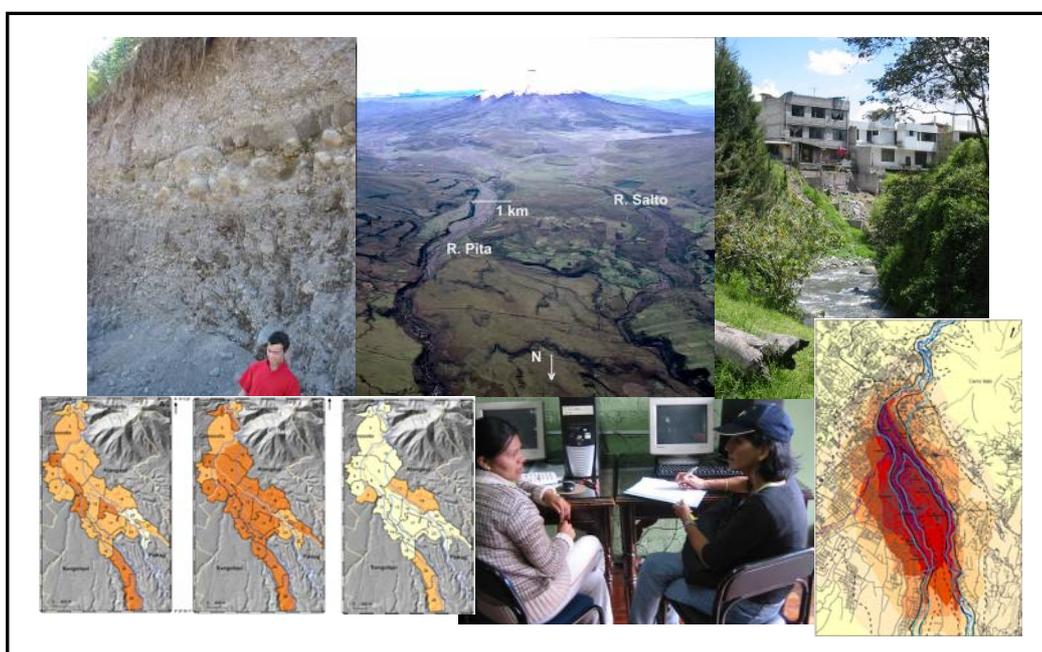


“Percepción de amenazas y riesgos de la población del Valle de los Chillos (Ecuador) frente a una potencial erupción del volcán Cotopaxi”

Diana Salazar V.



Disertación previa a la obtención del título en Ingeniería Geográfica y Desarrollo Sustentable con mención en Ordenamiento Territorial

M. Robert D’Ercole

Marzo, 2008

AGRADECIMIENTOS

De manera muy especial a Robert D’Ercole, por haberme confiado la continuación de su trabajo en el Valle de los Chillos y por todo su apoyo, guianza y sugerencias. Al Instituto Francés de Estudios Andinos (IFEA) y al Programa Andino de Capacitación e Investigación sobre Vulnerabilidad y Riesgos en medio urbano del IRD (PACIVUR) por haber financiado este proyecto.

A la Dirección Metropolitana de Planificación Territorial (DMPT) del Distrito Metropolitano de Quito y al Grupo Por el Ambiente Urbano y Desarrollo (PAUD) quienes pusieron a disposición de este proyecto sus instalaciones, equipos y materiales. A la Casa Cotopaxi por la logística y su apoyo permanente para la correcta ejecución y validación de este estudio. A Galo Manrique por su dirección y consejos.

A Tania y Jérèmy por su compañerismo, enseñanzas y apoyo incondicional a pesar de la distancia. A mis colegas de la Unidad de Estudios e Información de la DMPT, por sus sugerencias y amistad. A aquellas personas que colaboraron en la realización de las encuestas, gracias por soportar el sol abrasador del valle.

Finalmente, un gracias muy especial a mis padres por todos sus esfuerzos y sacrificios; a mis hermanos por su preocupación y guía; a mis amigos por su amistad; y a todas aquellas personas que de una u otra manera colaboraron en el desarrollo y culminación de este proyecto.

TABLA DE CONTENIDOS

AGRADECIMIENTOS.....	2
TABLA DE CONTENIDOS.....	3
LISTA DE CUADROS.....	8
LISTA DE FIGURAS.....	9
LISTA DE FOTOS.....	11
LISTA DE GRÁFICOS.....	12
LISTA DE TABLAS.....	13
INTRODUCCIÓN.....	14
CAPÍTULO I	
1. CRITERIOS TÉCNICOS Y TEÓRICOS.....	19
1.1 Metodología.....	19
1.1.1 Recopilación de información cartográfica.....	19
1.1.2 Validación de la información cartográfica.....	19
1.1.3 Área de estudio.....	20
1.1.3.1 Administración Zonal Valle de los Chillos.....	21
1.1.3.2 Cantón Rumiñahui.....	22
1.1.3.3 Delimitación del área de estudio.....	22
1.1.4 Determinación de unidades de investigación.....	22
1.1.4.1 Criterios de delimitación.....	22
1.1.5 Levantamiento de datos.....	24
1.1.5.1 La Muestra.....	24
1.1.5.2 La encuesta.....	27
1.1.5.3 Trabajo de campo.....	28
1.1.6 Procesamiento de la información.....	30
1.1.6.1 Codificación y digitación.....	30
1.1.6.2 Cartografía Temática.....	30
1.1.7 Análisis de datos.....	30
1.2 Marco Teórico.....	31
1.2.1 Desastre.....	31
1.2.2 Riesgo.....	32
1.2.3 Elementos expuestos.....	32

1.2.4 Amenaza	33
1.2.5 Vulnerabilidad	33
1.2.6 Capacidad, resiliencia.....	35
1.2.7 Volcanes y asentamientos humanos	35
1.2.8 Lahares	36
1.2.9 Geografía del Comportamiento	36
1.2.10 Geografía de la Percepción.....	37
1.2.11 Percepción del riesgo.....	37
CAPÍTULO II	
2. SITUACIÓN ACTUAL DEL VALLE DE LOS CHILLOS.....	39
2.1 Caracterización física	39
2.1.1 Clima	39
2.1.2 Hidrografía	39
2.1.3 Suelos	40
2.1.4 Geología	40
2.1.5 Formaciones vegetales.....	41
2.1.6 Geomorfología.....	41
2.1.6.1 Relieves de los fondos de cuencas.....	41
2.1.6.4 Vertientes inferiores y rellenos de las cuencas interandinas	43
2.1.6.5 Relieves interandinos.....	43
2.1.7 Uso del suelo	44
2.2 Caracterización social del Valle de los Chillos y del área de estudio	45
2.2.1 Población del Valle de los Chillos.....	45
2.2.1.1 Evolución en la ocupación del valle.....	45
2.2.1.2 Número de habitantes	46
2.2.1.3 Características socio-demográficas y económicas	49
2.2.2 Población del área de estudio	51
2.2.2.1 Tipo de población	51
2.2.2.2 Estructura de la población	52
CAPÍTULO III	
3. EL RIESGO Y SUS ELEMENTOS.....	56
3.1 La Amenaza.....	56
3.1.1 El volcán Cotopaxi	56

3.1.1.1 Características generales	56
3.1.1.2 Comportamiento e historia eruptiva del volcán.....	57
3.1.1.3 El casquete glaciar	59
3.1.1.4 Los peligros asociados.....	60
3.2 Vulnerabilidad	64
3.2.1 Poblacional	64
3.2.2 Exposición a la amenaza	66
3.2.3 Institucional	66

CAPÍTULO IV

4. FACTORES DE VULNERABILIDAD DE LA POBLACIÓN DEL VALLE DE LOS CHILLOS

4.1 Percepción de riesgos y capacidad de la población para enfrentar una erupción del Cotopaxi.....	68
4.1.1 Percepción de la amenaza.....	68
4.1.1.1 Percepción de los peligros naturales que amenazan al valle	69
4.1.1.2 Percepción de la naturaleza del Cotopaxi.....	72
4.1.1.3 Percepción sobre las características de erupción del Cotopaxi	73
4.1.1.4 Percepción sobre los lugares más expuestos en el Valle de los Chillos frente a una erupción.....	79
4.1.1.5 Percepción sobre los fenómenos volcánicos que amenazan el Valle de los Chillos y de las consecuencias de una erupción del Cotopaxi	84
4.1.2 Percepción del riesgo personal	84
4.1.2.1 Grados de percepción de riesgo y diferenciaciones espaciales	88
4.1.2.2 Percepción sobre el tipo de consecuencias de una erupción en el sitio de vivienda	90
4.1.2.3 Percepción sobre los fenómenos volcánicos que amenazan el sitio de vivienda	91
4.1.3 Memoria colectiva sobre las erupciones anteriores del Cotopaxi	92
4.1.4 Percepción sobre la preparación personal y capacidad real de la población para enfrentar una emergencia.....	95
4.1.4.1 Capacidad de la población en cuanto a las medidas a tomar en caso de erupción	96
4.1.4.2 Capacidad de la población en cuanto al conocimiento de albergues.....	99

4.1.4.3 Percepción sobre la preparación personal para enfrentar una erupción.	100
4.1.4.4 Conocimiento de la existencia de organismos de gestión de riesgo en el Valle de los Chillos	102
4.1.4.5 Instituciones que deberían encargarse de entregar información sobre riesgos, según los encuestados	103
4.1.4.6 Credibilidad en las capacidades institucionales	104
4.1.4.7 Participación de la población en medidas de preparación	106
4.2 Factores que explican la percepción de riesgo y la capacidad de la población para enfrentar una emergencia	107
4.2.1 Variables e indicadores tomados en cuenta	107
4.2.2 Principales factores que influyen en la percepción de riesgo personal	108
4.2.2.1 Tipo de población	109
4.2.2.2 Sexo	110
4.2.2.3 Rangos de edad	111
4.2.2.4 Tiempo de residencia	112
4.2.3 Principales factores que influyen en la capacidad percibida de la población	113
4.2.3.1 Sexo	113
4.2.3.2 Nivel de instrucción	114
4.2.3.3 Tipo de población	115
4.2.4 Principales factores que influyen en la credibilidad institucional	116
4.2.4.1 Nivel de instrucción	117
4.2.4.2 Número de personas por vivienda	118
CAPÍTULO V	
5. SÍNTESIS Y ORIENTACIONES PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO	120
5.1 Síntesis	120
5.1.1 Percepción del riesgo y su evolución desde 1989 hasta 2007	120
5.1.2 Percepción de la amenaza	121
5.1.3 Capacidad de la población para enfrentar una erupción	122
5.2. Orientaciones para la gestión del riesgo	123
CONCLUSIONES	124
BIBLIOGRAFÍA	127

ANEXOS	131
Anexo 1	132
Anexo 2	133
Anexo 3	134
Anexo 4	135
Anexo 5	136
Anexo 6	137
Anexo 7	138
Anexo 8	139
Anexo 9	141
Anexo 10	142
Anexo 11	143
Anexo 12	146
Anexo 13	147
Anexo 14	148
Anexo 15	149
Anexo 16	150
Anexo 17	151
Anexo 18	152
Anexo 19	153
Anexo 20	154
Anexo 21	155
Anexo 22	156
Anexo 23	158
Anexo 24	159
Anexo 25	160
Anexo 26	161
Anexo 27	161
MAPAS	163

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Tamaño muestral por unidad de investigación según rangos de población	26
2. Superficie en hectáreas de los diferentes tipos de uso de suelo en el Valle de los Chillos	45
3. Evolución de la población del Valle de los Chillos y sus parroquias entre 1877 y 2001	48
4. Distribución porcentual de las principales actividades económicas desarrolladas en la AZVCH	50
5. Distribución porcentual de las principales actividades económicas desarrolladas en el Cantón Rumiñahui	50
6. Síntesis de las erupciones del Cotopaxi en los últimos 2000 años, divididas por principales períodos y por fenómeno ocurrido	58
7. Variables e indicadores tomados en cuenta para el análisis de relaciones	106

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ramas de actividad de los encuestados	54
2. Lugar donde trabajan los encuestados	55
3. Peligros naturales en el valle, según la población encuestada	69
4. Posibilidad de erupción del Cotopaxi, según los encuestados	73
5. Probabilidad de ocurrencia de una erupción del Cotopaxi en el tiempo, según los encuestados	74
6. Percepción sobre el tiempo que demora el Cotopaxi en erupcionar una vez reactivado, según los encuestados	75
7. Magnitud de una erupción del Cotopaxi, según los encuestados	77
8. Alcance geográfico de una erupción del volcán, según los encuestados	78
9. Posibilidad de que una erupción produzca consecuencias desastrosas, según los encuestados	79
10. Fenómenos volcánicos que amenazan el Valle de los Chillos, según los encuestados	84
11. Tipos de consecuencias que originaría una erupción en el valle, según los encuestados	86
12. Percepción de la posibilidad de afectación del sitio de vivienda de los encuestados	87
13. Consecuencias en el sitio de vivienda de los encuestados, según estos últimos	90
14. Fenómenos volcánicos que amenazan el sitio de vivienda de los encuestados, según estos últimos	91
15. Conocimiento de los encuestados sobre erupciones anteriores del Cotopaxi	93
16. Conocimiento sobre las medidas a tomar, según los encuestados	96
17. Conocimiento sobre albergues de emergencia	99
18. Capacidad percibida de la población para sobrevivir a una erupción	100
19. Conocimiento sobre organismos que entreguen información sobre riesgos	102
20. Percepción sobre la preparación de las instituciones para enfrentar una erupción	104
21. Predisposición de los encuestados para participar en medidas de preparación ante una posible erupción del Cotopaxi	106

22. Percepciones de riesgo personal baja y alta según el tipo de población	109
23. Percepción de riesgo personal según sexo	110
24. Percepción de riesgo personal según rangos de edad	111
25. Percepción de riesgo personal según el tiempo de residencia en el valle	112
26. Percepción de la población en cuanto a su preparación para sobrevivir a una erupción, según el sexo	113
27. Percepción de la población en cuanto a su preparación para sobrevivir a una erupción, según el nivel de instrucción	114
28. Percepción de la población en cuanto a su preparación para sobrevivir a una erupción, según el tipo de población	115
29. Credibilidad institucional según el nivel de instrucción	117
30. Credibilidad institucional según el número de habitantes en la vivienda	118

LISTA DE FOTOS

Foto 1 y 2. Trabajo de campo, encuestas. Tomadas por: Diana Salazar	29
3. Valle de los Chillos visto desde el volcán Ilaló. Tomada por: T. Serrano	39
4. Centro comercial River Mall ubicado en Sangolquí, al borde del río Santa Clara. Tomado por: J. Robert, 2007.	51
5. El Cotopaxi y el Valle de los Chillos. Tomado por: M. Campana	56
6. Piedras laharíticas encontradas en el extremo oriental del R. Pita, sector Bethania	62
7. Perfil de un lahar encontrado en el extremo oriental del R. Pita, sector Bethania	62
8. Paso de los lahares por los Ríos Salto y Pita. Mothes, 2007	64
9. Sitio de La Caldera donde se dividen los dos ríos. Mothes, 2007	64
10. Ríos Pita y Santa Clara por donde pasarían los lahares del Cotopaxi y centros urbanos expuestos. Mothes, 2007.	65
11. Casas cerca al Río San Pedro. Sector Capelo. Tomada por: Diana Salazar	65
12. Casas cerca al Río Santa Clara. Sector Sangolquí. Tomada por: Diana Salazar	65

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Ubicación del área de estudio. Valle de los Chillos	20
2. División por administraciones zonales del Distrito Metropolitano de Quito	21
3. División parroquial del Cantón Rumiñahui	22
4. Ejemplo de uso de la herramienta <i>Asignar valor por sorteo</i> en el SIG Savane	29
5. Evolución de la población urbana y rural en el Cantón Quito (1950-2001)	47
6. Evolución de la población urbana y rural en el Cantón Rumiñahui (1950-2001)	47
7. Evolución de la población del Valle de los Chillos, desde 1877 hasta el 2001	48
8. Coberturas de hielo para los tres drenajes del volcán Cotopaxi	57
9. Ortofoto y evaluación de la pérdida de áreas y volúmenes de hielo a partir de modelos de terreno en diferentes años	60
10. Mapa geológico de los depósitos asociados a la erupción del 26 de junio de 1877	63

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Sexo del total de encuestados	52
2. Rangos de edad del total de encuestados	52
3. Nivel de instrucción del total de encuestados	53
4. Tiempo de residencia en el Valle de los Chillos	53
5. Lo que representa el Cotopaxi para los encuestados	72
6. Categorías de respuestas sobre lo que representa el Cotopaxi para los encuestados	73
7. Grado de afectación del sitio de vivienda según los encuestados que consideran que su vivienda sería afectada	87
8. Grado de percepción de riesgo personal según los encuestados	88
9. Siglos en los cuales tuvieron lugar las erupciones anteriores, según los encuestados	93
10. Fuente de conocimiento de los encuestados que conocen sobre erupciones anteriores del Cotopaxi	94
11. Acciones a tomar en caso de una erupción, según los encuestados que consideran tener conocimiento sobre las acciones a tomar en caso de erupción	97
12. Razones por las cuales los encuestados no saben qué hacer en caso de erupción	97
13. Relación entre la percepción de riesgo personal alta y muy alta y el conocimiento de albergues	100
14. Organismos encargados de dar información sobre riesgos, según los encuestados	103
15. Razones por las cuales las instituciones no se encuentran preparadas para enfrentar una erupción, según los encuestados	105
16. Relaciones estadísticas de independencia y asociación entre variables socio demográficas y la percepción de riesgo personal	108
17. Relaciones estadísticas de independencia y asociación entre variables socio demográficas y la capacidad (preparación) percibida de la población	113
18. Relaciones estadísticas de independencia y asociación entre variables socio demográficas y la credibilidad institucional por parte de la población	116

INTRODUCCIÓN

Antecedentes

Desde 1980 se han realizado varios estudios sobre el volcán Cotopaxi pero éstos son casi exclusivamente de vulcanólogos, geólogos y glaciólogos. Esto permite llegar a conocer el contexto geológico, la historia del volcán, los posibles fenómenos eruptivos y las amenazas relacionadas. Para 1988, el Instituto Geofísico (IG) de la Escuela Politécnica Nacional (EPN) elaboró un primer mapa de peligros potenciales del volcán Cotopaxi, el cual incluye zonas de mayor y menor peligro (Ver Anexo 1). Este mapa corresponde al supuesto de una erupción de gran magnitud, cuya probabilidad de ocurrencia es de apenas un 10% (Samaniego *et al.*, 1994). En el 2003, la Escuela Politécnica del Ejército (ESPE) realizó el Mapa de peligrosidad por flujos de lodo (Ver Anexo 2) en la zona que corresponde al Cantón Rumiñahui. Posteriormente, en el 2004, el IG elaboró un segundo mapa que señala una única zona de mayor peligro (Ver Anexo 1), que se presentaría en el caso de una erupción similar a la de 1877 (probabilidad de ocurrencia del 60%). Finalmente, en este mismo año, se realiza un estudio denominado “Evaluaciones del Volumen del Casquete Glaciar que cubre el volcán Cotopaxi” (programa Great Ice del IRD en colaboración con el Instituto Geofísico de la EPN) que establece cambios considerables en la superficie de su cobertura glaciar.

Sin embargo, las amenazas constituyen únicamente uno de los aspectos del riesgo relacionados a este volcán. Otro aspecto es la vulnerabilidad de la población y de sus bienes. Hablando de vulnerabilidad, no solo se considera la exposición directa a las amenazas (lahares, cenizas, flujos piroclásticos...) sino también las características propias de la población y los bienes expuestos. En cuanto a la población, su vulnerabilidad está relacionada con varios factores como la edad, el tiempo de residencia en un lugar peligroso, las condiciones socio-económicas, etc. Dentro de los factores más relevantes de vulnerabilidad, resalta el modo en el cual la población percibe el riesgo volcánico y cómo se representan las zonas peligrosas. En este campo de la vulnerabilidad existen únicamente las investigaciones realizadas por Robert D’Ercole a final de la década del 80, en las Provincias de Pichincha y Cotopaxi potencialmente afectadas por el volcán.

Problemática

El Cotopaxi, con una altura de 5897 m, ubicado a 60 km al sur oriente de Quito, en los límites de las provincias de Pichincha y Cotopaxi, es el volcán activo más alto en la Tierra (Aguilera *et al.*, 2004). Desde 1534, el volcán ha experimentado alrededor de 13 erupciones de importancia, con índices de 3-4 según el VEI (índice de explosividad volcánica, cuyo valor máximo es 5).

En épocas pasadas, las erupciones de este volcán evidencian la producción de flujos piroclásticos, caída de ceniza, y lahares (flujos de lodo y escombros ligados al derretimiento del casquete glaciar durante una erupción), los cuales han destruido varias zonas pobladas a su paso. Los lahares son los fenómenos volcánicos más amenazantes porque pueden afectar tanto áreas próximas como distantes del volcán (Blong, 1984). Uno de los desastres más impactantes ligado a los lahares fue la erupción del Nevado del Ruiz en Colombia el 13 de noviembre de 1985. La ciudad de Armero, ubicada a 45 km del cráter, fue destruida y murieron 25 000 personas. Durante la erupción del Cotopaxi, el 26 de junio de 1877, murieron más de 1000 personas, de las cuales muchas vivían a más de 40 km del volcán. Estudios históricos del Cotopaxi, revelan diecinueve erupciones mayores separadas por períodos de reposo de 15 a 187 años (Barberi *et al.*, 1995).

Debido a un promedio histórico de recurrencia centenaria, y en vista que han transcurrido 107 años desde su última erupción importante, la actividad de este volcán es estudiada constantemente por científicos del IG, convirtiéndolo en uno de los mejores monitoreados en el mundo. En relación con un incremento notable de la actividad sísmica del volcán, el 6 de febrero del 2002, el COE Metropolitano (Comité Operativo de Emergencia del Distrito Metropolitano de Quito) organizó un seminario taller para la evaluación de riesgos y análisis de necesidades en caso de una posible erupción del volcán Cotopaxi. Actualmente, la actividad del volcán ha sido calificada como de baja intensidad. Sin embargo, la ocurrencia en el 2002 de pequeños sismos y fumarolas, nos advierten la probabilidad de una erupción de este coloso en cualquier momento.

Según Sodiro (1877) y Wolf (1878) los tres valles principales aledaños al volcán (del Río Pita al norte, del Río Cutuchi al sur, y del Río Tambo al este) fueron afectados por grandes lahares en 1877. Sodiro, describe que la región del Valle de los Chillos era poco poblada

en esta época (aproximadamente 6000 habitantes), únicamente ocupada por haciendas y algunos pueblos, la mayoría fuera del alcance de los lahares. Sin embargo, la población del Valle de los Chillos se ha multiplicado por doce entre 1877 y 1988 (D'Ercole, 1989). Actualmente son más de 200 000 sus habitantes (según las proyecciones del censo INEC del 2001). Esta población en aumento se ha ubicado en las partes bajas, y la mayoría de construcciones se han implantado en el borde de los ríos Pita, Santa Clara y San Pedro por donde pasarían los lahares del Cotopaxi. Esta población en riesgo se ubica en las parroquias de Alangasí, Conocoto, Guangopolo y Píntag en el Distrito Metropolitano de Quito, y en la parroquia de Sangolquí y Rumipamba en el Cantón Rumiñahui.

El fuerte incremento poblacional a lo largo de los últimos cien años hace que el actual riesgo sea mucho mayor que en el pasado, a pesar de un nivel de amenaza menor debido a la reducción de un tercio de la cobertura glacial del Cotopaxi (Aguilera *et al.*, 2004). Además, no solo cuenta el número de población expuesta sino también los conocimientos y percepciones del riesgo que esta población puede tener en relación con una futura erupción del Cotopaxi, y al final, su nivel de preparación y de vulnerabilidad frente a tal eventualidad. D'Ercole (1989), demostró que el grado de percepción de riesgo de la población del Valle de Los Chillos era uno de los más bajos (Anexo 3) de toda su zona de investigación (desde la parroquia de Tumbaco, provincia de Pichincha, hasta la parroquia de Salcedo, provincia de Cotopaxi). Según Marcelo Campana, funcionario de la Administración Zona Valle de los Chillos (AZVCH), la población residente en la zona de riesgo, y la población del Valle de los Chillos en general, manifiestan no tener conocimiento de las medidas de prevención ante una probable erupción del volcán Cotopaxi.

Es por esto que, en el 2004, se crea la Casa Cotopaxi, la cual lleva a cabo un programa de prevención de riesgos volcánicos a través de la intervención directa de los ciudadanos de la zona de riesgo. La Casa Cotopaxi pertenece a la Unidad de Gestión de Riesgos de la Dirección Metropolitana de Seguridad Ciudadana de la AZVCH y es un centro de información en gestión de riesgos naturales.

Justificación del estudio

Si bien el volcán Cotopaxi es atractivo por su belleza estética y una fuente de vida, sus erupciones volcánicas pueden causar inconvenientes de corto, mediano y largo plazo en las actividades económicas o pérdidas masivas de vidas humanas, destrucción de infraestructuras o de comunidades aledañas enteras. Alrededor de 15 000 personas están ubicadas en zona de alto riesgo volcánico en el Valle de los Chillos, especialmente en San Rafael y Sangolquí. A pesar de esta realidad, muchos estudios sobre el Cotopaxi se han realizado únicamente a nivel físico (conocimiento geológico del volcán y de su comportamiento eruptivo) pero pocos han tomado en cuenta el aspecto social del riesgo volcánico.

Es así que, para reducir la vulnerabilidad y el riesgo, se necesitan, además de mapas de amenazas, precisar las condiciones socio-económicas y la percepción de riesgo de la sociedad en cuestión. Es por esto que el tema propuesto se vuelve esencial si se toma en cuenta que la percepción de las amenazas y el riesgo, la vulnerabilidad, y las capacidades de la población son elementos importantes para el establecimiento de medidas de prevención y para el desarrollo de planes de manejo de crisis volcánicas ligadas al despertar del volcán y a su actividad.

Tomar en cuenta la percepción del riesgo de la población es de fundamental importancia, sea durante un período normal (preparación, prevención), y aún más durante un período de crisis (gestión, evacuación), porque de esta percepción depende el comportamiento humano y de éste las consecuencias de los desastres.

Objetivos

Objetivo General

Contribuir a la reflexión social de los riesgos relacionados con el volcán Cotopaxi para reducir la vulnerabilidad de la población expuesta al volcán en el Valle de los Chillos, al dar a conocer su percepción del riesgo.

Objetivos Específicos

- a.** Establecer el nivel de percepción de amenazas y riesgo, la vulnerabilidad, y la capacidad de la población expuesta a los lahares del volcán Cotopaxi en el Valle de los Chillos.
- b.** Determinar relaciones entre el nivel de percepción de riesgos y las características socio-económicas de la población en cuestión.
- c.** Comparar la percepción de la población obtenida en 1989 por D'Ercole, con los resultados del presente estudio y explicar las diferencias observadas.
- d.** Orientar las acciones de prevención y de gestión de crisis de las autoridades locales.

1. CRITERIOS TÉCNICOS Y TEÓRICOS

1.1 Metodología

La metodología aplicada y descrita a continuación obedece a las técnicas propuestas por la investigación empírica social. “Se puede definir a la investigación empírica social como la colección de técnicas (entrevistas, encuestas) y métodos (cartográfico) para la concreta ejecución de la investigación para la conducta humana y fenómenos” (Schnell y Esser, 1999).

1.1.1 Recopilación de Información Cartográfica

Las siguientes fuentes fueron utilizadas para determinar el área de estudio y las unidades de investigación, así como para la elaboración de mapas temáticos:

- Cartas topográficas 1:50 000 de Sangolquí y Pintag. Instituto Geográfico Militar (IGM).
- Base de datos georeferenciados (red vial, red hidrográfica, límites político administrativos, entre otros) de la Dirección Metropolitana de Planificación Territorial (DMPT) del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ). Escala 1:25 000.
- Cartografía digital de las manzanas y sectores censales del DMQ y del Cantón Rumiñahui. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), 2001.
- Ortofoto que cubre el área del DMQ y del Cantón Rumiñahui. Escala 1:25 000. DMPT del DMQ.

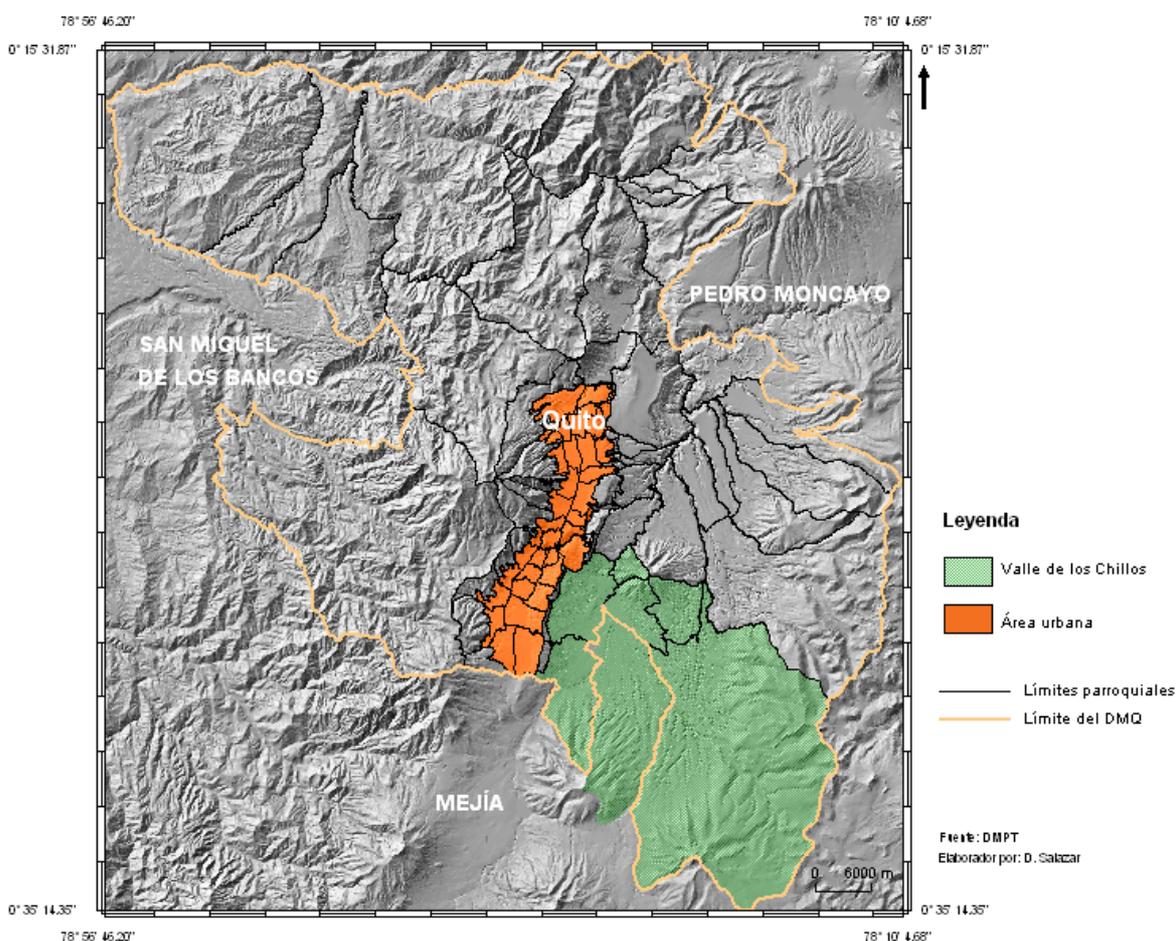
1.1.2 Validación de la Información Cartográfica

El programa *SAVGIS* es un sistema de información geográfica desarrollado por el Institut de Recherche pour le Développement (IRD), actualmente utilizado en la DMPT del DMQ. Esta herramienta geográfica permitió realizar el tratamiento de la información cartográfica recopilada. Su módulo *Savedit* permitió importar y editar la información digital en autocad obtenida del INEC. Posteriormente, con el módulo *Savateca* se integró esta información a la base de datos de la DMPT para poder manipularla. Finalmente, el módulo *Savane* permite la representación de los datos georeferenciados obtenidos.

1.1.3 Área de Estudio

El Valle de los Chillos, está ubicado al suroriente del Distrito Metropolitano de Quito (Provincia de Pichincha), aproximadamente a 45 km del volcán Cotopaxi (Anexo 4). Su altitud promedio es de 2.550 msnm. Limita al norte con el cerro Ilaló; al sur con los volcanes Pasochoa y Sincholagua; al este con el volcán Antisana; y al oeste con la loma de Puengasí que le separa de la ciudad de Quito.

Gráfico 1. Ubicación del área de estudio. Valle de los Chillos.



Esta amplia hondonada, a 30 minutos de la capital, comprende una aglomeración urbana continua con características socio-demográficas similares. Esta continuidad se ve interrumpida por los ríos Pita, San Pedro y Capelo, límites naturales que dividen al conjunto en dos: la Administración Zona Valle de los Chillos (AZVCH) y el cantón Rumiñahui. La extensión total del valle es de 80 500 ha (DMPT), donde el 83%

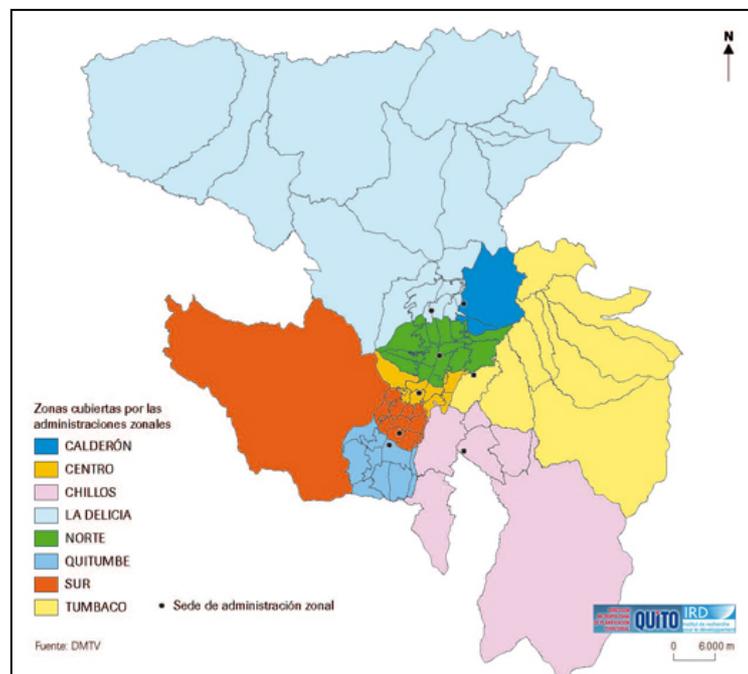
corresponde al territorio de la AZVCH mientras que apenas el 17% corresponde a Rumiñahui.

Estas dos jurisdicciones territoriales que se emplazan en el valle gestionan el territorio de distinta manera, lo que hace que el uso y ocupación del suelo sea diferente para cada una de ellas. Por un lado, en la parte del DMQ predomina el uso residencial y el uso comercial es permitido únicamente a lo largo de las vías principales mientras que en Rumiñahui se promueve un uso comercial generalizado y una expansión urbana poco controlada¹.

1.1.3.1 Administración Zonal Valle de los Chillos (AZVCH)

La AZVCH, creada en 1997, ejerce sus competencias en la zona suburbana del valle. Es una de las ocho administraciones desconcentradas del DMQ (Ver Gráfico 2) y está conformada por seis parroquias rurales: Guangopolo, Conocoto, Alangasí, La Merced, Amaguaña y Píntag (Ver Anexo 5). La extensión total de su territorio es de 67 000 ha.

Gráfico 2. División por administraciones zonales del Distrito Metropolitano de Quito.



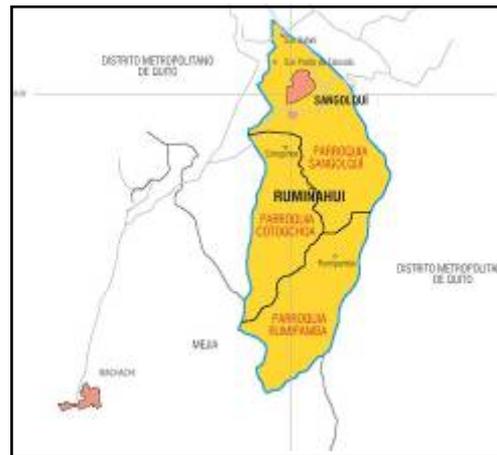
Fuente: www4.quito.gov.ec/spirales/9_mapas_tematicos

¹ Ver Serrano, 2007.

1.1.3.2 Cantón Rumiñahui

Creado en enero de 1938, este cantón es el más pequeño de la provincia de Pichincha, con una extensión total de apenas 13 500 ha. Limita con la AZVCH y está formado por tres parroquias: Cotogchoa y Rumipamba, rurales; y Sangolquí, urbana.

Gráfico 3. División parroquial del Cantón Rumiñahui



Fuente: www.edufuturo.com

1.1.3.3 Delimitación del área de estudio

El mapa regional de los peligros potenciales del volcán Cotopaxi de la zona norte del IG-EPN del 2004, permite observar la extensión de los lahares en el Valle de los Chillos. El límite de este fenómeno volcánico sirve de referencia para restringir el área de estudio únicamente a aquellas parroquias que se verían afectadas por los lahares. De esta manera, se tomaron en cuenta las parroquias de Guangopolo, Conocoto, Alangasí, gran parte de Sangolquí y parte de Píntag (Ver Anexo 6). No fue considerado el sur de Rumipamba y Píntag en vista de limitantes de tiempo.

1.1.4 Determinación de Unidades de Investigación (UI's)

Una vez delimitada el área de estudio, se establecieron unidades de investigación para facilitar el muestreo, la diferenciación espacial y la elaboración de mapas.

1.1.4.1 Criterios de delimitación

Las bases cartográficas disponibles permitieron aplicar los siguientes criterios:

a. Límites naturales y administrativos

Las divisiones y subdivisiones político administrativas del valle permitieron delimitar, de manera preliminar, ciertas unidades. El río Pita es el principal límite natural que separa a la AZVCH del cantón Rumiñahui.

b. Zonificación de la amenaza

El mapa de los peligros potenciales del Cotopaxi, muestra los lugares por donde pasarían los *flujos de lodo y escombros (lahares)* y que corresponden a la *zona de mayor peligro*.

c. Buffer

Son los límites de los lahares realmente precisos?

El mapa de peligros potenciales, es el resultado de un extensivo trabajo de campo que permitió evidenciar el paso de los lahares en erupciones pasadas. Los límites actuales corresponden al supuesto de un escenario similar al de 1877 aunque no se puede asegurar con certitud que sea así. Para la elaboración de este mapa no se consideraron las grandes infraestructuras (centros comerciales, fábricas, entre otros) que existen hoy en día en la aglomeración urbana del Valle de los Chillos y que podrían desviar el curso de los lahares (Mothes, com. pers.). Además mucha de la población ubicada fuera del límite laharítico podría resultar “peligrosa” por desconocimiento, en el momento de la crisis, de ahí la importancia de determinar su nivel de percepción. Por esta razón, se ha considerado un buffer de 500 a 1000 m más allá del límite de los lahares para la delimitación de las unidades de investigación.

d. Distribución de la población

La información geográfica sobre la distribución de los medidores de luz en el espacio con la que cuenta la DMPT, y a nuestra disposición, refleja la repartición de la población, pudiendo ser ésta aglomerada o dispersa.

e. Uso del suelo

A través de la interpretación de una ortofoto que cubre el área del DMQ y de Rumiñahui, escala 1:25 000, se identificaron unidades preliminares (Anexo 7) cuyo uso era residencial, residencial agrícola o de haciendas. El trazado urbano y la observación directa en el campo del área de estudio permitieron diferenciar de mejor manera dichas unidades.

f. Sectores censales del INEC²

Según los criterios antes mencionados se obtuvieron en total, 25 unidades de investigación, (Ver Mapa No.1) que posteriormente fueron modificadas según los límites de los sectores censales para tener el número poblacional de cada una de ellas y facilitar el muestreo.

1.1.5 Levantamiento de Datos

El estudio se apoya principalmente en *encuestas por muestreo* realizadas a una parte representativa (muestra) de la población residente (universo) del total de las unidades de investigación obtenidas.

1.1.5.1 La muestra

Construcción del marco muestral

El marco muestral se construyó a partir de la información del VI Censo de Población y V de Vivienda del 2001. La unidad de análisis corresponde a los jefes de familia (en su defecto miembros de la familia de 17 años en adelante) de los hogares del área de estudio.

Cartografía utilizada

Se utilizó como base la información cartográfica digital proporcionada por el INEC, a nivel de sectores censales. Esta cartografía fue utilizada para determinar la muestra de cada una de las unidades de investigación y para el trabajo de campo.

Tamaño de la muestra

Los datos del INEC (2001) permitieron determinar el universo (N) según el número total de viviendas en la zona de estudio. No se tomó en cuenta el número total de habitantes porque las encuestas serían aplicadas a nivel de hogares.

Donde:

- n muestra
- N universo = 8432
- p proporción de prevalencia estimada = 0.5
- q $p-1 = 0.5$
- z nivel de confianza ($z = 1.96$)
- e margen de error (3,8%)

² Se utilizaron los sectores censales del INEC porque éstos agrupan tanto áreas urbanas como rurales. La división por barrios no fue considerada debido a que en el valle ésta no es clara.

$$n = \frac{N * p * q * z^2}{(N-1) * e^2 + (p * q * z^2)}$$

$$n = 615 \text{ hogares}$$

En vista que existen grandes diferencias en el número de hogares de las unidades de investigación, se decidió agruparlas según rangos, obteniendo así tres grupos (Ver Cuadro 1). Este método tiene por objetivo asegurar que los diversos subgrupos de una población estén representados en la muestra respecto de sus características pertinentes. En aquellas zonas donde existe un mayor número de viviendas interesaba realizar un mayor número de encuestas y viceversa.

Este método presenta ciertos inconvenientes en la medida en que las conclusiones que se obtengan sobre el conjunto de la población deben ser tomadas con cautela sobre todo si nos sujetamos a criterios puramente estadísticos (D'Ercole, 1989). Sin embargo, presenta otras ventajas, como la posibilidad de realizar comparaciones entre zonas, así como la elaboración de cartografía a nivel de unidades de investigación.

Cuadro 1. Tamaño muestral por unidad de investigación según rangos de población.

Unidad de investigación	Número de viviendas	n
	< 120	
Hidroeléctrica	62	15
Ushimana	32	15
Concepción	34	15
San Francisco de Alpauma	21	15
Santa Teresita	51	15
ESPE	114	15
	121 a 500	
Guangopolo	231	25
Armenia I	288	25
San José del Valle	211	25
Mirasierra	223	25
Playa Chica	231	25
San Rafael	471	25
Capelo	361	25
Cooperativa Naranjo	210	25
Yaguachi	215	25
Sebastián Alto	320	25
San Fernando	190	25
La Colina	344	25
Los Angeles	173	25
Cashapamba	440	25
	> 2000	
San Gabriel	547	35
La Paz	683	35
Armenia II	536	35
Sangolquí	1728	35
Selva Alegre	716	35
TOTAL	8432	615

Elaborado por: Diana Salazar

1.1.5.3 La encuesta

El cuestionario

Las 28 preguntas del cuestionario de las *encuestas* permiten conocer la percepción de la población en cuanto a:

- las características de una erupción del Cotopaxi (probabilidad de ocurrencia, magnitud, evolución en el tiempo de la erupción, etc.);
- la memoria colectiva en cuanto a erupciones pasadas;
- los fenómenos volcánicos que podrían afectar al Valle de Los Chillos y el lugar donde la gente vive, así como sus consecuencias;
- la posibilidad de estas personas de verse afectadas;
- las medidas de protección (en particular en relación con una posible evacuación);
- las capacidades existentes para enfrentar el riesgo volcánico.

De manera general todas las encuestas con todas sus preguntas (Anexo 8) permiten llegar a la percepción que la población tiene de una posible erupción del volcán Cotopaxi bajo diferentes formas (características, lugares expuestos, riesgos, etc.).

El mapa mental

El origen de los *mapas mentales*, es decir mapas que representan la imagen mental que una persona tiene de un territorio y sus características, proviene del urbanista norteamericano Kevin Lynch (“Image of the City”, 1960). Él trató de mapear la manera en la cual la población de una ciudad percibía los espacios urbanos y los elementos estructurantes de dichos espacios. Pudo así comparar estos mapas con los de los arquitectos y urbanistas. Robert D’Ercole se inspiró en esta metodología para adaptarla al campo de la percepción de riesgos en Martinica en los años 90’s y en Quito con la reactivación del Guagua Pichincha. Esta misma metodología se implementa en el Valle de Los Chillos.

Adjunto al cuestionario, se le presenta al encuestado un mapa base (Anexo 9) que contiene elementos básicos como: vías principales, ríos, trazado urbano y los nombres de lugares principales fáciles de reconocer por la población. Una vez ubicada su vivienda en el mapa, se le solicita al encuestado que grafique aquellos lugares que, según él, se verían afectados en caso de una erupción del Cotopaxi. Esto permite llegar a una cartografía de los *espacios* considerados como *más expuestos* según las personas entrevistadas. Se obtuvieron

entonces 615 gráficos, los cuales al no ser muy precisos y muchos similares, se los clasificó en grupos, según tipo de dibujo o zona señalada.

De esta manera se obtuvieron 100 gráficos explotables, a los cuales se les asignó un código y se los digitalizó en el SIG Arcview 9.2, para obtener así polígonos a manera de coberturas y llegar así a un mapa de síntesis que se puede comparar a los mapas de los vulcanólogos. Para llegar a este mapa se utilizó la herramienta *Union* que permite combinar las características de diferentes coberturas en una sola mientras mantiene las características y atributos originales.

1.1.5.4 Trabajo de campo

Pruebas de las encuestas

Para validar las encuestas se realizaron dos pruebas preliminares en el campo:

1. Para validar el cuestionario

Se realizaron diez primeras encuestas de manera aleatoria en la parroquia de Alangasí que permitieron validar el cuestionario. Con estas pruebas se modificaron ciertas preguntas que no fueron comprendidas por los encuestados durante el proceso.

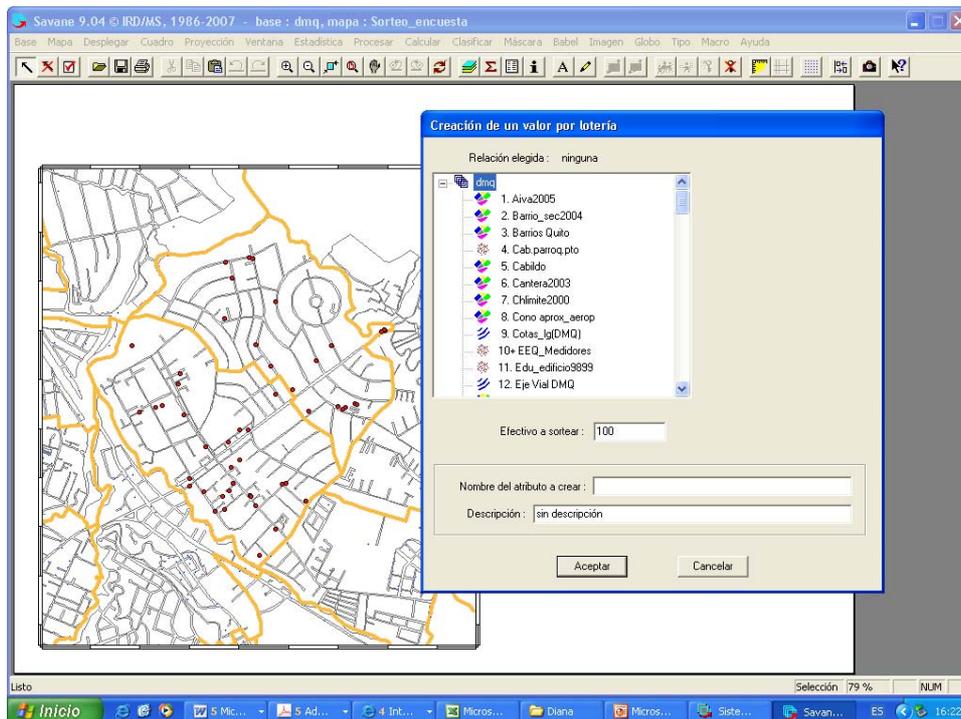
2. Para validar el mapa mental

De igual manera se realizaron diez pruebas para escoger con cuál mapa (entre dos) se identificaba de mejor manera la población y en cuál se ubicaba más rápidamente.

Distribución de las encuestas

Una vez obtenida la muestra de cada unidad de investigación se escogieron al azar los hogares a encuestar. Para esto, se utilizó la relación EEQ medidores creada por la DMPT y a nuestra disposición. Los medidores de luz permiten ubicar los hogares. Con la herramienta *restringir* de Savane se ubicaron únicamente aquellos medidores de luz residenciales del área de estudio. Para que el proceso sea aleatorio se usó la herramienta *asignar valor por sorteo* de Savane que permite ingresar el valor de la muestra para cada unidad de investigación, tal como lo muestra el gráfico 4. Esto permite obtener un mapa de puntos con aquellos medidores de luz residenciales a encuestar (Anexo 10), por cada unidad de investigación, y que será utilizado por cada encuestador como herramienta de trabajo en el campo.

Gráfico 4. Ejemplo de uso de la herramienta *Asignar valor por sorteo* en el SIG Savane.



Elaborado por: Diana Salazar

Organización del trabajo de campo

El trabajo de campo tuvo una duración de dos meses y se desarrolló entre mayo y junio del 2007. Colaboraron tres personas de la comunidad de Alangasí y Conocoto, dos de ellas recomendadas por la Casa Cotopaxi. Además, colaboraron dos geógrafas que tenían experiencia realizando encuestas. El trabajo se organizó de la siguiente manera: 1) capacitación a encuestadores, 2) aplicación de las encuestas bajo supervisión, 3) recepción y revisión de la información junto con encuestadores.



Foto 1. Trabajo de campo, encuestas
Tomado por: D. Salazar. Junio, 2007.



Foto 2. Trabajo de campo, encuestas
Tomado por: D. Salazar. Junio, 2007.

1.1.6 Procesamiento de la Información

1.1.6.1 Codificación y digitación

Una vez revisadas las encuestas se codificaron cada una de las respuestas (Ver Anexo 11), digitarlas y así crear una base de datos en el programa Statistical Package for the Social Sciences (SPSS). Este paquete informático permitió realizar los debidos cruces de las tablas y el procesamiento estadístico de los datos.

1.1.6.2 Cartografía temática

Una vez editada la base de datos de las encuestas, se graficaron los puntos que corresponden a las personas encuestadas en el área de estudio. Primeramente, en el módulo Savedit del GIS Savane, se crea un archivo .car donde se grafican y posicionan en el espacio, los puntos que corresponden a los encuestados (Ver Mapa No.2).

La ventaja de un SIG, es que permite, entre otras cosas, relacionar una base de datos con los distintos elementos geográficos representados (líneas, puntos o polígonos). En este caso, la utilidad de integrar la base de datos de las encuestas a los puntos (que representan a los encuestados) y a las zonas (que representan a las unidades de investigación), es la posibilidad de poder restringir únicamente aquellas preguntas y respuestas que interesa representar a manera de mapas temáticos, para su posterior análisis.

De esta manera, se obtuvieron mapas temáticos, algunos de puntos otros de zonas, para representar aquellos resultados más interesantes y representativos obtenidos a partir de las encuestas.

1.1.7 Análisis de Datos

Con la información obtenida de las encuestas y los mapas, se analizaron los datos estadística (relaciones entre variables) y espacialmente, y se sacaron conclusiones sobre la manera de percibir una posible erupción del volcán Cotopaxi, sobre el nivel de percepción de riesgo de la población y sobre el grado de preparación para enfrentar una crisis volcánica, entre otros. La percepción de la población obtenida se puede comparar con la que tienen los científicos en función de sus propios criterios. Las diferencias que se podrán identificar entre las dos representaciones pueden constituir elementos claves de diálogo

entre población y científicos en el marco de actividades de preparación para enfrentar una futura erupción del volcán Cotopaxi.

1.2. MARCO TEÓRICO

A continuación, se presentan las principales bases teóricas utilizadas en la investigación propuesta. Se trata primeramente de definir el desastre y el riesgo, el primero expresando un acontecimiento concreto mientras el segundo expresa una potencialidad. El riesgo es resultado de la conjunción espacial de cuatro componentes: la existencia de elementos expuestos, de amenazas, de vulnerabilidades y de capacidades para enfrentar tanto las amenazas como las vulnerabilidades (D'Ercole y Trujillo, 2003). Se completarán estas bases con la que conciernen a la amenaza específica de lahares a la cual se encuentra expuesta la población del Valle de los Chillos. También se establecerán conceptos básicos sobre Geografía del Comportamiento, Geografía de la Percepción y la percepción de riesgos.

1.2.1 Desastre

Es un evento o suceso que ocurre generalmente de manera repentina e inesperada, causando alteraciones intensas en los elementos sometidos, como pérdida de vidas, efectos en la salud, destrucción o pérdida de los bienes de una colectividad y daños severos sobre el ambiente. Todo esto genera, a su vez, desorganización de los patrones normales de vida, adversidad, desamparo y sufrimiento de las personas y efectos sobre la estructura socioeconómica de una región o país (Cardona, 1993).

Los desastres pueden ser ocasionados por un fenómeno natural, provocados por el hombre o ser consecuencia de una falla de carácter técnico en sistemas industriales o bélicos. Algunos desastres provocados por fenómenos de origen natural corresponden a amenazas que no pueden ser aplacadas debido a que su mecanismo de origen no puede ser intervenido, aunque puede ser controlado parcialmente (Cardona, 1993). Los fenómenos naturales que provocan desastres son los siguientes:

- Terremotos
- Erupciones volcánicas
- Inundaciones
- Sequías
- "Tsunamis"
- Huracanes

Las medidas de prevención contra los efectos de los desastres son fundamentales en los procesos de desarrollo tanto en los ámbitos regional y urbano, con el fin de reducir el nivel de riesgo existente. Los desastres pueden tener grandes impactos en el desarrollo de las comunidades expuestas, por tanto es importante ejecutar medidas preventivas, medidas de recuperación y sobre todo incorporar los análisis de riesgo a los aspectos sociales y económicos de cada región o país (Cardona, 1993).

1.2.2 Riesgo

Convolución entre la probabilidad de ocurrencia de eventos peligrosos y de la vulnerabilidad de los elementos expuestos a tales amenazas, matemáticamente expresado como la probabilidad de exceder un nivel de consecuencias económicas y sociales en un cierto sitio y en un cierto período de tiempo (Spence, 1990). Es decir, es relacionar la amenaza y vulnerabilidad.

El riesgo es una función compuesta de una amenaza natural compleja (pero conocida) y el número de personas caracterizadas por sus diferentes grados de vulnerabilidad que ocupan el espacio y el tiempo de exposición a eventos extremos (Blaikie *et al.*, 1996).

El triple enfoque “elementos expuestos, amenazas, vulnerabilidad” no es suficiente para apreciar el riesgo en todas sus dimensiones. Es importante también integrar un cuarto enfoque, el de capacidad (D’Ercole, Trujillo, 2003).

1.2.3 Elementos Expuestos

Cuando se habla de elementos expuestos (o elementos en riesgo), se habla de todo lo que es de interés humano y que puede verse afectado o sufrir daño en caso de ocurrencia de un evento dañino: la población, sus bienes, las actividades económicas, las infraestructuras, etc. (D’Ercole, Trujillo, 2003). Estos elementos que la comunidad tiene que proteger ocupan una posición central en la definición del riesgo y no hay riesgo si no hay elementos expuestos (D’Ercole, Metzger, 2002).

1.2.4 Amenaza

Factor de riesgo externo de un sujeto o sistema, representado por un peligro latente asociado con un fenómeno físico de origen natural o tecnológico que puede presentarse en un sitio específico y en un tiempo determinado produciendo efectos adversos en las personas, los bienes y el ambiente; matemáticamente expresado como la probabilidad de exceder un nivel de ocurrencia de un evento con una cierta intensidad en un cierto sitio y en cierto período de tiempo (Cardona, 1993).

La amenaza es un fenómeno potencialmente destructor, de origen natural (sismo, ciclón, erupción volcánica...), antrópico (explosiones al interior de una fábrica de productos químicos, actos de violencia, guerra...) o mixto (por ejemplo, ciertos deslizamientos de terreno, inundaciones, sequías, epidemias...), capaz de afectar a un territorio definido por la presencia y la importancia de los elementos que se ubican en él (habitantes, bienes, patrimonio, actividades, etc.). Puede caracterizarse por su naturaleza, una intensidad, una extensión espacial y también una frecuencia. Si bien está lejos de ser totalmente aleatoria, constituye una potencialidad destructora, lo que genera incertidumbre y por tanto dificultades políticas de manejo de los riesgos. Es posible, en efecto, aproximarse a la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno dado, al igual que a su intensidad, pero jamás se puede definirlos con precisión (D'Ercole, Metzger, 2004).

Por otro lado, la noción de amenaza natural (como la de riesgo natural), a menudo utilizada, es muy cuestionable. En efecto, la amenaza puede tener un origen natural pero se antropiza rápidamente, sobre todo en el medio urbano, lo que significa que el comportamiento de los hombres, las actividades y el uso del suelo influyen en diversos grados en los procesos físicos. En otras palabras y particularmente en el medio urbano, los destructores no son los procesos naturales en sí sino muchas veces su transformación por la antropización del medio (D'Ercole, Metzger, 2004).

1.2.5 Vulnerabilidad

Concepto técnico, utilizado originalmente (finales de los años 70) sobretodo en ingeniería, con el pasar de los años el concepto se ha vuelto cada vez más social.

Grado de pérdida de un elemento o grupo de elementos bajo riesgo, resultado de la probable ocurrencia de un evento desastroso, expresada en una escala que va de 0, o sin daño, a 1, o pérdida total (UNDRO, 1979).

Predisposición intrínseca de un sujeto o elemento a sufrir daño debido a posibles acciones externas (Cardona, 1993).

Por vulnerabilidad se entiende a las características de una persona o grupo desde el punto de vista de su capacidad para anticipar, sobrevivir, resistir y recuperarse del impacto de una amenaza natural. Algunos grupos sociales son más proclives que otros al daño, pérdida y sufrimiento frente a las amenazas, esto depende de las características inherentes de la población como clase, casta, etnicidad, género, incapacidad, edad o estatus (Blaikie, *et al.*, 1996).

La vulnerabilidad frente a desastres (es decir la propensión de un elemento expuesto, tal como una comunidad, un edificio o una red de agua potable, a sufrir daños), ha sido tomada en cuenta progresivamente desde finales de los años 1970 y sobre todo en los diez últimos. La idea es simple. No todos los elementos expuestos presentan la misma propensión al daño, en caso de producirse el fenómeno destructor. En otras palabras, algunos son más frágiles o más sensibles que otros y por tanto el riesgo que corren es mayor. Habiendo partido de consideraciones esencialmente técnicas (vulnerabilidad estructural de un edificio por ejemplo), la vulnerabilidad ha adquirido paulatinamente una dimensión social. La debilidad de una sociedad reside entonces en su capacidad (o más bien su incapacidad) de prevenir, afrontar y superar una catástrofe (D'Ercole, Trujillo, 2003).

Por mucho tiempo la vulnerabilidad ha sido percibida únicamente en su aspecto pasivo: la propensión de un elemento (una comunidad, un edificio, una red de abastecimiento de agua, etc.) a sufrir daños bajo el efecto de un fenómeno exterior destructor. Recientemente el concepto ha evolucionado para tomar en cuenta su dimensión activa, dinámica. La vulnerabilidad ya no es solamente el hecho de ser más o menos susceptible de sufrir daños, sino también el de estar en capacidad de generarlos, amplificarlos, darles características particulares (D'Ercole, Metzger, 2004).

1.2.6 Capacidad, resiliencia

A través de las amenazas capaces de ocasionar daños y la vulnerabilidad que refleja las debilidades humanas, sólo se registran los componentes negativos del riesgo, cuando en realidad es producto de un juego de fuerzas opuestas. El riesgo no es sólo el resultado de la conjunción espacial de dinámicas negativas, sino que también intervienen en él dinámicas positivas que tienen el efecto de reducirlo. Los conceptos de capacidad (se utiliza también el de resiliencia) traducen tales dinámicas positivas (D'Ercole, Trujillo, 2003).

Considerando el fracaso de las soluciones tecnológicas para resolver los problemas relacionados con los desastres, se desarrollaron estos conceptos para aumentar la capacidad de resistencia de las comunidades frente a eventos dañinos (*capacity building* en inglés) (de Vanssay, 2004).

“Estos conceptos reflejan la capacidad de adaptación y de actuación (anticipar, enfrentar, resistir, recuperar...) frente a la ocurrencia de fenómenos dañinos o su posibilidad de ocurrencia” (D'Ercole, com. pers.).

1.2.7 Volcanes y asentamientos humanos

La fricción entre placas adyacentes y la subducción de una de ellas bajo otra genera la fusión de rocas dentro de la corteza, lo que a su vez provoca que el magma ascienda a la superficie a través de grietas o fisuras. El proceso por el cual este material es expulsado en ocasiones suavemente o de manera explosiva se denomina erupción volcánica.

Muchas ciudades se encuentran ubicadas cerca al cinturón de fuego, a lo largo del cual se sitúan los volcanes más explosivos en el mundo (Chester *et al.*, 2001), como por ejemplo el volcán Cotopaxi. Ecuador está situado sobre el cinturón de fuego del Pacífico donde chocan las placas tectónicas de Nazca (oceánica) y Sudamericana (continental). Los Andes en el Ecuador, forman dos cordilleras de más de 645 km de largo y 15 a 65 km de ancho, con alturas que superan los 5 000 msnm (Arroyo B., 2004), en las cuales se encuentran alrededor de 50 volcanes.

Alrededor de 500 millones de personas están expuestas al riesgo volcánico en el mundo (Chester *et al.*, 2001). En Ecuador, aproximadamente 4 millones de ecuatorianos viven en

las zonas de influencia de veinte volcanes activos, a 20 o 25 km próximos o en las orillas de los ríos que nacen en éstos (Arroyo B., 2004). Según Hugo Yepes del IG-EPN, la atracción de estos colosos radica en que son una fuente de agua proveniente de los deshielos de los glaciares de ciertos volcanes o del agua atrapada en los páramos de otros; y en la fertilidad del suelo volcánico, una vez renovado. En el Ecuador, también se debe considerar otro factor que ha influido, desde tiempos prehistóricos, al asentamiento de poblaciones en las cercanías de los volcanes: su deificación. Ya en la actualidad, las ciudades se han ido instalando amparadas de la poca y benévola actividad de los volcanes en el siglo XX.

1.2.8 Lahares

Los lahares son mezclas de materiales volcánicos (rocas, pómez, arena), removilizados por el agua proveniente de la fusión del casquete glaciar, de la ruptura de un lago ubicado en un cráter o de fuertes lluvias. Estos flujos se mueven ladera abajo por la fuerza de la gravedad, a grandes velocidades (hasta 100km/h) y siguiendo los drenajes existentes. Los lahares se forman cuando masas sueltas de escombros no consolidados, tales como ceniza depositada en los flancos de un volcán, depósitos glaciares, escombros de flujos piroclásticos y de avalanchas de roca, se saturan de agua y comienzan a moverse (Samaniego, 2003).

El tamaño del material movilizado por estos flujos es muy variable, pudiendo ser desde arcilla o arena hasta bloques de varios metros de diámetro.

1.2.9 Geografía del Comportamiento

La geografía del comportamiento supone que los seres humanos responden al ambiente tal como es percibido e interpretado a través de las experiencias y conocimientos previos (Mora, 2006). A partir de los años 60, la influencia comportamental o “behaviouriste” de la geografía se hace más fuerte a partir de las investigaciones en Psicología. Esta influencia inserta al geógrafo al mundo subjetivo de la persona y privilegia el estudio de los procesos cognitivos individuales, es decir procesos que incluyen “los mecanismos de adquisición, de representación de información y su transformación en conocimiento útil para juzgar y decidir” (Bailly, 1984). El principal reto de la geografía del comportamiento analítico es lograr que la geografía sea una perspectiva destinada a explicar el comportamiento espacial

del ser humano, en lugar de una descripción de los movimientos de los seres humanos en el espacio (Mora, 2006).

1.2.10 Geografía de la Percepción

La geografía de la percepción investiga las imágenes subjetivas de los habitantes de ciertas áreas en relación a la información científica establecida (Mora, 2006). Esta geografía posee una corriente ambientalista y juntas evalúan la manera en la cual el ambiente influencia en las reacciones y los comportamientos así como las reinstalaciones espaciales que se siguen (Bailly, 1984).

La geografía del comportamiento desarrolló el estudio de la percepción ambiental. La percepción ambiental estudia los procesos involucrados en el desarrollo y procesamiento de representaciones mentales desarrolladas por los sujetos para interpretar mejor y comprender lo que les rodea; para esto son muy utilizados los mapas mentales o cognitivos (Mora, 2006).

1.2.11 Percepción del Riesgo

La manera de ver la vulnerabilidad y el riesgo de los expertos como geólogos, hidrólogos, ingenieros o planificadores puede ser muy diferente de aquella de las personas y comunidades expuestas. Es por esto que es muy necesario profundizar el conocimiento acerca de la percepción individual y colectiva del riesgo e investigar características culturales, de desarrollo y organización de las sociedades que favorecen o impiden la prevención y la mitigación; aspectos que ayudan a encontrar medios eficientes que logren reducir el impacto de los desastres en el mundo (Blaikie *et al.*, 1996).

Los estudios de percepción de riesgo analizan los juicios que las personas realizan cuando se les solicita que valoren el grado de peligrosidad de las amenazas naturales. Dentro de estos estudios es también importante conocer qué variables personales y sociales predicen los juicios de peligrosidad ambiental que establecen los individuos. Cuando conocemos estas predicciones será posible establecer qué condiciones (educativas o de intervención social) y qué tipos de personas son más proclives a percibir diferentes niveles de riesgo ambiental (Corral *et al.*, 2003).

Una de las disciplinas que toma en cuenta la percepción del riesgo es la *Psicología Ambiental*, que estudia la interacción entre la conducta humana y las diversas facetas del entorno socio físico. Esta rama de la psicología examina: a) la percepción de los individuos con respecto a los riesgos y, b) la manera en la cual dicha percepción afecta las conductas con las que los sujetos afrontan los riesgos (Corral *et al.*, 2003). La percepción del riesgo junto con el conocimiento de medios de protección, constituyen factores cognitivos que influyen en el comportamiento de las personas frente a una amenaza. La preparación de la población ante la amenaza, provocan en ella la consecución de reflejos útiles ante la emergencia (D'Ercole, 1991).

La percepción de riesgos ambientales determina el grado de preparación de los individuos para enfrentar de manera efectiva los peligros y desastres y, éste a su vez es determinante de las respuestas adecuadas o inadecuadas de esos individuos ante el problema ambiental real.

2. SITUACIÓN ACTUAL DEL VALLE DE LOS CHILLOS

2.1 Caracterización Física



Foto 3. Valle de los Chillos visto desde el volcán Ilaló.

Tomada por: T. Serrano, septiembre 2006.

2.1.1 Clima

En el valle existen dos tipos de clima según Pourrut:

- a. Ecuatorial Mesotérmico Semi-húmedo, que se encuentra en gran parte del valle. Es el clima más frecuente en la zona andina. La pluviometría anual está distribuida en dos estaciones lluviosas, comprendidas entre 500 y 2 000 mm. Las temperaturas medias oscilan entre 10 y 20° C y la humedad relativa entre el 65 y el 85%.

- b. Ecuatorial de Alta Montaña, en parte de la parroquia de Píntag y al sur del cantón Rumiñahui. Está ubicado sobre los 3 000 m de altura. La temperatura media es de 8° C con máximos de hasta 20° y mínimos que pueden ser menores a 0° C. La pluviometría anual varía entre 1 000 y 2 000 mm. La humedad relativa es mayor al 80%.

2.1.2 Hidrografía

La red hidrográfica del Valle de los Chillos está comprendida por tres ríos principales: el *San Pedro* atraviesa el valle de Machachi y llega a Los Chillos, donde cerca de Sangolquí recibe pequeños afluentes. Aguas abajo, en la zona cercana al triángulo, se le une el río Santa Clara y, casi al pie del cerro Ilaló, se une con el río Pita que nace de los deshielos del Cotopaxi y atraviesa todo el valle. Posteriormente, el río San Pedro pasa al valle de

Cumbayá-Tumbaco donde recibe, por el oeste, el aporte del río Machángara, y por el este, la contribución del río Chiche.

2.1.3 Suelos (Mapa No. 3)

En gran parte del valle predominan los suelos Mollisoles, los cuales se caracterizan por presentar un horizonte blando, son ricos en materia orgánica, lo que les da una coloración oscura (Soil Taxonomy, USDA). Al sur del cantón Rumiñahui, se observan suelos Inceptisoles, así como al sur y este de la parroquia de Píntag. Son suelos volcánicos recientes con débil desarrollo de horizontes. También se observan zonas de poca extensión, con suelos Entisoles distribuidas en el centro oeste y norte de Píntag, así como en el norte de Alangasí y Conocoto. Estos suelos son recientes, muy poco desarrollados, y no presentan horizontes (Soil Taxonomy, USDA).

2.1.4 Geología

En el valle, la falla Angamarca-Machachi-Guayllabamba atraviesa las parroquias de Amaguaña y Conocoto. Esta falla (32,8 km) se observa claramente en el flanco Noroeste del Volcán Rumiñahui y se dirige hacia el Suroeste en dirección a los Ilinizas (Eguez *et al.*, 2003).

Por otro lado, la hoja geológica de Sangolquí a escala 1:50 000 y elaborada por el IGM, permite diferenciar las unidades geológicas que se encuentran en el valle, así:

a. Terraza, grava (holoceno): existen lugares en el valle del Río San Pedro (sector Mirasierra y El Triángulo) donde ocurren depósitos de grava y arena. Generalmente son bien clasificados y estratificados y están compuestos de fragmentos de lava en una matriz arenosa. Al Noreste de Conocoto existen bloques grandes de 2 a 3m de diámetro que se pueden ver en las canteras.

b. Lahar (holoceno): esta unidad se extiende en gran parte del valle, en el norte de Sangolquí, en la Armenia, Guangopolo y Ushimana. En la zona norte de Sangolquí, con dirección a Cumbayá, existe una capa con espesor variable de 0 a 4m de bloques, cantos y piedras en una matriz tobácea y sin estratificación.

c. Ceniza, capas de pómez y sedimentos Chichi (pleistoceno): este nombre lo toma del río del mismo nombre. Los sedimentos consisten en conglomerados redondos, arenas gruesas duras y capas de ceniza y toba bien estratificadas. Se extienden en las parroquias de Alangasí, Concepción y Píntag.

2.1.5 Formaciones vegetales

En el valle se encuentran tres formaciones vegetales:

a. Bosque húmedo montano bajo, que se encuentra en gran parte de la AZVCH. La cobertura vegetal original está casi totalmente destruida y fue reemplazada hace mucho tiempo por cultivos o bosques de eucalipto (Sierra, 1999). La vegetación nativa forma matorrales aunque sus remanentes se los encuentra casi exclusivamente en quebradas y en fuertes pendientes (Sierra, 1999).

b. Bosque Muy Húmedo Montano, que se encuentra en el cantón Rumiñahui y en una parte de la parroquia de Píntag. Este tipo de formación corresponde a la “ceja andina” o vegetación de transición entre los bosques montano altos y el páramo (Sierra, 1999).

c. Bosque pluvial subalpino, que se encuentra en una parte de la parroquia de Píntag. Esta formación también corresponde a la “ceja andina”.

2.1.6 Geomorfología³

2.1.6.1. Relieves de los fondos de cuencas

Las “llanuras de esparcimientos laháricos” del Cotopaxi

Se reparten por los dos lados del volcán, tanto por las cuencas superiores de Quito al Norte, y de Latacunga al Sur. Estas llanuras son relieves poco acentuados que van desde las extensiones planas sobre los rellenos fluviales de los altos valles, hasta los modelados suavemente inclinados y disectados en colinas alargadas, separadas por las incisiones de decenas de metros de la red hidrográfica actual, en el Valle de los Chillos o río arriba de Mulaló (Provincia de Cotopaxi). Estas formas están cubiertas por aportes piroclásticos y volcánicos recientes de gran espesor.

³ La geomorfología descrita a continuación fue tomada de Winckell, 1997.

El origen de los modelados es complejo. Constituyen principalmente glacís-conos construidos a partir de los materiales piroclásticos proyectados sobre las faldas de los volcanes y remodelados luego hacia abajo, según una zonificación típica:

- Los últimos fenómenos de esparcimientos se produjeron al interior de los principales valles planos que entallan estas superficies: las del Pita al Norte, del Tambo al Este y del Cutuchi al Sur, en donde fueron guiados por el escalonamiento de las formas aluviales. Los actuales canales de escurrimiento y terrazas bajas han concentrado la casi totalidad de los lahares volcano-glaciares más recientes.

Sobre estos modelados monótonos, las formaciones son muy semejantes. Son planicies arenosas, desarrolladas sobre depósitos heterogéneos cuyos componentes son básicamente de origen volcánico con una matriz arenosa a areno-limosa sin estratificación, parcialmente de origen tobáceo, compuesta por proyecciones piroclásticas finas. Contiene gran cantidad de bloques de lavas o de proyecciones escoriáceas gruesas.

Su origen lahárico es evidente. Los lahares o flujos de lodo, provocados por la liquefacción parcial del casquete glaciar del Cotopaxi por las nubes ardientes, fueron capaces de transportar bloques de varias decenas de metros cúbicos, como se los observa esparcidos en las inmediaciones de Mulaló. Al entrar en contacto con las llanuras circundantes, depositan una parte de los materiales transportados, incluyendo los de mayor tamaño, bajo la forma de pseudo-conos o llanuras de esparcimiento. Gran parte de estas llanuras de esparcimiento de lahares, al pie de Cotopaxi, poseen una escasa cobertura vegetal y están sometidas a un intenso escurrimiento difuso actual y a una deflación eólica local.

Las extensiones planas a suavemente onduladas del valle del río Pita, desde el pie del Cotopaxi se ubican a una altura entre 3 600 a 3 800m, hasta los modelados más acentuados, con cimas subiguales, moderadamente entalladas por los drenes paralelos de la red hidrográfica del valle de los Chillos, al pie del Ilaló, entre los 2 400 a 2 600m. Sobre la falda sur del Cotopaxi, reagrupa todos los modelados bastante disectados (interfluvios alargados con cimas redondeadas, separados por profundas incisiones en V) ubicados entre Mulaló a 3 200m, y en el Cotopaxi a 3 600 y 3 800m. También se encuentran los valles

planos de los ríos Tambo y Tamboyacu, ubicados por los 3 950 y 3 600m entre los volcanes Cotopaxi y Quilindaña.

Estas extensiones planas se caracterizan por condiciones generalmente húmedas y los suelos son andosoles desaturados, negros en las áreas con altitud alta, cafés en las áreas con menor altitud. En las zonas más bajas y secas, el alófana desaparece, los suelos se tornan en suelos isohúmicos con régimen údico y luego, más al Norte, ústico.

2.1.6.2 Vertientes inferiores y rellenos de las cuencas interandinas

Los modelados de disección en jirones sobre bajas-vertientes

La morfología de las bajas-vertientes de transición al contacto con los fondos de las cuencas, es relativamente uniforme, marcada por una fuerte disección y una densa red de torrenteras y barrancos paralelos. Es un típico paisaje en jirones donde se observa una sucesión de proyecciones piroclásticas. Los modelados son acentuados, compuestos por interfluvios estrechos, de cimas redondeadas, en forma de lenguas alargadas según la pendiente longitudinal, y separados por quebradas con fuerte pendiente y perfil en V. Son zonas de intensa erosión. Sobre el reborde suroriental de la cuenca de Quito, se elevan ligeramente entre Pifo a 2 700m y el pie del volcán Sincholagua a 2 800m. Su contacto con las vertientes superiores circunda los 3 000 a 3 200m.

2.1.6.3 Relieves Interandinos

Grandes vertientes empinadas y disectadas

Se trata de unidades con paisaje típico: grandes vertientes con trazado global rectilíneo y con un perfil tendido, derivadas directamente, en su mayoría, de los desniveles tectónicos, a los largo de las líneas de falla. La franja oriental de la cuenca Cayambe-Quito, parece más compleja. Tiene un trazado en zigzag, dividido en cuatro tramos:

- NO-SE, por Mariano Acosta, es decir una dirección similar al Valle del Chota que domina hacia abajo,
- N-S entra la laguna de Yaguarcocha y Cangahua al Sur de Cayambe, en el reborde oriental del estrecho del corredor de Olmedo,
- Luego E-O, sobre unos 30 km al Sur de Cayambe,
- y NNE-SSO, en el reborde de la cuenca de Quito, en donde va a terminar al norte del volcán Sincholagua.

El origen de estas estribaciones sigue sin explicaciones detalladas, sin embargo se sabe que son abruptos tectónicos ubicados sobre las principales fracturas que limitan las cuencas interandinas. Los modelados son relativamente homogéneos. Dominan las grandes vertientes con perfil longitudinal rectilíneo, fuertemente disectadas por una densa red de quebradas: torrenteras y barrancos estrechos, con faldas empinadas y perfil en V.

2.1.7 Uso del suelo

El tipo de uso predominante en el valle es el páramo con una extensión total de 27 119 ha. El Mapa No. 4 permite observar que este tipo de formación vegetal se extiende al suroriente del valle, en la parroquia de Píntag, aunque también se encuentra al sur de la parroquia de Rumipamba. Con una extensión de 23 817 ha están los cultivos de ciclo corto y maíz que se localizan en las parroquias de Guangopolo, en parte de Conocoto, en el norte y occidente de Amaguaña, unos pocos parches dispersos en Cotogchoa, en casi toda el área de Alangasí, en La Merced, y en el norte y centro de Píntag. Los pastos, con una superficie total de 15 169 ha, se ubican principalmente en Amaguaña, en el centro y sur del cantón Rumiñahui, y pequeñas superficies en Píntag. Los parches de bosques y vegetación arbustiva se encuentran dispersos en casi todo el valle aunque su extensión total es muy pobre, de apenas 6 000 ha.

El área urbana, con un total de 3 065 ha, se concentra casi en un solo sitio, en las parroquias de Alangasí, Sangolquí y Conocoto; sin embargo también se observa una pequeña superficie urbana en Amaguaña, así como en Guangopolo, Píntag y La Merced⁴.

⁴ Las extensiones urbanas de estas tres últimas parroquias no se observan en el mapa. Es un problema de la fuente.

Cuadro 2. Superficie en hectáreas de los diferentes tipos de uso de suelo en el Valle de los Chillos.

Tipo de uso	Hectáreas
Páramo	27 119,19
Cultivos	23 817,05
Pasto	15 169,86
Bosque	3 348,75
Área urbana	3 065,69
Vegetación arbustiva	2 739,82
Erosión	2 433,83
Otros	1 292,89
Agua	48,41
Total	79 035,49

Fuente: DINAREN

Elaborado por: Diana Salazar

2.2 Caracterización Social del Valle de los Chillos y del Área de Estudio

2.2.1 Población del Valle de los Chillos

2.2.1.1 Evolución en la ocupación del Valle

Hace aproximadamente 11 000 años a.C, los primeros pobladores de lo que actualmente se conoce como Valle de los Chillos se asentaron en la zona de El Inga, que comprendía el actual cerro Ilaló hasta Tolóntag en Pintag. Posteriormente, en el año 4 500 a.C, la zona se fue poblando por migraciones indígenas que desarrollaron la agricultura y la cerámica como principales actividades económicas. Ya en el siglo XV, emigraron a la zona los quitus caras y los mitimaes. Estos pobladores dividieron a la región en Anan Chillo o Chillo alto, que corresponde a la actual Amaguaña, y Urin Chillo o Chillo bajo, que es ahora Sangolquí.

Alrededor de 1580, las órdenes religiosas de la Compañía de Jesús, la Merced y San Agustín, adquirieron extensas tierras que las convertirían en haciendas, muchas de las cuales todavía existen. El poblado central de Urin Chillo creció hasta convertirse en la ciudad de San Juan Bautista de Sangolquí. La región fue famosa por la producción del "maíz de chillo", razón por la cual adquiere el calificativo de "granero de Quito". Luego de la expulsión de los jesuitas de América a finales del siglo XVIII, muchas de las haciendas pasaron a manos de familias adineradas. Estos primeros asentamientos humanos se instalaron en zonas lejanas expuestas al riesgo de lahares, quizás por razones de orden

económico, con el fin de utilizar aquellas tierras con mejor calidad de suelo para cultivos (D'Ercole, 1991).

Ya en el siglo XX, el acelerado proceso de urbanización en la ciudad de Quito que tuvo inicio en los 50's, llega a su clímax en la década del 70 con el boom petrolero. La saturación del casco urbano promueve la colonización de nuevos espacios periurbanos. La construcción de tres carreteras que parten de Quito hacia los valles suscitan la extensión de la ciudad hacia los extremos orientales. Una de éstas, la autopista General Rumiñahui, creada en 1972, favoreció el asentamiento de familias acomodadas en el Valle de los Chillos, por su clima atractivo para vivir (Atlas Infográfico, 1992) (Ver Anexo 12).

El mapa de la evolución de la mancha urbana en el DMQ (Ver Anexo 13) muestra que la extensión de las parroquias de la AZVCH no varió mucho entre su fundación y la década de los 60's, tanto así que la extensión inicial de una cuadra a la redonda se mantiene hasta esta fecha. Un crecimiento urbano generalizado se observa a partir de la década de los 70's, que coincide con la construcción de la autopista, y que se mantiene hasta el 2006. Es entonces, que los asentamientos originales comienzan a extenderse y acercarse a las vías principales, que muchas veces son paralelas al curso de los ríos, incrementando el riesgo, al ubicarse en zonas expuestas a lahares.

De esta manera, el paisaje de este valle, que en un inicio era de haciendas, se ha transformado rápidamente en un paisaje urbano con residencias y comercios que se implantan a lo largo de las vías y los ríos principales.

2.2.1.2 Número de habitantes

La población del Cantón Quito, para el 2001, según el INEC, es de 1 839 000 habitantes, de los cuales, el 72,8% (1 399 000) se concentran en el área urbana de Quito mientras que apenas el 27,2% (440 000) se distribuye en las parroquias rurales del cantón. La AZVCH, que es una de las ocho administraciones desconcentradas del DMQ, tiene una población total de 117 000 habitantes que corresponde al 6,3% de la población total del Cantón Quito. El gráfico 5 muestra que la curva de crecimiento de la población rural del cantón, que incluiría a las parroquias que conforman la AZVCH, presenta un incremento constante desde 1950 y aumenta aún más en la década del noventa, lo que coincide con la saturación

del casco urbano y la migración de la población en busca de nuevos espacios fuera de la urbe, respectivamente.

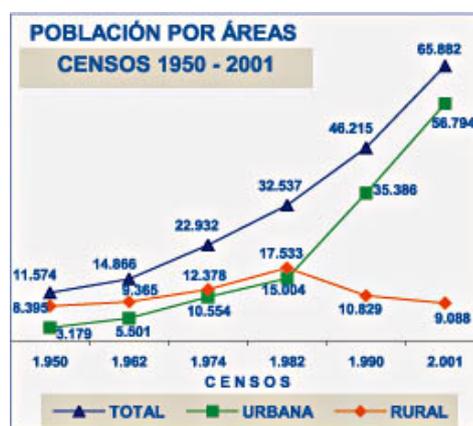
Por su parte, la población del Cantón Rumiñahui, para el 2001, es de 65 882 habitantes (INEC). El 86% de la población se asienta en la parroquia urbana de Sangolquí. El gráfico 6 muestra una dominancia de la población rural sobre la urbana hasta 1980, situación que se revierte cuando la población urbana se duplica, al mismo tiempo que la rural decrece.

Gráfico 5. Evolución de la población urbana y en el Cantón Quito (1950-2001)



Fuente: INEC, 2001.

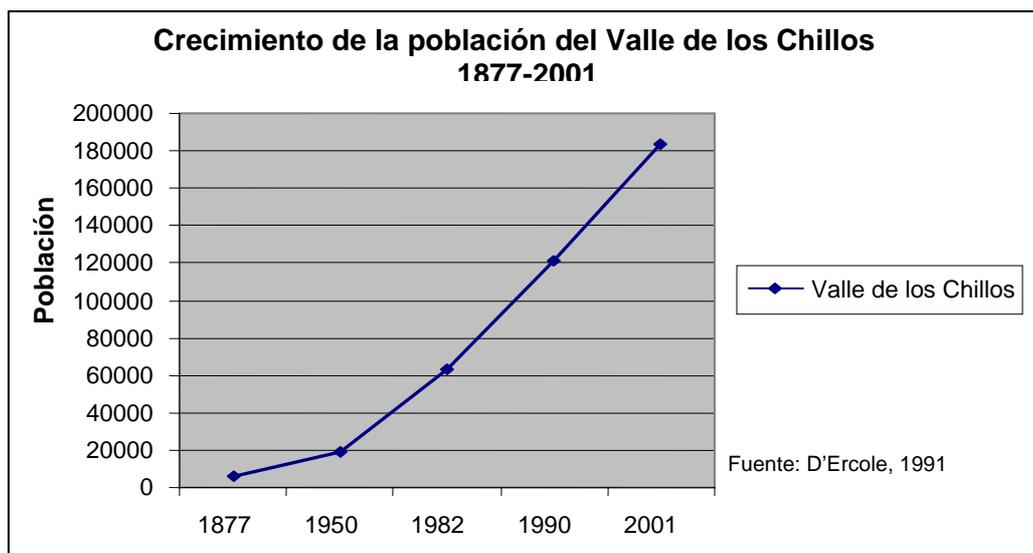
Gráfico 6. Evolución de la población urbana y rural en el cantón Rumiñahui (1950-2001)



Fuente: INEC, 2001.

La población del Valle de los Chillos (conformado por dos jurisdicciones territoriales: la AZVCH y el Cantón Rumiñahui), desde la última erupción del volcán Cotopaxi en 1877, que en ese entonces era de 6400 habitantes, se vio triplicada para 1950, para 1990 se multiplicó por 19 y, finalmente para el 2001, ésta se vio multiplicada 29 veces (Ver Gráfico 7).

Gráfico 7. Evolución de la población del Valle de los Chillos, desde 1877 hasta el 2001.



Elaborado por: Diana Salazar

Actualmente, la población del valle es de 183 444 habitantes (INEC), de los cuales, el 75% son población urbana. La tasa de crecimiento en el valle, desde 1990 hasta el 2001, es de 51,9% (Cuadro 3). En el cuadro 3 resalta la tasa de crecimiento del 82%, para este período de tiempo, de la parroquia de Conocoto.

Cuadro 3. Evolución de la población del Valle de los Chillos y sus parroquias entre 1877 y 2001.

	Parroquias	1877	1950	1990	2001	Tasa de crecimiento (1990-2001)
AZVCH	Guangopolo	---	---	1670	2284	36,8
	Conocoto	---	---	29160	53137	82,2
	Alangasí	---	---	11064	17322	56,6
	Amaguaña	---	---	16783	23584	40,5
	La Merced	---	---	3733	6132	64,3
	Píntag	---	---	11484	14487	26,1
Rumiñahui	Sangolquí	---	---	43397	62562	44,2
	Cotogchoa	---	---	2389	2843	19
	Rumipamba	---	---	429	477	11,2
Valle de los Chillos		6400	19260	120967	183782	51,9

Fuente: INEC, 2001 y D'Ercole, 1991.

2.2.1.3 Características Socio-demográficas y Económicas

Densidad poblacional

La población del Valle de los Chillos se ha duplicado en el último decenio, concentrándose básicamente en zonas urbanas donde alcanza una densidad poblacional promedio de 20 hab/ha (Serrano, 2007). Los centros urbanos de Conocoto, Sangolquí y Selva Alegre alcanzan densidades incluso mayores a 100 hab/ha (Ver Anexo 14). Sin embargo, si tomamos en cuenta la extensión de todo el territorio del valle, la densidad es apenas de 0,6 hab/ha (Serrano, 2007). Por otro lado, las densidades entre administraciones político administrativas varían, así, mientras en Rumiñahui la densidad poblacional es de 4,9 hab/ha, en la AZVCH ésta es solamente de 1,7 hab/ha.

Estructura de la población

La población menor a 10 años representa el 20% en el Valle de los Chillos mientras que el 6% corresponde a personas mayores a 65 años (Robert, 2007). Sin embargo, esta población menor a 10 años alcanza hasta un 40% en ciertos sectores rurales mientras que las áreas urbanas centrales concentran gran parte de la población de edad avanzada. (Ver Anexos 15 y 16). Las diferencias en el nivel de educación entre población urbana y rural es muy clara (Ver Anexo 17). Mientras que el porcentaje de población que tiene un nivel de instrucción bajo en zonas rurales es del 58%, en zonas urbanas es del 36% (Robert, 2007).

Cobertura de servicios básicos

La cobertura de servicios básicos en el valle es un tanto deficiente a excepción del servicio eléctrico que llega al 95% de los hogares. Con respecto al servicio telefónico, únicamente el 40% de la población en zonas rurales cuenta con este servicio contra un 60% en zonas urbanas (Robert, 2007). Por otro lado, mientras el 60% de las viviendas en zonas urbanas tienen acceso al servicio de agua potable, el 73% en zonas rurales no lo tienen (Ver Anexo 18). Esto último confirma el deficiente abastecimiento de agua potable generalizado en las parroquias suburbanas de Quito (Estacio, 2003).

Actividades económicas

Con respecto a las ramas de actividad⁵, en el Valle de los Chillos resaltan la agricultura y ganadería, las industrias manufactureras, la construcción y el comercio, como principales actividades económicas a las cuales se dedica la población. Los cuadros 4 y 5 muestran que en zonas rurales como Amaguaña, Píntag y Rumipamba predomina la actividad agrícola y ganadera (Ver Anexo 19) mientras que en las zonas urbanas de Alangasí, Conocoto y Sangolquí predominan la industria manufacturera y el comercio. En Sangolquí existen 175 industrias mientras que en Conocoto 132 (Serrano, 2007). Así mismo, Sangolquí concentra el 45% de todos los comercios del valle (Ver Foto 4), y Conocoto, por su parte, agrupa cerca del 20% (Serrano, 2007). A pesar de que Guangopolo y La Merced son poblaciones rurales, resaltan también la industria manufacturera y la construcción, respectivamente, como principales actividades económicas (Ver Cuadro 4).

Cuadro 4. Distribución porcentual de las principales actividades económicas desarrolladas en la AZVCH.

Rama de actividad	Alangasí	Amaguaña	Conocoto	Guangopolo	La Merced	Píntag
Agricultura, Ganadería, Caza y Silvicultura	8.19	18.24	3.94	10.32	15.52	34.82
Industrias manufactureras	17.21	27.49	15.27	29.23	13.84	12.42
Construcción	9.76	8.10	10.86	15.43	25.74	16.72
Comercio	12.24	11.32	16.69	12.53	8.80	8.36

Fuente: INEC, 2001.

Cuadro 5. Distribución porcentual de las principales actividades económicas desarrolladas en el Cantón Rumiñahui.

Rama de actividad	Sangolquí	Cotogchoa	Rumipamba
Agricultura, Ganadería, Caza y Silvicultura	6.32	20.51	81.52
Industrias manufactureras	17.38	24.14	1.63
Construcción	7.57	13.92	7.61
Comercio al por mayor y al por menor	16.77	10.71	1.63

Fuente: INEC, 2001.

⁵ Clasificación de Ramas de Actividad (1 Dígito) del VI Censo de Población y V de Vivienda del INEC, 2001.



Foto 4. Centro comercial River Mall ubicado en Sangolquí, al borde del río Santa Clara.

Tomado por: J. Robert, 2007.

2.2.2 Población del Área de Estudio

Los datos que se presentan a continuación, son el resultado del trabajo de campo y de la tabulación de las encuestas realizadas a un representante de los 615 hogares consultados, así:

2.2.2.1 Tipo de Población (Ver Mapa No.5)

La población del Valle de los Chillos es socialmente heterogénea. La ortofoto del 2001 de la DMPT y constataciones en el campo permitieron distinguir cuatro tipos de población que se localizan en determinados sectores del valle, así:

- Urbana: población aglomerada, de clase media, ubicada a lo largo de las vías principales, que cuenta con una buena cobertura de servicios básicos a más de otros servicios como: financieros, comerciales y administrativos. Dentro de este grupo se encuentran: San Rafael, Sangolquí, y Selva Alegre.
- Suburbana: población de clase media y alta que habita en grandes conjuntos residenciales y depende de los centros urbanos del valle y de Quito para acceder a varios servicios. Agrupa a: San Gabriel, Mirasierra, Playa Chica, La Colina, Los Angeles, Armenia I, Armenia II, La Paz, San José del Valle, Capelo, Cooperativa Naranjo, ESPE, Sebastián Alto, Yaguachi, Cashapamba, Hidroeléctrica, y Guangopolo.
- Rural de haciendas: población de clase media y alta, dispersa, propietaria de medianas y grandes haciendas, de las cuales, algunas son productivas mientras

otras son utilizadas para descanso de fin de semana. Muchas de éstas, se encuentran desocupadas entre semana y su cuidado está a cargo de personas de bajo estrato social. En este grupo se encuentran: Ushimana y Concepción.

- Rural: población de estrato social medio a bajo, semi-dispersa a dispersa. Agrupa a las poblaciones de San Fernando, Sta Teresita y San Fco. de Alpauma.

2.2.2.2 Estructura de la Población

Sexo

De un total de 615 encuestados, el 62,3% son mujeres mientras que el 37,7% son hombres. El porcentaje mayor de mujeres se explica porque se encontró que son las personas de este género que se quedan en casa de lunes a viernes, en horario laboral, lo que facilitó la realización de las encuestas.

Tabla 1. Sexo del total de encuestados

Sexo	Frecuencia	Porcentaje
Mujeres	383	62,3
Hombres	232	37,7
Total	615	100,0

Elaborado por: Diana Salazar

Edad

En cuanto a la edad, si sumamos los porcentajes más altos, se obtiene que el 77,6% de los encuestados se encuentra entre los 20 a 50 años, es decir, pertenecen a una población joven y de edad media. La población de la tercera edad alcanza apenas el 20%.

Tabla 2. Rangos de edad del total de encuestados

Código	Rangos	Frecuencia	Porcentaje
1	17 a 19 años	18	2,9
2	20 a 39 años	215	35,0
3	40 a 59 años	262	42,6
4	> 60 años	120	19,5
Total		615	100,0

Elaborado por: Diana Salazar

Nivel de instrucción

La tabla 3 muestra que, de manera general, los encuestados tienen un buen nivel de educación. Si sumamos los porcentajes más altos que corresponden a los niveles secundario y superior, se tiene un porcentaje total de 71%, es decir cerca de los tres cuartos de la población. El 22% de los encuestados ha alcanzado un nivel de instrucción primario. Únicamente el 0,5% no posee ningún nivel de instrucción.

Tabla 3. Nivel de instrucción del total de encuestados

Clasificación	Frecuencia	Porcentaje
Ninguna	3	,5
Primaria	138	22,4
Secundaria	193	31,4
Superior	251	40,8
Post grado	30	4,9
Total	615	100,0

Elaborado por: Diana Salazar

Tiempo de residencia

Apenas el 39% es gente nueva que en los últimos 14 años se ha instalado en el Valle de los Chillos mientras que el 61% corresponde a aquellas personas que lo han habitado desde hace 15 años o durante toda su vida.

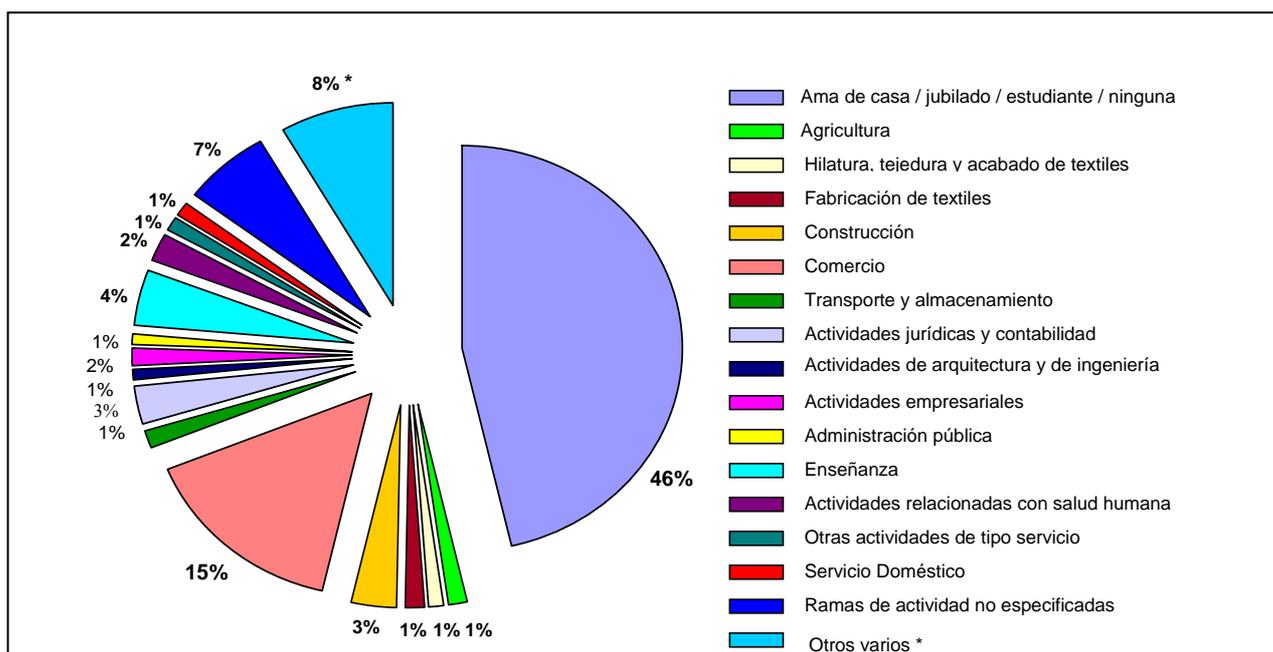
Tabla 4. Tiempo de residencia en el Valle de los Chillos

Rangos	Frecuencia	Porcentaje
1 < 5 años	81	13,2
2 5 a 14 años	160	26,0
3 15 años y más	200	32,5
4 Toda su vida	174	28,3
Total	615	100,0

Elaborado por: Diana Salazar

Ramas de actividad económica

Figura 1. Ramas de actividad de los encuestados



* Es la sumatoria de aquellas ramas de actividad que representan menos del 1% y se presentaron en 49 encuestados.

Elaborado por: Diana Salazar

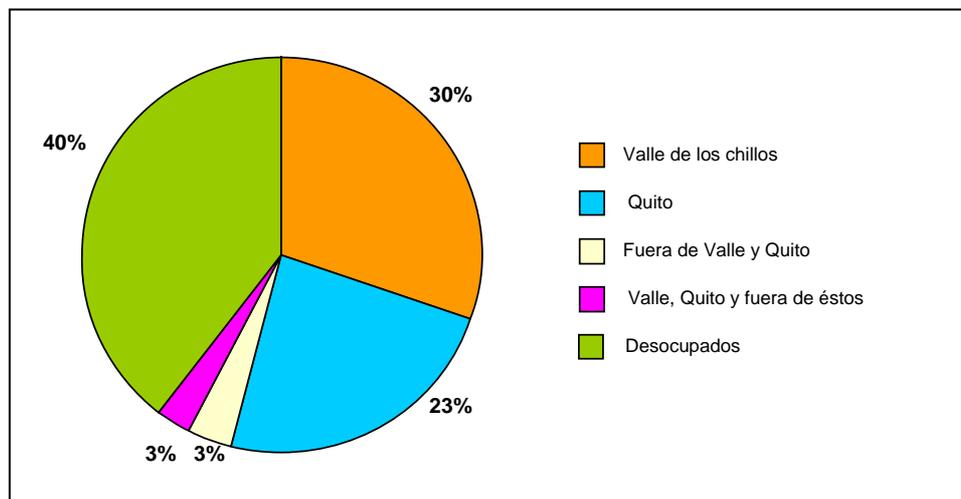
Con respecto a la actividad económica de la población, la clasificación del VI Censo de Población y V de Vivienda (2001), adecuada a la realidad de la zona de estudio, permitió obtener un total de 39 ramas de actividad (Ver Anexo 21). Del total de encuestados, el 46% son amas de casa, estudiantes, jubilados o que no realizan ninguna actividad económica. Esto se debe a que las encuestas fueron realizadas durante horario laboral⁶; es decir que las personas que quedan en casa son en su mayoría aquellas “desocupadas”⁷. Otro porcentaje importante es aquel que corresponde a los comerciantes que constituyen el 15% del total de interrogados, y que son dueños de negocios propios o de tiendas de expendio de alimentos.

⁶ Las encuestas fueron realizadas entre semana de 8h00 a 17h00, aunque también fueron realizadas los fines de semana para aprovechar que mucha gente se queda descansando en casa. Unas cuantas encuestas se realizaron en la noche.

⁷ Para efectos del estudio se considera como “desocupadas” a aquellas personas amas de casa, estudiantes, jubilados o que no se dedican a ninguna actividad.

Lugar de trabajo

Figura 2. Lugar donde trabajan los encuestados



Elaborado por: Diana Salazar

El porcentaje más alto (40%) incluye a amas de casa, jubilados o personas que no realizan ninguna actividad económica (desocupados). Posteriormente, se observa que un 30% de los encuestados trabaja en el Valle de los Chillos mientras que el 23% (incluidos estudiantes) debe trasladarse a Quito para realizar sus actividades laborales y educativas cotidianas.

Al cruzar las variables ramas de actividad con lugar de trabajo, se obtiene que el 17% de los encuestados realizan sus actividades comerciales en el valle mientras que el 27% debe trasladarse a la capital para estudiar. La construcción (20%) y el comercio (30%) son las actividades que más se realizan tanto en el valle como en Quito o fuera de éste (Ver Anexo 22).

3. EL RIESGO Y SUS ELEMENTOS

En este capítulo se describen los tres elementos constituyentes del riesgo: las características y evolución en el tiempo de la *amenaza*, así como la situación actual de los *elementos expuestos*, la *vulnerabilidad* y la *gestión del riesgo* en el Valle de los Chillos.

3.1 La Amenaza

3.1.1 El Volcán Cotopaxi

3.1.1.1 Características generales

El volcán Cotopaxi está ubicado en la cordillera oriental de los Andes, a 60 km de la ciudad de Quito y alcanza una altura de 5 897 m. Su cono volcánico posee una forma geométrica regular y su parte más alta está cubierta por una capa de hielo glacial que se extiende desde los 4 600 m de altura. La base del cono tiene 20 km de diámetro (Mothes *et al.*, 2004) y sus laderas una inclinación de 35°. El diámetro del cráter es de 800 m y su profundidad de 334 m, hasta el piso ocupado por un pequeño cono piroclástico (Aguilera, 2004). En el interior del cráter y en el borde occidental se observa una intensa actividad fumarólica, sector que se halla permanentemente desprovisto de nieve, debido a anomalías térmicas del volcán (Aguilera, 2004).

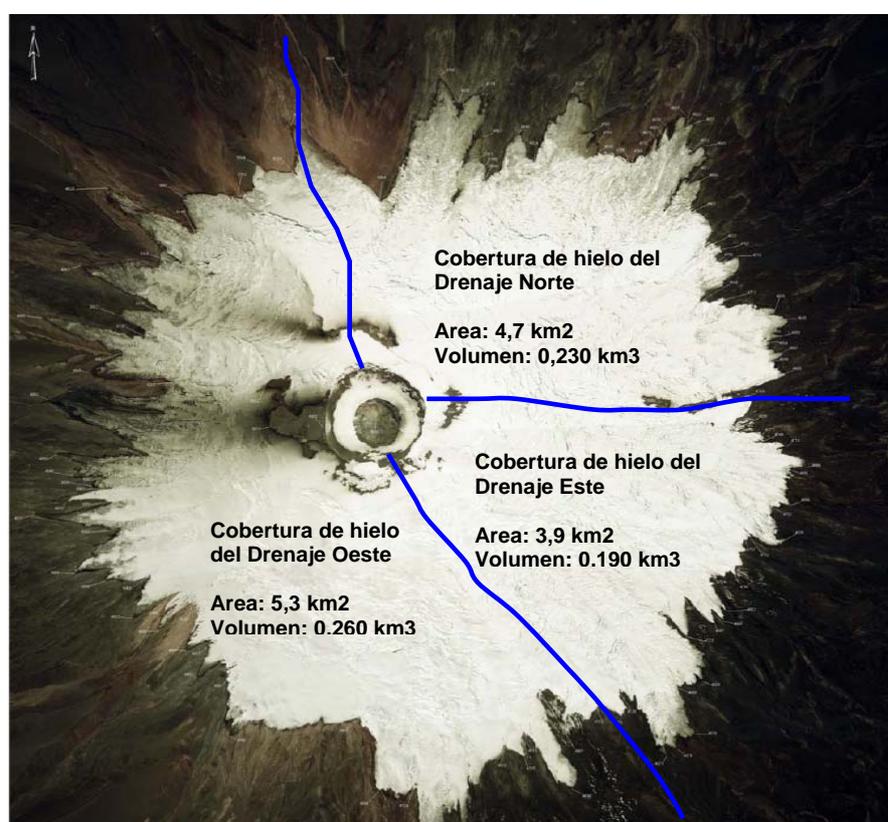


Foto 5. El Cotopaxi y el Valle de los Chillos.

Tomado por: M. Campana. Casa Cotopaxi. 2006.

El volcán posee tres drenajes principales (Ver Gráfico 8): al norte, el cual comprende el Sistema de los ríos Pita-San Pedro-Guayllabamba que sigue su curso por los valles de Tumbaco y los Chillos; al oeste-suroeste que incluye cuatro quebradas (Barrancas, Burruhuaicu, Saquimala y Cutuchi) que se unen al río Cutuchi y fluyen por el centro del valle de Latacunga; y al este, que comprende el Sistema Tambo-Tamboyacu-Valle del Vicioso-Jatunyacu que forma parte del río Napo que se dirige a la Amazonía (Mothes *et al.*, 2004).

Gráfico 8. Coberturas de hielo para los tres drenajes del volcán Cotopaxi.



Fuente: Mothes, 2004.

3.1.1.2 Comportamiento e historia eruptiva del volcán

Distintos estudios sobre cartografía geológica, estratigrafía, análisis químicos de las rocas y dataciones de radio carbono en los depósitos del Cotopaxi, han permitido identificar y establecer claramente que, durante su historia conocida, este volcán ha producido principalmente dos tipos de erupciones: las erupciones andesíticas y riolíticas (Hall *et al.*, 2000).

Las erupciones andesíticas son erupciones de intensidad relativamente leve a moderada, como las ocurridas durante los tiempos históricos, con consecuencias importantes. Las erupciones riolíticas son explosivas de magnitud y extensión mucho mayor y que han afectado superficies mucho más importantes. Todas las erupciones riolíticas conocidas hoy, son erupciones prehistóricas. Actualmente, el Cotopaxi se encuentra dentro de una fase de erupciones únicamente andesíticas, por lo que es muy probable que su próxima actividad sea de este tipo, es decir de magnitud leve a moderada.

Cuadro 6. Síntesis de las erupciones del Cotopaxi en los últimos 2000 años, divididas por principales períodos y por fenómeno ocurrido.

Edad	Principales Erupciones	Emisiones de ceniza	Flujos Piroclásticos	Lahares	Flujos de lava	VEI
1906 d.C.		SI	1	NO		
1903-1904	1			Muchos	SI	
1885	1			2 grupos		
1880	1	SI	1	Muchos	SI	2-3
1877	2	SI	1	Muchos	1	4
1853-1854	2	SI	1	Muchos	1?	3-4
1768	1	SI	1	Muchos		4
1766	1	SI	1	Muchos		3
1744	1	SI	1	Muchos		4
1743	1	SI	1	Muchos		3-4
1742	3	SI	2	2 grupos		4
1532-34 d.C.	2	SI	2	2 grupos	1	3-4
~900 años a.C.	4	SI	3	Muchos		3-4
1000 años a.C.	2	SI	2	2 grupos		>4
1180 años a.C.	1	SI	1	Muchos		3-4
1210 años a.C.	1	SI	1	2 grupos	1	4
1770 años a.C.	1	SI	1	Muchos	varios	4
1880 años a.C.	1	SI	1	2 grupos	1	>4
1880-2000	1	SI	1	Muchos		4
~2000 años a.C.	1	SI	1	?		4
Total	28		23 veces	>20 veces	>7	

Fuente: Mothes *et al.*, 2004

Elaborado por: Diana Salazar

Dentro del período histórico, la primera erupción de la cual existen registros es aquella de 1534, en la época de la conquista. Después de un reposo de 200 años, la actividad eruptiva resurge en 1742 y continúa hasta 1744 (Mothes *et al.*, 2004). La historia menciona, para este período, a aquellos lahares que afectaron la ciudad de Latacunga y el Valle de los

Chillos. Sodiro, menciona una gran pérdida de ganado al comer pasto contaminado con ceniza en la parte oeste del volcán, en la erupción de 1768. Posteriormente, en 1853, la lava fluyó por el flanco oeste.

Después de un reposo de 20 años, el volcán despertó nuevamente en abril de 1877. Seguidamente, el 26 de Junio de 1877, la erupción de tipo andesítico del Cotopaxi produce el último lahar importante (Mothes *et al.*, 2004). En 1885, un lahar de importancia transitó por el Río Pita y causó serios daños en el Valle de los Chillos y por la cuenca sur, los documentos históricos registran un aluvión de tierras (PREVOLCO, 2006). En 1903 y 1904, tuvieron lugar pequeñas erupciones con emisiones de lava y lahares de escaso volumen. Finalmente, en 1906 se registra una actividad explosiva concentrada en el cráter, con emisión de bombas, lapilli y ceniza gruesa con la formación de una “inmensa columna” (PREVOLCO, 2006).

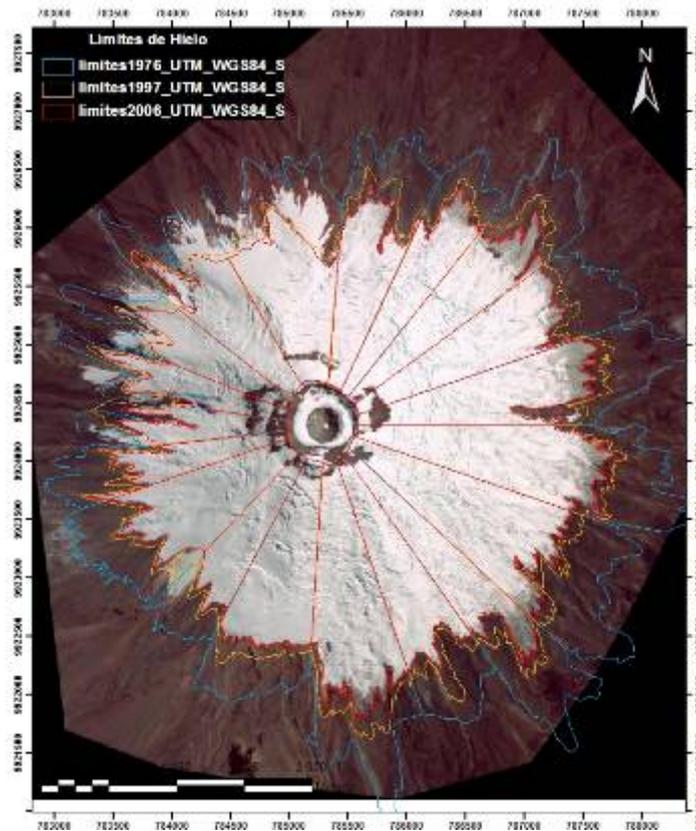
3.1.1.3 El casquete glaciar

Una vez producido el gran lahar de 1877, Wolf, en sus citaciones de 1878 con respecto al aspecto de los glaciares, dice: « *las masas de hielo que se han conservado todavía, serían suficientes para ocasionar al menos diez inundaciones similares a la del 26 de Junio* ».

Varios estudios han sido realizados en los dos últimos siglos para determinar la extensión de los glaciares (Gráfico 9). De manera preliminar, se estableció que la superficie de la capa glaciar del Cotopaxi se ha reducido en un 30% desde 1976 hasta 1997, cuya área total para este último año es de 13 km² (Cadier y Mainsincho, 2004). Para el año 2007, con el estudio “Determinación del volumen del casquete de hielo del volcán Cotopaxi⁸” se realizó una evaluación del espesor, volumen y superficie de los glaciares en vista de los cambios generados en las últimas décadas. Con esta investigación se determinó que la superficie actual del glaciar es de 11,8 km² (Ver Anexo 20).

⁸ Estudio realizado entre el Instituto Nacional de Hidrología y Meteorología (INAMHI), el Institut de Recherche pour le Développement (IRD), el IG-EPN y el Instituto Colombiano de Geología y Minas.

Gráfico 9. Ortofoto y evaluación de la pérdida de áreas y volúmenes de hielo a partir de modelos de terreno en diferentes años.



Fuente: Cadier y Mainsincho, 2007.

Sin embargo, a pesar del retroceso considerable de los glaciares, todavía existe una superficie y un volumen de hielo (300-600 millones de m³) muy peligrosos (Cadier y Mainsincho, com. pers.).

3.1.1.4 Los peligros asociados

Una actividad volcánica explosiva como la ocurrida en 1877, y que fue determinada como la máxima probable, originaría los siguientes peligros volcánicos:

Caída de cenizas

Este fenómeno relacionado directamente con la actividad volcánica explosiva, se origina cuando el magma fragmentado en partículas finas (tefra), forma una columna ascendente que es impulsada hacia la atmósfera por la expansión de los gases y, posteriormente, por las corrientes de convección que genera el diferencial térmico entre la columna caliente y

el aire frío que la rodea (PREVOLCO, 2006). Cuando los vientos chocan con esta columna, la trasladan en la misma dirección en la que soplan, después se enfrían, provocando que la ceniza volcánica se precipite en forma de lluvia, para luego acumularse sobre la superficie del suelo.

En la erupción de 1877, se observó una lluvia de cenizas que se extendió durante varias horas. El espesor del depósito acumulado en Quito fue de alrededor de 6 mm; un poco menos en Latacunga; y, en Machachi, 2 cm (PREVOLCO, 2006).

Flujos piroclásticos

El escenario de afectación de este fenómeno no se extiende más allá del cono volcánico y, por consiguiente, no constituyen un riesgo directo para ninguna población (PREVOLCO, 2006).

Lahares

Durante los últimos 470 años, la evidencia histórica y estratigráfica sugiere que se han producido al menos diez eventos laharíticos destructivos en la ciudad de Latacunga (drenaje sur). En el drenaje norte del volcán se habla de tres (1768, 1877 y 1885), los cuales afectaron gravemente al Valle de Los Chillos. En el drenaje este, se mencionan dos (1744 y 1877) y que destruyeron a Puerto Napo. Los lahares en el Cotopaxi, estarían generados por flujos piroclásticos, ceniza o flujos de lava que provocan la fusión rápida de importantes sectores del casquete glaciar. Una vez formados, éstos descienden rápidamente (20-50 km/h) por los flancos del cono, siguiendo las quebradas y los valles circundantes. La magnitud y la peligrosidad de estos flujos están determinadas por el volumen de agua y de los materiales sueltos disponibles, así como de la pendiente y el grado de encañonamiento de los valles que nacen en el volcán (Cadier *et al.*, 2004). Debido a su alta velocidad y densidad, los lahares pueden mover e incluso arrastrar objetos de gran peso y tamaño (puentes, vehículos, grandes árboles, etc...). Pueden viajar cientos de kilómetros poniendo en peligro poblaciones muy distantes, que viven o trabajan en el fondo o cerca del fondo de los valles (Cadier *et al.*, 2004).



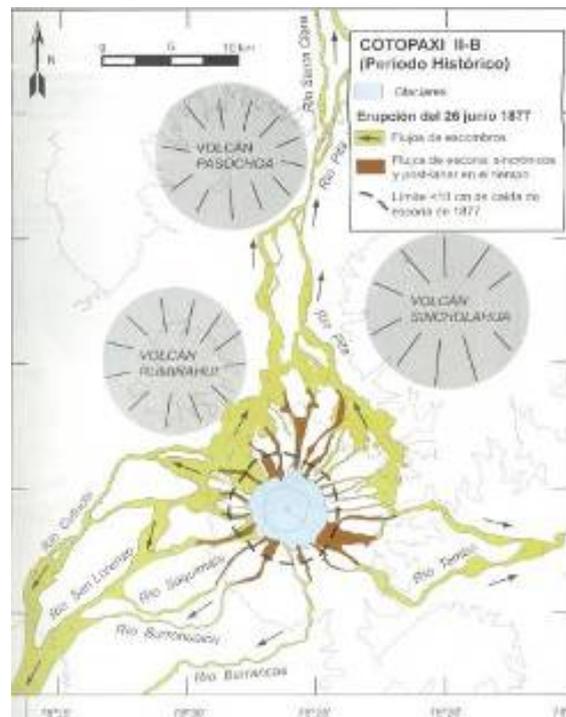
Foto 6. Izq. Piedras laharíticas encontradas en el extremo oriental del R. Pita, sector Bethania. Marzo, 2007.

Foto 7. Der. Perfil de un lahar encontrado en el extremo oriental del R. Pita, sector Bethania. Marzo, 2007.

El Lahar de 1877

La erupción del 26 de junio de 1877 produjo flujos piroclásticos ricos en escoria que fluyeron sobre los flancos del cráter del Cotopaxi y derritieron una porción del glaciar, produciendo una gran masa de agua (Mothes *et al.*, 2004). Más allá del glaciar, el agua se mezcló con bloques de hielo y piroclastos formando los lahares que viajaron por los tres drenajes que conforma el Cotopaxi y que se observa en el gráfico 10. El lahar que tomó el curso del Río Cutuchi demoró menos de una hora en llegar a Latacunga, donde destruyó haciendas, puentes y otras construcciones. (Aguilera *et al.*, 2004).

Gráfico 10. Mapa geológico de los depósitos asociados a la erupción del 26 de junio de 1877.



Hacia el norte, una vez que los lahares pasaron por las planicies cercanas al volcán, éstos tomaron el curso de los ríos Pita y El Salto (Foto 8), para después unirse a 22 km del Cotopaxi y formar un solo flujo (Mothes *et al.*, 2004). A pocos kilómetros de esta confluencia, cerca al sitio llamado “La Caldera”, el Río Pita se dirige hacia la derecha (Foto 9). Una porción del lahar de 1877 fluye alrededor de 20 km a lo largo del Río Santa Clara, hacia el Valle de los Chillos, antes de volverse a unir con el lahar del Río Pita en el Río San Pedro (Aguilera *et al.*, 2004). En esta parte, el lahar destruyó haciendas, sistemas de irrigación y graneros.

Actualmente, la destrucción sería aún más devastadora debido a que los lahares fluirían por un paisaje totalmente urbano y según la *simulación numérica del flujo de lodo de 1877*, elaborada por la ESPE, éste llegaría al valle en 30 minutos.

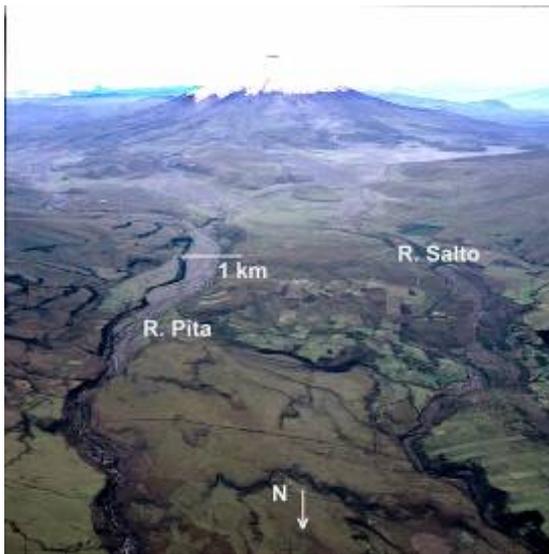


Foto 8: arriba y a la izquierda, paso de los lahares por los Ríos Salto y Pita. Mothes, 2007.

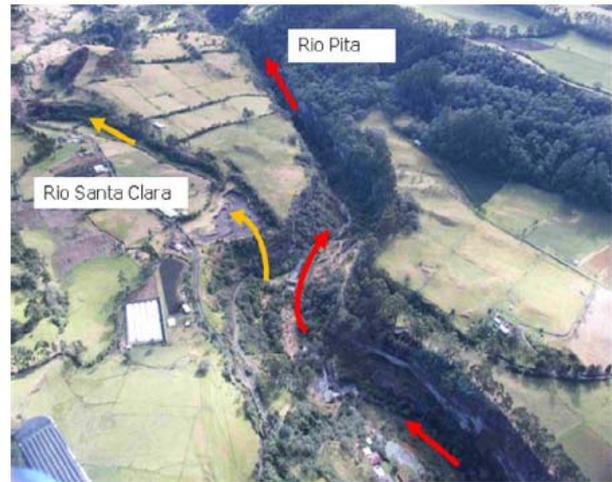


Foto 9: arriba y a la derecha, sitio de La Caldera donde se dividen los dos ríos. Mothes, 2007.

3.2 Vulnerabilidad

3.2.1. Poblacional

El estudio *Caracterización, cuantificación y cartografía de la población* realizado por Jérèmy Robert, obtuvo conclusiones interesantes e importantes a tomar en cuenta sobre la vulnerabilidad socio demográfica y económica de la población del Valle de los Chillos.

Este estudio concluye que, de manera general, el valle es una zona poco vulnerable según las características económicas y demográficas de su población. El 65% de la población de todo el valle presenta niveles bajos de vulnerabilidad (Robert, 2007). No se presentan niveles extremos de pobreza, reflejados básicamente en los datos sobre nivel de educación y acceso a los servicios básicos del INEC.

Entonces la vulnerabilidad de la población del Valle de los Chillos radica en su concentración y su exposición a la amenaza más que en su vulnerabilidad socio económica⁹. Así, Sangolquí y San Rafael, cuyos niveles de vulnerabilidad según las características de su población son bajos, son centros urbanos que concentran gran cantidad de población y que están expuestos a la amenaza de lahares (Ver Foto 10). Sin

⁹ También existen zonas rurales más vulnerables por su pobreza y poco acceso a los servicios básicos, aunque menos expuestas, tal es el caso de las parroquias de Rumipamba y Cotogchoa al sur del cantón Rumiñahui.

embargo, existen zonas muy localizadas donde la vulnerabilidad es moderada¹⁰ y además la población se encuentra asentada cerca a los ríos por donde pasarían los lahares (Ver Fotos 11 y 12).



Foto 10: Ríos Pita y Santa Clara por donde pasarían los lahares del Cotopaxi y centros urbanos expuestos. Mothes, 2007.



Foto 11. Casas cerca al Río San Pedro. Sector Capelo Tomado por: D. Salazar, 2007.

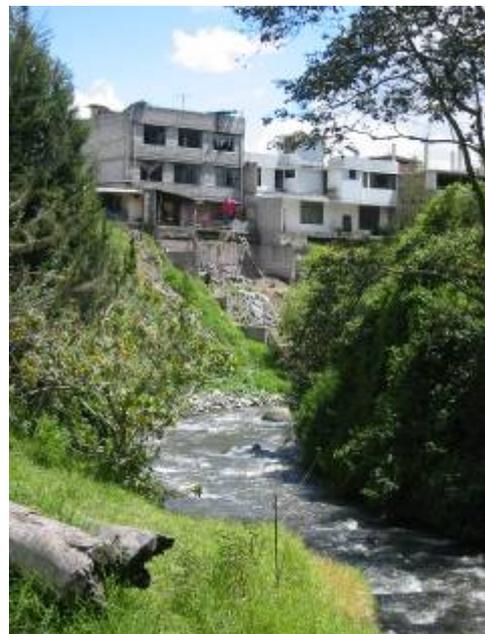


Foto 12. Casas cerca al Río Santa Clara. Sector Sangolquí. Tomado por: D. Salazar, 2007.

¹⁰ Viviendas precarias con personas de bajo nivel de educación aunque tienen acceso a los servicios básicos por estar asentadas en zona urbana.

3.2.2 Exposición a la Amenaza

Según relatos antiguos, en la erupción de 1877, en la Provincia de Pichincha, existieron alrededor de mil víctimas. El acelerado proceso de ocupación en los valles orientales del DMQ, ha provocado que la población expuesta a lahares, hoy en día, se haya multiplicado. Solamente para 1988, se estimó que la población que vive en zona de mayor riesgo de lahares en los valles de Los Chillos y Tumbaco, era de aproximadamente 10 000 personas (D'Ercole, 1991).

Para el 2001, según los datos del INEC, en el valle, la “población de noche” o residente que se encuentra expuesta a lahares es de **15113** habitantes, 5914 personas en la AZVCH y 9199 en Rumiñahui. Sin embargo, debido a que una erupción volcánica puede ocurrir en cualquier momento y que muchos de los lugares de concentración y frecuentación de población (restaurantes, centros comerciales, centros educativos, empresas, industrias, pequeños negocios, balnearios, etc...) se encuentran localizados en zonas de riesgo, es también necesario determinar aquella “población de día” y de fines de semana.

Este tipo de población fue considerada en el estudio de Jérèmy Robert. Él cuantificó aquella población de los lugares de concentración y frecuentación mencionados anteriormente, ubicados en zona de mayor riesgo, más un margen de 200m. Entonces, obtuvo que la población total de día entre semana es de **46 983**, es decir tres veces mayor a aquella residente o de noche, mientras que la población de fines de semana es de 30 000 personas.

3.2.3 Institucional

A más de la población expuesta y su concentración en zonas de riesgo de lahares, se suma, en el Valle de los Chillos, otro problema que incrementaría aún más su vulnerabilidad. La presencia de dos jurisdicciones territoriales de distinta jerarquía: una de ellas un cantón y la otra, una de las administraciones desconcentradas (AZVCH) del DMQ, influye en la manera de gestionar el territorio, y por tanto, también el riesgo. Por un lado, en la AZVCH, se trata de evitar la densificación de zonas de alto riesgo, cercanas a los ríos, a través de una regulación que establece que toda propiedad debe tener una superficie superior a 1000 m² y un máximo de dos pisos. Por otro lado, en Rumiñahui, si bien es cierto, también se evita densificar la población residente en zonas de alto riesgo, se promueve la

densificación de zonas dedicadas al comercio ubicadas también en zonas peligrosas (Serrano, 2007).

Las diferencias institucionales también se ven reflejadas en las acciones de preparación y sensibilización a la población para afrontar la amenaza del Cotopaxi. Por un lado, la AZVCH, a través de la Casa Cotopaxi, ha implementado la gestión del riesgo a través de la inclusión ciudadana mientras que en Rumiñahui, la población es más bien pasiva y receptiva (Serrano, 2007). No se ha logrado estandarizar la metodología de gestión de riesgos a nivel de todo el valle, por lo que cada jurisdicción trabaja de manera independiente y con mapas de amenaza diferentes¹¹.

Finalmente, la incapacidad institucional operacional se puso en evidencia en el Ejercicio de Simulación de Gestión de Crisis orientado al Manejo de Desastres Naturales, realizado en mayo del 2007, organizado por la Academia de Guerra de la Fuerza Terrestre y el I. Municipio de Quito. No se observó ninguna jerarquía de comando y no existen manuales de procedimientos básicos que guíen la gestión de crisis (Serrano, 2007).

Los factores precedentes descritos incrementan el riesgo de la población del Valle de los Chillos; sin embargo, existen otros factores como la percepción del riesgo y las capacidades de la población que pueden, así mismo, aumentar o disminuir el riesgo y que son detallados en el capítulo siguiente.

¹¹ Mientras la Casa Cotopaxi trabaja con el mapa de peligros potenciales del Cotopaxi del IG-EPN del 2004, la Dirección de Seguridad Civil de Rumiñahui trabaja con el mapa de peligrosidad por flujos de lodo de la ESPE.

4. FACTORES DE VULNERABILIDAD DE LA POBLACIÓN DEL VALLE DE LOS CHILLOS

4.1 Percepción de riesgos y capacidad de la población para enfrentar una erupción del Cotopaxi

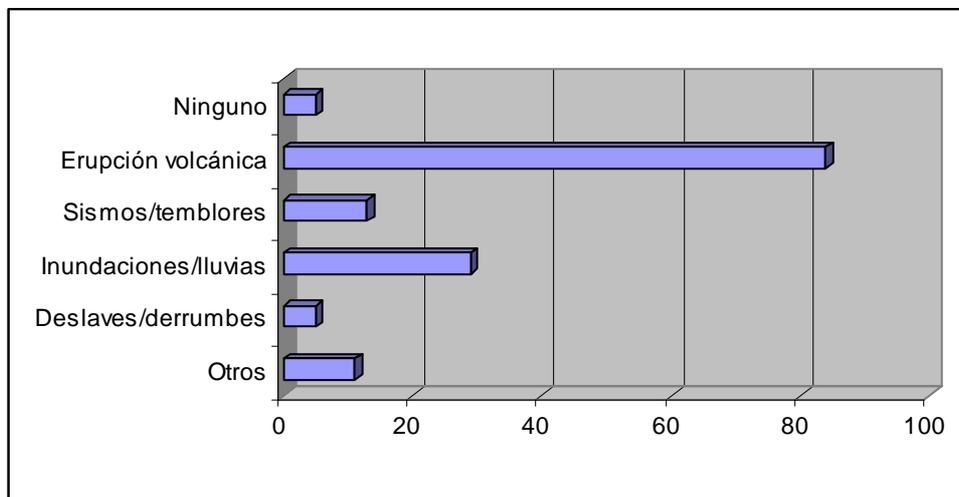
Este primer punto tiene como objetivo presentar, interpretar y explicar los distintos resultados sobre la percepción de la amenaza, del riesgo personal, los lugares más expuestos a una erupción, la capacidad de la población para enfrentar una emergencia, la memoria colectiva y la credibilidad institucional; todos estos presentados a manera de porcentajes en gráficos o tablas, y que corresponden a todos los encuestados (615 personas). Además, se hace referencia a ciertos mapas que reflejan espacialmente las diferencias observadas en los resultados, a nivel de unidades de investigación. Para esto se utilizó el SIG Savane, que al igual que otros sistemas de información geográfica, permite relacionar una base de datos (encuestas) con los elementos geográficos, en este caso zonas, que representan las diferentes unidades de investigación.

4.1.1 Percepción de la Amenaza

Los resultados sobre la percepción de la amenaza que se presentan a continuación, tienen que ver, en primer lugar y de manera general, con que la población del Valle de los Chillos se sienta amenazada o no por algún tipo de peligro natural. Posteriormente, se indica la percepción de la población sobre una amenaza específica, el Cotopaxi, en cuanto a: su naturaleza, su posibilidad de erupción, la probabilidad de ocurrencia de una erupción en el tiempo, el comportamiento del volcán en el tiempo, la magnitud de su erupción, la percepción de los lugares más expuestos, los fenómenos volcánicos asociados y, el alcance geográfico, los tipos y magnitud de sus consecuencias.

4.1.1.1 Percepción de los peligros naturales que amenazan al valle

Figura 3. Peligros naturales en el valle, según la población encuestada



Nota: Múltiples respuestas para un solo encuestado son posibles.

Elaborado por: Diana Salazar

La figura muestra que bastante lejos después de las erupciones volcánicas, las inundaciones y lluvias son los principales peligros naturales que amenazan al valle, según el 28% de los encuestados, porcentaje no muy alto pero importante. El promedio anual de precipitaciones en el valle está comprendido entre 1000 y 1600mm (Ver Anexo 23), que es alto, lo que explicaría también que el segundo peligro más nombrado en primera instancia sean las lluvias. En ciertos sectores, como en Concepción, el 47% de la población encuestada considera que las inundaciones y lluvias son la principal amenaza en el valle. Las inundaciones se producen sobre todo en zonas rurales donde el servicio de alcantarillado es insuficiente o deficiente.

Por otro lado, para el 12% son los sismos y temblores la principal amenaza, porcentaje reducido, si consideramos que por este valle pasa una falla geológica que hace que el riesgo sísmico sea alto. Apenas un 5% menciona a los deslaves y derrumbes, lo que a su vez refleja la baja exposición a la amenaza de tipo geomorfológico en el valle (Ver Anexo 24) que se encuentra en áreas muy localizadas, como en las partes altas de Conocoto, Amaguaña, Alangasí, Pintag y en ciertas áreas del cantón Rumiñahui. El 11% de la población señaló otros tipos de peligros naturales, y uno de los más mencionados fueron

las tormentas eléctricas, que según los encuestados son muy frecuentes y han ocasionado daños en artefactos eléctricos.

Finalmente, del total de encuestados, la gran mayoría, que representa el 84%, piensa que una erupción volcánica es el principal peligro natural en el valle. Este alto porcentaje puede deberse a que desde 1999, en el país, varios volcanes han reiniciado su actividad después de muchos años de haber permanecido en calma. Primeramente, el volcán Tungurahua entró en actividad a mediados de septiembre de 1999, y permanece así hasta la actualidad, provocando daños materiales y económicos cuantiosos, así como ciertas pérdidas humanas en las Provincias de Tungurahua y Chimborazo. Posteriormente, y en el mismo año, se reactiva el Guagua Pichincha, vecino de la ciudad de Quito, que hizo sentir los estragos de la ceniza en su población. La erupción de este volcán provocó que la población quiteña reflexionara por primera vez acerca de su peligro. Para el 2002, el volcán Reventador haría revivir a los quiteños los efectos de la ceniza.

Debido a que la última erupción importante del Cotopaxi ocurrió en el siglo XIX, la población que la experimentó ya no vive para contarla; tal como lo constató D'Ercole en su trabajo de fines de 1980, donde afirma que en la Provincia de Pichincha (que comprende los valles de Los Chillos y Tumbaco) la tradición oral no ha persistido reflejando así, una poca memoria colectiva (a diferencia de la Provincia de Cotopaxi).

A pesar de que ciertos autores mencionan que la experiencia volcánica reciente influye en la percepción de la población frente a la amenaza (Dominey-Howes D. y Minos-Minopoulos D., 2004), los resultados del presente estudio revelan lo contrario. La población del valle no ha experimentado una erupción reciente del Cotopaxi; sin embargo, de las 517 personas que mencionaron a las erupciones volcánicas, el 81% nombró al *Cotopaxi* mientras que el 19% restante nombró al Cerro Ilaló (volcán extinto) y al Antisana (que no afectaría al valle). Por tanto, otras razones deben explicar este porcentaje alto de personas que lo nombran. Probablemente se deba a que, a inicios del 2002, una actividad anómala en el Cotopaxi, evidenciada a través de sismos y fumarolas, provocó que las autoridades alertaran a la población sobre su posible reactivación. Esta situación movilizó

tanto a la comunidad científica como a los organismos de socorro y a las instituciones de gestión de riesgo, dando lugar a una de las primeras reuniones del COE metropolitano¹². Es así que, tanto la alerta del Cotopaxi entrando en actividad como la experiencia vivida con volcanes como el Tungurahua, Pichincha y Reventador en los últimos años, ha provocado que la población del Valle de los Chillos y del país en general, perciba de una manera diferente su entorno, y esté más consciente del peligro volcánico al que está expuesta.

El mapa no. 6 permite observar espacialmente la distribución, por unidades de investigación, de la alta percepción de la amenaza volcánica en el Valle de los Chillos. Se observa que, a partir de las unidades 3 y 10 y hacia el noroeste, los porcentajes de población que menciona a las erupciones volcánicas disminuye. Esto se debe a que estas unidades, a excepción de la 10, agrupan a sectores que se ubican en una zona alta del valle, además de estar más alejados del volcán, a excepción de la unidad 20, lo que les hace pensar que los materiales volcánicos no llegarían a afectarlos. En Concepción (unidad 20) la baja percepción de amenaza volcánica a pesar de su ubicación cercana al volcán, se debe a que los encuestados opinan que son las lluvias e inundaciones el principal peligro natural en el valle. En Mirasierra (unidad 10), su baja percepción de la amenaza se explica por otras razones que serán detalladas más adelante.

¹² D'ERCOLE R. (Coord.) (2002) – Contribución a las actividades del COE Metropolitano de Quito en cuanto a «Evaluación de riesgos y análisis de necesidades en la hipótesis de una erupción del volcán Cotopaxi – IRD.

4.1.1.2 Percepción de la naturaleza del Cotopaxi

Tabla 5. Lo que representa el Cotopaxi para los encuestados

Código	Respuesta	Frecuencia	%
0	Nada/No sabe	7	0,9
1	Fuente de peligro	399	51,4
2	Belleza, majestuosidad de paisaje	161	20,7
3	Símbolo nacional	7	0,9
4	Atractivo turístico/recreación	54	6,9
5	Fuente de beneficios, de vida, reserva natural	25	3,2
6	Sentimientos negativos o de alerta (temor/angustia/inseguridad/preocupación/alerta/incertidumbre)	60	7,7
7	Sentimientos positivos (admiración/respeto/placer/protección)	18	2,3
8	Definición neutra*	46	5,9
	Total	777	100,0

*Se considera como “neutra” a aquellas respuestas que no tienen ninguna connotación de peligro, perjuicio o de beneficios. El Cotopaxi es considerado únicamente como un volcán, un nevado o una montaña.

Nota: Múltiples respuestas para un solo encuestado son posibles.

Elaborado por: Diana Salazar

Cuando se consultó a cada uno de los encuestados *qué representa para usted el Cotopaxi*, la mitad (51%) respondió una fuente de peligro mientras que el 21% lo considera bello y majestuoso. Para el 10%, el Cotopaxi representa un tipo de beneficio, tanto económico (atractivo turístico y recreación) como de vida (fuente de agua). El resto de percepciones del volcán están por debajo del 10%, de éstas, el mayor porcentaje (8%) corresponde a aquellos encuestados a los cuales el Cotopaxi les causa sentimientos negativos o de alerta; apenas a un 2%, el volcán le provoca sentimientos positivos y, para el 6%, el Cotopaxi no posee una connotación específica.

Si agrupamos las distintas respuestas en categorías como lo indica la tabla 6, vemos que para un poco más de la mitad de la población encuestada (59%), el Cotopaxi tiene una connotación negativa mientras que para el 34% el volcán representa algo positivo. Este último porcentaje refleja que existen ciertas personas que han aprendido a vivir con el volcán sin temerle, y al contrario, lo ven como algo beneficioso; en el sentido en que es uno de los principales atractivos turísticos del país y es la principal fuente de agua para el Valle de los Chillos, al menos para la parte que corresponde al DMQ.

Tabla 6. Categorías de respuestas sobre lo que representa el Cotopaxi para los encuestados

Respuesta	Frecuencia	%
Positivas (categorías 2,3,4,5,7)	265	34,1
Negativas (categorías 1 y 6)	459	59,1
Definición neutra	46	5,9
No sabe	7	0,9
Total	777	100,0

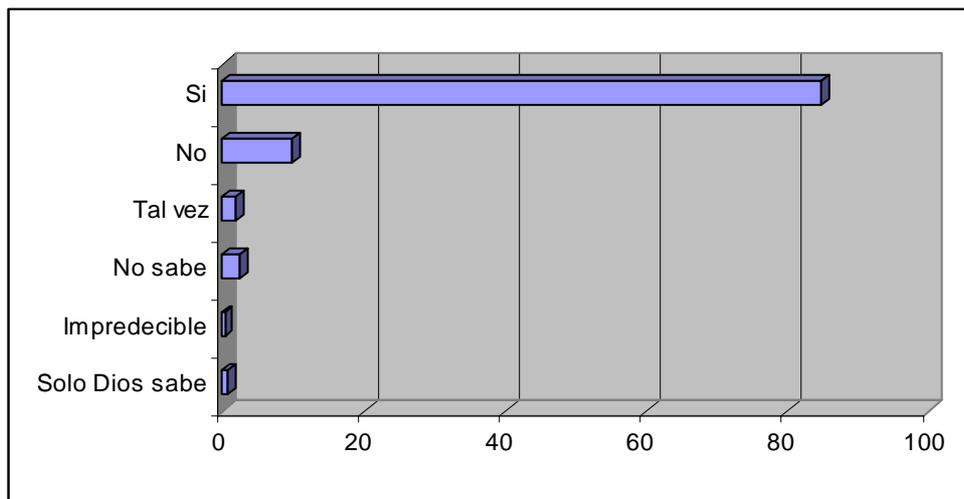
Elaborado por: Diana Salazar

D'Ercole, en 1989, en una encuesta realizada a 1137 personas en la Provincia de Pichincha (comprende los valles de Tumbaco y Los Chillos), obtiene que para el 29% de los encuestados, este volcán es una belleza paisajística mientras que para el 51%, éste representa una *fente de peligro*. Por tanto, la percepción que la población tiene acerca del Cotopaxi no ha variado mucho en los últimos 18 años, sobre todo en cuanto a la idea de peligro y belleza (Ver Anexo 25).

4.1.1.3 Percepción sobre las características de una erupción del Cotopaxi

Percepción sobre la posibilidad de una erupción

Figura 4. Posibilidad de erupción del Cotopaxi, según los encuestados



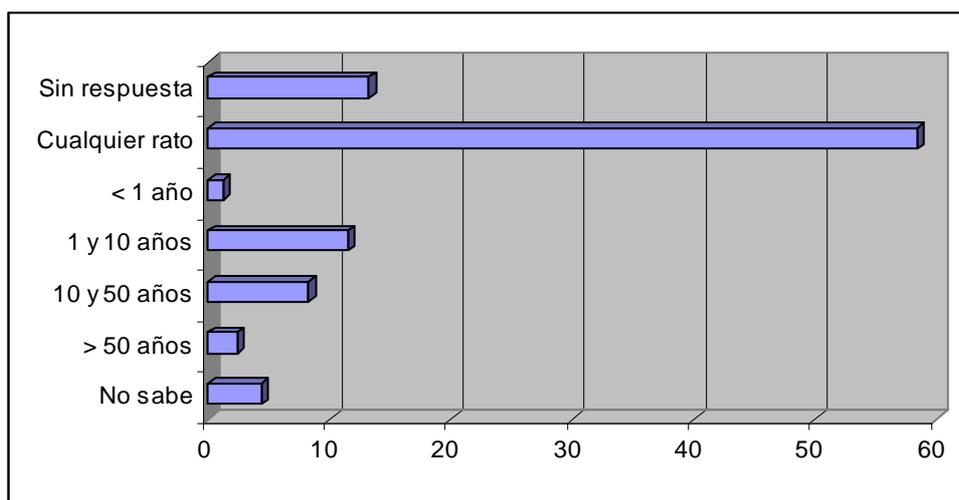
Elaborado por: Diana Salazar

En cuanto a la posibilidad de una erupción, gran parte de la población encuestada, que representa el 85%, piensa que una erupción del Cotopaxi sí se producirá en algún momento. Al contrario, apenas el 10% piensa que el volcán nunca va a erupcionar.

Este porcentaje alto de personas, puede deberse a que la alerta del 2002, puso en evidencia los primeros síntomas de que este volcán está activo y por tanto, la población está consciente de que su erupción es posible en algún momento.

Percepción sobre la probabilidad de ocurrencia de una erupción

Figura 5. Probabilidad de ocurrencia de una erupción del Cotopaxi en el tiempo, según los encuestados



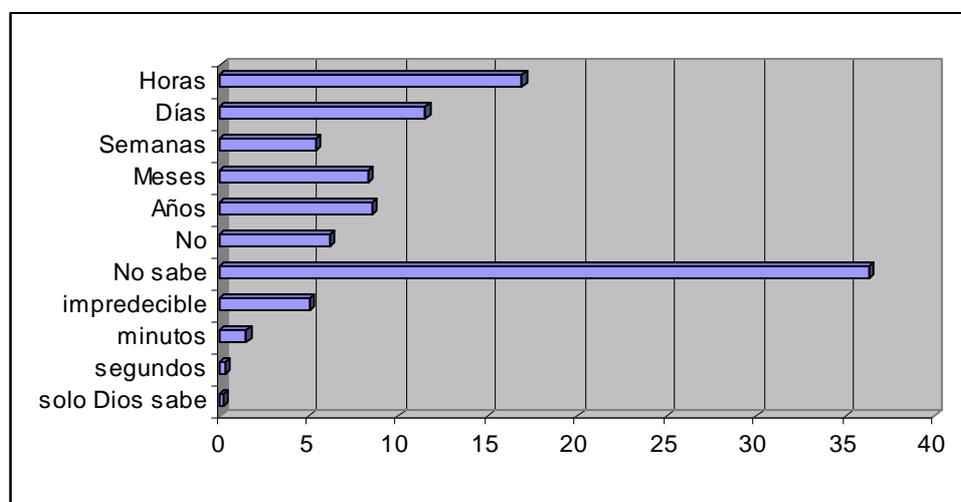
Elaborado por: Diana Salazar

De las personas que respondieron afirmativamente a la posibilidad de una erupción, un poco más de la mitad (58%) piensa que el volcán podría erupcionar cualquier rato, es decir, podría ser el día siguiente o dentro de muchos años. Apenas el 1% afirma que la erupción del volcán es a corto plazo, es decir en menos de un año. El 11% piensa que el volcán podría erupcionar entre uno y diez años (mediano plazo). El 8% dice que el volcán va a erupcionar entre 10 a 50 años (largo plazo). El 13% de encuestados sin respuesta corresponde a aquellas personas que, en la pregunta anterior, respondieron que el volcán no va a erupcionar, que no se puede predecir si va a erupcionar o que solamente Dios lo sabe (Ver Figura 4).

Comparando los resultados con aquellos de D'Ercole (1989), vemos que en aquel entonces un porcentaje alto (86%) de personas creía que la erupción del Cotopaxi ocurriría en los próximos diez años. Actualmente, apenas el 11% piensa de la misma manera, lo cual refleja el gran escepticismo de la población frente a una erupción cercana. Esto puede deberse a que la alerta sobre la reactivación del Cotopaxi en el 2002, generó la desesperación de la población del valle, lo cual tuvo como consecuencia la venta de sus lotes a precios irrisorios (según población encuestada) y el abandono de ciertas viviendas (que se pudo evidenciar en el campo), al pensar en una erupción inminente. Sin embargo, de esto han pasado ya 5 años y el volcán no ha erupcionado, razón por la cual, la población no se siente capaz de predecir su erupción y prefiere responder que ocurrirá *cualquier rato* (Ver Figura 5).

Percepción sobre el desarrollo en el tiempo de una erupción del Cotopaxi

Figura 6. Percepción sobre el tiempo que demora el Cotopaxi en erupcionar una vez reactivado, según los encuestados



Elaborado por: Diana Salazar

El 36% de los encuestados *no tiene conocimiento* de cuánto tiempo le tome al volcán erupcionar una vez que se observen fumarolas y se sientan sismos. El 17% piensa que bastarán unas horas para que la erupción tenga lugar. El 11% piensa que la erupción demorará algunos días mientras que el 5% dice que se presentará en semanas. El 8% de los interrogados piensa que pasarán algunos meses o incluso años antes de que se presente la

erupción¹³. El 6% afirma que a pesar de que el volcán se manifieste no necesariamente significa que habrá una erupción (o por lo menos no una erupción importante)¹⁴.

De manera general, casi un tercio de la población encuestada (28%), considera que una vez activado el volcán, se producirá una erupción repentina. Esta manera de pensar puede resultar en comportamientos inapropiados y desesperados de la población similares a los del 2002 (venta de lotes a bajos precios y abandono de viviendas) o inclusive peores. Así mismo, el porcentaje (36%) de personas que desconocen sobre el tema, también podría poner problemas una vez que su conducta es aún más incierta. Si según científicos del IG, el comportamiento del Cotopaxi sería similar al del Tungurahua (es decir, erupciones de poca y mediana magnitud durante meses e incluso años antes de la erupción importante), las lecciones dejadas por este volcán, podrían dirigir las acciones futuras con respecto al Cotopaxi. Establecer qué tipo de acciones se van a tomar durante las diferentes alertas es urgente.

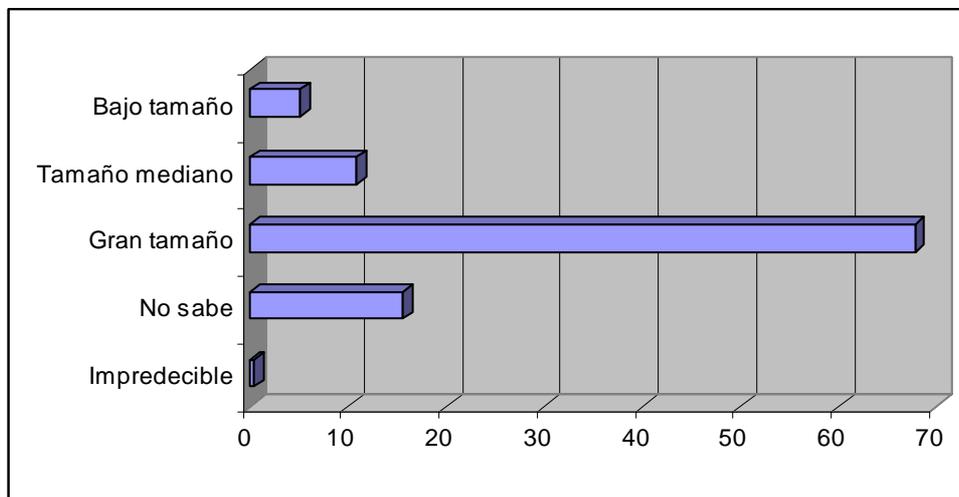
En un ejercicio de simulación de gestión de crisis del Cotopaxi, realizado en mayo del 2007, fue claro el desconocimiento general de las autoridades acerca del significado de las alertas, lo que causó desconcierto e indecisión en las medidas a tomar.

¹³ Según científicos del IG-EPN, este es el comportamiento esperado del Cotopaxi.

¹⁴ Muchas personas que respondieron de esta manera, hacen alusión al volcán Tungurahua que ya lleva más de 7 años manifestándose. En este caso, sí hubo erupciones, pero todavía de no muy grande magnitud.

Percepción sobre la magnitud de una erupción

Figura 7. Magnitud de una erupción del Cotopaxi, según los encuestados



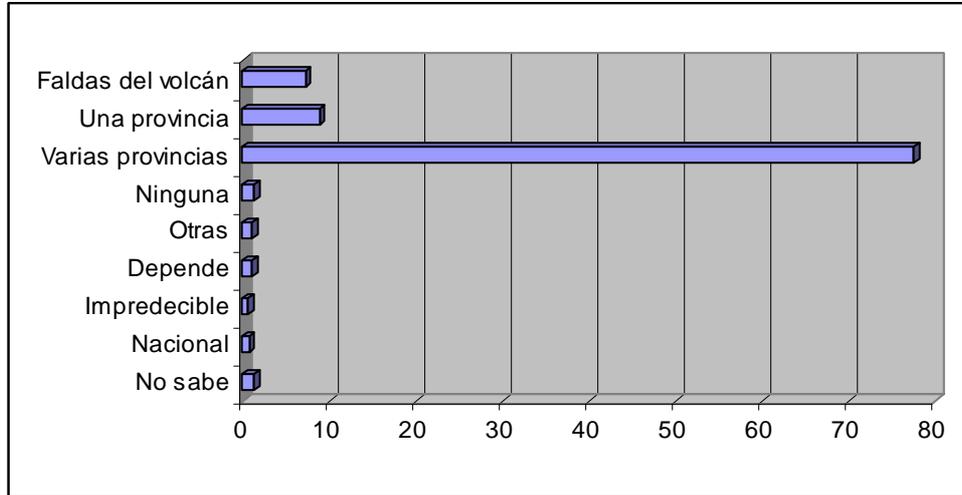
Elaborado por: Diana Salazar

Con respecto a la magnitud de una posible erupción, la figura muestra que el 68% de los encuestados considera que una posible erupción del volcán sería de *gran tamaño*. Apenas el 5% piensa que sería de bajo tamaño mientras que el 11% piensa que sería de tamaño mediano. El 15% no tiene conocimiento de la magnitud de una erupción del volcán. Un porcentaje mínimo de los interrogados (0,5%) opina que no se puede predecir la magnitud de su erupción.

El alto porcentaje de población que considera que una erupción sería de gran magnitud, refleja que existe un conocimiento general acertado de la población con respecto a las características de una erupción del Cotopaxi. Al mismo tiempo, significa una fuerte preocupación previsible de la población, una vez se reactive el volcán.

Percepción sobre el alcance geográfico de una erupción del Cotopaxi

Figura 8. Alcance geográfico de una erupción del volcán, según los encuestados



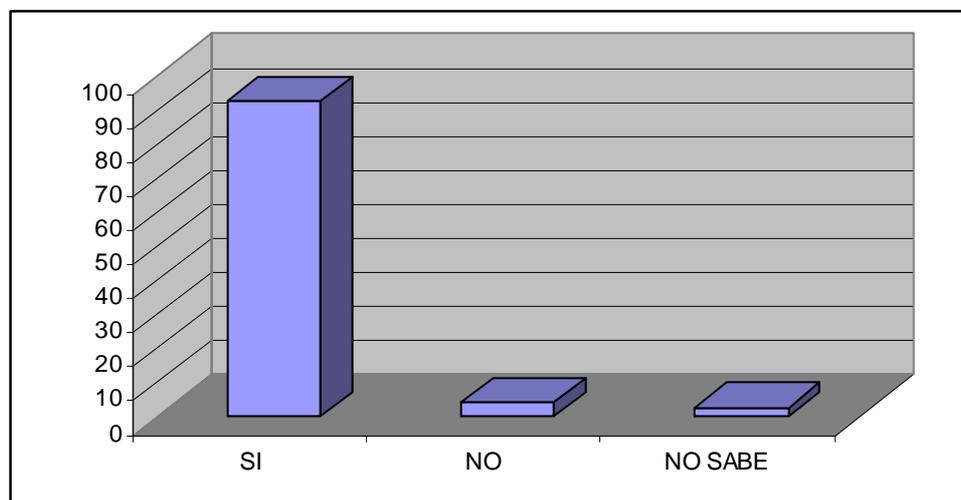
Elaborado por: Diana Salazar

La figura muestra que el 77% de la población encuestada, opina que una potencial erupción del volcán afectaría a *varias provincias*, algunos de ellos nombraron a Cotopaxi y Pichincha e incluso Tungurahua. El 7% piensa que el impacto de una erupción del volcán sería únicamente a nivel de sus faldas mientras que el 9% afirma que solamente sería a nivel de una provincia.

De igual manera, en este caso, tres cuartos de la población posee un conocimiento acertado acerca del alcance geográfico de una erupción, sobre todo en aquellas provincias que se verían mayormente afectadas, tal es el caso de Cotopaxi y Pichincha. Esto también confirma la percepción de la población acerca de que una erupción del Cotopaxi sería de gran magnitud.

Percepción general de la magnitud de las consecuencias de una erupción

Figura 9. Posibilidad de que una erupción produzca consecuencias desastrosas, según los encuestados



Elaborado por: Diana Salazar

La figura muestra que gran parte de la población encuestada, que representa el 92%, piensa que una posible erupción del volcán traería consigo consecuencias desastrosas tanto para la población como para sus bienes. Apenas un 4% piensa que no existirían consecuencias desastrosas y únicamente el 3% no sabe responder a la pregunta.

4.1.1.4 Percepción sobre los lugares más expuestos en el Valle de los Chillos frente a una erupción

Para determinar la percepción sobre los lugares más expuestos se utilizaron los bosquejos realizados por 600¹⁵ encuestados, sobre un mapa base del área de estudio, al responder a la pregunta: *¿Cuáles son según ud los lugares más expuestos a una erupción del Cotopaxi?* Es decir, el interés con esta pregunta, era únicamente ubicar las zonas más expuestas y por tanto, más o menos peligrosas según la población, mas no el de precisar el tipo de fenómeno o material volcánico asociado. No se hizo la pregunta de esta manera porque como ya se verá más adelante, no todos los encuestados tienen el mismo punto de vista sobre el tipo específico de peligro relacionado con el Cotopaxi.

¹⁵ 10 encuestados no señalaron ningún lugar en el mapa por considerar que el valle no se vería afectado en caso de una erupción del Cotopaxi. 5 gráficos no fueron tomados en cuenta por no ser explotables.

Los bosquejos o gráficos obtenidos, permitieron llegar a un mapa síntesis (Mapa No. 7), elaborado con el SIG ArcGIS 9.2 (Para mayor detalle de su elaboración ver Capítulo II). En este mapa, se incluyeron los límites de los lahares establecidos por el IG-EPN en 1988 y 2004 para observar diferencias entre la manera de ver a la amenaza de los científicos con aquella de los encuestados.

El mapa síntesis muestra que, de manera general, para los encuestados el peligro disminuye a medida que aumenta la distancia a partir de los ríos Pita y Santa Clara, y de la zona donde confluyen (Puente #8); siendo que por estos ríos pasarían los lahares del Cotopaxi. También se observa que el peligro disminuye a medida que nos alejamos de la zona central del área de estudio, donde se concentra gran parte de la población residente y de día expuesta. Entre el 91 y 100% de los encuestados, señalan una parte de los ríos mencionados hasta la zona donde se encuentran y forman el San Pedro. Este porcentaje de encuestados coincide, en parte, con la zona de mayor peligro establecida por el IG, que reconoce además, una zona no expuesta (aislada) y que se encuentra entre los dos brazos de lahares.

Otro porcentaje de personas señalan lugares que se encuentran totalmente fuera de la zona de mayor peligro establecida por el IG. Sin embargo, las zonas marcadas por el 16 y hasta el 45% de los encuestados (Ver Mapa No.7), coinciden, en cierta manera, con aquellos lugares considerados dentro de la zona de menor peligro establecida por el IG en 1988 (que incluye a Guangopolo, Conocoto, vía a Amaguaña y Concepción). Entre el 61 hasta el 100% señala una zona que no se extiende más allá del sector conocido como “Playa Chica”, lo que también ocurre con los límites de mayor peligro del IG de 1988 (Ver Mapa No.7). Parece ser que muchos encuestados todavía se encuentran familiarizados con este mapa, el cual estuvo vigente durante 15 años antes de realizarse su actualización en el 2004. Finalmente, entre el 0 y 15% de los encuestados, considera que todo el valle está expuesto a una erupción del Cotopaxi (Ver Mapa No.7).

Con el objetivo de determinar diferencias en la manera de percibir los lugares más expuestos a una erupción, se aplicaron tres criterios¹⁶, así:

¹⁶ Otros criterios como tiempo de residencia y sexo también fueron probados, sin embargo, no se encontraron diferencias.

a. Edad: al aplicar este criterio se obtuvieron dos mapas:

- El mapa 8 muestra las zonas expuestas a una erupción del Cotopaxi según 18 encuestados de *17 a 19 años*. De manera general, al contrario del IG, los encuestados no distinguen una zona no expuesta entre los dos brazos de lahares. Entre el 91 y 100% señalan la zona central del área de estudio como la más expuesta a una erupción; dicha zona se extiende por un lado, más allá del río Santa Clara hasta Sangolquí aunque, por otro lado, no se extiende mucho más allá del Río Pita. Finalmente, en este mapa, los encuestados no incluyen al Cerro Ilaló dentro de los lugares más expuestos a una erupción. Esto puede deberse a que, a esta población que se encuentra cursando el último curso de colegio o recién graduada, se le enseña que el Ilaló es una zona de seguridad en caso de erupción. Según Miguel Arias, funcionario de la Casa Cotopaxi, en las capacitaciones que han realizado, es muy común escuchar a los jóvenes decir que en caso de emergencia se dirigen a este cerro.
- El mapa 9 agrupa las zonas expuestas a una erupción del volcán según los encuestados de *20 años en adelante*. Este mapa es muy similar al mapa síntesis (Mapa No.7) analizado en líneas anteriores, sin embargo, se lo presenta para que se observe la diferencia con el mapa anterior.

b. Nivel de instrucción¹⁷: con este criterio se obtuvieron también dos mapas:

- El mapa 10 muestra las zonas expuestas a una erupción del volcán según los 582 encuestados que poseen un *nivel de instrucción primario, secundario y superior*. De manera general, los encuestados no distinguen una zona aislada no expuesta como la que establece el IG. Entre el 91 y 100% señalan la zona central del área de estudio, extendiéndola hasta la zona conocida como “El Triángulo” al norte, y hasta Cashapamba, al sur. Entre el 0 y 15% marcan a todo el valle como expuesto a una erupción. Entre el 16 y 45% incluyen a Guangopolo, vía a Amaguaña, Concepción y Píntag dentro de las zonas expuestas; lugares considerados dentro de la zona de menor peligro del IG de 1988.
- El mapa 11 incluye las zonas expuestas según los encuestados que han realizado un *postgrado*. La diferencia con el anterior radica en que en este último no se señala al

¹⁷ Para la elaboración de los mapas, fueron tomados en cuenta únicamente los niveles de instrucción primario, secundario, superior y postgrado. Del total de la muestra (615 personas) solamente 3 no poseen un nivel de instrucción, por tanto estadísticamente no era posible ni prudente realizar un mapa de porcentajes.

Cerro Ilaló como un lugar expuesto. Parece ser que aquellas personas con un mayor nivel de instrucción tienen conocimiento de que el Ilaló es una zona de seguridad en caso de emergencia.

c. Ubicación: con este criterio se trató de determinar diferencias en la manera de percibir los lugares más expuestos de aquellos encuestados ubicados dentro de la zona de riesgo, fuera de ésta o en la zona aislada, según los límites del mapa del IG de 2004. Así mismo, se trató de diferenciar contrastes entre la población ubicada al norte, de aquella localizada al sur del área de estudio. De esta manera, se obtuvieron 5 mapas:

- El mapa 12 muestra los lugares más expuestos a una erupción del Cotopaxi según los 167 encuestados ubicados en *zona de lahares*. De manera general, los encuestados localizados en sector de riesgo, no distinguen una zona no expuesta ubicada entre los dos brazos de lahares. Por otro lado, entre el 76 y 90% de los encuestados señalan el sector central del área de estudio, sin extenderse más allá del Río Pita y llegando únicamente hasta el Puente #8 al norte, y Cashapamba al sur. Al igual que el mapa síntesis, se observa que entre el 16 y 45% de los encuestados, señalan una zona expuesta similar a aquella de menor peligro establecida por el IG, en 1988.
- En el mapa 13 se observa la manera en que los 348 encuestados¹⁸ ubicados *fuera de la zona de lahares* perciben los lugares más expuestos. Este mapa muy similar al anterior, indica que entre el 76 y 90% de los encuestados, señalan a los ríos Pita y Santa Clara hasta el sector de “El Triángulo”, coincidiendo en parte, con los límites de la zona de mayor peligro del IG de 1988 y de 2004.
- El mapa 14 indica los lugares más expuestos a una erupción según aquellos encuestados que se ubican en la *zona aislada* entre los dos brazos de lahares, y que coincide casi totalmente con el mapa 7. Este mapa muestra que existe un porcentaje considerablemente alto de encuestados (76 a 90%) que incluyen al lugar donde residen (zona aislada) como zona expuesta al peligro. Es decir, las graves repercusiones del aislamiento en caso de erupción (desabastecimiento de víveres, incomunicación, falta de acceso a servicios básicos como agua potable, dificultades en ser atendidos, etc...) hace que los encuestados se sientan tan expuestos como aquellas personas ubicadas en zona de lahares. Por esta razón, muchas de las personas

¹⁸ Este valor se obtiene restando aquellos encuestados ubicados tanto en zona de lahares como en el sector aislado (entre los dos brazos de lahares).

aisladas han considerado evacuar la zona (Ver Mapa 21), lo que sería prudente en caso de que la evacuación fuera realizada de manera anticipada. Sin embargo, en caso de emergencia, deberían ser evacuadas prioritariamente aquellas personas directamente expuestas al peligro. Es así que tanto la zona aislada como la de lahares merecen especial atención por parte de las autoridades.

Comparando los tres mapas (12, 13 y 14), se observa que entre el 76 y 100% de los encuestados ubicados fuera de la zona de riesgo y en zona aislada, pueden definir con mayor precisión los ríos por los cuales pasarían los lahares. Es decir, su manera de ver a la amenaza es mucho más parecida a la de los científicos, al contrario de aquellos encuestados ubicados en pleno paso de lahares, quienes señalan una zona más extensa. Por otro lado, entre el 16 y 45% de los encuestados (en los tres mapas) señalan muchos de los lugares incluidos dentro de la zona de menor peligro del IG de 1988. Así mismo, la percepción de los lugares más expuestos de un alto porcentaje de los encuestados (76 y 100%) es similar a la zona de mayor peligro del IG de 1988. Esto sugiere que hace falta una mayor difusión del mapa actualizado del IG entre la población.

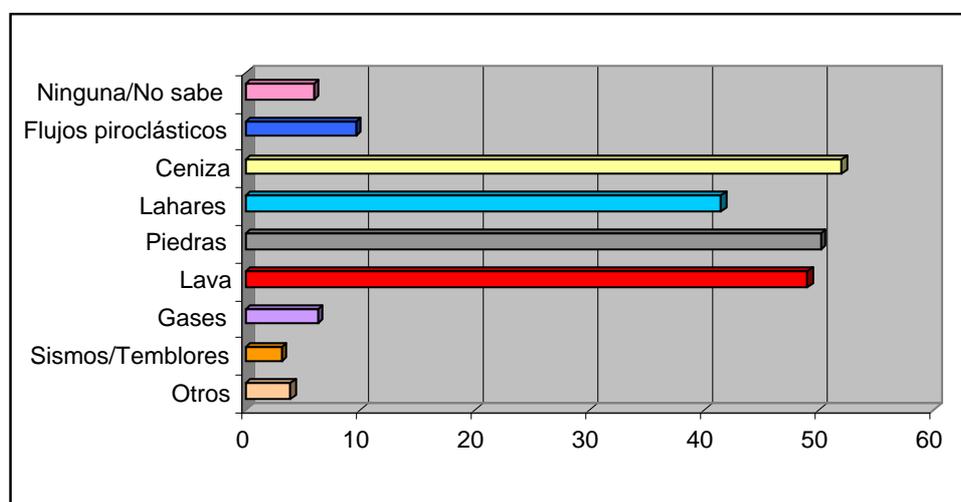
- En el mapa 15 que corresponde a aquellos encuestados ubicados en la parte más septentrional del área de estudio, se observa que un porcentaje considerable (61 a 75%), señalan al sector donde viven (Guangopolo) como expuesto a una erupción del Cotopaxi. Por otro lado, entre el 91 y 100% coinciden en que la zona de San Rafael y El Triángulo es la más expuesta a una erupción. En este mapa, resalta un porcentaje relativamente alto (46 y 90%) de población que señala aquellas zonas cercanas al río San Pedro. Esto se debe a la cercanía de la población de Guangopolo, y su relación con este río, más que con los otros dos ríos (Santa Clara y Pita) más lejanos.
- El mapa 16 que corresponde a los encuestados que residen en la parte más meridional del área de estudio, muestra que todos los encuestados coinciden al señalar el lugar donde residen (San Fernando), como expuesto a una erupción. Como se observa en el mapa, esta población no extiende demasiado las zonas expuestas hacia el norte. Sin embargo, hacia el sur, los porcentajes son bajos (al igual que en todos los mapas). Hacia el sur, por lo menos hasta antes de llegar a la ciudad de Latacunga, la población es de tipo rural y las densidades son bajas. Parece ser que los encuestados tienen una idea de que los lugares que concentran mayor población (Sangolquí, San Rafael y

Selva Alegre), están más expuestos a una erupción, lo cual coincide con los resultados obtenidos por J. Robert en el 2007, en su estudio “Cuantificación y caracterización de la población del Valle de los Chillos”.

4.1.1.5 Percepción sobre los fenómenos volcánicos que amenazan el Valle de los Chillos y de las consecuencias de una erupción del Cotopaxi

Percepción de los fenómenos volcánicos que amenazan al valle

Figura 10. Fenómenos volcánicos que amenazan el Valle de los Chillos, según los encuestados



Nota: Múltiples respuestas para un solo encuestado son posibles.
Elaborado por: Diana Salazar

La figura muestra que el 50% de los encuestados considera a la ceniza volcánica como uno de los materiales volcánicos más amenazantes para el valle. Otro 50% piensa que en caso de una erupción, tanto las piedras como la lava podrían llegar hasta el valle. En cuanto a los lahares¹⁹, el 41% nombra a este fenómeno como una amenaza, porcentaje relativamente bajo, si consideramos que éste es uno de los principales peligros asociados al volcán Cotopaxi, según los científicos (que alcanzarían a llegar hasta los valles de Los Chillos y Tumbaco, al norte, en la provincia de Pichincha). Los flujos piroclásticos, los gases y sismos o temblores son los fenómenos menos nombrados por la población, ya que no

¹⁹ No todas las personas encuestadas se referían estrictamente al término “lahares”, razón por la cual, otras denominaciones fueron consideradas como sinónimos de este fenómeno volcánico, así: deslaves, inundaciones, aluviones, aludes.

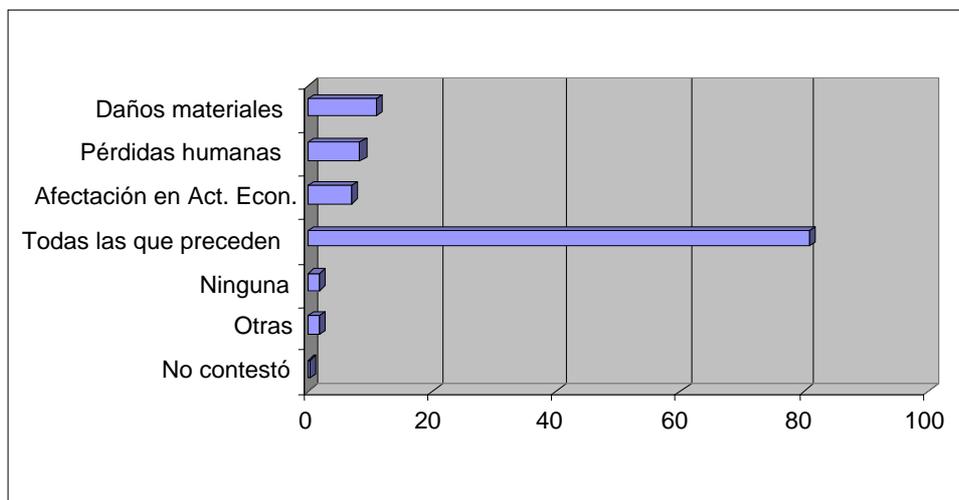
alcanzan ni el 10%. Otros fenómenos o materiales como fuego, candela, escombros, arena y cobre fueron nombrados apenas por el 4% de la población. Únicamente el 6% de los interrogados no pudo pronunciarse al respecto por desconocimiento o porque pensaba que no existía ninguna amenaza.

A pesar que en el mapa de los peligros potenciales del Cotopaxi, elaborado por el IG, no se ha incluido la posible extensión de la ceniza que se acumularía menos de 5cm, la mitad de la población encuestada considera que este es el principal material volcánico que llegaría hasta el Valle de los Chillos (Ver Figura 10). Según relatos de Wolf, este material volcánico llegó a acumularse hasta 6mm en Quito, durante la erupción de 1877. El alto porcentaje de población (50%) que opina de esta manera, puede deberse a que durante las erupciones del Pichincha y Reventador, en los últimos años, la ceniza ha sido el principal material que ha llegado a sentirse en la capital y sus alrededores.

Las piedras y la lava son otros materiales también nombrados por la mitad de la población, sin embargo, éste último es totalmente erróneo porque la extensión de la lava, según el mapa del IG, sería únicamente a nivel de la zona cercana al cráter del volcán o hasta los flancos y laderas del mismo. Las piedras se encuentran dispersas en casi todo el valle, incluso en el patio trasero de ciertas viviendas, y la gente tiene conocimiento que son producto de una erupción del Cotopaxi (la población encuestada no parece saber si son transportadas por lahares, algunas dicen que “por los ríos” o “lanzadas” directamente desde el volcán), razón por la cual también son nombradas con frecuencia.

Percepción sobre el tipo de consecuencias de una erupción del Cotopaxi en el Valle de los Chillos

Figura 11. Tipos de consecuencias que originaría una erupción en el valle, según los encuestados



Elaborado por: Diana Salazar

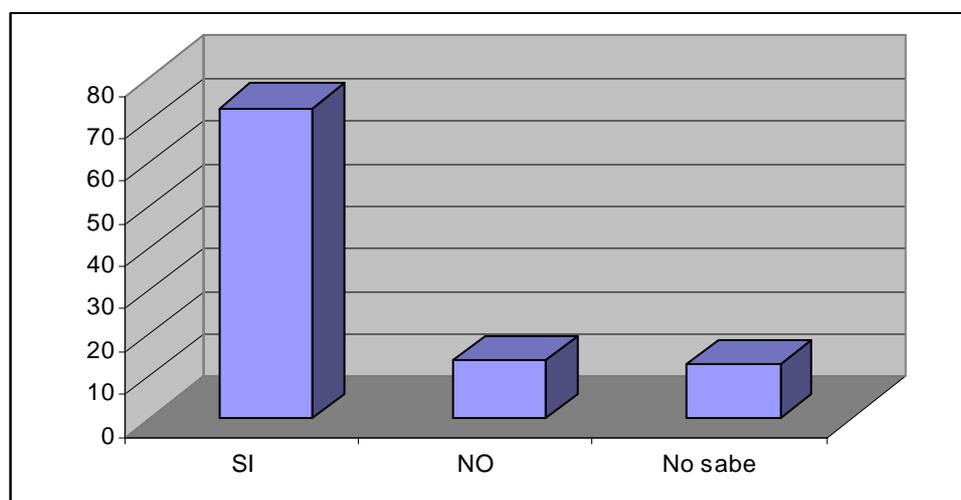
La figura muestra que el 80% de la población encuestada nombra a los daños materiales, a las pérdidas humanas y a la afectación en las actividades económicas como principales consecuencias de una potencial erupción del Cotopaxi. El 2% que dio otro tipo de respuestas, nombró a la afectación en sus sembríos, enfermedades en sus animales domésticos o afectación en el transporte. Estos resultados reflejan que los encuestados tienen conciencia de la magnitud del peligro de una erupción del Cotopaxi.

4.1.2 Percepción de Riesgo Personal

La percepción de riesgo personal tiene que ver con el hecho de que una persona se sienta o no afectada por los efectos de un peligro natural. Sin embargo, visto de esta manera la afectación recae únicamente sobre la persona. En este estudio se trataba de determinar la percepción sobre la posibilidad de afectación a nivel del sitio de vivienda²⁰.

²⁰ Se explicó a los interrogados que el sitio de vivienda se refiere además de su vivienda, a sus alrededores, hasta el nivel de la manzana.

Figura 12. Percepción de la posibilidad de afectación del sitio de vivienda de los encuestados



Elaborado por: Diana Salazar

La figura indica que el 72% de la población encuestada considera que su sitio de vivienda sí se vería afectado en caso de una erupción del volcán, al contrario del 14% que piensa que no sería así. El 13% no tiene conocimiento al respecto. Dentro de las personas que respondieron afirmativamente a esta pregunta, el 62% opina que su vivienda sería muy afectada mientras que el 36% opina que sería poco (Ver Tabla 7). Un mínimo porcentaje de encuestados (2%) no sabe determinar el grado de afectación en su vivienda, únicamente sabe que sí será afectada.

Tabla 7. Grado de afectación del sitio de vivienda según los encuestados que consideran que su vivienda sería afectada

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Mucho	278	62,2
Poco	160	35,8
SI	9	2,0
Total	447	100,0

Elaborado por: Diana Salazar

4.1.2.1 Grados de percepción de riesgo y diferenciaciones espaciales

Las distintas respuestas obtenidas con esta pregunta permitieron determinar cuatro grados de percepción de riesgo personal, así:

Tabla 8. Grado de percepción de riesgo personal según los encuestados

Respuesta	Percepción personal del riesgo	Frecuencia	Porcentaje
Mucho	Alta a muy alta	278	45,2
Poco / SI*	Relativamente alta	168	27,3
No sabe	Relativamente baja	86	13,0
NO	Baja a muy baja	83	14,0
	Total	615	100,0

*Respuesta que se presentó en aquellas personas que no saben cuantificar la afectación en su vivienda
Elaborado por: Diana Salazar

La tabla muestra que el 73% de los encuestados tiene una percepción relativamente alta a muy alta en cuanto al riesgo personal de afectación, aunque de éstos, únicamente el 45% cree que serían afectados en gran manera. Apenas el 28% presenta un nivel de percepción bajo, y de éstos, el 14% no está seguro si sería o no afectado. El mapa 17 muestra la distribución de los encuestados, a manera de puntos, según los distintos grados de percepción de riesgo personal. De los 167 encuestados que se localizan en zona de riesgo por lahares, 97 (que corresponden al 58%), presentan un grado de percepción de riesgo personal alto a muy alto.

Por otro lado, el mapa 18 pretende mostrar la distribución del grado de percepción de riesgo alto y muy alto, es decir, aquella población que considera que su sitio de vivienda sí se vería afectado en caso de erupción, sea mucho o poco, según unidades de investigación. Son importantes aquellas unidades como la ESPE y Yaguachi, que se encuentran en pleno paso de lahares y donde gran parte de su población (80 y 95%) posee una percepción de riesgo personal alta. También se observan unidades como Guangopolo, Hidroeléctrica y Armenia I, que presentan altos grados de percepción de riesgo personal, a pesar que estas mismas unidades, presentan niveles bajos de percepción general de la amenaza (Ver Mapa No. 6). Es decir, la población de estos sectores no piensa que una erupción volcánica sea una amenaza en el Valle de los Chillos, sin embargo, a nivel de su sitio de vivienda, el Cotopaxi sí representa una amenaza y un peligro. Esta percepción es errónea, si

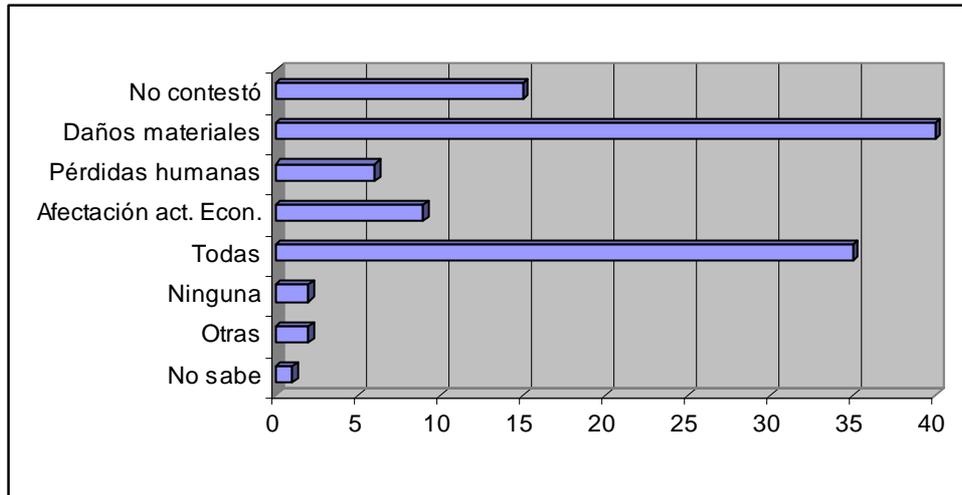
consideramos que estas zonas son elevadas y donde el río San Pedro se vuelve más encañonado; por tanto por lo menos los lahares no alcanzarían a llegar a estos sectores.

También se observa que, en unidades como Mirasierra, San Gabriel y Playa Chica, ubicadas también en pleno paso de lahares, los porcentajes de población con percepción de riesgo alta son relativamente bajos. Esto puede explicarse de dos maneras: por un lado, en dichas unidades la población posee un nivel socioeconómico alto, razón por la cual, no le preocupa mayormente si su vivienda se ve o no afectada, en vista que posee los suficientes recursos económicos para reponerse a un desastre; por otro lado, y coincidiendo con la percepción de los encuestados sobre los lugares más expuestos, la población de estas unidades parece estar más relacionada con el mapa del IG de 1988 (el cual no extiende la zona de mayor peligro hacia estos sectores), influyendo así en su percepción de riesgo personal.

Comparando el mapa 18 con el mapa sobre percepción de riesgo personal alta y muy alta realizado por D'Ercole en 1989 (Ver Anexo 3), se observa que en aquel entonces el mayor porcentaje de población con este tipo de percepción alcanzaba únicamente el 60% mientras que en el mapa 18 se observa que el porcentaje más alto es del 95%. Por tanto, la población con alto grado de percepción se ha incrementado fuertemente en los últimos 18 años. Conscientes del peligro del volcán y con una alerta evidente de que está activo, la población ha ido interesándose cada vez más en instruirse en cuanto a la amenaza y el riesgo. Así mismo, aunque en poca medida (como se verá más adelante), parecen haber influido las campañas de capacitación y sensibilización por parte de las autoridades locales competentes en el tema de gestión de riesgos.

4.1.2.2 Percepción sobre el tipo de consecuencias de una erupción en el sitio de vivienda

Figura 13. Consecuencias en el sitio de vivienda de los encuestados, según estos últimos



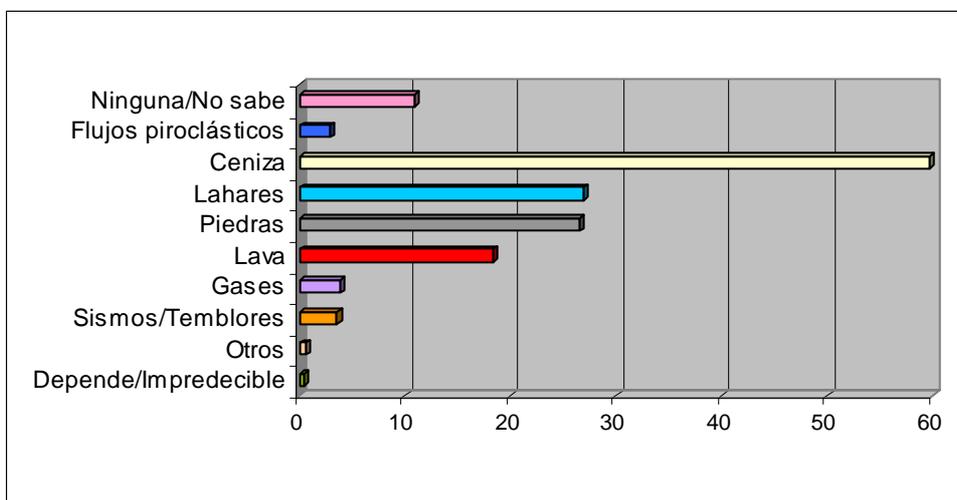
Elaborado por: Diana Salazar

Con respecto al tipo de afectación en el sitio de vivienda, la figura muestra que el 39,8% de los encuestados piensan que una posible erupción del volcán ocasionaría básicamente daños materiales. El 35% considera que en su sitio de vivienda las consecuencias serían tanto daños materiales como pérdidas humanas y afectación en sus actividades económicas.

La figura pone en evidencia que la percepción de riesgo personal es de tipo material más que humano. Por otro lado, de las 187 personas que nombran a los daños materiales, apenas 39 (21%), están ubicadas en zona de riesgo, concentrándose más que nada en la zona de confluencia de los dos brazos de lahares, en el sector de San Rafael (Ver Anexo 26). Por tanto, existen personas que a pesar de estar fuera de la zona de mayor peligro, consideran que en sus viviendas la principal consecuencia de una erupción serían los daños materiales. De estas personas, se observa que algunas se concentran en la zona aislada (entre los dos brazos de lahares).

4.1.2.3 Percepción sobre los fenómenos volcánicos que amenazan el sitio de vivienda

Figura 14. Fenómenos volcánicos que amenazan el sitio de vivienda de los encuestados, según estos últimos



Nota: Múltiples respuestas para un solo encuestado son posibles.
Elaborado por: Diana Salazar

El 60% de encuestados nombran a la ceniza volcánica como principal material que amenaza su sitio de vivienda. El 27% de interrogados nombra a los lahares y otro 27% nombra a las piedras. Finalmente, el 18% piensa que la lava es uno de los principales materiales que llegarían hasta su vivienda, siendo que los flujos de lava no alcanzan grandes distancias y por tanto no amenazan al valle.

Si comparamos estos resultados con la figura 10, se observan claramente ciertas diferencias entre la percepción de riesgo general y la percepción de riesgo personal frente a la amenaza. Cerca de la mitad de los encuestados considera que los lahares, las piedras y la lava llegarían al valle, sin embargo, únicamente la mitad de éstos piensa que estos mismos materiales volcánicos alcanzarían su vivienda.

De los 166 encuestados que respondieron que los lahares afectarían su sitio de vivienda, 73 (44%) están ubicados en zona de riesgo de lahares. Por tanto, existe un porcentaje importante de encuestados (56%) que poseen una percepción errónea de la amenaza en vista que varias personas que no se encuentran en zona de riesgo por lahares, consideran que lo están, lo que podría traer problemas en el momento de una emergencia; de ahí que

las campañas de preparación e información sobre riesgos también deben ser dirigidas a esta población.

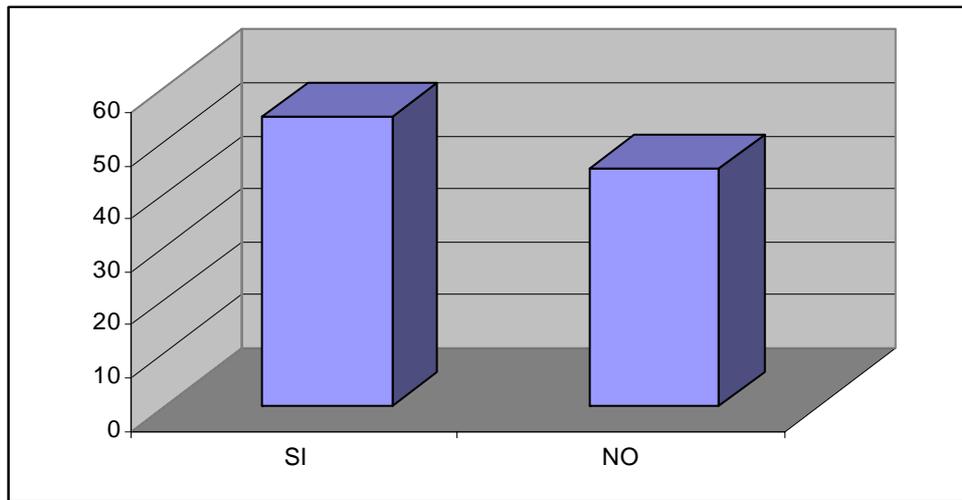
El mapa 19 muestra que, de manera general, las unidades de investigación poseen niveles bajos de percepción de amenaza de lahares. Únicamente en una unidad, Playa Chica, el 80% tiene conocimiento sobre la amenaza. En este sector, específicamente en la Urbanización El Pedregal, la Casa Cotopaxi realizó uno de los tres simulacros de evacuación, lo que puede explicar el alto porcentaje. Sin embargo, si comparamos con el mapa de percepción de riesgo personal (mapa No. 18), vemos que el porcentaje de población con un grado de percepción alta, alcanza el 65% en esta misma unidad. Es decir, a pesar de tener conocimiento de la amenaza de lahares, la población tiene una percepción subdimensionada de su posibilidad de verse afectada. Esto puede deberse a que, y como ya se verá más adelante, la población de esta zona es de tipo suburbana y pertenece a un estrato socioeconómico alto, razón por la cual, posee los recursos económicos suficientes para superar sus pérdidas, una vez ocurrido el desastre.

Por otro lado, en este mismo mapa, se observan unidades que alcanzan solamente un 20%. Gran parte de éstas, están ubicadas en zonas altas del valle (Sebastián Alto, Cashapamba, Los Angeles, Concepción, Alpauma, La Paz), y donde el río es muy encañonado (Guangopolo, Hidroeléctrica, Santa Teresita), condiciones suficientes para que los lahares no alcancen a llegar. Existen zonas expuestas a los lahares que concentran mucha población, tal es el caso de San Rafael, Selva Alegre y Sangolquí, cuyos porcentajes alcanzan únicamente el 40%, razón por la cual, las autoridades deberían poner atención a dichas zonas, y reforzar las capacitaciones.

4.1.3 Memoria colectiva sobre las erupciones anteriores del Cotopaxi

La memoria colectiva se refiere al conocimiento adquirido de una población a través de distintos medios, acerca de un suceso, en este caso acerca de erupciones anteriores del Cotopaxi.

Figura 15. Conocimiento de los encuestados sobre erupciones anteriores del Cotopaxi



Elaborado por: Diana Salazar

Cuando se consultó a la población si conoce sobre erupciones anteriores del Cotopaxi, el 55% respondió afirmativamente mientras que el 45% restante afirma no tener conocimiento sobre erupciones anteriores del volcán.

La tabla a continuación corresponde únicamente a las 342 personas que afirman conocer sobre erupciones anteriores del volcán, y a quienes se les solicitó que indiquen el año en el cual ocurrieron. Las distintas fechas obtenidas fueron agrupadas en siglos, y además se incluyen aquellas personas que no supieron precisar una fecha, así:

Tabla 9. Siglos en los cuales tuvieron lugar las erupciones anteriores, según los encuestados

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
XXI	10	2,9
XX	52	15,2
XIX	64	18,7
XVIII	12	3,5
XVII	2	0,6
XVI	7	2,0
No sabe	195	57,0
Total	342	100,0

Nota: Múltiples respuestas para un solo encuestado son posibles.

Elaborado por: Diana Salazar

La tabla 9 indica que apenas el 19% de los encuestados conoce sobre las erupciones que tuvieron lugar en el siglo XIX, donde ocurriría la última erupción importante de 1877.

Tabla 10. Fuente de conocimiento de los encuestados que conocen sobre erupciones anteriores del Cotopaxi

	Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
a	Amigos	61	15,8
b	Familiares	144	37,3
c	Medios comunicación	77	19,9
d	Autoridades	20	5,2
e	Otros	84	21,8
Total		386	100,0

Nota: Múltiples respuestas para un solo encuestado son posibles.
Elaborado por: Diana Salazar

La tabla muestra que de aquellas personas que poseen conocimiento sobre erupciones anteriores del volcán, el 37% lo adquirió a través de sus familiares mientras que un 20% a partir de los medios de comunicación. La fuente de conocimiento de un 22% son los libros, revistas, conferencias científicas, lo que refleja el interés de cierto porcentaje de la población por educarse sobre la amenaza que la acecha.

Debido a que la última erupción importante del Cotopaxi ocurrió en el siglo XIX, la población que la experimentó ya no vive para contarla, sin embargo, los resultados ponen en evidencia que el conocimiento actual (al menos de cierto porcentaje de la población encuestada), aparentemente, habría sido transmitido por familiares. Un porcentaje mínimo (5%) habría obtenido el conocimiento sobre erupciones anteriores a partir de las autoridades. Por tanto, a pesar de los esfuerzos por capacitar y sensibilizar a la población en los últimos años, parece ser que todavía no son suficientes. Queda entonces mucho trabajo por hacer en el valle, sobre todo para aquellas autoridades locales relacionadas con la gestión del riesgo.

Con el objetivo de determinar si aquellas personas que viven más tiempo en el valle, poseen mayor conocimiento sobre erupciones anteriores del Cotopaxi, se elaboró un mapa (No. 20) que a su vez comprende dos mapas: el primero, que representa los porcentajes de aquellas personas que respondieron afirmativamente a la pregunta: ¿Conoce ud sobre erupciones anteriores del Cotopaxi? (A); y un segundo (B) que corresponde a aquellas

personas que han habitado el valle desde hace más de 15 años. Los mapas A y B muestran que aquellas unidades con una buena memoria colectiva (ESPE y Cashapamba), no son precisamente aquellas donde su población ha vivido desde hace más de 15 años (Guangopolo, Sangolquí, Yaguachi, Sebastián Alto y San Fernando). En Sebastián Alto, donde más del 75% de su población ha habitado el valle desde hace mucho tiempo, menos del 43% conoce sobre erupciones anteriores del volcán. Al contrario, en Cashapamba, donde más del 75% de su población conoce sobre erupciones anteriores del volcán, menos del 60% ha habitado el valle en los últimos 15 años.

Es decir, puede ser que mucha de la gente “nueva” que llega al valle, tiene un conocimiento previamente adquirido, probablemente en los centros educativos, libros y conferencias o gracias a la sensibilización por parte de autoridades y medios de comunicación acerca de los volcanes en general, incluido el Cotopaxi. Al contrario, D’Ercole en 1989, obtuvo que no existía mucha gente que se instalaba en el valle “ya informada”, por tanto, aquellos que vivían en la zona desde hace algún tiempo tenían (en proporción), mayor conocimiento.

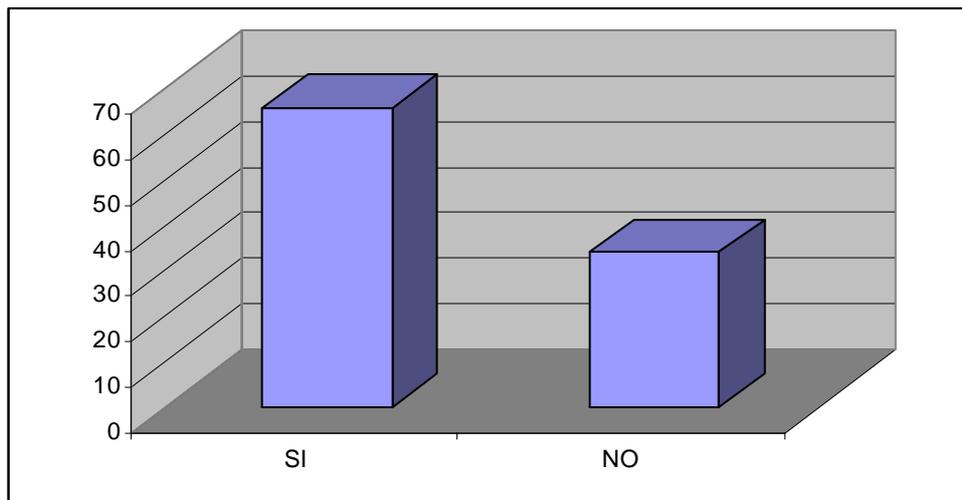
4.1.4 Percepción sobre la preparación personal y capacidad (o resiliencia) real de la población para enfrentar una emergencia

La resiliencia es la capacidad de una sociedad de adaptarse a las amenazas y mitigar o evitar un daño (Pelling, 2003). En este punto se analizan las diferencias entre la capacidad personal *percibida* de aquella capacidad *real* de la población para hacer frente a una erupción. La capacidad percibida es determinada a través de una única pregunta: ¿Piensa ud estar preparado(a) para sobrevivir una erupción del Cotopaxi?, mientras que la capacidad real se establece a través de: el conocimiento sobre las acciones a tomar en caso de erupción, lo que puede dar una idea de los futuros comportamientos de la población, aunque no siempre coinciden con aquellas actitudes en el momento de la crisis misma, y no siempre son las más adecuadas y; el conocimiento de albergues de emergencia. Otros factores también son útiles para determinar la capacidad real de la población, así: conocimiento de organismos que entreguen información sobre riesgos; credibilidad en las instituciones encargadas de manejar el riesgo, lo que sugiere que la población siga o no las instrucciones de las autoridades en los momentos previos, durante y después de la

emergencia y; predisposición de participar en medidas de preparación como talleres, simulacros, etc

4.1.4.1 Capacidad de la población en cuanto a las medidas a tomar en caso de erupción

Figura 16. Conocimiento sobre las medidas a tomar, según los encuestados



Elaborado por: Diana Salazar

Cuando se preguntó a la población *si sabría qué hacer en caso de una erupción*, el 66% respondió afirmativamente mientras que el 34% dice no tener conocimiento. De aquellos que contestaron afirmativamente, el 67% piensa evacuar mientras que el 16% se queda en casa (Ver Tabla 11). Otro 17% dieron respuestas variadas como: salir de la ciudad; salir del país; dirigirse a los puentes de la autopista; pedir ayuda; dar albergue y; obedecer a las autoridades. Un 0,5% dio respuestas fuera del propósito, que consisten en tomar fotos o esperar la voluntad de Dios. En cambio, de las 210 personas que respondieron negativamente, el 80% dice no haber sido informado sobre las acciones a tomar (Ver Tabla 12).

Que el 67% de aquellos encuestados que sí consideran saber qué hacer en caso de erupción tenga pensado evacuar la zona, es preocupante y seguramente traerá problemas, si tomamos en cuenta que de éstos, únicamente el 27% (108 personas) se encuentra en zona de lahares. Es decir, existen personas que a pesar de que no deberían tomar esta medida,

piensan hacerlo, y si esto ocurriese en el momento justo de una erupción, generaría un caos, sobre todo si un 21% piensa dirigirse a Quito.

También es importante el porcentaje de personas que no han sido informadas sobre las medidas a tomar en caso de erupción (Ver Tabla 12) y que deberían ser tomadas en cuenta por las autoridades locales, en vista que la desinformación puede llevar a tomar acciones poco adecuadas.

Tabla 11. Acciones a tomar en caso de una erupción, según los encuestados que consideran tener conocimiento sobre las acciones a tomar en caso de erupción

Código	Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
0	No hace nada	2	0,5
1	Se queda en casa	66	15,5
2	Evacuar	53	12,5
3	Se dirige a Quito	91	21,4
4	Se dirige a un albergue/lugar seguro	57	13,4
5	Se dirige a un sitio alto/llaló	79	18,6
6	Reunir a la familia	7	1,6
7	Otros	70	16,5
8	Respuestas fuera del propósito	2	0,5
	Total	425	100,0

Nota: Múltiples respuestas para un solo encuestado son posibles.

425 respuestas dadas por 405 encuestados, los cuales corresponden al 66%.

Elaborado por: Diana Salazar

Tabla 12. Razones por las cuales los encuestados no saben qué hacer en caso de erupción

	Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
a	No ha sido informado	168	80,0
b	No le interesa saber	13	6,2
c	Otro	29	13,8
	Total	210	100,0

Nota: 210 personas que corresponden al 34% de los encuestados

Elaborado por: Diana Salazar

El mapa 21 muestra que aquellas unidades con mayores porcentajes de población dispuesta a evacuar se localizan básicamente (excepto la unidad 2) en la zona central del área de estudio, donde confluyen los ríos Pita y Santa Clara, y también al sur, zonas más cercanas al volcán. Por otro lado, todas las unidades con porcentajes que oscilan entre 50 y 71%, poseen una población de tipo urbano y suburbano. Gran parte de esta población, posee los medios suficientes (vehículo) para salir de su vivienda, lo que podría explicar estos

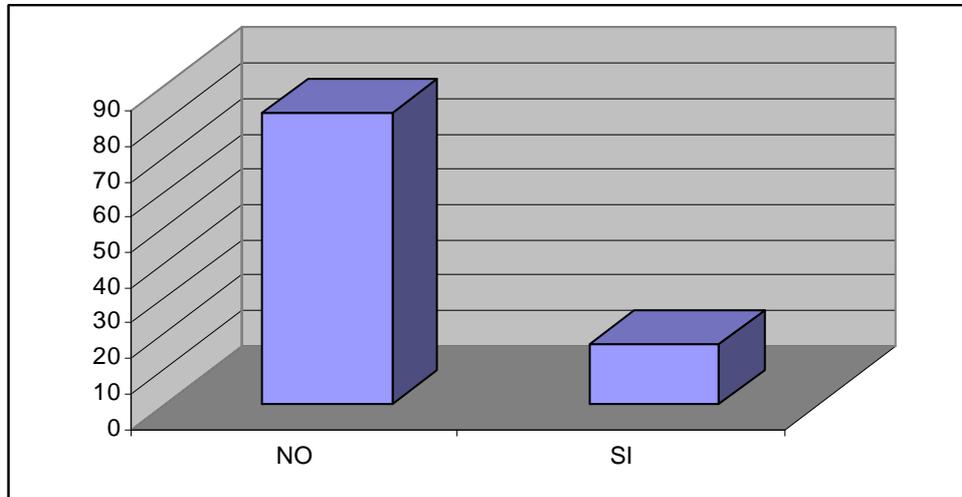
valores. Aunque, por otro lado, también se observan dos unidades (Hidroeléctrica y San Fernando) con una población de tipo rural con porcentajes aproximados de 50%. En el caso de San Fernando, puede deberse a su cercanía al volcán que puede incrementar el temor de su población lo que hace pensar en este tipo de medidas (evacuación) y; en el caso de Hidroeléctrica, puede estar ligada, al contrario, con su cercanía a Quito, debido a que existe una vía que se conecta directamente con la autopista, lo que facilita su evacuación.

Sin embargo, si consideramos que el mayor porcentaje de población que piensa evacuar está ubicada en la parte central del valle, donde existe una única vía principal directa por donde salir a Quito (Ver Anexo 27), esto puede anticipar el caos que generaría una decisión como esta. Por esta razón, es importante que el proyecto de construcción de una vía alternativa de evacuación (Programa Vial SOS), a cargo de la Unidad de Control Urbano de la AZVCH y en coordinación con el H. Consejo Provincial de Pichincha, se apruebe, y su construcción se ponga en marcha rápidamente.

Por otro lado, aquellos encuestados que evacuarían inútilmente (fuera de zona de riesgo) se ubican en el sector noroccidental del área de estudio (Ver Anexo 27), unos cuantos en Conocoto y otros en Sangolquí (Capelo). Otros encuestados, se concentran en la zona aislada (entre los dos brazos de lahares) (Ver Anexo 27) y, aunque se encuentran en zona fuera de riesgo, su decisión sería acertada, si consideramos que sus probabilidades de sobrevivir en caso de no evacuar son remotas. Gran parte de los servicios educativos, mercados, centros de salud y hospitales, etc... serían destruidos por los lahares, o en su defecto, quedarían totalmente inaccesibles para esta población aislada.

4.1.4.2 Capacidad de la población en cuanto al conocimiento de albergues

Figura 17. Conocimiento sobre albergues de emergencia



Elaborado por: Diana Salazar

La figura muestra que el 82%, que es gran parte de la población, no conoce un albergue mientras que el 18% dice saber a dónde dirigirse en caso de emergencia.

De las 106 personas que aseguran conocer un albergue de emergencia, 76, que corresponden al 72%, nombraron aquellos albergues establecidos tanto por la Dirección de Seguridad Civil del Municipio de Rumiñahui como por la Casa Cotopaxi. Esto refleja la eficiencia de las autoridades en impartir este tipo de información y el interés de la población por protegerse. Las 30 personas restantes nombran a ciertas escuelas o iglesias que no han sido establecidas como albergues, así como a las casas comunales de sus barrios.

A continuación se relaciona la percepción de riesgo personal alta y muy alta con el conocimiento de albergues, así:

Tabla 13. Relación entre la percepción de riesgo personal alta y muy alta y el conocimiento de albergues

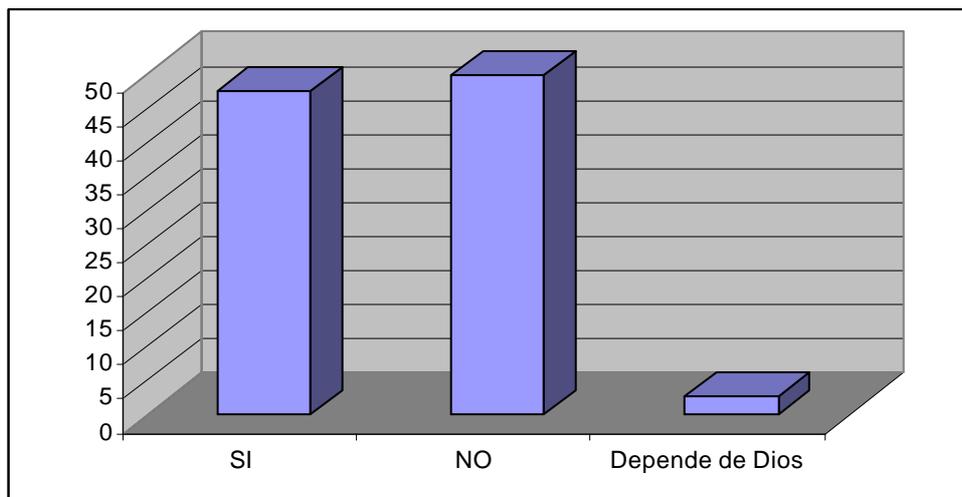
	Conocimiento de albergues					
	SI	%	NO	%	Total	%
Percepción de riesgo personal relativamente alta	30	41	138	37	168	37,6
Percepción de riesgo personal alta a muy alta	43	59	235	63	278	62,3
Total	73	100	373	100	446	100,0

Elaborado por: Diana Salazar

La tabla refleja que de las 278 personas que poseen una percepción de riesgo personal alta a muy alta, el 63% no posee conocimiento sobre albergues de emergencia. Es decir, a pesar de considerar que su sitio de vivienda sí se vería afectado por una erupción, las personas prefieren dirigirse a Quito o a un sitio elevado, que buscar un lugar de refugio (Ver Tabla 9). Según Ximena Jijón de la Casa Cotopaxi, después de haber trabajado durante tres años en el valle, se dio cuenta que gran parte de la población no va a acceder a ocupar los albergues, en vista que poseen los medios económicos suficientes para buscar otras alternativas.

4.1.4.3 Percepción sobre la preparación personal para enfrentar una erupción (capacidad percibida)

Figura 18. Capacidad percibida de la población para sobrevivir a una erupción



Elaborado por: Diana Salazar

Cuando se consultó a la población si considera estar preparada para sobrevivir a una erupción del volcán, el 48% respondió afirmativamente mientras que el 50% dice no estar preparado. El 2% piensa que estar preparado o no depende de un poder divino.

Prácticamente, la percepción sobre la preparación personal está dividida entre una mitad y otra de los encuestados. Sin embargo, estos datos reflejan únicamente la capacidad percibida por la población y para intentar confrontarla con la capacidad real ante una emergencia, se elaboró un mapa (Mapa No. 22) que agrupa a su vez 3 mapas que corresponden a tres preguntas: ¿Piensa ud estar preparado para enfrentar una erupción del Cotopaxi? (A); ¿Sabría ud qué hacer en caso de una erupción del Cotopaxi? (B) y; ¿Conoce ud algún albergue de emergencia? (C). Los mapas A, B y C representan únicamente aquellos porcentajes de población que respondieron afirmativamente a cada una de las preguntas.

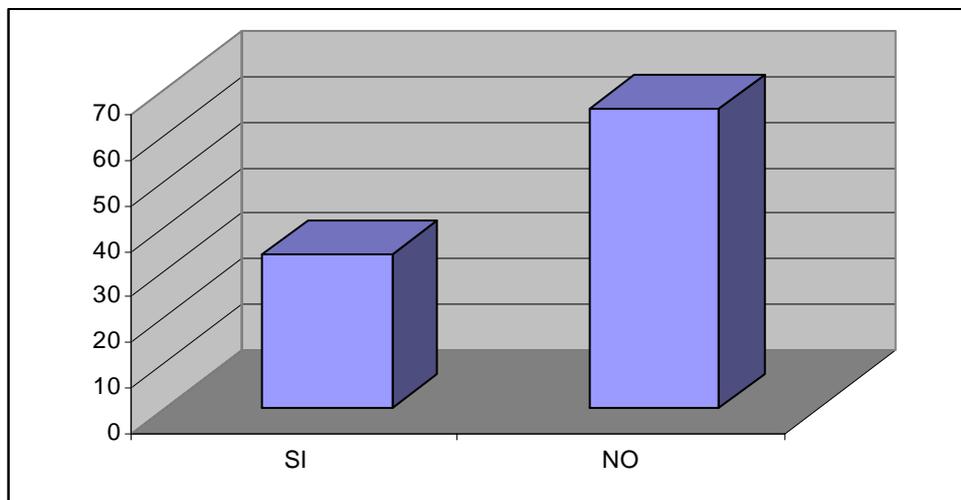
En el mapa A, se observa que aquellas unidades con porcentajes más altos, comprendidos entre 57 y 84%, corresponden a la Armenia II, San Rafael, Coop. Naranjo, La Colina, Selva Alegre y San Fernando. Estos mismos porcentajes se observan en las mismas unidades de investigación en el mapa siguiente (mapa B), con una excepción, existen así mismo, otras unidades de investigación con porcentajes altos de personas que dicen conocer las medidas a tomar en caso de erupción (mapa B), pero que no se sienten preparadas para enfrentar una erupción (mapa A).

Es decir, en un principio parece ser que el conocimiento sobre cómo actuar en caso de una erupción, a pesar de que puede ser erróneo, puede ser suficiente para hacer sentir a una persona preparada para enfrentarla. Sin embargo, esta pregunta por sí sola no refleja la capacidad real de la población; estar preparado o no puede ser muy subjetivo y complejo. Una persona puede sentirse preparada para enfrentar una erupción por lo que se dijo anteriormente o simplemente porque posee un kit de emergencia en su casa. Es así que, a pesar de que, en promedio, el 40% de la población de Concepción y Sta. Teresita piensa conocer qué hacer en caso de una erupción, no se siente preparada para enfrentarla. Por tanto, su percepción sobre estar preparado o no puede deberse a otras razones, que puede ser su condición económica, que en este caso es baja, al tratarse de una población de tipo rural.

El mapa C, por otro lado, permite ver que en el caso de San Rafael, que es una de las unidades que se encuentra totalmente expuesta a los lahares y con un alto porcentaje de población “que se siente preparada”, así mismo, posee un bajo porcentaje (0 a 28%) de población que conoce un albergue de emergencia. Este mismo mapa, permite observar que existe un desconocimiento generalizado de albergues de emergencia. Sin embargo, aquellas unidades donde se observan porcentajes medios, puede deberse a que, en el caso de Playa Chica, que forma parte de la AZVCH, la Casa Cotopaxi ha realizado simulacros de evacuación con aquella población ubicada en zona de lahares. En el caso de Selva Alegre, en Rumiñahui, su porcentaje relativamente elevado, puede deberse a que, de igual manera, la Defensa Civil de Pichincha, en el 2002, realizó numerosas capacitaciones y una evacuación.

4.1.4.4 Conocimiento sobre la existencia de organismos de gestión de riesgo en el Valle de los Chillos

Figura 19. Conocimiento sobre organismos que entreguen información sobre riesgos



Elaborado por: Diana Salazar

La figura muestra que el 66% de la población interrogada dice no conocer ningún organismo que entregue información sobre los riesgos asociados al volcán (Para ubicar a los encuestados según esta pregunta, ver Mapa No.23). El 34% sí conoce algún organismo de este tipo.

El alto porcentaje de personas que no tienen conocimiento al respecto, sugiere que aquellos organismos, sobre todo locales, deben realizar mayores esfuerzos de difusión de su existencia y de su trabajo con la comunidad.

El mapa 23 es de utilidad básicamente para las autoridades locales de gestión de riesgo y para necesidades específicas como por ejemplo, ubicar a aquellas personas que no conocen este tipo de organismos y que se ubican en zona de lahares (mapa de puntos), y también, determinar en qué unidades se presentan los porcentajes más bajos y donde la acción es urgente. De manera general, todo el valle debería presentar por lo menos porcentajes medios de población que conoce sobre este tipo de organismos, porque toda la población necesita estar informada sobre el riesgo para saber cómo actuar.

4.1.4.5 Instituciones que deberían encargarse de entregar información sobre riesgos, según los encuestados

Tabla 14. Organismos encargados de dar información sobre riesgos, según los encuestados

Código	Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
1	Organismos de socorro	343	55,8
2	Nacional/provincial	54	8,8
3	Municipios	152	24,7
4	Junta parroquial	3	0,5
5	Instituciones científicas	20	3,6
6	Comités barriales	4	0,7
7	Otros	10	1,6
	Total	615	100,0

Elaborado por: Diana Salazar

La tabla muestra que la mitad de los encuestados (55%) piensa que son los organismos de socorro (bomberos, cruz roja, fuerzas armadas, etc...) los encargados de dar este tipo de información mientras que el 25% piensa que son los municipios.

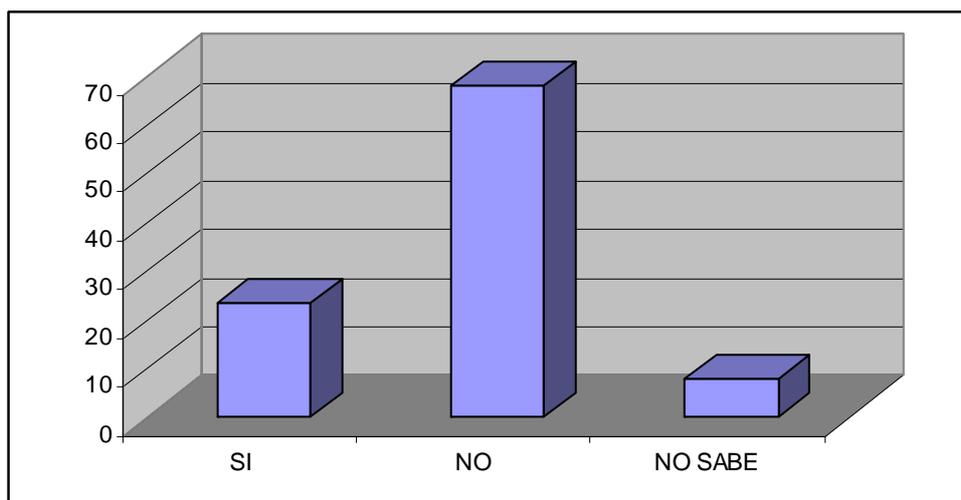
Que los organismos de socorro sean los encargados de dar información sobre riesgos según los encuestados, pone en evidencia que la población está consciente de que estas instancias son las que tienen a su cargo la competencia de informar y preparar a la población en período de calma. Por otro lado, un porcentaje también relativamente alto nombra a los

municipios, lo cual puede deberse a que esta es la instancia con la que la población tiene una mayor relación cotidiana (pago de impuestos, petición de servicios).

Sin embargo, si comparamos estos resultados con los del punto anterior, se ve claramente que existe una contradicción o es simplemente el reflejo de la poca eficacia de las autoridades en materia de prevención. Es decir, a pesar de conocer la competencia de instancias como organismos de socorro y municipios en el tema de sensibilización sobre riesgos, pocos encuestados afirman que éstos entreguen información al respecto.

4.1.4.6 Credibilidad en las capacidades institucionales

Figura 20. Percepción sobre la preparación de las instituciones para enfrentar una erupción



Elaborado por: Diana Salazar

Finalmente, del total de encuestados, el 68% piensa que las instituciones no están preparadas para enfrentar una posible erupción del volcán. Al contrario, un 24% opina que sí lo están. De aquellas personas que respondieron negativamente, el 56% opina que la falta de preparación se debe a la falta de interés mientras que el 19% piensa que es por falta de recursos económicos (Ver Tabla 15).

Este alto porcentaje de la población que considera que las instituciones no se encuentran preparadas para enfrentar una erupción, puede explicarse a que, nuevamente, la alerta del

2002, según mucha de la población encuestada, fue un intento por abaratar los precios de los terrenos y beneficiar así a grandes inversores y constructores, tal es el caso de la construcción del Centro Comercial San Luis Shopping. Además, como se mencionó anteriormente, mucha gente abandonó sus viviendas y vendió sus lotes. Es así que, una vez que la erupción del Cotopaxi no tuvo lugar, la población del valle se sintió “burlada”, y esto puede explicar la poca credibilidad institucional.

El alto porcentaje de población que piensa que las instituciones no se encuentran preparadas, podría dificultar o entorpecer las acciones de preparación, de emergencia y de recuperación ante el desastre, por lo que es necesario tomar medidas para recuperar la confianza de los ciudadanos.

Tabla 15. Razones por las cuales las instituciones no se encuentran preparadas para enfrentar una erupción, según los encuestados

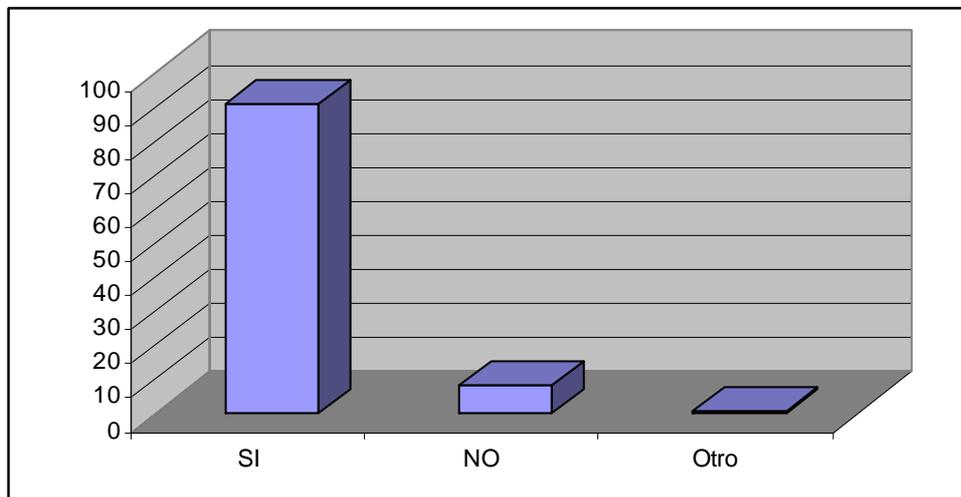
Código	Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
1	No existe personal calificado	53	11,2
2	Falta de interés	266	56,0
3	Se vieron falencias con V. Tungurahua	16	3,4
4	Falta de recursos económicos	90	18,9
5	Evento impredecible o lejano	23	4,8
6	Otros	27	5,7
	Total	475	100,0

Elaborado por: Diana Salazar

Que la falta de interés sea la principal razón por la cual las instituciones no se encuentran preparadas para enfrentar una erupción, puede deberse a que, seguramente la población considera que no existe un interés previo por preparar e informar a la población ya que muchas de las acciones que toman las autoridades frente a diferentes desastres ocurridos en el país (y que son transmitidas por los medios de comunicación), tienen mucho que ver con la atención a la emergencia.

4.1.4.7 Participación de la población en medidas de preparación

Figura 21. Predisposición de los encuestados para participar en medidas de preparación ante una posible erupción del Cotopaxi



Elaborado por: Diana Salazar

En cuanto a la predisposición de los interrogados para participar en medidas de preparación (simulacros, talleres), el 91% estaría dispuesto a hacerlo mientras que el 9% restante no lo haría debido a falta de tiempo, de interés o al temor de que roben sus casas.

El alto porcentaje de población dispuesta a participar en simulacros y talleres, puede deberse a que, por un lado, el 46% de los encuestados son amas de casa, preocupadas por la seguridad de sus hogares, y normalmente dispuestas a colaborar con este tipo de medidas de preparación. Por otro lado, puede ser que en este tipo de respuesta, haya influido que los encuestadores utilizaban credenciales de los Municipios de Quito y Rumiñahui para facilitar la colaboración de las personas que, caso contrario, se habrían mostrado renuentes a abrir sus puertas. Muchos de los encuestados no parecían totalmente seguros o sinceros en el momento de su respuesta, seguramente el que un representante de la autoridad realice esta pregunta, le hace pensar que está obligado de alguna manera a responder afirmativamente. Según funcionarios de la Casa Cotopaxi, las personas del valle con altos recursos económicos, no siempre participan en este tipo de acciones o por lo menos es más difícil convencerlos de que lo hagan. Por tanto, puede ser que este porcentaje no refleje totalmente la realidad en el valle.

4.2 Factores que explican la percepción de riesgo y la capacidad de la población para enfrentar una emergencia

4.2.1. Variables e indicadores tomados en cuenta

El cuadro a continuación detalla las variables e indicadores tomados en cuenta para realizar el análisis de relaciones así:

Cuadro 7. Variables e indicadores tomados en cuenta para el análisis de relaciones

		INDICADORES
VARIABLES SOCIO-DEMOGRÁFICAS (EXPLICATIVAS)	Sexo	Femenino Masculino
	Edad	17-19 años 20-39 años 40-59 años > 60 años
	Nivel de instrucción	Ninguno Primario Secundario Superior Post grado
	Tiempo de residencia	< 5 años 5-14 años 15 años y más Toda su vida
	Tipo de población	Urbana Suburbana Rural de haciendas Rural
	Número de habitantes por vivienda ²¹	1 a 5 6 a 10 11 a 15
VARIABLES BÁSICAS DE ANÁLISIS	Percepción de riesgo personal	Alta a muy alta Relativamente alta Relativamente baja Baja a muy baja
	Preparación de la población (Capacidad)	SI NO
	Credibilidad institucional	SI NO

Elaborado por: Diana Salazar

Con el objetivo de establecer relaciones estadísticas entre variables y determinar cuáles influyen más sobre otras, primeramente se aplicó el Test de independencia Chi-cuadrado (χ^2), el cual determina si los valores observados de las celdas, en una tabla de contingencia,

²¹ Indicador que permite tener una idea del nivel de vida de los encuestados, en vista que no se realizó una pregunta específica sobre los ingresos económicos de la población encuestada.

varían significativamente de los valores esperados correspondientes para aquellas celdas (George y Mallery, 2001). Sin embargo, el valor de chi-cuadrado depende del tamaño de la muestra y a pesar de que indique dependencia ($p < 0.05$), no quiere decir que las variables analizadas estén fuertemente relacionadas (George y Mallery, 2001). Para medir la fuerza de asociación entre variables cualitativas se utiliza la V de Cramer, un coeficiente que varía entre 0 y 1.

A continuación se sintetizan los valores de dependencia y asociación entre variables a manera de tablas y se analizan únicamente aquellas que presentan relación.

4.2.2 Principales factores que influyen en la Percepción de Riesgo Personal

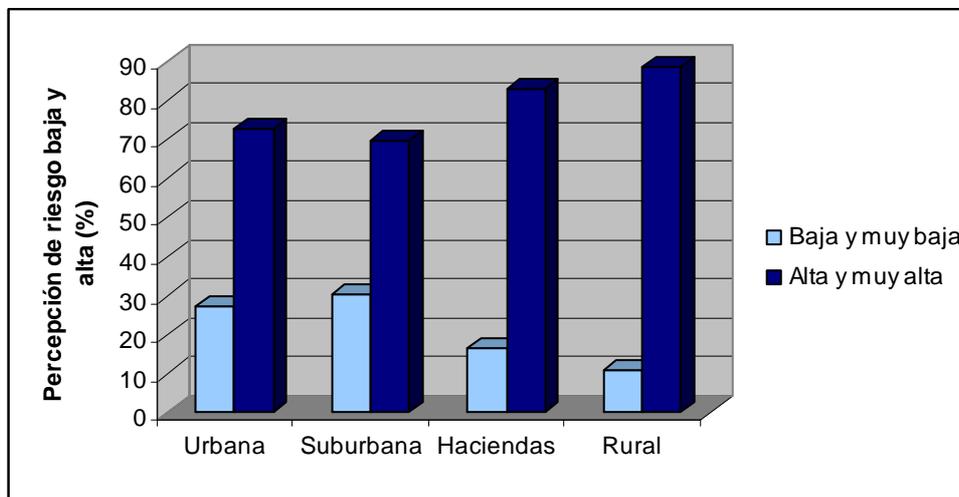
Tabla 16. Relaciones estadísticas de independencia y asociación entre variables socio demográficas y la percepción de riesgo personal

Variabes	V de Cramer	Nivel de significancia Test de χ^2	Tipo de relación
Tipo de población	0,166	$p = 0,000$	Relación existente no tan fuerte
Sexo	0,154	$p = 0,002$	
Edad	0,144	$p = 0,000$	
Tiempo de residencia	0,110	$p = 0,008$	
Nivel de instrucción	0,089	$p = 0,258$	No existe relación
No personas por vivienda	0,108	$p = 0,989$	

Elaborado por: Diana Salazar

4.2.2.1 Tipo de población

Figuras 22. Percepciones de riesgo personal baja y alta según el tipo de población



Elaborado por: Diana Salazar

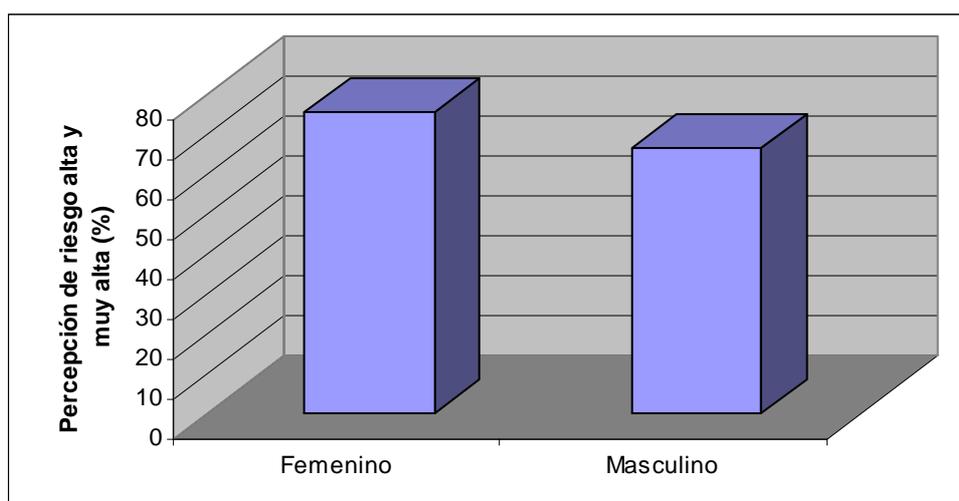
Por los valores obtenidos y que se detallan en la tabla 16, se puede decir que el tipo de población y el grado de percepción de riesgo tienen relación aunque no muy fuerte. La figura 22 permite apreciar que los porcentajes más altos (> 80%) corresponden a aquella población de tipo rural que posee una percepción de riesgo personal alta. También son importantes, pero en menor grado, los porcentajes (60 a 70%) de población urbana y suburbana que poseen este mismo grado de percepción. Menos del 30% de la población sea esta urbana o rural, presenta grados de percepción baja.

De manera general, se observa que la población de tipo rural es la que tiene un mayor grado de percepción de riesgo personal, a diferencia de aquella población de tipo urbana. En las ciudades, la percepción del riesgo es más débil debido a que el ambiente construido reduce el contacto con la naturaleza. Así mismo, los nuevos ciudadanos se instalan en sectores que no conocen y los lazos familiares y comunitarios se pierden. Al contrario, las comunidades rurales tienen comúnmente una percepción del riesgo más elevado debido a su estrecha relación con su entorno, del cual dependen para sobrevivir (Chester *et al.*, 2001). Esta misma relación la habría notado D'Ercole en su estudio de 1989.

Las figuras a continuación, destacan la relación entre las distintas variables socio-demográficas y la percepción de riesgo personal. Se tomó en cuenta únicamente aquellas percepciones relativamente altas y muy altas porque éstas se presentan con una mayor frecuencia en la población encuestada.

4.2.2.2 Sexo

Figura 23. Percepción de riesgo personal según sexo



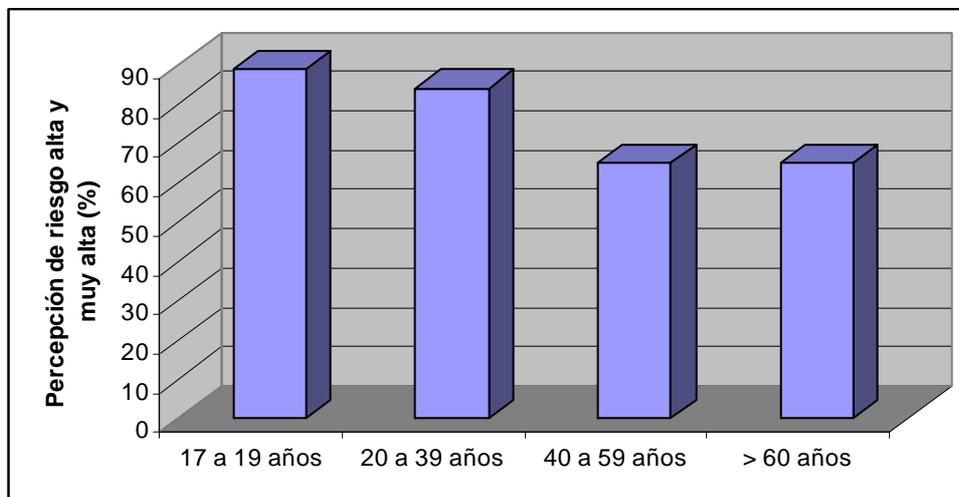
Elaborado por: Diana Salazar

El 76% de las personas encuestadas de sexo femenino presenta un grado de percepción de riesgo personal alto y muy alto, contra un 67% de aquellas de sexo masculino.

Esta pequeña diferencia puede tener su explicación en que, es la mujer quien normalmente cuida a su familia y su vivienda, y al permanecer en ella la mayor parte del tiempo (46% son amas de casa), puede empezar a preocuparse y a estar más consciente del peligro que la amenaza.

4.2.2.3 Rangos de edad

Figura 24. Percepción de riesgo personal según rangos de edad



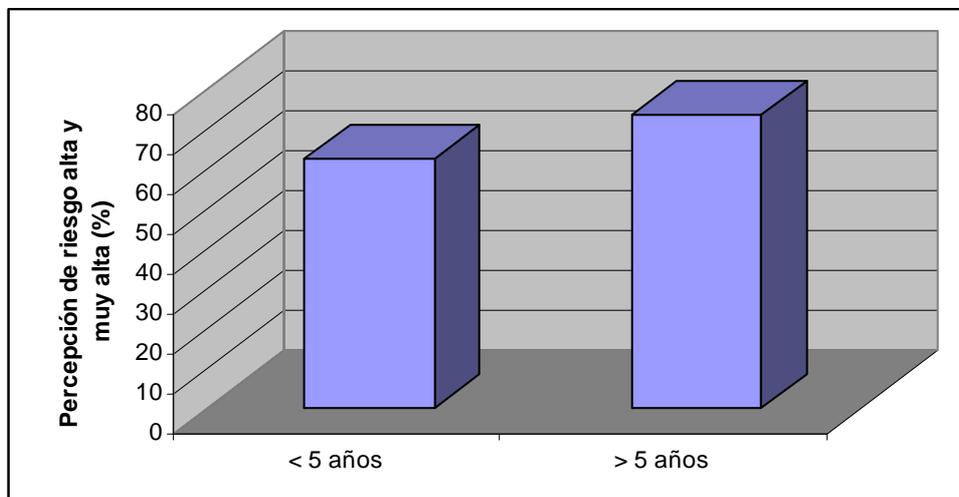
Elaborado por: Diana Salazar

La figura muestra que la población joven, con una edad comprendida entre los 17 y 39 años, es aquella que entre los encuestados, presenta un grado de percepción alto y muy alto, con porcentajes que superan el 80%. El 65% de la población de edad media y avanzada, presenta este mismo grado de percepción.

Que la población joven (de 17 a 39 años) esté más consciente de la amenaza a la que está expuesta, puede reflejar que en las instituciones educativas, como colegios y universidades, se esté impartiendo algún tipo de conocimiento sobre riesgo en el valle. D'Ercole, al contrario, obtuvo que a finales de la década del 90, la población joven en el valle presentaba una percepción de riesgo personal débil. Esto puede evidenciar, aparentemente, un cambio en el aporte de las instituciones educativas al conocimiento general del riesgo, en los últimos años. En una encuesta realizada a las principales instituciones educativas del valle en el 2007, se obtuvo que de 75 instituciones consultadas, en 39 (52%) se han dado charlas sobre riesgos, en los últimos 3 años.

4.2.2.4 Tiempo de residencia

Figura 25. Percepción de riesgo personal según el tiempo de residencia en el valle



Elaborado por: Diana Salazar

Al igual que la variable anterior, la relación entre el tiempo de residencia y la percepción del riesgo personal no es muy fuerte (Ver Tabla 16). Sin embargo, la figura 25 muestra que el 74% de la población que habita el valle desde hace más de 5 años, presenta un grado de percepción de riesgo personal alto y muy alto. En menor porcentaje (63%) están aquellos encuestados que habitan el valle hace menos de 5 años.

Parece ser entonces que la población nueva que habita en el valle, está menos consciente del peligro que amenaza su vivienda, seguramente porque no está relacionada con el entorno que la rodea, de ahí la diferencia con aquella población que reside en el valle desde hace más de 5 años. D'Ercole, obtuvo que la percepción del riesgo personal en el Valle de los Chillos a finales de la década del 90, en la población con un tiempo de residencia menor a 5 años, alcanzaba únicamente un 20%. Esta diferencia entre la percepción de aquella época y la actual, refleja que cierta gente nueva, a pesar de ser ajena al territorio al que llega a habitar, puede interesarse previamente en saber si su vivienda se encuentra o no en zona de riesgo; este interés generado a partir de toda la información difundida en los últimos años acerca de los volcanes y por tanto, de la amenaza en el valle.

4.2.3 Principales factores que influyen en la Capacidad percibida de la población

La capacidad percibida de la población se determinó a partir de la siguiente pregunta: *¿Piensa ud estar preparado para sobrevivir a una erupción del Cotopaxi?*

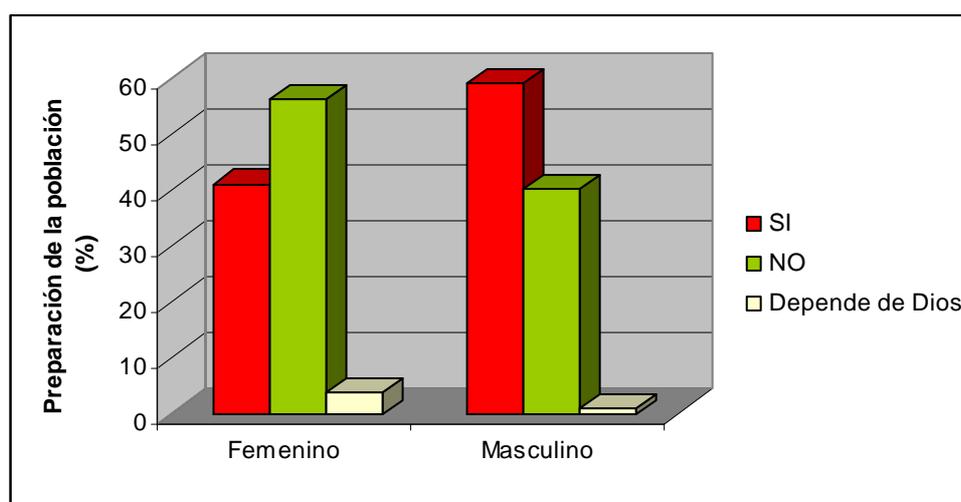
Tabla 17. Relaciones estadísticas de independenciam y asociación entre variables socio demográficas y la capacidad (preparación) percibida de la población

Variables	V de Cramer	Nivel de significancia Test de χ^2	Tipo de relación
Sexo	0,179	p = 0,000	Relación existente fuerte
Nivel de instrucción	0,117	p = 0,030	
Tipo de población	0,114	p = 0,014	
No personas por vivienda	0,124	p = 0,843	Relación inexistente
Tiempo residencia	0,062	p = 0,579	
Edad	0,078	p = 0,281	

Elaborado por: Diana Salazar

4.2.3.1 Sexo

Figura 26. Percepción de la población en cuanto a su preparación para sobrevivir a una erupción, según el sexo



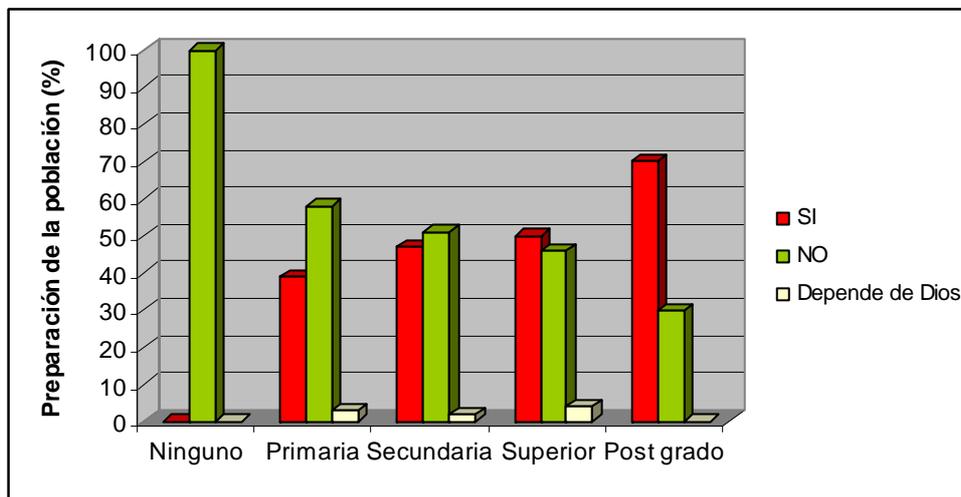
Elaborado por: Diana Salazar

Según los valores de la Tabla 17, se puede decir que la relación entre el sexo y la preparación percibida de la población para sobrevivir una erupción del Cotopaxi es fuerte. La figura 26 muestra, sin embargo, que más del 50% de la población encuestada de sexo masculino sí se considera preparada contra más del 50% de aquella de sexo femenino que no lo está.

La figura 26 muestra que aparentemente, las personas de sexo masculino se sienten más preparadas para enfrentar una erupción del Cotopaxi. Normalmente el hombre es el jefe del hogar, quien toma las decisiones importantes, el que sale a trabajar (el alto porcentaje de amas de casa que fueron encontradas durante horario laboral el momento de realizar las encuestas es prueba de ello), a educarse, por tanto, esto puede explicar que las personas de este sexo se sientan más responsables por sus familias, y de ahí, que se sientan más capaces para enfrentar una emergencia.

4.2.3.2 Nivel de instrucción

Figura 27. Percepción de la población en cuanto a su preparación para sobrevivir a una erupción, según el nivel de instrucción



Elaborado por: Diana Salazar

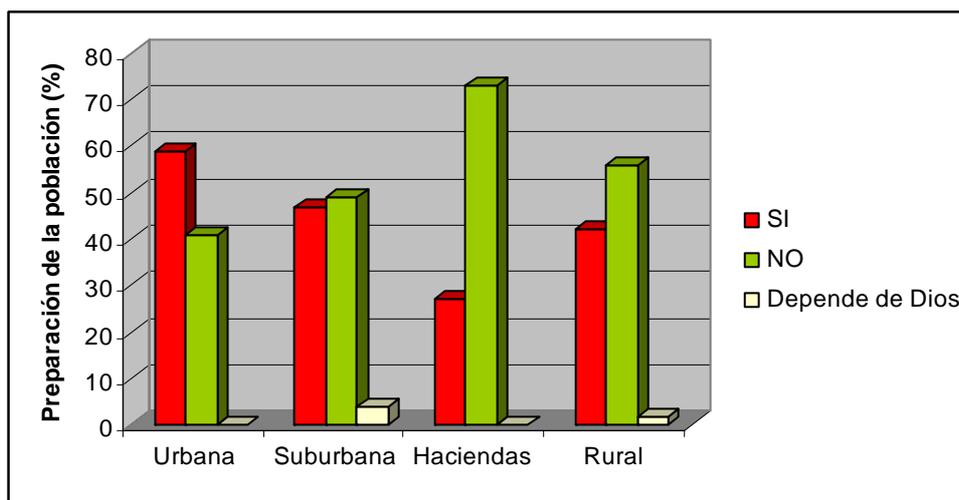
La figura muestra que aquellos encuestados que no poseen un nivel de instrucción, no se sienten preparados para sobrevivir una erupción del volcán. Al contrario, el porcentaje más

alto de población que sí se siente preparada corresponde a aquella que ha realizado un post grado.

Al parecer, el nivel de instrucción influye considerablemente en la percepción que la persona tiene de estar preparada o no para enfrentar una erupción. Aquellas personas con un nivel de educación más alto, poseen por lo menos un conocimiento general y básico de la amenaza y sus consecuencias, y esto puede hacerles sentir más capaces de tomar decisiones apropiadas “más racionales” para enfrentar un desastre.

4.2.3.3 Tipo de población

Figura 28. Percepción de la población en cuanto a su preparación para sobrevivir a una erupción, según el tipo de población



Elaborado por: Diana Salazar

Así mismo, la tabla 17 muestra una relación existente y fuerte entre el tipo de población y su preparación percibida para sobrevivir a una erupción. Los porcentajes más altos corresponden por un lado, al 50% de la población de tipo urbana que se considera preparada, contra más del 70% de la población rural de haciendas que no se siente preparada (Ver Figura 28).

Como se observa en la figura, la población de tipo urbana y suburbana es aquella que se siente más preparada para enfrentar una erupción que la población de tipo rural. La

población de tipo urbano/suburbano, gente de clase media a alta, posee los medios económicos suficientes como para sentir que puede valerse por sí misma y por tanto estar preparada para enfrentar una erupción. Gran parte de los encuestados respondieron *yo cojo mi carro y me voy a Quito*, lo cual ya refleja una ventaja sobre la población rural. La población de tipo rural, de escasos recursos económicos y niveles de educación bajos, al contrario, se siente más dependiente de la ayuda de las autoridades para poder sobrevivir a una catástrofe a pesar de tener un nivel de percepción de riesgo personal más alto, como se ha visto anteriormente.

4.2.4 Principales factores que influyen en la Credibilidad institucional

Para determinar la credibilidad institucional se realizó la siguiente pregunta: ¿Piensa usted que las instituciones se encuentran preparadas para enfrentar una erupción del Cotopaxi?

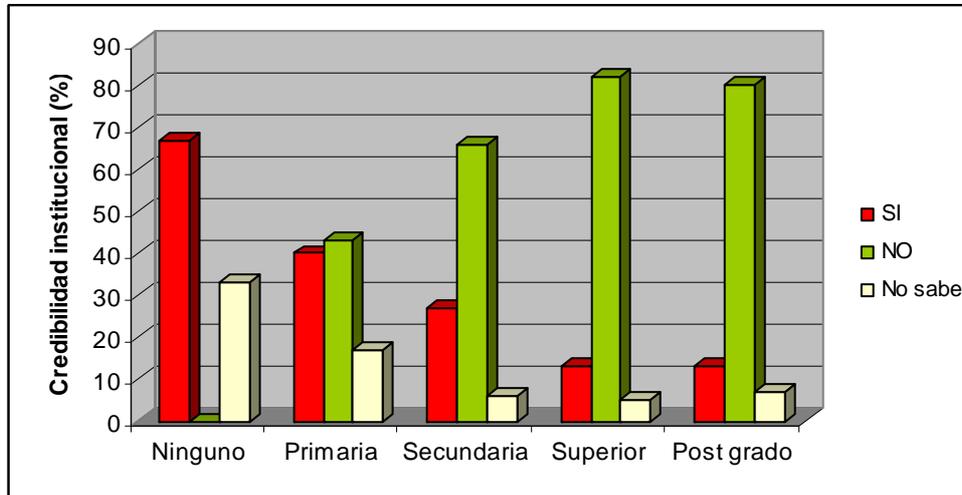
Tabla 18. Relaciones estadísticas de independencia y asociación entre variables socio demográficas y la credibilidad institucional por parte de la población

Variables	V de Cramer	Nivel de significancia Test de χ^2	Tipo de relación
Nivel de instrucción	0,246	p = 0,000	Relaciones existentes fuertes
No personas por vivienda	0,186	p = 0,021	
Tiempo residencia	0,078	p = 0,282	No existe relación
Edad	0,090	p = 0,123	
Sexo	0,038	p = 0,641	
Tipo de población	0,070	p = 0,419	

Elaborado por: Diana Salazar

4.2.4.1 Nivel de instrucción

Figura 29. Credibilidad institucional según el nivel de instrucción

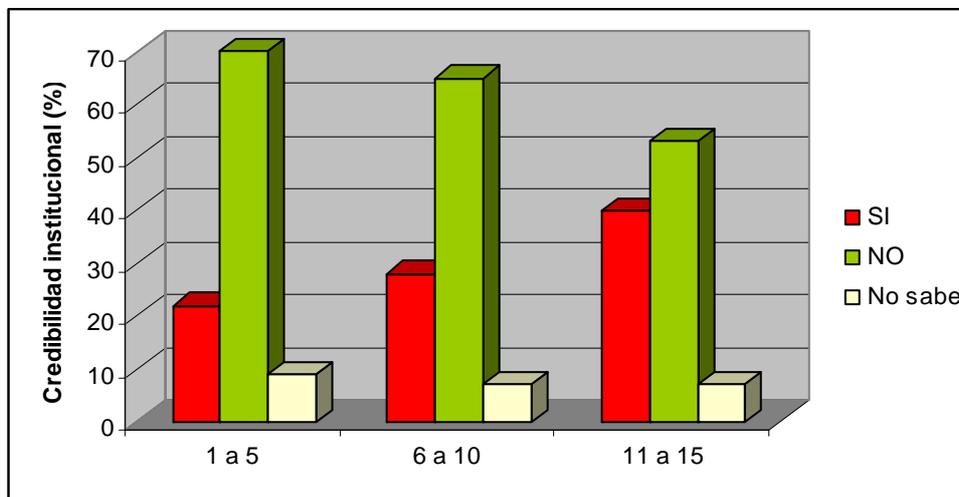


Elaborado por: Diana Salazar

El valor más alto de asociación encontrado entre todos los análisis estadísticos de relaciones, corresponde al nivel de instrucción y la credibilidad institucional (Ver Tabla 18). Se observa claramente en la figura 29, que la credibilidad institucional disminuye según la población ha alcanzado un mayor nivel de instrucción. Más del 70% de la población con estudios superiores y de post grado piensan que las instituciones no se encuentran preparadas para enfrentar una erupción del Cotopaxi, al contrario del 67% de la población sin instrucción que piensa que sí lo están.

4.2.4.2 Número de personas por vivienda

Figura 30. Credibilidad institucional según el número de habitantes en la vivienda



Elaborado por: Diana Salazar

De igual manera, la relación existente entre esta variable y la credibilidad institucional es fuerte (Ver Tabla 18). La figura muestra que mientras más grande es el número de personas por vivienda, la credibilidad institucional aumenta, aunque de manera general, menos del 40% tiene confianza en las instituciones. Al contrario, más del 60% de la población piensa que las instituciones no están preparadas para hacer frente a una erupción, por tanto su credibilidad institucional es baja.

Según las figuras 29 y 30, los menos educados y los más pobres son los que más creen en las instituciones encargadas de manejar el riesgo. Parece ser entonces que, primeramente, personas con niveles altos de educación pueden tener una forma más crítica de juzgar las acciones de las autoridades encargadas de manejar el riesgo, sobre todo con respecto a una de las erupciones más recientes del Tungurahua (julio del 2006), de amplia cobertura por los medios de comunicación, y a la cual muchos encuestados hacen alusión. En segundo lugar, y según Marcelo Campana (funcionario de la Casa Cotopaxi), aquellas personas con un nivel socioeconómico bajo tienden a estar más relacionadas, por lo menos, con las instituciones locales, en este caso los municipios, para la petición de obras de mejoramiento de servicios básicos y, por tanto, depositan su confianza en las autoridades, por su condición de asistencialismo. Finalmente, puede ser que en esta pregunta haya

influenciado la coyuntura política del momento. En los meses en que fueron realizadas las encuestas, estaba estrenándose el gobierno de turno del Presidente Rafael Correa, reconocido, durante su campaña como de amplio reconocimiento popular, lo que puede reflejar que los más pobres tengan más confianza en el gobierno central y sus instituciones, porque fueron los que en gran parte los eligieron.

5. SÍNTESIS Y ORIENTACIONES PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO

En este punto se resumen los resultados más sobresalientes del estudio, obtenidos a través de las encuestas y de mapas temáticos, los cuales permiten orientar las actividades de preparación de la población y planificación preventiva de la crisis frente a una eventual erupción del volcán Cotopaxi.

5.1 Síntesis

5.1.1 Percepción del riesgo personal y su evolución desde 1989 hasta 2007

La población con un alto grado de percepción de riesgo personal se ha incrementado en los últimos 18 años, volviéndose en la actualidad menos vulnerable que en el pasado. En San Rafael y Selva Alegre por ejemplo, dos de los centros más densamente poblados del valle, se observa un alto grado de percepción del riesgo, al contrario de lo que sucedía a fines de los 80's. Sin embargo, existen sectores de especial atención, en pleno paso de lahares (Mirasierra y San Gabriel), donde existe una baja percepción del riesgo personal, lo que incrementa su vulnerabilidad. Así mismo, existen zonas con alta percepción de riesgo (partes altas de Guangopolo y la Armenia, Hidroeléctrica, Santa Teresita, Concepción, Alpauma, San José del Valle, La Paz) y donde si bien es cierto llegaría la ceniza, ésta no tiene consecuencias tan desastrosas como las de un lahar; por tanto la percepción de riesgo personal de esta población es sobredimensionada.

Factores que influyen en la percepción de riesgo personal

Se observan diferencias en el grado de percepción de riesgo personal, especialmente según el tipo de población y rangos de edad.

Una de las conclusiones de la investigación de Jérèmy Robert (2007) es que la población del Valle de los Chillos es poco vulnerable a un desastre según criterios socio-económicos y demográficos. Sin embargo, el presente estudio revela que a diferencia de la población rural, la población de tipo urbana (de nivel socio-económico medio a alto) presenta niveles más bajos de percepción de riesgo personal, volviéndola más vulnerable en este sentido. Esta misma tendencia encontraría D'Ercole en su estudio de 1989.

Por otro lado, y al contrario de lo obtenido por D'Ercole, aquella población joven hasta de edad media (17 a 39 años) presenta altos grados de percepción de riesgo personal. Esto refleja aparentemente, un cambio en el aporte de las instituciones educativas al conocimiento general del riesgo, en los últimos años. Es decir entonces, que la población de edad más avanzada que, por lo general, ha tenido menor acceso a la educación, es más vulnerable.

Finalmente, de manera general, se observa que el tiempo de residencia no influye de gran manera en la percepción de riesgo personal. Sin embargo, cabe hacer notar una importante proporción de gente nueva (que ha vivido en el valle menos de 5 años) que posee un conocimiento previamente adquirido, probablemente en los centros educativos, libros, conferencias o gracias a la sensibilización por parte de los medios de comunicación acerca de los volcanes en general, incluido el Cotopaxi. Al contrario, D'Ercole en 1989, obtuvo que no existía mucha gente que se instalaba en el valle “ya informada”, por tanto, aquellos que vivían en la zona desde hace algún tiempo tenían (en proporción), mayor conocimiento.

5.1.2 Percepción de la amenaza

Un alto porcentaje de los encuestados (84%) considera a las erupciones volcánicas como principal peligro natural que amenaza al valle. Uno de los volcanes más nombrados por los encuestados es el Cotopaxi. Esta alta percepción de la amenaza se debe a las experiencias vividas recientemente con algunas erupciones volcánicas (Pichincha, Reventador y Tungurahua) y a la difusión de las mismas por los medios de comunicación, así como a la reactivación del Cotopaxi en el 2002.

Percepción según tipo de amenaza

La ceniza es la principal amenaza para el valle según los encuestados. Esto se explica por los efectos que tuvo este material volcánico con las erupciones recientes de otros volcanes en la población. Sin embargo, a pesar de que los *lahares* son la principal amenaza en el valle, se observan bajos niveles de percepción frente a este fenómeno volcánico. Por tanto, la población, especialmente aquella ubicada en zona de riesgo, sería vulnerable por desconocimiento de la amenaza a la que está expuesta. Por otro lado, también existe una percepción errónea de la amenaza en ciertas personas ubicadas en zona fuera de peligro.

Percepción de la amenaza según la ubicación de la población encuestada

- Población en zona de riesgo de lahares: para esta población, el peligro es mayor en la zona central del área de estudio, donde se concentra gran parte de la población de día y de noche expuesta, y disminuye hacia el norte y sur.
- Población fuera de la zona de riesgo: para esta población, el peligro disminuye a medida que nos alejamos de los ríos Pita y Santa Clara, así como de la zona donde éstos confluyen.
- Población de la zona aislada: esta población, al igual que aquella ubicada en zonas fuera de riesgo, considera que el peligro disminuye mientras aumenta la distancia desde los ríos Pita y Santa Clara y del lugar de su confluencia. Sin embargo, es motivo de atención, el alto porcentaje de población (76 a 90%) que considera estar en peligro a pesar de estar en una zona segura, según los científicos.

Finalmente, la percepción del peligro de todos los encuestados coincide mayormente con el mapa de peligros del Cotopaxi del IG de 1988 que con el del 2004.

5.1.3 Capacidad de la población para enfrentar una erupción

La capacidad percibida de la población no coincide con su capacidad real para enfrentar una emergencia. La baja capacidad de la población del valle se ve reflejada en el desconocimiento generalizado de albergues de emergencia y de organismos locales que entreguen información, además de las medidas equivocadas a tomar por parte de muchos encuestados, sobre todo de aquellos ubicados fuera de la zona de riesgo. A pesar de esta realidad, la población de ciertos sectores (San Rafael, Cooperativa Naranjo, La Colina, Selva Alegre, San Fernando) dice sentirse preparada para enfrentar una emergencia. Esta percepción errónea de la población sobre sus verdaderas capacidades la vuelve vulnerable, en vista que sus actitudes en caso de emergencia son menos predecibles y a que la población puede presentarse renuente a ser sensibilizada. Así mismo, se observa que los más pobres y menos educados se sienten menos preparados debido a que sus escasos recursos económicos le harían más difícil reponerse de un desastre.

Por otro lado, las capacidades institucionales para hacer frente a una erupción han sido puestas en tela de duda por parte de la población que posee recursos económicos elevados y con un nivel de instrucción alto. La desconfianza genera vulnerabilidad tanto antes como

durante la emergencia. Esta población desconfiada puede rehusarse a ser sensibilizada y capacitada, así como a acatar las instrucciones de las autoridades en momentos de crisis.

5.2 Orientaciones para la gestión del riesgo

Estos resultados que revelan ciertos puntos débiles y problemáticos en los que las autoridades deberían poner atención y actuar, permiten sugerir ciertas medidas relacionadas con la coordinación de las instituciones encargadas de gestionar el riesgo en el valle, con la preparación de la población y, con la planificación preventiva de la crisis, así:

Medidas preliminares de coordinación

En vista que se maneja una población sujeta a un mismo tipo de amenaza y que el riesgo no conoce fronteras de tipo político administrativo, la homogeneización de las metodologías empleadas, como el uso de un mismo mapa, para capacitar e informar a la población, debe ser la prioridad de las autoridades competentes de las dos jurisdicciones emplazadas en el valle. De igual manera, la socialización del mapa actualizado del IG entre la población, se vuelve urgente.

Medidas de difusión y preparación de la población

Como se había mencionado anteriormente, la baja credibilidad institucional pone trabas y dificulta las actividades de las autoridades de gestión de riesgo. La difusión de la existencia y logros de las instancias competentes es una manera de recuperar la confianza de la población y de hacer más eficaz su labor.

Así mismo, las charlas de capacitación deben ser adaptadas según el público al cual se dirigen. Por un lado, considerando la ubicación de las personas: población en zona de riesgo, donde debe reforzarse el conocimiento de la exposición a lahares y de los albergues de emergencia; población fuera de la zona de riesgo, a quien hay que informarle que está en una zona segura y las medidas a tomar en este caso y; población en zona aislada, a quien se le debe informar que no está expuesta de manera directa al peligro y que, en caso de emergencia, las personas ubicadas en paso de lahares serán evacuadas de manera prioritaria por ser las más expuestas.

Por otro lado, las actividades también deben estar encaminadas según el tipo de población así: población de tipo urbano, donde deben reforzarse las capacitaciones en vista que es una población que parece negarse a aceptar el peligro que la amenaza y; población de tipo rural, donde sus capacidades organizativas pueden ser desarrolladas, teniendo como ejemplo la experiencia de la Provincia de Cotopaxi en la conformación de Comités Locales de Emergencia (CLE) en zonas rurales. De igual forma, la conformación de conjuntos habitacionales en zonas suburbanas, donde la preocupación de la seguridad ya no es personal sino comunal, puede favorecer esta capacidad organizativa, la cual ya ha sido puesta a prueba en algunos simulacros de evacuación.

También merecen especial atención las personas de edad media y avanzada, que al ser más vulnerables, necesitan estar bien informados sobre la amenaza y sobre qué hacer en caso de erupción.

Medidas de planificación preventiva de la crisis

En vista de la gran extensión del valle y de su gran número de habitantes, es muy difícil pensar que se puede cubrir todo su territorio con charlas y simulacros, aunque sería lo ideal. Sin embargo, existen otras maneras rápidas y eficaces de informar a la población como: la rotulación que indique si es una zona de riesgo por lahares, zona segura o zona aislada y qué es lo que se debe hacer en caso de estar en alguna de ellas; la señalización de las vías de evacuación; la ubicación de albergues de emergencia y; marcar ciertas piedras en el campo para dar a conocer que una vez fueron arrastradas por los lahares.

CONCLUSIONES

Dos razones fundamentales hicieron prioritario retomar el tema de la vulnerabilidad en el Valle de los Chillos: 1) el acelerado proceso de ocupación y urbanización en las últimas décadas lo que ha provocado la densificación de zonas de riesgo expuestas a la amenaza de lahares del Cotopaxi y; 2) la concentración de esfuerzos en mejorar el conocimiento únicamente de la amenaza. Tres estudios complementarios (Caracterización y cuantificación de la población del Valle de los Chillos, Discrepancias institucionales y vulnerabilidad asociada ligada a los lahares potenciales del volcán Cotopaxi en el Valle de los Chillos y, Percepción de riesgos de la población del Valle de los Chillos frente al

Cotopaxi) han sido desarrollados para alcanzar este objetivo, convirtiéndose en la base teórica, técnica y operativa destinadas a las instituciones encargadas de manejar el riesgo en el valle.

El objetivo de este trabajo fue determinar la percepción actual de la población del Valle de los Chillos y sus capacidades, así como su vulnerabilidad, para compararla con aquella obtenida en 1989. Su concepción y demanda fue realizada a partir de dos instituciones, el IRD y la Casa Cotopaxi encargada de la gestión del riesgo en la AZVCH. Inicialmente, se pensó en desarrollar el trabajo únicamente a la escala del DMQ, pero en vista de la necesidad de generar un acercamiento con el Municipio de Rumiñahui, se decidió realizarlo a nivel del Valle de los Chillos, incluyendo así las dos jurisdicciones territoriales que lo conforman.

Los resultados de esta investigación reflejan una evolución importante en la percepción del riesgo de la población del Valle de los Chillos desde que fue realizado un estudio similar en esta zona hace 18 años, además de una alta percepción general de la amenaza. Esto se explica por las experiencias vividas con otros volcanes vecinos a la capital desde 1999 y, por la alerta de reactivación del Cotopaxi en el 2002; estos acontecimientos han sensibilizado y cambiado la manera de ver el entorno de la población y el peligro al que está expuesta. Sin embargo, en cuanto a la percepción de la amenaza de lahares de aquella población en zona de riesgo, todavía queda mucho trabajo por hacer para las autoridades locales.

La división del área de estudio en unidades de investigación, tal como lo hizo D'Ercole, hace posible la diferenciación espacial por sectores y tipo de población, de los distintos resultados obtenidos. De esta manera, se determinaron sectores vulnerables que merecen especial atención, como es el caso de zonas urbanas donde existe una percepción subdimensionada del peligro y, al contrario, zonas de aislamiento o fuera de peligro donde existe una percepción sobredimensionada del mismo. Esto permite dar a conocer a las autoridades encargadas de gestionar el riesgo, zonas específicas donde es necesario reforzar o incluso dar comienzo a acciones de preparación de la población, así como adecuar las capacitaciones según el público al que están dirigidas, sea por el tipo de población o por su ubicación.

Por otro lado, se estableció que la vulnerabilidad de la población del valle, radica básicamente en su poca capacidad para enfrentar una erupción y en la desconfianza de la población (especialmente de aquella de alto nivel socio-económico) en las instituciones encargadas de manejar el riesgo. Esto hace pensar a las autoridades que deben buscar la manera de generar credibilidad, así como aunar esfuerzos para preparar a la población.

A pesar de los aportes de esta investigación también existieron limitaciones. La falta de colaboración de la Dirección de Seguridad Civil de Rumiñahui, no hizo posible la coordinación y seguimiento del trabajo, lo que sí tuvo lugar con la Casa Cotopaxi. Además, el área de estudio podría haberse extendido hacia las zonas más rurales del sur del Cantón Rumiñahui y la parroquia de Píntag, si el tiempo y los recursos económicos lo hubiesen permitido. El estudio de estas poblaciones más cercanas al volcán podría haber reflejado resultados interesantes. De igual manera, el estudio de la percepción del riesgo de la población de día y de fines de semana, puede ayudar a encaminar el trabajo de las autoridades hacia este tipo de población. El análisis y elaboración de un mapa síntesis de vulnerabilidad que integre los aspectos socio-económicos de la población, su concentración y exposición a la amenaza (obtenidos por J. Robert), así como la percepción del riesgo, sería de gran utilidad para dirigir de mejor manera las actividades de los gestores del riesgo.

A pesar que el trabajo de las instancias locales de riesgo en el valle es constante, este estudio revela que es necesario y urgente incrementar esfuerzos en la preparación de la población y, por tanto, seguramente buscar alianzas estratégicas con organismos financiadores para poder hacer esto posible. El estudio de la percepción del riesgo y de la amenaza es fundamental para poder entender y tratar de predecir los comportamientos de la población en momentos de calma pero también en situaciones de emergencia. Las percepciones muchas veces erróneas, exageradas o subdimensionadas de la población en cuanto a la amenaza y el riesgo personal, podrían resultar en conductas poco adecuadas en el momento de una emergencia. Es así que, la preparación de la población a través de la información y sensibilización se vuelve esencial, aunque esto también sugiere a las autoridades el seguir trabajando en la planificación preventiva de la crisis.

BIBLIOGRAFÍA

- Arroyo B. (2004) – Volcanes vida y muerte – en *Revista Geográfica del Ecuador Gaia* – No.1, 98p. Quito, Ecuador.
- Aguilera E., *et al.* (2004) – Simulación numérica del flujo de lodo de 1877 – ESPE, Universidad de Pisa.
- Aguilera E., Pareschi, M.T., Rosi, M., Zanchetta, G. (2004) - Risk from Lahars in the Northern Valleys of Cotopaxi Volcano (Ecuador) - *Natural Hazards*, 33, p.161-189.
- Aguilera E., Toulkeridis T. (2006) – Prevención de los riesgos asociados con la erupción del volcán Cotopaxi (PREVOLCO)- COSUDE, Quito, Ecuador, 55p.
- Atlas Infográfico de Quito: sociodinámica del espacio y política urbana (1992), IGM, IPGH, ORSTOM, Quito, Ecuador.
- Bailly A. (1984) – La géographie de représentations d’espaces perçus et espaces vécus – en *Les concepts de la géographie humaine* – Masson, Paris, p.133 – 138.
- Barberi, F., Coltelli, M., Frullani, A., Rosi, M., and Almeida, E.: 1995, Chronology and dispersal characteristics of recently (last 5000 years) erupted tephra of Cotopaxi (Ecuador): implications for long-term eruptive forecasting, *J. Volcanol. Geother. Res.* 69,217-239.
- Blaikie P., Cannon T., Davis I., Wisner B. (1996) – Vulnerabilidad: El entorno social, político y económico de los Desastres – LA RED, Tercer Mundo Editores, Colombia, 280p.
- Blong R.J. (1984) – en *Volcanic hazards. A sourcebook on the effects of eruptions* – Academic Press, Australia, 426p.
- Cadier E., Eissen J., Francou B., Samaniego P., Mothes P. (2004) – Determinación del volumen del casquete de hielo del volcán Cotopaxi- INAMHI, IRD, IG-EPN, INGEOMINAS, 54p.
- Cardona O. (1993) – Evaluación de la Amenaza, la Vulnerabilidad y el Riesgo. Elementos para el ordenamiento y la planeación del desarrollo – en Maskrey, Andrew (ed.), *Los Desastres no son naturales*, LA RED, 200p.
- Chester D., Degg M., Duncan A., Guest J. (2001) – The increasing exposure of cities to the effects of volcanic eruptions: a global survey – *Environmental hazards*, nº2, p.89-103.

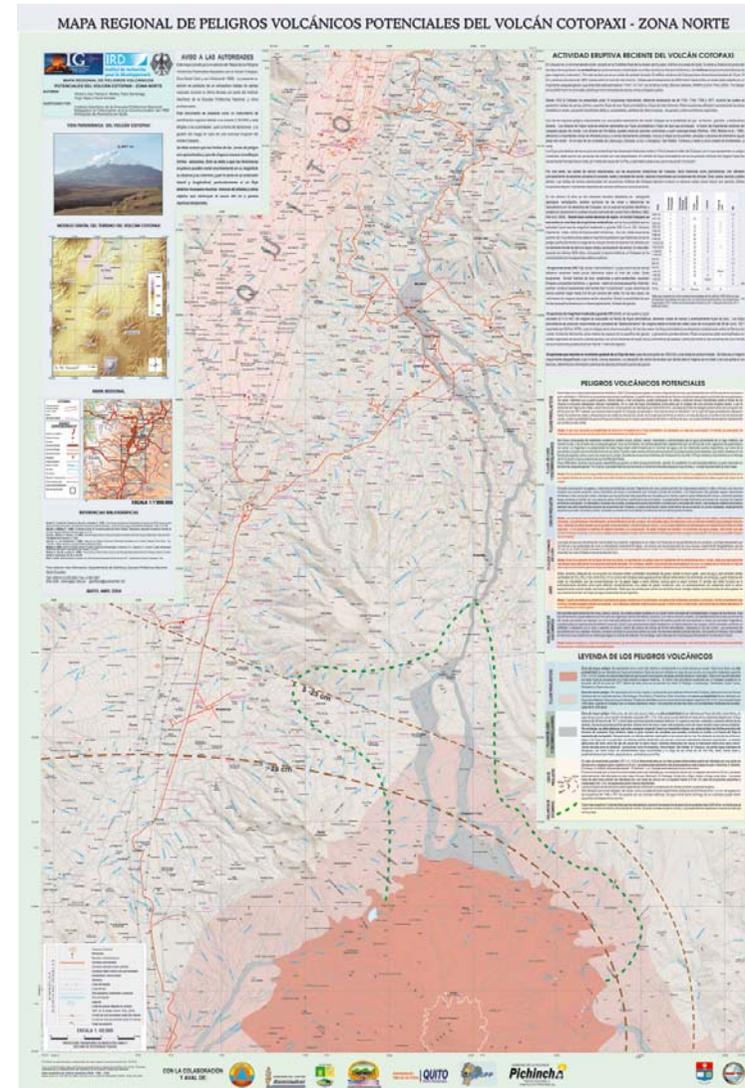
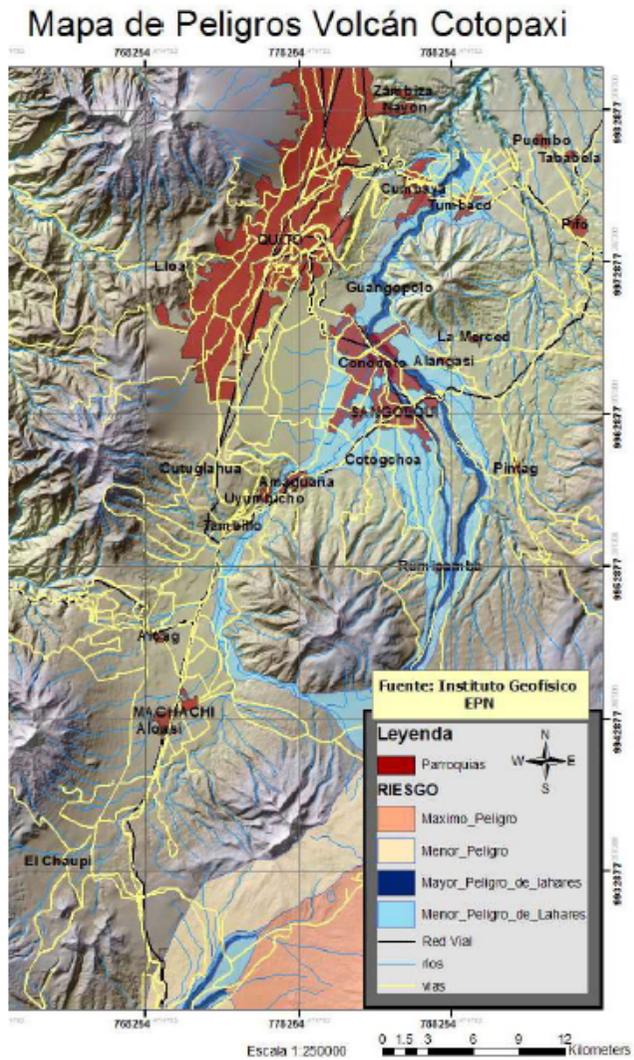
- Corral V., Frías M., González D. (2003) – Percepción de riesgos, conducta proambiental y variables demográficas en una comunidad de Sonora, México – en: *Región y Sociedad*, México, p.49-57.
- D’Ercole R. (1989) - La catástrofe del Nevado del Ruiz. ¿Una enseñanza para el Ecuador? El caso del Cotopaxi – en *Estudios de Geografía*, vol.2, Quito, p.5-33.
- D’Ercole R. (1991) - Vulnérabilité des populations face au risque volcanique. Cas de la région du volcan Cotopaxi (Equateur) –Thèse de doctorat, Univ. Joseph Fourier, Grenoble, 460p.
- D’Ercole R., Metzger P. (2002) – Los lugares esenciales del Distrito Metropolitano de Quito- Colección Quito Metropolitano, MDMQ-IRD, Quito, Ecuador, 226p.
- 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, 225p.
- D’Ercole R., Metzger P. (dec. 2004) – Vulnerabilidad del Distrito Metropolitano de Quito – Colección Quito Metropolitano, MDMQ-IRD, Quito, Ecuador, 496p.
- De Vanssay B. (2004) – Les outils des sciences humaines dans l’analyse des risques – en: Yvette Veyret, Gérald Garry, Nancy Meschinet de Richemond (eds.), *Risques naturels et aménagement en Europe* – Armand Colin, Paris, p.222-232.
- Dominey-Howes D., Minos-Minopoulos D. (2004) - Perceptions of hazard and risk on Santorini - *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 137 p.285– 310.
- Eguez A., Alvarado A., Yepes H., Machette M., Costa C., Dart R. (2003) – Database and Map of Quaternary faults and folds of Ecuador and its offshore regions - International Lithosphere Program Task Group II-2, Colorado.
- Estacio, J. (2003) – El sistema de agua potable en el DMQ y sus escenarios de riesgo volcánico: caso de volcanes Cotopaxi y Guagua Pichincha- Tesis de Ingeniería, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador.
- George D., Mallery P. (2001) – SPSS for Windows step by step: A simple guide and reference 10.0 – Allyn & Bacon, Needham Heights, MA.
- Hall M.L., Mothes P. & Eissen J.P., (2000) - Rhyolitic magma body and ascending basic andesites: bimodal Cotopaxi magmatism. AGU fall meeting - American Geophysical Union, San Francisco, CA.

- Hall M.L., Mothes, P., Samaniego, P., Yepes, H., Andrade, D., (2004) - Mapa Regional de los peligros potenciales del volcán Cotopaxi - Zona Norte, (1/50.000), IGM-IG/EPN-IRD-Embajada de Alemania en el Ecuador, Quito.
- “historia del cantón Rumiñahui” en:
http://www.ruminahui.gov.ec/informacion.asp?ID_INF=18&SEC_INF=cultura
- Lynch K. (1960) - *The Image of the City* - M.I.T. Press, Cambridge.
- Mora M. (2006) – Evaluación de la metodología de mapeo participativo en las comunidades rurales de los andes ecuatorianos: los casos de la Comunidad de Atillo y la Asociación de Trabajadores Atapo Quichalán – Tesis de Ingeniera, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador, p.17-28.
- Mothes P., Hall M., Andrade D., Samaniego P., Pierson T., Ruiz G., Yepes H. (2004) – Character, stratigraphy and magnitude of historical lahars of Cotopaxi volcano (Ecuador)- *Acta Vulcanológica*, p.85-108.
- Pelling M. (2003) – *The vulnerability of cities – Natural Disasters and Social Resilience – Earthscan, London, UK.*
- Pourrut P., Róvere O., Romo I., Villacrés H. (1995) – *Clima del Ecuador*- en: Pourrut P., *El agua en el Ecuador*, ORSTOM, Quito, Ecuador.
- Robert J. (2007) - *Caracterización, cuantificación y cartografía de la población* - IRD, Quito, Ecuador.
- Spence R. (1990) - *Seismic Risk Modelling - A review of Methods* - en *Velso il New Planning*, Universidad de Naples, Martin Centre for Architectural and Urban Studies, Cambridge.
- Samaniego P., Eissen J., Le Penec J. (2003) – Los peligros volcánicos: asociados con el Tungurahua – en *Los peligros Volcánicos en el Ecuador* IG, IRD, Corporación Editora Nacional, Quito, 1018p.
- Sierra R. (1999) – *Propuesta preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador Continental* – INEFAN, GEF, ECOCIENCIA, Quito, Ecuador, 194 p.
- Serrano T. (2007) - *Discrepancias institucionales y vulnerabilidad asociada ligada a los lahares potenciales del Volcán Cotopaxi en el Valle de los Chillos* - IRD, Quito, Ecuador.
- Schnell R., Hill P., Esser E. (1999) - *Methoden der empirischen Sozialforschung* - München, Wien, p.358-374.

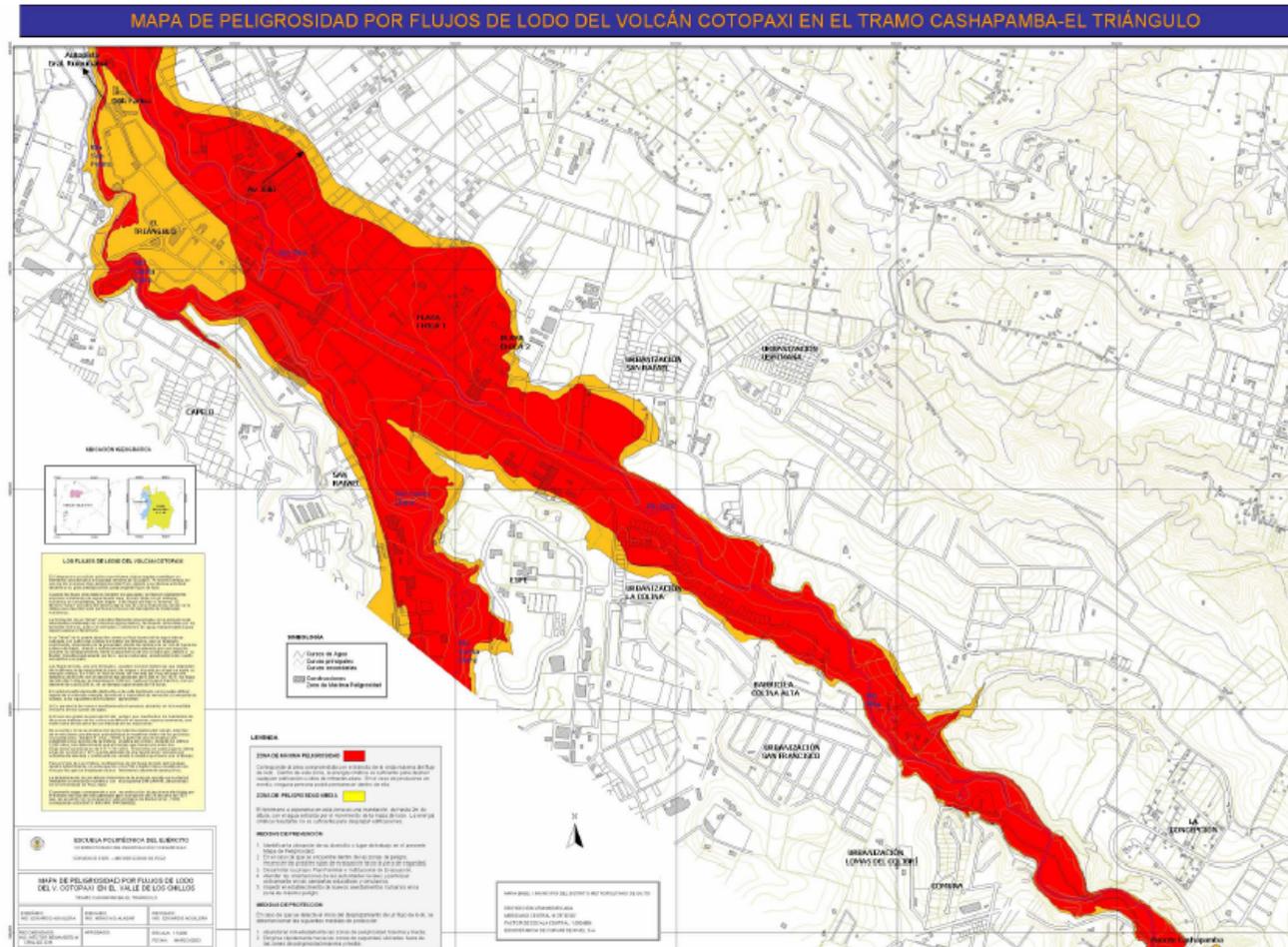
- Sodiro L. (1877) – Relación sobre la erupción del Cotopaxi acaecida el día 26 de Junio de 1877 – Imprenta Nacional, Quito, 40p.
- Soil Survey Staff (1999) – Soil Taxonomy, a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys – USDA, Natural Resources Conservation Service. Second Edition. 869p.
- Winckell, A. (1997) – Los Paisajes Naturales del Ecuador- CEDIG, IPGH, IGM, ORSTOM. Tomo IV. Volumen II.
- Wolf T. (1878) – Memoria sobre el Cotopaxi y su ultima erupción acaecida el 26 de Junio de 1877 – Imprenta del Comercio, Guayaquil, 50p.

ANEXOS

Anexo 1. Mapas de los peligros volcánicos potenciales del Volcán Cotopaxi del Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional (Zona Norte). A la izquierda el de 1988 y, a la derecha, el de 2004.



Anexo 2. Mapa de peligrosidad por flujos de lodo del Cotopaxi elaborado por la Escuela Politécnica del Ejército (ESPE) en 2003.



Anexo 3. Mapa de la percepción de riesgo personal ligado a una eventual erupción del volcán Cotopaxi. Tomado de D'Ercole (1991).

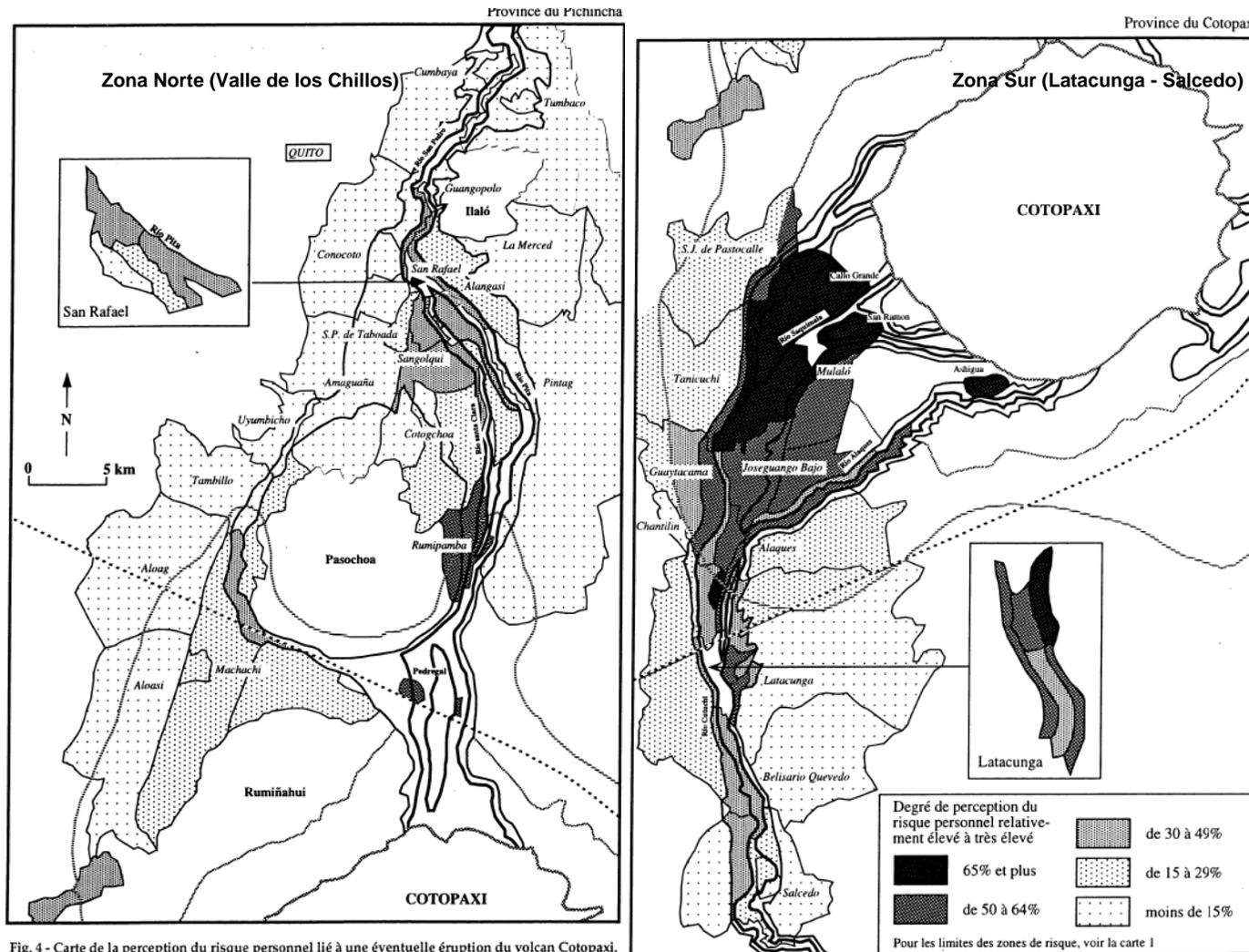
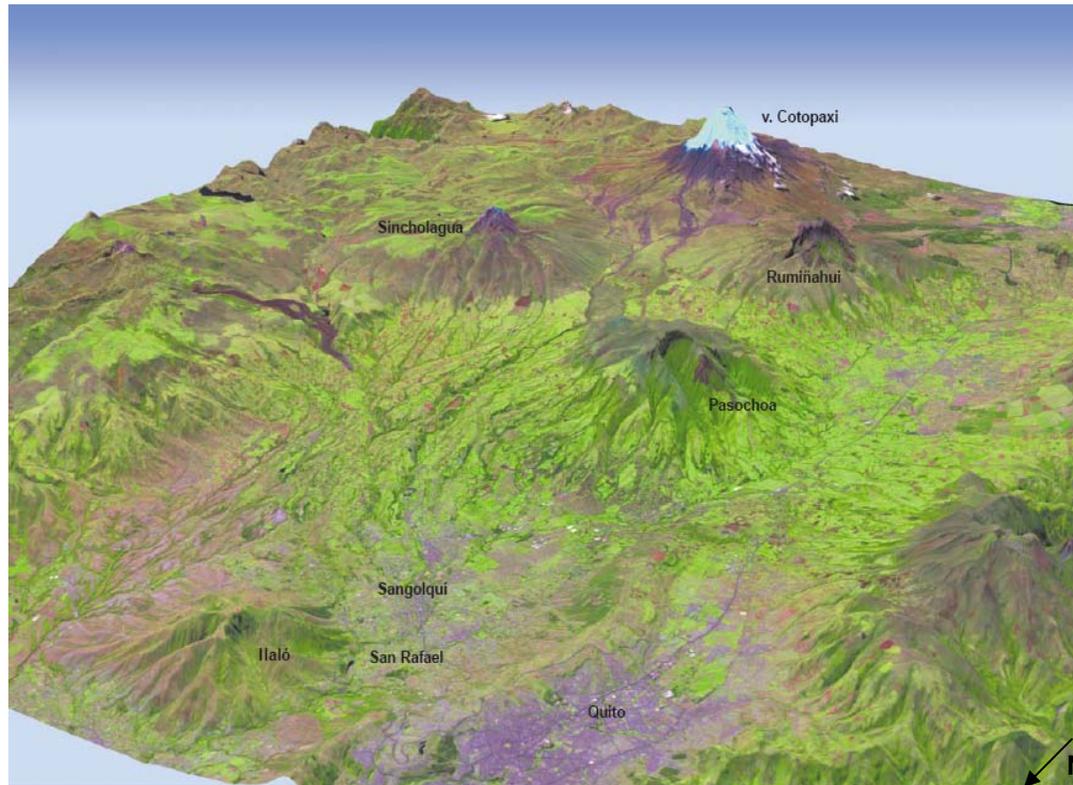


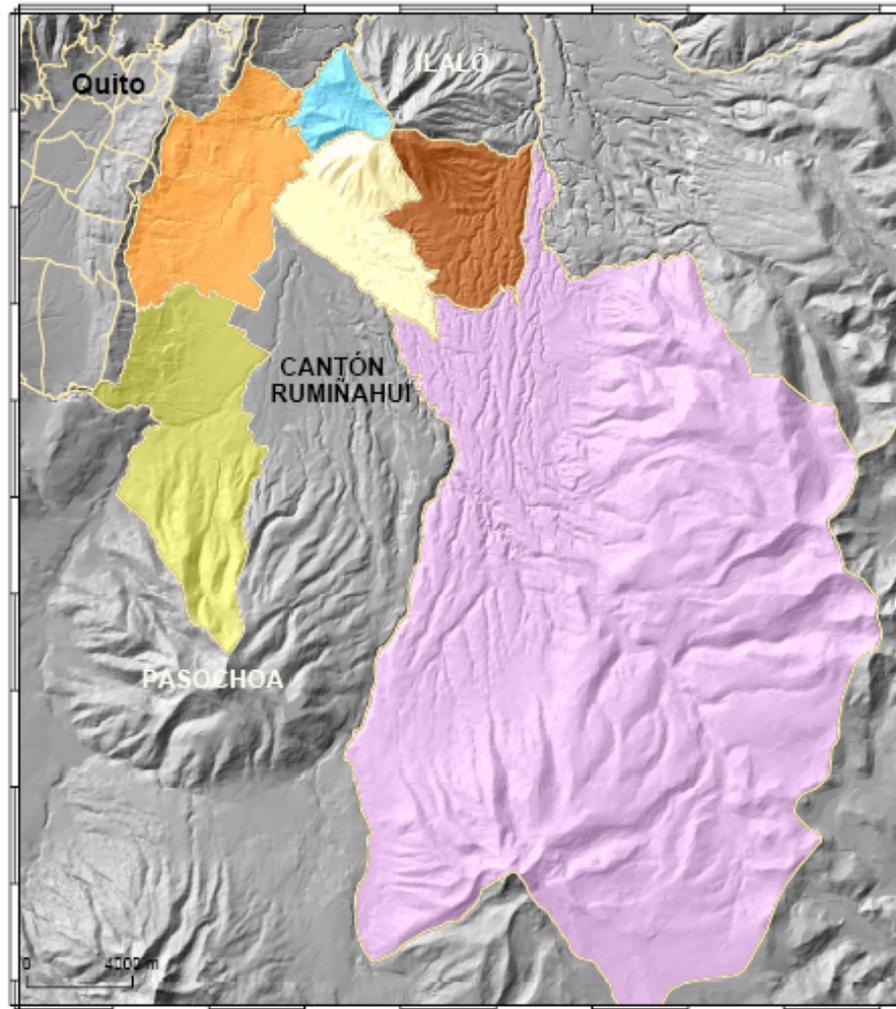
Fig. 4 - Carte de la perception du risque personnel lié à une éventuelle éruption du volcan Cotopaxi.

Anexo 4. Ubicación del Valle de los Chillos con respecto al volcán Cotopaxi y de la ciudad de Quito. Fuente: Proyecto PREVOLCO, 2004



Anexo 5. Conformación político administrativa de la Administración Zonal Valle de los Chillos. Fuente: DMPT.

Mapa de las parroquias de la Administración Zonal Valle de los Chillos



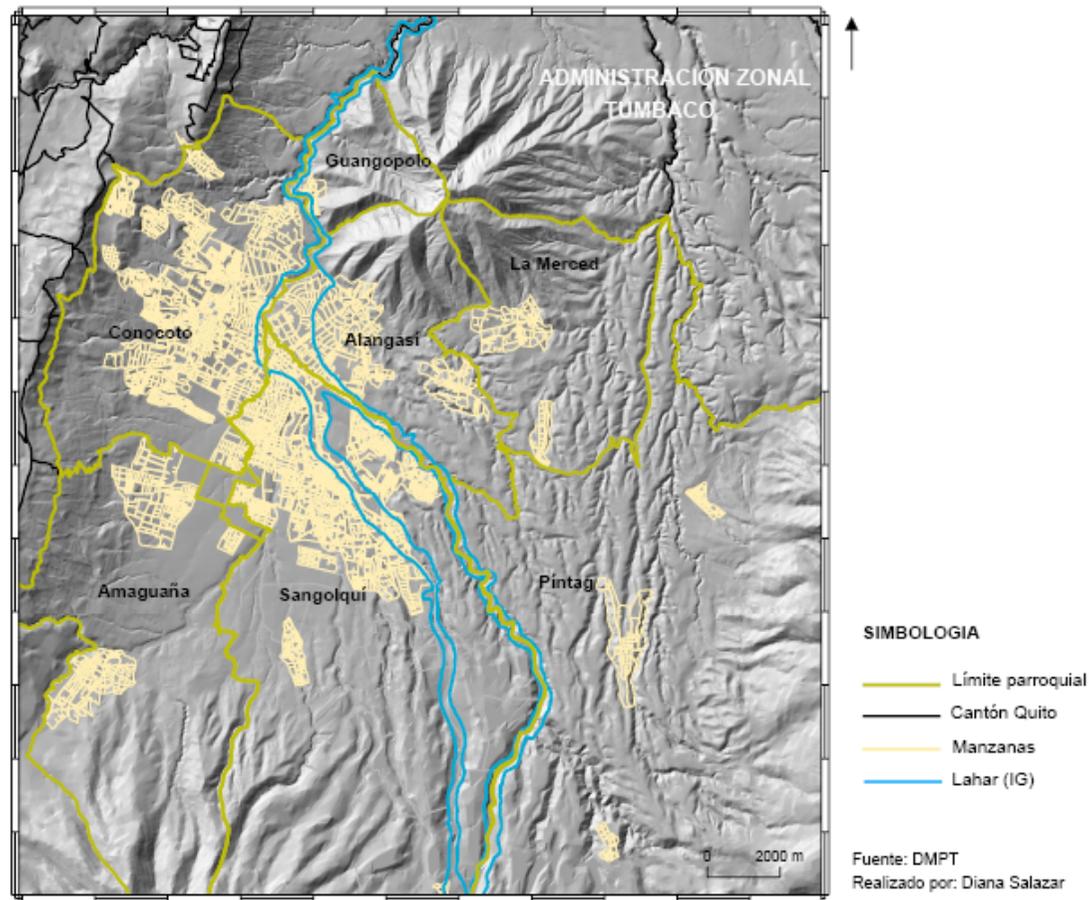
Leyenda

- Alangasí
- Amaguaña
- Conocoto
- Guangopolo
- La Merced
- Píntag

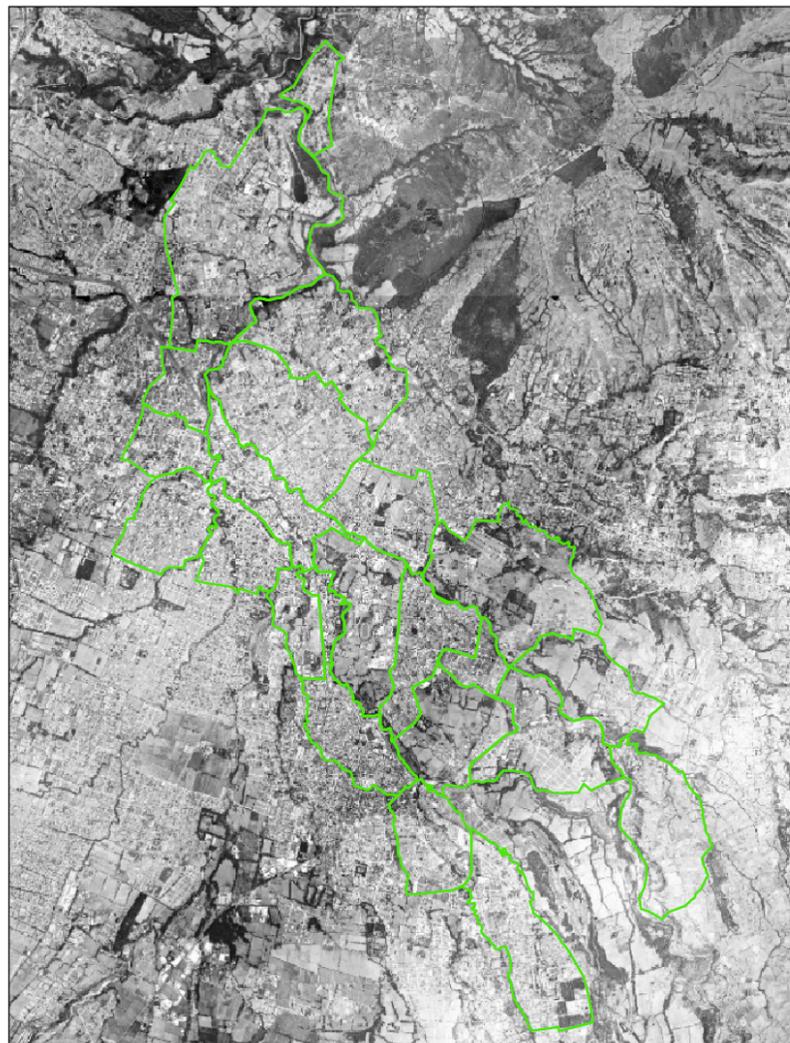
Fuente: DMPT
Elaborado por: Diana Salazar V.

Anexo 6. Delimitación del área de estudio a aquellas parroquias afectadas por el paso de lahares (Guangopolo, Conocoto, Alangasí, Sangolquí y Píntag) provenientes del volcán Cotopaxi según el mapa del IG-EPN. Fuente: DMPT.

Mapa de los asentamientos urbanos en zona de mayor peligro por lahares en el Valle de los Chillos



Anexo 7. Unidades de investigación preliminares que se obtuvieron según el uso de suelo. Ortofoto 1:25 000. DMPT.



Simbología

 Unidades de investigación según uso de suelo

0 1.300 Metros



Anexo 8. Cuestionario de la encuestas

ENCUESTA SOBRE LA PERCEPCIÓN DE AMENAZAS Y RIESGOS DE LA POBLACIÓN DEL VALLE DE LOS CHILLOS FRENTE AL COTOPAXI

Encuesta N° _____ Fecha: _____

Nombre del entrevistador: _____ Duración: _____

Parróquia: _____ Barrio o Sector: _____
 Dirección precisa (también ubicar en el plano): _____

Sexo: F ___ M ___ Edad: _____

1. Cuántas personas viven con usted?

2. Cuántos cuartos posee su vivienda? _____

3. A qué actividad se dedica?

Dónde? _____

4. Hasta qué nivel de estudios llegó?
 Ninguno ___ Primaria ___ Secundaria ___ Superior ___ Post grado ___

5. Hace cuánto tiempo vive en el Valle de los Chillos?

6. Cuáles son para Ud los peligros naturales que pueden amenazar el Valle? (Poner en orden de importancia)

1. _____

2. _____

3. _____

4. _____

5. _____

7. Qué representa para usted el Cotopaxi?

8. Cree Ud que el Cotopaxi podría erupcionar en algún momento?

SI NO

(Si responde afirmativamente) Cuándo?

a) Cualquier rato

b) Menos de un año

c) Entre un año y 10 años

d) Entre 10 años y 50 años

e) Más de 50 años

9. A partir del momento que se presenten fumarolas y sismos en el Cotopaxi, piensa Ud que habrá una erupción en:

a) Horas

b) Días

c) Semanas

d) Meses

e) Años

f) No obligadamente habrá una erupción

g) No sabe

10. Piensa Ud que una posible erupción del Cotopaxi sería:

a) de bajo tamaño

b) de tamaño mediano

c) de gran tamaño

d) No sabe

11. Piensa Ud que el impacto de una erupción del Cotopaxi sería a nivel de:

a) Las faldas del Cotopaxi

b) Una provincia

c) Varias provincias

e) Ninguna de las anteriores

12. Piensa Ud que sería una erupción con consecuencias desastrosas para la población y sus bienes?

SI NO No sabe

13. Cuáles serían las consecuencias de una potencial erupción del Cotopaxi en el Valle?

a) Daños materiales

b) Pérdidas humanas

c) Afectación en las actividades económicas

d) Todas

e) Ninguna

f) Otras _____

14. Considera Ud que su sitio de vivienda podría verse afectado en caso de una erupción?

Mucho Poco No No sabe

(Si responde negativamente dirigirse a pregunta 17)

15. Cuáles serían las consecuencias de una potencial erupción del Cotopaxi en su sitio de vivienda?

a) Daños materiales

b) Pérdidas humanas

c) Afectación en las actividades económicas

d) Todas

e) Ninguna

f) Otras _____

16. Conoce Ud sobre erupciones anteriores del Cotopaxi?

SI NO

En qué año (s)? _____

(Si responde negativamente dirigirse a pregunta 19)

17. Cómo se enteró sobre estas erupciones?

a) Amigos

b) Familiares

c) Medios de comunicación periódico ___ televisión ___ radio ___

d) Autoridades Municipio ___ Defensa Civil ___

e) Otros _____

18. Según Ud cuáles serían los lugares más expuestos a la amenaza de erupción del Cotopaxi? (Dibujo en el mapa base)

19. Conoce qué fenómenos o productos del volcán podrían amenazar el Valle?

Continuación...

20. Conoce qué fenómenos o productos del Cotopaxi podrían amenazar su sitio de vivienda?

21. Si el Cotopaxi erupcionara en este momento, sabría qué hacer?
SI NO
(Si responde afirmativamente)
Qué haría?

(Si responde negativamente)
Por qué?
a) No ha sido informado
b) No le interesa saber
c) Otro _____

22. Conoce algún albergue de emergencia?
SI NO
(Si responde afirmativamente)
Cuál? _____

23. Piensa Ud estar preparado para sobrevivir a una erupción del Cotopaxi?
SI NO

24. Piensa Ud que a pesar de que el Cotopaxi no de señales de una inminente erupción, la población debería ser informada sobre los peligros y las acciones a tomarse en caso de una erupción?
SI NO

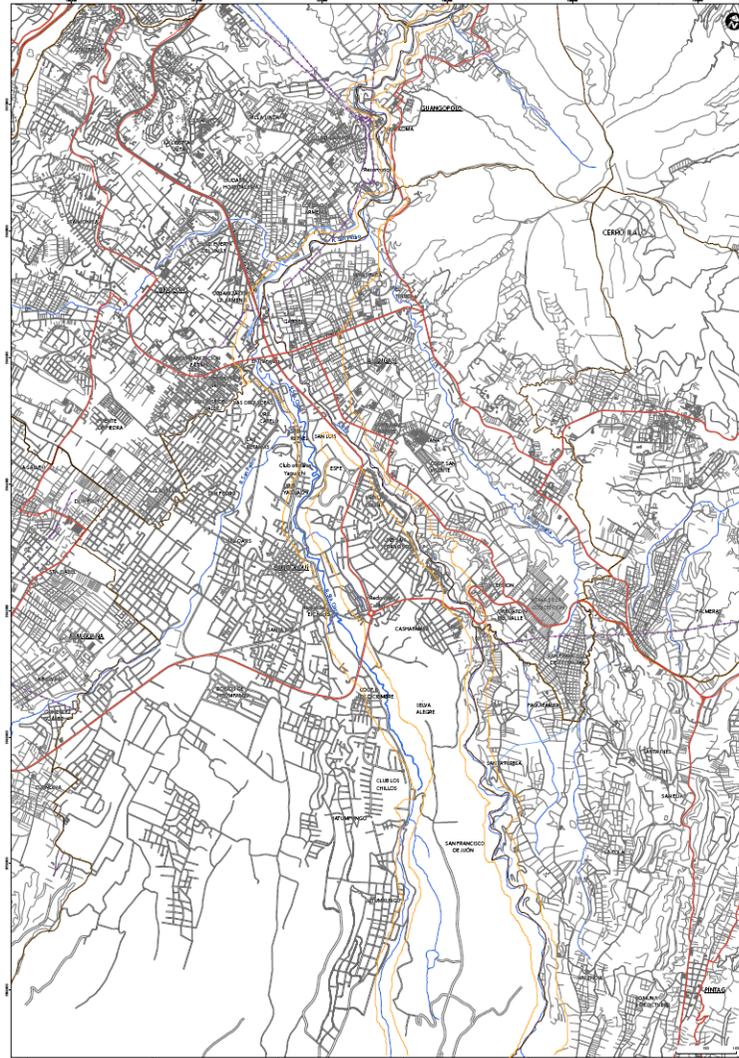
25. Conoce algún organismo del Valle de los Chillos que entregue información sobre los riesgos del Cotopaxi?
SI NO
Cuál? _____

26. Qué institución (es) se debería (n) encargarse de esto?

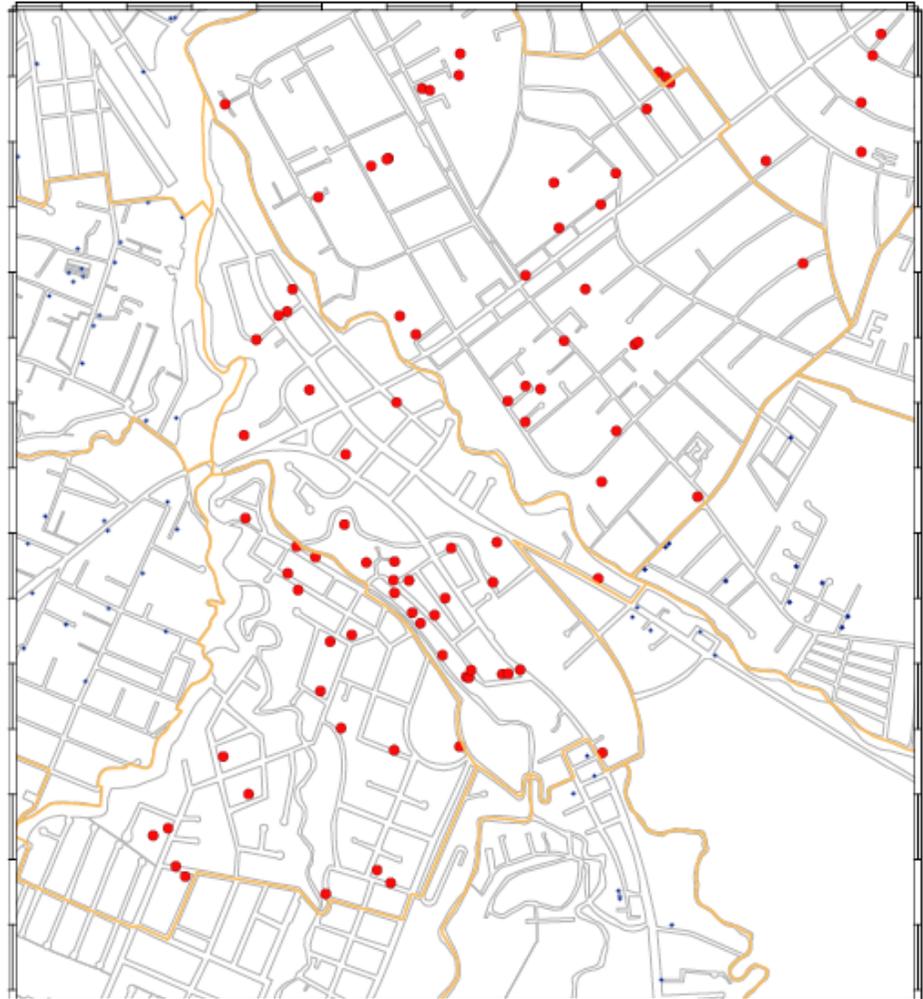
27. Participarían Ud y su familia en medidas de prevención (simulacros, talleres, etc) de riesgos del Cotopaxi?
SI NO
Por qué?

28. Cree Ud que las instituciones están preparadas para enfrentar una erupción del Cotopaxi?
SI NO
Por qué?

Anexo 9. Mapa base que se adjunta al cuestionario con el cual se realiza la encuesta. En este mapa se pide a los encuestados que grafiquen los lugares que según ellos son los más expuestos o afectados en caso de una erupción del Cotopaxi.



Anexo 10. Mapa de puntos que indica los medidores de luz residenciales a encuestar. Estos mapas fueron entregados a cada uno de los encuestadores, a más de un plano (1: 5000) del Valle, para que se ubiquen y realicen las encuestas.



Anexo 11. Tablas que muestran las distintas respuestas obtenidas para cada una de las preguntas de la encuesta, una vez codificadas.

6. Cuáles son para Ud los peligros naturales que pueden amenazar el Valle? (poner en orden de importancia)

Peligro Natural	Código
Ninguno/No sabe	0
Erupción	1
Sismos/temblores/terremotos	2
Inundaciones/lluvias	3
Deslaves/derrumbes	4
Otros (hielos, calentamiento global, erosión, sequías, incendios, tormentas eléctricas, granizadas, deshielo)	5

7. Qué representa para Ud el Cotopaxi?

Representación	Código
Nada/No sabe	0
Fuente de peligro (peligro, volcán activo, erupción, desastre, riesgo)	1
Belleza/majestuosidad de paisaje/ maravilla	2
Símbolo nacional	3
Atractivo turístico/recreación	4
Fuente de beneficios, de vida, de agua, reserva natural	5
Sentimientos negativos o de alerta (temor, miedo, terror, angustia, inseguridad, preocupación, alerta, incertidumbre)	6
Sentimientos positivos (admiraación, respeto, placer, protección)	7
Definición neutra (nevado, creación divina, cerro, volcán, coloso, fenómeno natural)	8

19,20. Conoce qué fenómenos, productos o materiales del volcán podrían amenazar el Valle y su sitio de vivienda?

Productos/fenómenos	Código
Ninguno/No sabe	0
Flujos piroclásticos	1
Lava	2
Lahares (deslaves,inundaciones,aluvión,alud,diluvio,inundaciones,agua)	3
Sismos/temblores/terremotos	4
Fuego/candela	5
Otros (explosiones,cobre)	6

21. Si el Cotopaxi erupcionara en este momento, sabría qué hacer? Qué haría?

Acciones	Código
No hace nada/No sabe	0
Se queda en casa	1
Sale de la casa, evacúa, corre	2
Se dirige a Quito	3
Se dirige a un albergue, lugar seguro	4
Se dirige a un sitio alto,Ilaló	5
Reunir a la familia	6
Otros (se dirige al otro valle,a otras parroquias del Valle,fuera de la ciudad,fuera del país,a los puentes de la autopista; ayudar; pide ayuda; espera la voluntad de Dios; dar albergue; tomar fotos; obedece a autoridades)	7

26. Qué instituciones deberían encargarse de informar a la población sobre los riesgos del Cotopaxi?

Instituciones	Código
Ninguno/No sabe	0
Organismos de socorro (Defensa civil, cruz roja, militares, bomberos, policía, hospitales/centros salud)	1
Gobierno/prefectura,consejo provincial/ministerios	2
Municipio/Administración Zonal	3
Junta parroquial/tenencia política	4
Instituciones científicas/centros educativos	5
Comités barriales o de participación ciudadana	6
Otros (casa Cotopaxi,sistema integrado de seguridad,medios comunicación, iglesia,comité seguridad,albegues,EEQ,EMAP,Andinatel,jefatura de tránsito,unidad de gestión de riesgos,empresas, servicios sociales)	7

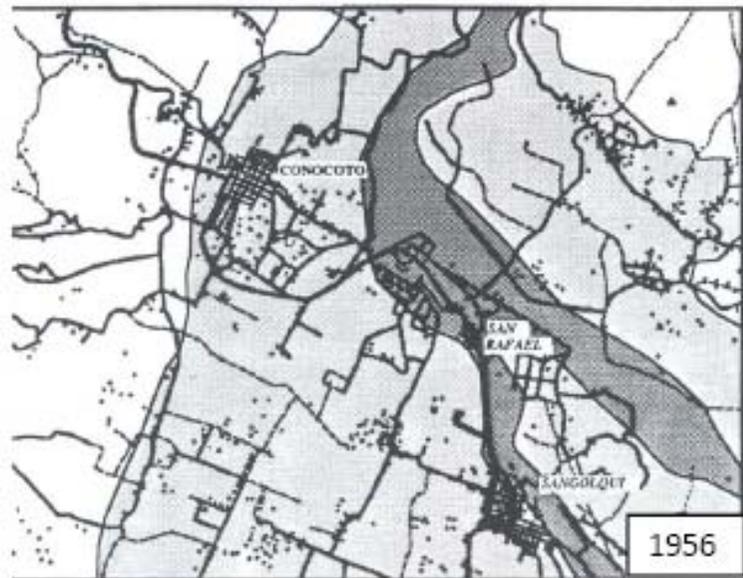
27. Participarían Ud y su familia en medidas de prevención sobre riesgos del Cotopaxi? NO por qué?

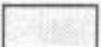
Instituciones	Código
No es necesario (ya sabe qué hacer,no le va a pasar nada)	1
Falta de tiempo/no le interesa	2
Incapacidad física/mal estado de salud/edad avanzada	3
Otros (temor a dejar casa sola por robos,actitud fatalista)	4

28. Cree Ud que las instituciones están preparadas para enfrentar una erupción del Cotopaxi? NO por qué?

Instituciones	Código
No existe personal capacitado (no tienen conocimiento ni experiencia)	1
Falta de interés (no toman acciones,no monitorean,no coordinan,desorganización)	2
Se ha visto falencias con Tungurahua y otro tipo de amenazas	3
Falta de recursos económicos, físicos, humanos	4
Evento impredecible o muy lejano	5
Otros (desviación de fondos,llegan al último,no existe riesgo,por la magnitud del evento,falta de decisión política,manipulación de información, desconfianza en instituciones,no hay ayuda de organismos internacionales,no existe plan de contingencia)	6

Anexo 12. Mapas del Valle de los Chillos con las zonas de peligro según el primer mapa del Instituto Geofísico de 1989. Estos mapas evidencian el crecimiento del tejido urbano en los años 1956 y 1975. Además se puede observar la aparición de la nueva carretera en el segundo mapa.



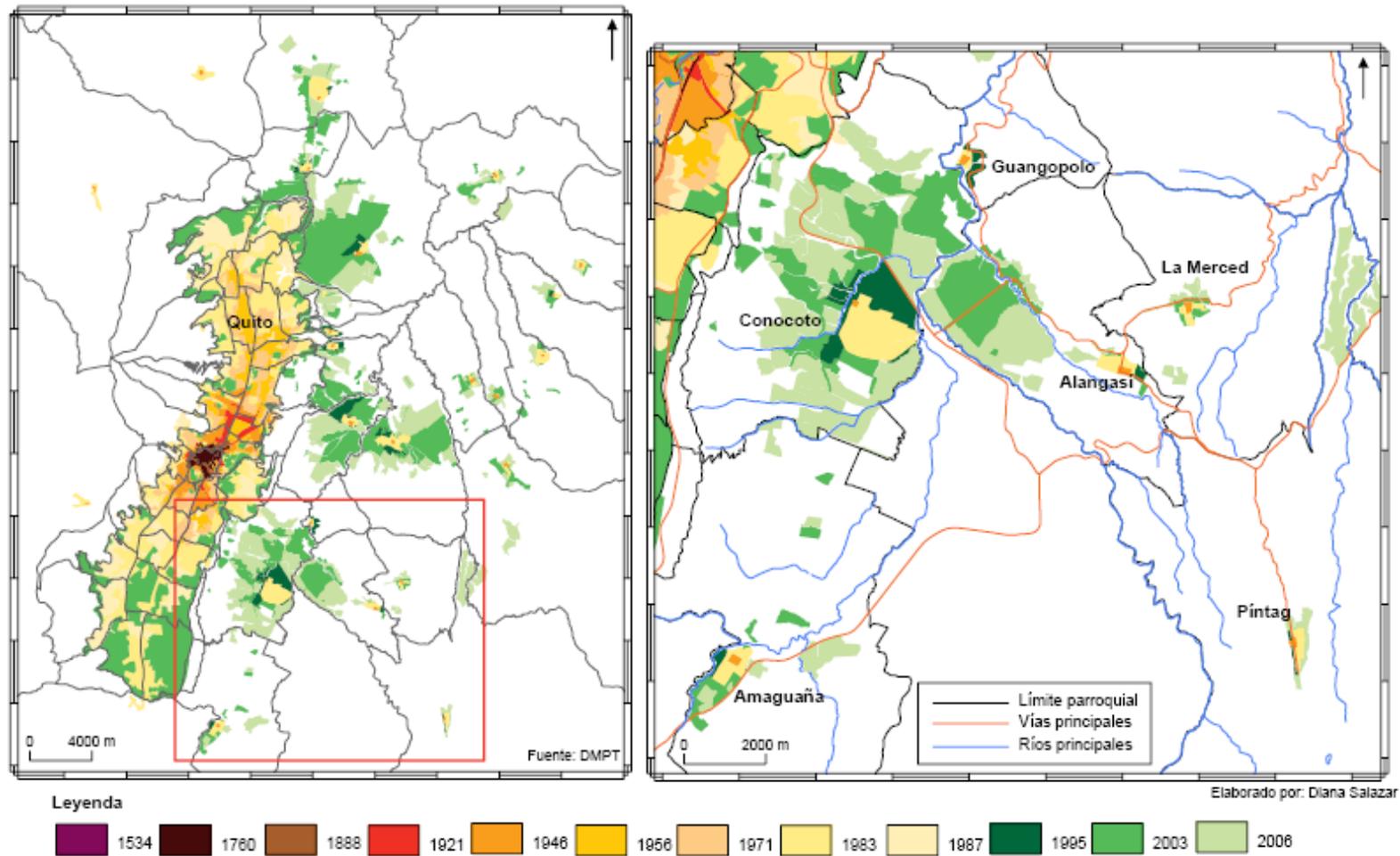
 Risque majeur de lahars  Risque mineur de lahars



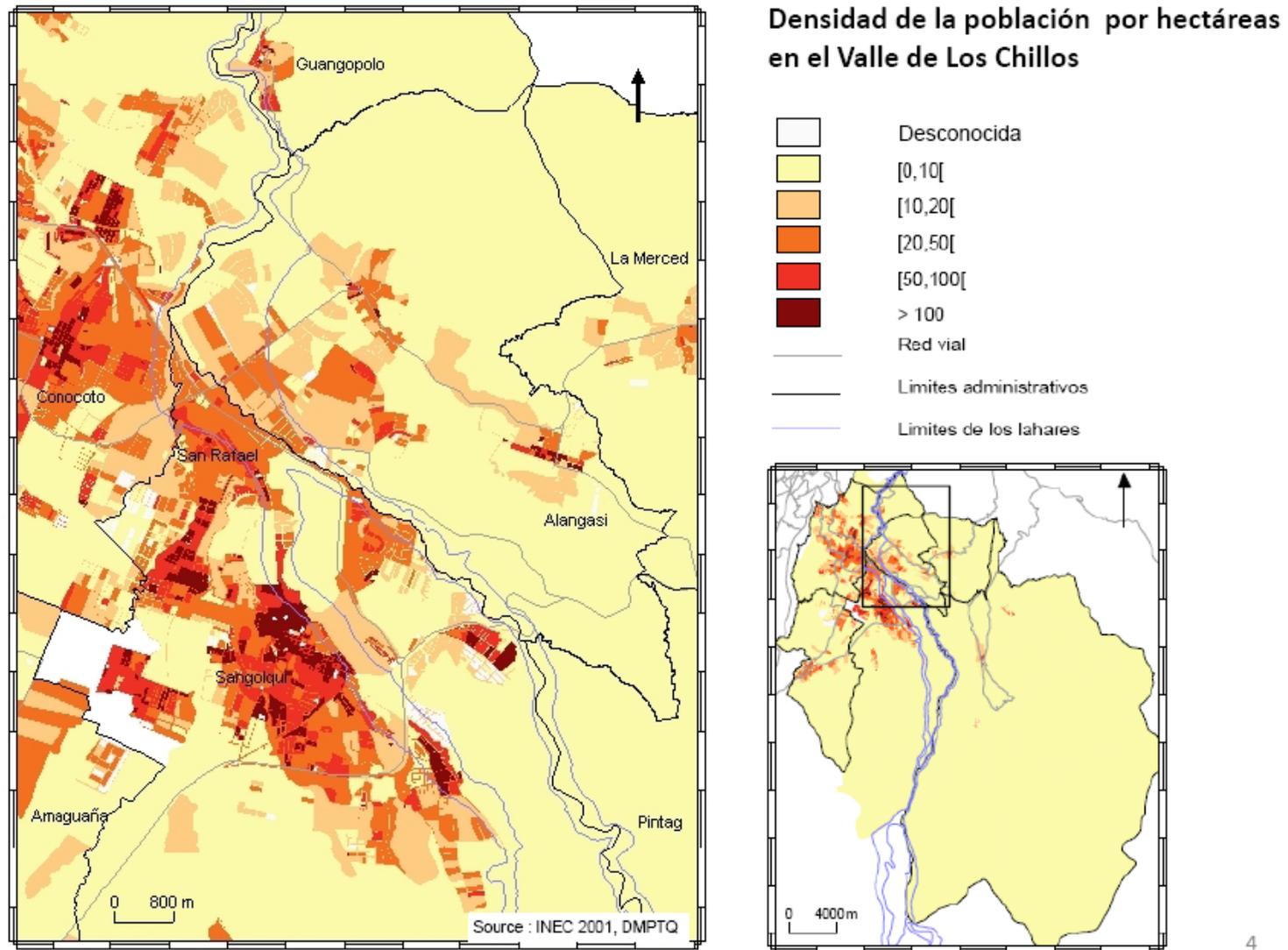
Source : D'Ercole, 1991, selon le zonage de 1989

Anexo 13 Evolución de la mancha urbana del Distrito Metropolitano de Quito desde la fundación de Quito hasta el 2006. Fuente: DMPT.

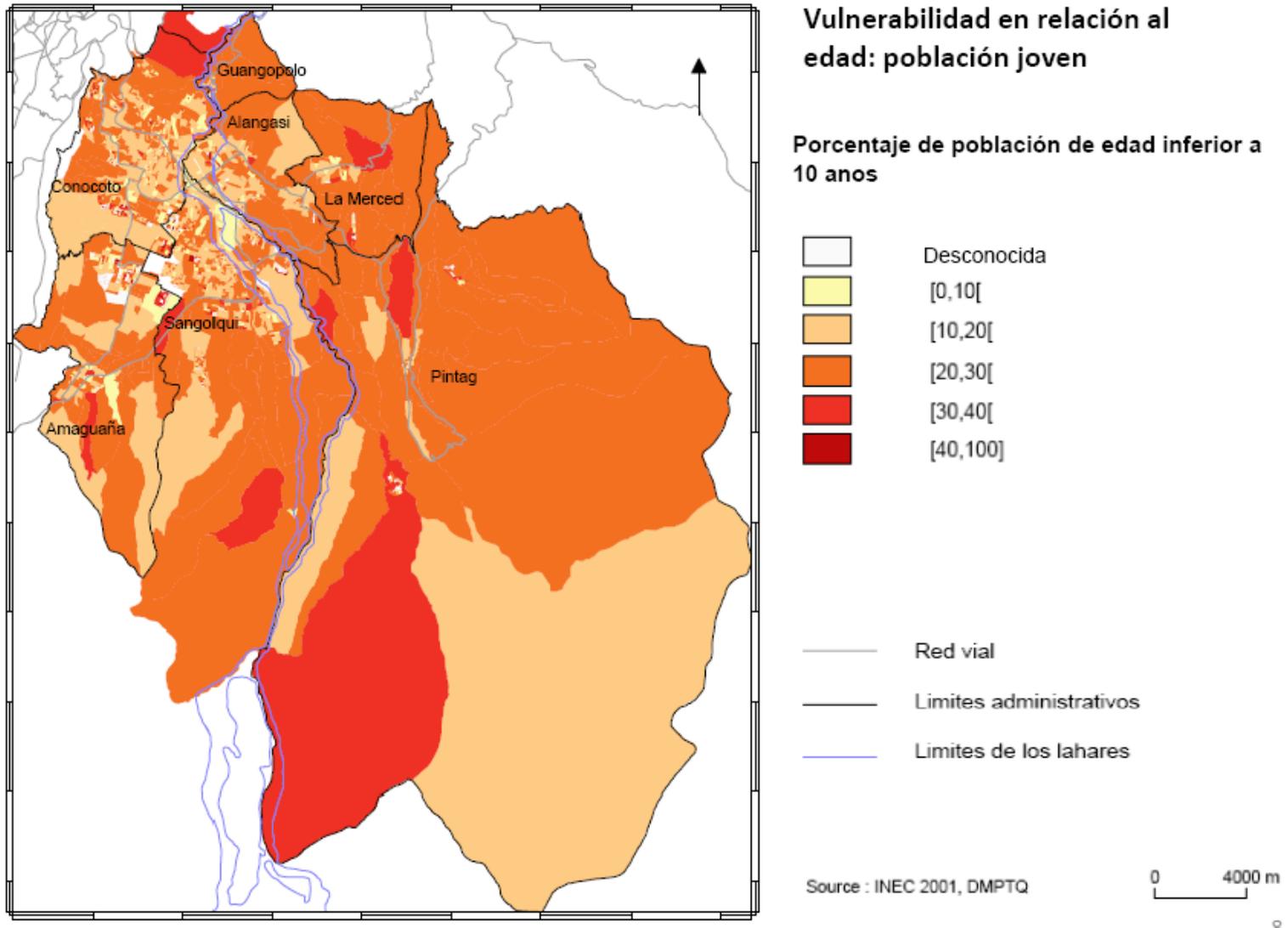
Evolución de la mancha urbana del DMQ (1534 - 2006)



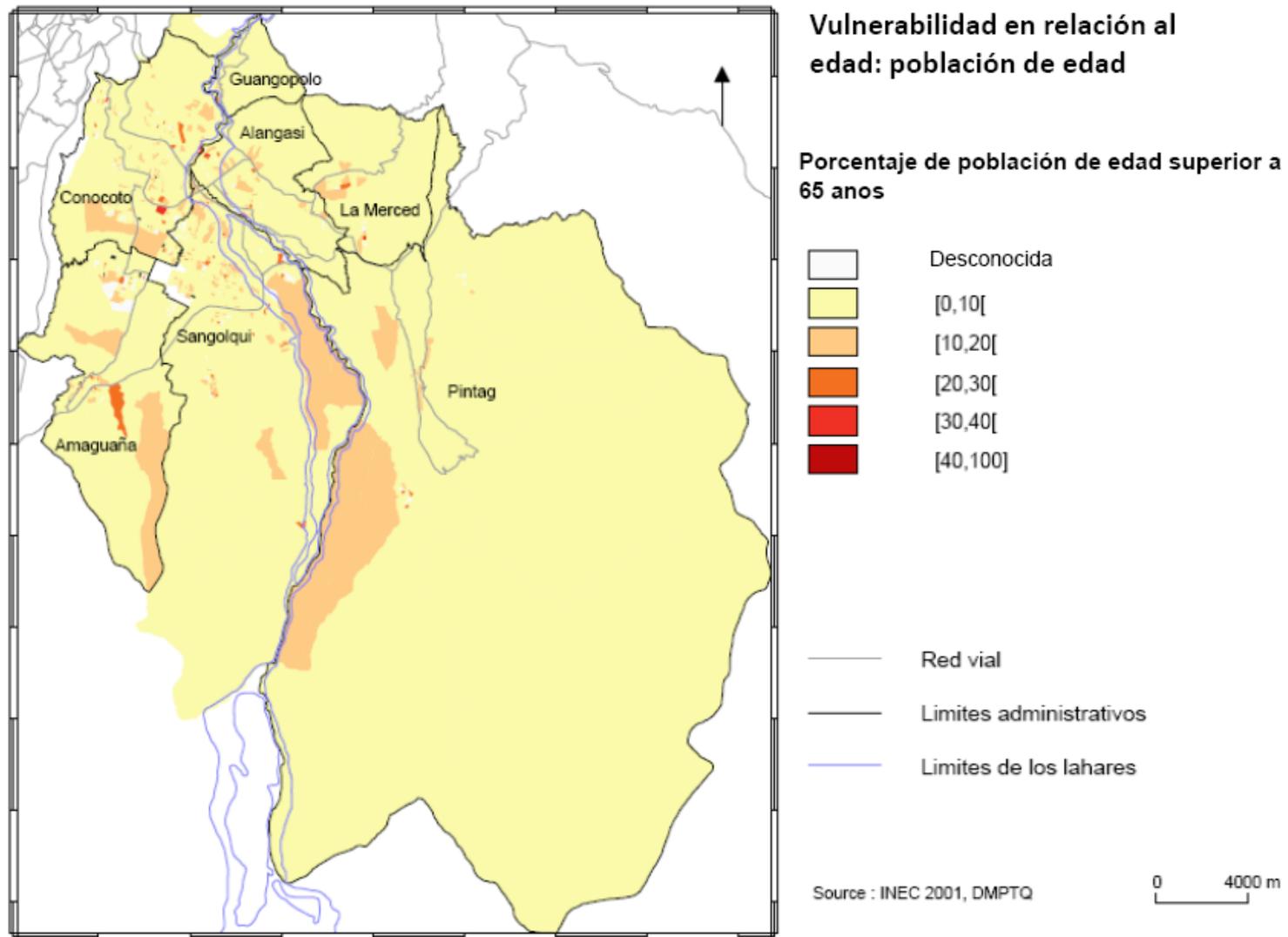
Anexo 14. Densidad poblacional por hectárea en el Valle de los Chillos. Tomado de J. Robert, 2007.



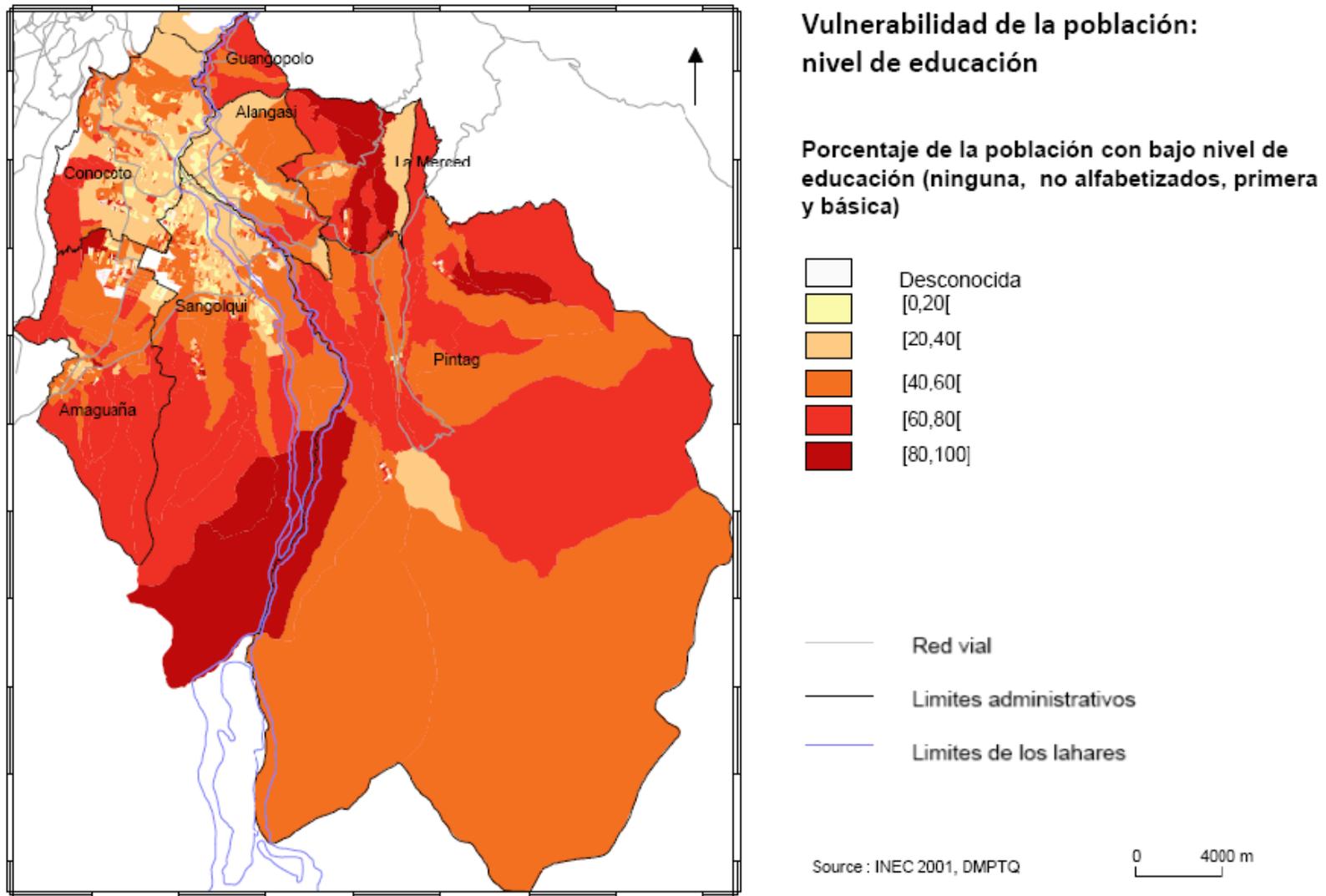
Anexo 15. Vulnerabilidad ligada a la edad: población menor a 10 años. Tomado de J. Robert, 2007.



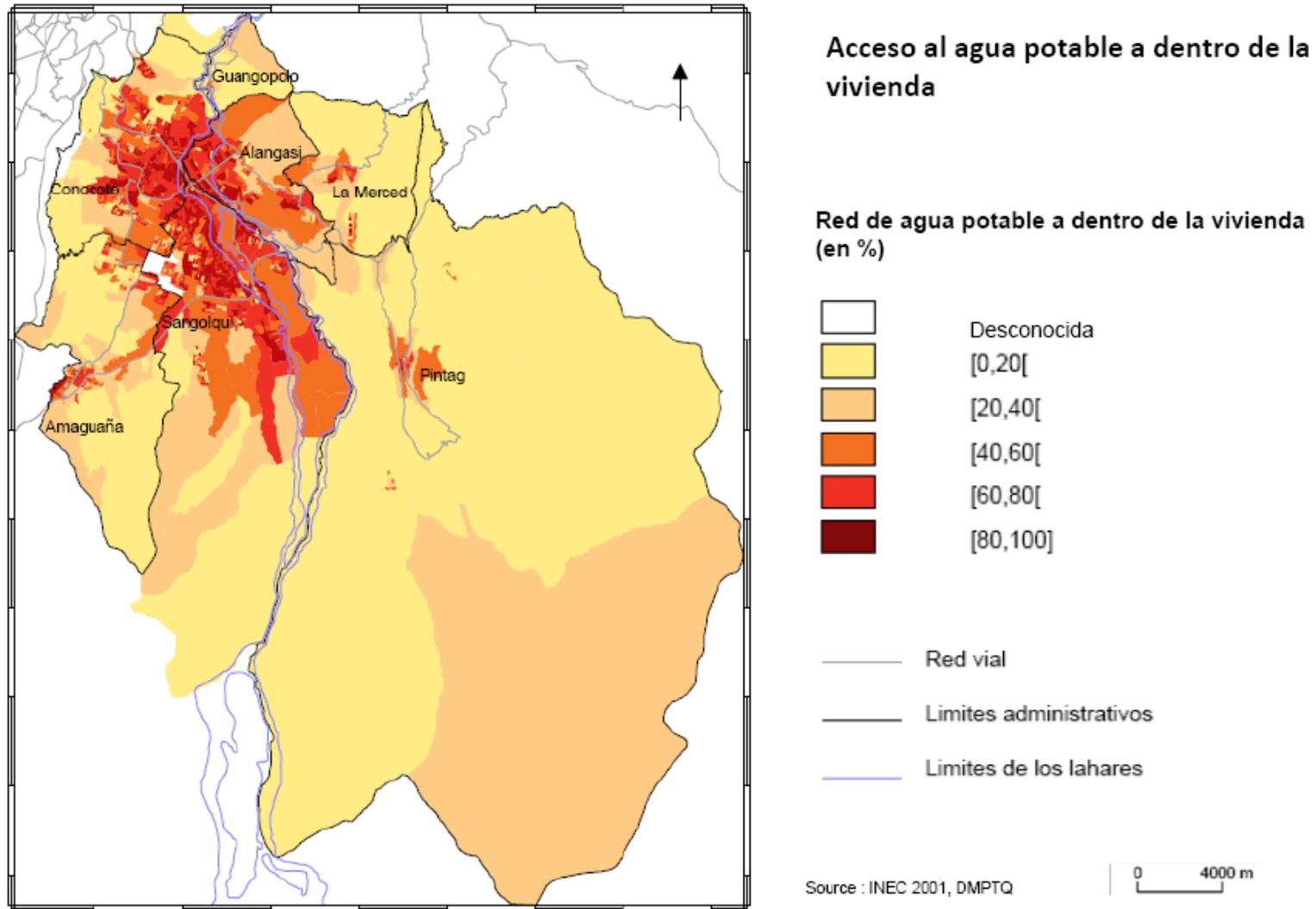
Anexo 16. Vulnerabilidad ligada a la edad: población mayor a 65 años. Tomado de J. Robert, 2007.



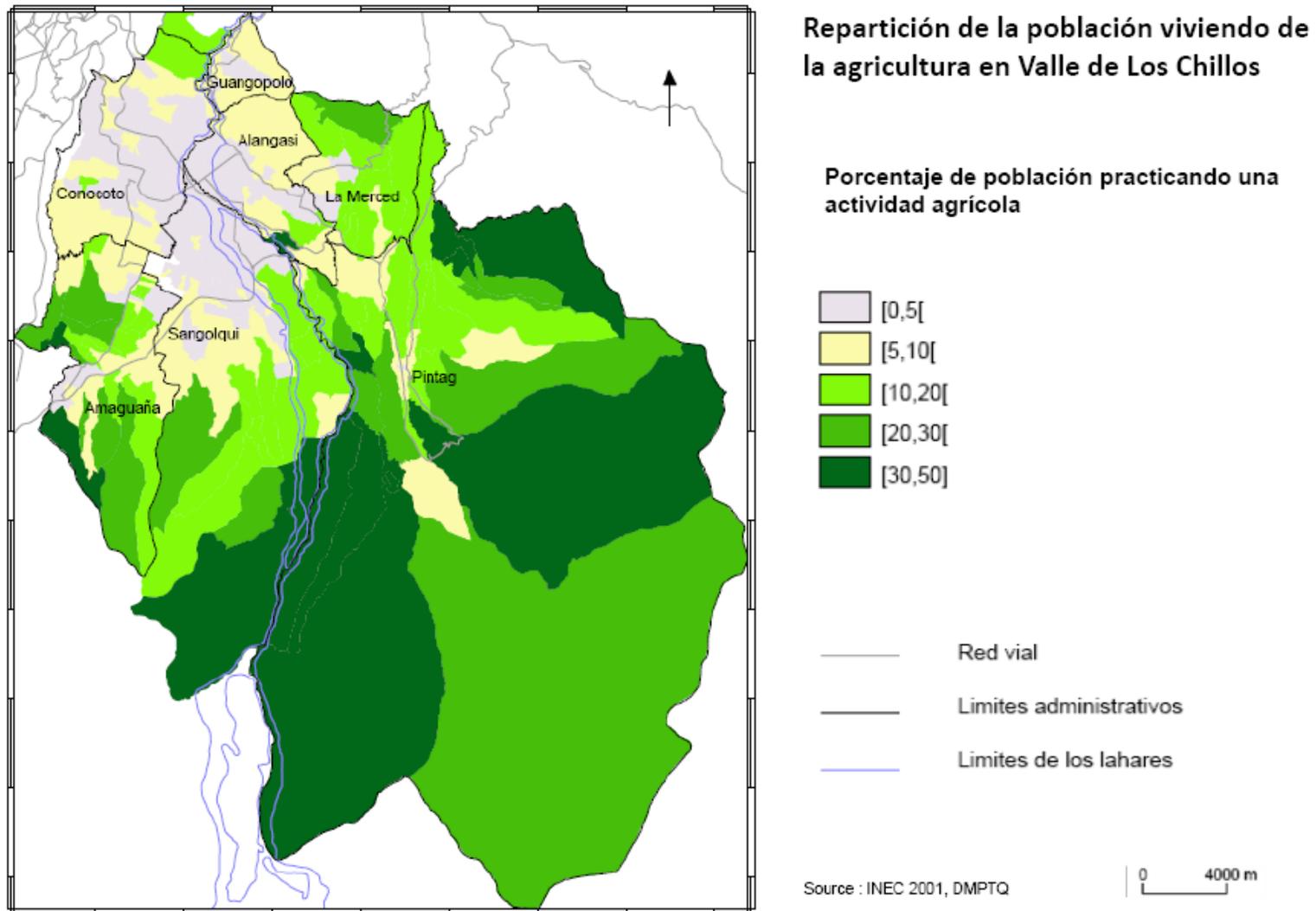
Anexo 17. Vulnerabilidad de la población: nivel de educación. Tomado de J. Robert, 2007.



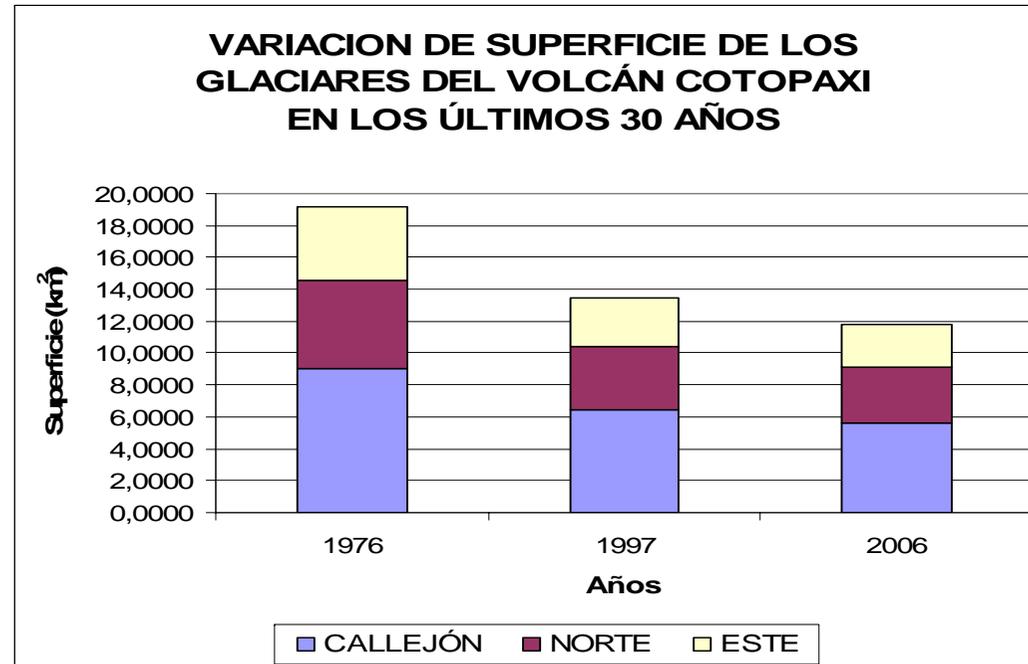
Anexo 18. Acceso al agua potable al interior de la vivienda. Tomado de J. Robert, 2007.



Anexo 19. Repartición de la población que vive de la agricultura en el Valle de los Chillos. Tomado de J. Robert, 2007.



Anexo 20. Datos sobre la variación de la superficie de los glaciares del Cotopaxi en los últimos 30 años. Fuente: Cadier y Mainsincho, 2007.



VARIACION DE SUPERFICIE DE LOS GLACIARES EN LOS ÚLTIMOS 30 AÑOS (km²)				
AÑOS	CALLEJÓN	NORTE	ESTE	SUMA
1976	9,062.9	5,529.8	4,613.4	19,206.1
1997	6,481.8	3,897.2	3,070.1	13,449.0
2006	5,667.2	3,422.2	2,750.1	11,839.5

Anexo 21. Clasificación de ramas de actividad. Fuente: INEC, 2001.

Ramas de actividad	
Ama de casa / jubilado / estudiante / ninguna	Transporte y almacenamiento
Agricultura	Actividades financieras
Ganadería	Seguros
Cría de animales domésticos	Actividades informáticas
Silvicultura, extracción madera	Investigación y Desarrollo de las ciencias
Construcción	Actividades Jurídicas y de Contabilidad
Explotación de minas y canteras	Actividades de Arquitectura e Ingeniería
Hilatura, Tejedur y Acabado de Productos Textiles	Publicidad, diseño gráfico
Fabricación de textiles, prendas de vestir, artículos cuero	Actividades empresariales
Artesanía	Administración pública
Fabricación de productos metálicos, maquinaria y equipo	Prestación de Servicios a la Comunidad en general
Fabricación de productos metálicos	Enseñanza
Fabricación de muebles	Actividades relacionadas con la Salud Humana
Otras industrias manufactureras	Actividades de Servicios Sociales
Construcción	Actividades de Cinematografía, Radio y Televisión y Otras
Mantenimiento y Reparación de Vehículos Automotores	Actividades de Agencias de Noticias
Comercio	Otras Actividades de Tipo Servicio
Reparación de Efectos Personales y Enseres Domésticos	Servicio Doméstico
Restaurantes y hoteles	Ramas de Actividad no especificadas

Anexo 22. Población encuestada según ramas de actividad y lugar de trabajo.

Clasificación	Lugar de trabajo									Total
		1	%	1,2,3	%	2	%	3	%	
Ama de casa / jubilado / estudiante / ninguna	9	235	55,7	0	0,0	39	26,9	2	9,5	285
Agricultura	0	8	1,9	1	5,6	0	0,0	1	4,8	10
Agricultura / Construcción *	0	0	0,0	1	5,6	0	0,0	0	0,0	1
Agricultura / Ganadería *	0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	4,8	1
Cría de animales domésticos *	0	1	0,2	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1
Ganadería *	0	1	0,2	0	0,0	0	0,0	1	4,8	2
Silvicultura, extracción madera *	0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	4,8	1
Explotación de minas y canteras *	0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	4,8	1
Hilatura, Tejedura y Acabado de Productos Textiles	0	6	1,4	0	0,0	1	0,7	0	0,0	7
Fabricación de textiles, prendas de vestir, artículos cuero	0	7	1,7	0	0,0	1	0,7	0	0,0	8
Artesanía *	0	4	0,9	0	0,0	0	0,0	0	0,0	4
Fabricación de productos metálicos, maquinaria y equipo *	0	3	0,7	1	5,6	0	0,0	0	0,0	4
Fabricación de productos metálicos / Transporte *	0	1	0,2	0	0,0	1	0,7	0	0,0	2
Fabricación de muebles *	0	1	0,2	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1
Otras industrias manufactureras *	0	1	0,2	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1
Construcción	0	10	2,4	4	22,2	6	4,1	1	4,8	21
Mantenimiento y Reparación de Vehículos Automotores *	0	3	0,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	3
Comercio	0	73	17,3	6	33,3	13	9,0	1	4,8	93
Reparación de Efectos Personales y Enseres Domésticos *	0	1	0,2	1	5,6	1	0,7	1	4,8	4
Restaurantes y hoteles *	0	3	0,7	1	5,6	0	0,0	0	0,0	4
Transporte y almacenamiento	0	6	1,4	1	5,6	1	0,7	2	9,5	10
Actividades financieras *	0	0	0,0	0	0,0	1	0,7	0	0,0	1
Seguros *	0	0	0,0	0	0,0	1	0,7	0	0,0	1
Actividades informáticas *	0	0	0,0	0	0,0	1	0,7	0	0,0	1

Investigación y Desarrollo de las ciencias *	0	1	0,2	0	0,0	1	0,7	0	0,0	2
Actividades Jurídicas y de Contabilidad	0	3	0,7	0	0,0	12	8,3	2	9,5	17
Actividades de Arquitectura e Ingeniería	0	2	0,5	1	5,6	2	1,4	1	4,8	6
Publicidad, diseño gráfico *	0	1	0,2	1	5,6	1	0,7	0	0,0	3
Actividades empresariales	0	2	0,5	0	0,0	5	3,4	1	4,8	8
Administración pública	0	0	0,0	0	0,0	6	4,1	0	0,0	6
Prestación de Servicios a la Comunidad en general *	0	2	0,5	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2
Enseñanza	0	12	2,8	0	0,0	13	9,0	1	4,8	26
Enseñanza / Actividades relacionadas con la Salud Humana *	0	0	0,0	0	0,0	1	0,7	0	0,0	1
Actividades relacionadas con la Salud Humana	0	3	0,7	0	0,0	12	8,3	0	0,0	15
Actividades de Servicios Sociales *	0	1	0,2	0	0,0	1	0,7	0	0,0	2
Actividades de Cinematografía, Radio y Televisión y Otras *	0	1	0,2	0	0,0	1	0,7	1	4,8	3
Actividades de Agencias de Noticias *	0	0	0,0	0	0,0	3	2,1	0	0,0	3
Otras Actividades de Tipo Servicio	0	5	1,2	0	0,0	2	1,4	1	4,8	8
Servicio Doméstico	0	5	1,2	0	0,0	2	1,4	0	0,0	7
Ramas de Actividad no especificadas	0	20	4,7	0	0,0	17	11,7	2	9,5	39
Total 1	9	422	100,0	18	100	145	100,0	21	100,0	615
Porcentaje 1	1,5	68,6		2,9		23,6		3,4		100,0
Total 2		187		18		145		21		371
Porcentaje 2		50,4		4,9		39,1		5,7		100,0

1= Valle de los Chillos (AZVCH y Cantón Rumiñahui)

2= Quito (resto de DMQ)

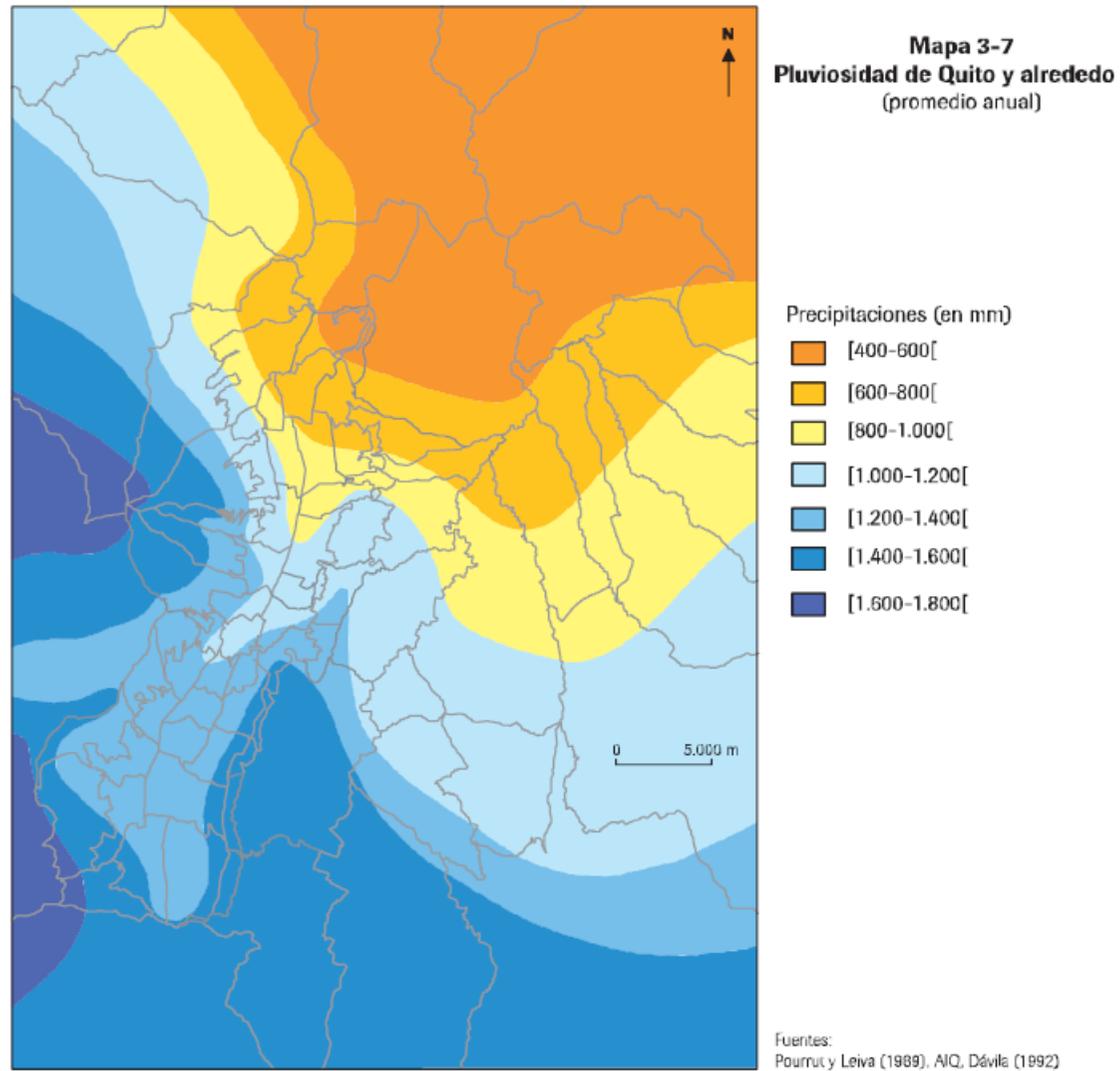
3= Otros (fuera de DMQ)

* Ramas de actividad que representan menos del 1%

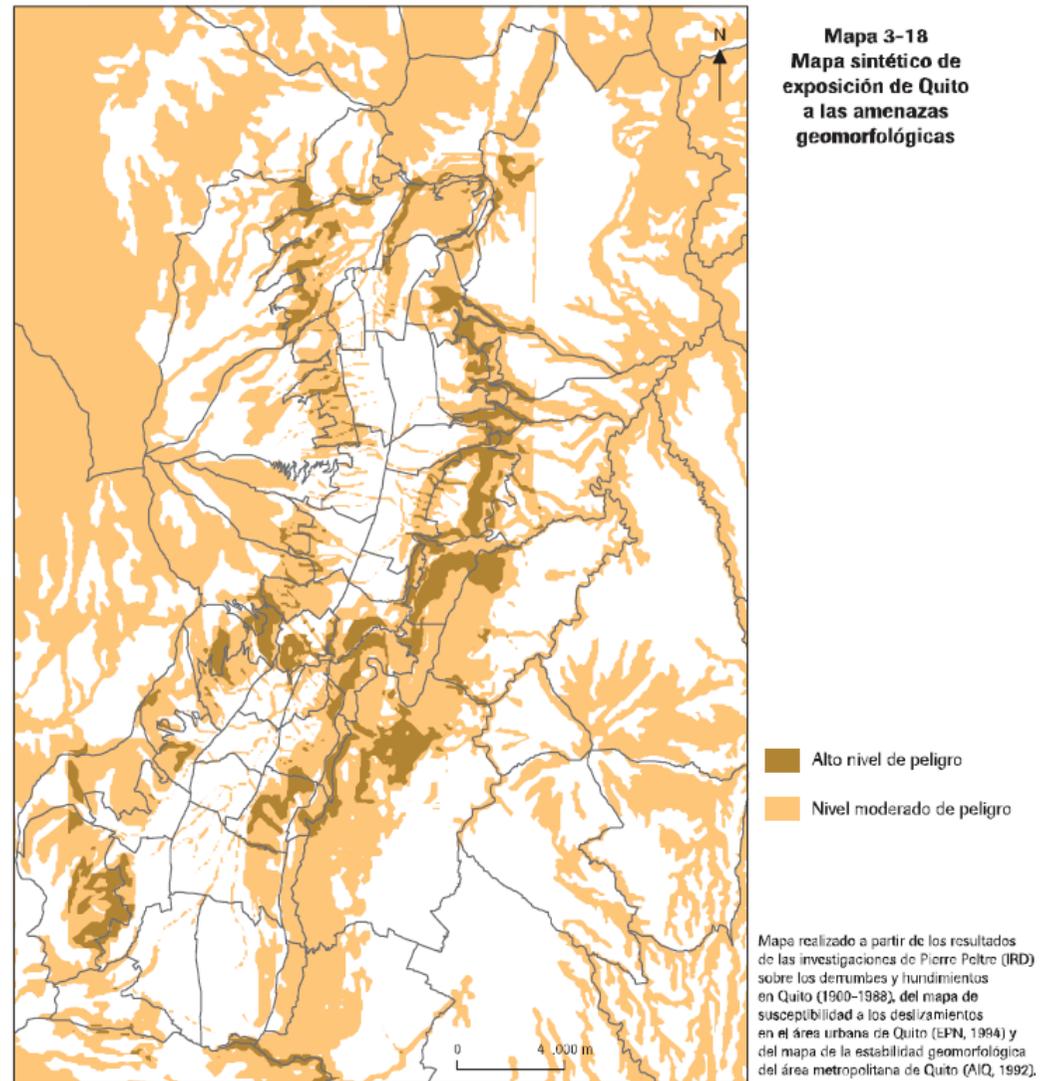
Total 1= Toma en cuenta a los "desocupados"

Total 2= Son los totales una vez restados aquellos "desocupados"

Anexo 23. Mapa pluviosidad de Quito y sus alrededores. Tomado de D'Ercole y Metzger, 2004.



Anexo 24. Exposición de Quito y sus alrededores a las amenazas geomorfológicas. Tomado de D'Ercole y Metzger, 2004.



Anexo 25. Tablas comparativas que relacionan los datos de D'Ercole de 1989 con los del presente estudio (2007).

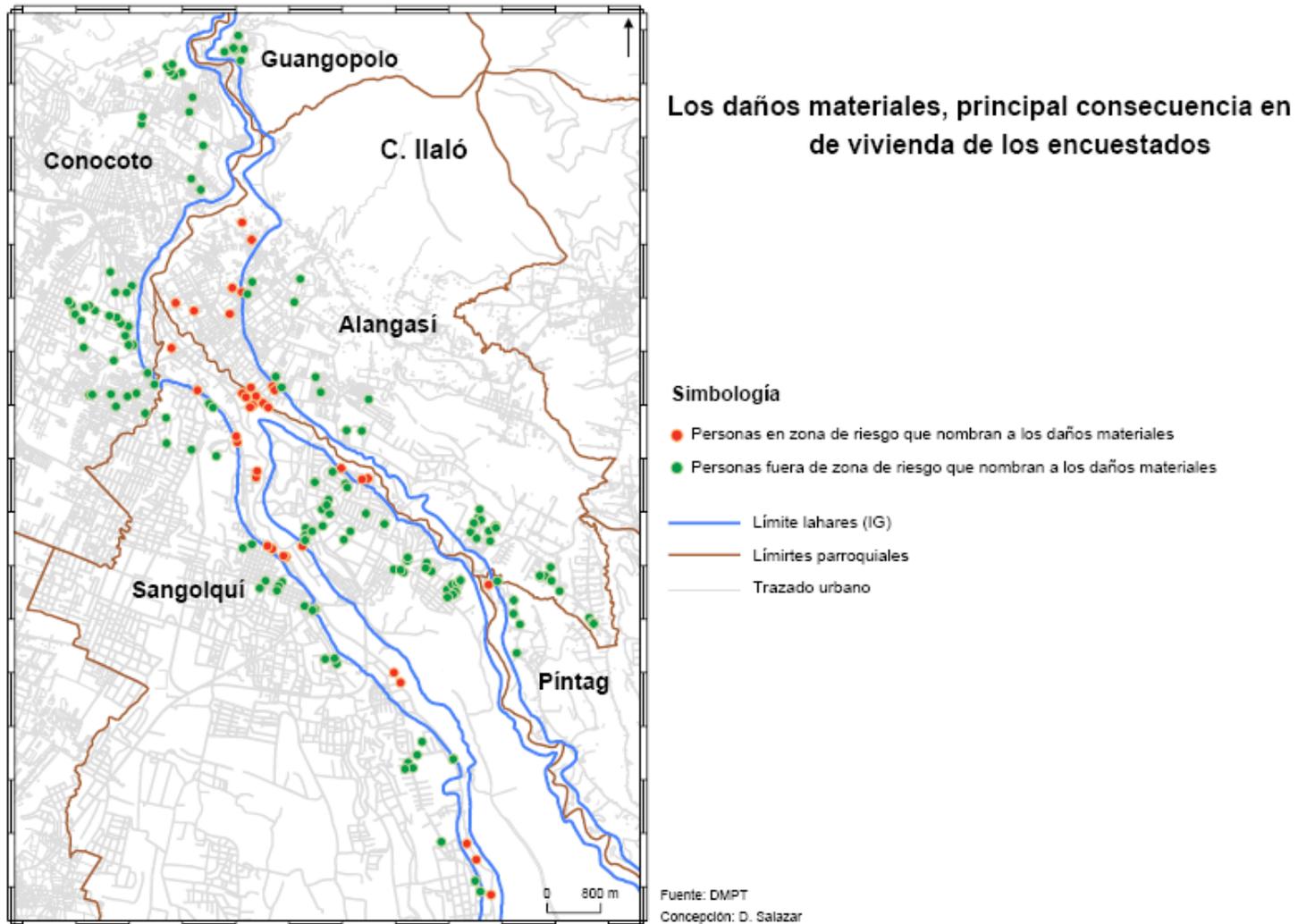
Lo que representa el Cotopaxi para los encuestados

Código	Respuesta	Valle de los Chillos (2007) %	Pichincha (1989) %
0	Nada/No sabe	0,9	
1	Fuente de peligro	51,4	50,6
2	Belleza, majestuosidad de paisaje	20,7	29,2
3	Símbolo nacional	0,9	3,1
4	Atractivo turístico/recreación	6,9	4,1
5	Fuente de beneficios, de vida, reserva natural	3,2	1,1
6	Sentimientos negativos o de alerta (temor/angustia/inseguridad/preocupación/alerta/incertidumbre)	7,7	
7	Sentimientos positivos (admiración/respeto/placer/protección)	2,3	
8	Definición neutra*	5,9	17,0
	Total	100,0	105,1

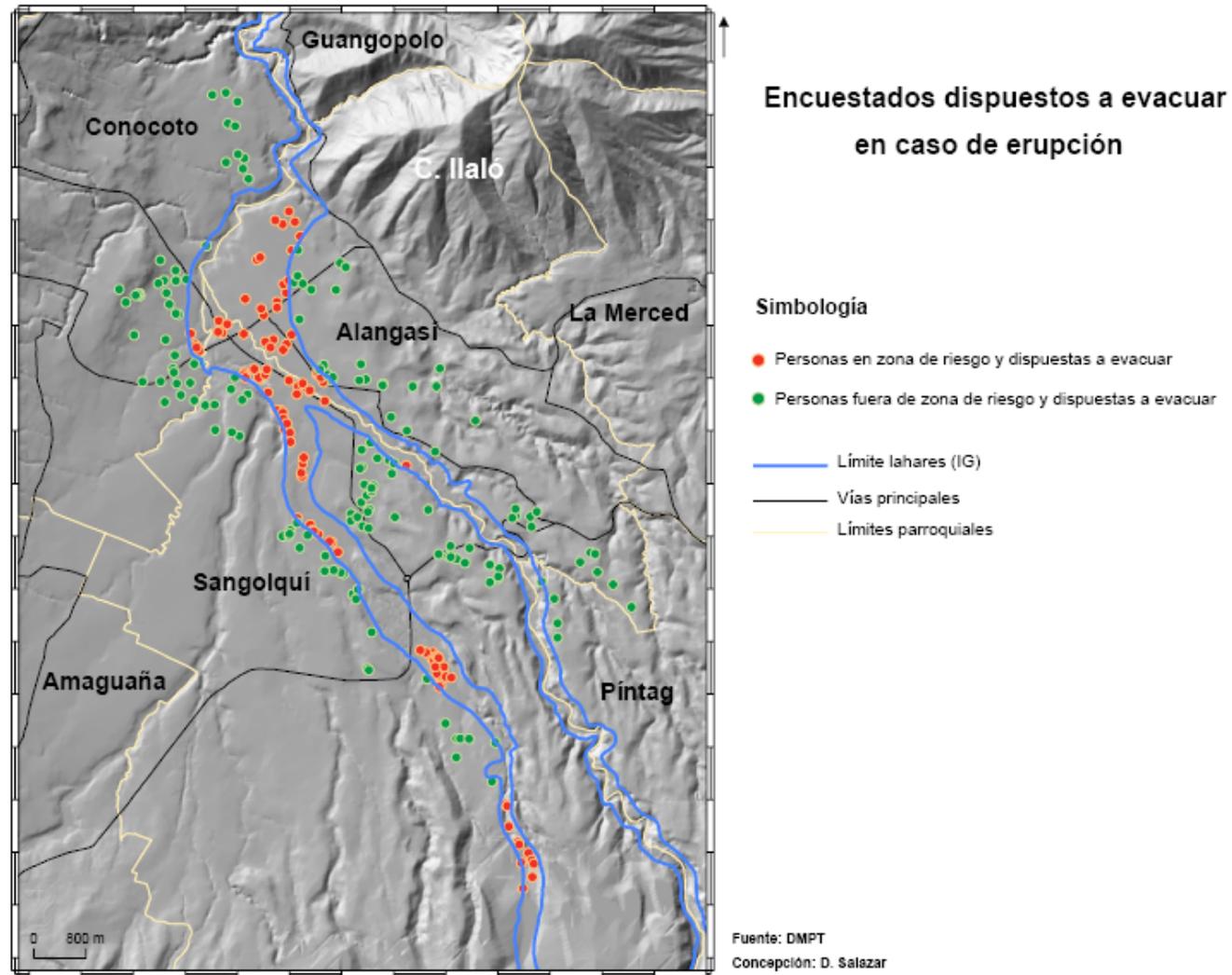
Probabilidad de ocurrencia de una erupción del Cotopaxi en los años venideros

Respuesta	Valle de los Chillos (2007) %	Pichincha (1989)
Sin respuesta	18,1	
a Cualquier rato	58,4	
b Menos de un año	1,3	
c Entre un año y 10 años	11,5	86,6
d Entre 10 años y 50 años	8,3	8,1
e Más de 50 años	2,4	4,1
Total	100,0	98,8

Anexo 26. Distribución espacial de los encuestados que nombran a los daños materiales como principal consecuencia de una erupción en su sitio de vivienda.



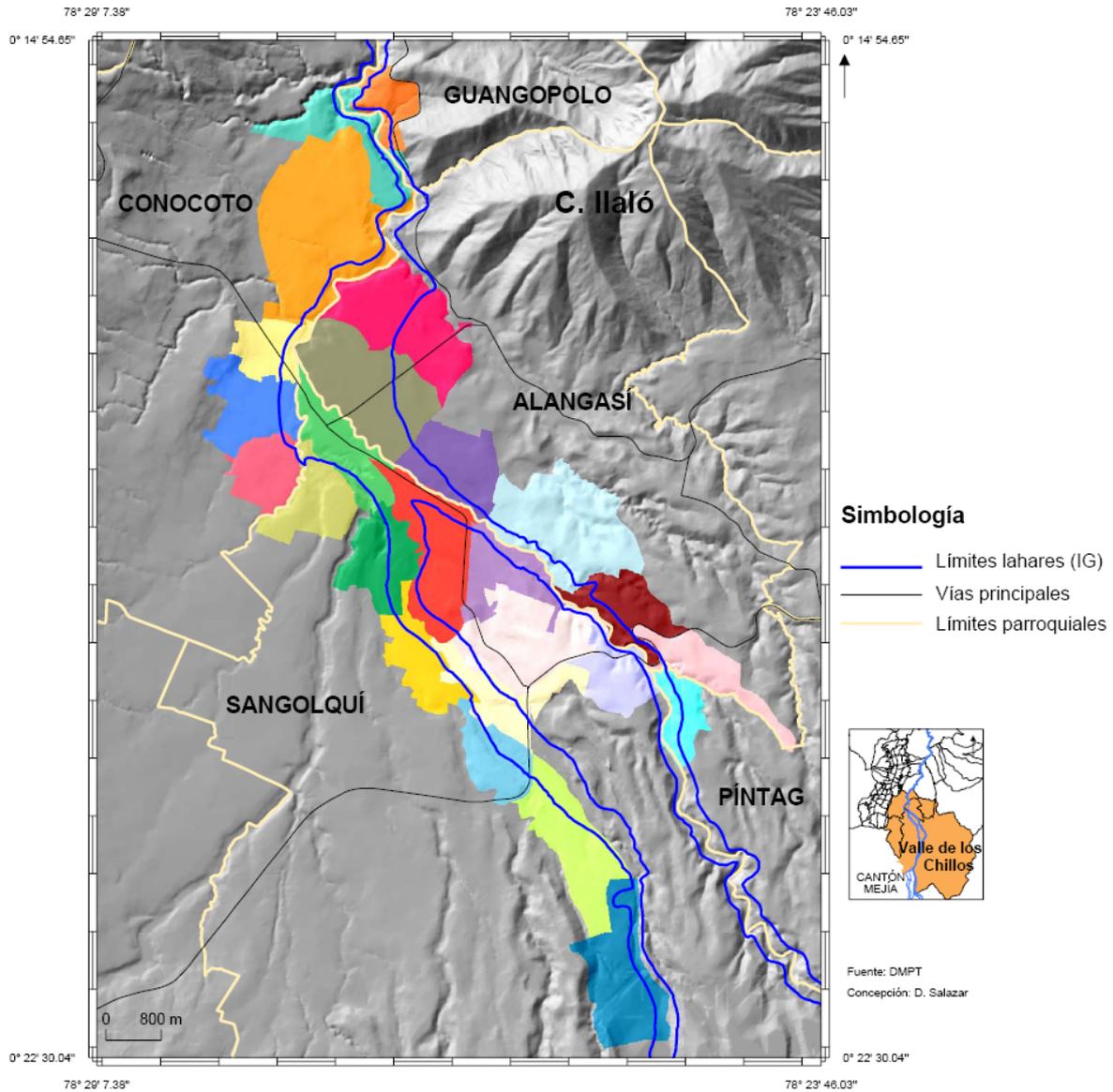
Anexo 27. Distribución espacial de los encuestados que están dispuestos a evacuar en caso de erupción del Cotopaxi.



MAPAS

Unidades de investigación del área de estudio

Mapa No.1



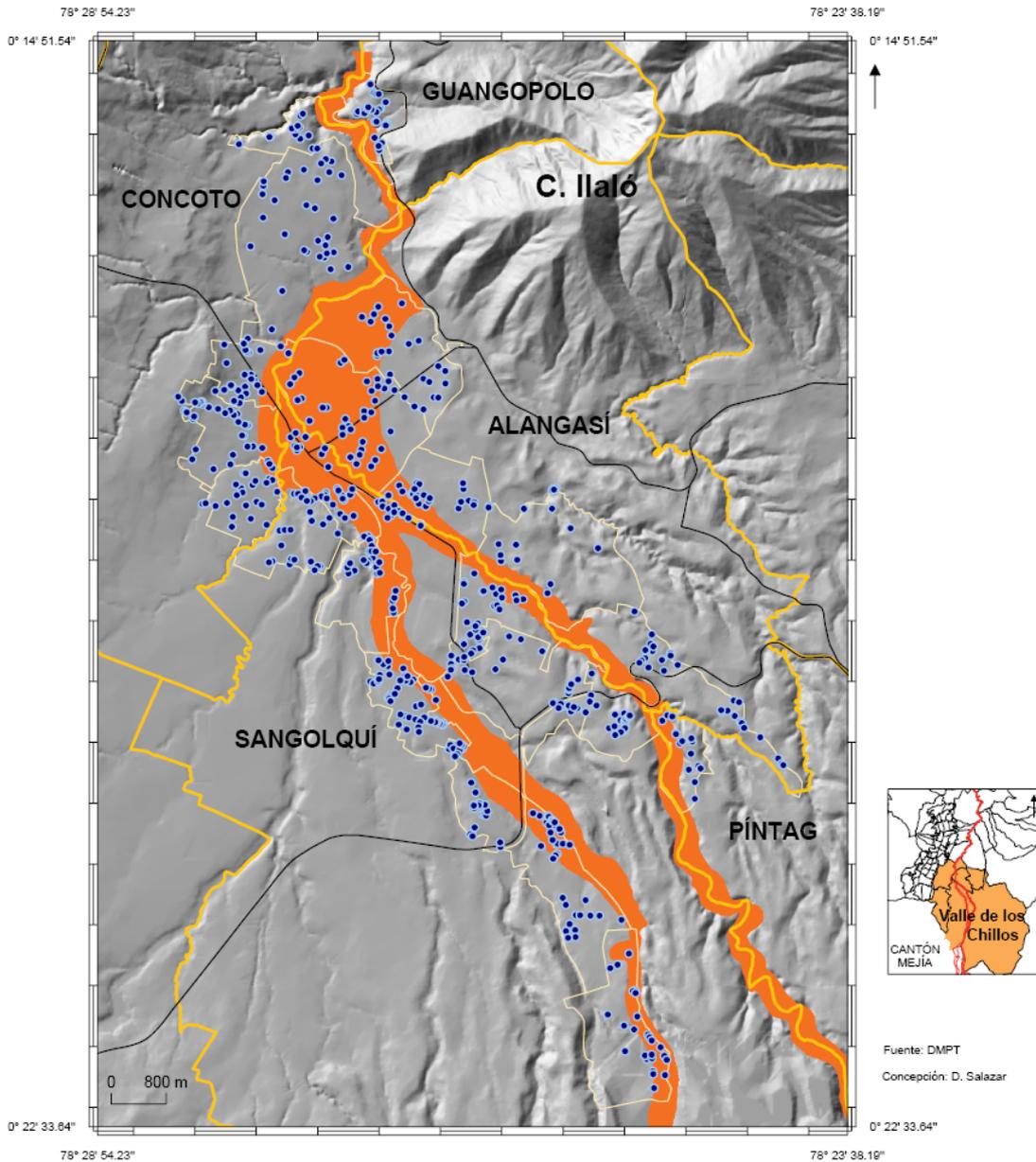
Leyenda

Alpauma	Hidroeléctrica	San José del Valle
Armenia I	La Colina	Sangolquí
Armenia II	La Paz	Sebastián Alto
Capelo	Los Angeles	Selva Alegre
Cashapamba	Mirasierra	Sta. Teresita
Concepción	Playa Chica	Ushimana
Coop. Naranjo	San Fernando	Yaguachi
ESPE	San Gabriel	
Guangopolo	San Rafael	

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
Facultad de Ciencias Humanas
Escuela de Geografía
<i>Unidades de investigación</i>
Elaborado por: Diana Salazar
Fecha de elaboración: 29-09-07

Personas encuestadas por unidad de investigación en el Valle de los Chillos

Mapa No.2



Fuente: DMPT
Concepción: D. Salazar

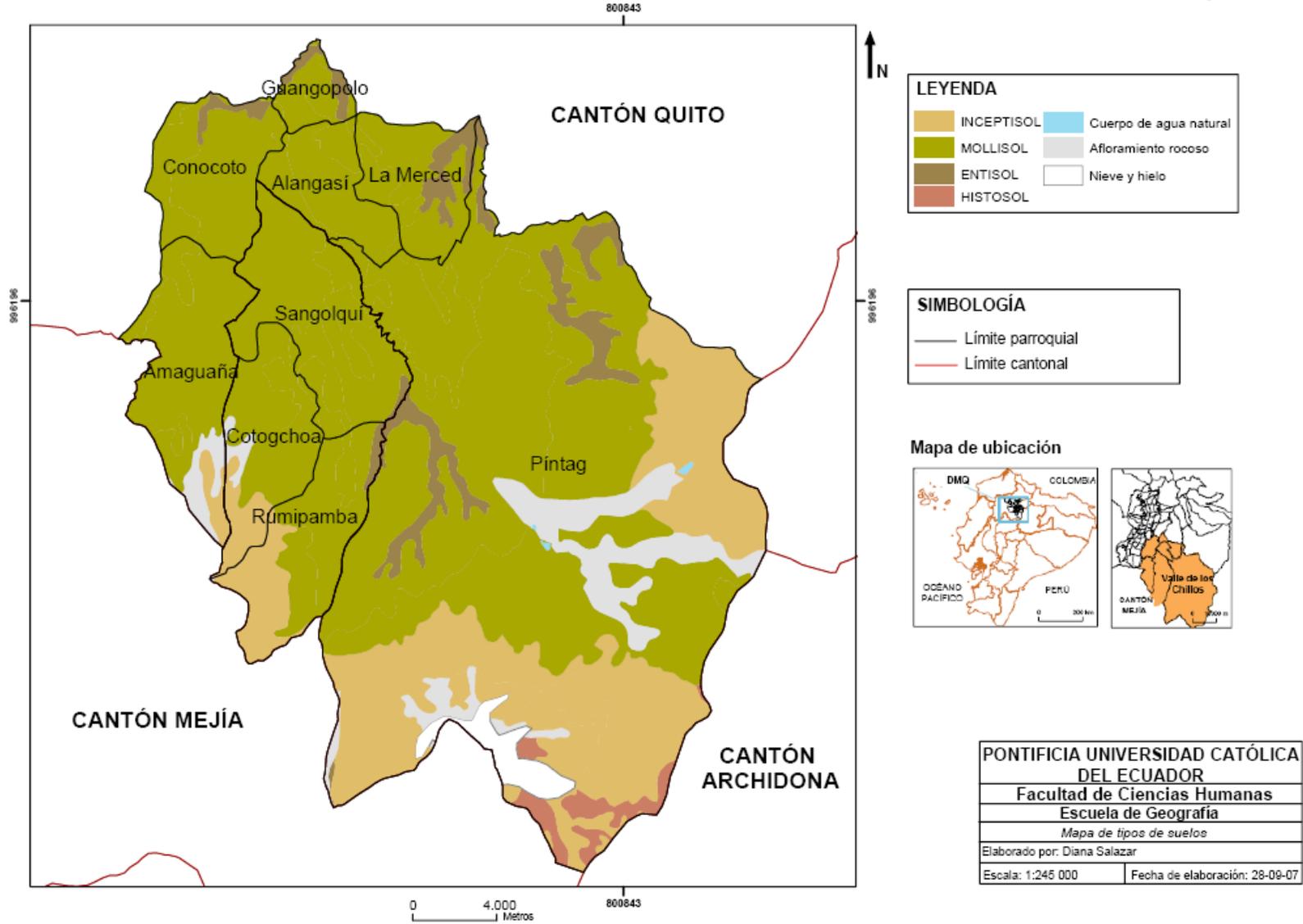
Simbología

- Encuestados
- Lahares del Cotopaxi (IG)
- Vías principales
- Limites parroquiales

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
Facultad de Ciencias Humanas
Escuela de Geografía
<i>Encuestados por unidades de investigación</i>
Elaborado por: Diana Salazar
Fecha de elaboración: 29-09-07

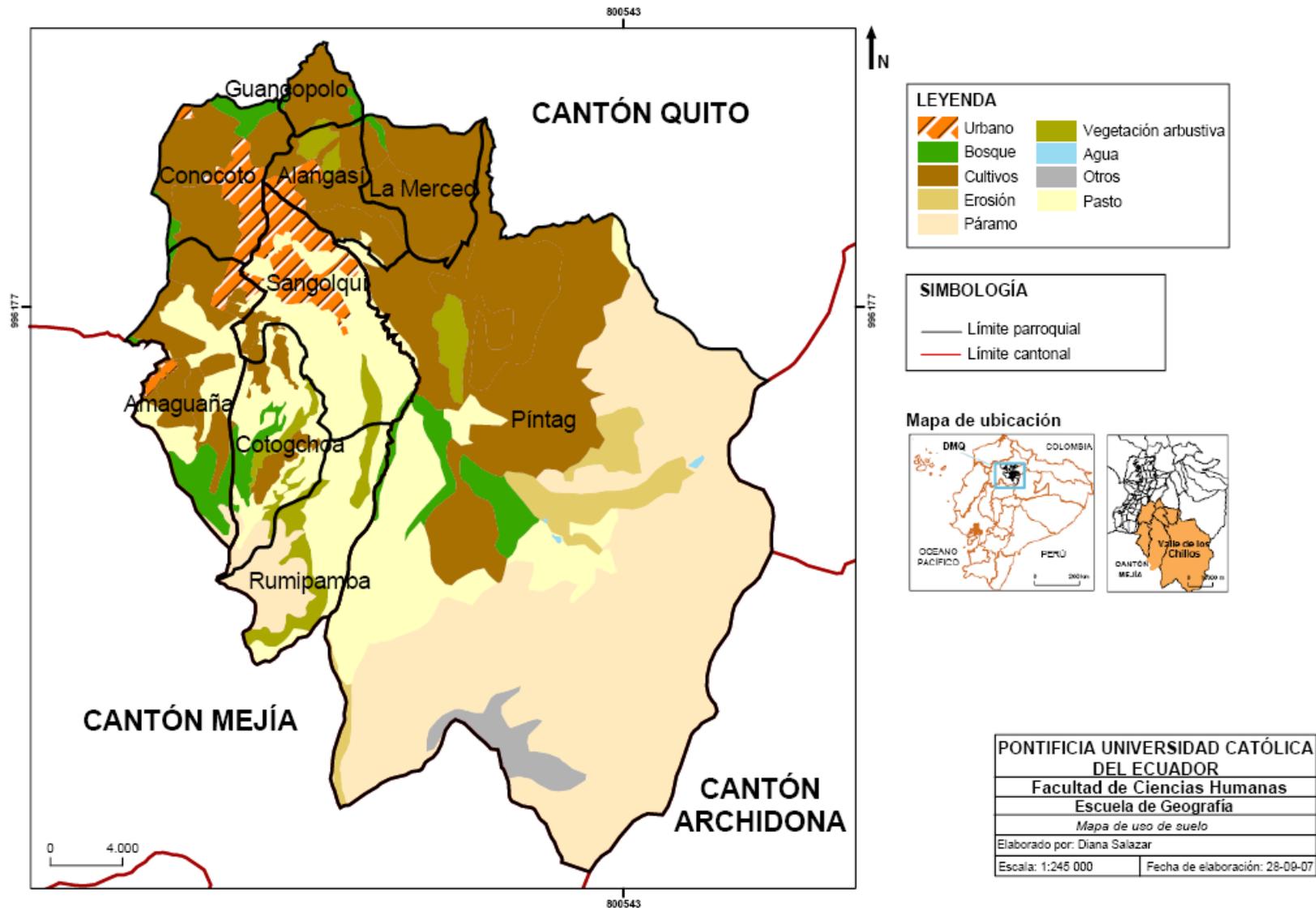
TIPOS DE SUELO EN EL VALLE DE LOS CHILLOS

Mapa No. 3



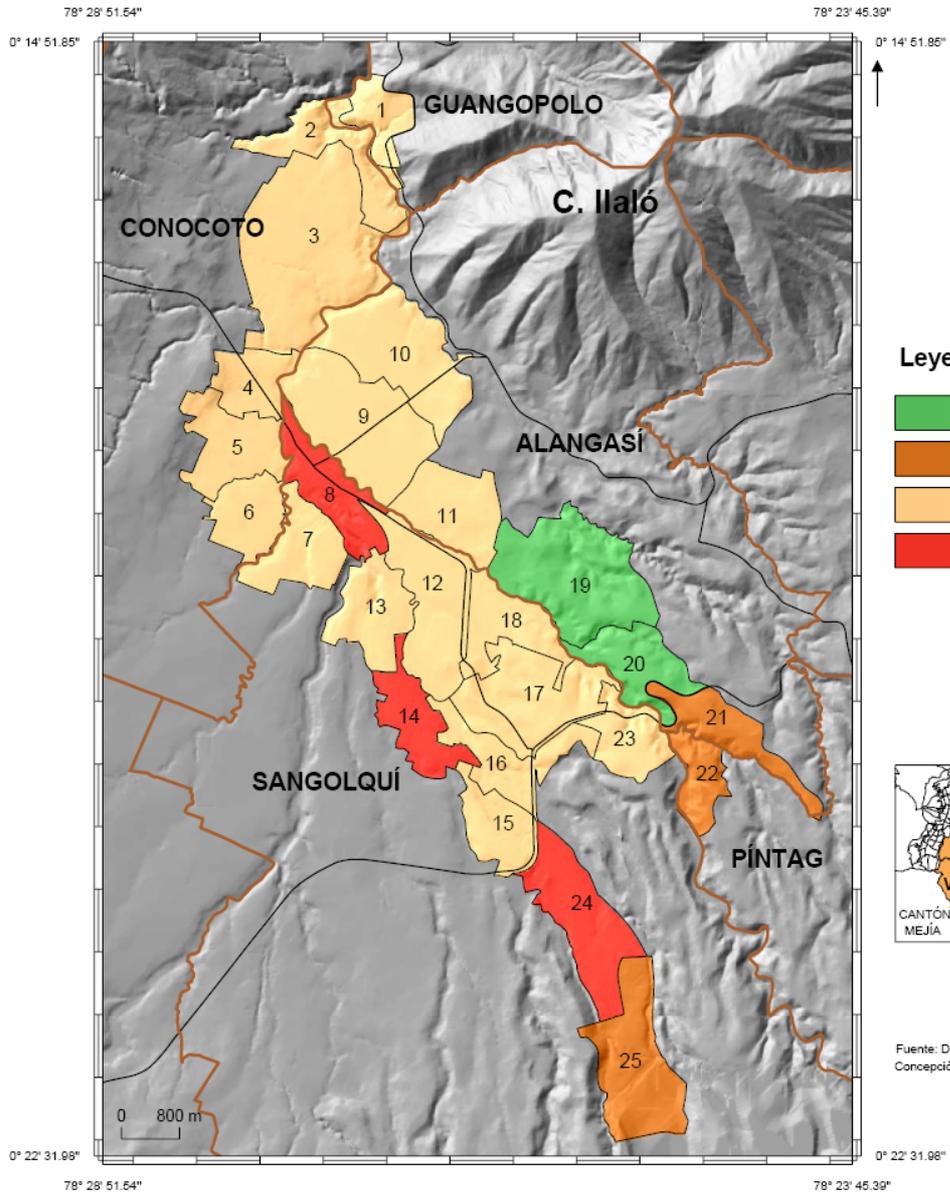
CLASIFICACIÓN DE USO DE SUELO EN EL VALLE DE LOS CHILLOS

Mapa No. 4



Tipo de población en el Valle de los Chillos

Mapa No.5



Leyenda

- Haciendas
- Rural
- Suburbano
- Urbano

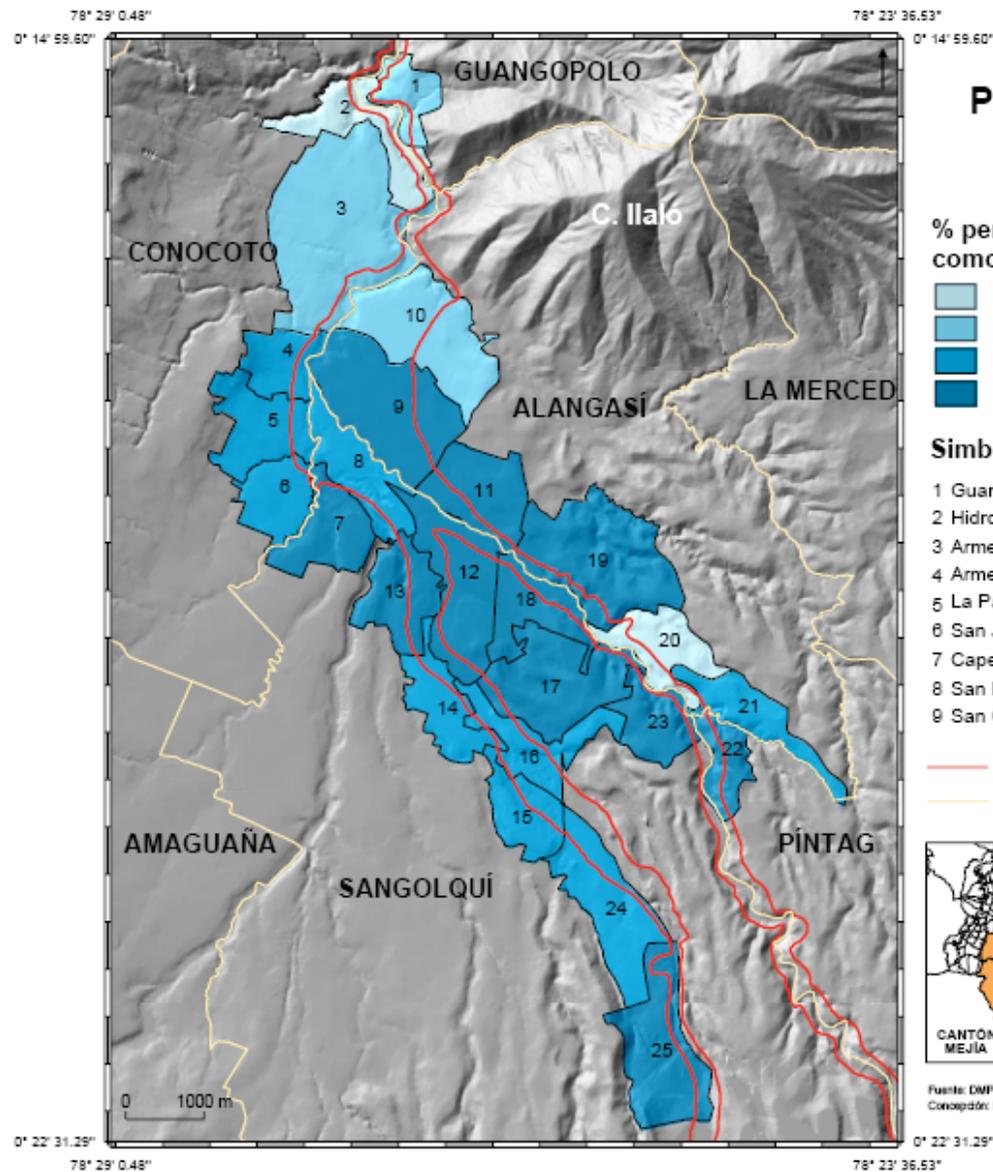


Fuente: DMPT
Concepción: D. Salazar

Simbología

- | | | |
|-------------------|-------------------|------------------|
| 1 Guangopolo | 10 Mirasierra | 19 Ushimana |
| 2 Hidroeléctrica | 11 Playa Chica | 20 Concepción |
| 3 Armenia II | 12 ESPE | 21 Alpauma |
| 4 Armenia I | 13 Coop. Naranjo | 22 Sta. Teresita |
| 5 La Paz | 14 Sangolquí | 23 Cashapamba |
| 6 San José del V. | 15 Sebastián Alto | 24 Selva Alegre |
| 7 Capelo | 16 Yaguachi | 25 San Fernando |
| 8 San Rafael | 17 Los Angeles | |
| 9 San Gabriel | 18 La Colina | |
- Vías principales
 Límites parroquiales

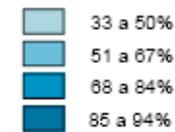
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
Facultad de Ciencias Humanas
Escuela de Geografía
<i>Tipo de población</i>
Elaborado por: Diana Salazar
Fecha de elaboración: 29-09-07



Mapa No.6

Percepción general de la amenaza en el Valle de los Chillos

% personas que ven a la erupción volcánica como principal peligro natural



Simbología

- | | | |
|-------------------|-------------------|------------------|
| 1 Guangopolo | 10 Mirasierra | 19 Ushimana |
| 2 Hidroeléctrica | 11 Playa Chica | 20 Concepción |
| 3 Armenia II | 12 ESPE | 21 Alpauma |
| 4 Armenia I | 13 Coop. Naranja | 22 Sta. Teresita |
| 5 La Paz | 14 Sangolquí | 23 Cashapamba |
| 6 San José del V. | 15 Sebastián Alto | 24 Selva Alegre |
| 7 Capelo | 16 Yaguachi | 25 San Fernando |
| 8 San Rafael | 17 Los Angeles | |
| 9 San Gabriel | 18 La Colina | |

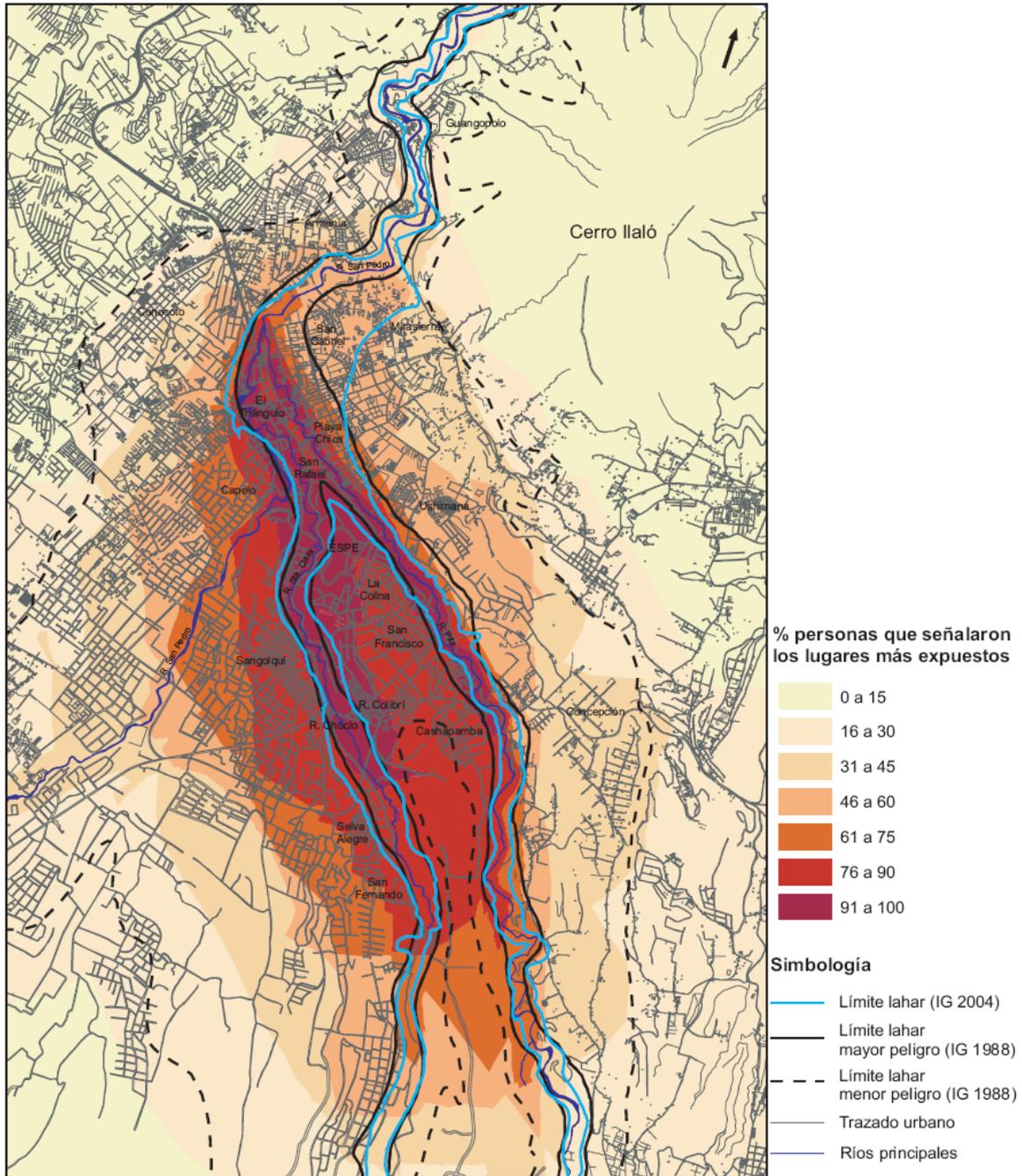
- Límite lahares (IG-EPN)
- Límites parroquiales



Fuente: DMPT
 Concepción: D. Salazar

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
Facultad de Ciencias Humanas
Escuela de Geografía
<i>Percepción de la amenaza</i>
Elaborado por: Diana Salazar
Fecha de elaboración: 28-09-07

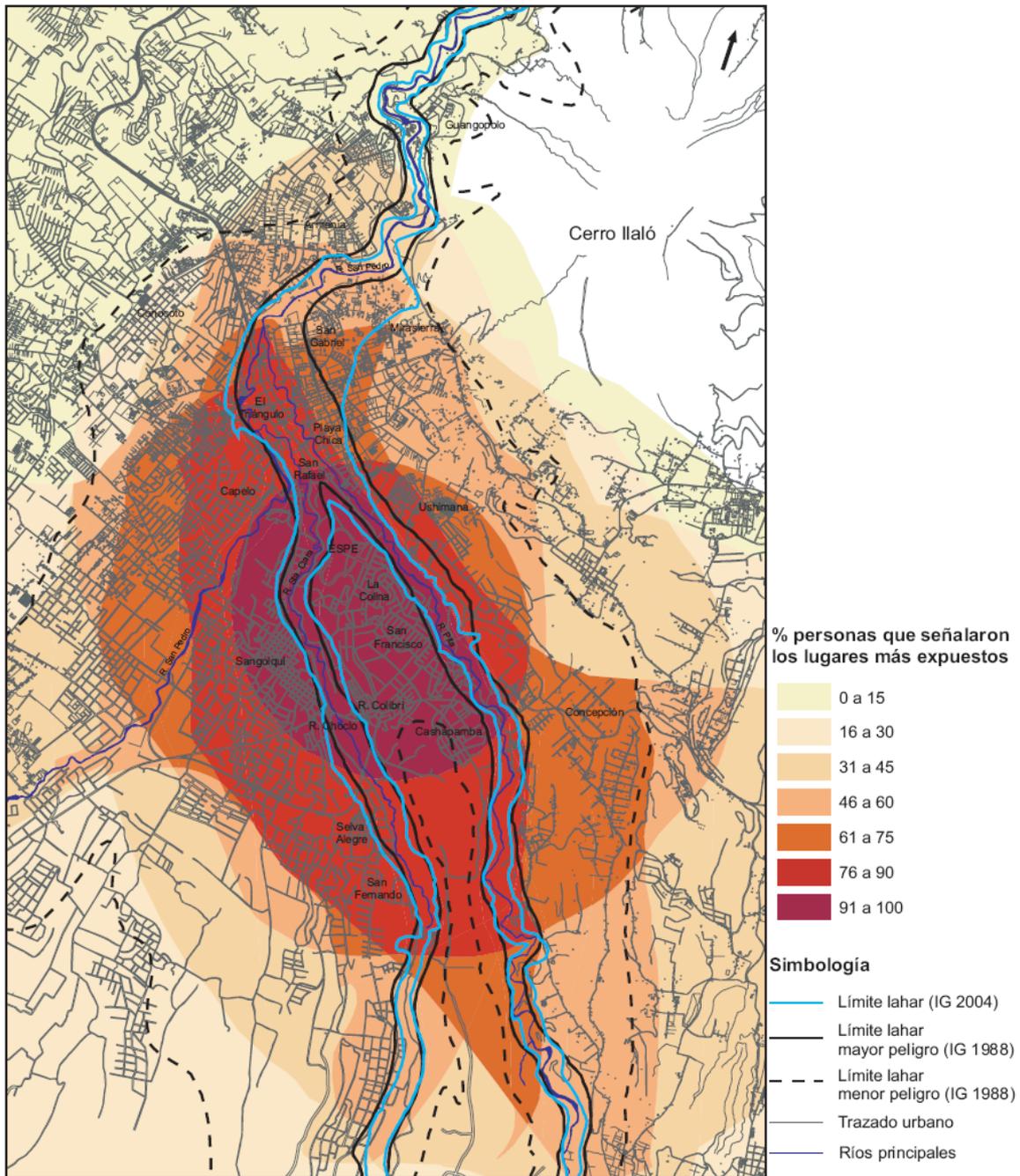
Lugares más expuestos en caso de erupción según los encuestados, en comparación con la zonificación de los científicos



0 1.000
Metros

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD
CATÓLICA DEL ECUADOR**
Facultad de Ciencias Humanas
Escuela de Geografía
Lugares más expuestos a una erupción
Elaborado por: Diana Salazar
Fecha de elaboración: 11-12-07

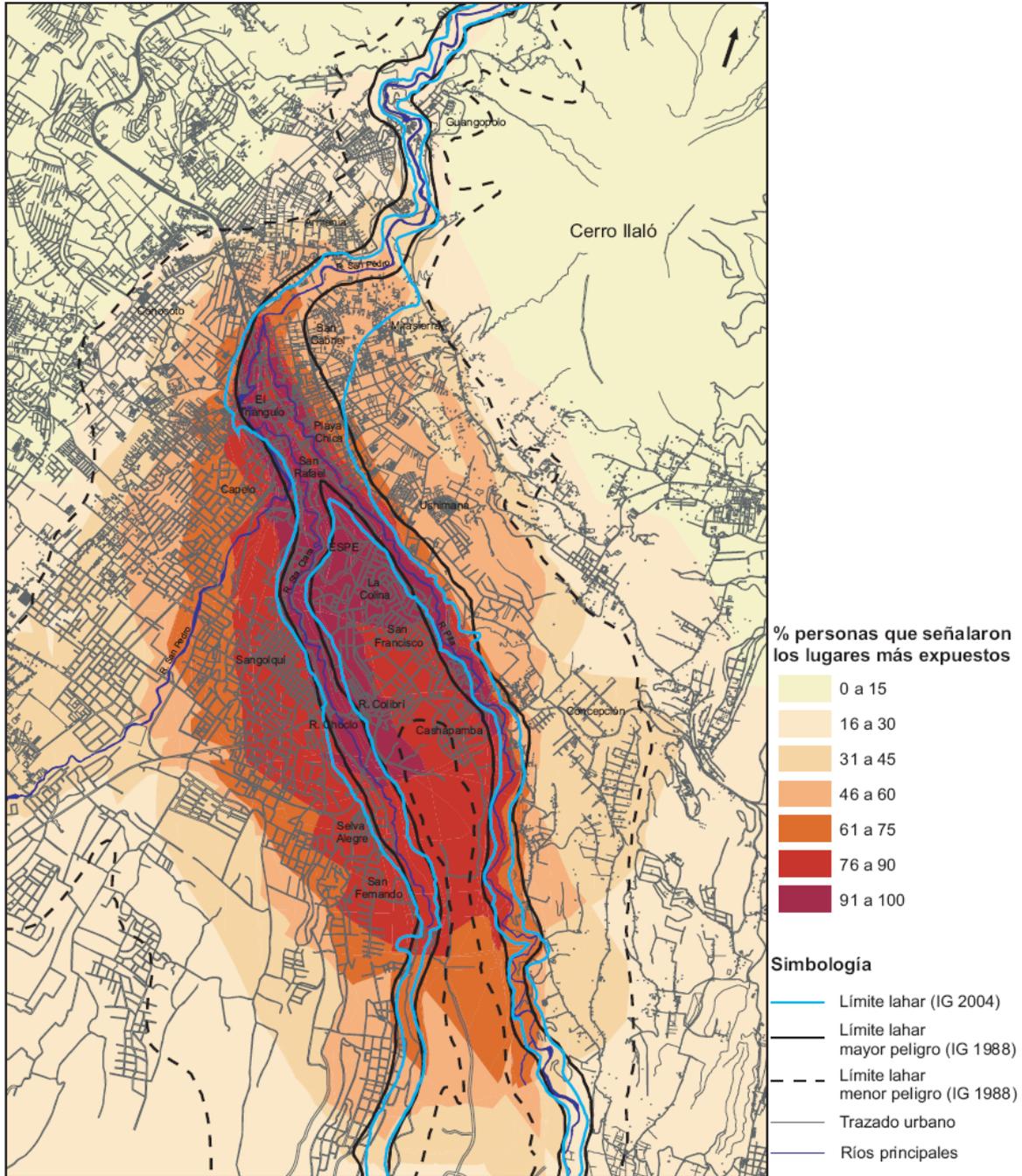
Lugares más expuestos en caso de erupción según los encuestados de 17 a 19 años, en comparación con la zonificación de los científicos



0 1.000
Metros

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD
CATÓLICA DEL ECUADOR**
Facultad de Ciencias Humanas
Escuela de Geografía
Lugares más expuestos a una erupción
Elaborado por: Diana Salazar
Fecha de elaboración: 11-12-07

Lugares más expuestos en caso de erupción según los encuestados de 20 años en adelante, en comparación con la zonificación de los científicos

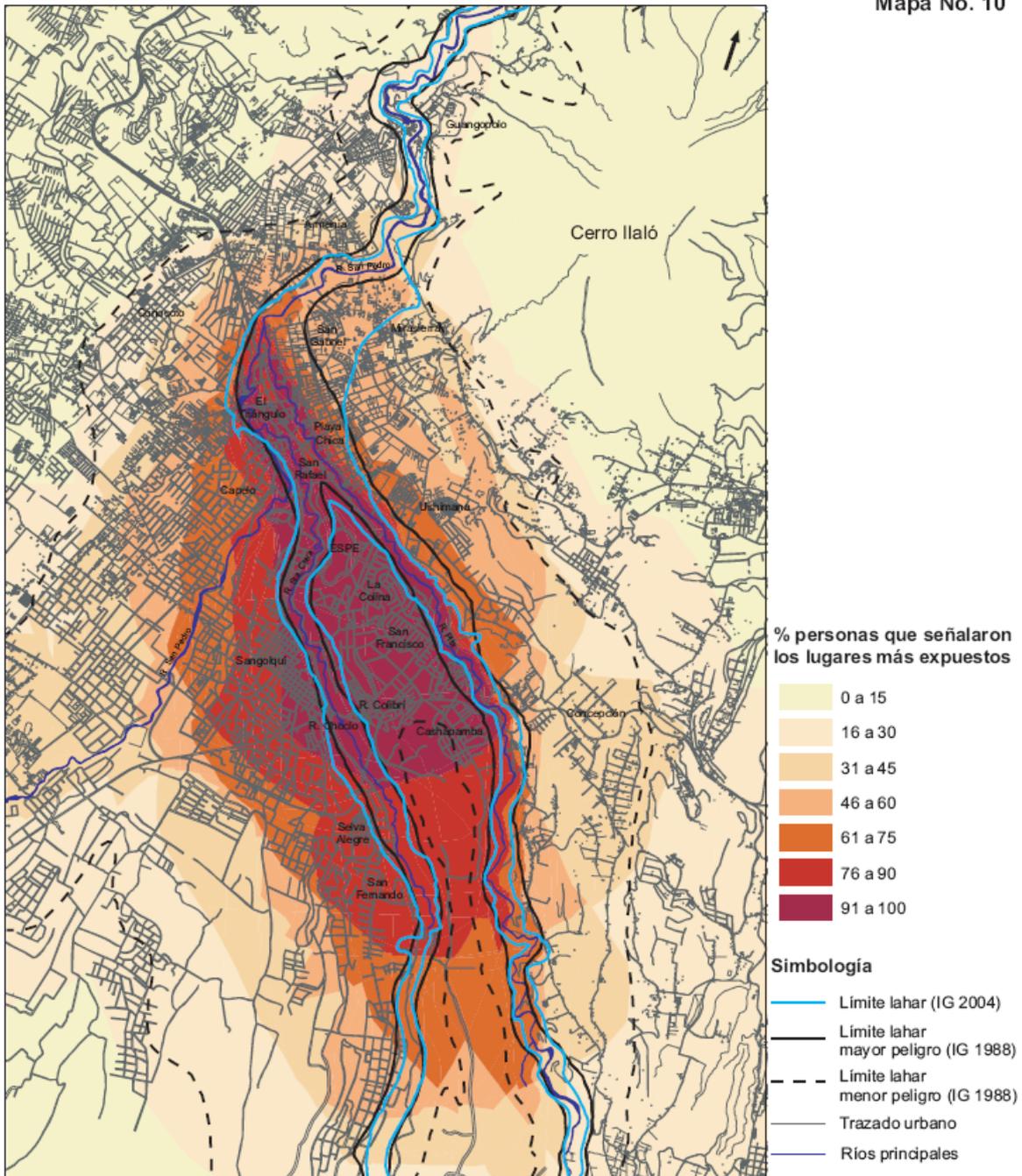


0 1.000
Metros

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD
CATÓLICA DEL ECUADOR**
Facultad de Ciencias Humanas
Escuela de Geografía
Lugares más expuestos a una erupción
Elaborado por: Diana Salazar
Fecha de elaboración: 11-12-07

Lugares más expuestos en caso de erupción según los encuestados con nivel de instrucción primario, secundario y superior, en comparación con la zonificación de los científicos

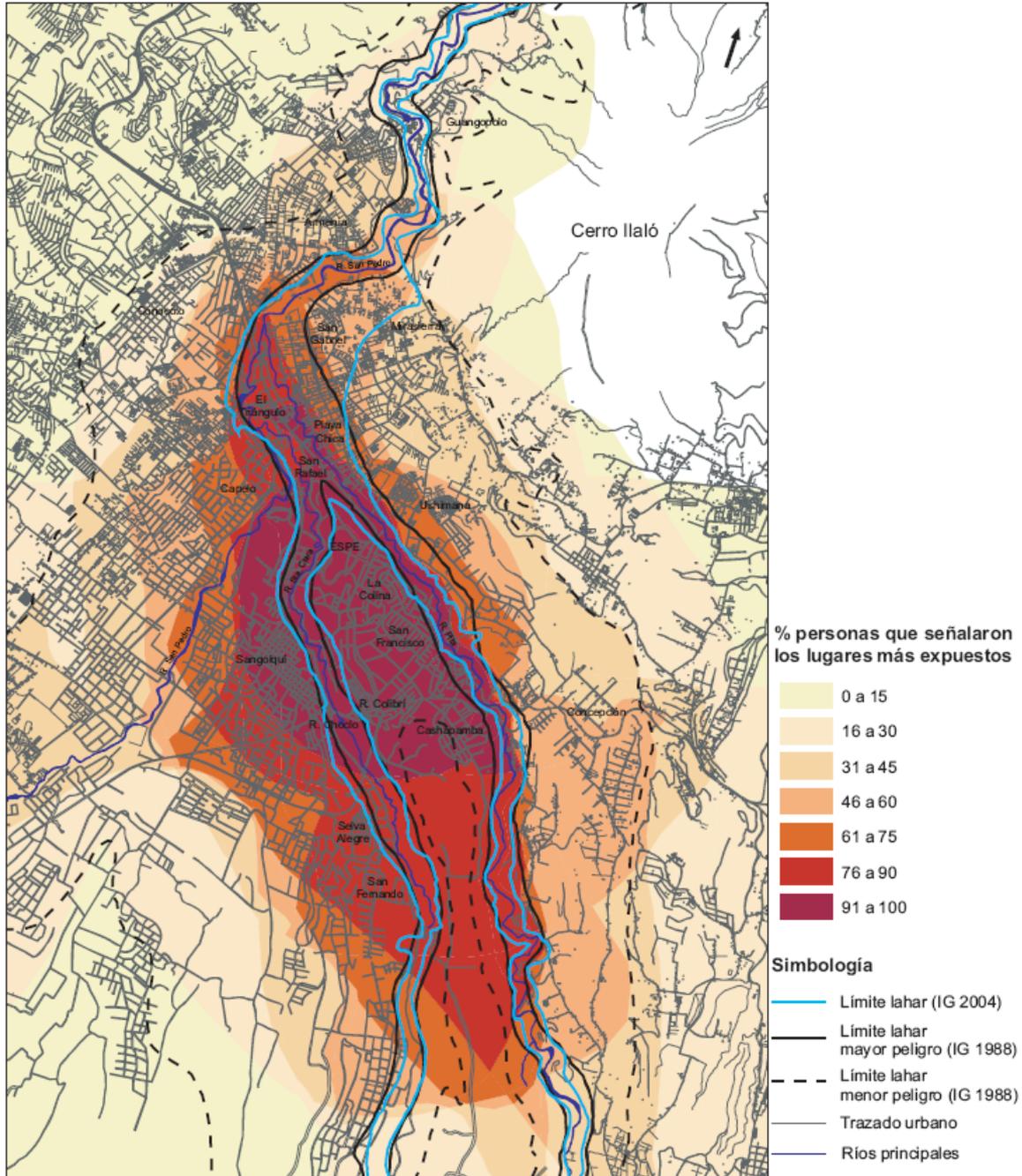
Mapa No. 10



0 1.000
Metros

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD
CATÓLICA DEL ECUADOR**
Facultad de Ciencias Humanas
Escuela de Geografía
Lugares más expuestos a una erupción
Elaborado por: Diana Salazar
Fecha de elaboración: 11-12-07

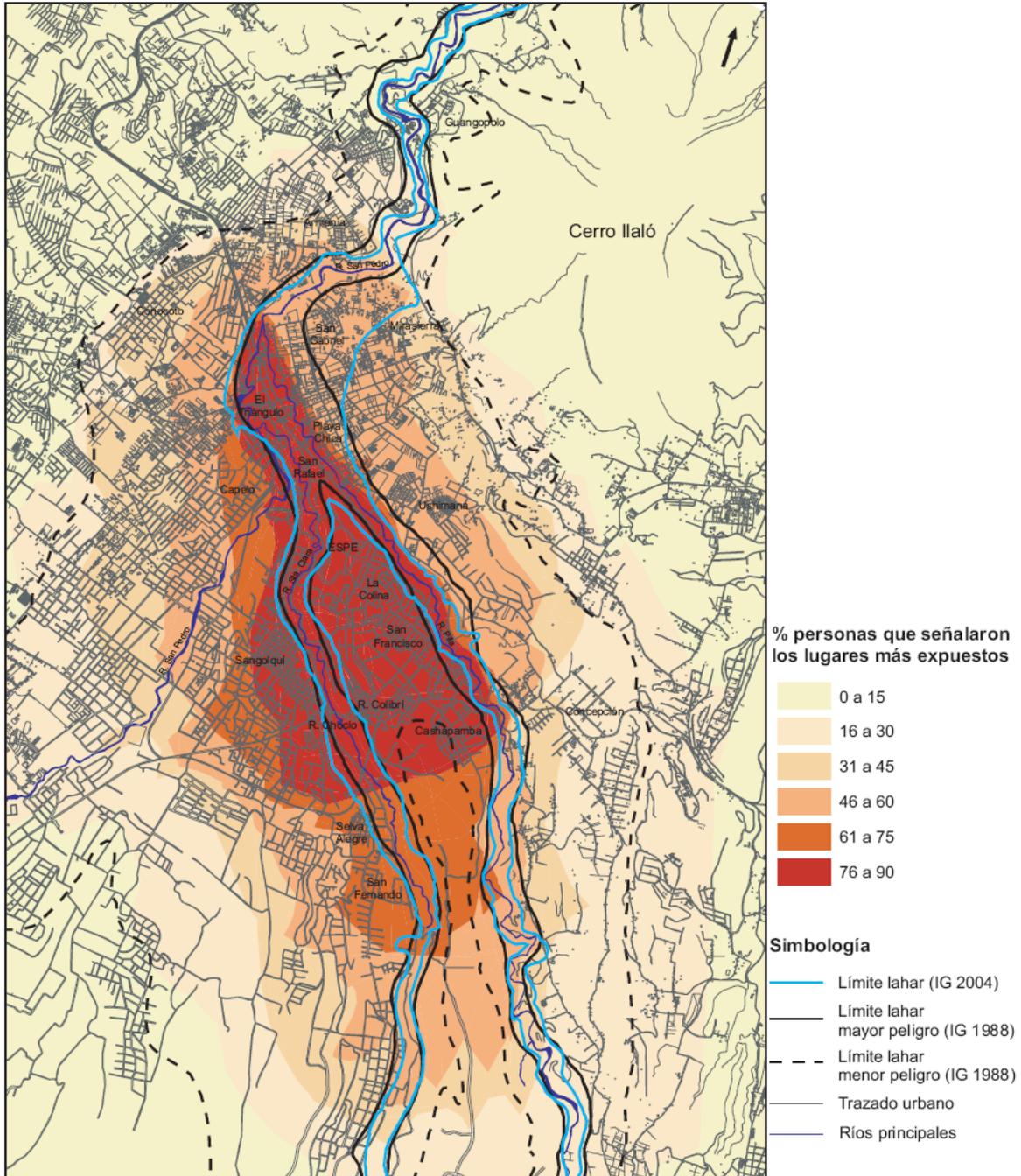
Lugares más expuestos en caso de erupción según los encuestados con postgrado, en comparación con la zonificación de los científicos



0 1.000
Metros

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD
CATÓLICA DEL ECUADOR**
Facultad de Ciencias Humanas
Escuela de Geografía
Lugares más expuestos a una erupción
Elaborado por: Diana Salazar
Fecha de elaboración: 11-12-07

Lugares más expuestos en caso de erupción según los encuestados ubicados en zona de riesgo, en comparación con la zonificación de los científicos

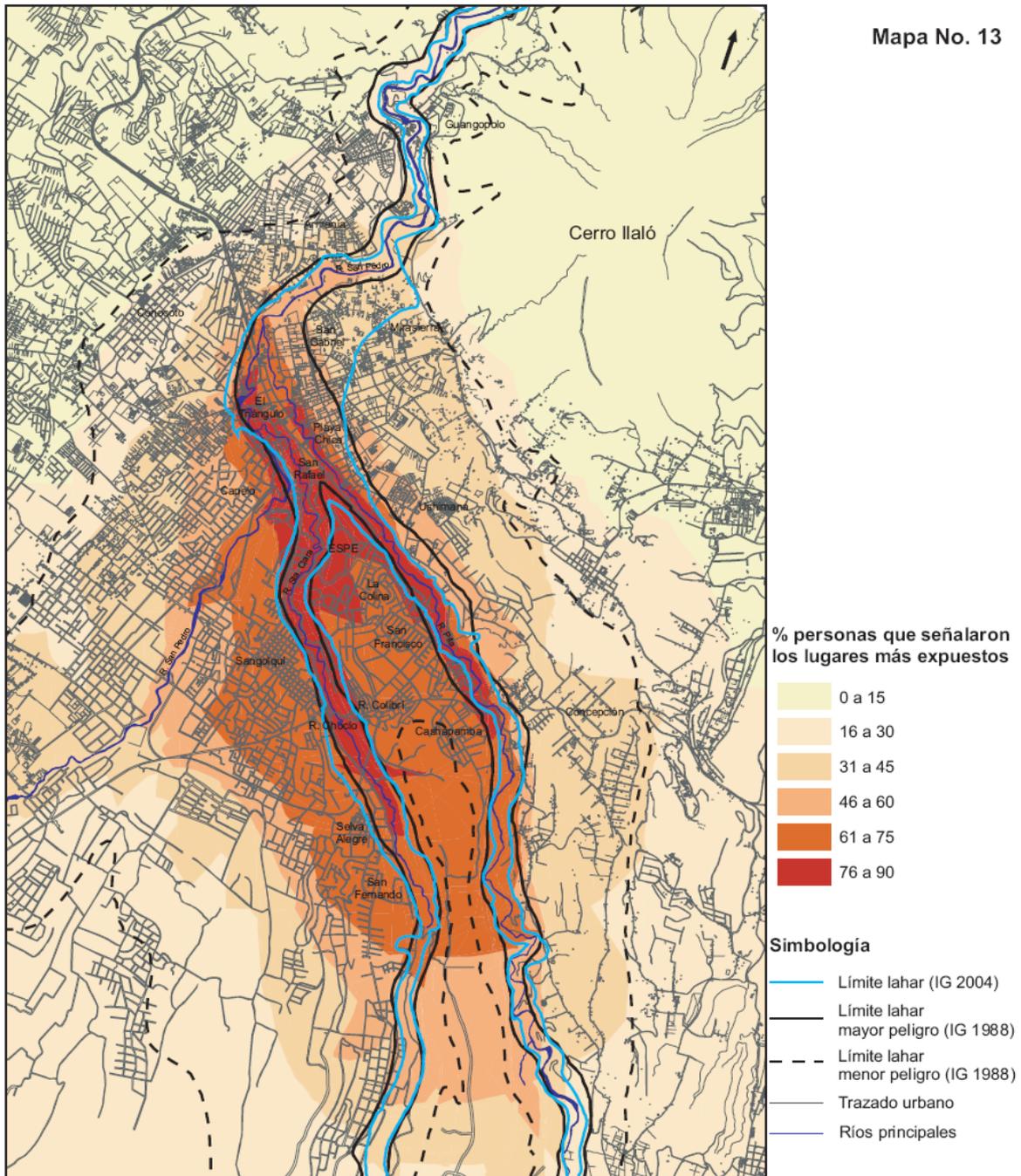


0 1.000
Metros

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD
CATÓLICA DEL ECUADOR**
Facultad de Ciencias Humanas
Escuela de Geografía
Lugares más expuestos a una erupción
Elaborado por: Diana Salazar
Fecha de elaboración: 11-12-07

Lugares más expuestos en caso de erupción según los encuestados ubicados fuera de la zona de riesgo, en comparación con la zonificación de los científicos

Mapa No. 13

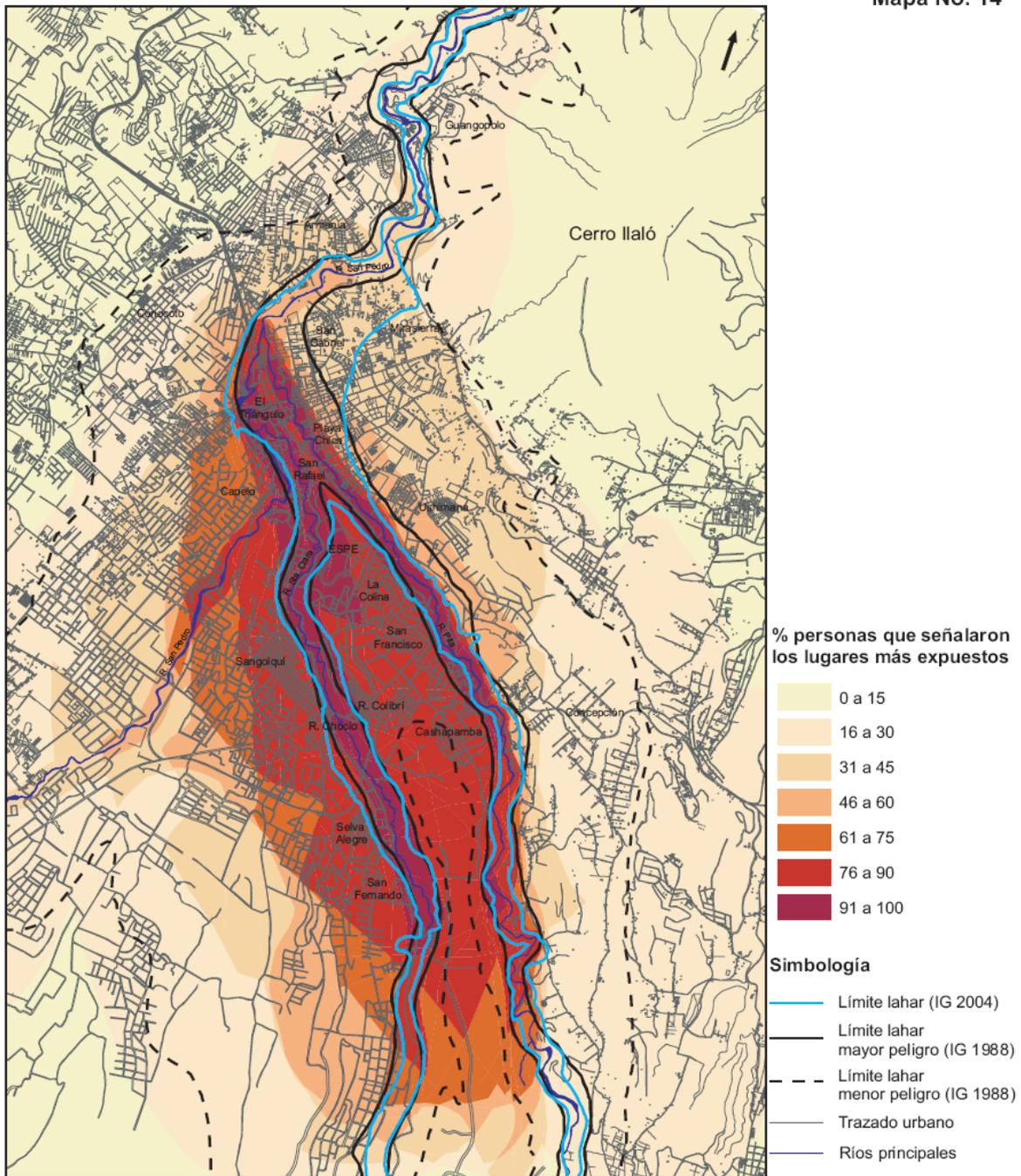


0 1.000
Metros

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD
CATÓLICA DEL ECUADOR**
Facultad de Ciencias Humanas
Escuela de Geografía
Lugares más expuestos a una erupción
Elaborado por: Diana Salazar
Fecha de elaboración: 11-12-07

Lugares más expuestos en caso de erupción según los encuestados ubicados entre los dos brazos de lahares, en comparación con la zonificación de los científicos

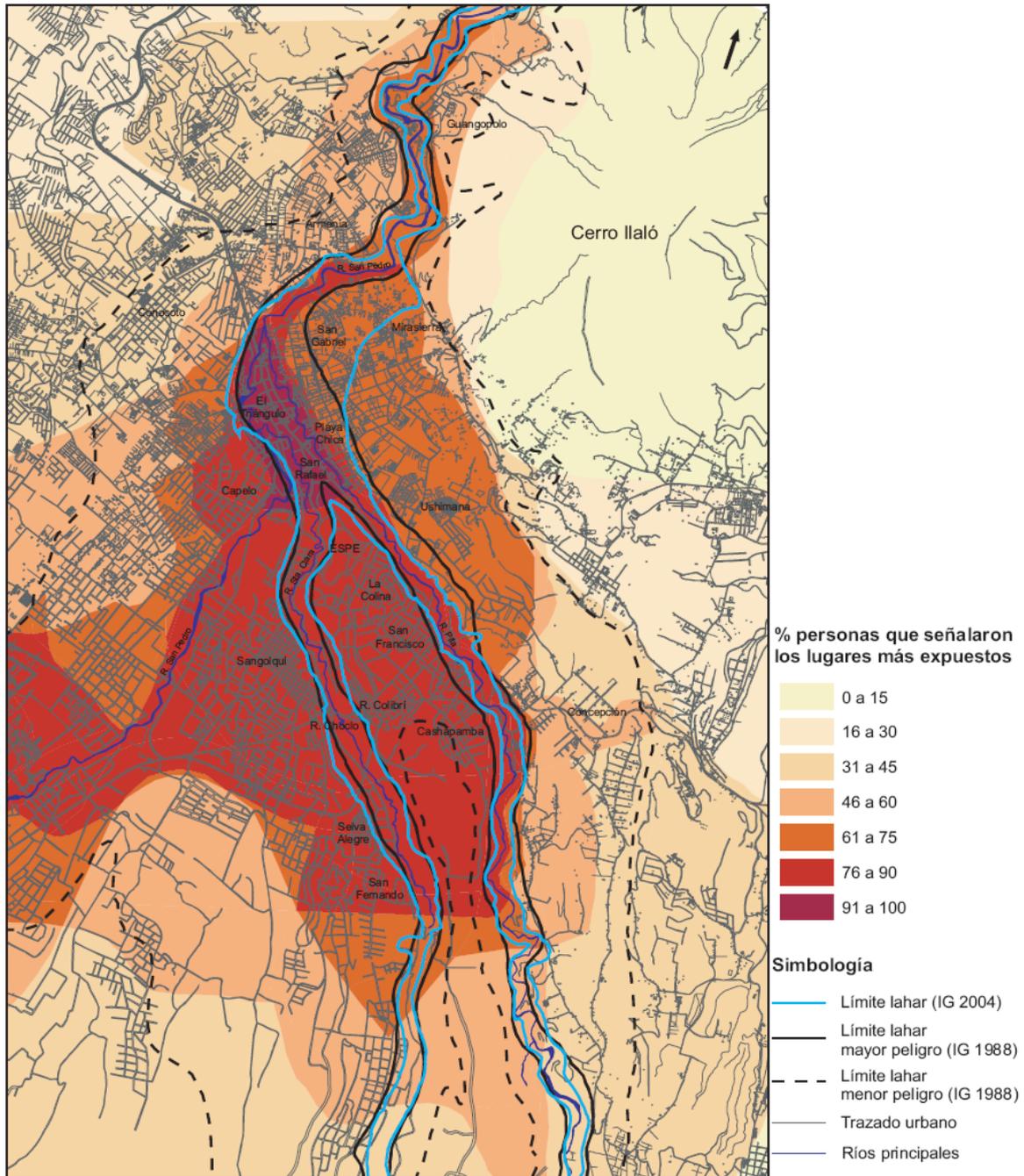
Mapa No. 14



0 1.000
Metros

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD
CATÓLICA DEL ECUADOR**
Facultad de Ciencias Humanas
Escuela de Geografía
Lugares más expuestos a una erupción
Elaborado por: Diana Salazar
Fecha de elaboración: 11-12-07

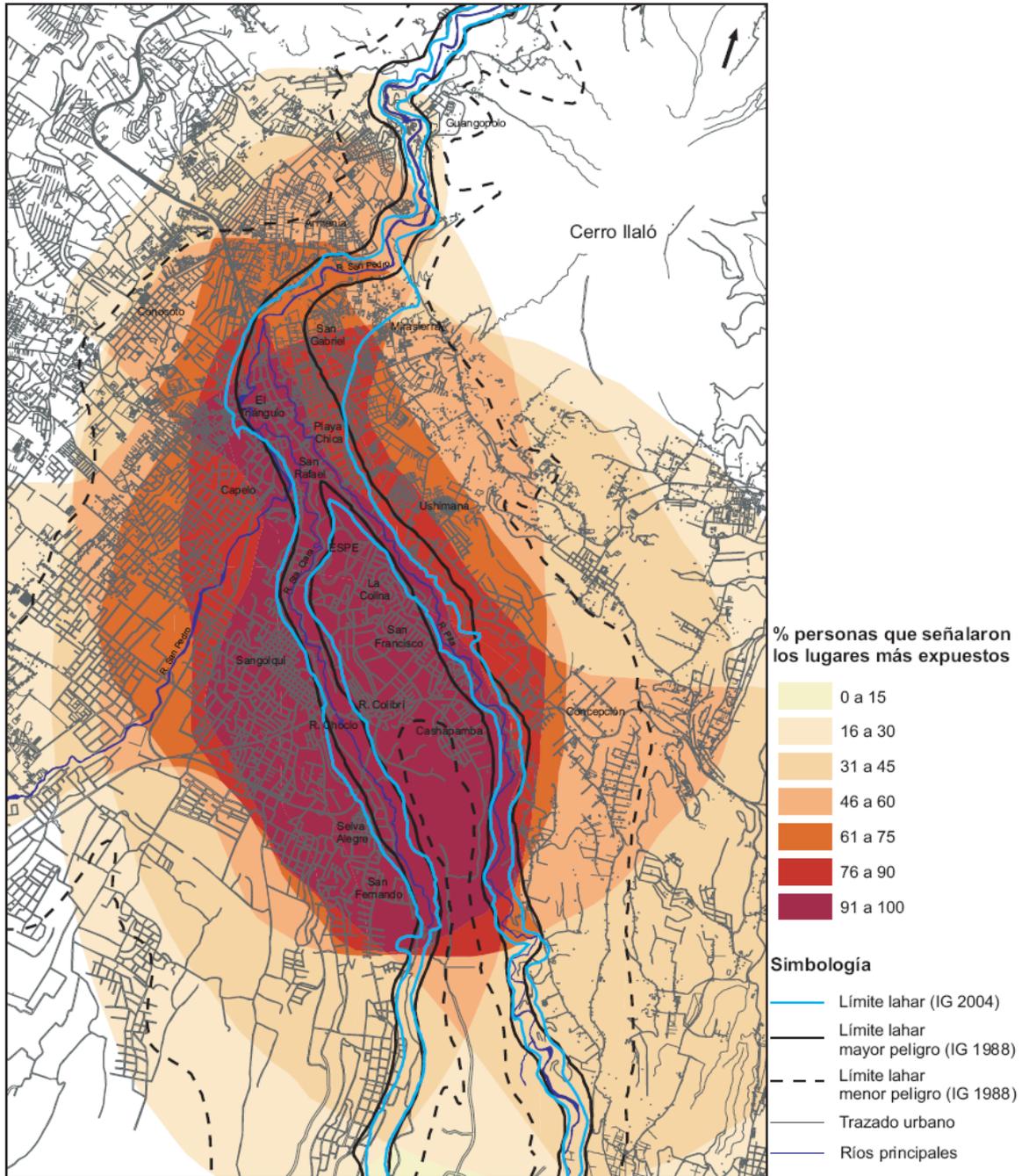
Lugares más expuestos en caso de erupción según los encuestados de Guanoopolo, en comparación con la zonificación de los científicos



0 1.000
Metros

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD
CATÓLICA DEL ECUADOR**
Facultad de Ciencias Humanas
Escuela de Geografía
Lugares más expuestos a una erupción
Elaborado por: Diana Salazar
Fecha de elaboración: 11-12-07

Lugares más expuestos en caso de erupción según los encuestados de San Fernando, en comparación con la zonificación de los científicos

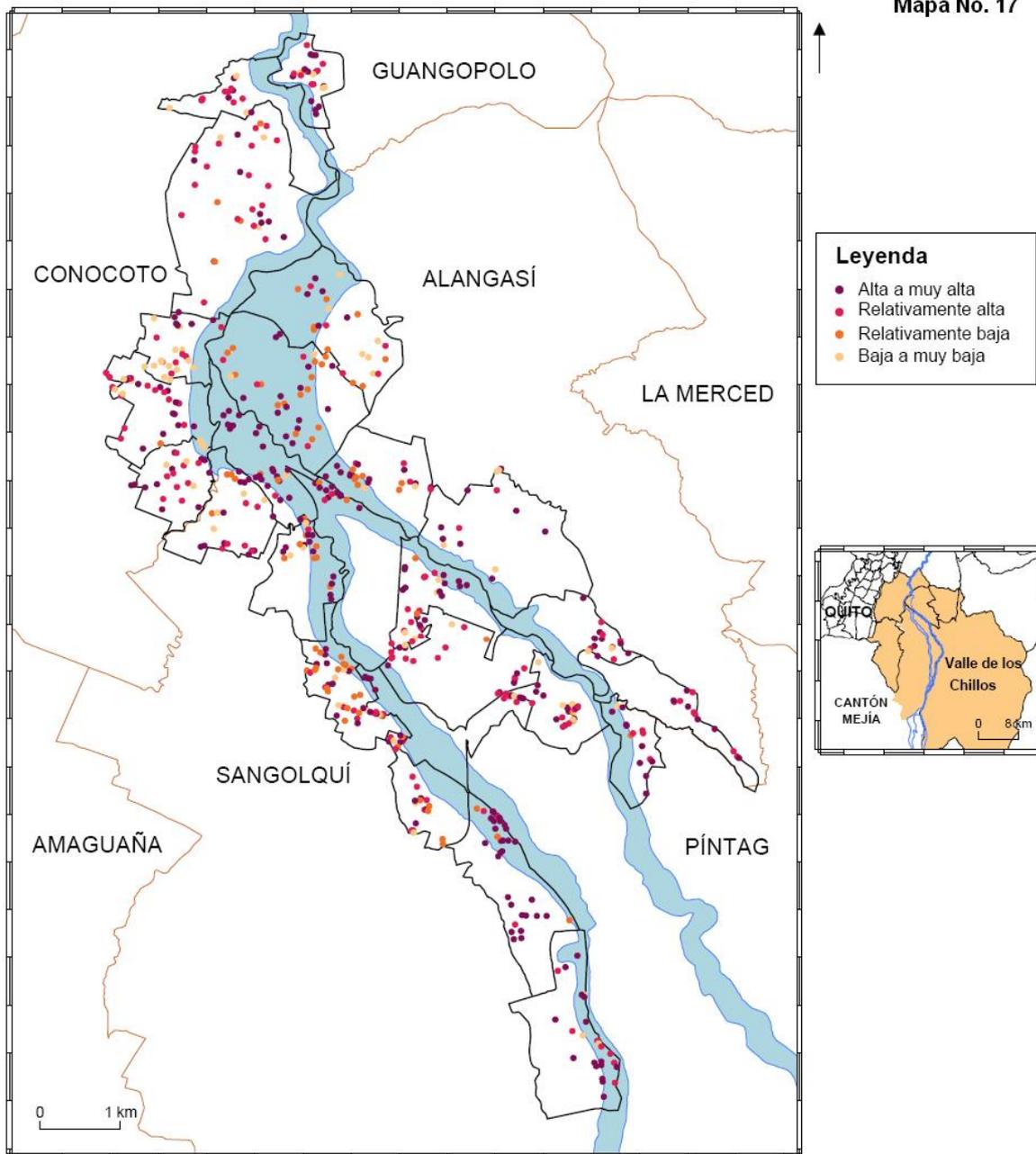


0 1.000
Metros

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD
CATÓLICA DEL ECUADOR**
Facultad de Ciencias Humanas
Escuela de Geografía
Lugares más expuestos a una erupción
Elaborado por: Diana Salazar
Fecha de elaboración: 11-12-07

Percepción de riesgos personal ligada al volcán Cotopaxi en el Valle de los Chillos

Mapa No. 17



Leyenda

- Alta a muy alta
- Relativamente alta
- Relativamente baja
- Baja a muy baja



Simbología

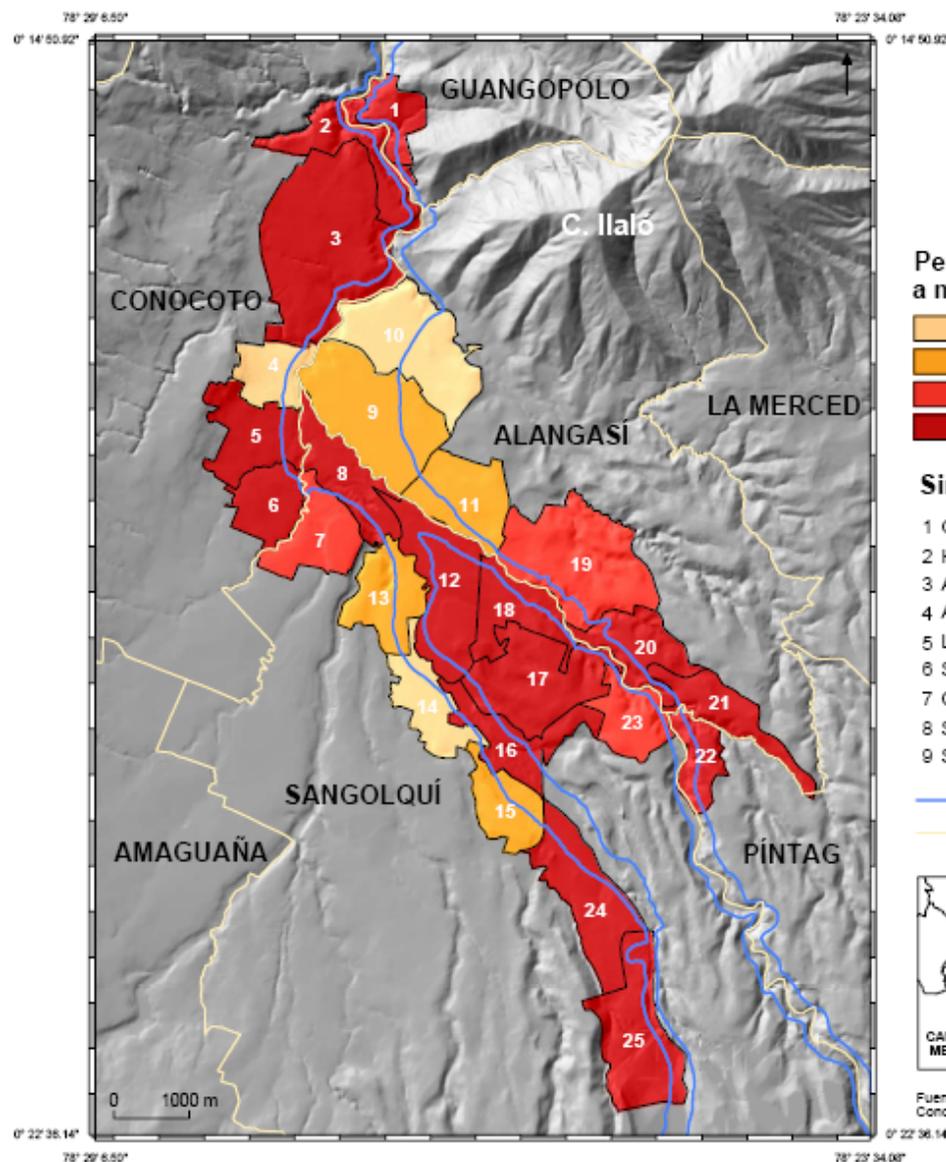
- Lahares del Cotopaxi (IG-EPN)
- Límites unidades de investigación
- Límites parroquiales en Valle de los Chillos

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA
DEL ECUADOR**

Facultad de Ciencias Humanas
Escuela de Geografía

Percepción de riesgo según encuestados

Elaborado por: Diana Salazar
Fecha de elaboración: 29-09-07



Percepción de riesgo personal alta según unidades de investigación

Percepción de riesgo personal alta a muy alta

- 40 a 50%
- 51 a 65%
- 66 a 80%
- 80 a 95%

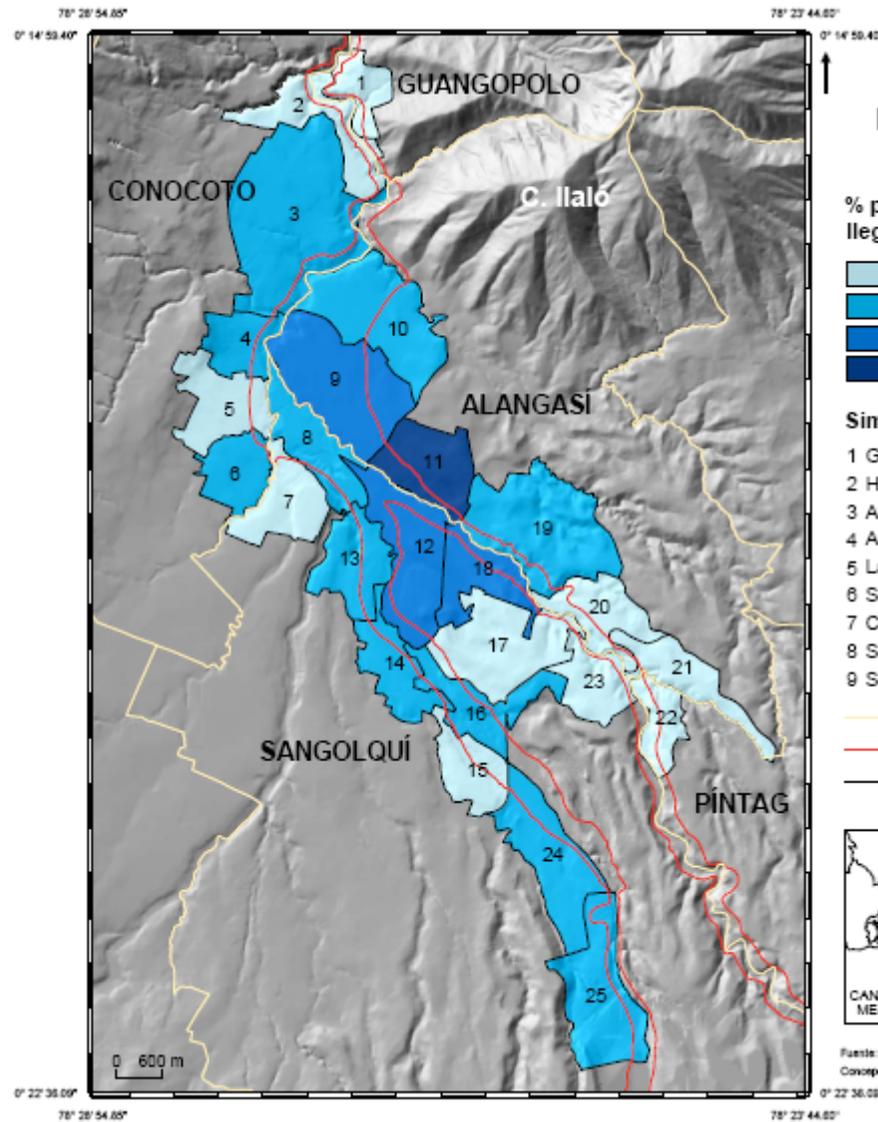
Simbología

- | | | |
|-------------------|-------------------|------------------|
| 1 Guangopolo | 10 Mirasierra | 19 Ushimana |
| 2 Hidroeléctrica | 11 Playa Chica | 20 Concepción |
| 3 Armenia II | 12 ESPE | 21 Alpauma |
| 4 Armenia I | 13 Coop. Naranjo | 22 Sta. Teresita |
| 5 La Paz | 14 Sangolquí | 23 Cashapamba |
| 6 San José del V. | 15 Sebastián Alto | 24 Selva Alegre |
| 7 Capelo | 16 Yaguachi | 25 San Fernando |
| 8 San Rafael | 17 Los Angeles | |
| 9 San Gabriel | 18 La Colina | |
- Límite lahares
— Límites parroquiales



Fuente: DMPT
Concepción: D. Salazar

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
Facultad de Ciencias Humanas
Escuela de Geografía
<i>Percepción de riesgo personal alta</i>
Elaborado por: Diana Salazar
Fecha de elaboración: 29-09-07



Percepción de la amenaza por lahares, según los encuestados

% personas que piensan que los lahares llegarían hasta su vivienda



Simbología

- | | | |
|-------------------|-------------------|------------------|
| 1 Guangopolo | 10 Mirasierra | 19 Ushimana |
| 2 Hidroeléctrica | 11 Playa Chica | 20 Concepción |
| 3 Armenia II | 12 ESPE | 21 Alpauma |
| 4 Armenia I | 13 Coop. Naranjo | 22 Sta. Teresita |
| 5 La Paz | 14 Sangolquí | 23 Cashapamba |
| 6 San José del V. | 15 Sebastián Alto | 24 Selva Alegre |
| 7 Capelo | 16 Yaguachi | 25 San Fernando |
| 8 San Rafael | 17 Los Angeles | |
| 9 San Gabriel | 18 La Colina | |
- Límites parroquiales
— Límites laharares (IG)
— Límites unidades de investigación

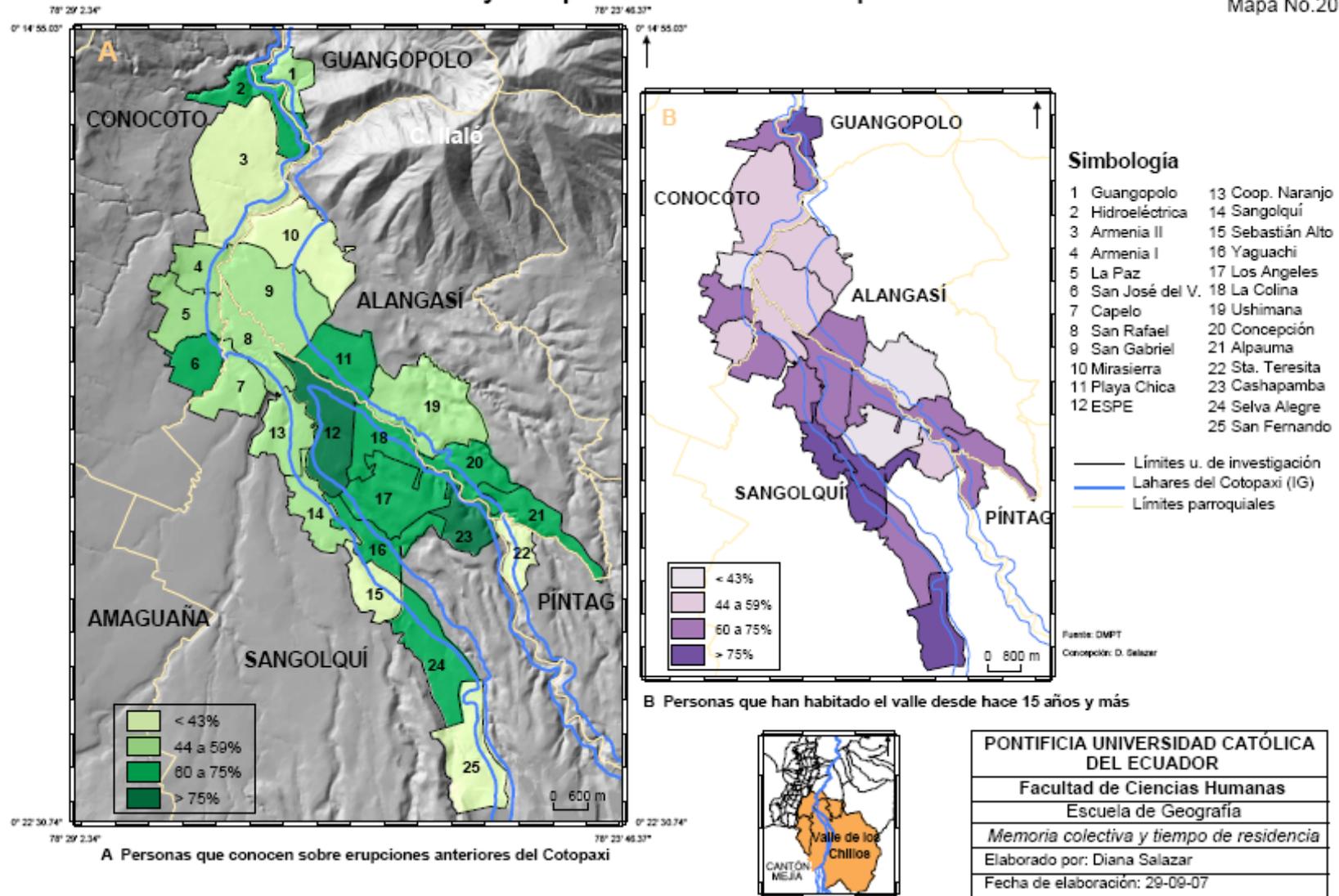


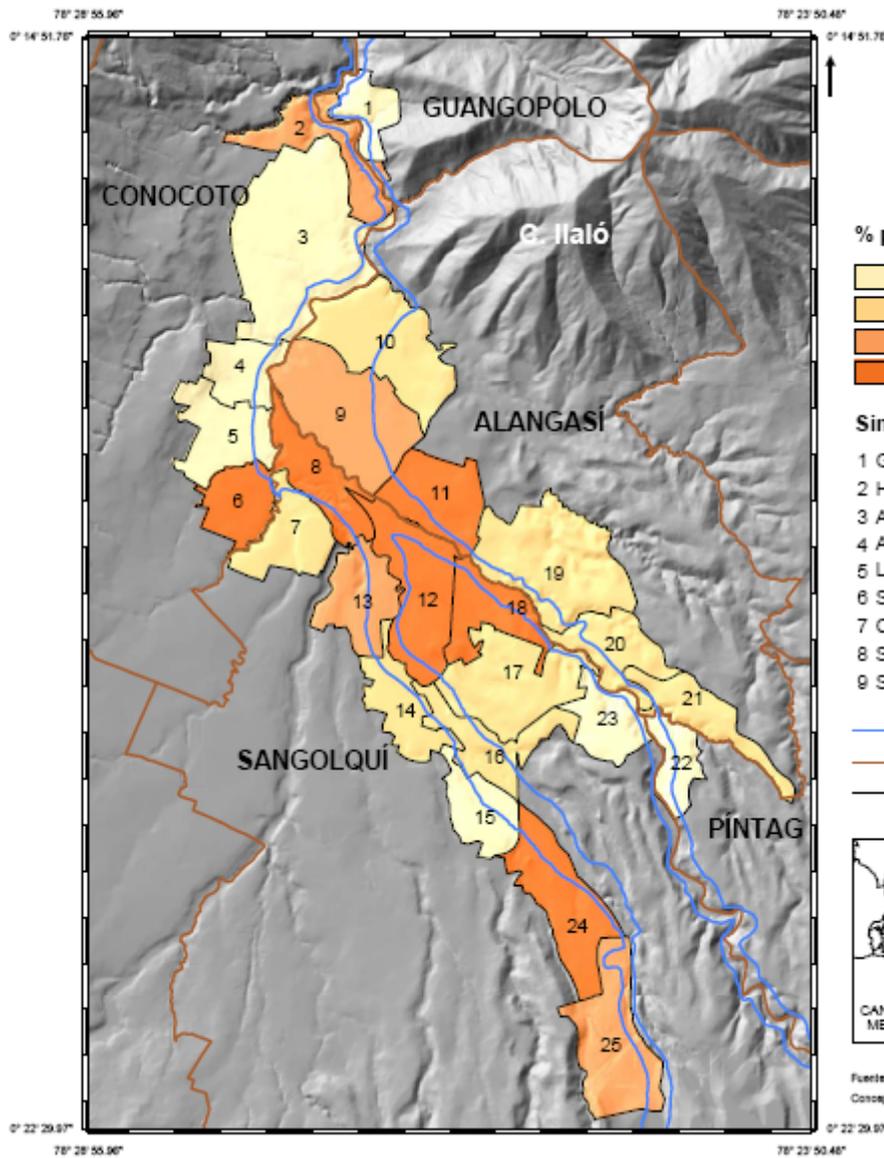
Fuente: DMPF
 Copiección: D. Salazar

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
Facultad de Ciencias Humanas
Escuela de Geografía
<i>Percepción de amenaza por lahares</i>
Elaborado por: Diana Salazar
Fecha de elaboración: 29-09-07

Memoria colectiva y tiempo de residencia de la población encuestada

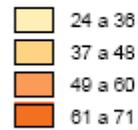
Mapa No.20





Conocimiento sobre las medidas a tomar en caso de erupción

% personas que evacuarían



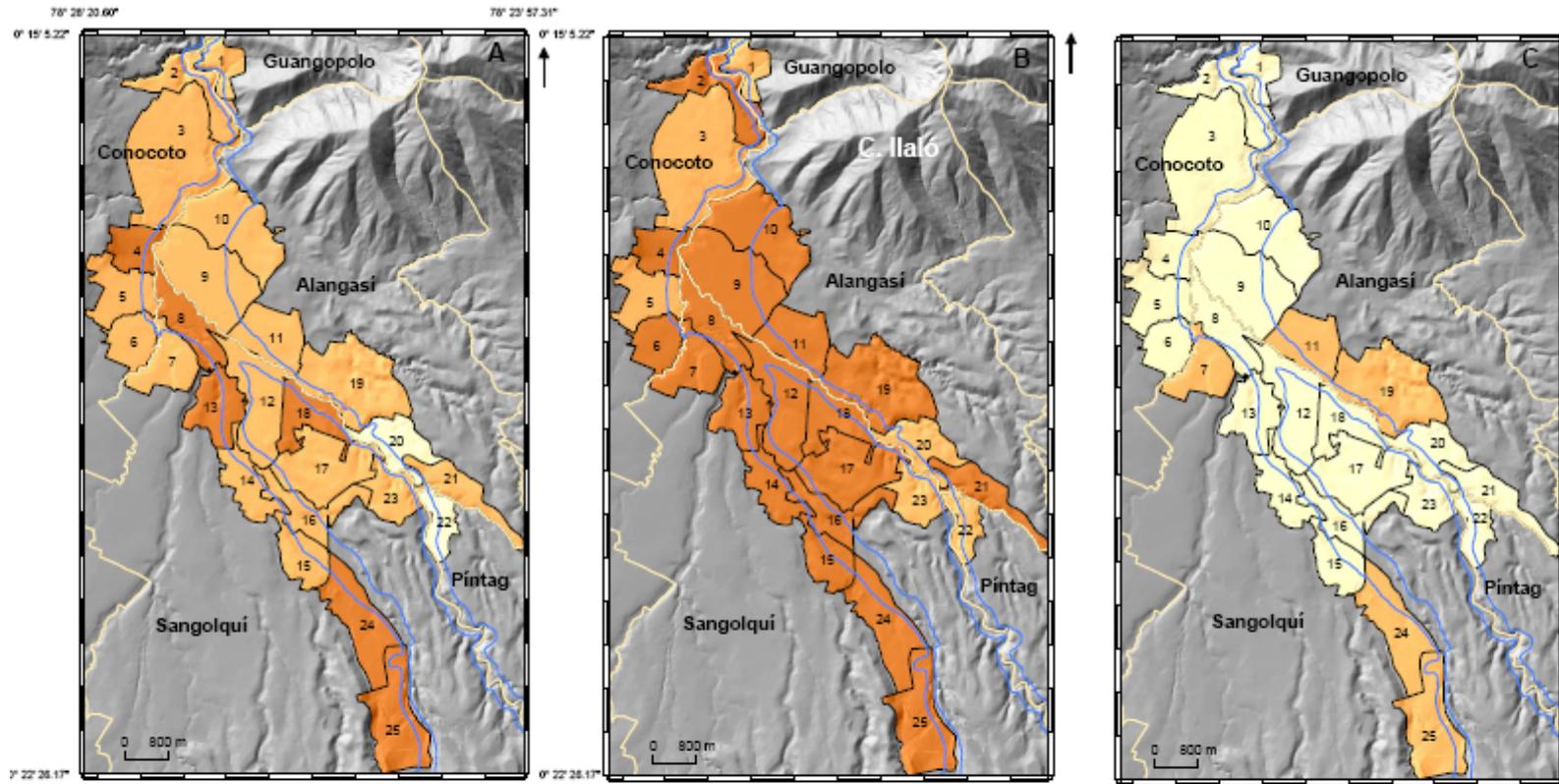
Simbología

- | | | |
|-------------------|-------------------|------------------|
| 1 Guangopolo | 10 Mirasierra | 19 Ushimana |
| 2 Hidroeléctrica | 11 Playa Chica | 20 Concepción |
| 3 Armenia II | 12 ESPE | 21 Alpauma |
| 4 Armenia I | 13 Coop. Naranjo | 22 Sta. Teresita |
| 5 La Paz | 14 Sangolquí | 23 Cashapamba |
| 6 San José del V. | 15 Sebastián Alto | 24 Selva Alegre |
| 7 Capelo | 16 Yaguachi | 25 San Fernando |
| 8 San Rafael | 17 Los Angeles | |
| 9 San Gabriel | 18 La Colina | |
- Límites lahares (IG)
 — Límites parroquiales
 — Límites unidades investigación

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
 Facultad de Ciencias Humanas
 Escuela de Geografía
Personas que evacuarían en una erupción
 Elaborado por: Diana Salazar
 Fecha de elaboración: 29-09-07

Capacidad de la población para enfrentar una erupción del Cotopaxi

Mapa No. 22



Simbología

- | | | |
|-------------------|-------------------|------------------|
| 1 Guangopolo | 9 San Gabriel | 17 Los Angeles |
| 2 Hidroeléctrica | 10 Miraslerra | 18 La Colina |
| 3 Armenta II | 11 Playa Chica | 19 Ushimana |
| 4 Armenta I | 12 ESPE | 20 Concepción |
| 5 La Paz | 13 Coop. Naranja | 21 Alpauma |
| 6 San José del V. | 14 Sangolquí | 22 Sta. Teresita |
| 7 Capelo | 15 Sebastián Alto | 23 Cashapamba |
| 8 San Rafael | 16 Yaguachi | 24 Selva Alegre |
| | | 25 San Fernando |

Leyenda

- 0 a 28%
- 29 a 56%
- 57 a 84%

- Límites parroquiales
- Límites lahares (IG-EPN)

- A** Personas que se sienten preparadas para enfrentar una erupción
- B** Personas que saben qué hacer en caso de erupción
- C** Personas que conocen un albergue

Fuente: DMPT
Concepción: D. Salazar

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
Facultad de Ciencias Humanas
Escuela de Geografía
<i>Capacidad poblacional frente a una erupción</i>
Elaborado por: Diana Salazar
Fecha de elaboración: 29-09-07

CONOCIMIENTO SOBRE ORGANISMOS DEL VALLE DE LOS CHILLOS QUE ENTREGUEN INFORMACIÓN SOBRE RIESGOS DEL COTOPAXI

Mapa No.23

