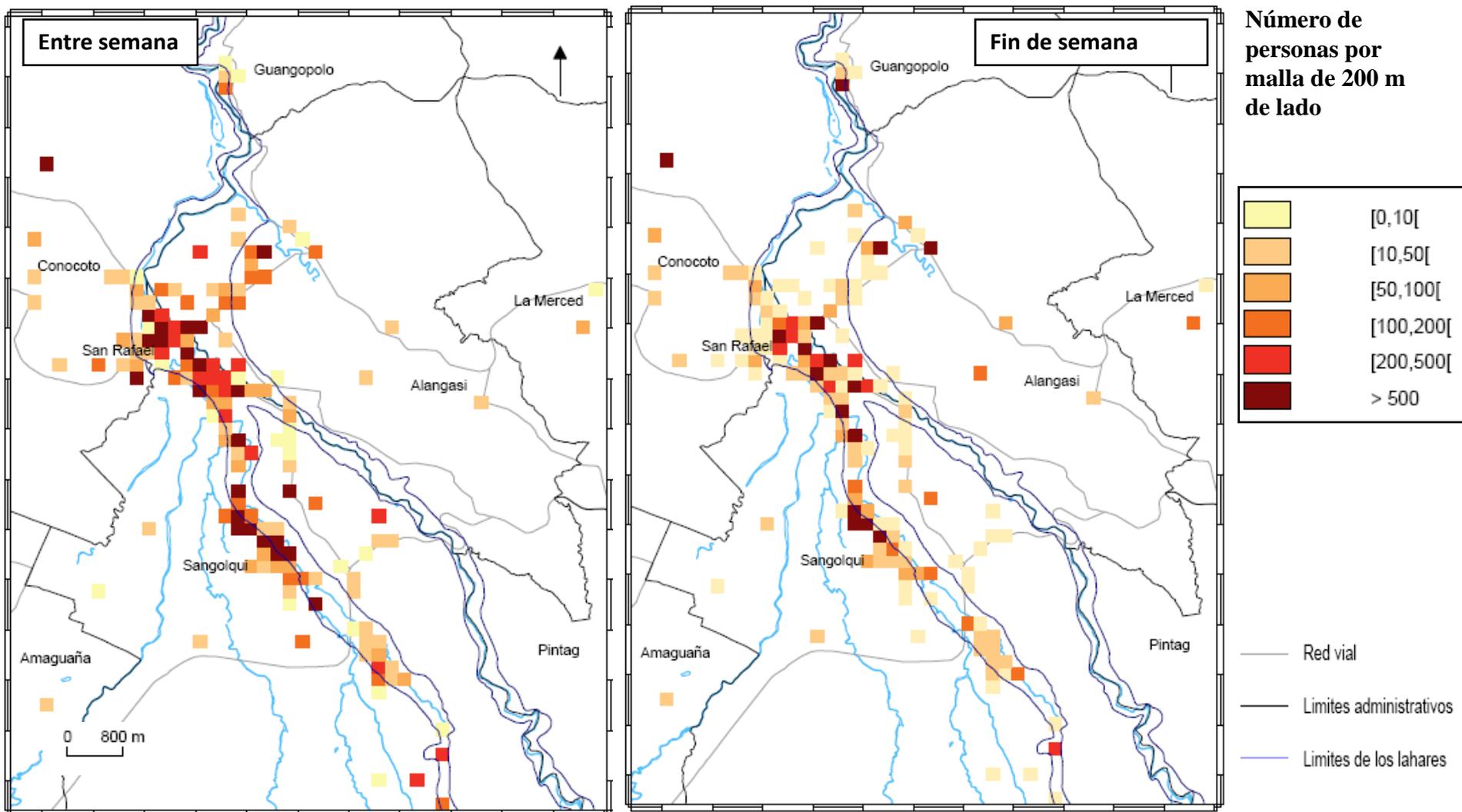
- desconocida
- [0,20[
- [20,50[
- [50,100[
- [100,200[
- > 200

- Red vial
- Limites administrativos
- Limites de los lahares

Source : INEC 2001, DMPTQ

0 2000 m

Total de la población « de día » entre semana y los fines de semana que podrían ser afectados por los lahares del Cotopaxi en el Valle de Los Chillos



Variación entre la población « de día » y la población residente que podrían ser afectados por los lahares del Cotopaxi en el Valle de Los Chillos (escala de las manzanas)

