



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**UNIDAD DE POSGRADO**

**MAESTRÍA EN DESARROLLO**  
**Y MEDIO AMBIENTE**

Tesis previa la obtención del  
Grado Académico de Magíster en  
Desarrollo y Medio Ambiente.

**TÍTULO: ANÁLISIS DE LOS FENÓMENOS DE  
REMOCIÓN EN MASA (DESLAVES) EN LA  
PROVINCIA DE COTOPAXI. PROPUESTA DE  
SOLUCIONES**

**AUTOR: Segundo Ramón Chicaiza Chilibingua**

**DIRECTOR: Ing. Agustín Leiva Pérez, Ph.D.**

**QUEVEDO – ECUADOR**

**2010**

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr. Ing. Segundo Ramón Chicaiza Chilibinga como requisito para la obtención del Grado de Magíster en Desarrollo y Medio Ambiente.

**11 de enero del 2010**

**Ing. Agustín Leiva Pérez, Ph.D.**

## DEDICATORIA

A Dios por haberme permitido contar con una madre que veló por mí sin condiciones, por su afecto que fortaleció mi autoestima, por su atención que moldeó mi carácter.

Con amor eterno te recuerdo, porque tu confianza me hizo responsable bajo los valores que en mi infundiste.

Madre te doy el reconocimiento que mereces, aunque tu recuerdo sea hoy como un barco en un puerto lejano.

De igual forma a mi padre, a quien me es imposible expresar todo lo que quisiera, gracias por educarme y guiarme, por dar sin esperar, por apoyarme incondicionalmente en mis momentos más difíciles. Tantos defectos pulidos gracias a ti, tantas dudas resueltas, tanta confusión iluminada por tu sabiduría.

A mi familia entera, mis hermanos y mis sobrinos. Este logro nos pertenece a todos!

**Segundo.**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo por el honor que me cedieron al ser parte de sus filas estudiantiles.

Al Centro de Postgrado, por la cordialidad con la que respaldaron esta meta alcanzable y transparente de ser profesionales comprometidos con nuestros ideales.

A nuestro Coordinador de maestría, Eco. Carlos Zambrano, Ph.D. y a todos quienes respaldaron este paso importante en nuestras vidas.

Más allá de expresarles mi gratitud, quiero felicitarles por ser una Universidad comprometida con el desarrollo humano de sus educandos.

## **PRÓLOGO**

Considero que el estudio titulado “ANÁLISIS DE LOS FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA (DESLAVES) EN LA PROVINCIA DE COTOPAXI. PROPUESTA DE SOLUCIONES”, desarrollado por el Ing. Segundo Ramón Chicaiza Chilibingua reúne los requisitos necesarios y suficientes asociados a una investigación científica, que da respuesta a una problemática que se presenta en la región Sierra de los países andinos, principalmente en la época de invierno (lluviosa) y que consiste en la remoción de la tierra, sobre todo la capa vegetal, por efecto de las escorrentías, con el agravante de los altos niveles de deforestación concurrentes con la lluvia excesiva.

La investigación, que no podía ser de otro diseño que el “no experimental”, posee un rigor científico – técnico apropiado, con el correspondiente basamento de la estadística inferencial, pudiendo extrapolarse los métodos, técnicas e instrumentos aquí empleados, a otras provincias de la Sierra ecuatoriana.

En general, estimo que el trabajo presentado por el referido autor consta de todos los elementos para constituirse en un valioso documento de consulta para el estudio y tratamiento de los Fenómenos de Remoción en Masa.

**Ing. Antonio Véliz Mendoza**  
**DECANO FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES**  
**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**

## RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación cuya temática es “ANÁLISIS DE LOS FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA (DESLAVES) EN LA PROVINCIA DE COTOPAXI. PROPUESTA DE SOLUCIONES” plantea, describe y propone soluciones al problema de la interrelación entre los deslizamientos y el deterioro de la calidad ambiental en áreas críticas de la referida provincia. El objetivo general del estudio fue la determinación de los nexos e interrelaciones entre la ocurrencia de Fenómenos de Remoción en Masa (FRM) y la Calidad Ambiental en las áreas críticas de la Provincia de Cotopaxi, entre los años 1988 y 2008. Específicamente, se alcanzaron tres objetivos, la identificación de la ocurrencia de Fenómenos de Remoción en Masa en las áreas críticas, la evaluación de la Calidad Ambiental de dichas áreas después de la ocurrencia de los fenómenos y, la elaboración del Plan General de Mitigación para la provincia de Cotopaxi, que implique la minimización de los efectos negativos en la Calidad Ambiental, de la ocurrencia de FRM. Se identificaron 17 áreas críticas pertenecientes a los cantones Latacunga, La Maná, Pangua, Pujilí, Salcedo, Saquisilí y Sigchos, trabajándose con una muestra aleatoria simple de 399 personas de una población de 170716 pobladores. Los principales resultados obtenidos en el proceso de investigación no experimental fueron los siguientes: La negatividad de la Calidad Ambiental de las áreas críticas, después de la ocurrencia de los FRM, fue evaluada, predominantemente, como “muy significativa”, determinándose afectaciones considerables en el paisaje, la flora y la fauna, la infraestructura civil, la calidad de vida y con menos significancia, la pérdida de vidas humanas. Empleando la distribución de Ji Cuadrado y con un 99,5% de confianza, se verificó la hipótesis de investigación que plantea que “Los Fenómenos de Remoción en Masa afectan negativamente a la Calidad Ambiental en las áreas críticas de la Provincia de Cotopaxi”. A continuación se elaboró un Plan General de Mitigación para la provincia, que implicará la minimización de los efectos negativos en la Calidad Ambiental, de la ocurrencia de FRM.

## SUMMARY

The present investigation whose thematic is "ANALYSIS OF THE PHENOMENA OF mass REMOVAL (DESLAVES) IN THE COUNTY DE COTOPAXI. PROPOSAL OF SOLUTIONS" outlines, describes and proposes solutions to the problem of the interrelation between the earth movement and the deterioration of the environmental quality in critical areas of the referred county. The general objective of the study was the determination of the nexuses and interrelations among the occurrence of Phenomena of Mass Removal (PMR) and the Environmental Quality in the critical areas of the County of Cotopaxi, among the years 1988 and 2008. Specifically, three objectives were reached, the identification of the occurrence of PMR in the critical areas, the evaluation of the Environmental Quality of this areas after the occurrence of the phenomena and, the elaboration of the General Plan of Mitigation for the county of Cotopaxi that implies the minimization of the negative effects in the Environmental Quality, of the occurrence of FRM. Seventeen critical areas belonging to the cantons Latacunga, La Maná, Pangua, Pujilí, Salcedo, Saquisilí and Sigchos, was identified and being worked with a simple random sample of 399 people from a population of 170716 residents. The main results obtained in the process of non experimental investigation were the following ones: The deterioration of the Environmental Quality of the critical areas, after the occurrence of the FRM, it was evaluated, predominantly, as "very significant", being determined considerable affectations in the landscape, the flora and the fauna, the civil infrastructure, the quality of life and with less signification, the loss of human lives. Using the distribution of Squared Ji and with a 99,5% of trust the investigation hypothesis was verified that outlines that "The Phenomena of mass Removal affect negatively to the Environmental Quality in the critical areas of the County of Cotopaxi". Next, a General Plan of Mitigation was elaborated for the county that will imply the minimization of the negative effects in the Environmental Quality, of the occurrence of FRM.

# ÍNDICE

CONTENIDO	PÁG.
CAPÍTULO I. MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN.....	1
1.2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA PROBLEMÁTICA.....	4
1.3. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	5
1.4. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.....	5
1.5. JUSTIFICACIÓN.....	5
1.6. CAMBIOS ESPERADOS CON LA INVESTIGACIÓN.....	6
1.7. OBJETIVOS.....	7
1.7.1. Objetivo General.....	7
1.7.2. Objetivos Específicos.....	7
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN.....	8
2.1. ANTECEDENTES DEL TEMA A INVESTIGAR.....	8
2.2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	10
2.2.1. Concepto y clasificación de los Fenómenos de Remoción en Masa.....	10
2.2.3. Aspectos agroecológicos tomados en cuenta en los fenómenos de remoción en masa.....	12
2.2.4. Aspectos hidrometeorológicos tomados en cuenta en los fenómenos de remoción en masa.....	13
2.2.5. Planes de mitigación.....	14
2.3. FUNDAMENTACIÓN CONCEPTUAL.....	16
2.4. FUNDAMENTACIÓN LEGAL.....	19
2.4.1. Constitución de la República del Ecuador.....	19
2.4.2. Normativas del Ministerio de Obras Públicas.....	19
2.5. HIPÓTESIS.....	22
2.5.1. Variables.....	22
2.5.2. Operacionalización de las variables.....	23
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	24
3.1. MÉTODOS Y TÉCNICAS UTILIZADOS EN LA INVESTIGACIÓN.....	24
3.2. CONSTRUCCIÓN METODOLÓGICA DEL OBJETO DE INVESTIGACIÓN.....	25
3.3. ELABORACIÓN DEL MARCO TEÓRICO.....	26
3.4. RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN EMPÍRICA.....	27
3.5. DESCRIPCIÓN DE LA INFORMACIÓN OBTENIDA.....	30
3.6. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.....	31
3.7. CONSTRUCCIÓN DEL INFORME DE INVESTIGACIÓN.....	33
CAPÍTULO IV. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS EN RELACIÓN CON LAS HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN.....	34
4.1. ENUNCIADO DE LA HIPÓTESIS.....	34
4.2. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA INFORMACIÓN EMPÍRICA PERTINENTE A LA HIPÓTESIS.....	34
4.2.1. Variable independiente: Fenómenos de Remoción en Masa.....	34

4.2.2. Variable dependiente: Calidad ambiental.....	40
4.3. DISCUSIÓN DE LA INFORMACIÓN OBTENIDA EN RELACIÓN A LA NATURALEZA DE LA HIPÓTESIS.....	53
4.3.1. Variable independiente: Fenómenos de Remoción en Masa....	53
4.3.2. Variable dependiente: Calidad Ambiental en las áreas críticas de la Provincia de Cotopaxi.....	54
4.3.3. Comprobación / disprobación de la hipótesis.....	63
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	68
5.1. Conclusiones.....	68
5.2. Recomendaciones.....	69
CAPÍTULO V. PROPUESTA ALTERNATIVA.....	70
6.1. TÍTULO DE LA PROPUESTA.....	70
6.2. JUSTIFICACIÓN.....	70
6.3. FUNDAMENTACIÓN.....	71
6.4. OBJETIVOS.....	72
6.4.1. Objetivo general.....	72
6.4.2. Objetivos específicos.....	72
6.5. IMPORTANCIA.....	72
6.6. UBICACIÓN SECTORIAL Y FÍSICA.....	73
6.7. FACTIBILIDAD.....	73
6.8. PLAN DE TRABAJO.....	74
6.9. ACTIVIDADES.....	80
6.10. RECURSOS.....	81
6.11. IMPACTO.....	81
6.12. EVALUACIÓN.....	83
6.13. INSTRUCTIVO DE FUNCIONAMIENTO.....	83
6.13.1. Forestación de las áreas.....	83
6.13.2. Cultivo en terrazas.....	84
6.13.3. Optimización del pastoreo en suelos.....	84
6.13.4. Inventario florístico y faunístico.....	85
6.13.5. Revestimiento e impermeabilización de canales de riego.....	85
6.13.6. Construcción de muros y dispositivos de contención.....	85
6.13.7. Incremento del control de la población afectada.....	86
6.13.8. Creación de un Comité Técnico.....	86
BIBLIOGRAFÍA.....	87
ANEXOS.....	89

## ÍNDICE DE TABLAS

DESCRIPCIÓN	PÁG.
Tabla 2.1. Operacionalización de las variables.....	23
Tabla 3.1. Distribución de poblaciones y muestras de las zonas críticas bajo estudio.....	30
Tabla 4.1. Variable independiente: FRM.....	34
Tabla 4.2. Evaluación que hacen las autoridades de la modificación del paisaje en la localidad después de la ocurrencia del fenómeno de remoción en masa.....	41
Tabla 4.3. Evaluación que hacen las autoridades de la modificación de la flora y la fauna en la localidad después de la ocurrencia del fenómeno de remoción en masa.....	42
Tabla 4.4. Evaluación que hacen las autoridades de la modificación de la calidad de vida de los habitantes en la localidad después de la ocurrencia del fenómeno de remoción en masa. ....	43
Tabla 4.5. Evaluación que hacen las autoridades de la modificación de la infraestructura civil de los habitantes de la localidad después de la ocurrencia del fenómeno de remoción en masa. ....	44
Tabla 4.6. Evaluación que hacen las autoridades de la pérdida de vidas humanas en la localidad después de la ocurrencia del fenómeno de remoción en masa. ....	45
Tabla 4.7. Evaluación que hacen las autoridades de la significación de su futura y posible participación en la implementación de un plan de medidas dirigidas a la minimización de los efectos de los FRM y a la minimización de los mismos.....	46
Tabla 4.8. Evaluación que hace la población de la modificación del paisaje en la localidad después de la ocurrencia del fenómeno de remoción en masa. ....	47
Tabla 4.9. Evaluación que hace la población de la modificación de la flora y la fauna en la localidad después de la ocurrencia del	48

fenómeno de remoción en masa. ....	
Tabla 4.10. Evaluación que hace la población de la modificación de la calidad de vida de los habitantes en la localidad después de la ocurrencia del fenómeno de remoción en masa.....	49
Tabla 4.11. Evaluación que hace la población de la modificación de la infraestructura civil de los habitantes en la localidad después de la ocurrencia del fenómeno de remoción en masa.....	50
Tabla 4.12. Evaluación que hace la población de la pérdida de vidas humanas en la localidad después de la ocurrencia del fenómeno de remoción en masa. ....	51
Tabla 4.13. Evaluación que hace la población de la significación de su futura y posible participación en la implementación de un plan de medidas dirigidas a la minimización de los efectos de los FRM y a la minimización de los mismos.....	52
Tabla 4.14. Variable dependiente (Calidad Ambiental). ....	56
Tabla 6.1. Contenido del plan de trabajo de la Propuesta.....	75

## ÍNDICE DE FIGURAS

DESCRIPCIÓN	PÁG.
Figura. 3.1. Mapa de la provincia de Cotopaxi, donde se muestra la ubicación y el tamaño relativo de los siete cantones que la conforman.....	28
Figura 4.1. Variable independiente: Fenómenos de Remoción en Masa.....	40
Figura 4.2. Evaluación que hacen las autoridades de la modificación del paisaje en la localidad después de la ocurrencia del fenómeno de remoción en masa. ....	41
Figura 4.3. Evaluación que hacen las autoridades de la modificación de la flora y la fauna en la localidad después de la ocurrencia del fenómeno de remoción en masa. ....	42
Figura 4.4. Evaluación que hacen las autoridades de la modificación de la calidad de vida de los habitantes en la localidad después de la ocurrencia del fenómeno de remoción en masa.....	43
Figura 4.5. Evaluación que hacen las autoridades de la modificación de la infraestructura civil de los habitantes de la localidad después de la ocurrencia del fenómeno de remoción en masa.....	44
Figura 4.6. Evaluación que hacen las autoridades de la pérdida de vidas humanas en la localidad después de la ocurrencia del fenómeno de remoción en masa. ....	45
Figura 4.7. Evaluación que hacen las autoridades de la significación de su futura y posible participación en la implementación de un plan de medidas dirigidas a la minimización de los efectos de los FRM y a la minimización de los mismos.....	46
Figura 4.8. Evaluación que hace la población de la modificación del paisaje en la localidad después de la ocurrencia del fenómeno de remoción en masa. ....	47
Figura 4.9. Evaluación que hace la población de la modificación de la	

flora y la fauna en la localidad después de la ocurrencia del fenómeno de remoción en masa.....	48
Figura 4.10. Evaluación que hace la población de la modificación de la calidad de vida de los habitantes en la localidad después de la ocurrencia del fenómeno de remoción en masa.....	49
Figura 4.11. Evaluación que hace la población de la modificación de la infraestructura civil de los habitantes en la localidad después de la ocurrencia del fenómeno de remoción en masa.....	50
Figura 4.13. Evaluación que hace la población de la significación de su futura y posible participación en la implementación de un plan de medidas dirigidas a la minimización de los efectos de los FRM y a la minimización de los mismos.....	52
Figura 4.14. Variable dependiente (Calidad Ambiental).....	57

## INTRODUCCIÓN

Los Fenómenos de Remoción en Masa (FRM) constituyen un tipo de accidente natural en el que los procesos antropológicos, si bien no son sus causantes directos, no es menos cierto, que tienen cierta cuota de causalidad. El cambio climático global, que ha alterado los regímenes de lluvia en el planeta, es la causa primaria de los FRM, y este cambio, a su vez, ha estado propiciado por determinadas prácticas antropogénicas como lo son la deforestación para la producción agropecuaria y del papel, la contaminación atmosférica por la industria y el transporte automotor, generadores de gases invernadero, entre otros, son también causas del calentamiento global y por ende del cambio climático, que ha concentrado altas intensidades de lluvia en zonas montañosas propensas a la ocurrencia de deslaves.

El problema de los FRM y su incidencia en la calidad ambiental y por tanto de vida de los seres humanos afectados por ellos, es el eje temático principal del presente trabajo de investigación, que estudia los nexos e interrelaciones entre ambas variables y propone el Plan de Mitigación a aplicar en la provincia de Cotopaxi, en la Sierra ecuatoriana, que todos los años ha venido sufriendo del desarrollo de FRM.

En el primer capítulo se hace referencia al Marco Contextual de la Investigación, donde se abordan aspectos como Situación Actual de la Problemática; Problema de Investigación; Delimitación del Problema; Justificación; Cambios Esperados con la Investigación; así como los Objetivos general y específicos.

El segundo capítulo se refiere al Marco Teórico de la Investigación donde se abordan aspectos como Antecedentes del Tema a Investigar; Fundamentación Teórica; Concepto y clasificación de los Fenómenos de Remoción en Masa; Aspectos agroecológicos tomados en cuenta en los

fenómenos de remoción en masa; Aspectos hidrometeorológicos tomados en cuenta en los Fenómenos de Remoción en Masa; Planes de mitigación; Fundamentación Conceptual; Fundamentación Legal; Constitución de la República del Ecuador; Normativas del Ministerio de Obras Públicas; Hipótesis, Variables y su operacionalización.

El tercer capítulo se refiere a la Metodología de la Investigación, donde se trata sobre los Métodos y Técnicas utilizados en la Investigación; Construcción Metodológica del Objeto de Investigación; Elaboración del Marco Teórico; Recolección de la Información Empírica; Descripción de la Información Obtenida; Análisis e Interpretación de los Resultados; así como la Construcción del Informe de Investigación.

En el cuarto capítulo se aborda el Análisis e Interpretación de los Resultados en relación con las Hipótesis de Investigación, donde se trata sobre el Enunciado de la Hipótesis; ubicación y descripción de la información empírica pertinente a la hipótesis, con las variables independiente y dependiente; Discusión de la Información Obtenida en relación a la Naturaleza de la Hipótesis y, por último, la Comprobación / disprobación de la hipótesis.

En el quinto y penúltimo capítulo se elaboran las Conclusiones y Recomendaciones de la investigación. Las primeras, con base en los objetivos específicos.

El sexto y último capítulo se refiere a la elaboración de la Propuesta, denominada, “Plan General de Mitigación de los Efectos Negativos en la Calidad Ambiental, por la ocurrencia de Fenómenos de Remoción en Masa para la Provincia de Cotopaxi”. En este se abordan aspectos como Justificación; Fundamentación; Objetivos; Importancia; Ubicación sectorial y física; Factibilidad; Plan de trabajo; Actividades; Recursos; Impacto; Evaluación; Instructivo de funcionamiento; Forestación de las áreas; Cultivo

en terrazas; Optimización del pastoreo en suelos; Inventario florístico y faunístico; Revestimiento e impermeabilización de canales de riego; Construcción de muros y dispositivos de contención; Incremento del control de la población afectada; así como la Creación de un Comité Técnico.



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**UNIDAD DE POSGRADO**

**MAESTRÍA EN DESARROLLO**  
**Y MEDIO AMBIENTE**

Tesis previa la obtención del  
Grado Académico de Magíster en  
Desarrollo y Medio Ambiente.

**TÍTULO: ANÁLISIS DE LOS FENÓMENOS DE  
REMOCIÓN EN MASA (DESLAVES) EN LA  
PROVINCIA DE COTOPAXI. PROPUESTA DE  
SOLUCIONES**

**AUTOR: Segundo Ramón Chicaiza Chilibingua**

**DIRECTOR: Ing. Agustín Leiva Pérez, Ph.D.**

**QUEVEDO – ECUADOR**

**2010**

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr. Ing. Segundo Ramón Chicaiza Chilingua como requisito para la obtención del Grado de Magíster en Desarrollo y Medio Ambiente.

**11 de enero del 2010**

**Ing. Agustín Leiva Pérez, Ph.D.**

## DEDICATORIA

A Dios por haberme permitido contar con una madre que veló por mí sin condiciones, por su afecto que fortaleció mi autoestima, por su atención que moldeó mi carácter.

Con amor eterno te recuerdo, porque tu confianza me hizo responsable bajo los valores que en mi infundiste.

Madre te doy el reconocimiento que mereces, aunque tu recuerdo sea hoy como un barco en un puerto lejano.

De igual forma a mi padre, a quien me es imposible expresar todo lo que quisiera, gracias por educarme y guiarme, por dar sin esperar, por apoyarme incondicionalmente en mis momentos más difíciles. Tantos defectos pulidos gracias a ti, tantas dudas resueltas, tanta confusión iluminada por tu sabiduría.

A mi familia entera, mis hermanos y mis sobrinos. Este logro nos pertenece a todos!

**Segundo.**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo por el honor que me cedieron al ser parte de sus filas estudiantiles.

Al Centro de Postgrado, por la cordialidad con la que respaldaron esta meta alcanzable y transparente de ser profesionales comprometidos con nuestros ideales.

A nuestro Coordinador de maestría, Eco. Carlos Zambrano, Ph.D. y a todos quienes respaldaron este paso importante en nuestras vidas.

Más allá de expresarles mi gratitud, quiero felicitarles por ser una Universidad comprometida con el desarrollo humano de sus educandos.

## **PRÓLOGO**

Considero que el estudio titulado “ANÁLISIS DE LOS FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA (DESLAVES) EN LA PROVINCIA DE COTOPAXI. PROPUESTA DE SOLUCIONES”, desarrollado por el Ing. Segundo Ramón Chicaiza Chilibingua reúne los requisitos necesarios y suficientes asociados a una investigación científica, que da respuesta a una problemática que se presenta en la región Sierra de los países andinos, principalmente en la época de invierno (lluviosa) y que consiste en la remoción de la tierra, sobre todo la capa vegetal, por efecto de las escorrentías, con el agravante de los altos niveles de deforestación concurrentes con la lluvia excesiva.

La investigación, que no podía ser de otro diseño que el “no experimental”, posee un rigor científico – técnico apropiado, con el correspondiente basamento de la estadística inferencial, pudiendo extrapolarse los métodos, técnicas e instrumentos aquí empleados, a otras provincias de la Sierra ecuatoriana.

En general, estimo que el trabajo presentado por el referido autor consta de todos los elementos para constituirse en un valioso documento de consulta para el estudio y tratamiento de los Fenómenos de Remoción en Masa.

**Ing. Antonio Véliz Mendoza**  
**DECANO FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES**  
**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**

## RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación cuya temática es “ANÁLISIS DE LOS FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA (DESLAVES) EN LA PROVINCIA DE COTOPAXI. PROPUESTA DE SOLUCIONES” plantea, describe y propone soluciones al problema de la interrelación entre los deslaves y el deterioro de la calidad ambiental en áreas críticas de la referida provincia. El objetivo general del estudio fue la determinación de los nexos e interrelaciones entre la ocurrencia de Fenómenos de Remoción en Masa (FRM) y la Calidad Ambiental en las áreas críticas de la Provincia de Cotopaxi, entre los años 1988 y 2008. Específicamente, se alcanzaron tres objetivos, la identificación de la ocurrencia de Fenómenos de Remoción en Masa en las áreas críticas, la evaluación de la Calidad Ambiental de dichas áreas después de la ocurrencia de los fenómenos y, la elaboración del Plan General de Mitigación para la provincia de Cotopaxi, que implique la minimización de los efectos negativos en la Calidad Ambiental, de la ocurrencia de FRM. Se identificaron 17 áreas críticas pertenecientes a los cantones Latacunga, La Maná, Pangua, Pujilí, Salcedo, Saquisilí y Sigchos, trabajándose con una muestra aleatoria simple de 399 personas de una población de 170716 pobladores. Los principales resultados obtenidos en el proceso de investigación no experimental fueron los siguientes: La negatividad de la Calidad Ambiental de las áreas críticas, después de la ocurrencia de los FRM, fue evaluada, predominantemente, como “muy significativa”, determinándose afectaciones considerables en el paisaje, la flora y la fauna, la infraestructura civil, la calidad de vida y con menos significancia, la pérdida de vidas humanas. Empleando la distribución de Ji Cuadrado y con un 99,5% de confianza, se verificó la hipótesis de investigación que plantea que “Los Fenómenos de Remoción en Masa afectan negativamente a la Calidad Ambiental en las áreas críticas de la Provincia de Cotopaxi”. A continuación se elaboró un Plan General de Mitigación para la provincia, que implicará la minimización de los efectos negativos en la Calidad Ambiental, de la ocurrencia de FRM.

## SUMMARY

The present investigation whose thematic is "ANALYSIS OF THE PHENOMENA OF mass REMOVAL (DESLAVES) IN THE COUNTY DE COTOPAXI. PROPOSAL OF SOLUTIONS" outlines, describes and proposes solutions to the problem of the interrelation between the earth movement and the deterioration of the environmental quality in critical areas of the referred county. The general objective of the study was the determination of the nexuses and interrelations among the occurrence of Phenomena of Mass Removal (PMR) and the Environmental Quality in the critical areas of the County of Cotopaxi, among the years 1988 and 2008. Specifically, three objectives were reached, the identification of the occurrence of PMR in the critical areas, the evaluation of the Environmental Quality of this areas after the occurrence of the phenomena and, the elaboration of the General Plan of Mitigation for the county of Cotopaxi that implies the minimization of the negative effects in the Environmental Quality, of the occurrence of FRM. Seventeen critical areas belonging to the cantons Latacunga, La Maná, Pangua, Pujilí, Salcedo, Saquisilí and Sigchos, was identified and being worked with a simple random sample of 399 people from a population of 170716 residents. The main results obtained in the process of non experimental investigation were the following ones: The deterioration of the Environmental Quality of the critical areas, after the occurrence of the FRM, it was evaluated, predominantly, as "very significant", being determined considerable affectations in the landscape, the flora and the fauna, the civil infrastructure, the quality of life and with less signification, the loss of human lives. Using the distribution of Squared Ji and with a 99,5% of trust the investigation hypothesis was verified that outlines that "The Phenomena of mass Removal affect negatively to the Environmental Quality in the critical areas of the County of Cotopaxi". Next, a General Plan of Mitigation was elaborated for the county that will imply the minimization of the negative effects in the Environmental Quality, of the occurrence of FRM.

# ÍNDICE

CONTENIDO	PÁG.
CAPÍTULO I. MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN.....	1
1.2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA PROBLEMÁTICA.....	4
1.3. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	5
1.4. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.....	5
1.5. JUSTIFICACIÓN.....	5
1.6. CAMBIOS ESPERADOS CON LA INVESTIGACIÓN.....	6
1.7. OBJETIVOS.....	7
1.7.1. Objetivo General.....	7
1.7.2. Objetivos Específicos.....	7
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN.....	8
2.1. ANTECEDENTES DEL TEMA A INVESTIGAR.....	8
2.2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	10
2.2.1. Concepto y clasificación de los Fenómenos de Remoción en Masa.....	10
2.2.3. Aspectos agroecológicos tomados en cuenta en los fenómenos de remoción en masa.....	12
2.2.4. Aspectos hidrometeorológicos tomados en cuenta en los fenómenos de remoción en masa.....	13
2.2.5. Planes de mitigación.....	14
2.3. FUNDAMENTACIÓN CONCEPTUAL.....	16
2.4. FUNDAMENTACIÓN LEGAL.....	19
2.4.1. Constitución de la República del Ecuador.....	19
2.4.2. Normativas del Ministerio de Obras Públicas.....	19
2.5. HIPÓTESIS.....	22
2.5.1. Variables.....	22
2.5.2. Operacionalización de las variables.....	23
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	24
3.1. MÉTODOS Y TÉCNICAS UTILIZADOS EN LA INVESTIGACIÓN.....	24
3.2. CONSTRUCCIÓN METODOLÓGICA DEL OBJETO DE INVESTIGACIÓN.....	25
3.3. ELABORACIÓN DEL MARCO TEÓRICO.....	26
3.4. RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN EMPÍRICA.....	27
3.5. DESCRIPCIÓN DE LA INFORMACIÓN OBTENIDA.....	30
3.6. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.....	31
3.7. CONSTRUCCIÓN DEL INFORME DE INVESTIGACIÓN.....	33
CAPÍTULO IV. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS EN RELACIÓN CON LAS HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN.....	34
4.1. ENUNCIADO DE LA HIPÓTESIS.....	34
4.2. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA INFORMACIÓN EMPÍRICA PERTINENTE A LA HIPÓTESIS.....	34
4.2.1. Variable independiente: Fenómenos de Remoción en Masa.....	34

4.2.2. Variable dependiente: Calidad ambiental.....	40
4.3. DISCUSIÓN DE LA INFORMACIÓN OBTENIDA EN RELACIÓN A LA NATURALEZA DE LA HIPÓTESIS.....	53
4.3.1. Variable independiente: Fenómenos de Remoción en Masa....	53
4.3.2. Variable dependiente: Calidad Ambiental en las áreas críticas de la Provincia de Cotopaxi.....	54
4.3.3. Comprobación / disprobación de la hipótesis.....	63
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	68
5.1. Conclusiones.....	68
5.2. Recomendaciones.....	69
CAPÍTULO V. PROPUESTA ALTERNATIVA.....	70
6.1. TÍTULO DE LA PROPUESTA.....	70
6.2. JUSTIFICACIÓN.....	70
6.3. FUNDAMENTACIÓN.....	71
6.4. OBJETIVOS.....	72
6.4.1. Objetivo general.....	72
6.4.2. Objetivos específicos.....	72
6.5. IMPORTANCIA.....	72
6.6. UBICACIÓN SECTORIAL Y FÍSICA.....	73
6.7. FACTIBILIDAD.....	73
6.8. PLAN DE TRABAJO.....	74
6.9. ACTIVIDADES.....	80
6.10. RECURSOS.....	81
6.11. IMPACTO.....	81
6.12. EVALUACIÓN.....	83
6.13. INSTRUCTIVO DE FUNCIONAMIENTO.....	83
6.13.1. Forestación de las áreas.....	83
6.13.2. Cultivo en terrazas.....	84
6.13.3. Optimización del pastoreo en suelos.....	84
6.13.4. Inventario florístico y faunístico.....	85
6.13.5. Revestimiento e impermeabilización de canales de riego.....	85
6.13.6. Construcción de muros y dispositivos de contención.....	85
6.13.7. Incremento del control de la población afectada.....	86
6.13.8. Creación de un Comité Técnico.....	86
BIBLIOGRAFÍA.....	87
ANEXOS.....	89

## ÍNDICE DE TABLAS

DESCRIPCIÓN	PÁG.
Tabla 2.1. Operacionalización de las variables.....	23
Tabla 3.1. Distribución de poblaciones y muestras de las zonas críticas bajo estudio.....	30
Tabla 4.1. Variable independiente: FRM.....	34
Tabla 4.2. Evaluación que hacen las autoridades de la modificación del paisaje en la localidad después de la ocurrencia del fenómeno de remoción en masa.....	41
Tabla 4.3. Evaluación que hacen las autoridades de la modificación de la flora y la fauna en la localidad después de la ocurrencia del fenómeno de remoción en masa.....	42
Tabla 4.4. Evaluación que hacen las autoridades de la modificación de la calidad de vida de los habitantes en la localidad después de la ocurrencia del fenómeno de remoción en masa. ....	43
Tabla 4.5. Evaluación que hacen las autoridades de la modificación de la infraestructura civil de los habitantes de la localidad después de la ocurrencia del fenómeno de remoción en masa. ....	44
Tabla 4.6. Evaluación que hacen las autoridades de la pérdida de vidas humanas en la localidad después de la ocurrencia del fenómeno de remoción en masa. ....	45
Tabla 4.7. Evaluación que hacen las autoridades de la significación de su futura y posible participación en la implementación de un plan de medidas dirigidas a la minimización de los efectos de los FRM y a la minimización de los mismos.....	46
Tabla 4.8. Evaluación que hace la población de la modificación del paisaje en la localidad después de la ocurrencia del fenómeno de remoción en masa. ....	47
Tabla 4.9. Evaluación que hace la población de la modificación de la flora y la fauna en la localidad después de la ocurrencia del	48

fenómeno de remoción en masa. ....	
Tabla 4.10. Evaluación que hace la población de la modificación de la calidad de vida de los habitantes en la localidad después de la ocurrencia del fenómeno de remoción en masa.....	49
Tabla 4.11. Evaluación que hace la población de la modificación de la infraestructura civil de los habitantes en la localidad después de la ocurrencia del fenómeno de remoción en masa.....	50
Tabla 4.12. Evaluación que hace la población de la pérdida de vidas humanas en la localidad después de la ocurrencia del fenómeno de remoción en masa. ....	51
Tabla 4.13. Evaluación que hace la población de la significación de su futura y posible participación en la implementación de un plan de medidas dirigidas a la minimización de los efectos de los FRM y a la minimización de los mismos.....	52
Tabla 4.14. Variable dependiente (Calidad Ambiental). ....	56
Tabla 6.1. Contenido del plan de trabajo de la Propuesta.....	75

## ÍNDICE DE FIGURAS

DESCRIPCIÓN	PÁG.
Figura. 3.1. Mapa de la provincia de Cotopaxi, donde se muestra la ubicación y el tamaño relativo de los siete cantones que la conforman.....	28
Figura 4.1. Variable independiente: Fenómenos de Remoción en Masa.....	40
Figura 4.2. Evaluación que hacen las autoridades de la modificación del paisaje en la localidad después de la ocurrencia del fenómeno de remoción en masa. ....	41
Figura 4.3. Evaluación que hacen las autoridades de la modificación de la flora y la fauna en la localidad después de la ocurrencia del fenómeno de remoción en masa. ....	42
Figura 4.4. Evaluación que hacen las autoridades de la modificación de la calidad de vida de los habitantes en la localidad después de la ocurrencia del fenómeno de remoción en masa.....	43
Figura 4.5. Evaluación que hacen las autoridades de la modificación de la infraestructura civil de los habitantes de la localidad después de la ocurrencia del fenómeno de remoción en masa.....	44
Figura 4.6. Evaluación que hacen las autoridades de la pérdida de vidas humanas en la localidad después de la ocurrencia del fenómeno de remoción en masa. ....	45
Figura 4.7. Evaluación que hacen las autoridades de la significación de su futura y posible participación en la implementación de un plan de medidas dirigidas a la minimización de los efectos de los FRM y a la minimización de los mismos.....	46
Figura 4.8. Evaluación que hace la población de la modificación del paisaje en la localidad después de la ocurrencia del fenómeno de remoción en masa. ....	47
Figura 4.9. Evaluación que hace la población de la modificación de la	

flora y la fauna en la localidad después de la ocurrencia del fenómeno de remoción en masa.....	48
Figura 4.10. Evaluación que hace la población de la modificación de la calidad de vida de los habitantes en la localidad después de la ocurrencia del fenómeno de remoción en masa.....	49
Figura 4.11. Evaluación que hace la población de la modificación de la infraestructura civil de los habitantes en la localidad después de la ocurrencia del fenómeno de remoción en masa.....	50
Figura 4.13. Evaluación que hace la población de la significación de su futura y posible participación en la implementación de un plan de medidas dirigidas a la minimización de los efectos de los FRM y a la minimización de los mismos.....	52
Figura 4.14. Variable dependiente (Calidad Ambiental).....	57

## INTRODUCCIÓN

Los Fenómenos de Remoción en Masa (FRM) constituyen un tipo de accidente natural en el que los procesos antropológicos, si bien no son sus causantes directos, no es menos cierto, que tienen cierta cuota de causalidad. El cambio climático global, que ha alterado los regímenes de lluvia en el planeta, es la causa primaria de los FRM, y este cambio, a su vez, ha estado propiciado por determinadas prácticas antropogénicas como lo son la deforestación para la producción agropecuaria y del papel, la contaminación atmosférica por la industria y el transporte automotor, generadores de gases invernadero, entre otros, son también causas del calentamiento global y por ende del cambio climático, que ha concentrado altas intensidades de lluvia en zonas montañosas propensas a la ocurrencia de deslaves.

El problema de los FRM y su incidencia en la calidad ambiental y por tanto de vida de los seres humanos afectados por ellos, es el eje temático principal del presente trabajo de investigación, que estudia los nexos e interrelaciones entre ambas variables y propone el Plan de Mitigación a aplicar en la provincia de Cotopaxi, en la Sierra ecuatoriana, que todos los años ha venido sufriendo del desarrollo de FRM.

En el primer capítulo se hace referencia al Marco Contextual de la Investigación, donde se abordan aspectos como Situación Actual de la Problemática; Problema de Investigación; Delimitación del Problema; Justificación; Cambios Esperados con la Investigación; así como los Objetivos general y específicos.

El segundo capítulo se refiere al Marco Teórico de la Investigación donde se abordan aspectos como Antecedentes del Tema a Investigar; Fundamentación Teórica; Concepto y clasificación de los Fenómenos de Remoción en Masa; Aspectos agroecológicos tomados en cuenta en los

fenómenos de remoción en masa; Aspectos hidrometeorológicos tomados en cuenta en los Fenómenos de Remoción en Masa; Planes de mitigación; Fundamentación Conceptual; Fundamentación Legal; Constitución de la República del Ecuador; Normativas del Ministerio de Obras Públicas; Hipótesis, Variables y su operacionalización.

El tercer capítulo se refiere a la Metodología de la Investigación, donde se trata sobre los Métodos y Técnicas utilizados en la Investigación; Construcción Metodológica del Objeto de Investigación; Elaboración del Marco Teórico; Recolección de la Información Empírica; Descripción de la Información Obtenida; Análisis e Interpretación de los Resultados; así como la Construcción del Informe de Investigación.

En el cuarto capítulo se aborda el Análisis e Interpretación de los Resultados en relación con las Hipótesis de Investigación, donde se trata sobre el Enunciado de la Hipótesis; ubicación y descripción de la información empírica pertinente a la hipótesis, con las variables independiente y dependiente; Discusión de la Información Obtenida en relación a la Naturaleza de la Hipótesis y, por último, la Comprobación / disprobación de la hipótesis.

En el quinto y penúltimo capítulo se elaboran las Conclusiones y Recomendaciones de la investigación. Las primeras, con base en los objetivos específicos.

El sexto y último capítulo se refiere a la elaboración de la Propuesta, denominada, "Plan General de Mitigación de los Efectos Negativos en la Calidad Ambiental, por la ocurrencia de Fenómenos de Remoción en Masa para la Provincia de Cotopaxi". En este se abordan aspectos como Justificación; Fundamentación; Objetivos; Importancia; Ubicación sectorial y física; Factibilidad; Plan de trabajo; Actividades; Recursos; Impacto; Evaluación; Instructivo de funcionamiento; Forestación de las áreas; Cultivo

en terrazas; Optimización del pastoreo en suelos; Inventario florístico y faunístico; Revestimiento e impermeabilización de canales de riego; Construcción de muros y dispositivos de contención; Incremento del control de la población afectada; así como la Creación de un Comité Técnico.

# CAPÍTULO I

## MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.1. UBICACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA

Los Fenómenos de Remoción en Masa (FRM), deslizamientos o deslaves de los suelos, el arrastre de material orgánica, es uno de los principales problemas medioambientales del mundo. Latino América y el Ecuador no son la excepción, por sus características climatológicas, topográficas y edafológicas.

La provincia de Cotopaxi se divide en siete cantones que son Latacunga, La Maná, Pangua, Pujilí, Salcedo, Saquisilí y Sigchos. Como provincia sus principales indicadores, según informes del Ministerio de Salud Pública (2006)<sup>1</sup> y del SISE (2005)<sup>2</sup>, son los siguientes:

- Demográficos:
  - Mujeres: 198 248
  - Hombres: 186 251
  - Población rural: 255 965
  - Población indígena (%): 28
  
- Socio – económicos:
  - Analfabetismo (%): 21,59
  - Analfabetismo mujeres (%): 22,95
  - Pobreza por NBI (rural) (%): 90,47
  - Número de personas sin NBI: 231 573
  - Gasto en salud per cápita MSP (USD/habitante año): 36,00

---

<sup>1</sup> MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA. (2006).

<sup>2</sup> SISE. (2005). *Datos Estadísticos al año 2005*. Gobierno Nacional, Quito, Ecuador.

- Sanitarios:
  - Mortalidad infantil x 1000 nacidos vivos: 45,90
  - Enfermedades diarreicas: 6,925
  - Médicos / 10.000 hab.: 11,80
  - Enfermeras / 10.000 hab.: 3,40
  - Auxiliares de enfermeras / 10.000 hab.: 7,30
  - Cama hospitalaria / 10 000 hab.: 1,1
  
- Agua y saneamiento
  - Agua entubada (rural) (%): 18,78
  - Número de viviendas con agua entubada: 10.736

Según datos obtenidos en investigación documental, se puede resumir lo siguiente, en cuanto a la información histórica de los deslaves en la provincia de Cotopaxi.

Al arreciar la temporada invernal en la provincia de Cotopaxi, se provoca la ocurrencia de constantes asentamientos de tierra y derrumbes, que impiden el libre tránsito vehicular y peatonal; además poniendo en riesgo vidas humanas y viviendas, así como otras infraestructuras, recursos paisajísticos, etc., incluyendo también la destrucción de carreteras y caminos de diferentes órdenes de importancia vecinales.

Se encuentra reportado y documentado, que las áreas relacionadas con la carretera Latacunga – La Maná, son las más afectadas por los FRM en la provincia bajo estudio, así como también, todos los cantones de la provincia de Cotopaxi, es decir, Latacunga, La Maná, Pangua, Pujilí, Salcedo, Saquisilí y Sigchos.

Un deslave en la zona El Pungo de Sigchos, mató a siete personas; cinco de la comunidad Quinte Buena Esperanza y dos de Rasuyacu Chingunto. Otras cuatro personas sufrieron con heridas graves.

La tragedia se produjo cuando trece personas, la mayoría jóvenes, abrían un canal para transportar agua desde las faldas del volcán Iliniza a la hacienda El Pungo, de propiedad de Herdoíza Crespo. Los montos de las pérdidas aún no se establecen, pero la comunidad acudió a la asesoría de un abogado para solicitar los fondos que consideren necesarios.

Mientras, la vía Latacunga – La Maná, considerada alterna para unir a la Sierra con la Costa se bloqueó en innumerables ocasiones debido a derrumbes. Así, es habitual que en el sector, en donde se afecta la mesa de la carretera sólo se permite el trasbordo de pasajeros de buses y camionetas para llegar al centro del cantón.

En el año 2003, seis personas fallecieron, una sigue desaparecida y otras cuatro están heridas por el deslave en el cantón Sigchos, a una hora y media al Noroccidente de Latacunga, Cotopaxi.

En el año 2000, en la localidad de Zumbahua, a una hora de Latacunga, cantón Pangua, las lluvias reflejaron, otra vez, la fragilidad de las carreteras ecuatorianas: los deslaves fueron el denominador común en las principales vías del país y de la provincia de Cotopaxi. El saldo fue de trece muertos en un volcamiento de un bus de la Cooperativa Cotopaxi; unos días antes, en Zumbahua murieron 11 personas, incluyendo una niña de cuatro años, debido a un deslizamiento de tierra de las laderas de una montaña, en esta parte del callejón Andino.

La carretera que une a Latacunga con Quevedo está catalogada entre las pésimas del país; especialmente en el tramo entre Pujilí y Pilaló, donde las lluvias, causantes de deslaves en los años desde 1998 hasta el presente 2009, han minado la mesa y el asfalto y no se posible la señalización. El mantenimiento es casi inexistente, ocurriendo accidentes de tránsito, pero también, el enterramiento de parcial o completo de pequeños establecimientos humanos, muy vulnerables a los FRM. Las cifras señalan

una cantidad apreciable de muertos y heridos, así como daños infraestructurales en viviendas, cultivos, paisajes, recursos hídricos, vías de comunicación y servicios básicos.

Asimismo, se reporta que en las localidades de Quinsaloma y El Corazón, se han producido deslaves desde principios del siglo pasado, pero es en los últimos 20 años, que estos se han intensificado, causando además de cantidades significativas de fallecidos y heridos, números apreciables de desplazados, y daños como los referidos anteriormente.

En general, puede concluirse que, sobre todo durante la temporada invernal, se generaliza en las provincias de la Sierra ecuatoriana, incluyendo a Cotopaxi, la ocurrencia de FRM, que además de pérdidas de vidas humanas, también dejan una secuela de personas heridas, daños a la flora y fauna, a las infraestructuras, al paisaje y, en general, producen un deterioro significativo en la calidad de vida de las diferentes parroquias y localidades de los siete cantones de la provincia.

## **1.2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA PROBLEMÁTICA**

A pesar del esfuerzo de algunas entidades por registrar los efectos más notables de los fenómenos de remoción en masa, los costos de los daños ocasionados por su ocurrencia sólo se han evaluado de forma parcial en algunos casos, pero en la mayoría de ellos se desconocen valores reales.

A raíz de las catástrofes causadas por fenómenos naturales, el tema de las amenazas ha venido cobrando un mayor interés en la Provincia desde hace algunos años, gracias en parte a la preocupación existente a nivel nacional por reducir la magnitud de las pérdidas que éstos ocasionan. Los fenómenos de remoción en masa, comúnmente llamados deslizamientos o derrumbes son por tanto una amenaza cuya distribución y magnitud se deben conocer para mejorar el manejo de las zonas propensas a ellos.

### **1.3. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

La definición de medidas adecuadas para prevenir los efectos negativos y reducir las pérdidas ocasionadas por los fenómenos de remoción en masa, requiere conocer las características de los mismos y establecer anticipadamente las zonas donde ellos podrían manifestarse, es decir, identificar la distribución de la amenaza en una región dada. Con el objetivo de brindar herramientas técnicas y tener planes de mitigación con un adecuado manejo ambiental.

Ante todo esto se plantea la interrogante *¿Cómo se relaciona la ocurrencia de Fenómenos de Remoción en Masa con la Calidad Ambiental en las áreas críticas de la Provincia de Cotopaxi?*

### **1.4. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA**

Campo: Ecología

Área: Desastres naturales, Orografía y Silvicultura

Aspecto: Daños ecológicos y antropológicos

Donde: En la Provincia de Cotopaxi

Cuando: Cinco meses

### **1.5. JUSTIFICACIÓN**

A pesar de que los análisis de estabilidad de taludes no se emplean ampliamente en el país peor el establecimiento de factores de seguridad a la falla y el diseño de obras de estabilización o prevención de deslizamientos, el tiempo y costos que implican limitan al estudio de laderas individuales en donde sus características geométricas, geotécnicas e hidrogeológicas se pueden definir más o menos bien. El estudio de laderas es el propósito del presente trabajo, establecer herramientas metodológicas apropiadas, proporcionar información precisa sobre el factor de seguridad de una ladera, para que permita

establecer la mayor o menor posibilidad de que en ellas ocurra un movimiento en masa o que sean afectadas por éste.

Un factor limitante en el desarrollo del presente estudio es justamente la falta de información sobre el tema ya que en la Provincia de Cotopaxi no existen planes de mitigación para los problemas de fenómenos de Remoción en masa, pese a que en la misma han ocurridos graves tragedias debido a este fenómeno.

Los principales beneficiarios de los resultados de la investigación que se plantea son los pobladores de las áreas críticas, más susceptibles de la ocurrencia de fenómenos de remoción en masa y, evidentemente, junto con ellos, los diferentes estamentos de los gobiernos locales.

Asimismo, se puede afirmar, que la metodología a emplear en la consecución de los resultados del presente estudio, podrá ser de aplicación en estudios análogos en otras regiones de la Sierra ecuatoriana, así como de otros países andinos.

## **1.6. CAMBIOS ESPERADOS CON LA INVESTIGACIÓN**

Como se presentará, como propuesta principal, el Plan General de Mitigación para la Provincia, cuyo propósito es la minimización de los efectos negativos (modificaciones negativas) que se producen por la ocurrencia de los FRM.

Asimismo es de esperar, que de implementarse este Plan General de Mitigación y, de ser particularizado para las diferentes localidades de la provincia, que los efectos negativos mencionados se minimicen.

## **1.7. OBJETIVOS**

### **1.7.1. Objetivo General**

Determinar los nexos e interrelaciones entre la ocurrencia de Fenómenos de Remoción en Masa y la Calidad Ambiental en las áreas críticas de la Provincia de Cotopaxi, entre los años 1988 y 2008.

### **1.7.2. Objetivos Específicos**

- Determinar las áreas críticas que provocan Fenómenos de Remoción en Masa en la Provincia de Cotopaxi.
- Evaluar el Escenario Ambiental de las áreas críticas de la Provincia de Cotopaxi resultante de la ocurrencia de Fenómenos de Remoción en Masa.
- Elaborar un Plan General de Mitigación para la provincia de Cotopaxi, que implique la minimización de los efectos negativos en la Calidad Ambiental, de la ocurrencia de FRM.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN

#### 2.1. ANTECEDENTES DEL TEMA A INVESTIGAR

Los Fenómenos de remoción en masa suelen darse en zonas de alta montaña, como los Alpes, las montañas Rocosas, los Andes o el Himalaya, entre otras.

Varios autores han propuesto un buen número de clasificaciones de los movimientos en masa, con base en las características que pueden distinguir a uno de otro, como el tipo de material (suelo, roca), la forma de la masa desplazada, la velocidad, la dinámica del movimiento y otras.

Desde un punto de vista casuístico, los FRM son eventos de segundo o mayor orden, puesto que, ellos son detonados por factores naturales o artificiales que constituyen las causas o eventos de primer orden (Ojeda, 1992)<sup>3</sup>.

González<sup>4</sup>, en 1990 propuso una metodología para la que aparece en las Memorias de las VI Jornadas Geotécnicas Colombianas. Bogotá, Sociedad Colombiana.

Castellanos por los años 1986<sup>5</sup> y 1996<sup>6</sup>, reportó sus estudios sobre el efecto de las lluvias críticas en la evaluación de amenaza de eventos de remoción

---

<sup>3</sup> OJEDA, J y otros (2.001). Evaluación de riesgos por fenómenos de remoción en masa. Bogota. Colombia.

<sup>4</sup> GONZÁLEZ, AJ. (1990). Metodología para evaluación de riesgo por deslizamientos a nivel intermedio .Memorias de las VI Jornadas Geotécnicas Colombianas. Bogotá, Sociedad Colombiana.

<sup>5</sup> CASTELLANOS, R. (1986). Lluvias críticas en la evaluación de amenaza de eventos de remoción en masa. Tesis de maestría en geotecnia. Bogotá, Universidad Nacional de Colombia, 446 pp.

en masa, en su tesis de maestría en geotecnia, desarrollada en la Universidad Nacional de Colombia. Valencia, A. J. y Velásquez<sup>7</sup>, en el Symposium Landslides 2 COBRAE de Río de Janeiro presentaron sus estudios sobre la evaluación de un escenario de riesgo por fenómenos de inestabilidad en Marmato, Caldas.

Por el año 1990, Mora<sup>8</sup> en el informe de la misión de asesoría a la Oficina Nacional para la Prevención y Atención de Desastres (ONAD) de Colombia, reportó sus estudios sobre la Inestabilidad de laderas en la cuenca alta del río Chicamocha.

En las investigaciones previas señaladas, se han establecido, principalmente, las siguientes conclusiones:

- La no existencia de Planes de Mitigación para los efectos de los FRM, particularmente en las áreas críticas.
- Una muy negativa Modificación del Paisaje después de la ocurrencia de los FRM.
- Una muy negativa Modificación de la flora y la Fauna, después de la ocurrencia de los FRM.
- La Calidad de Vida de las personas en las áreas afectadas, se transforma en muy negativa, al ocurrir los FRM.

Estas investigaciones previas lograron, además de la caracterización de las afectaciones por los FRM en las áreas críticas, el diseño y la propuesta de

---

<sup>6</sup> CASTELLANOS, R. (1996). Lluvias críticas en la evaluación de amenaza de eventos de remoción en masa. Tesis de maestría en geotecnia. Bogotá, Universidad Nacional de Colombia, 446 pp.

<sup>7</sup> VALENCIA, A. J. Y VELÁSQUEZ, E. (1997). Evaluación de un escenario de riesgo por fenómenos de inestabilidad en Marmato, Caldas. 2 Pan-Am. Symp. Landslides, 2 COBRAE, Rio de Janeiro.

<sup>8</sup> MORA, S. (1990). Inestabilidad de laderas en la cuenca alta del río Chicamocha. Informe de la misión de asesoría- UNDRO, Oficina Nacional para la Prevención y Atención de Desastres (ONAD) de Colombia.

Planes de Mitigación de los efectos de los FRM, en las áreas afectadas, así como la prospección de zonas, no consideradas como críticas para la ocurrencia de FRM.

El aporte del estudio que se propone radica, fundamentalmente, en que las poblaciones de las áreas críticas a los FRM, contarían con Planes de Mitigación, así como que quedarían identificadas las áreas críticas de remoción en masa en la Provincia de Cotopaxi.

## **2.2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

### **2.2.1. Concepto y clasificación de los Fenómenos de Remoción en Masa**

Conceptualmente, los FRM son descensos de una masa de tierra y roca por la ladera de una montaña. Ocurren cuando el agua de lluvia y de condensación de la nieve se infiltra a través de la capa superior de una ladera, a través de las fisuras y poros que existen por debajo ella, hasta alcanzar un lecho de esquistos con inclinación hacia el valle. El agua acumulada en la superficie de los esquistos los reblandece hasta formar una arcilla resbaladiza. Cuando la cohesión de los materiales está lo suficientemente debilitada, la masa de tierra y roca se desliza y desciende a lo largo del lecho de esquistos. (Aste 1998)<sup>9</sup>.

Se han desarrollado FRM en masa se producen lentamente y en secuencias irregulares a través de años, sin causar graves daños. Estas masas de tierra tienen un característico aspecto rugoso, con montículos redondos, y los árboles que crecen sobre ellas resultan desplazados con distintos grados de inclinación.

---

<sup>9</sup> ASTE, J.P. (1998). Apuntes sobre la evaluación y la prevención de riesgos geológicos: hacia una nueva visión metodológica y operativa, Vol. 2. Memorias del VII Congreso Colombiano de Geotecnia, Bogotá, Sociedad Colombiana de Geotecnia, octubre.

Los FRM que se producen súbitamente en las laderas pronunciadas pueden provocar daños en amplias zonas habitadas y, en ciertos casos, causar inundaciones al represarse grandes volúmenes de agua. Los FRM se producen, mayormente, en zonas de alta montaña, como las grandes formaciones montañosas a nivel mundial: los Alpes, Las Rocosas, Los Andes o los Montes del Himalaya.

Los FRM involucran movimientos de material geológico debidos a la fuerza de la gravedad de amplia variedad y complejidad, que hacen de la temática un asunto difícil de estudiar en su conjunto. A veces se refiere a ellos como procesos erosivos, no obstante la diferencia principal, de que en el caso de la erosión, siempre hay un elemento natural (agua, viento, hielo) y/o antropogénico capaz de desestabilizar y arrastrar el material.

Asimismo, se emplea, de forma general, el vocablo "deslizamiento", pero que la realidad es que este sólo correspondería a algunos tipos de FRM, y quizá poco apropiado para referirse a movimientos en masa tan diferentes en su mecanismo como una caída de rocas, un flujo de lodos o una falla del suelo.

Varios autores han propuesto un buen número de clasificaciones de los movimientos en masa, con base en las características que pueden distinguir a uno de otro, como el tipo de material (suelo, roca), la forma de la masa desplazada, la velocidad, la dinámica del movimiento y otras.

Independientemente de la clasificación que se siga, la médula del problema es entender los FRM en sí mismos: localizaciones, formas y dimensiones, los factores que determinaron o determinan la predisposición a la falla, el mecanismo que conduce a la falla del terreno, los factores detonantes, la dinámica del movimiento, su magnitud, su distribución de velocidades, y la extensión que la masa podría alcanzar una vez que esté en movimiento. Desde un punto de vista casuístico, los FRM son eventos de segundo o

mayor orden, ellos son detonados por factores naturales o artificiales que constituyen las causas o eventos de primer orden<sup>10</sup>.

Varios autores han propuesto un buen número de clasificaciones de los FRM, con base en las características que pueden distinguir a uno de otro, como el tipo de material (suelo, roca), la forma de la masa desplazada, la velocidad, la dinámica del movimiento y otras<sup>11</sup>.

Cualquiera que sea la clasificación que se adopte, la parte sustancial del problema es entender los FRM en sí mismos: la localización, la forma y dimensiones, los factores que intervinieron o intervienen en la predisposición a la falla, el mecanismo que conduce a la falla del terreno, los factores detonantes, la dinámica del movimiento, la magnitud, la distribución de velocidades, y la distancia que la masa podría alcanzar una vez que se encuentre en movimiento. Desde un punto de vista casuístico, los FRM son eventos de segundo o mayor orden, puesto que ellos son detonados por factores naturales o artificiales que constituyen las causas o eventos de primer orden (González, 1999)<sup>12</sup>.

### **2.2.3. Aspectos agroecológicos tomados en cuenta en los fenómenos de remoción en masa**

La parte de la agroecología que toma en cuenta a los FRM tiene el propósito de relacionar los tipos de suelo, desde el punto de vista agroecológico, su cobertura y vocación de uso, la influencia que sobre éstos tienen las actividades del hombre, con el resultado del deslave. Para ello se utilizan los

---

<sup>10</sup> GONZÁLEZ, A. J. (1990). Metodología para evaluación de riesgo por deslizamientos a nivel intermedio. Memorias de las VI Jornadas Geotécnicas Colombianas. Sociedad Colombiana de Geotecnia. Bogotá, Colombia.

<sup>11</sup> DANTE, M. (2008). Clasificación de los Fenómenos de Remoción en Masa. Ed. Reverté, Madrid, España.

<sup>12</sup> GONZÁLEZ G. A. J. (1999). Guía general para la evaluación de amenaza y riesgos por fenómenos de remoción en masa en estudios detallados. Bogotá, Sociedad Colombiana de Geotecnia.

mapas de uso potencial del suelo y de uso actual y la cobertura vegetal del suelo.

El primer mapa se obtiene mediante análisis de la información taxonómica de los suelos (profundidad, textura, pedregosidad, propiedades químicas y otras) y las características geomorfológicas y climáticas del terreno.

En el segundo mapa se cartografían, mediante fotointerpretación y comprobaciones de campo, los diferentes tipos de cobertura de los suelos desde el punto de vista de resistencia a la degradación erosiva y de remoción en masa.

#### **2.2.4. Aspectos hidrometeorológicos tomados en cuenta en los fenómenos de remoción en masa**

Con base en la hidrometeorología, se construyen mapas de clima y zonas de vida, y se identifica la red hidrográfica con sus cuencas y microcuencas para determinar, con base en datos de precipitación, las isoyetas medias mensuales y anuales, y las curvas de intensidad - duración - frecuencia (IDF) que definen las lluvias torrenciales o aguaceros fuertes. La información se emplea en el cálculo de las lluvias detonantes de los FRM en las cuencas y de los caudales y áreas inundables por las avenidas torrenciales a su paso por las zonas urbanas.

La mayoría de los deslizamientos que ocurren en áreas de montañas se desarrollan después de eventos intensos de lluvia, por lo es necesario, para cualquier estudio de probabilidad de ocurrencia de FRM, conocer la *lluvia crítica*, es decir, la cantidad de lluvia necesaria para detonarlos.

### **2.2.5. Planes de mitigación**

En general, la prevención y/o mitigación de desastres es un proceso dinámico, de concertación de voluntades, actitudes y expectativas de las poblaciones vulnerables. Se hace viable en la medida en que esta corresponda al nivel de conciencia y organización de la población y la incorpore como sujeto activo que juegue un papel importante en la implementación de acciones encaminadas a evitar o disminuir los efectos del evento.

La función del agente externo se relaciona más con la orientación y motivación, que busca estimular en la población una intervención consciente y coordinada en el manejo de los desastres. No es pertinente que debido a un voluntarismo que le impone el compromiso de cumplir sus metas, trate de reemplazar a la población o en su defecto violentar el proceso de interiorización de las propuestas y conceptos de prevención y mitigación en la población, a partir de los cuales va a organizar su participación activa en el conjunto de acciones conducentes a la prevención y mitigación de desastres.

Por otro lado, la incorporación de criterios de prevención de manera explícita en los proyectos y planes de desarrollo local pasa por reconocer en la población notables ventajas comparativas ante cualquier agente externo, sustentadas en el conocimiento de la realidad socioeconómica y cultural y las características del medio físico en el cual participa, en la identificación de los indicadores de vulnerabilidades, así como de las posibilidades y potencialidades que sustenten su desarrollo.

Se define como mitigación de desastres a las medidas que pueden tomarse para minimizar los efectos destructivos y disruptivos de los fenómenos naturales peligrosos y, por lo tanto, aminorar la magnitud de un desastre. Estas medidas pueden ser de distinto tipo: físicas, legales, sociales, económicas, etc.; pueden tener lugar en cualquier momento: antes de que

ocurra un desastre, durante una emergencia, después de un desastre, y durante la recuperación o reconstrucción.

La mayoría de los programas de mitigación clásicos se orienta hacia aminorar el fenómeno natural y sus efectos, mas no las condiciones de vulnerabilidad de la población. Asimismo, tienen un enfoque tecnocrático y son manejados por agencias grandes y centralizadas sin una participación real de los afectados o damnificados<sup>13</sup>.

Los principios para formular e implementar planes de mitigación, pueden sintetizarse de la siguiente manera:

- a) Identificación y evaluación de los fenómenos que pudieran producirse y que pudieran estar asociados a alguna obra o actividad.
- b) Establecer las medidas a ser tomadas antes y después del fenómeno, suponiendo que este tiene probabilidades reales de ocurrir, teniendo en cuenta la historia de la localidad en ese sentido.
- c) Determinar medidas opcionales (alternativas razonables) de mitigación de efectos previstos, para el supuesto de que las primeras no dieran resultados positivos o esperados.
- d) Identificar efectos remanentes y las medidas a desarrollarse para atenuar, disminuir tales secuelas.

---

<sup>13</sup> ASTE, J.P. (1998). Apuntes sobre la evaluación y la prevención de riesgos geológicos: hacia una nueva visión metodológica y operativa, Vol. 2. Memorias del VII Congreso Colombiano de Geotecnia, Bogotá, Sociedad Colombiana de Geotecnia, octubre.

- e) Las medidas de mitigación incluyen trabajos de ingeniosa utilización de equipos especiales de control de contaminación, prácticas de manejo de recursos, conocimiento del funcionamiento del ecosistema, etc.
  
- f) Mecanismos de responsabilidad y de sanciones operativas: para el caso de que las medidas utilizadas para prevenir o atenuar impactos no resultaren eficientes.

Los planes de mitigación deberán elaborarse en forma matricial y contarán, al menos, con los aspectos considerados anteriormente.<sup>14</sup>

### **2.3. FUNDAMENTACIÓN CONCEPTUAL**

**Análisis univariado.** Procedimiento estadístico en el que se establece la dependencia o grado de correlación que tiene una variable de referencia con otras variables de análisis.

**Avenida torrencial.** Tipo de fenómeno de remoción en masa en el que el agua de una corriente aumenta considerablemente su volumen por el transporte de material sólido que ha caído a su cauce desde las laderas adyacentes.

**Base de datos espacial.** Conjunto de coberturas o capas de información temática, las cuales están definidas por medio de tablas que contienen tanto

---

<sup>14</sup> PNUD-UNDRO. (1991). Vulnerabilidad y evaluación de riesgo. Programa de entrenamiento para el manejo de desastres. Módulo preparado por A.W. Coburn, R.J.S. Spence y A. Pomonis.

la representación gráfica de los elementos geográficos, como los atributos que describen cada elemento dentro de cada tema.

**Base de datos topológico.** Manera eficiente de almacenar datos y proveer la estructura básica que hace que el análisis geográfico avanzado sea posible. Cuando se construye la topología de una cobertura, se genera una tabla de atributos de la cobertura. Los atributos caracterizan las relaciones topológicas y la geometría de los elementos.

**Capa de información.** Conjunto de información tanto espacial como de atributos de un tema específico.

**Cobertura.** Término utilizado para denominar el modelo digital que almacena y conecta conjuntos de elementos geográficos con sus atributos asociados. Una cobertura está compuesta por un conjunto de archivos o tablas relacionados, incluyendo archivos con coordenadas y archivos con atributos. Un identificador conecta los datos espaciales con los atributos. Cada uno de los identificadores tiene un valor numérico único, lo cual asegura una correspondencia de uno a uno entre datos espaciales y atributos. Un registro por cada elemento espacial.

**Desastre.** Daño o alteración grave de las condiciones normales de vida en un área geográfica determinada, causada por fenómenos naturales y por efectos catastróficos de la acción del hombre en forma accidental, que requiera por ello la especial atención de los organismos del Estado y de otras entidades de carácter humanitario o de servicio social.

**Factor detonante.** Evento natural o acción del hombre que puede detonar un fenómeno de remoción en masa. Causa inmediata que activa los movimientos en masa.

**Falla geológica.** Fracturamiento y desplazamiento de los materiales de la corteza terrestre a largo de un plano o superficie de ruptura. Las dimensiones de las fallas pueden alcanzar cientos de kilómetros hasta micro fracturas en muestras de roca. El tipo de falla se define por el movimiento relativo de los bloques y su actividad.

**Fenómeno natural.** Todo suceso cuyo origen y manifestación no depende de la acción del hombre. De acuerdo con su origen se pueden clasificar en geológicos (sismos, erupciones volcánicas, FRM), atmosféricos (vientos, huracanes, tormentas y sequías, entre otros), hidrológicos (inundaciones, crecidas) y extraterrestres (impacto de meteoritos, acercamiento de cometas), entre otros.

**Fenómenos de remoción en masa (FRM).** Movimientos ladera abajo de material geológico debido a la fuerza de gravedad.

**Isoyeta.** Familia de curvas que se forman por la unión de puntos de igual precipitación.

**Mitigación.** Conjunto de medidas tomadas con anticipación a un desastre, con el fin de reducir al mínimo o eliminar su impacto sobre la sociedad y el ambiente.

**Período de retorno.** Tiempo promedio de ocurrencia en el pasado de eventos del mismo tipo con características similares.

**Prevención.** Conjunto de medidas estructurales y no estructurales basadas en la predicción, que buscan disminuir al mínimo el nivel de daño socioeconómico que puede causar un fenómeno. Las medidas estructurales comprenden obras como diques, muros de protección, espolones, canalización de cauces, entre otros. Las medidas no estructurales incluyen

el ordenamiento territorial, los sistemas de alarma, las normas y la educación, entre otras.

**Zonificación.** División del terreno en áreas homogéneas o dominios y la jerarquización de dichas áreas de acuerdo con sus grados de amenaza.

## **2.4. FUNDAMENTACIÓN LEGAL**

### **2.4.1. Constitución de la República del Ecuador**

De acuerdo con el Art. 72 de la Constitución de la República del Ecuador. De los derechos de la Naturaleza; La naturaleza tiene derecho a la restauración. Esta restauración será independiente de la obligación que tiene el Estado y las personas naturales o jurídicas de indemnizar a los individuos y colectivos que dependan de los sistemas naturales afectados.

En los casos de impacto ambiental grave o permanente, incluidos los ocasionados por la explotación de los recursos naturales no renovables, el Estado establecerá los mecanismos más eficientes para alcanzar la restauración, y adaptará las medidas adecuadas para eliminar o mitigar las consecuencias ambientales nocivas.

### **2.4.2. Normativas del Ministerio de Obras Públicas**

La Ley de Caminos, que comprende también el Derecho de Vía, está íntimamente relacionada con los FRM, así, por ejemplo, elementos principales de esta interrelación son:

#### **PRIMERO:**

- El Artículos 2 de la Ley de Caminos pone bajo control del Ministerio de Obras Públicas, todos los caminos, sin perjuicios de las obligaciones que deben cumplir las otras instituciones o los

particulares, por lo que en consecuencia todo proyecto requerirá de la autorización de tal Ministerio, sin que puedan sin él realizarse legalmente las obras.

- El Artículo 3 establece el derecho de vía, especialísima institución que permite la ocupación de los terrenos necesarios para los caminos, sin necesidad de procedimientos comunes a la expropiación; en tanto que el Artículo 6 establece, entre otras atribuciones del Ministerio de Obras Públicas, la de aprobar los proyectos y presupuestos que se presentaren para la construcción, ensanchamiento, mejoramiento o rectificación de caminos; y el Art. 9 determina como los Consejos Provinciales y otras entidades deben resolver la expropiación al tratarse de caminos que se hallan a su cargo, señalando que la resolución correspondiente se inscribirá en el Registro de la Propiedad.
- A su vez el Artículo 39 se refiere a prohibiciones de ocupar, alterar, obstruir, estrechar o desviar los caminos públicos; en tanto que el Art. 40 exige para la realización de obras en los caminos de la autorización previa de la Dirección Provincial de Obras Públicas.
- Los Artículos 3 y 4 del Reglamento Aplicativo de la Ley de Caminos, determina el procedimiento que han de seguir las instituciones para la construcción, ensanchamiento o rectificación de los caminos a su cargo, señalando cómo se da la aprobación por parte de los entes del Ministerio de Obras Públicas, y finalmente señala las prohibiciones de realizar plantaciones u obras similares dentro de los caminos.
- Por su parte, los Artículos 1 y 3 de la Ley de la Jurisdicción Contencioso Administrativa, se refieren a la posibilidad de impugnar los actos y resoluciones de las entidades públicas; y, a la clase de recursos que la ley establece para impugnarlos, señalando el Art. 59 lit. b), que será causa de nulidad la omisión o incumplimiento de las formalidades legales que deben observarse para dictar una resolución o iniciar un proceso, de acuerdo con la ley cuya violación se denuncia, siempre que la omisión o incumplimiento causen gravamen

irreparable o influyan en la decisión de la causa. En cuanto a los planos de construcción de caminos, establece,

**SEGUNDO:**

Basados en la normatividad legal y reglamentaria antes señalada, es evidente que las municipalidades, así como los otros entes seccionales, deben acudir ante el Ministerio de Obras Públicas, o sus dependencias para obtener la aprobación de los planos de construcción de caminos u otras obras de rectificación o ensanchamiento de los mismos.

Tal procedimiento no es otra cosa que la concreción del trámite a seguirse para efecto de cumplir sus funciones señaladas en el numeral 2) del Artículo 15 e, y del Artículo 163 de la Ley de Régimen Municipal. Ciertamente es que la autonomía municipal garantiza la facultad de adoptar las decisiones en última instancia sin intervención externa por parte de las entidades municipales en las materias que son de su competencia; más tal autonomía ni es vulnerada, ni reducida por la circunstancia de que el Municipio se vea obligado a cumplir determinados trámites en garantía de los derechos de terceras personas en la realización de sus obras, naturalmente, en caso de conflicto de norma ha de aceptarse la prevalencia de las disposiciones constitucionales que garantizan la autonomía municipal, sobre las disposiciones reglamentarias.

Desde luego el cumplimiento de las disposiciones legales exigidas previamente a la toma de una resolución, de acuerdo con lo que determina el Art. 59 lit. b) de la Ley de la Jurisdicción Contencioso Administrativa, puede originar la nulidad del acto administrativo adoptado sin tales requisitos previos, pero siempre que tal incumplimiento determine un gravamen irreparable o influya en la decisión de la causa. En cuanto a la Dirección Provincial de Obras Públicas:

### **TERCERO:**

En el caso, es evidente que de acuerdo a la Ley de Caminos, la Municipalidad, previamente a tomar cualquier decisión, debía poner en conocimiento de la Dirección Provincial de Obras Públicas su proyecto de rectificación, inicialmente planteado, del camino materia de la litis.

Más, es evidente de los datos arrojados por la Inspección Judicial, que no se llegó a realizar la rectificación planteada, sino que tan sólo se procedió a la limpieza de un antiguo camino existente, en cuyo caso es cierto que no se causó daño irreparable con la acción municipal, lo que determina que la resolución mediante la cual se decidió el ensanchamiento del camino objeto de la litis no puede ser declarada nula, desde luego sin perjuicio de que, si tal ensanchamiento produjo daños de consideración al recurrente puede éste concurrir en la cuerda correspondiente a reclamar, de comprobarse en ella los perjuicios demandados.

## **2.4. HIPÓTESIS**

Los Fenómenos de Remoción en Masa afectan negativamente a la Calidad Ambiental en las áreas críticas de la Provincia de Cotopaxi.

### **2.5.1. Variables**

#### *2.5.1.1. Variable independiente*

Fenómenos de Remoción en Masa (FRM)

#### *2.5.1.2. Variable dependiente*

Calidad Ambiental

## 2.5.2. Operacionalización de las variables

En la Tabla 2.1 se presenta la Operacionalización de las variables.

**Tabla 2.1.**  
**Operacionalización de las variables.**

VARIABLES	CATEGORÍAS	INDICADORES	INSTRUMENTOS	ÍNDICES
Variable Independiente:  <i>Fenómenos de Remoción en Masas</i>	Impacto social	Nivel del efecto	Observación en instancias  Registro de investigación documental en archivos	Muy significativa Significativa Poco significativa No significativa
	Impacto ambiental	Nivel del efecto	Observación en instancias  Registro de investigación documental en archivos	Muy significativa Significativa Poco significativa No significativa
Variable dependiente:  <i>Calidad Ambiental</i>	Modificación del paisaje	Grado en que se modifica el paisaje	Entrevista	Muy significativa Significativa Poco significativa No significativa
	Modificación de la flora y la fauna	Grado en que se modifica la flora y la fauna (especies e individuos perdidos)	Entrevista	Muy significativa Significativa Poco significativa No significativa
	Modificación de la calidad de vida	Grado en que se afecta la calidad de vida	Entrevista	Muy significativa Significativa Poco significativa No significativa
	Modificación de la infraestructura civil	Grado en que se afecta la infraestructura civil	Entrevista	Muy significativa Significativa Poco significativa No significativa
	Pérdida de vidas humanas	Grado en que se manifiesta la mortalidad humana	Registro de investigación documental en archivos	Muy significativa Significativa Poco significativa No significativa

Elaborada por: CHICAIZA, S. (2009). Ecuador.

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. MÉTODOS Y TÉCNICAS UTILIZADOS EN LA INVESTIGACIÓN**

El estudio fue de diseño *no experimental*, puesto que no se manipuló la variable independiente para medir el efecto causado en la dependiente. Asimismo, la investigación fue *descriptiva* ya que el propósito era describir situaciones y eventos, es decir, cómo se manifiesta el fenómeno de la remoción en masa en áreas críticas, especificándose las principales características de este accionar contra la calidad ambiental, aplicando el criterio científico de que *describir es medir*.

Se aplicó el método hipotético – deductivo, proponiendo una hipótesis como consecuencia de las inferencias del conjunto de datos empíricos, para arribar a conclusiones particulares a partir de la hipótesis.

Se empleó las técnicas de la observación en campo y de la investigación documental para la obtención de datos de archivo, analizando los documentos de los diferentes organismos que registran y caracterizan los FRM ocurridos en el territorio bajo estudio, el H. Consejo Provincial de Cotopaxi, en la Defensa Civil de Cotopaxi, la Cruz Roja y en el Ministerio de Energía y Minas, sobre las zonas de ocurrencia de los FRM y las afectaciones provocadas; así como también en el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, para la obtención de las poblaciones afectadas.

Con la utilización de los métodos y técnicas descritos fue posible la medición de las variables de investigación, es decir, los Fenómenos de Remoción en Masa y, la Calidad Ambiental en las áreas críticas de la Provincia de Cotopaxi.

### **3.2. CONSTRUCCIÓN METODOLÓGICA DEL OBJETO DE INVESTIGACIÓN**

El problema de investigación fue escogido principalmente a causa del interés mostrado por las autoridades de gobierno y sociales del territorio en la remediación de las afectaciones ocurridas como consecuencia de FRM comunes a determinadas zonas de la provincia y que se producen con cierta frecuencia.

Asimismo, el autor de la presente investigación, desde el punto de vista personal, ha visto afectada su calidad de vida por la ocurrencia de deslaves y deslizamientos de tierra, particularmente en la época invernal, en su cantón de residencia, o sea, Pangua.

Así, el propósito macro de la investigación radicó en el diseño de Plan General de Mitigación para la provincia de Cotopaxi que implique la minimización de los efectos negativos por la ocurrencia de FRM, como se plantea en el tercer objetivo específico del estudio.

Para el logro del objetivo general, a través del tributo de los específicos, se desarrolló la estrategia general de:

- Compilación de la ocurrencia, en tiempo, efectos (gravedad – consecuencias) de FRM en el territorio bajo estudio para, sobre esta base, conocer las áreas críticas y.
- A través de encuestas a las poblaciones afectadas, así como de la observación, el establecimiento del deterioro de la calidad ambiental de las áreas críticas, si lo hubiera.
- De acuerdo con los resultados obtenidos en la investigación de campo, la elaboración del Plan General de Mitigación, antes

mencionado, mismo que será socializado entre las autoridades provinciales, cantorales, seccionales y locales, particularmente de las áreas críticas previamente determinadas.

### **3.3. ELABORACIÓN DEL MARCO TEÓRICO**

La función principal del Marco Teórico es *dotar de bases teóricas a la investigación*, es decir, analizar, interpretar y exponer las teorías, investigaciones previas y antecedentes que sean de utilidad para la realización del estudio. Esto sólo puede realizarse cuando se hayan complementado las etapas anteriores, es decir, el planteamiento del problema, con todos los aspectos que comprende hasta el diseño de los objetivos, la factibilidad y las preguntas de investigación. Entonces el Marco Teórico puede ser definido como “un conjunto de elementos de organización cognitiva presentado en forma explícita, rigurosa y sistemática” (Jiménez et al., 1999). El Marco Teórico está relacionado con absolutamente todas las etapas del proceso de investigación, desde que nace la idea, hasta que se elabora el informe final de la investigación.

El Marco Teórico se esquematizó tomando como base a los objetivos específicos y por supuesto, a las variables de investigación categorías principales, que constituyen su esquema:

- Los antecedentes del tema a investigar, es decir, qué se ha hecho – publicado sobre los FRM.
- La fundamentación teórica de los objetivos específicos de la investigación, con base en las variables y por lo tanto, en la hipótesis de investigación.
- La fundamentación conceptual que sustenta a los diferentes aspectos que caracterizan las temáticas tratadas.

- La fundamentación legal, que sostiene, desde el punto de vista jurídico al estudio realizado.

### **3.4. RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN EMPÍRICA**

Se emplearon elementos del paradigma cuantitativo porque:

- Se utilizó la estadística aplicada al estudio de grandes muestras estableciendo relaciones de causa que, representativas de poblaciones, impliquen la explicación de un fenómeno u objeto en sus nexos e interrelaciones.
- Tuvo un enfoque positivista, aplicando los mismos métodos que los de las Ciencias Naturales.
- Se considera el objeto o fenómeno de estudio externo al investigador, con el propósito de ser imparcial y objetivo, empleando pruebas objetivas, test, entrevistas, encuestas, experimentos y otros instrumentos de medición para las variables.

La recolección de la información se inició aplicando el instrumento para agrupar los resultados de las mediciones de la variable independiente “*Fenómenos de Remoción en Masa*”, que aparece en el Anexo 1. Se registraron y clasificaron los FRM ocurridos y de los que existen datos en los últimos 20 años, en los cantones de la provincia de Cotopaxi.

La población, abarcó a toda la provincia de Cotopaxi, en sus 7 cantones, cuyas situaciones geográficas y límites se muestran en el mapa provincial de la Figura 3.1.

**Figura. 3.1.**

**Mapa de la provincia de Cotopaxi, donde se muestra la ubicación y el tamaño relativo de los siete cantones que la conforman.**



Fuente: Consejo Provincial (2009).

A los efectos de organización en la realización del estudio, resultó conveniente dividir la población bajo estudio en sus siete cantones, es decir, Latacunga, La Maná, Pangua, Pujilí, Salcedo, Saquisilí y Sigchos.

Asimismo, se aplicó a la población provincial económicamente activa, el instrumento guía de encuesta para la medición de la variable dependiente “*Calidad ambiental*”, que se muestra en el Anexo 2.

La referida población provincial con la que se trabajó fue de 170716 habitantes, es decir, el 67% de la población total.

El tamaño de la muestra se calculó empleando la ecuación<sup>15</sup>:

$$n = \frac{PQ \times N}{(N-1) \frac{\alpha^2}{K^2} + PQ}$$

Donde:  $n$  = tamaño de la muestra

$PQ$  = cuantil de la población = 0,25

$N$  = Tamaño de la población = 170 716

$\alpha$  = Nivel de significación = 0,05

$K$  = Constante de corrección del error = 2

$$n = \frac{0,25 \times 170716}{(170716-1) \frac{0,05^2}{2^2} + 0,25}$$

$$n = 399 \text{ personas}$$

En la Tabla 3.1 se muestra las distribuciones de la población y de las muestras correspondientes por cantones. Las muestras fueron de tipo aleatorio simple.

---

<sup>15</sup> CENTRO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS DE SANTIAGO DE CHILE (CIENES). (1990). Ed. CIENES. Santiago de Chile, Chile.

**Tabla 3.1.**  
**Distribución de poblaciones y muestras de las zonas críticas bajo estudio.**

<b>CANTÓN</b>	<b>POBLACIÓN</b>
	<b>MUESTRA</b>
Latacunga	58 317 / 136
La Maná	32 115 / 75
Pangua	19 877 / 46
Pujilí	22 181 / 52
Salcedo	22 181 / 52
Saquisilí	8 279 / 19
Sigchos	7 766 / 18
<b>TOTAL</b>	<b>170 716 / 399</b>

Elaborada por: CHICAIZA, S. (2009). Ecuador.

La selección de la muestra se realizó aleatoriamente, teniendo en cuenta el último padrón electoral.

### **3.5. DESCRIPCIÓN DE LA INFORMACIÓN OBTENIDA**

La información obtenida se capitalizó según las variables de la hipótesis, es decir, para “*Fenómenos de Remoción en Masa*”, como variable

independiente, sus datos se sistematizaron empleando la investigación documental en archivos de diferentes instituciones provinciales, cantorales y parroquiales; mientras que para la variable “*Calidad Ambiental*”, su información fue sistematizada mediante los ítems de la encuesta ya mencionada

### 3.6. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

Para el análisis e interpretación de los resultados de ambas variables se tomaron en cuenta:

- a) Los resultados de la variable independiente, a través del nivel del efecto, “Muy significativo”, “Significativo”, “Poco significativo “ y “No significativo” y, la evaluación correspondiente del mismo como 4, 3, 2 y 1, respectivamente. Para esta variable se consideraron, cualitativamente, las categorías magnitud, extensión y duración de los fenómenos. Se totalizó la evaluación de los fenómenos y se calculó el porcentaje del mismo considerando como base que todos los eventos hubieran recibido una evaluación de 4. El porcentaje obtenido fue evaluado según los siguientes criterios:

RANGO DEL PORCENTAJE	EVALUACIÓN DE LA GRAVEDAD DE LA OCURRENCIA DE LOS FRM EN LAS ÁREAS CRÍTICAS SEGÚN SU MAGNITUD, EXTENSIÓN Y DURACIÓN DE LOS EFECTOS
0,0 – 1,0	No significativa
1,1 – 2,0	Poco significativa
2,1 – 3,0	Significativa
3,1 – 4,0	Muy significativa

b) Los resultados de la variable dependiente, a través de la significancia de la afectación del mérito ambiental, según el consenso de la población sobre modificación del paisaje, modificación de la flora y la fauna, modificación de la calidad de vida, modificación de la Infraestructura civil y sobre la pérdida de vidas humanas, se recogió por frecuencias y porcentajes, empleándose los siguientes criterios:

AFECTACIÓN	MUY SIGNIFICATIVA		SIGNIFICATIVA		POCO SIGNIFICATIVA		NO SIGNIFICATIVA	
	FREC.	%	FREC.	%	FREC.	%	FREC.	%
Modificación del paisaje								
Modificación de la Flora								
Modificación de la Fauna								
Modificación de la Calidad de Vida								
Modificación de la Infraestructura Civil								
Pérdida de vidas humanas								

### **3.7. CONSTRUCCIÓN DEL INFORME DE INVESTIGACIÓN**

Para la construcción del informe de investigación se procedió a presentar tabulada y gráficamente los resultados obtenidos y, con ellos a verificar la hipótesis de investigación. A partir de la contrastación de la hipótesis y de los objetivos específicos del estudio se procedió a la elaboración de las conclusiones y recomendaciones, estas últimas asociada con la propuesta o lineamientos alternativos de la investigación.

Finalmente se describe la propuesta, incluyendo sus vías de implementación y concreción.

## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS EN RELACIÓN CON LAS HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

#### 4.1. ENUNCIADO DE LA HIPÓTESIS

Los Fenómenos de Remoción en Masa afectan negativamente a la Calidad Ambiental en las áreas críticas de la Provincia de Cotopaxi.

#### 4.2. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA INFORMACIÓN EMPÍRICA PERTINENTE A LA HIPÓTESIS

##### 4.2.1. Variable independiente: *Fenómenos de Remoción en Masa*

En la Tabla 4.1 y Figura de igual numeración se muestran los resultados acerca de la calificación de los Fenómenos de Remoción en Masa, ocurridos en las áreas críticas de la provincia de Cotopaxi, entre los años 1989 y 2008, aunque en la mayoría de las parroquias son pocos los resultados registrados entre 1989 y 1998.

**Tabla 4.1.**  
**Variable independiente: FRM.**

No.	CANTÓN	PARROQUIA	FECHA	NIVEL DEL FENÓMENO	EVALUACIÓN
2	La Maná	La Maná	1. Enero 1989	Poco significativa	2
			2. Marzo 1991	Muy significativa	4
			3. Mayo 1995	Significativa	3
			4. Febrero 1995	Muy significativa	4
			5. Abril 1997	Significativa	4
			6. Febrero 1998	Muy significativa	4
			7. Marzo 1998	Significativa	3
			8. Enero 1999	Muy significativa	4
			9. Febrero 2000	Muy significativa	4
			10. Enero 2001	Significativa	3
			11. Marzo 2003	Significativa	3
			12. Enero 2004	No significativa	1
			13. Marzo 2004	Muy significativa	4

			14. Enero 2003	Significativa	3	
			15. Abril 2005	Significativa	3	
			16. Diciembre 2007	Poco significativa	2	
			17. Enero 2008	Significativa	3	
			18. Febrero 2008	Muy significativa	4	
			19. Marzo 2008	Muy significativa	4	
			20. Marzo 2008	Muy significativa	4	
			21. Abril 2008	Significativa	3	
			22. Abril 2008	Muy significativa	4	
			23. Mayo 2008	Significativa	3	
			<b>EVALUACIÓN PROMEDIO</b>			
		Guasaganda	1. Febrero 1999	Muy significativa	4	
			2. Abril 2000	Muy significativa	4	
			3. Enero 2001	Significativa	3	
			4. Marzo 2003	Muy significativa	4	
			5. Diciembre 2003	No significativa	1	
			6. Marzo 2004	Muy significativa	4	
			7. Abril 2004	Significativa	3	
			8. Febrero 2005	Significativa	3	
			9. Diciembre 2005	No significativa	1	
			10. Enero 2006	Poco significativa	2	
			11. Febrero 2006	Muy significativa	4	
			12. Marzo 2006	Muy significativa	4	
			13. Marzo 2007	Muy significativa	4	
			14. Abril 2007	Significativa	3	
			15. Abril 2008	Muy significativa	4	
			16. Mayo 2008	Significativa	3	
		<b>EVALUACIÓN</b>				<b>3,19</b>
		Pucayacu	1. Marzo 1999	Muy significativa	4	
			2. Enero 2001	Poco significativa	2	
			3. Abril 2000	Muy significativa	4	
			4. Mayo 2000	Poco significativa	2	
			5. Marzo 2001	Muy significativa	4	
			6. Abril 2001	Significativa	3	
			7. Febrero 2003	Muy significativa	4	
			8. Marzo 2003	Muy significativa	4	
			9. Enero 2004	No significativa	4	
			10. Marzo 2004	Muy significativa	4	
			11. Febrero 2005	Muy significativa	4	
			12. Marzo 2006	Significativa	3	
			13. Abril 2007	Significativa	3	
			14. Marzo 2008	Muy significativa	4	
			15. Abril 2008	Muy significativa	4	
		<b>EVALUACIÓN</b>				<b>3,53</b>
		3	Pangua	El Corazón	1. Diciembre 1999	No significativa
2. Marzo 2000	Muy significativa				4	
3. Marzo 2001	Muy significativa				4	
4. Mayo 2001	Muy significativa				4	
5. Enero 2002	Poco significativa				2	
6. Marzo 2002	Significativa				3	
7. Febrero 2003	Muy significativa				4	
8. Marzo 2003	Muy significativa				4	
9. Abril 2006	Poco significativa				2	
10. Febrero 2007	Muy significativa				4	
11. Abril 2007	Poco significativa				2	

		12. Marzo 2008	Significativa	3
		<b>EVALUACIÓN</b>		<b>3,08</b>
	Moraspungo	1. Febrero 1999	Muy significativa	4
		2. Abril 1999	Significativa	3
		3. Mayo 1999	Poco significativa	2
		4. Marzo 2000	Muy significativa	4
		5. Abril 2000	Muy significativa	4
		6. Enero 2001	Significativa	3
		7. Febrero 2001	Muy significativa	4
		8. Mayo 2002	Significativa	3
		9. Febrero 2003	Muy significativa	4
		10. Abril 2003	Muy significativa	4
		11. Diciembre 2003	Poco significativa	2
		12. Febrero 2004	Significativa	3
		13. Marzo 2004	Muy significativa	4
		14. Abril 2005	Poco significativa	2
		15. Mayo 2005	No significativa	1
		16. Enero 2006	Significativa	3
		17. Marzo 2006	Muy significativa	4
		18. Marzo 2006	Muy significativa	4
		19. Febrero 2007	Significativa	3
		20. Marzo 2008	Muy significativa	4
		21. Abril 2008	Muy significativa	4
		<b>EVALUACIÓN</b>		<b>3,29</b>
	Ramón Campana	1. Diciembre 1999	Poco significativa	2
		2. Marzo 2000	Muy significativa	4
		3. Febrero 2001	Muy significativa	4
		4. Diciembre 2002	No significativa	1
		5. Abril 2002	Significativa	3
		6. Marzo 2003	Muy significativa	4
		7. Febrero 2004	Muy significativa	4
		8. Febrero 2006	Muy significativa	4
		9. Abril 2007	Significativa	3
		10. Enero 2007	Significativa	3
		11. Enero 2008	Poco significativa	2
		12. Febrero 2008	Muy significativa	4
		13. Marzo 2008	Significativa	3
		<b>EVALUACIÓN</b>		<b>3,15</b>
	Pinllopata	1. Enero 1999	Significativa	3
		2. Marzo 1999	Muy significativa	4
		3. Febrero 2000	Muy significativa	4
		4. Diciembre 2000	Poco significativa	2
		5. Abril 2001	Significativa	3
		6. Marzo 2002	Muy significativa	4
		7. Febrero 2003	Significativa	3
		8. Febrero 2003	Muy significativa	4
		9. Abril 2004	Muy significativa	4
		10. Abril 2004	Poco significativa	2
		11. Febrero 2005	Muy significativa	4
		12. Marzo 2006	Muy significativa	4
		13. Febrero 2007	Significativa	3
		14. Marzo 2008	Muy significativa	4
		<b>EVALUACIÓN</b>		<b>3,43</b>

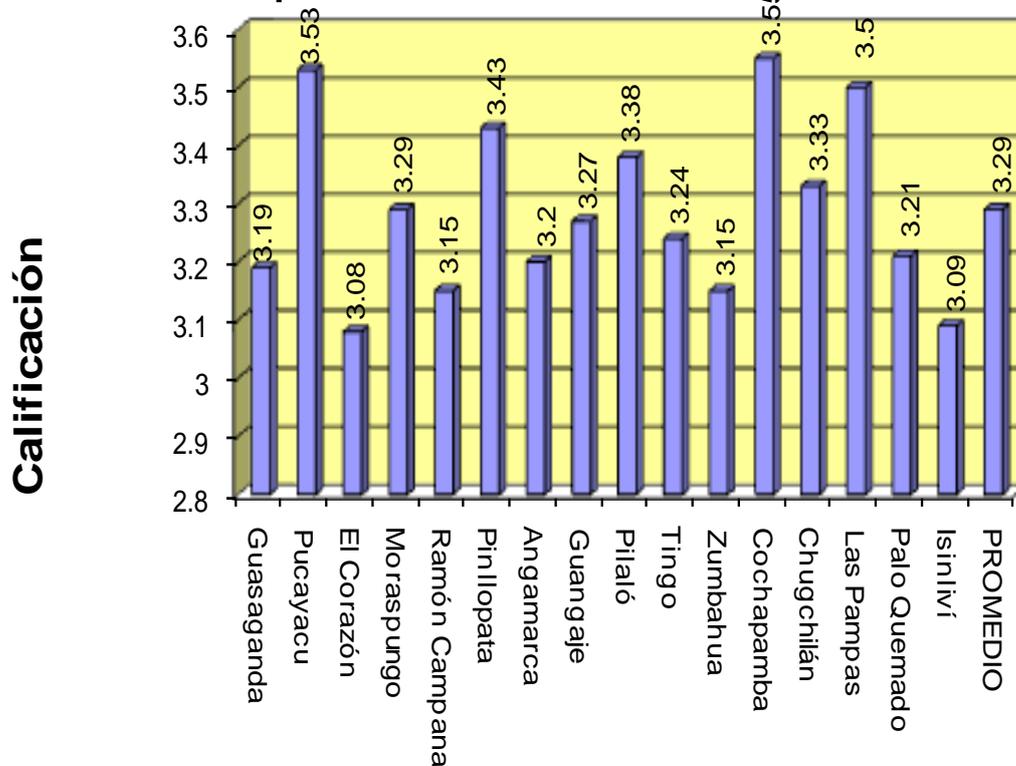
4	Pujilí	Angamarca	1. Marzo 1999	Muy significativa	4	
			2. Febrero 2001	Poco significativa	2	
			3. Abril 2001	Muy significativa	4	
			4. Mayo 2001	No significativa	1	
			5. Marzo 2002	Muy significativa	4	
			6. Marzo 2002	Muy significativa	4	
			7. Enero 2003	Poco significativa	2	
			8. Marzo 2003	Muy significativa	4	
			9. Abril 2004	No significativa	1	
			10. Marzo 2004	Muy significativa	4	
			11. Abril 2005	Significativa	3	
			12. Marzo 2006	Muy significativa	4	
			13. Febrero 2007	Muy significativa	4	
			14. Marzo 2008	Muy significativa	4	
			15. Mayo 2008	Significativa	3	
		<b>EVALUACIÓN</b>				<b>3,20</b>
		Guangaje	1. Marzo 2000	Muy significativa	4	
			2. Febrero 2001	Muy significativa	4	
			3. Abril 2002	Muy significativa	4	
			4. Mayo 2003	No significativa	1	
			5. Febrero 2004	Muy significativa	4	
			6. Marzo 2004	Muy significativa	4	
			7. Enero 2005	Poco significativa	2	
			8. Marzo 2005	Muy significativa	4	
			9. Abril 2007	Significativa	3	
			10. Marzo 2008	Muy significativa	4	
			11. Abril 2008	Poco significativa	2	
		<b>EVALUACIÓN</b>				<b>3,27</b>
		Pilaló	1. Marzo 1999	Muy significativa	4	
			2. Febrero 2000	Muy significativa	4	
			3. Abril 2000	Significativa	3	
			4. Febrero 2002	Muy significativa	4	
			5. Enero 2003	No significativa	1	
			6. Marzo 2004	Muy significativa	4	
			7. Abril 2004	Muy significativa	4	
			8. Febrero 2005	Muy significativa	4	
			9. Marzo 2005	Significativa	3	
			10. Marzo 2006	Muy significativa	4	
			11. Abril 2007	Poco significativa	2	
			12. Enero 2008	Significativa	3	
			13. Febrero 2008	Muy significativa	4	
		<b>EVALUACIÓN</b>				<b>3,38</b>
		Tingo	1. Febrero 1999	Muy significativa	4	
			2. Marzo 1999	Muy significativa	4	
			3. Abril 1999	Significativa	3	
			4. Marzo 2000	Muy significativa	4	
			5. Abril 2001	Muy significativa	4	
			6. Enero 2002	Poco significativa	2	
			7. Febrero 2002	Muy significativa	4	
			8. Mayo 2002	Poco significativa	2	
			9. Febrero 2003	Muy significativa	4	
			10. Abril 2003	No significativa	1	
			11. Diciembre 2003	No significativa	1	
			12. Febrero 2004	Muy significativa	4	
			13. Marzo 2004	Muy significativa	4	

			14. Abril 2005	Muy significativa	4	
			15. Febrero 2005	Significativa	3	
			16. Marzo 2006	Muy significativa	4	
			17. Marzo 2006	Significativa	3	
			18. Enero 2007	Poco significativa	2	
			19. Marzo 2007	Muy significativa	4	
			20. Febrero 2008	Muy significativa	4	
			21. Abril 2008	Significativa	3	
			<b>EVALUACIÓN</b>			
		Zumbahua	1. Marzo 2000	Muy significativa	4	
			2. Febrero 2001	Muy significativa	4	
			3. Marzo 2002	Muy significativa	4	
			4. Abril 2003	Poco significativa	2	
			5. Febrero 2004	Muy significativa	4	
			6. Marzo 2004	Muy significativa	4	
			7. Marzo 2005	Significativa	3	
			8. Enero 2006	Poco significativa	2	
			9. Marzo 2007	No significativa	1	
			10. Abril 2007	Poco significativa	2	
			11. Febrero 2008	Muy significativa	4	
			12. Marzo 2008	Muy significativa	4	
13. Abril 2008	Significativa		3			
<b>EVALUACIÓN</b>				<b>3,15</b>		
6	Saquisilí	Cochapamba	1. Febrero 1999	Muy significativa	4	
			2. Febrero 2000	Muy significativa	4	
			3. Marzo 2001	Significativa	3	
			4. Marzo 2002	Muy significativa	4	
			5. Abril 2003	Poco significativa	2	
			6. Marzo 2004	Muy significativa	4	
			7. Febrero 2005	Muy significativa	4	
			8. Febrero 2006	Muy significativa	4	
			9. Marzo 2007	Significativa	3	
			10. Marzo 2008	Muy significativa	4	
			11. Abril 2008	Significativa	3	
<b>EVALUACIÓN</b>				<b>3,55</b>		
7	Sigchos	Chugchilán	1. Marzo 2000	Significativa	3	
			2. Febrero 2001	Muy significativa	4	
			3. Diciembre 2004	No significativa	1	
			4. Febrero 2005	Muy significativa	4	
			5. Febrero 2006	Significativa	3	
			6. Marzo 2007	Muy significativa	4	
			7. Enero 2008	Significativa	3	
			8. Febrero 2008	Muy significativa	4	
			9. Marzo 2008	Muy significativa	4	
		<b>EVALUACIÓN</b>				<b>3,33</b>
		Las Pampas	1. Marzo 2004	Muy significativa	4	
			2. Febrero 1999	Muy significativa	4	
			3. Febrero 2000	Muy significativa	4	
			4. Marzo 2000	Muy significativa	4	
			5. Marzo 2001	Muy significativa	4	
			6. Abril 2001	Poco significativa	2	
			7. Marzo 2003	Significativa	3	
			8. Enero 2004	No significativa	1	
			9. Febrero 2004	Muy significativa	4	
10. Marzo 2005	Muy significativa		4			

			11. Febrero 2006	Significativa	3
			12. Febrero 2006	Muy significativa	4
			13. Marzo 2007	Muy significativa	4
			14. Marzo 2007	Muy significativa	4
			15. Febrero 2008	Significativa	3
			16. Marzo 2008	Muy significativa	4
			<b>EVALUACIÓN</b>		<b>3,50</b>
		Palo Quemado	1. Abril 1999	No significativa	1
			2. Febrero 2000	Muy significativa	4
			3. Febrero 2000	Muy significativa	4
			4. Marzo 2001	Muy significativa	4
			5. Enero 2002	Poco significativa	3
			6. Febrero 2002	Muy significativa	4
			7. Marzo 2003	Muy significativa	4
			8. Marzo 2003	Muy significativa	4
			9. Enero 2005	Significativa	3
			10. Marzo 2006	Muy significativa	4
			11. Marzo 2006	Significativa	3
			12. Febrero 2007	Poco significativa	2
			13. Febrero 2008	Muy significativa	4
			14. Abril 2008	No significativa	1
			<b>EVALUACIÓN</b>		<b>3,21</b>
		Isinlivi	1. Febrero 1995	Muy significativa	4
			2. Febrero 1995	Muy significativa	2
			3. Abril 1997	Significativa	3
			4. Febrero 1998	Muy significativa	4
			5. Marzo 2000	Muy significativa	4
			6. Enero 2001	Muy significativa	4
			7. Febrero 2003	Significativa	3
			8. Enero 2005	No significativa	1
			9. Marzo 2007	Muy significativa	4
			10. Enero 2008	Significativa	3
			11. Marzo 2008	Poco significativa	2
			<b>EVALUACIÓN</b>		<b>3,09</b>
<b>PROMEDIO TOTAL REGISTRADO</b>					<b>3,29</b>

Elaborada por: CHICAIZA, S. (2009). Ecuador.

**Figura 4.1.**  
**Variable independiente: Fenómenos de Remoción en Masa.**



**Parroquias críticas**

Elaborada por: CHICAIZA, S. (2009). Ecuador.

**4.2.2. Variable dependiente: *Calidad ambiental***

**4.2.2.1. *Criterio de las Autoridades***

Resultados de la entrevista aplicada a las 17 autoridades (15 tenientes políticos y dos Jefes políticos, estos últimos de las parroquias La Maná y El Corazón) de las parroquias de la provincia de Cotopaxi, sobre sus criterios acerca de la afectación de la calidad ambiental, una vez ocurridos los FRM.

1. La modificación del paisaje de la localidad después de la ocurrencia del fenómeno de remoción en masa fue

**Tabla 4.2.**

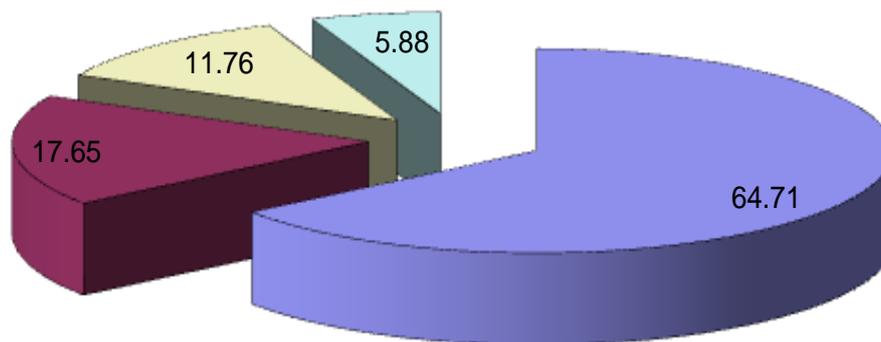
**Evaluación que hacen las autoridades de la modificación del paisaje en la localidad después de la ocurrencia del fenómeno de remoción en masa.**

No.	ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
1	Muy significativa	11	64,71
2	Significativa	3	17,65
3	Poco significativa	2	11,76
4	No significativa	1	5,88
<b>TOTAL</b>		<b>17</b>	<b>100,00</b>

Elaborada por: CHICAIZA, S. (2009). Ecuador.

**Figura 4.2.**

**Evaluación que hacen las autoridades de la modificación del paisaje en la localidad después de la ocurrencia del fenómeno de remoción en masa.**



Elaborada por: CHICAIZA, S. (2009). Ecuador.

2. La modificación de la flora y la fauna en la localidad después de la ocurrencia del fenómeno de remoción en masa fue

**Tabla 4.3.**

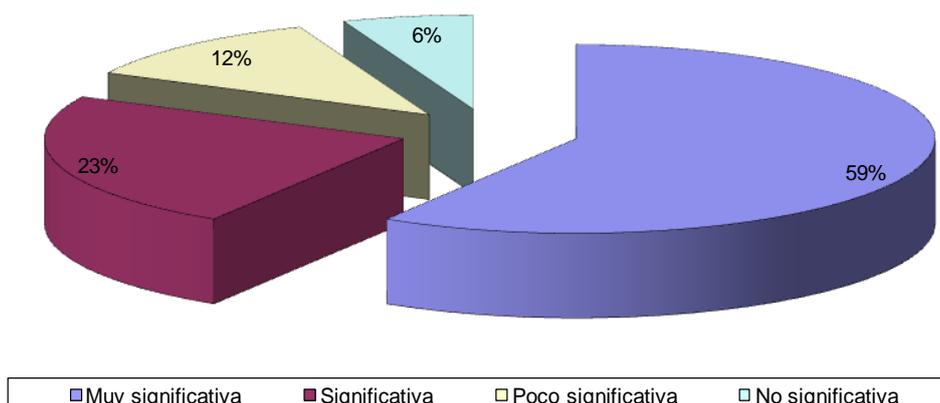
**Evaluación que hacen las autoridades de la modificación de la flora y la fauna en la localidad después de la ocurrencia del fenómeno de remoción en masa.**

No.	ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
1	Muy significativa	10	58,82
2	Significativa	4	23,53
3	Poco significativa	2	11,76
4	No significativa	1	5,88
<b>TOTAL</b>		<b>17</b>	<b>100,00</b>

Elaborada por: CHICAIZA, S. (2009). Ecuador.

**Figura 4.3.**

**Evaluación que hacen las autoridades de la modificación de la flora y la fauna en la localidad después de la ocurrencia del fenómeno de remoción en masa.**



Elaborada por: CHICAIZA, S. (2009). Ecuador.

3. La modificación de la Calidad de Vida de los habitantes de las localidades después de la ocurrencia del fenómeno de remoción en masa fue

**Tabla 4.4.**

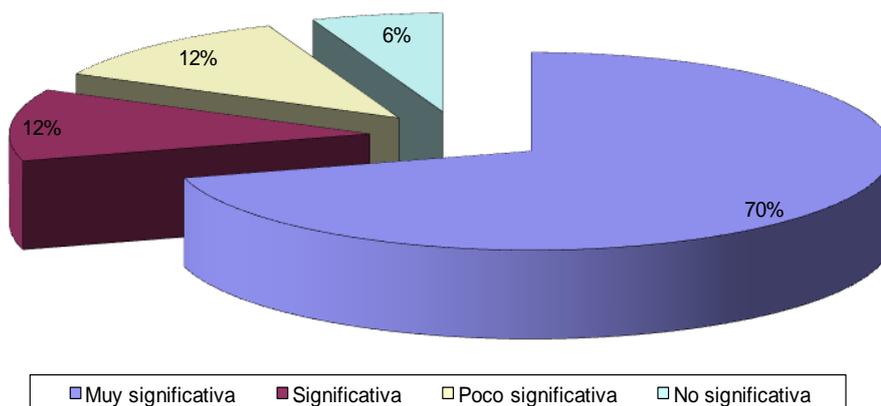
**Evaluación que hacen las autoridades de la modificación de la calidad de vida de los habitantes en la localidad después de la ocurrencia del fenómeno de remoción en masa.**

No.	ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
1	Muy significativa	12	70,59
2	Significativa	2	11,76
3	Poco significativa	2	11,76
4	No significativa	1	5,88
<b>TOTAL</b>		<b>17</b>	<b>100,00</b>

Elaborada por: CHICAIZA, S. (2009). Ecuador.

**Figura 4.4.**

**Evaluación que hacen las autoridades de la modificación de la calidad de vida de los habitantes en la localidad después de la ocurrencia del fenómeno de remoción en masa.**



Elaborada por: CHICAIZA, S. (2009). Ecuador.

4. La modificación de la infraestructura civil en las localidades después de la ocurrencia del fenómeno de remoción en masa fue

**Tabla 4.5.**

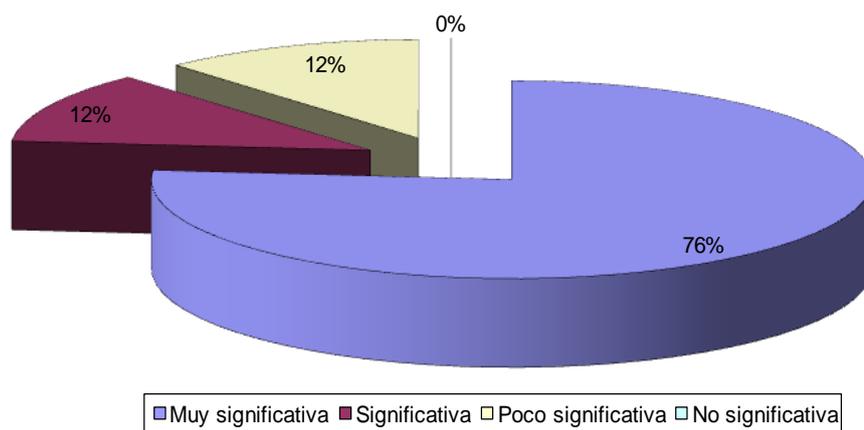
**Evaluación que hacen las autoridades de la modificación de la infraestructura civil de los habitantes de la localidad después de la ocurrencia del fenómeno de remoción en masa.**

No.	ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
1	Muy significativa	13	76,47
2	Significativa	2	11,76
3	Poco significativa	2	11,76
4	No significativa	0	0,00
<b>TOTAL</b>		<b>17</b>	<b>100,00</b>

Elaborada por: CHICAIZA, S. (2009). Ecuador.

**Figura 4.5.**

**Evaluación que hacen las autoridades de la modificación de la infraestructura civil en la localidad después de la ocurrencia del fenómeno de remoción en masa.**



Elaborada por: CHICAIZA, S. (2009). Ecuador.

5. La pérdida de vidas humanas en las localidades por la ocurrencia de fenómenos de remoción en masa fue

**Tabla 4.6.**

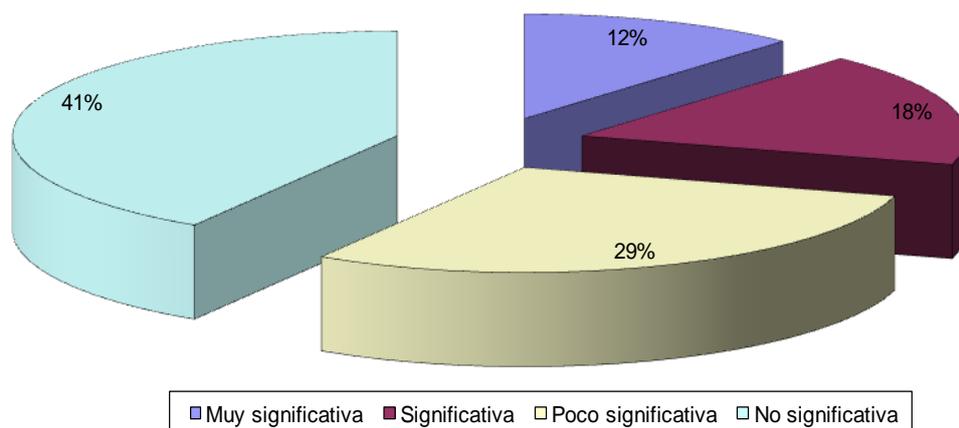
**Evaluación que hacen las autoridades de la pérdida de vidas humanas en la localidad después de la ocurrencia del fenómeno de remoción en masa.**

No.	ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
1	Muy significativa	2	11,76
2	Significativa	3	17,65
3	Poco significativa	5	29,41
4	No significativa	7	41,18
<b>TOTAL</b>		<b>17</b>	<b>100,00</b>

Elaborada por: CHICAIZA, S. (2009). Ecuador.

**Figura 4.6.**

**Evaluación que hacen las autoridades de la pérdida de vidas humanas en la localidad después de la ocurrencia del fenómeno de remoción en masa.**



Elaborada por: CHICAIZA, S. (2009). Ecuador.

6. ¿Cómo evalúa usted la significación de su futura y posible participación en la implementación de un plan de medidas dirigidas a la minimización de los efectos de los FRM y a la minimización de los mismos?

**Tabla 4.7.**

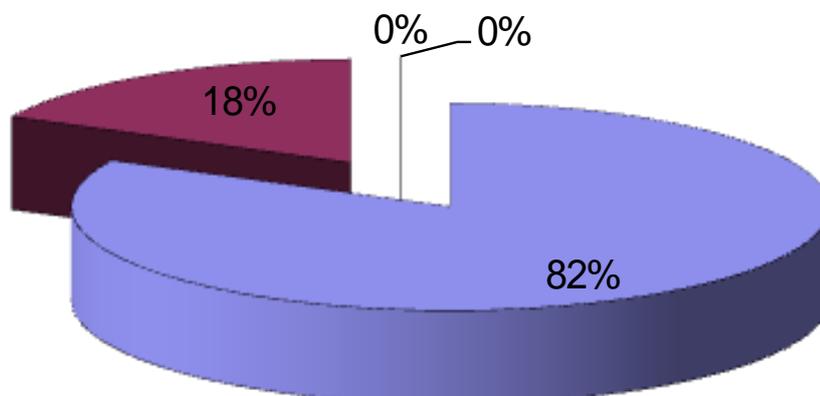
**Evaluación que hacen las autoridades de la significación de su futura y posible participación en la implementación de un plan de medidas dirigidas a la minimización de los efectos de los FRM y a la minimización de los mismos.**

No.	ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
1	Muy significativa	14	82,35
2	Significativa	3	17,65
3	Poco significativa	0	0,00
4	No significativa	0	0,00
<b>TOTAL</b>		<b>17</b>	<b>100,00</b>

Elaborada por: CHICAIZA, S. (2009). Ecuador.

**Figura 4.7.**

**Evaluación que hacen las autoridades de la significación de su futura y posible participación en la implementación de un plan de medidas sobre los efectos de los FRM .**



■ Muy significativa	■ Significativa	■ Poco significativa	■ No significativa
---------------------	-----------------	----------------------	--------------------

Elaborada por: CHICAIZA, S. (2009). Ecuador.

#### 4.2.2.2. Criterio de la población

Resultados de la entrevista aplicada a las 399 habitantes de las parroquias de Cotopaxi.

1. La modificación del paisaje de la localidad después de la ocurrencia del fenómeno de remoción en masa fue

**Tabla 4.8.**

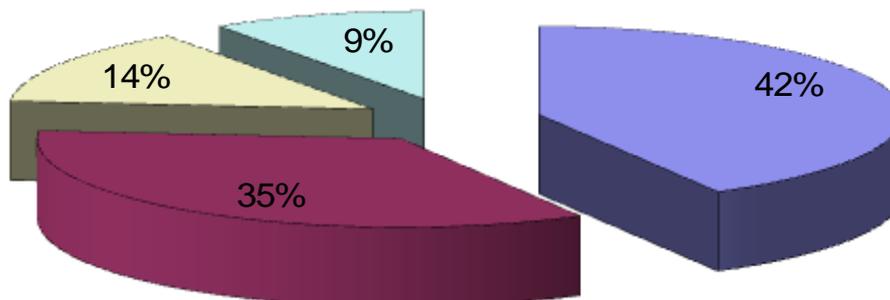
**Evaluación que hace la población de la modificación del paisaje en la localidad después de la ocurrencia del fenómeno de remoción en masa.**

No.	ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
1	Muy significativa	167	41,85
2	Significativa	138	34,59
3	Poco significativa	56	14,04
4	No significativa	38	9,52
<b>TOTAL</b>		<b>399</b>	<b>100,00</b>

Elaborada por: CHICAIZA, S. (2009). Ecuador.

**Figura 4.8.**

**Evaluación de la modificación del paisaje en la localidad después de la ocurrencia del fenómeno de remoción en masa.**



■ Muy significativa ■ Significativa □ Poco significativa □ No significativa

Elaborada por: CHICAIZA, S. (2009). Ecuador.

2. La modificación de la flora y la fauna de las localidades después de la ocurrencia del fenómeno de remoción en masa fue

**Tabla 4.9.**

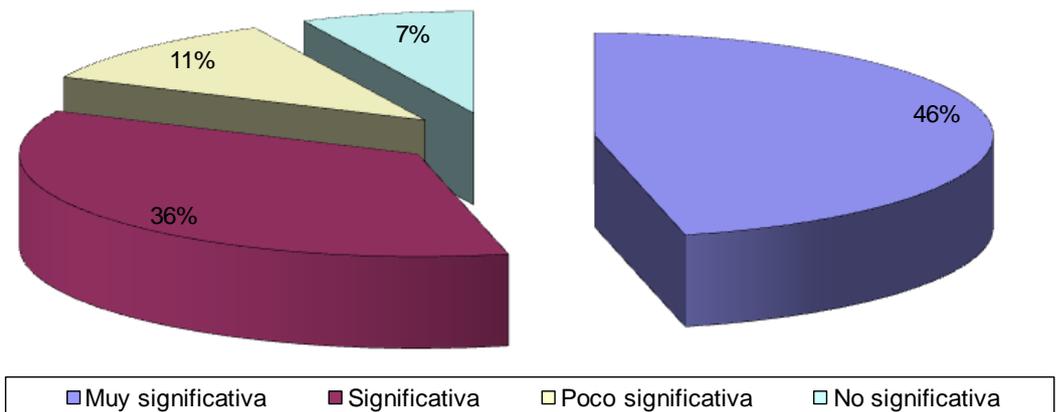
**Evaluación que hace la población de la modificación de la flora y la fauna en la localidad después de la ocurrencia del fenómeno de remoción en masa.**

No.	ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
1	Muy significativa	185	46,37
2	Significativa	142	35,59
3	Poco significativa	44	11,03
4	No significativa	28	7,02
<b>TOTAL</b>		<b>399</b>	<b>100,00</b>

Elaborada por: CHICAIZA, S. (2009). Ecuador.

**Figura 4.9.**

**Evaluación de la modificación de la flora y la fauna en la localidad después de la ocurrencia del fenómeno de remoción en masa.**



Elaborada por: CHICAIZA, S. (2009). Ecuador

3. La modificación de la Calidad de Vida de los habitantes de las localidades después de la ocurrencia del fenómeno de remoción en masa fue

**Tabla 4.10.**

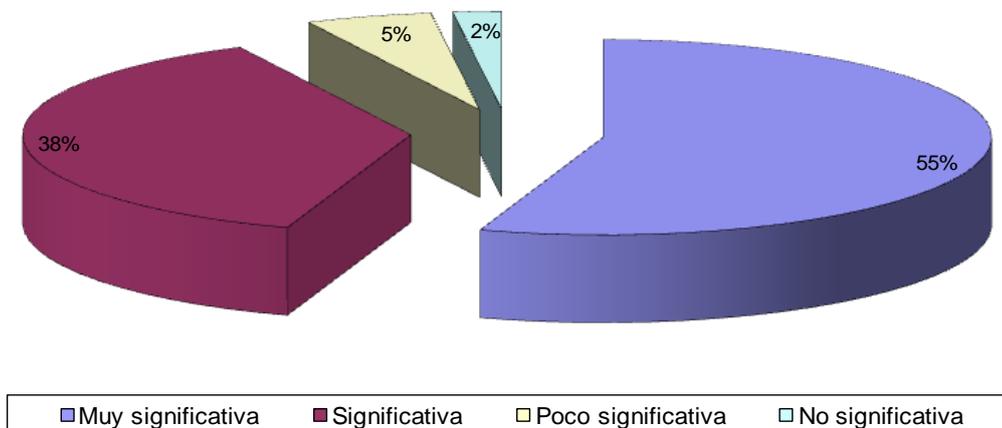
**Evaluación que hace la población de la modificación de la calidad de vida de los habitantes en la localidad después de la ocurrencia del fenómeno de remoción en masa.**

No.	ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
1	Muy significativa	220	55,14
2	Significativa	150	37,59
3	Poco significativa	21	5,26
4	No significativa	8	2,01
<b>TOTAL</b>		<b>399</b>	<b>100,00</b>

Elaborada por: CHICAIZA, S. (2009). Ecuador.

**Figura 4.10.**

**Evaluación de la modificación de la calidad de vida en la localidad después de la ocurrencia del fenómeno de remoción en masa.**



Elaborada por: CHICAIZA, S. (2009). Ecuador.

4. La modificación de la infraestructura civil en las localidades después de la ocurrencia del fenómeno de remoción en masa fue

**Tabla 4.11.**

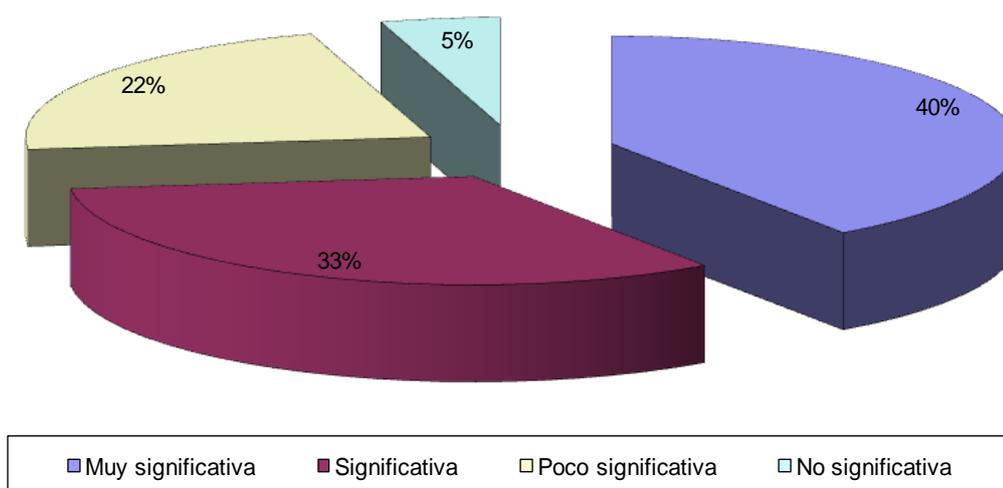
**Evaluación que hace la población de la modificación de la infraestructura civil de los habitantes en la localidad después de la ocurrencia del fenómeno de remoción en masa.**

No.	ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
1	Muy significativa	161	40,35
2	Significativa	131	32,83
3	Poco significativa	88	22,06
4	No significativa	19	4,76
<b>TOTAL</b>		<b>399</b>	<b>100,00</b>

Elaborada por: CHICAIZA, S. (2009). Ecuador.

**Figura 4.11.**

**Evaluación de la modificación de la infraestructura civil en la localidad después de la ocurrencia del fenómeno de remoción en masa.**



Elaborada por: CHICAIZA, S. (2009). Ecuador.

5. La pérdida de vidas humanas en las localidades por la ocurrencia de fenómenos de remoción en masa fue

**Tabla 4.12.**

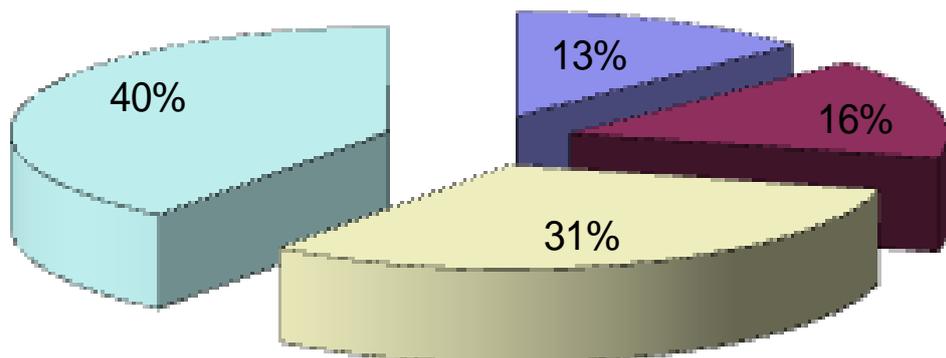
**Evaluación que hace la población de la pérdida de vidas humanas en la localidad después de la ocurrencia del fenómeno de remoción en masa.**

No.	ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
1	Muy significativa	52	13,03
2	Significativa	63	15,79
3	Poco significativa	126	31,58
4	No significativa	158	39,60
<b>TOTAL</b>		<b>399</b>	<b>100,00</b>

Elaborada por: CHICAIZA, S. (2009). Ecuador.

**Figura 4.12.**

**Evaluación de la pérdida de vidas humanas en la localidad después de la ocurrencia del fenómeno de remoción en masa.**



Elaborada por: CHICAIZA, S. (2009). Ecuador.

6. ¿Cómo evalúa usted la significación de su futura y posible participación en la implementación de un plan de medidas dirigidas a la minimización de los efectos de los FRM y a la minimización de los mismos?

**Tabla 4.13.**

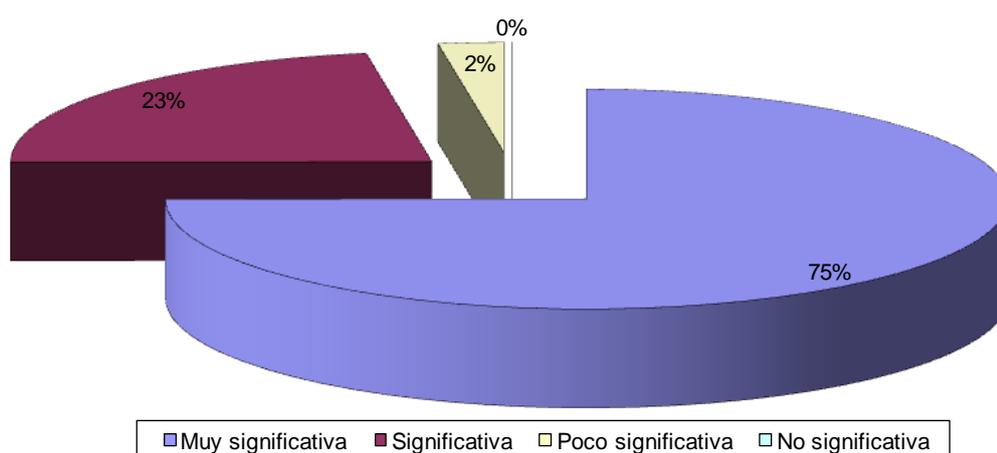
**Evaluación que hace la población de la significación de su futura y posible participación en la implementación de un plan de medidas dirigidas a la minimización de los efectos de los FRM y a la minimización de los mismos.**

No.	ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
1	Muy significativa	299	74,94
2	Significativa	90	22,56
3	Poco significativa	10	2,50
4	No significativa	0	0,00
<b>TOTAL</b>		<b>399</b>	<b>100,00</b>

Elaborada por: CHICAIZA, S. (2009). Ecuador.

**Figura 4.13.**

**Evaluación que hacen la población de la significación de su futura y posible participación en la implementación de un plan de medidas sobre los efectos de los FRM .**



Elaborada por: CHICAIZA, S. (2009). Ecuador.

### 4.3. DISCUSIÓN DE LA INFORMACIÓN OBTENIDA EN RELACIÓN A LA NATURALEZA DE LA HIPÓTESIS

#### 4.3.1. Variable independiente: Fenómenos de Remoción en Masa

Según la Tabla 4.1 y Figura de igual numeración, se establece que la media de calificaciones de los FRM registrados es de 3,30, en una escala del 1 al 4, según el fenómeno sea considerado en las categorías magnitud, extensión y duración de los fenómenos, como “Muy significativa”, “Significativa”, “Poco significativa” y “No significativa”, respectivamente, para cada categoría. Este resultado global implica una evaluación de “muy significativa”, la ocurrencia en cuanto a las categorías cualitativas señaladas, ya que  $3,30 > 3,10$ .

Las parroquias más problemáticas en este sentido, y cuya calificación fue mayor que 3,10 y; evaluación de “muy significativa” en la ocurrencia de los FRM, fueron las siguientes:

No.	Parroquia	Calificación
1	Cochapamba	3,55
2	Pucayacu	3,53
3	Las Pampas	3,50
4	Pinllopata	3,43
5	Pilaló	3,38
6	Chugchilán	3,33
7	La Maná	3,30
8	Moraspungo	3,29
9	Guangaje	3,27
10	Tingo	3,24
11	Palo Quemado	3,21

12	Angamarca	3,20
13	Guasaganda	3,19
14	Ramón Campana	3,15
15	Zumbahua	3,15

Las parroquias Cochapamba del cantón Saquisilí, Pucayacu del cantón La Mana y, Las Pampas del cantón Sigchos, fueron las más afectadas por los FRM, con calificaciones de 3,55; 3,53 y, 3,50; respectivamente, según la información registrada y consultada al respecto. Estos resultados deberán ser tenidos en cuenta al elaborar el Plan General de Mitigación para la Provincia de Cotopaxi, en cuanto a la minimización de los efectos de los FRM.

#### **4.3.2. Variable dependiente: Calidad Ambiental en las áreas críticas de la Provincia de Cotopaxi**

En la Tabla 4.14 y Figura de igual numeración se resumen los resultados que sobre la evaluación de la Calidad Ambiental, se presentaron anteriormente y se discutirán a continuación.

**Modificación del paisaje** Hay dos enfoque principales, uno que considera los cambios en el paisaje total, e identifica el paisaje con el conjunto del medio, complementando a este como indicador y síntesis de las interrelaciones entre los elementos inertes (roca, agua y aire) y vivos (plantas, animales y hombre) del medio. El otro considera las variaciones del paisaje visual como expresión de los valores estéticos, plásticos y emocionales del medio natural, es decir, interesa como expresión espacial y visual del medio.

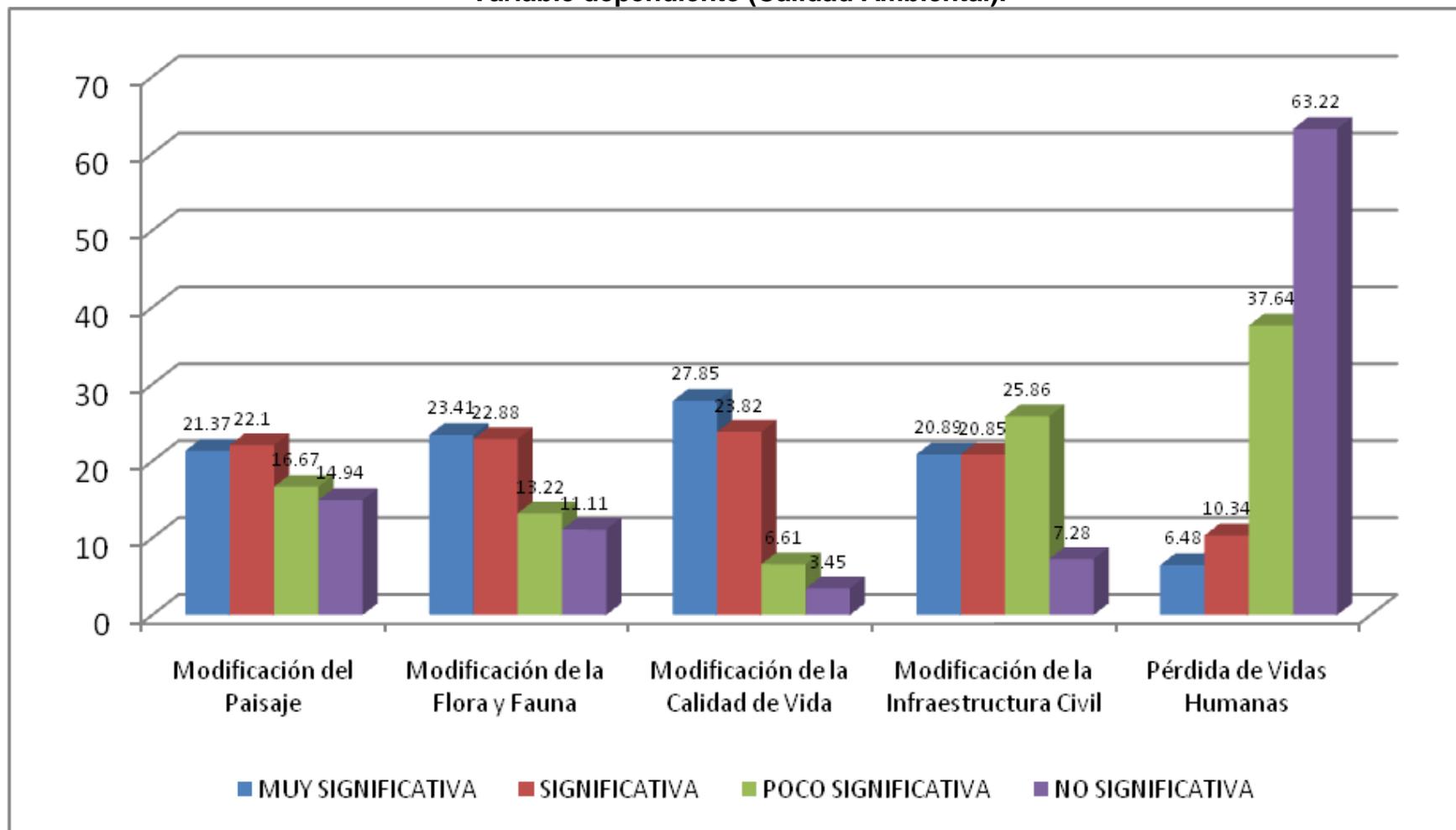
<p>Modificación de la Flora y Fauna</p>	<p>Flora: Cambios que experimenta el conjunto de vegetales vivos adaptados a un medio determinado.</p> <p>Fauna: Cambios que experimenta el conjunto o tipo de integrantes del reino animal caracterizado por un comportamiento común que frecuenta el mismo ambiente.</p>
<p>Modificación de la Calidad de Vida</p>	<p>La <b>Calidad de Vida</b> envuelve un conjunto complejo de componentes que van desde la salud de los individuos hasta el grado de distribución de la renta que perciben, pasando por el uso del tiempo libre o por los aspectos ecológicos y de conservación de su ambiente.</p> <p>Lo esencial de la sociedad es el sistema de valores que produce. El concepto de <b>Calidad de Vida</b> registra dicho sistema de valores. Para ello será necesario adoptar un modelo axiológico general: el Patrón Universal de Valores (Tabla 1), donde están todos los valores perseguidos por el individuo humano en tanto que ser social y en cualquier circunstancia de tiempo y lugar.</p>
<p>Modificación de la Infraestructura civil</p>	<p>Cambios en el conjunto de elementos o servicios que se consideran necesarios para la creación y funcionamiento de una organización cualquiera, ya sea familiar, empresarial, social, etc.</p>
<p>Pérdida de Vidas Humanas</p>	<p>Cambios asociados a determinado número de personas que fallecen a causa de los efectos del FRM (en este contexto).</p>

**Tabla 4.14.**  
**Variable dependiente (Calidad Ambiental).**

INDICADORES DE CALIDAD AMBIENTAL	MUY SIGNIFICATIVA	MUY SIGNIFICATIVA	SIGNIFICATIVA	SIGNIFICATIVA	POCO SIGNIFICATIVA	POCO SIGNIFICATIVA	NO SIGNIFICATIVA	NO SIGNIFICATIVA	TOTAL
	FREC.	%	FREC.	%	FREC.	%	FREC.	%	
Modificación del paisaje	178	21,37	141	22,10	58	16,67	39	14,94	416
Modificación de la Flora y Fauna	195	23,41	146	22,88	46	13,22	29	11,11	416
Modificación de la Calidad de Vida	232	27,85	152	23,82	23	6,61	9	3,45	416
Modificación de la Infraestructura civil	174	20,89	133	20,85	90	25,86	19	7,28	416
Pérdida de Vidas Humanas	54	6,48	66	10,34	131	37,64	165	63,22	416
<b>TOTAL</b>	<b>833</b>	<b>100,00</b>	<b>638</b>	<b>100,00</b>	<b>348</b>	<b>100,00</b>	<b>261</b>	<b>100,00</b>	<b>2 080</b>

Elaborada por: CHICAIZA, S. (2009). Ecuador.

**Figura 4.14**  
**Variable dependiente (Calidad Ambiental).**



Elaborada por: CHICAIZA, S. (2009). Ecuador.

#### 4.3.2.1. *Modificación del paisaje*

Según se infiere de los resultados mostrados en las Tablas 4.2 y 4.8, representados gráficamente en las respectivas Figuras de igual numeración, las autoridades de la provincia de Cotopaxi consideran, mayoritariamente (65%) que la modificación del paisaje en la localidad después de la ocurrencia del fenómeno de remoción en masa, es “muy significativa”, resultado algo mayor que el estimado por la población en general (42%). El 18% de autoridades la considera “significativa”, mientras que el 35% de la población general estima que la modificación del paisaje es “significativa”. Estos valores se compensan con los de la categoría de “muy significativa”, de manera que proporciones cercanas como el 83% de autoridades y el 77% de la población, valora el cambio en este recurso natural como de “muy significativo” a “significativo”.

El 12% de las autoridades y un similar 14% de la población consideran como “poco significativa” a la modificación del paisaje después de la ocurrencia de los FRM; mientras que sólo el 6% de autoridades y el 10% de la población, valores muy cercanos, estiman que dicha modificación es “no significativa”.

Los resultados expuestos y analizados son implicativos de la importante valoración que le dan las autoridades (Tenientes y Jefes Políticos) y la población en general, a los cambios en el recurso natural paisaje, una vez ocurridos los FRM. Esto conlleva a que al considerarse el Plan General de Mitigación, el aspecto paisajístico deberá ser tomado en cuenta como uno de los aspectos principales.

#### 4.3.2.2. *Modificación de la flora y la fauna*

Según el análisis de los resultados mostrados en las Tablas 4.3 y 4.9, representados gráficamente en las respectivas Figuras de igual numeración,

las autoridades de la provincia de Cotopaxi consideran, mayoritariamente (59%) que la modificación de la flora y la fauna en la localidad después de la ocurrencia del fenómeno de remoción en masa, es “muy significativa”, resultado algo mayor que el estimado por la población en general (46%).

El 24% de autoridades la considera “significativa”, mientras que el 36% de la población general estima que la modificación de la flora y la fauna es “significativa”. Estos valores se compensan con los de la categoría de “muy significativa”, de manera que porcentajes prácticamente iguales como el 83% de autoridades y el 82% de la población, valora el cambio en este recurso natural como de “muy significativo” a “significativo”.

El 12% de las autoridades y un casi igual 11% de la población consideran como “poco significativa” a la modificación de la flora y la fauna después de la ocurrencia de los FRM; mientras que sólo similares 6% de las autoridades y 7% de la población, valores prácticamente iguales, estiman que dicha modificación es “no significativa”.

Los resultados expuestos y analizados son implicativos de la importante valoración que le dan las autoridades (Tenientes y Jefes Políticos) y la población en general, a los cambios en el recurso natural flora la fauna, una vez ocurridos los FRM.

Esto también conlleva a que al considerarse el Plan General de Mitigación, el aspecto paisajístico deberá ser tomado en cuenta como uno de los aspectos principales.

#### *4.3.2.3. Modificación de la calidad de vida*

Según el análisis de los resultados mostrados en las Tablas 4.4 y 4.10, representados gráficamente en las respectivas Figuras de igual numeración, las autoridades de la provincia de Cotopaxi consideran, mayoritariamente

(71%) que la modificación de la calidad de vida en la localidad después de la ocurrencia del fenómeno de remoción en masa, es “muy significativa”, resultado algo mayor que el estimado por la población en general (55%).

El 12% de autoridades la considera “significativa”, mientras que el 38% de la población general estima que la modificación de la calidad de vida es “significativa”. Estos valores se compensan con los de la categoría de “muy significativa”, de manera que porcentajes mayoritarios y cercanos del 83% de autoridades y el 93% de la población, valora el cambio en este recurso natural como de “muy significativo” a “significativo”.

El 12% de las autoridades y un menor 5% de la población consideran como “poco significativa” a la modificación de la calidad de vida después de la ocurrencia de los FRM; mientras que sólo similares 6% de las autoridades y 2% de la población, porcentajes igualmente diferentes pero comparativamente pequeños, estiman que dicha modificación es “no significativa”.

Los resultados expuestos y analizados son aun más implicativos, que los correspondientes a las modificaciones del paisaje y de la flora y la fauna, de la importante valoración que le dan las autoridades (Tenientes y Jefes Políticos) y la población en general, a los cambios en el recurso natural flora la fauna, una vez ocurridos los FRM.

Asimismo, esto conlleva, aun con mayor significancia, a que al considerarse el Plan General de Mitigación, el aspecto paisajístico deberá ser tomado en cuenta como uno de los aspectos principales.

#### *4.3.2.4. Modificación de la infraestructura civil*

Según el análisis de los resultados mostrados en las Tablas 4.5 y 4.11, representados gráficamente en las respectivas Figuras de igual numeración, las autoridades de la provincia de Cotopaxi consideran, mayoritariamente

(76%) que la modificación de la infraestructura civil en la localidad después de la ocurrencia del fenómeno de remoción en masa, es “muy significativa”, resultado apreciablemente menor que el estimado por la población en general (40%). Es decir, que las autoridades valoran más que la población la pérdida de infraestructura civil, lo cual es un resultado interesante, puesto que los dirigentes tienen que dirigir sus esfuerzos a la solución de los problemas creados, mientras que la población los sufre.

Es muy posible que esta diferenciación de resultados entre ambas poblaciones se deba que no toda la población se vea afectada por la modificación de la infraestructura civil, mientras que a todas las autoridades les toca ocuparse del problema.

El 12% de autoridades la considera “significativa”, mientras que el 33% de la población general estima que la modificación de la infraestructura civil es “significativa”. Estos valores se compensan con los de la categoría de “muy significativa”, de manera que porcentajes mayoritarios y relativamente cercanos del 88% de autoridades y el 73% de la población, valora el cambio en este recurso natural como de “muy significativo” a “significativo”.

El 12% de las autoridades y un apreciablemente mayor 22% de la población consideran como “poco significativa” a la modificación de la infraestructura civil después de la ocurrencia de los FRM; mientras que sólo 0% de las autoridades (ninguna) y 5% de la población, porcentajes igualmente diferentes pero comparativamente pequeños, estiman que dicha modificación es “no significativa”. Las proporciones obtenidas en las alternativas “poco significativa” y “no significativa” responden a lo explicado anteriormente sobre la diferenciación de resultados entre ambas poblaciones.

Se interpreta que, al considerarse el Plan General de Mitigación, el aspecto paisajístico deberá ser tomado en cuenta como uno de los aspectos principales.

#### *4.3.2.5. Pérdida de vidas humanas*

En cuanto a las pérdidas de vidas humanas, los resultados mostrados en las Tablas 4.6 y 4.12, representados gráficamente en las respectivas Figuras de igual numeración, son indicativos de que tanto la población de autoridades como la de habitantes, coinciden en la baja significancia de este importante renglón. Por ejemplo, porcentajes similares del 41 y el 40% de autoridades y pobladores, respectivamente, estiman como “no significativa” la ocurrencia de fallecimientos de personas después de la presencia de los FRM.

El 29 y el 32% respectivamente de ambas poblaciones consideran que el aspecto pérdidas de vidas humanas después de la ocurrencia de los FRM, es “poco significativo”. También existe igualdad de criterios entre ambas poblaciones para las alternativas “significativa” con 18 y 16% respectivamente, según autoridades y pobladores. La alternativa menos votada fue la de “muy significativa” con porcentajes prácticamente iguales para ambas poblaciones (12 y 13% respectivamente).

Se interpreta que si bien es cierto que estos fenómenos se presentan con pocos fallecimientos, por la importancia de la vida humana, en el Plan General de Mitigación, deberán contemplarse medidas para mitigar este aspecto.

#### *4.3.2.6. Participación en el Plan General de Mitigación*

Los resultados en cuanto a la participación en la implementación y mantenimiento de las actividades y proyectos del Plan General de Mitigación propuesto, como se muestra en la Tabla 4.7 y 4.13 y Figuras de igual

numeración, son implicativos de los deseos de la comunidad en general de participar.

El 82% de las autoridades, Jefes y Tenientes Políticos de las parroquias coinciden en que su participación en el aspecto será “muy significativa”. El 18% restante considera que dicha participación será “significativa”. Ninguna autoridad entrevistada considera su participación en el Plan General de Mitigación como “poco o no significativa”.

Un resultado análogo se manifiesta en la población en general ya que el 75% considera que su participación en la aplicación y mejoramiento, en la medida de sus posibilidades, del Plan General de Mitigación será “muy significativa”; el 23% coincide en que será significativa. Es decir, que casi la totalidad, el 98% de la población, considera su participación entre “muy significativa” y “significativa”, predominando el primero de los dos criterios. Sólo el 2% responde como “poco significativa” a este aspecto y ningún miembro de la población representada por la muestra de 399 pobladores piensa en que su participación será “no significativa”.

De una parte se interpreta el alto grado de comprometimiento de las autoridades parroquiales con sus electores y de otra el efecto educativo ambiental que, indirectamente, surtió la entrevista aplicada a la población en general. Los resultados analizados, discutidos e interpretados marcan una tendencia muy significativa a la garantía del éxito de la implementación y mantenimiento del Plan General de Mitigación para los FRM en la provincia de Cotopaxi.

#### **4.3.3. Comprobación / disprobación de la hipótesis<sup>16</sup>**

Hipótesis de investigación:

---

<sup>16</sup> SPIEGEL, M.R. (1975). *Teoría y Problemas de Estadística*. Ed. Pueblo y Educación, La Habana, Cuba.

$H_i$  = Los Fenómenos de Remoción en Masa afectan negativamente a la Calidad Ambiental en las áreas críticas de la Provincia de Cotopaxi.

Hipótesis nula:

$H_0$  = Los Fenómenos de Remoción en Masa no afectan negativamente a la Calidad Ambiental en las áreas críticas de la Provincia de Cotopaxi.

- *Modelo matemático de la hipótesis*

$H_0: f_0 = f_e \Rightarrow f_0 - f_e = 0$  Y no existe diferencia significativa entre el conjunto de frecuencias observadas y el conjunto de frecuencias esperadas.

$H_1: f_0 \neq f_e \Rightarrow f_0 - f_e \neq 0$  Y existe diferencia significativa entre el conjunto de frecuencias observadas y el conjunto de frecuencias esperadas.

- *Selección del nivel de significación*

El nivel de significación que se emplea es de  $\alpha = 0,005$  (99,5 % de confianza); es decir, la probabilidad de rechazar la hipótesis nula,  $H_0$ , cuando es verdadera.

- *Modelo estadístico de la prueba:*

Con base en la información de la muestra, la formulación de la hipótesis y el cumplimiento de los supuestos; el estadístico de prueba que se utiliza es  $\chi^2$  para determinar la aceptación o rechazo de la hipótesis nula.

$$\chi_c^2 = \sum \frac{(f_0 - f_e)^2}{f_e}$$

Donde:  $\chi_c^2$  = valor de  $\chi^2$  calculado;

$f_o$  = frecuencia observada;

$f_e$  = frecuencia esperada.

- *Procesamiento y formulación de la regla de decisión:*

Para el cálculo de  $\chi_c^2$  se utilizó un cuadro de doble entrada para tabular las frecuencias observadas y esperadas.

- *Matriz de frecuencias observadas para autoridades y población*

VAR. INDEPENDIENTE \ VAR. DEPENDIENTE		CALIDAD AMBIENTAL				TOTAL
		Muy significativo	Significativo	Poco significativo	No significativo	
FRM	Muy significativo	385	230	144	74	<b>833</b>
	Significativo	231	168	147	92	<b>638</b>
	Poco significativo	133	94	75	46	<b>348</b>
	No significativo	104	72	51	34	<b>261</b>
TOTAL		<b>853</b>	<b>564</b>	<b>417</b>	<b>246</b>	<b>2080</b>

- *Matriz de frecuencias esperadas para autoridades y población*

VAR. INDEPENDIENTE \ VAR. DEPENDIENTE		CALIDAD AMBIENTAL				TOTAL
		Muy significativo	Significativo	Poco significativo	No significativo	
FRM	Muy significativo	341,61	225,87	167,00	98,52	<b>833</b>
	Significativo	261,64	173,00	127,91	75,46	<b>638</b>
	Poco significativo	142,71	94,36	69,77	41,16	<b>348</b>
	No significativo	107,04	70,77	52,33	30,87	<b>261</b>
TOTAL		<b>853</b>	<b>564</b>	<b>417</b>	<b>246</b>	<b>2080</b>

- Cálculo del  $\chi^2$

CELDA	$f_0$	$f_e$	$f_0 - f_e$	$(f_0 - f_e)^2$	$\frac{(f_0 - f_e)^2}{f_e}$
FRM muy significativos / Calidad ambiental con negatividad muy significativa	385	341,61	7,42	55,0564	0,17336
FRM muy significativos / Calidad ambiental con negatividad significativa	230	225,87	19,72	388,8784	1,64584
FRM muy significativos / Calidad ambiental con negatividad poco significativa	144	167,00	-20,6	424,36	2,51696
FRM muy significativos / Calidad ambiental con negatividad no significativa	74	98,52	-6,53	42,6409	0,38579
FRM significativos / Calidad ambiental con negatividad muy significativa	231	261,64	-12,24	149,8176	0,61593
FRM significativos / Calidad ambiental con negatividad significativa	168	173,00	-12,97	168,2209	0,92955
FRM significativos / Calidad ambiental con negatividad poco significativa	147	127,91	17,87	319,3369	2,47299
FRM significativos / Calidad ambiental con negatividad no significativa	92	75,46	7,34	53,8756	0,63638
FRM poco significativos / Calidad ambiental con negatividad muy significativa	133	142,71	0,32	0,1024	0,00077
FRM poco significativos / Calidad ambiental con negatividad significativa	94	94,36	-4,71	22,1841	0,22474
FRM poco significativos / Calidad ambiental con negatividad poco significativa	75	69,77	4,56	20,7936	0,29520
FRM poco significativos / Calidad ambiental con negatividad no significativa	46	41,16	-0,18	0,0324	0,00070
FRM no significativos / Calidad ambiental con negatividad muy significativa	104	107,04	4,49	20,1601	0,20259
FRM no significativos / Calidad ambiental con negatividad significativa	72	70,77	-2,03	4,1209	0,05567
FRM no significativos / Calidad ambiental con negatividad poco significativa	51	52,33	-1,83	3,3489	0,06339
FRM no significativos / Calidad ambiental con negatividad no significativa	34	30,87	-0,63	0,3969	0,01146
<b>TOTAL</b>					<b>27,14630</b>

- Comparación entre el  $\chi^2$  calculado y el tabulado

$$v = \text{Grados de Libertad} = (C - 1) (F - 1)$$

$$C = \text{número de columnas} = 4$$

$$F = \text{número de filas} = 4$$

$$v = (4 - 1) (4 - 1)$$

$$v = 9$$

$$\alpha = 0,005$$

$$\chi^2_{0,005; 9} = 23,6 \text{ (tabulado)}$$

$$\chi^2 = 27,15 \text{ (calculado)}$$

$\chi^2 > \chi^2_{0,005; 9}$  (27,15 > 23,6) por lo tanto se rechaza  $H_0$  habiendo, con un 99,5% de confianza, diferencias significativas entre los conjuntos de frecuencias observadas y las esperadas, de manera que se verifica la hipótesis de investigación, rechazándose la nula y, “Los Fenómenos de Remoción en Masa afectan negativamente a la Calidad Ambiental en las áreas críticas de la Provincia de Cotopaxi”.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. CONCLUSIONES

- Se identificaron 17 áreas críticas asociadas a la ocurrencia de Fenómenos de Remoción en Masa, que respondieron a las parroquias La Maná, Guasaganda, Pucayacu, El Corazón, Moraspungo, Ramón Campana, Pinllopata, Angamarca, Guangaje, Pilaló, Tingo, Zumbahua, Cochapamba, Chugchilán, Las Pampas, Palo Quemado e Isinlivi. De estas 17 áreas críticas, 15 de ellas, es decir, excepto El Corazón e Isinlivi, fueron evaluadas como “muy significativa” la ocurrencia de FRM, en cuanto a las categorías magnitud, extensión y duración.
- La negatividad de la Calidad Ambiental de las áreas críticas, después de la ocurrencia de los FRM, fue evaluada, predominantemente, como “muy significativa”, determinándose afectaciones considerables en el paisaje, la flora y la fauna, la infraestructura civil, la calidad de vida y con menos significancia, la pérdida de vidas humanas.
- Empleando la distribución de Ji Cuadrado y con un 99,5% de confianza se verificó la hipótesis de investigación que planteaba que “Los Fenómenos de Remoción en Masa afectan negativamente a la Calidad Ambiental en las áreas críticas de la Provincia de Cotopaxi”
- Se elaboró un Plan General de Mitigación para la provincia de Cotopaxi, que implicó la minimización de los efectos negativos en la Calidad Ambiental, de la ocurrencia de FRM.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

Se recomienda a las autoridades de la provincia de Cotopaxi, la pronta implementación del Plan General de Mitigación propuesto en la presente investigación, que permitirá el mejoramiento de la calidad ambiental y por tanto de la calidad de vida de la población, sobre todo, la residente en las áreas críticas identificadas, una vez ocurridos los FRM, así como propiciará una mejor preparación en la prevención de los efectos de los mismos.

Proponer a los organismos correspondientes, Defensa Civil, Cruz Roja Internacional, Gobiernos provincial, cantorales y locales, una mayor dedicación en cuanto a la identificación, registro y descripción de los FRM que ocurren en la provincia.

## **CAPÍTULO VI**

### **PROPUESTA ALTERNATIVA**

#### **6.1. TÍTULO DE LA PROPUESTA**

Plan General de Mitigación de los Efectos Negativos en la Calidad Ambiental, por la ocurrencia de Fenómenos de Remoción en Masa para la Provincia de Cotopaxi.

#### **6.2. JUSTIFICACIÓN**

La presente Propuesta está basada en los resultados obtenidos en cuanto a la identificación, caracterización, cuantificación y cualificación de los Fenómenos de Remoción en Masa ocurridos en las áreas críticas, de más riesgo, en la provincia de Cotopaxi y, que se encuentran en los cantones La Maná, Pangua, Pujilí, Saquisilí y Sigchos, principalmente.

En la misma se presenta, como parte principal, el Plan General de Mitigación para la provincia, cuyo propósito es la minimización de los efectos negativos (modificaciones negativas) que se producen por la ocurrencia de los Fenómenos de Remoción en Masa en las áreas críticas consideradas a través del proceso investigativo.

La estrategia fundamental a aplicar consiste en la observación de campo y registros de las particularidades de los fenómenos ocurridos, así como el análisis de las características orográficas, hidrográficas, pluviales, de silvicultura, erosivas y otras, de las diferentes localidades, para así, tener los elementos de un plan general, que pueda ser particularizado posteriormente para cada área crítica identificada en la investigación.

Es de esperar, tal y como se verificó en la hipótesis de la investigación que al implementarse este Plan General de Mitigación y, de ser particularizado para las diferentes localidades de la provincia, que los efectos negativos mencionados se minimicen. Esto permitirá la preservación del paisaje, de la flora y la fauna, de la infraestructura civil, el mejoramiento de la calidad de vida de la población y, la minimización del riesgo de ocurrencia de desaparecidos, heridos y pérdidas de vidas humanas.

### **6.3. FUNDAMENTACIÓN**

Como se planteó en la Fundamentación Legal del Marco Teórico de la Investigación el fundamento legal principal, y que se mantiene para la presente Propuesta es la Constitución de la República del Ecuador, particularmente en su Artículo 72 “De los Derechos de la Naturaleza”, donde se le otorgan derechos a algo que es relativamente impersonal, al plantear la necesidad de la restauración de la naturaleza, además de la indemnización que merezcan individuos y colectivos cuya calidad de vida esté en dependencia de cualquier recurso natural afectado, como se da en el caso de los FRM.

Asimismo, el Ministerio de Obras Públicas y la Dirección Provincial de Obras Públicas, basados en la Ley de Caminos, así como en lo que esta plantea sobre el Derecho de Vía, regula y da medios de solución a los problemas causados por los FRM a las vías principales, secundarias, caminos vecinales, etc., de manera que haya una tendencia palpable a la restauración de la calidad de vida de la población afectada por FRM.

## **6.4. OBJETIVOS**

### **6.4.1. Objetivo general**

Elaborar el Plan General de Mitigación para la minimización de los efectos negativos que producen los Fenómenos de Remoción en Masa, una vez ocurridos, en las áreas críticas, zonas de riesgo de la provincia de Cotopaxi.

### **6.4.2. Objetivos específicos**

- Desarrollar las actividades del Plan de Mitigación relacionadas con las buenas prácticas agrícolas y pecuarias, así como sus características, responsables, costos, resultados esperados, etc.
- Desarrollar las actividades del Plan General de Mitigación relacionadas con los aspectos paisajísticos, de flora y fauna, de infraestructura civil, así como sus características, responsables, costos, resultados esperados, etc.
- Desarrollar las actividades del Plan General de Mitigación relacionadas con los aspectos subjetivos como la Educación Ambiental, así como sus características, responsables, costos, resultados esperados, etc.
- Poner en consideración de las autoridades pertinentes el Plan General de Mitigación elaborado.

## **6.5. IMPORTANCIA**

La Propuesta realizada está diseñada de forma que su aplicación surta efectos de mitigación de forma inmediata, una vez ocurrido el FRM. Para ello se ha concebido una matriz activa de doble entrada donde se plasman

nombre de la actividad o proyecto, su ubicación geográfica, la duración de la ejecución, la población beneficiada por la actividad o proyecto, los objetivos de los mismos, es decir, la forma en que beneficia al recurso natural o social afectado, los resultados esperados, los responsables del diseño y ejecución de la actividad o proyecto y, por último los costos asociados a los mismos.

Es decir que, tomando como base las características, frecuencias y ubicación de los FRM, según su historicidad documentada, se va a permitir, primero, minimizar los efectos de los deslaves y, segundo, una vez ocurridos, reducir los tiempos de solución de los problemas materiales, que a su vez son parte de las causas de las dificultades sociales.

#### **6.6. UBICACIÓN SECTORIAL Y FÍSICA**

En cuanto a la ubicación sectorial y física, las medidas serán de aplicación en todas las áreas críticas identificadas, es decir, los cantones Latacunga, La Maná, Pangua, Pujilí, Salcedo, Saquisilí y Sigchos. Cabe destacar que aunque el cantón Latacunga no fue identificado como área crítica de ocurrencia de FRM, como prevención será tomado en cuenta en la aplicación de las medidas propuestas para el resto de cantones que sí fueron identificados con parroquias críticas.

De forma particular, la propuesta se ubicará en las parroquias La Maná, Guasaganda, Pucayacu, El Corazón, Moraspungo, Ramón Campana, Pinllopata, Angamarca, Guangaje, Pilaló, Tingo, Zumbahua, Cochapamba, Chugchilán, Las Pampas, Palo Quemado e Isinliví, todas pertenecientes a los cantones antes mencionados, de la provincia de Cotopaxi.

#### **6.7. FACTIBILIDAD**

La presente propuesta es factible ya que se aviene a causas sociales, institucionales, pedagógicas, sicológicas y económicas, entre otras. Las

autoridades del H. Concejo Provincial de Cotopaxi están identificados con la misma y, cuentan con los recursos económicos para su implementación, así como con el apoyo en cuanto a participación de los diferentes Jefes y Tenientes Políticos.

Asimismo, con la población en general, a través de las entrevistas realizadas para obtener criterios de la calidad ambiental una vez ocurridos los FRM, se realizó, indirectamente, una labor de Educación Ambiental significativa, de manera que los moradores de las diferentes parroquias están dispuestos a participar activamente con las medidas que se propongan, así como al mantenimiento y mejoramiento de las mismas, en la medida en que esto les sea posible. O sea que, aunque indirectamente, han adquirido cierto nivel de Educación Ambiental, como se manifestó en el último ítem de la mencionada entrevista.

#### **6.8. PLAN DE TRABAJO**

El plan de trabajo que implica el desarrollo de la Propuesta se plantea en la Tabla 6.1, a través del nombre de la actividad o proyecto, de su ubicación geográfica, su duración, la población beneficiada, sus objetivos y resultados esperados, los responsables de la actividad o proyecto y su costo estimado.

**Tabla 6.1.**  
**Contenido del plan de trabajo de la Propuesta.**

<b>No.</b>	<b>NOMBRE DE LA ACTIVIDAD O PROYECTO</b>	<b>UBICACIÓN GEOGRÁFICA</b>	<b>DURACIÓN</b>	<b>POBLACIÓN BENEFICIADA</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>RESULTADOS ESPERADOS</b>	<b>RESPONSABLES</b>	<b>COSTOS (USD)</b>
1	Forestación de las áreas	Todas las áreas identificadas	Permanente	112 399 hab	<p>Minimizar la erosión</p> <p>Minimizar la infiltración del agua</p> <p>Mantener la cobertura vegetal</p>	<p>Minimización de las posibilidades de ocurrencia de Fenómenos de Remoción en Masa</p>	<p>Delegación Provincial del Ministerio de Ambiente</p> <p>Municipios</p> <p>Líderes comunitarios</p>	40 000
2	Cultivo en terrazas	Todas las áreas identificadas	Permanente	112 399 hab	<p>Minimizar la erosión</p>	<p>Minimización de las posibilidades de ocurrencia de Fenómenos de Remoción en Masa</p>	<p>Delegación Provincial del MAG</p> <p>Municipios</p> <p>Líderes comunitarios</p>	30 000

3	Optimización del pastoreo en suelos	Todas las áreas identificadas	Permanente	112 399 hab	Evitar el sobrepastoreo  Minimizar la erosión  Minimizar la infiltración del agua  Mantener la cobertura vegetal	Minimización de las posibilidades de ocurrencia de Fenómenos de Remoción en Masa	Delegación Provincial del MAG  Municipios  Líderes comunitarios	20 000
4	Revestimiento e impermeabilización de canales de riego	Todas las áreas identificadas	Un año	112 399 hab	Minimizar la erosión  Minimizar la infiltración del agua	Minimización de las posibilidades de ocurrencia de Fenómenos de Remoción en Masa	Delegación Provincial del MOP  Gobierno Provincial de Cotopaxi  Municipios  Líderes comunitarios	115 000

5	Construcción de muros y dispositivos de contención, cunetas de coronación, Obras de protección naturales con maquinaria (terrazeo, enrocados, by pass)	Todas las áreas identificadas	Permanente	112 399 hab	Minimizar la posibilidad de que los deslizamientos de tierra lleguen a áreas de interés humano y económico	Minimización de los efectos de los Fenómenos de Remoción en Masa.	Delegación Provincial del Ministerio de Obras Públicas Gobierno Provincial de Cotopaxi Ministerio de Obras Públicas Municipios Líderes comunitarios	381 000
6	Inventario florístico y faunístico	Todas las áreas identificadas	Permanente	112 399 hab	Controlar la población de flora y fauna, tanto en número de especies como de individuos.	Control y Mantenimiento de la biodiversidad Control y mantenimiento poblacional	Departamento Ambiental de Municipios Líderes comunitarios	10 000

7	Incremento del control de la población afectada por los Fenómenos de Remoción en Masa	Todas las áreas identificadas	Permanente	112 399 hab	Controlar de forma precisa cantidad de heridos, fallecidos y desaparecidos por la ocurrencia de los Fenómenos de Remoción en Masa	Establecimiento de la gravedad de los Fenómenos de Remoción en Masa por la morbilidad humana.	Departamentos de Higiene municipales  Defensa Civil Provincial  Cruz Roja Provincial	10 000
8	Creación de un Comité Técnico a nivel provincial con secciones cantonales para el análisis de la ocurrencia y efectos de los Fenómenos de Remoción en Masa	La Maná como sede provincial y secciones en las áreas identificadas (cantones)	Permanente	112 399 hab	Proponer soluciones técnicas que impliquen el mejoramiento y mantenimiento del presente Plan	Minimización de las posibilidades de ocurrencia de Fenómenos de Remoción en Masa  Minimización de los efectos de los Fenómenos de Remoción en Masa.	Delegación Provincial del Ministerio de Obras Públicas  Gobierno Provincial de Cotopaxi  Municipios  Líderes comunitarios  Delegación Provincial del MAG  Delegación Provincial del	80 800*

							Ministerio de Ambiente	
							Departamentos de Higiene municipales	
							Defensa Civil Provincial	
							Cruz Roja Provincial	
<b>COSTO TOTAL DE IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA</b>								<b>686 800</b>

\* Costo calculado anualmente (salarios) con excepción de 25 000 USD para infraestructuras y materiales de oficina, gastados sólo al inicio.

Elaborada por: CHICAIZA, S. (2009). Ecuador.

## 6.9. ACTIVIDADES

Las actividades o proyectos seleccionados, como se plasmaron en la Tabla 6.1, son:

- Forestación de las áreas.
- Cultivo en terrazas.
- Optimización del pastoreo en suelos.
- Revestimiento e impermeabilización de canales de riego.
- Construcción de muros y dispositivos de contención, cunetas de coronación, obras de protección naturales con maquinaria (terrazeo, enrocados, by pass).
- Inventario florístico y faunístico.
- Incremento del control de la población afectada por los Fenómenos de Remoción en Masa.
- Creación de un Comité Técnico a nivel provincial con secciones cantonales para el análisis de la ocurrencia y efectos de los Fenómenos de Remoción en Masa

Estas actividades o proyectos, una vez desarrolladas, permitirán:

- La minimización de las posibilidades de ocurrencia de Fenómenos de Remoción en Masa.
- La minimización de los efectos de los Fenómenos de Remoción en Masa.
- El control y Mantenimiento de la biodiversidad.
- El control y mantenimiento poblacional.
- El establecimiento de la gravedad de los Fenómenos de Remoción en Masa por la morbimortalidad humana.

## 6.10. RECURSOS

Recursos humanos:

- 1 Ing. Civil
- 1 Ing. en Gestión Ambiental
- 1 Epidemiólogo
- 1 Técnico en Botánica
- 1 Zootecnista
- 12 Obreros de la construcción

Recursos administrativos:

- 1 Administrador o gerente del Plan
- 1 Secretaria

Recursos materiales:

- Inmueble de 80 m<sup>2</sup>
- Mobiliario de oficina
- Materiales de construcción

Recursos técnicos:

- Vehículo pequeño 4x4 todo terreno (Jeep), con combustible apropiado
- Maquinaria y equipo de construcción del MOP y Gobierno Provincial

Recursos financieros:

686 800 USD gestionados por el H. Concejo Provincial de Cotopaxi

## 6.11. IMPACTO

La Propuesta, una vez implementada, producirá un impacto social significativo, en tanto y en cuanto propiciará un apreciable mejoramiento de la **calidad de vida** de la población afectada por los FRM en Cotopaxi.

Teniendo en cuenta que la calidad de vida envuelve un conjunto complejo de componentes que van desde la salud de los individuos hasta el grado de distribución de la renta que perciben, pasando por el uso del tiempo libre o por los aspectos ecológicos y de conservación de su ambiente.

Lo esencial de la sociedad es el sistema de valores que produce. El concepto de calidad de vida registra dicho sistema de valores. Para ello se ha adoptado un modelo axiológico general: el Patrón Universal de Valores<sup>17</sup> (Tabla 6.2), donde están todos los valores perseguidos por el individuo humano en tanto que ser social y en cualquier circunstancia de tiempo y lugar.

**Tabla 6.2.**  
**Patrón Universal de Valores que persigue la calidad de vida como**  
**indicador ambiental general.**

No.	NECESIDAD	FUNCIÓN	VALOR PERSEGUIDO
1	De bienestar físico y psíquico	Sanitaria	Salud
2	De suficiencia material	Económica	Riqueza material
3	De protección contra las eventualidades	Asegurativa	Seguridad y orden
4	De conocimiento y dominio sobre la naturaleza	Investigadora y Educativa	Conocimiento
5	De libertad de movimiento y de pensamiento	Libertadora	Libertad
6	De equidad	Distributiva	Justicia
7	De armonía con la naturaleza	Naturalista	Conservación de la naturaleza
8	De desarrollo personal	Humanista	Autorregulación
9	De estima social	Prestigiadora	Prestigio

Fuente: CONESA, V. (1997). Barcelona, España.

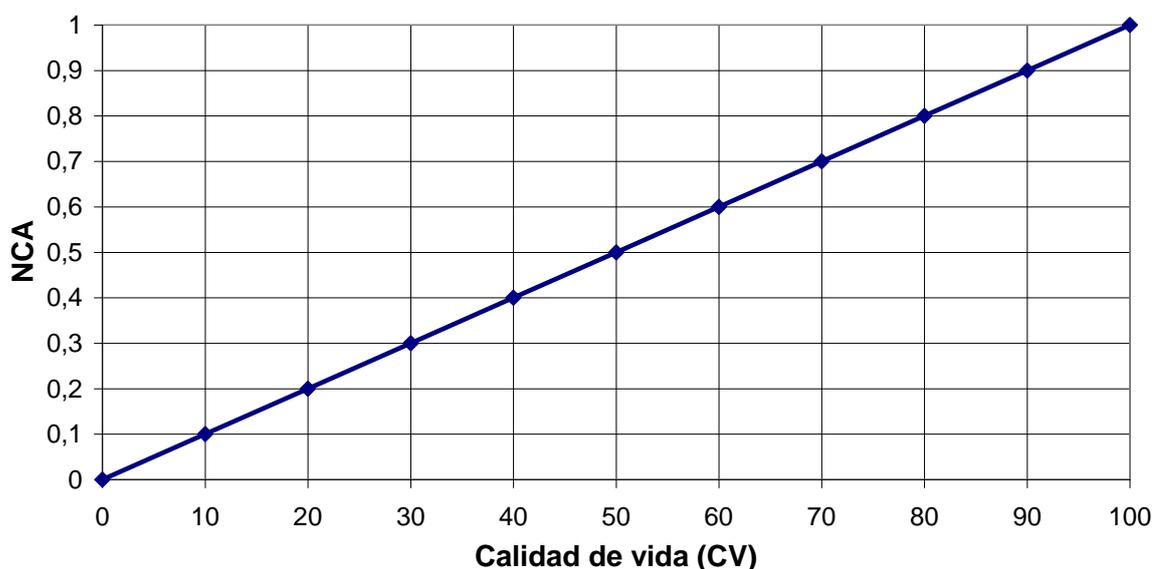
---

<sup>17</sup> CONESA, V. (1997). *Los Instrumentos de la Gestión Ambiental de la Empresa*. Ed. Mundi – Prensa. Madrid, España. 412 pág.

## 6.12. EVALUACIÓN

Una vez decursados los primeros cinco años de implementada la Propuesta, se empleará el Patrón Universal de Valores, con los nueve valores que persigue: salud, riqueza material, seguridad y orden, conocimiento, libertad, justicia, conservación de la naturaleza, autorregulación y prestigio, como aparecen en la Tabla 6.2, empleando también la función de transformación que se muestra a continuación:

### FUNCIÓN DE TRANSFORMACIÓN DE LA CALIDAD DE VIDA.



## 6.13. INSTRUCTIVO DE FUNCIONAMIENTO

### 6.13.1. Forestación de las áreas

Este proyecto consiste en realizar trabajos de forestación y reforestación para la estabilización de los taludes, principalmente con especies arbustivas de raíces superficiales, para así obtener una estabilización del suelo, entre estas principales especies tenemos: retama, retamo liso, acacias, entre otras.

La densidad de plantación dependerá de la inclinación de la pendiente en las cuales en la parte superior se podrían plantar especies arbóreas en vez de las arbustivas con especies como pino, eucalipto, molle, ciprés o fresno.

### **6.13.2. Cultivo en terrazas**

Una de las principales causas para la ocurrencia de fenómenos de remoción en masa es la mala utilización del suelo en las labores agrícolas al realizar la preparación del suelo para la siembra a favor de la pendiente.

Una práctica agrícola para contrarrestar este fenómeno es la realización de cultivos en terrazas que consiste en realizar desbanques en la pendiente en el cual ancho del desbanque depende de la distancia de caída de la misma, los filos se coloca pasto de la variedad milin especialmente que es la mas recomendada para evitar deslizamientos y así la ocurrencia de fenómenos de remoción en masa.

### **6.13.3. Optimización del pastoreo en suelos**

En la provincia de Cotopaxi existen muchas comunidades o propietarios particulares que se dedican a la crianza de ganado por lo que es inevitable el pastoreo.

Por la creciente demanda de esta actividad los ganaderos liberan el ganado para pastar en lugares no delimitados y por ende se colocan en pendientes que al haber el ramoneo del ganado al suelo estos provocan que el mismo se ablande creando un sitio propenso para la ocurrencia de fenómenos de remoción en masa.

Por lo que es necesario se cree conciencia en los ganaderos y criadores de ganado a fin de optimizar el uso de los terrenos con pasto haciendo rotar al

mismo y no cargar a todos en un solo sitio especialmente en las laderas o pendientes para evitar este aflojamiento del suelo.

#### **6.13.4. Inventario florístico y faunístico**

Luego que se ha identificado las áreas críticas para la ocurrencia de los fenómenos de remoción en masa es preciso e indispensable realizar un inventario florístico y faunístico para de terminar en caso de la ocurrencia de dicho fenómeno la pérdida de biodiversidad, y poder tomar acciones para recuperar en algo el impacto producido en los vegetales y animales.

En dicho inventario se deberá ubicar el nombre vulgar o sea el conocido en dicha zona y obviamente el nombre científico de cada una de las especies y su densidad poblacional.

#### **6.13.5. Revestimiento e impermeabilización de canales de riego**

Se procederá a inventariar los canales de riego para la planificación y ejecución de su revestimiento e impermeabilización, empleando cemento y materiales de construcción de la localidad. Deberá comenzarse por aquellos canales que hayan sido causales de filtraciones de agua y reblandecimiento del suelo, haciéndolo más propenso a su remoción.

#### **6.13.6. Construcción de muros y dispositivos de contención**

Como ya han sido ubicados geográficamente los puntos críticos por donde comienzan y se agravan los deslaves, se destinará recursos a la construcción de muros y dispositivos de contención, que detengan las avalanchas de tierra, pero teniendo en cuenta características constructivas tales, que no desvíen el problema hacia áreas vecinas.

Habrá que considerar, en esta actividad, la construcción de cunetas de coronación, de obras de protección naturales con maquinaria (terrazeo, enrocados, by pass), empleando materiales de construcción oriundos de la localidad (primera prioridad, cantonal y segunda prioridad, provincial).

#### **6.13.7. Incremento del control de la población afectada**

Se acudir  a los datos de archivo para determinar los sectores más vulnerables a los FRM y censar a esta población. Es decir, esta medida funcionará con base en un censo poblacional crítico, de manera que la atención, una vez ocurrido el fenómeno, llegue con celeridad a las zonas y personas con calamidades.

El censo, documentar  los tipos de daño predominante por área, según la historia archivada de los mismos. Sus resultados deberán ser actualizados y mantenidos según registros de nacimientos, muertes y migración.

#### **6.13.8. Creación de un Comité Técnico**

El Comité Técnico para la Prevención y Análisis de los FRM tendrá su sede provincial en el cantón La Maná y contará con secciones en los diferentes cantones, por lo que en el mismo estarán representados el gobierno provincial, las autoridades cantonales y delegados de organismos relacionados como el MAG, MOP, Ministerio del Ambiente, Defensa Civil y Cruz Roja Internacional.

Este Comité se reunirá periódicamente en las cercanías de las temporadas invernales, para la consideración de medidas particulares que coadyuven el funcionamiento apropiado de la presente Propuesta, para lo cual contará con un presupuesto manejado a través del Plan General de Mitigación de los Efectos Negativos en la Calidad Ambiental, por la Ocurrencia de Fenómenos de Remoción en Masa para la Provincia de Cotopaxi.

## BIBLIOGRAFÍA

ASTE, J.P. (1998). *Apuntes sobre la evaluación y la prevención de riesgos geológicos: hacia una nueva visión metodológica y operativa*, Vol. 2. Memorias del VII Congreso Colombiano de Geotecnia, Bogotá, Sociedad Colombiana de Geotecnia, octubre.

CASTELLANOS, R. (1996). *Lluvias críticas en la evaluación de amenaza de eventos de remoción en masa. Tesis de maestría en geotecnia*. Bogotá, Universidad Nacional de Colombia, 446 pp.

CENTRO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS DE SANTIAGO DE CHILE (CIENES). (1990). *Población y muestra*. Ed. CIENES. Santiago de Chile, Chile.

CONESA, V. (1997). *Los Instrumentos de la Gestión Ambiental de la Empresa*. Ed. Mundi – Prensa. Madrid, España. 412 pág.

DANTE, M. (2008). *Clasificación de los Fenómenos de Remoción en Masa*. Ed. Reverté, Madrid, España.

GONZÁLEZ G. A. J. (1999). *Guía general para la evaluación de amenaza y riesgos por fenómenos de remoción en masa en estudios detallados*. Bogotá, Sociedad Colombiana de Geotecnia.

GONZÁLEZ, A. J. (1990). *Metodología para evaluación de riesgo por deslizamientos a nivel intermedio*. Memorias de las VI Jornadas Geotécnicas Colombianas. Sociedad Colombiana de Geotecnia. Bogotá, Colombia.

MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA. (2006). Informe estadístico. Quito, Ecuador.

MORA, S. (1990). Inestabilidad de laderas en la cuenca alta del río Chicamocha. Informe de la misión de asesoría- UNDRO, Oficina Nacional para la Prevención y Atención de Desastres (ONAD) de Colombia.

OJEDA, J y otros (2.001). Evaluación de riesgos por fenómenos de remoción en masa. Bogota. Colombia.

PNUD-UNDRO. (1991). Vulnerabilidad v evaluación de riesgo. Programa de entrenamiento para el manejo de desastres. Módulo preparado por A.W. Coburn, R.J.S. Spence y A. Pomonis.

SISE. (2005). *Datos Estadísticos al año 2005*. Gobierno Nacional, Quito, Ecuador.

SPIEGEL, M.R. (1975). *Teoría y Problemas de Estadística*. Ed. Pueblo y Educación, La Habana, Cuba.

VALENCIA, A. J. Y VELÁSQUEZ, E. (1997). Evaluación de un escenario de riesgo por fenómenos de inestabilidad en Marmato, Caldas. 2 Pan-Am. Symp. Landslides, 2 COBRAE, Rio de Janeiro.

# ANEXOS

## ANEXO 1

### INSTRUMENTO PARA AGRUPAR LOS RESULTADOS DE LAS MEDICIONES DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE “EFECTOS DE LOS FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA

No.	CANTÓN	PARROQUIA	FECHA	NIVEL EFECTO	EVALUACIÓN
1	Latacun- ga	Eloy Alfaro (San Felipe)			
		Ignacio Flores (Parque Flores)			
		Juan Montalvo (San Sebastián)			
		La Matriz			
		San Buenaventura			
		Toacaso			
		San Juan de Pastocalle			
		Mulaló			
		Tanicuchí			
		Guaytacama			
		Alaques			
		Poaló			
		11 de Noviembre			
		Latacunga			
		Belisario Quevedo			
Joseguango Bajo					
2	La Maná	Guasaganda			
		Pucayacu			
		El Carmen			
		El Triunfo y La Maná			
3	Pangua	El Corazón			
		Moraspungo			
		Ramón Campana y Pinllopata			
4	Pujilí	Angamarca			
		Guangaje			
		La Victoria			
		Pívalo			
		Tingo			
		Zumbahua			
5	Salcedo	San Miguel			
		Antonio José Holguín (Sta Lucía)			
		Cusubamba			
		Mulalillo			
		Mulliquindil (Santa Ana) y Pansaleo			
6	Saquisilí	Saquisilí			
		Cochapamba			
		Canchagua			
		Chantilín			
7	Sigchos	Chugchilán			
		Las Pampas			
		Palo Quemado			
		Isinliví			

## ANEXO 2

### INSTRUMENTO GUÍA DE ENTREVISTA PARA LA MEDICIÓN DE LA VARIABLE DEPENDIENTE “CALIDAD AMBIENTAL”

1. La modificación del paisaje de la localidad después de la ocurrencia del fenómeno de remoción en masa fue

No.	ALTERNATIVA
1	Muy significativa
2	Significativa
3	Poco significativa
4	No significativa

2. La modificación de la Flora y la Fauna de las localidades después de la ocurrencia del fenómeno de remoción en masa fue

No.	ALTERNATIVA
1	Muy significativa
2	Significativa
3	Poco significativa
4	No significativa

3. La modificación de la Calidad de Vida de los habitantes de las localidades después de la ocurrencia del fenómeno de remoción en masa fue

No.	ALTERNATIVA
1	Muy significativa
2	Significativa
3	Poco significativa
4	No significativa

4. La modificación de la Infraestructura Civil en las localidades después de la ocurrencia del fenómeno de remoción en masa fue

<b>No.</b>	<b>ALTERNATIVA</b>
1	Muy significativa
2	Significativa
3	Poco significativa
4	No significativa

5. La pérdida de vidas humanas en las localidades por la ocurrencia de fenómenos de remoción en masa fue

<b>No.</b>	<b>ALTERNATIVA</b>
1	Muy significativa
2	Significativa
3	Poco significativa
4	No significativa

6. ¿Cómo evalúa usted la significación de su futura y posible participación en la implementación de un plan de medidas dirigidas a la minimización de los efectos de los FRM y a la minimización de los mismos?

<b>No.</b>	<b>ALTERNATIVA</b>
1	Muy significativa
2	Significativa
3	Poco significativa
4	No significativa

### ANEXO 3



**Foto: FRM. Parroquia Pilaló Cantón Pujilí (2007)**



**Foto: FRM. Parroquia Moraspungo Cantón Pangua (2008)**