



**MUNICIPIO DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO  
EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA DE LOGÍSTICA PARA LA SEGURIDAD Y  
CONVIVENCIA CIUDADANA (EP EMSEGURO)**

**CONTRATO: 11-SC-2016**

**ESTUDIO, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INTEGRAL  
DEL RIESGO EN EL SECTOR LADERAS DE SAN FRANCISCO  
DE LA PARROQUIA CALDERÓN, DISTRITO  
METROPOLITANO DE QUITO**

## **INFORME FINAL VOLUMEN III**

***CONSULTOR:***

*Ing. Marco Rivera*

***EQUIPO TÉCNICO DE REALIZACIÓN:***

*Ing. Marco Rivera, Director del Proyecto*

*Ing. Aníbal Salazar Albán, Consultor*

*Ing. Armando Carvajal, Consultor,*

*Biol. Mónica Arellano*

*Ing. Francisco Yépez*

*Soc. Jaime Arévalo*

*Ing. Bernardo Álvarez, Consultor*

*PHD. Remigio Galarraga, Consultor*

*MSc. Dennis Salazar, Consultor*

*CARTOTECNIA S. A., Restitución aerofotogramétrica*

Julio – 2017

# **VOLUMEN III**

## **PRODUCTO 3**

### **MEDIDAS Y ACCIONES PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO POR INESTABILIDAD DE TERRENOS Y REHABILITACIÓN AMBIENTAL**

- ❖ ***CAPÍTULO XII***  
***MEDIDAS PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO***
  
- ❖ ***CAPÍTULO XIII***  
***ANÁLISIS COSTO – BENEFICIO DE LAS MEDIDAS  
DE REDUCCIÓN DEL RIESGO***
  
- ❖ ***CAPÍTULO XIV***  
***MONITOREO DE ZONAS INESTABLES Y  
PROGRAMA DE INTERVENCIÓN SOCIAL***
  
- ❖ ***CAPÍTULO XV***  
***GEODATABASE***
  
- ❖ ***CAPÍTULO XVI***  
***CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES***
  
- ❖ ***BIBLIOGRAFÍA***

## Í N D I C E

### CAPÍTULO XII MEDIDAS PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO

12.1	Medidas de Intervención en la Zona de Estudio	2
12.2	Propuesta de Medidas Estructurales y no Estructurales para la reducción del Riesgo a corto, mediano y largo plazo	6
12.3	Propuesta del Plan de Rehabilitación Ambiental - Cierre Técnico de las Áreas de Canteras Clandestinas	8

### CAPÍTULO XIII ANÁLISIS COSTO – BENEFICIO DE LAS MEDIDAS DE REDUCCIÓN DEL RIESGO

13.1	Análisis de las Medidas Estructurales y No Estructurales (Costos referenciales)	16
13.2	Resultados del Análisis Costo – Beneficio de la Medidas de Intervención	26

### CAPÍTULO XIV MONITOREO DE ZONAS INESTABLES Y PROGRAMA DE INTERVENCIÓN SOCIAL

14.1	Diseño e implementación de un sistema de monitoreo y vigilancia de las zonas inestables (Resultados Preliminares)	37
14.2	Programa de capacitación a la comunidad y al personal técnico designado	41
14.3	Resultados preliminares de la implementación del programa de intervención social en la comunidad para el manejo integral del riesgo	43
14.4	Diseño de un sistema comunitario de alerta temprana ante potenciales fenómenos asociados a la inestabilidad de terrenos	49
14.5	Resultados Preliminares del Sistema Comunitario de Alerta Temprana	53

### CAPÍTULO XVI GEODATABASE CON LA INFORMACIÓN DE LA CARTOGRÁFICA OBTENIDA

15.1	Geodatabase con los resultados de la información cartográfica	56
15.2	Detalle de información del dataset	57
15.3	Detalle de información MXD	58

### CAPÍTULO XVI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

16.1	Conclusiones	61
16.2	Recomendaciones	66

<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	71
---------------------	----

# **CAPÍTULO XII**

An abstract graphic design featuring several overlapping lines in shades of blue and grey. The lines are thick and have a slight 3D effect with shadows. They intersect and curve across the middle of the page, creating a sense of movement and depth. The background is white above the lines and a solid blue below them.

**MEDIDAS PARA LA  
REDUCCIÓN DEL RIESGO**

## **CAPÍTULO XII**

### **MEDIDAS PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO**

En el Volumen II se hizo el análisis de las amenazas geológicas, hidrometeorológicas y ambientales (antrópicas) que pudieran afectar la zona de estudio en Laderas – Planada de San Francisco, se ha determinado que de los 10 barrios estudiados, 7 de ellos están asentados fuera de laderas y 3 se hallan en zonas de alta pendiente-escarpes antiguos.

Se han realizado también los estudios de vulnerabilidad social y física, en base a los cuales se ha determinado el nivel de Riesgo existente en la zona; en el presente volumen se proponen las medidas para reducir la amenaza/vulnerabilidad en los barrios de la zona de investigación, con el propósito de reducir el Riesgo de la población a ser afectada por los eventos

#### **12.1 MEDIDAS DE INTERVENCIÓN EN LA ZONA DE ESTUDIO**

La ocupación y desarrollo desordenado de los barrios que forman la zona de influencia del proyecto, producto del crecimiento poblacional de la ciudad de Quito por las oportunidades que ésta brinda, los ha colocado en un estado de riesgo de varios niveles para algunos de ellos. muchos de éstos asentados en zonas planas y relativamente seguras para varias de las amenazas analizadas y cuantificadas en los capítulos anteriores; sin embargo, tres de estos barrios (Terrazas de Bellavista, Laderas de San Francisco y Pedregal) están ubicados en zonas con la incidencia de varias de las amenazas analizadas, y su infraestructura física (viviendas principalmente) y social tiene una alta vulnerabilidad, lo que evidencia un alto grado de riesgo, y algunas áreas se encuentran en zonas de riesgo no mitigable (RNM) y de riesgo muy alto, por la confluencia de varias de las amenazas a las cuales están sujetas.

Si bien al momento se han determinado las condiciones potenciales de daños, que ciertas amenazas pueden ocasionar a las zonas en riesgo, es menester indicar que la presencia de una o varias de las amenazas en el tiempo, pueden producir un desastre, el cual afectará directamente al entramado físico, económico y social existente, especialmente en las zonas de alto riesgo.

En el Volumen II se ha explicado en detalle los tres componentes del o los desastres (amenaza, vulnerabilidad y riesgo) a los que pueden estar sujetos los sectores catalogados ya como de alto riesgo. Estos en términos generales están ubicados en las zonas de mayor pendiente y con afectaciones potenciales de sismos y deslizamientos.

En el presente estudio se pone de manifiesto que el manejo de los riesgos a los que están sometidos, especialmente los barrios con alto riesgo, está orientado a la minimización de la vulnerabilidad y amenazas, especialmente del entorno físico (viviendas), de las zonas expuestas, para evitar (acciones de prevención) y limitar (mitigación y preparación) el impacto negativo de las amenazas y trabajar en las acciones de preparación para la respuesta frente a uno o varios desastres que pueden darse en el futuro.

Desde esta perspectiva, se plantean a continuación las medidas tendientes a disminuir los riesgos con el objetivo de preservar, especialmente la vida y propiedades de los habitantes de la zona de estudio, principalmente aquellas ubicadas en zonas de alto riesgo. Las medidas que se plantean son de carácter físico – técnicas (estructurales para reducir los impactos de las amenazas, construcciones civiles resistentes a las amenazas), y políticas institucionales (no estructurales tales como educación, entrega de información, capacitación - sensibilización de los involucrados, fomento de la participación social, sistemas de alerta temprana, formación en resiliencia de la comunidad, etc., para reducir el riesgo y sus impactos).

### **12.1.1 Medidas Estructurales y Medidas No Estructurales**

Del análisis del mapa de riesgos se puede determinar que existen zonas con riesgo bajo y zonas con riesgo alto. La zonificación de los barrios en el proyecto es: Riesgo Bajo (Campo Alegre, Colinas de Bellavista, Cristo Rey I, Cristo Rey II, Mira Quito y Planada de San Francisco) y **Riesgo Alto no Mitigable** (Laderas de San Francisco, Pedregal y Terrazas de Bellavista).

A pesar de que los barrios ubicados en la zona de Riesgo Bajo por inestabilidad de terrenos, inundaciones y caída de ceniza entre otros; el análisis de riesgo contempla también que la amenaza sísmica es Alta y configura el factor preponderante en la definición del riesgo, por lo que las medidas a ser consideradas en esta zona, deben estar orientadas hacia la concienciación de la población de cómo actuar ante la presencia de un sismo, evento que ya ocurrió en Agosto de 2014.

Sobre la base de este análisis se formulan las medidas de intervención Estructurales y No Estructurales:

**Medidas Estructurales**, son obras civiles que intentan mejorar las condiciones físicas de estabilidad de taludes, de las edificaciones, de la construcción de sistemas adecuados de drenaje en vías, de la dotación de servicios básicos de agua potable y alcantarillado, de la construcción de obras adicionales en edificaciones, etc.

Se mencionan otras Medidas Estructurales:

- *Reforzamiento estructural de viviendas*
- *Construcción de muros de contención*
- *Planes de reforestación*
- *Revestimiento de taludes*
- *Construcción y mantenimiento de vías*
- *Cierre técnico de las canteras clausuradas*

**Medidas No Estructurales**, son aquellas en las cuales no se modifica físicamente el área de intervención o los elementos que pueden estar en peligro de falla y de ser afectados; es decir no se realizan construcciones de ningún tipo. Ejemplos de esto son: la relocalización de las familias en sitios seguros, sistemas de alerta temprana, pago de seguros contra desastres, ordenanzas del uso del suelo, planes de capacitación a la población y autoridades, etc.

Se mencionan otras Medidas No Estructurales:

- *Planes de evacuación*
- *Plan de emergencias ante eventos adversos*
- *Capacitación en gestión de riesgos*
- *Sistema comunitario de alerta temprana*
- *Regulación del uso del suelo en Laderas de San Francisco*
- *Normas de construcción considerando amenaza sísmica*

### **12.1.2 Estrategia para la formulación de Medidas de Intervención**

La zona de intervención está catalogada, como una zona de ocupación del territorio por personas que realizan actividades diarias en la ciudad de Quito y sus alrededores, por lo que podría decirse que al momento es una zona rural, con algunos signos de agricultura. En pocos casos, existen habitantes asentados en la zona que realizan actividades agrícolas de subsistencia.

Por lo tanto, no existe una visión de desarrollo de ninguna naturaleza, sino la de satisfacer una necesidad imperiosa de habitabilidad. Un alto porcentaje de las viviendas han sido construidas en forma anti técnica, aunque sus características de habitabilidad están en buenas condiciones, por ello no existen fallas estructurales, a pesar de que sus construcciones son precarias y no cuentan con los elementos estructurales. El sismo del año 2014, cuyo epicentro fue en las cercanías de la zona de estudio, no causó daños importantes a ninguna de las viviendas, a pesar de las grandes pendientes que circundan a varios de los barrios. Más allá de sentir el movimiento telúrico, no existieron daños a las viviendas ni se produjeron deslizamientos de tierra. Sin embargo, este antecedente es vital para indicar que un sismo de igual o mayor magnitud podría eventualmente repetirse en el futuro.

La zona no cuenta con servicios básicos de ninguna naturaleza, excepto el servicio eléctrico que alcanza a todos los barrios. El servicio de agua potable proviene de los barrios altos mediante conexiones clandestinas y con algunos medidores en determinados sitios, de los cuales se abastecen los pobladores en turnos semanales. En algunas viviendas existen pozos sépticos, pero tampoco existen conexiones domiciliarias y peor un sistema de alcantarillado. Las vías de acceso son en su mayoría cortas a borde de ladera, sin una planificación comunicacional entre barrios, la mayoría son lastradas y sin ningún tipo de drenaje de cunetas. El análisis detallado sobre los servicios básicos consta en la sección de análisis de la vulnerabilidad física.

### **Estrategia de definición de las medidas**

La propuesta de Medidas Estructurales y No Estructurales para la zona de estudio, está fundamentada en varios documentos internacionales, nacionales y locales, y los Términos de Referencia de la presente consultoría, los cuales sirven de base para ajustar las medidas no

solo a las condiciones actuales de ocupación de la zona, sino a la necesidad imperiosa de proteger la vida y bienes de los habitantes.

El Marco de Sendai 2015 – 2030, es el instrumento sucesor del Marco de Acción de Hyogo y expresa la necesidad de comprender mejor el riesgo de desastres en todas sus dimensiones relativas: a la exposición, la vulnerabilidad y características de las amenazas; el fortalecimiento de la gobernanza del riesgo de desastres, incluidas las plataformas nacionales; la rendición de cuentas en la gestión del riesgo de desastres; la necesidad de prepararse para “reconstruir mejor”; el reconocimiento de las partes interesadas y sus funciones; la movilización de inversiones que tengan en cuenta los riesgos a fin de impedir la aparición de nuevos riesgos; la resiliencia de la infraestructura sanitaria, del patrimonio cultural y de los lugares de trabajo; el fortalecimiento de la cooperación, alianzas y programas que tengan en cuenta los riesgos.

Teniendo en cuenta la experiencia adquirida con la aplicación del Marco de Acción de Hyogo, y en aras del resultado esperado y del objetivo, los Estados se comprometieron a adoptar medidas específicas en todos los sectores, en los planos local, nacional, regional y mundial, con respecto a las siguientes cuatro esferas prioritarias:

Prioridad 1: Comprender el riesgo de desastres.

Prioridad 2: Fortalecer la gobernanza del riesgo de desastres para gestionar dicho riesgo.

Prioridad 3: Invertir en la reducción del riesgo de desastres para la resiliencia.

Prioridad 4: Aumentar la preparación para casos de desastre a fin de dar una respuesta eficaz y para “reconstruir mejor” en los ámbitos de la recuperación, la rehabilitación y la reconstrucción.

El Plan Estratégico Institucional de la Secretaría de Gestión de Riesgos del Ecuador para el periodo 2014-2017, actualizado en el 2016, determina tres ejes fundamentales en la gestión del riesgo:

1. Orientar las actividades de prevención – mitigación de desastres,
2. Preparativos para la atención de emergencias y su rehabilitación, y
3. Reconstrucción.

A nivel municipal, el COOTAD, establece los siguientes puntos para enfrentar las amenazas de origen natural y antrópico: prevención, reacción, mitigación, reconstrucción y transferencia.

El conocimiento de las amenazas y vulnerabilidad a este nivel, define las medidas que pudieran darse a fin de prevenir y mitigar éstas en la zona de estudio.

En los barrios definidos como de alto riesgo no mitigable los factores de amenaza fundamentales son la amenaza sísmica y por inestabilidad de terrenos, los cuales, en principio no deberían estar habitados y deberían ser objeto de una reubicación, tomando en consideración los lineamientos legales establecidos en la Ordenanza Metropolitana 0331 de 11 de noviembre de 2010.



Acorde al levantamiento de la Vulnerabilidad Social y Física, solo Colinas de Bellavista y Mira Quito han legalizado la tenencia de los terrenos; Campo Alegre, Cristo Rey I, Cristo Rey II, Planadas de San Francisco y San Vicente están en proceso de legalización, mediante escrituras a partir de Macro-Lotes. Laderas de San Francisco, Pedregal y Terrazas de Bellavista no tienen terrenos legalizados, se encuentran como ocupaciones de terreno y construcción de viviendas informales.

No se consideró proponer Medidas Estructurales para los barrios que están en situación de informalidad, ya que no es posible hacer obras Municipales en zonas donde la tenencia de la tierra y los asentamientos urbanos no están reconocidos (legalizados) ya que se fomentaría la informalidad en el uso del Terreno. Esto además cumple con el Art. 108-numeral 6 de la Ley de Ordenamiento Territorial y Uso del Suelo (LOTUS)-2016; donde se establece como infracción muy grave *“Construir obras de infraestructura, edificación u otras obras realizadas por los Gobiernos Autónomos Descentralizados municipales o metropolitanos que no cumplan con la normativa nacional de construcción y los lineamientos para mitigar los riesgos. En el caso que esas obras pongan en peligro la vida e integridad física de las personas se aplicará la máxima pena prevista en el artículo 109”*.

## **12.2 PROPUESTA DE MEDIDAS ESTRUCTURALES Y NO ESTRUCTURALES PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO A CORTO, MEDIANO Y LARGO PLAZO**

Acorde al levantamiento de la Vulnerabilidad Social y Física, solo Colinas de Bellavista y Mira Quito han legalizado la tenencia de los terrenos; Campo Alegre, Cristo Rey I, Cristo Rey II, Planadas de San Francisco y San Vicente están en proceso de legalización, otorgando escrituras a partir de Macro-Lotes. Laderas de San Francisco, Pedregal y Terrazas de Bellavista no tienen terrenos legalizados, se encuentran como ocupaciones de terreno y construcción de viviendas informales.

Se proponen las siguientes medidas a corto plazo (1 año a partir de la aprobación del presente estudio), mediano plazo (3 años a partir de la aprobación del estudio) y largo plazo (5 años a partir de la aprobación del estudio); no pueden ser aplicadas medidas como protección de taludes ya que las zonas inestables están principalmente en barrios no regularizados (sin escrituras y/o con construcciones no autorizadas por el MDMQ), donde la alcaldía no puede realizar ninguna intervención (y no puede incluirlas en su Plan Operativo Anual).

Debido a ello no se realiza el análisis de estas medidas en los barrios Laderas de San Francisco, Pedregal y Terrazas de Bellavista.

### MEDIDAS A CORTO PLAZO

Localidad	Amenaza	Medidas Estructurales	Objetivo-Resultado
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ San Vicente</li> <li>✓ Cristo Rey I</li> <li>✓ Cristo Rey II</li> <li>✓ Campo Alegre</li> <li>✓ Mira Quito</li> <li>✓ Colinas de Bellavista</li> <li>✓ Planada de San Francisco</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Terrenos inestables</li> <li>✓ Escorrentía Superficial</li> </ul>	1) Mantenimiento correctivo y preventivo de las vías de acceso (Av. Atahualpa)	Asegurar el paso a los barrios de estudio y facilitar la evacuación en caso de emergencias
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ San Vicente</li> <li>✓ Cristo Rey I</li> <li>✓ Cristo Rey II</li> <li>✓ Campo Alegre</li> <li>✓ Mira Quito</li> <li>✓ Colinas de Bellavista</li> <li>✓ Planada de San Francisco</li> </ul>	✓ Sismos	1) Reforzamiento de viviendas	Evitar el colapso de las casas
Todos los Barrios	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Terrenos inestables</li> <li>Escorrentía Superficial</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1) Plan de evacuación en caso de evento adverso</li> <li>2) Capacitación en Gestión de Riesgos</li> </ul>	Población capacitada para actuar en caso de emergencia. Población conoce y maneja los términos básicos de Gestión de Riesgos
Todos los barrios	Sismos	1) Plan de evacuación en caso de sismo fuerte	Población conoce los sitios seguros para evacuar

### MEDIDAS A MEDIANO PLAZO

Localidad	Amenaza	Medidas Estructurales	Objetivo-Resultado
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ San Vicente</li> <li>✓ Cristo Rey I</li> <li>✓ Cristo Rey II</li> <li>✓ Campo Alegre</li> <li>✓ Mira Quito</li> <li>✓ Colinas de Bellavista</li> <li>✓ Planada de San Francisco</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Terrenos inestables</li> <li>✓ Escorrentía Superficial</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1) Mejoramiento de la Av. Atahualpa (lastrado - adoquinado)</li> <li>2) Mejoramiento (lastrado – adoquinado) de la vía de acceso a Planada de San Francisco</li> </ul>	Asegurar el paso a los barrios de estudio y facilitar la evacuación en caso de emergencias Disminuir la tasa de erosión actual
✓ Todos los Barrios	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Terrenos inestables</li> <li>✓ Escorrentía Superficial</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1) Plan de emergencia por FRM</li> <li>2) Sistema de Alerta Temprana (SAT)</li> </ul>	Población capacitada para actuar ante FRM. Población tiene un SAT en funcionamiento y conoce las acciones ante un evento adverso

✓ Localidad	✓ Amenaza	Medidas Estructurales	Objetivo-Resultado
✓ Laderas de San Francisco ✓ Pedregal ✓ Terrazas de Bellavista	✓ Terrenos inestables ✓ Escorrentía Superficial	1) Reubicación de las familias que están asentadas en estos barrios	Población vive en zonas más seguras, ante amenazas por terrenos inestables
✓ Todos los barrios	✓ Sismos	1) Viviendas cumplen con la NEC 2015	Los ciudadanos cumplen la norma NEC 2015 sobre construcciones sismo-resistentes

### MEDIDAS A LARGO PLAZO

Localidad	Amenaza	Medidas Estructurales	Objetivo-Resultado
Todos los Barrios	✓ Terrenos inestables ✓ Escorrentía Superficial	1) Cierre Técnico de las Canteras Clandestinas Abandonadas	Evitar la erosión de los sedimentos inestables. Corregir el ángulo de reposo actual de los taludes inestables de las canteras
Todos los Barrios	✓ Terrenos inestables ✓ Escorrentía Superficial	1) Regularización de Barrios en zonas de baja amenaza 2) Creación de un parque ecológico en las áreas del bosque seco	Legalización de los predios que están en zonas de baja y muy baja susceptibilidad por Inestabilidad de terrenos. Población se empodera del uso de los espacios verdes en su entorno
✓ Laderas de San Francisco ✓ Pedregal ✓ Terrazas de Bellavista	✓ Terrenos inestables ✓ Escorrentía Superficial	1) Plan de re-ubicación de los moradores en zonas de Riesgo Alto no Mitigable	Población vive en zonas seguras. Población se desarrolla en un medio ambiente saludable

### 12.3 PROPUESTA DEL PLAN DE REHABILITACIÓN AMBIENTAL – CIERRE TÉCNICO DE LAS ÁREAS DE CANTERAS CLANDESTINAS

Considerando que las actividades mineras ilegales en la zona Laderas de San Francisco (Foto N° 12.1) han concluido, se elabora el presente Plan de Cierre, de acuerdo a lo estipulado en el artículo 98, capítulo X del Reglamento Ambiental para Actividades Mineras en el Ecuador y al artículo 85, capítulo II de la Ley de Minería, a fin de que se proceda a su revisión, análisis, aprobación y respectiva aplicación.



**Foto N° 12.1.** *Cantera abandonada cerca al barrio Colinas de Bellavista, existe material de escombrera, infraestructura y desechos abandonados.*

Los objetivos que se pretende alcanzar son los siguientes:

- Establecer las medidas de acondicionamiento o restauración futura del área de explotación, con el fin de reducir los riesgos para la salud y seguridad de las personas y el ambiente.
- Definir medidas de acción presentes y futuras para prevenir, minimizar y/o mitigar los impactos ambientales negativos generados en la etapa de cierre, así como desarrollar un cronograma de ejecución de las medidas proyectadas, de tal manera que se dé cumplimiento al marco jurídico ambiental para la etapa de cierre del área.

El Cierre y Abandono es el conjunto de actividades que deberán ejecutarse para devolver a su estado inicial o a condiciones aceptables, las zonas intervenidas por las actividades propias de la explotación. El plan incorpora las medidas orientadas a prevenir impactos ambientales y riesgos durante todo el proceso de esta etapa. Asimismo, incorpora recomendaciones acerca del uso y destino final de los principales bienes materiales utilizados por la empresa en su etapa de operación, cumpliendo con las exigencias de la normativa ambiental vigente.

El proceso utilizado para la elaboración del Plan de Cierre Minero-Ambiental, comprende las siguientes tareas:

- Visita a las áreas mineras otorgada y en la que se ejecutará el Plan de Cierre.
- Levantamiento topográfico actual del área.
- Toma de fotografías en el área y sus alrededores.

- Ubicación de desechos, accesos y cuencas hídricas
- Determinación del estado actual del medio biótico.
- Definición de la infraestructura existente.
- Determinación de las operaciones realizadas.
- Determinación del sistema de trabajo implementado.
- Elaboración final del proyecto.

#### **a) Implementación del Plan de Cierre**

Dado que las labores de explotación en las dos canteras ubicadas en el proyecto han finalizado, las medidas de cierre están referidas al retiro de infraestructura existente, retiro de desechos peligrosos y no peligrosos en caso de que existan. Además otros factores como control y prevención del polvo, hundimientos mineros, erosión y un análisis y preparación de los terrenos para efectuar revegetación y selección de especies vegetales.

- ✓ *Desechos peligrosos, como tanques de aditivos, chatarra, ácidos deberán ser entregados a gestores de desechos peligrosos.*
- ✓ *Desechos no peligrosos, como restos de madera, escombros deberán ser depositados en las escombreras autorizadas por el MDMQ*
- ✓ *Retiro de aceites del suelo*
- ✓ *Remoción de la Infraestructura como letrinas, talleres, etc.*
- ✓ *Patio de stock, materiales pétreos no utilizados*
- ✓ *Integración paisajística, se tratará en lo posible de dar un uso del suelo similar al del entorno, puede ser bosque secundario, zonas de cultivos, áreas verdes, etc.*
- ✓ *Control de estabilidad superficial en áreas minadas.*
- ✓ *Control y prevención de contaminación por polvo (caminos de volquetas, escombreras sin revegetación, stocks, etc.)*
- ✓ *Plan de uso del suelo de la mina, una vez que concluyan las actividades (parque ecológico, canchas de uso múltiple, etc.)*

#### **b) Identificación y evaluación de Impactos Ambientales**

La Evaluación de Impactos Ambientales consiste en la identificación, predicción e interpretación de los impactos que un proyecto o desarrollo de una actividad genera al ser ejecutado, esta evaluación es relativamente subjetiva pero en función de la metodología que se emplea, se tiende a reducir el nivel de subjetividad. Se utilizará una matriz en la cual las columnas donde constan las actividades que puedan causar impactos ambientales y en las filas los elementos ambientales que pueden tener afectaciones por el desarrollo de las actividades del proyecto. A las actividades y a los factores ambientales se les ha considerado como de carácter general, por lo que se ha eliminado aquellos que se aprecia como de poca relevancia para simplificar la matriz a rangos manejables; además se debe indicar que la elección de los valores numéricos depende de la metodología de evaluación.

### **Carácter genérico del impacto**

Se refiere a si el impacto será positivo o negativo con respecto al estado pre-operacional de la actividad.

- *Positivo (+): Si el componente presenta una mejoría con respecto a su estado previo al proyecto.*
- *Negativo (-): Si el componente empeora con respecto a la ejecución del proyecto.*

### **Duración del impacto**

Se refiere a la duración del impacto con relación al tiempo de exposición de la actividad que lo genera:

- *Permanente: Cuando la permanencia del impacto continúa luego de finalizar la actividad.*
- *Temporal: Si se presenta mientras se ejecuta la actividad y finaliza al terminar la misma.*
- *Periódica: Si se presenta en forma intermitente mientras dure la actividad que los provoca.*

### **Intensidad del impacto**

Es la fuerza con la que el impacto alterará un componente ambiental.

- *Alta: Alteración muy notoria y extensiva, que puede recuperarse a corto o mediano plazo, siempre y cuando exista una intervención oportuna y profunda del hombre, puede significar costos elevados.*
- *Moderada: Alteración notoria, producida por la acción de una actividad determinada, donde el impacto es reducido y puede ser recuperado con una mitigación sencilla y poco costosa.*
- *Baja: Impactos con recuperación natural o con una ligera ayuda por parte del hombre, es posible su recuperación.*

### **Extensión del impacto**

Hace referencia a la extensión espacial que el efecto tendrá sobre el componente ambiental.

- *Regional: La región geográfica del proyecto.*
- *Local: Aproximadamente 3 Km a partir de la zona donde se realizará las actividades del proyecto.*
- *Puntual: En el sitio en el cual se realizarán las actividades y su área de influencia directa.*

### **Reversibilidad del impacto**

Implica la posibilidad, dificultad o imposibilidad de que el componente ambiental afectado retorne a su situación inicial, y la capacidad que tiene el ambiente para retornar a una situación de equilibrio dinámico similar a la inicial.

- *Irreversible: Si el elemento ambiental afectado no puede ser recuperado.*
- *Recuperable: Señala un estado intermedio donde la recuperación será dirigida y con ayuda humana, a largo plazo (> 5 años).*
- *Reversible: Si el elemento ambiental afectado puede volver a un estado similar al inicial en forma natural (0-1 año).*

#### Riesgo del impacto

Expresa el nivel de riesgo que provoca la ocurrencia del impacto, para el ambiente y sus componentes.

- *Alto: Expresa un riesgo alto de impacto, frente al componente ambiental.*
- *Medio: Expresa un riesgo intermedio del impacto sobre el componente ambiental.*
- *Bajo: Expresa un riesgo bajo del impacto sobre el componente ambiental.*

Variable	Símbolo	Carácter	Valor
Intensidad	I	Alta	3
		Moderada	2
		Baja	1
Extensión	e	Regional	3
		Local	2
		Puntual	1
Duración	d	Permanente	3
		Temporal	2
		Periódica	1

**Tabla Nº 12.1.** Valores de las variables para la Magnitud

Variable	Símbolo	Carácter	Valor
Reversibilidad	r	Irrecuperable	3
		Recuperable	2
		Reversible	1
Riesgo	R	Alto	3
		Medio	2
		Bajo	1
Extensión	e	Regional	3
		Local	2
		Puntual	1

**Tabla Nº 12.2.** Valores de las variables para la Importancia

La magnitud y la importancia son parámetros que se han calculado, en base a los valores de escala dados a las variables señaladas anteriormente. Las Tablas Nº 12.1 y Nº 12.2 son

ejemplos de la evaluación que se hace para determinar el impacto ambiental y luego realizar el plan de cierre de las canteras:

### c) Dictamen Ambiental

Con los elementos de análisis se elaborará el Dictamen Ambiental; para ilustrar el análisis que se debe realizar dos matrices con una evaluación general de la zona de estudio en Laderas de San Francisco (Matriz N° 12.1 y N° 12.2).

Se identificaron 12 impactos ambientales entre positivos y negativos; del total de los impactos identificados, 8 impactos son negativos moderados que corresponden al 84% y 4 impactos positivos que corresponde al 16 % y está relacionado con la generación de empleo.

MATRIZ N° 12.1: IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES							
TIPO DE IMPACTO							
Negativo	X						
Positivo	X						
Componente Ambiental	Elemento	Impactos Potenciales	ACTIVIDADES				
			Taller Mecánico	Residuos Peligrosos	Patio Stock	Pozo Séptico	Limpieza de suelo
Físico	Aire	Incremento de ruido	X				
		Incremento de material particulado			X		
		Emisión de gases	X			X	X
	Suelo	Compactación del suelo	X	X	X		
		Cambio en el uso del suelo		X			
	Agua	Afectación a la calidad del agua					
Estancamiento de aguas							
Biótico	Flora	Vegetación natural					
	Fauna	Migración de especies					
		Alteración del hábitat					
Socio - Económico	Humano	Generación de empleo	X	X			
		Calidad de vida de la comunidad	X	X			
		Afectación a la salud de los trabajadores	X				
		Accidentes laborales	X				
	Paisaje	Modificación del paisaje		X	X		



**MATRIZ Nº 12.2: CÁLCULO DE LA MAGNITUD (M), IMPORTANCIA (I) Y SEVERIDAD (S)**

			ACCIONES														
			Taller mecánico			Residuos Peligrosos			Patio Stock			Pozo Séptico			Limpieza del suelo		
Componente Ambiental	Elemento	Impactos Potenciales	M	I	S	M	I	S	M	I	S	M	I	S	M	I	S
Físico	Aire	Incremento de ruido	1	1,5	1,3	1	1,5	1,3									
		Incremento de material particulado							1	1,5	1,3						
		Emisión de gases	1	1,5	1,3	1	1,5	1,3				1	1,5	1,3	1	1,5	1,3
	Suelo	Compactación del suelo	1	1,5	1,3	1	1,5	1,3	1	1,5	1,3						
		Cambio en el uso del suelo															
	Agua	Afectación a la calidad del agua															
Incremento de sedimentos																	
Biótico	Flora	Vegetación natural															
	Fauna	Migración de especies															
		Alteración del hábitat															
Socio – Económico	Humano	Generación de empleo	2	2,4	1,3	2	2,4	1,3									
		Calidad de vida de la comunidad	2	2,4	1,3	2	2,4	1,3									
		Afectación a la salud de los trabajadores	1	1,5	1,3	1	1,5	1,3									
		Accidentes laborales	1	1,5	1,3	1	1,5	1,3									
	Paisaje	Modificación del paisaje							1	1,5	1,3						

\*\*\*\*\*

# **CAPÍTULO XIII**



**ANÁLISIS COSTO – BENEFICIO  
DE LAS MEDIDAS DE REDUCCIÓN  
DEL RIESGO**

## **CAPÍTULO XIII**

### **ANÁLISIS COSTO – BENEFICIO DE LAS MEDIDAS DE REDUCCIÓN DEL RIESGO**

Una vez que se han planteado las medidas de intervención, tanto estructurales como no estructurales; se realiza el análisis costo – beneficio de la implementación de las mismas.

Para ello se han considerado los precios referenciales de la Cámara de la Construcción de Quito y el costo que implica el estudio detallado para el cierre técnico de las canteras ilegales abandonadas en la zona de estudio, como paso inicial para la remediación ambiental en la zona de Laderas-Planada de San Francisco.

#### **13.1 ANÁLISIS DE LAS MEDIDAS ESTRUCTURALES Y NO ESTRUCTURALES (VALORES REFERENCIALES)**

Una vez definidas las medidas de mitigación e intervención a corto, mediano y largo plazo, se realizó el análisis costo – beneficio de las mismas. La estimación de este análisis se realizó de forma preliminar dada la escala de análisis de las medidas actuales (1:2.500), por lo que se considera que, en una siguiente fase de diseños definitivos, en caso de una inminente posibilidad de ejecución de las medidas de intervención, éstas se deberían realizar mediante un análisis a detalle de las cantidades de obra y el presupuesto de las mismas.

##### **13.1.1 Estimación del Costo de las Medidas Estructurales**

Para estimar los costos de las medidas estructurales de corto y mediano plazo se determinaron las actividades específicas dentro de cada medida estructural, tomando en consideración el área de influencia de la zona de estudio.

Se consideró además el tiempo en que estas medidas serían implementadas, ya que las medidas de corto plazo, se prevé llevar a cabo en forma inmediata a su aprobación por las entidades municipales correspondientes o hasta un año posterior.

El periodo de ejecución de las medidas de intervención de mediano plazo se considera entre uno y tres años; y las medidas de largo plazo se llevarían a cabo entre el tercer y quinto año de su aprobación, tomando en cuenta la importancia de su ejecución y su prioridad para contribuir en la reducción de los riesgos presentes en la zona.

Las cantidades de obra se determinaron a partir de los mapas disponibles a la escala de estudio, existentes en formato DWG mediante el uso de software AutoCAD. Su estimación se basó en consideración del nivel de detalle disponible y de las actividades a ser ejecutadas.

Para los costos se emplearon los precios unitarios vigentes de la Cámara de la Construcción o del Colegio de Ingenieros Civiles de Pichincha (CICP) actualizados al 2017; sin embargo, para los costos de los rubros de las medidas de intervención a mediano y largo plazo se ha

considerado un incremento obtenido a partir de la inflación promedio anual de los últimos 5 años, que representa un valor de 3,60%. No obstante, se considera que tanto los costos unitarios como las cantidades de obra de las medidas de mediano y largo plazo, deberán ser actualizados en el momento de su ejecución.

### 13.1.2 Estimación de costo de las medidas a corto plazo

Las medidas de intervención estructural a corto plazo se denomina: **Mantenimiento correctivo y preventivo de las vías de acceso**, la cual tiene que ver con la vía ubicada en la parte alta de la zona de intervención: Av. Atahualpa. Esta medida implica una serie de trabajos de readecuación y mejoramiento de la vía principal de acceso a los barrios de la zona de estudio.

El tramo de vía a ejecutarse comprende la avenida Atahualpa, desde el barrio Colinas de Bellavista hasta el barrio San Vicente, como se puede ver en el plano de la Figura N° 13.1. La vía se ubica entre las cotas 2.775 msnm en el barrio San Vicente y la cota 2.790 msnm en Colinas de Bellavista, la longitud de vía estimada es de 2.27 km y se ha considerado un ancho promedio de 6 metros, es decir la vía se considera de dos carriles, uno en cada sentido, como se puede ver en el esquema de la Figura N° 13.2. Los rubros de obra considerados para llevar a cabo esta alternativa se muestran a continuación en la Tabla N° 13.1.

ÍTEM	RUBRO	UNIDAD
1.1	Nivelación	m <sup>2</sup>
1.2	Conformación y compactación de vía e=15cm	m <sup>3</sup>
1.3	Material de mejoramiento con arena de mina e=5 cm	m <sup>3</sup>

**Tabla N° 13.1** Rubros para la ejecución de las medidas a corto plazo

Las cantidades de obra y el presupuesto a ejecutar para las obras de la medida de corto plazo se indican a continuación en la Tabla N° 13.2:

ÍTEM	RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO USD\$	PRECIO TOTAL USD\$
1.1	Nivelación	m <sup>2</sup>	14.301,00	2,80	40.043,00
1.2	Conformación y compactación de vía e=15cm	m <sup>3</sup>	2.145,00	17,60	37.669,00
1.3	Material de mejoramiento con arena de mina e=5 cm	m <sup>3</sup>	715,00	28,10	20.071,00
<b>Costos Directos</b>					<b>97.783,00</b>
<b>Costos Indirectos 25%</b>					<b>24.446,00</b>
<b>Costo Total sin IVA</b>					<b>122.229,00</b>
<b>Costo Total x metro lineal de vía</b>					<b>53,85</b>

**Tabla N° 13.2** Presupuesto para la ejecución de las medidas a corto plazo

El presupuesto referencial para llevar a cabo la medida de mitigación a corto plazo es de USD \$. 122.229,00 y se ha estimado un periodo de ejecución de alrededor de seis meses.

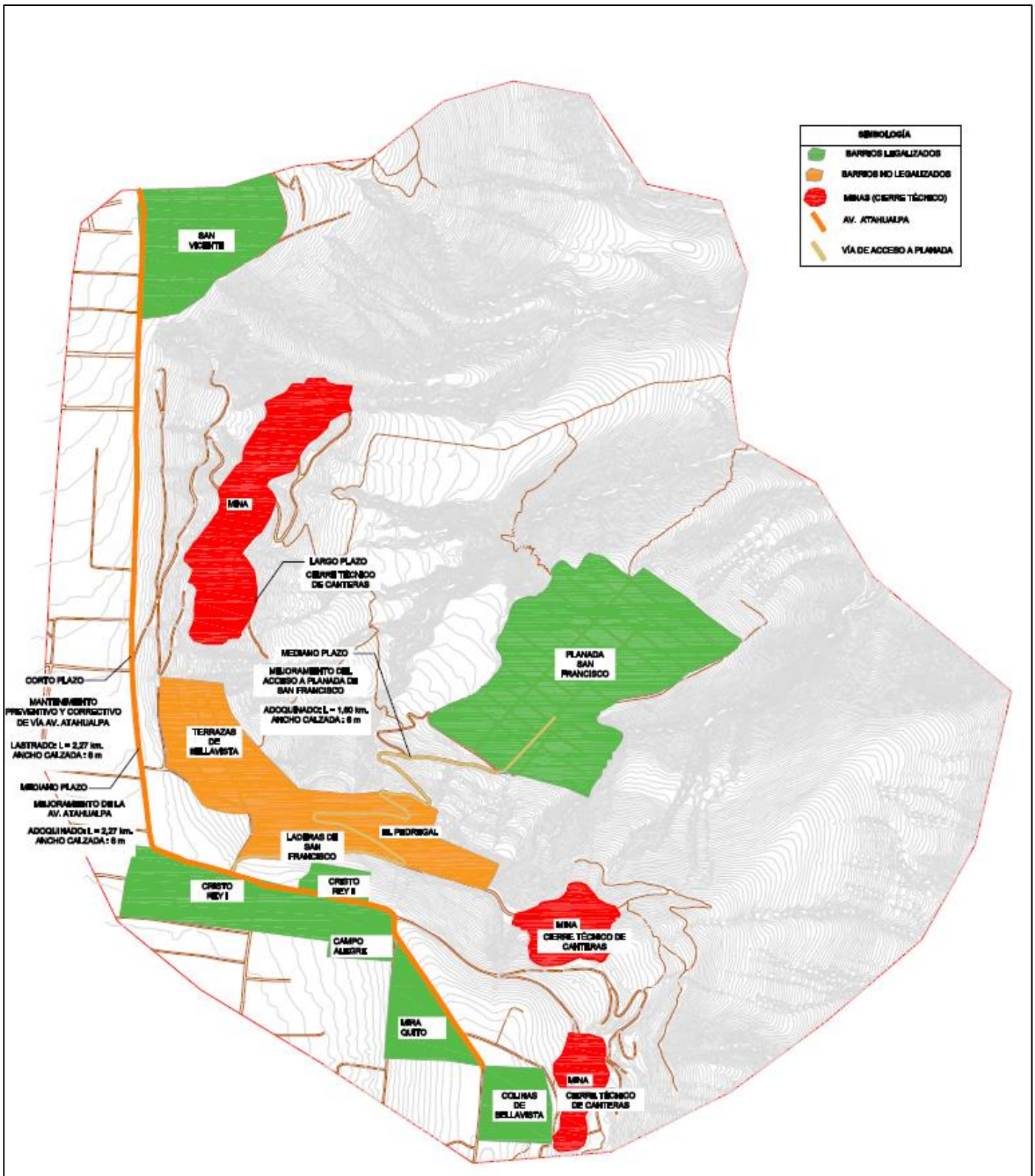
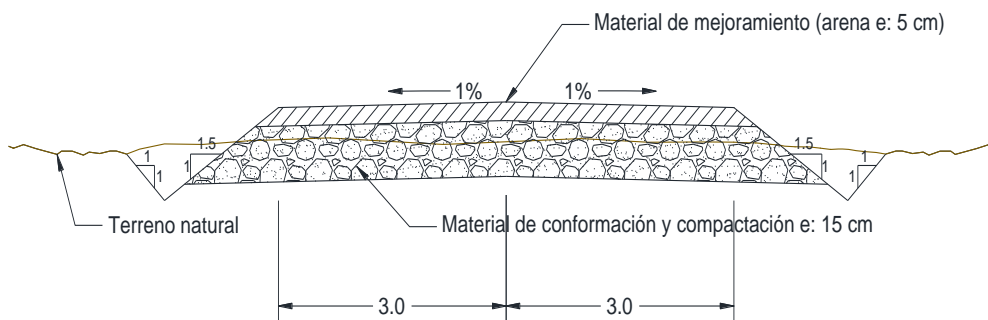
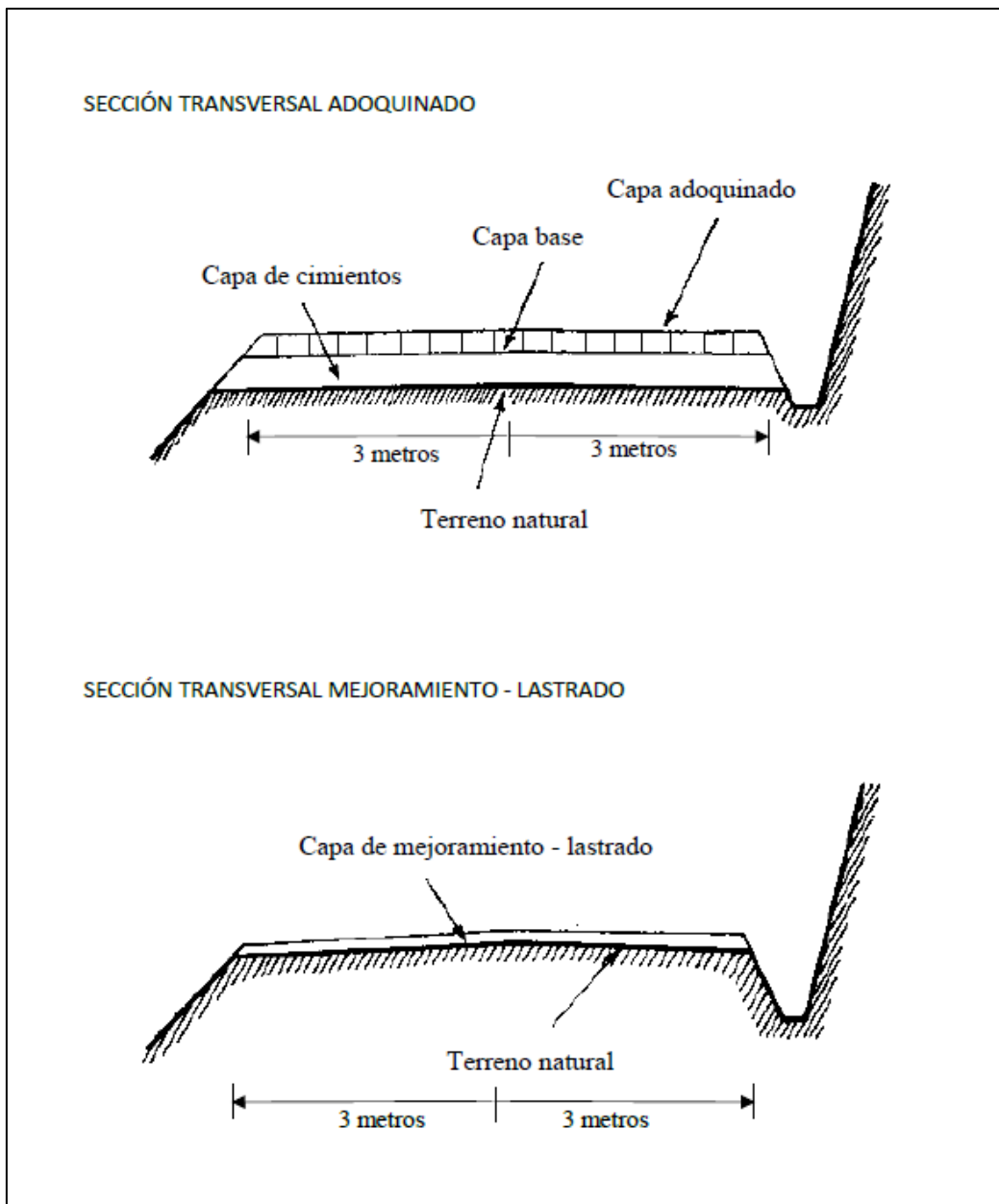


Figura Nº 13.1. Representación de las Medidas Estructurales a Corto-Mediano en la Av. Atahualpa.



**Figura N° 13.2.** Esquema del corte de la vía propuesto para la Av. Atahualpa (La parte inferior con aceras-bordillos).

### 13.1.3 Estimación de costo de las medidas a mediano plazo

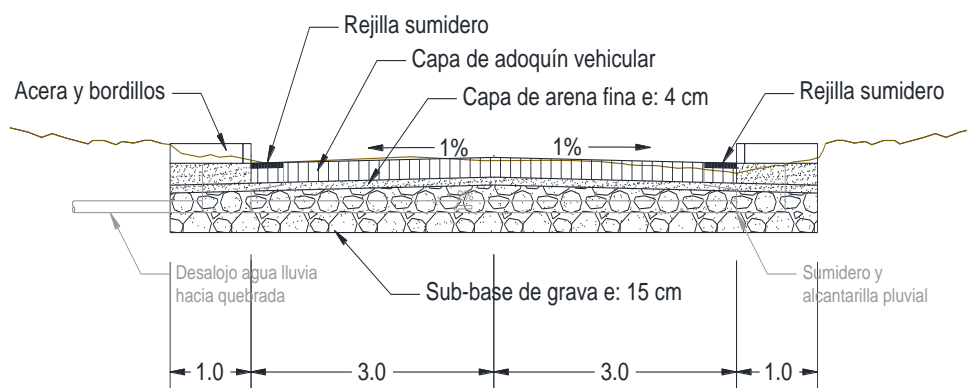
Las medidas de intervención a mediano plazo comprenden dos actividades importantes: 1) **Mejoramiento de la Av. Atahualpa (lastrado - adoquinado)**, y 2) **Mejoramiento (lastrado – adoquinado) de la vía de acceso a Planada de San Francisco**.

La primera actividad comprende el adoquinado de la avenida Atahualpa, la cual ya sería intervenida en las medidas a corto plazo. Las características de la vía son las indicadas a continuación en la Tabla N° 13.3:

ÍTEM	RUBRO	UNIDAD
<b>Movimiento de tierras</b>		
2.1	Excavación y desalojo a máquina	m <sup>3</sup>
<b>Estructura del pavimento</b>		
3.1	Mejoramiento Subrasante	m <sup>3</sup>
3.2	Sub-base de grava e=15 cm	m <sup>3</sup>
3.3	Base de agregados con arena fina e=4 cm	m <sup>3</sup>
3.4	Adoquinado vehicular hexagonal e=10 cm tipo 301	m <sup>2</sup>
3.5	Bordillos HS f'c: 210 kg/cm <sup>2</sup> H:50 cm + replantillo y encofrado	M
3.6	Aceras HS e=15 cm inc malla electrosoldada-lastre compactado	m <sup>2</sup>
<b>Drenaje</b>		
4.1	Tubería PVC para alcantarillas	M
4.2	Caja de revisión HS inc rejilla HF 60x40 + accesorios	U

**Tabla N° 13.3** Rubros para la ejecución de las medidas a mediano plazo (Av. Atahualpa)

La segunda actividad comprende el adoquinado del tramo de vía de acceso a Planada de San Francisco (Foto N° 13.1), comprendido entre el desvío desde la avenida Atahualpa a una cota de 2.740 msnm y el acceso a Planada de San Francisco ubicado a una altura de 2.550 msnm, es decir un desnivel de 190 metros. La vía tendría una longitud de 1.60 km y se contempla un ancho de calzada de 6 metros para dos carriles (Ver Figura N° 13.3).



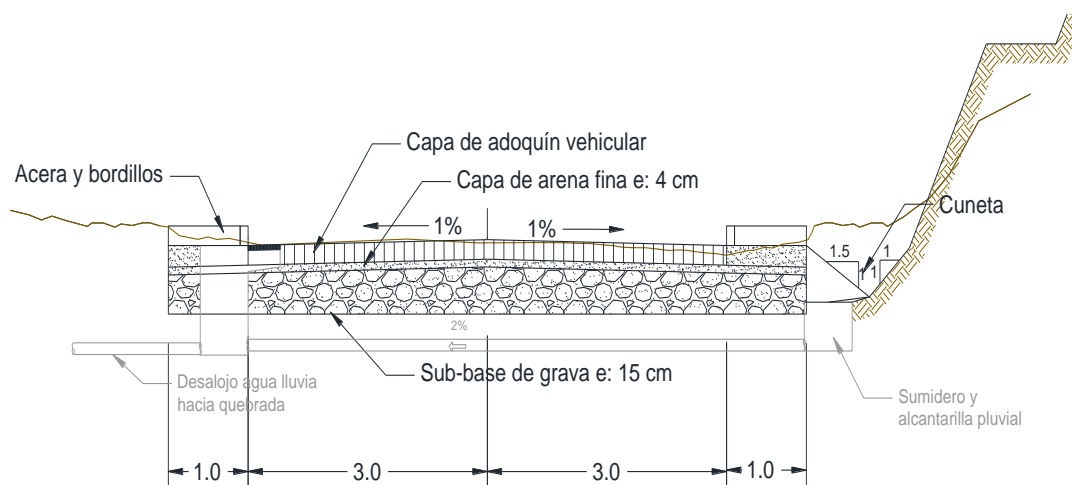
**Figura N° 13.3.** Sección transversal tipo adoquinado de vía Av. Atahualpa





**Foto N° 13.1.** Acceso a Planada de San Francisco, camino sin diseño vial adecuado

A diferencia de la actividad anterior en la avenida Atahualpa, los trabajos de ejecución de mejoramiento vial hasta el acceso a Planada San Francisco, implicarían trabajos de excavación suelo/roca de canales y cunetas, así como la construcción de cunetas viales en los tramos de vía donde se deba recoger el caudal que escurre de los taludes; la sección transversal de calzada en este tramo se observa en la Figura N° 13.4.



**Figura N° 13.4.** Sección transversal tipo adoquinado acceso a Planada de San Francisco

Para el desalajo de aguas lluvias se plantea la colocación de rejillas y sumideros como se indica en las figuras anteriores. Este desalajo puede darse mediante la conexión a un sistema de alcantarillado sanitario, o a través de tuberías que lleven el agua hacia los canales o quebradas de la zona, precautelando obras de protección respectivas en estos sitios.



El procedimiento indicado anteriormente debería ser considerado por parte de las instituciones municipales correspondientes para su definición.

Los rubros para la ejecución de la vía de acceso a Planada San Francisco se indican a continuación en la Tabla N° 13.4.

ÍTEM	RUBRO	UNIDAD
<b>Movimiento de tierras</b>		
2.1	Excavación y desalojo a máquina	m <sup>3</sup>
<b>Estructura del pavimento</b>		
3.1	Mejoramiento Subrasante	m <sup>3</sup>
3.2	Sub-base de grava e=15 cm	m <sup>3</sup>
3.3	Base de agregados con arena fina e=4 cm	m <sup>3</sup>
3.4	Adoquinado vehicular hexagonal e=10 cm tipo 301	m <sup>2</sup>
3.5	Bordillos HS f'c: 210 kg/cm <sup>2</sup> H:50 cm + replantillo y encofrado	M
3.6	Aceras HS e=10 cm inc malla electrosoldada-lastre compactado	m <sup>2</sup>
<b>Drenaje</b>		
4.1	Tubería PVC para alcantarillas	M
4.2	Caja de revisión HS inc rejilla HF 60x40 + accesorios	U
4.3	Excavación en suelo/roca de canales y cunetas	m <sup>3</sup>
4.4	Cunetas viales HS	M

**Tabla N° 13.4** Rubros para la ejecución de las medidas a mediano plazo  
(Acceso Planada San Francisco)

Las cantidades de obra y el presupuesto a ejecutar para las obras de las medidas a mediano plazo en la avenida Atahualpa se indican a continuación en la Tabla N° 13.5:

ÍTEM	RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO USD\$	PRECIO TOTAL USD\$
<b>Movimiento de tierras</b>					
2.1	Excavación y desalojo a máquina	m <sup>3</sup>	3.575,00	7,70	27.391,00
<b>Estructura del pavimento</b>					
3.1	Mejoramiento Subrasante	m <sup>3</sup>	1.430,00	10,90	15.552,00
3.2	Sub-base de grava e=15 cm	m <sup>3</sup>	2.145,00	11,60	24.807,00
3.3	Base de agregados con arena fina e=4 cm	m <sup>3</sup>	572,00	31,10	17.810,00
3.4	Adoquinado vehicular hexagonal e=10 cm tipo 301	m <sup>2</sup>	14.301,00	16,70	238.527,00
3.5	Bordillos HS f'c: 210 kg/cm <sup>2</sup> H:50 cm + replantillo y encofrado	m	3.337,00	24,20	80.664,00
3.6	Aceras HS e=15 cm inc malla electrosoldada-lastre compactado	m <sup>2</sup>	3.337,00	22,40	74.876,00
<b>Drenaje</b>					
4.1	Tubería PVC para alcantarillas	m	70,00	32,60	2.282,00
4.2	Caja de revisión HS inc rejilla HF 60x40 + accesorios	u	14,00	171,40	2.399,00
<b>Costos Directos</b>					<b>484.308,00</b>
<b>Costos Indirectos 25%</b>					<b>121.077,00</b>
<b>Costo Total sin IVA</b>					<b>605.385,00</b>
<b>Costo Total x metro lineal de vía</b>					<b>266,70</b>

**Tabla N° 13.5** Presupuesto para la ejecución de la medida a mediano plazo (Av. Atahualpa)

El presupuesto referencial para llevar a cabo la medida de mitigación a mediano plazo en la avenida Atahualpa es de USD \$. 605.385,00 USD y se ha estimado un periodo de ejecución de alrededor de doce meses.

Las cantidades de obra y el presupuesto a ejecutar para las obras de la medida de mediano plazo del acceso vial a Planada San Francisco se indican a continuación en la Tabla N° 13.6:

ÍTEM	RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO USD\$	PRECIO TOTAL USD\$
<b>Movimiento de tierras</b>					
2.1	Excavación y desalojo a máquina	m <sup>3</sup>	2.520,00	7,70	19.306,00
<b>Estructura del pavimento</b>					
3.1	Mejoramiento Subrasante	m <sup>3</sup>	1.008,00	10,90	10.962,00
3.2	Sub-base de grava e=15 cm	m <sup>3</sup>	1.512,00	11,60	17.485,00
3.3	Base de agregados con arena fina e=4 cm	m <sup>3</sup>	403,00	31,10	12.553,00
3.4	Adoquinado vehicular hexagonal e=10 cm tipo 301	m <sup>2</sup>	10.080,00	16,70	168.125,00
3.5	Bordillos HS f'c: 210 kg/cm <sup>2</sup> H:50 cm + replantillo y encofrado	m	1.344,00	24,20	32.489,00
3.6	Aceras HS e=10 cm inc malla electrosoldada-lastre compactado	m <sup>2</sup>	1.344,00	22,40	30.158,00
<b>Drenaje</b>					
4.1	Tubería PVC para alcantarillas	m	72,00	32,60	2.347,00
4.2	Caja de revisión HS inc rejilla HF 60x40 + accesorios	u	16,00	171,40	2.742,00
4.3	Excavación en suelo/roca de canales y cunetas	m <sup>3</sup>	363,00	9,40	3.410,00
4.4	Cunetas viales HS	m	2016,00	27,40	55.279,00
<b>Costos Directos</b>					<b>354.856,00</b>
<b>Costos Indirectos 25%</b>					<b>88.714,00</b>
<b>Costo Total sin IVA</b>					<b>443.570,00</b>
<b>Costo Total x metro lineal de vía</b>					<b>277,23</b>

**Tabla N° 13.6** Presupuesto para la ejecución de la medida de mediano plazo (Acceso Planada San Francisco)

El presupuesto referencial para llevar a cabo la medida de mitigación a mediano plazo en el acceso vial a Planada San Francisco es de USD \$. 443.570,00 y se ha estimado un periodo de ejecución de aproximadamente nueve meses.

Sin embargo, tanto los presupuestos como las cantidades y el tiempo de construcción de las obras podrían verse modificados ante una eventual ejecución de estos proyectos, donde sería recomendable una cuantificación a detalle de los rubros antes indicados, así como la inclusión de nuevos rubros que así lo requiera la obra.

### 13.1.4 Estimación de costo de las medidas a largo plazo

Para el caso de las medidas a largo plazo se ha considerado básicamente el Cierre Técnico de las canteras abandonadas en la zona de estudio y el plan de reubicación de los moradores de las zonas consideradas como de Alto Riesgo no Mitigable.

#### Presupuesto del Estudio y Plan de Cierre

Como ya se ha observado es necesario hacer un estudio detallado de las condiciones de las canteras sin el adecuado cierre técnico, por ello será necesaria una evaluación detallada de las condiciones de las mismas (presencia o no de residuos peligrosos, taludes inestables, etc.) y en base a ello formular un plan detallado del cierre de la mina.

En la Tabla N° 13.7 se plantea un presupuesto muy referencial del cierre de la mina, si la misma hubiera estado operando en forma legal y cumpliendo con las normas ambientales del Ministerio del Ambiente y del Ministerio de Recursos no Renovables; y sin problemas de estabilidad de taludes.

ACTIVIDAD	U	Cantidad	Costo Unitario	Costo total
Limpieza del taller mecánico	m	100	\$ 20	\$ 2000
Limpieza de residuos peligrosos	kg	300	\$ 1	\$ 300
Transporte de residuos peligrosos	NA	NA	\$ 150	\$ 150
Retiro de patio de stock de material	m3	1000	\$ 3	\$ 3000
Limpieza pozo séptico	u	1	\$ 200	\$ 200
<b>TOTAL</b>				<b>\$ 5650</b>

**Tabla N° 13.7.** Presupuesto Referencial (como ilustración) del Plan de Cierre de Mina

Con este análisis es importante primero hacer un estudio detallado para el plan de cierre de las canteras abandonadas y en base a ese diagnóstico conseguir los fondos para realizar el cierre técnico.

El costo estimado para hacer este estudio del cierre técnico de cada Cantera es de USD \$. 6.000,00 + IVA, para analizar todas las variables ya descritas. El costo del cierre técnico de cada cantera dependerá de los resultados de este estudio y sobre todo de las obras necesarias para estabilizar los taludes dejados en las canteras abandonadas.

### 13.1.5 Estimación del beneficio de implementación de medidas estructurales

Estimar un beneficio de la implementación de una obra es un procedimiento complejo de determinar en términos económicos. Ante dicho inconveniente, se torna fundamental un análisis cognitivo en la toma de decisiones. Este análisis implica una observación analítica y una evaluación exhaustiva de los objetivos por los cuales ha sido concebido un proyecto.

Para la zona de estudio y de acuerdo al objetivo y alcance del desarrollo de este estudio se considera que los beneficios de la implementación de las medidas en la zona de estudio de Laderas de San Francisco tienen una implicación desde el punto de vista más social que económico, al contribuir en la disminución de la amenaza/vulnerabilidad de los habitantes de la zona y consecuentemente del riesgo.

De acuerdo a las medidas de intervención a corto y mediano plazo, que implican el mantenimiento y/o mejoramiento de las vías de acceso, el contar con una vía en buen estado garantiza una ruta de escape o evacuación más oportuna y eficiente en caso de presentarse un desastre natural, siempre y cuando éstas no resultaren afectadas por dicho fenómeno natural.

Adicionalmente, una buena calidad de vías permite que los planes de socorro y auxilio en casos de emergencia se lleven a cabo en forma rápida y eficaz por parte de los entes competentes nacionales (Secretaría de Gestión de Riesgos, ECU 911, Policía Nacional, etc.) y locales (Comité de Operaciones de Emergencia locales, Consejo para la Gestión del Riesgo de Desastres, Cuerpo de Bomberos, etc.).

Otro beneficio que, para la finalidad del estudio presenta menor importancia, sin embargo requiere mención, es una relativa mejora en la calidad de vida de los habitantes de la zona al mejorar el aspecto paisajístico de todos los barrios considerados e indirectamente para sectores más alejados de la zona de estudio. No obstante, esta mejora en la calidad de vida debería ir acompañada de la dotación de servicios básicos, como agua potable, alcantarillado y luz eléctrica, que en algunos sectores lo hacen de forma ilegal.

En cuanto a los barrios debidamente legalizados o en proceso de serlo, el beneficio se presenta también en el aumento de la plusvalía de sus viviendas o infraestructuras. Esto radica en el aumento de la diferencia positiva entre el precio al que se compró un bien y el precio de su venta en una operación o transacción económica.

Comparando las medidas a corto y mediano plazo desde el punto de vista de durabilidad, trabajos de mantenimiento y funcionalidad, existe una mayor ventaja en las medidas de intervención de mediano plazo sobre las de corto plazo, a pesar de que la realización de las obras de mediano plazo sea más costosa que la de corto plazo.

Sin embargo, una vía de acceso adoquinada tiene una mayor durabilidad y un disminuido costo de mantenimiento o frecuencia del mismo, además considerando su funcionalidad, ésta brinda una mayor seguridad de tránsito que una vía lastrada.

Para el caso del cierre técnico de canteras, el beneficio tampoco se define en términos económicos para la sociedad, si no que se plantea en términos sociales y ambientales. En el tema social los beneficios implican una mejora de la calidad de vida, ya que al finalizar la explotación de materiales pétreos en la zona se evita la exposición a material fino disperso en el aire, afectando en la salud de los habitantes de las zonas cercanas.

Adicionalmente, el cierre técnico evita que los procesos de erosión de los suelos, desprendimiento de bloques y degradación de la vegetación continúen acelerándose, poniendo en peligro la vida de los habitantes y sus bienes.

Desde el punto de vista ambiental, el cierre técnico de las canteras permitiría que se implementen medidas de rehabilitación ambiental, que coadyuven a la restauración ambiental tanto de la flora, como de la fauna y el aspecto paisajístico, mediante programas de manejo y protección ambiental.

En este aspecto se debería considerar en vista que en algunas canteras, como la ubicada cerca de Colinas de Bellavista, requerirán la ejecución de obras de estabilización y revegetación de taludes, por lo que se debería analizar con detalle este particular.

Un aspecto importante en la implementación de estas medidas, es que se pueden aplicar en las etapas pre y post-desastre. Sin embargo, es primordial que éstas sean llevadas a cabo en una etapa pre-desastre, ya que contar con vías de evacuación en buen estado garantizará una salida oportuna y rápida y en caso de presentarse un evento natural adverso, contar con vías en buen estado a fin de facilitar la ejecución de mecanismos de auxilio de manera adecuada.

### **13.2 RESULTADOS DEL ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO DE LAS MEDIDAS DE INTERVENCIÓN**

Entre los resultados más importantes del análisis costo – beneficio de las medidas de mitigación se tienen las siguientes:

#### **COSTO:**

- El presupuesto referencial para llevar a cabo la medida de mitigación a corto plazo es de USD \$. 122.229,00 USD y se ha estimado un periodo de ejecución de alrededor de seis meses.
- El presupuesto referencial para llevar a cabo la medida de mitigación a mediano plazo en la avenida Atahualpa es de USD \$. 605.385,00 y se ha estimado un periodo de ejecución de alrededor de doce meses. El presupuesto referencial para llevar a cabo la medida de mitigación a mediano plazo en el acceso vial a Planada San Francisco es de USD \$. 443.570,00 y se ha estimado un periodo de ejecución de aproximadamente nueve meses.
- El costo total referencial de las medidas de mediano plazo se ha estimado en USD \$. 1'171.184,00 y la realización de estos trabajos podría realizarse conjuntamente o por fases.
- El costo inicial de las medidas a largo plazo es de USD \$. 12.000,00 para el estudio técnico de las dos canteras abandonadas pero es importante recalcar que el análisis detallado de la situación de las canteras determinará el costo final para realizar un cierre adecuado de las mismas para preservar el entorno natural de los moradores de los barrios cercanos.

**BENEFICIO:**

- Para la zona de estudio y de acuerdo al objetivo y alcance del desarrollo de éste, se considera que los beneficios de la implementación de las medidas en Laderas de San Francisco, tienen una implicación más desde el punto de vista social, al contribuir en la disminución de la amenaza/vulnerabilidad de los habitantes de la zona y consecuentemente del riesgo.
- El contar con una vía en buen estado garantiza una ruta de escape o evacuación más oportuna y eficiente en caso de presentarse un desastre natural, siempre y cuando, éstas no resultaren afectadas por dicho fenómeno natural.
- Mejora en la calidad de vida de los habitantes de la zona, al intervenir en el aspecto paisajístico para los sectores más alejados del área de estudio.
- Una vía de acceso adoquinada tiene una mayor durabilidad y un bajo costo de mantenimiento o frecuencia del mismo, además de que en cuanto a su funcionalidad brinda una mayor seguridad de tránsito que una vía lastrada.
- El cierre técnico de las canteras implica una mejora de la calidad de vida desde el punto de vista social, ya que al cortar la explotación de materiales pétreos en la zona, se evita la exposición a material particulado en el aire, que afecta la salud de los habitantes de las zonas cercanas.
- Adicionalmente, el cierre técnico evita que los procesos de erosión de los suelos, desprendimiento de bloques y degradación de la vegetación continúen acelerándose, poniendo en peligro la vida de los habitantes y sus bienes.
- El cierre técnico de las canteras permitirá que se implementen medidas de rehabilitación ambiental, que coadyuven a la restauración ambiental tanto de la flora, como de la fauna y el aspecto paisajístico, mediante programas de manejo y protección ambiental.
- Un aspecto importante de la implementación de estas medidas es que se pueden aplicar en las etapas pre y post-desastre. Sin embargo, es prioritario que éstas sean llevadas a cabo en una etapa pre-desastre, ya que contar con vías de evacuación en buen estado garantiza una salida oportuna y rápida; y en caso de presentarse un evento natural adverso, contar con vías en buen estado, a fin de facilitar la ejecución de mecanismos de auxilio de manera adecuada.

Una vez definidas las medidas de mitigación e intervención a corto, mediano y largo plazo, se realizó el análisis costo – beneficio de las mismas. La estimación de este análisis se realizó de forma preliminar dada la escala de análisis de las medidas actuales (1:2.500), por lo que se considera que, en una siguiente fase de diseños definitivos, en caso de una inminente posibilidad de ejecución de las medidas de intervención, éstas se deberían realizar a detalle en las cantidades de obra y el presupuesto de las mismas.

## Estimación del Costo de Reubicación de habitantes en zonas de Alto Riesgo No Mitigable

Desde el año 2011 la Dirección Metropolitana de Gestión de Riesgos – DMGR ha ejecutado una serie de estudios e informes técnicos referentes la problemática de riesgo por Movimientos de Masa (Deslizamientos) – MM.

Estos estudios se han llevado a cabo debido a la ocupación y desarrollo desordenado de los barrios que forman la zona de influencia del proyecto, producto del crecimiento poblacional de la ciudad de Quito o migración interna desde el campo o poblaciones menores, que los ha colocado en un estado de riesgo de varios niveles para algunos de ellos.

### Identificación y descripción del problema

El estudio más reciente realizado en febrero de 2015 hace referencia a la “Actualización de la zonificación de amenaza por deslizamientos en el DMQ”, concluye que el sector Laderas de San Francisco, presenta condiciones de Alta Amenaza por Inestabilidad de terrenos (movimientos en masa), en caso de precipitaciones muy intensas o sismos de gran magnitud.

En la zona del proyecto, se ha recopilado información y se ha analizado la situación de vulnerabilidad y riesgo de un total de 10 barrios, misma consta en el presente informe. Del estudio se concluye que 3 barrios están ubicados en zonas con una alta incidencia de varias de las amenazas analizadas, en las cuales su infraestructura física (viviendas, principalmente) y social tiene Alta vulnerabilidad.

El sector donde están ubicados estos barrios se ha catalogado como Zona de Riesgo No Mitigable (RNM), y corresponden a los barrios Terrazas de Bellavista, Laderas de San Francisco y Pedregal.

La población ubicada en estos barrios se describe en la Tabla N° 13.8 a continuación:

Barrio / sector	# Familias	Total habitantes	Habitantes x familia
Laderas de San Francisco	32	117	3.7
Pedregal	33	125	3.8
Terrazas de Bellavista	49	152	3.1
TOTAL	114	394	3.5

**Tabla N° 13.8.** Barrios y habitantes en Zonas de alto Riesgo No Mitigable

En este informe se ha planteado la ejecución de medidas de mitigación de riesgos con la finalidad de preservar y mejorar la calidad de vida de los habitantes de la zona de estudio, así como de la infraestructura allí ubicada. Dichas alternativas de intervención se indican en las medidas estructurales y medidas no estructurales del presente estudio.

Sin embargo, dada la alta amenaza, vulnerabilidad y riesgo ante de desastres en los tres barrios antes mencionados, se ha considerado el análisis de una posible alternativa como es la

reubicación de las familias de la Zona de Riesgo No Mitigable hacia un lugar seguro y estable, a terrenos debidamente legalizados donde puedan acceder a servicios básicos de calidad.

### **Objetivo y Diagnóstico actual**

El objetivo de este análisis es la estimación del posible costo de reubicación de familias asentadas en las zonas de riesgo no mitigable, como son los barrios Laderas de San Francisco, Pedregal y Terrazas de Bellavista.

Luego de determinar los niveles de amenaza, vulnerabilidad y riesgo en la zona de estudio se ha concluido que los tres barrios antes mencionados se encuentran propensos a una amenaza permanente debido a la inestabilidad de terrenos, ya que se encuentran ubicados en zonas de alta pendiente con terrenos propensos a altos índices de erosión y deslizamiento.

### **Descripción y cuantificación del problema**

El reasentamiento preventivo de poblaciones localizadas en áreas de alto riesgo puede considerarse medida de gestión correctiva de riesgo mediante la cual una comunidad o parte de ella es trasladada, porque el lugar donde reside no ofrece las condiciones de seguridad para seguir habitando en él (Correa et al, 2011).

El reasentamiento además se puede convertir en una oportunidad para mejorar los niveles de vida de poblaciones vulnerables que viven en áreas de alto riesgo.

Por otra parte, un reasentamiento se puede plantear como parte de una estrategia de ordenamiento territorial, en la que se evalúa el desarrollo socioeconómico de una comunidad y como ésta puede afectar la capacidad de autorregulación de los ecosistemas existentes en el espacio donde se encuentra asentada, y convertirse en causa de nuevas amenazas naturales, como en el caso de comunidades establecidas en zonas de exclusiva vocación forestal (Wilches-Chaux, 2008), con el que se pretende evitar condiciones de riesgo futuro.

### **Beneficios del reasentamiento preventivo**

El reasentamiento de personas que viven en zonas de alto riesgo genera una serie de beneficios si se analizan en función de los costos que se evitan en términos de respuesta y reconstrucción.

Estos beneficios se traducen en impactos positivos sobre la vida humana, infraestructura y bienes, tanto en términos económicos como no económicos, como se muestra a continuación en la Tabla Nº 13.9.



IMPACTOS	Monetarios		No monetarios		
	Directos	Indirectos	Directos	Indirectos	
Vidas humanas	Muerte	<ul style="list-style-type: none"> <li>Actividad económica esperada en la sociedad</li> <li>Costos de funeral</li> <li>Áreas para disposición de los cuerpos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pérdida de ingreso</li> <li>Costo de asistir a los sobrevivientes (personas viudas, niños huérfanos)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Trauma para los sobrevivientes</li> <li>Rompimiento de estructura familiar y social</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Impactos sociales sobre los sobrevivientes (personas viudas, niños huérfanos)</li> </ul>
	Heridas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gastos médicos</li> <li>Pérdida de días de trabajo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pérdida de empleo e ingreso</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lesiones, discapacidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Consecuencias psicológicas</li> </ul>
Infraestructura	Vivienda individual	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pérdida de inversión</li> <li>Costo de reparaciones o reconstrucción</li> <li>Costo manejo de escombros</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Costo de vivienda temporal</li> <li>Pérdida de patrimonio</li> <li>Pérdida de acceso al crédito</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pérdida de albergue</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Consecuencias psicológicas y sociales</li> </ul>
	Instalaciones comunales (iglesias, parques, centros comunales)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pérdida de inversión</li> <li>Costo de reparaciones o reconstrucción</li> <li>Costo manejo de escombros</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Costo de instalaciones temporales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pérdida de acceso a instalaciones y servicios</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Trastornos en la dinámica social</li> </ul>
	Instalaciones públicas (atención médica, educación, deportes, recreación)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pérdida de inversión</li> <li>Costo de reparaciones o reconstrucción</li> <li>Costo manejo de escombros</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Costo de construir o adaptar instalaciones temporales para proveer servicios</li> <li>Costo total o parcial de la pérdida de servicios</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pérdida de acceso a instalaciones y servicios, interrupciones en la educación, retrasos o interrupción en los servicios de atención médica, etcétera</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Disminución del capital humano, aumento en la tasa de morbilidad</li> </ul>
	Instalaciones comunales (iglesias, parques, centros comunales)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pérdida de inversión</li> <li>Costo de reparaciones o reconstrucción</li> <li>Costo manejo de escombros</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Costo de instalaciones temporales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pérdida de acceso a instalaciones y servicios</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Trastornos en la dinámica social</li> </ul>
Infraestructura	Instalaciones públicas (atención médica, educación, deportes, recreación)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pérdida de inversión</li> <li>Costo de reparaciones o reconstrucción</li> <li>Costo manejo de escombros</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Costo de construir o adaptar instalaciones temporales para proveer servicios</li> <li>Costo total o parcial de la pérdida de servicios</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pérdida de acceso a instalaciones y servicios, interrupciones en la educación, retrasos o interrupción en los servicios de atención médica, etcétera</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Disminución del capital humano, aumento en la tasa de morbilidad</li> </ul>
Bienes	Estructuras para actividades productivas (industria, comercios, servicios)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pérdida de inversión</li> <li>Costo de reparaciones o reconstrucción</li> <li>Costo manejo de escombros</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pérdida de patrimonio</li> <li>Pérdida de ingresos</li> <li>Disminución de productividad</li> <li>Desempleo</li> <li>Afectación de cadenas productivas</li> <li>Incremento de costo de transporte de bienes desde zonas de abastecimiento externas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Disminución en el abastecimiento de bienes y provisión de servicios a la población</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Potenciales conflictos sociales</li> </ul>
	Tierra (privada, comunal, pública)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pérdida de inversión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pérdida de actividades económicas asociadas al uso de la tierra</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pérdida de identidad y sentido de pertenencia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Consecuencias sociales y psicológicas</li> </ul>

IMPACTOS	Monetarios		No monetarios		
	Directos	Indirectos	Directos	Indirectos	
Bienes	Otros bienes privados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pérdida de ahorros, documentos de identificación, pertenencias personales (mobiliario, ropa, electrodomésticos, etcétera)</li> <li>• Costo de reposición de bienes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reemplazo de documentos de identificación y pertenencias personales, costos de proveer artículos de alivio a los damnificados</li> <li>• Pérdida de inversión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pérdida de acceso a servicios</li> <li>• Situación de dependencia de ayuda externa</li> </ul>	Consecuencias psicológicas
	Otros bienes públicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pérdidas de bienes públicos</li> <li>• Costo de reposición de bienes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Redistribución del dinero de un presupuesto normal para reemplazar los bienes</li> <li>• Disminución de inversión en otras áreas</li> </ul>	Disminución de ampliación de coberturas o prestación de servicios en diferentes áreas	Pérdida de capital humano
	Otros bienes comunales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pérdida de bienes comunitarios (religiosos, culturales, recreativos, educativos, etcétera)</li> <li>• Costo de reposición de bienes</li> </ul>		Pérdida de estructura y redes sociales, reducción en el capital social y cultural	Alteraciones en dinámicas sociales y culturales
	Bienes productivos (privados, comunales, públicos)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pérdida de maquinaria, equipo, herramientas</li> <li>• Costo de reposición de los bienes productivos</li> </ul>	Pérdida de ingreso, desempleo,	Disminución en la calidad de vida y condiciones de vida	Estrés y otras consecuencias psicológicas

**Tabla N° 13.9.** Ahorros comparativos entre reasentamientos preventivos y reconstrucción post desastre

**Fuente:** (Correa et al, 2011).

**Nota:** El color rojo muestra los únicos costos causados en un reasentamiento.

### Experiencias similares implementadas

En varias ciudades de América Latina se han realizado proyectos de reubicación de habitantes, siendo esta una iniciativa común de los gobiernos seccionales como un mecanismo viable en la gestión de riesgos y prevención de desastres en zonas pobladas. A continuación, se presenta a manera de ejemplos prácticos y cercanos a la realidad de la zona de Laderas de San Francisco, el caso de las ciudades de Medellín y Bogotá en Colombia.

Estos proyectos se han planteado mediante alternativas implementadas, en ocasiones simultáneamente, tales como: Construcción de soluciones habitacionales en sitios cercanos de la zona de influencia, adquisición de viviendas usadas en la zona de influencia y soluciones habitacionales fuera de la zona de influencia.

Es importante mencionar la tipología estructural de las viviendas a ser construidas, por ejemplo, un programa de reasentamiento ejecutado en la ciudad de Medellín en el 2004, consideró la tecnología basada en mampostería estructural, en base a paredes en hormigón

vaciado y formaletería metálica, misma que permite mayor agilidad y abarata costos de mano de obra, de tal modo que permite la construcción de una vivienda diaria.

La experiencia en Medellín siguió un proceso metodológico que siguió los siguientes lineamientos:

- Se inició un proceso de acercamiento y sensibilización con la población afectada.
- Identificación de alternativas de reubicación en forma participativa.
- Establecimiento de convenios interinstitucionales para aunar recursos de todo tipo que permitan el acceso a la solución de vivienda.
- Postulación de las familias para acceder a los subsidios: nacional de vivienda (mediante procesos de compensación) y municipal para adquisición de vivienda.
- Planeación y desarrollo de un proceso de información, articulación y acuerdo entre las comunidades a reasentar y la comunidad receptora y/o vecinos del lugar en donde se adelantará el proceso constructivo para el reasentamiento.
- Identificación conjunta entre las comunidades migrantes y receptoras del proyecto, de los problemas, necesidades y potencialidades a fin de planear y desarrollar un plan de acción que responda efectivamente a dichas demandas.
- Coordinar el acompañamiento psicosocial integral a la comunidad del reasentamiento vinculando las instituciones del orden gubernamental, privado y solidario que sea necesario para atender a la compleja problemática actual.
- El municipio de Medellín, como propietario del lote donde está asentada la población a reasentar, gestionará ante las entidades competentes, la intervención en las áreas desocupadas y hará la entrega del predio a la autoridad ambiental respectiva.

Un programa de reasentamiento realizado en Bogotá, ha tenido un proceso de 10 años a través de programas específicos. A nivel preventivo se han ejecutado programas de vivienda de interés social para atender la demanda de las familias de bajos recursos. Adicionalmente, se ha planteado el control de ocupación de suelos no aptos para ser urbanizados, para evitar el incremento de habitantes a ser reasentados, así como la rehabilitación y control de los suelos recuperados.

Entre los procedimientos más importantes se han realizado los siguientes:

- Creación de un subsidio de vivienda para viabilizar el reasentamiento de población en alto riesgo. Este subsidio está compuesto por el avalúo del inmueble que posee la familia sujeto de reasentamiento, y un reconocimiento especial por vulnerabilidad económica para aquellas familias que les corresponda un valor de avalúo inferior al costo mínimo del valor de una vivienda típica de los programas de vivienda de interés social.

- Estudios para la planificación de reasentamiento, mediante censo de predios, viviendas y población, estudio de títulos de propiedad, avalúo de predios y construcciones, diagnóstico socioeconómico.
- El proceso de reasentamiento se realizó en tres fases integrales:
- Reconocimiento y sensibilización: acercamiento a los hogares y la comunidad para el conocimiento de sus características socioeconómicas y sensibilizarlos sobre la situación de riesgo.
- Fase de acompañamiento para el traslado: fase dirigida a la preparación y capacitación de los hogares para la búsqueda, selección de una alternativa habitacional de reposición, y el traslado a una nueva vivienda.
- Recuperación y restauración de predios en alto riesgo: El proceso implicó el cercado del área recuperada, la demolición de las viviendas, la limpieza de la zona, la recolección de escombros, preparación del suelo para la siembra de árboles y plantas (forestación).
- Post - reasentamiento que tuvo las siguientes metas: Potenciación de las capacidades de autogestión para la inclusión a la ciudad, 100% de la población escolar vinculada al sistema educativo, 100% de la población vinculada al régimen de salud, 100% de la población discapacitada con atención, apoyo a la generación de ingresos.

### **Diseño de la intervención**

Tomando como base las experiencias descritas anteriormente y realizadas en América latina, como lo indicado en el ítem anterior, (Sanahuja & Correa, 2011), se plantea los siguientes procedimientos a llevarse a cabo para un programa de reasentamiento de los barrios en zona de riesgo no mitigable en San Francisco.

El análisis de costo de reubicación de plantea para un total de 114 familias (394 personas), como se indicó en la tabla anterior.

La reubicación de la población consta de los siguientes procesos:

- Estudios y diseños: análisis y diagnóstico socioeconómico de las zonas en alto riesgo, mismo que ya se ha llevado a cabo en el presente estudio, sin embargo, será importante realizar una actualización de estos estudios una vez que se defina la ejecución del proyecto de reasentamiento.
- Compra de terrenos: Se debe considerar el avalúo municipal de los predios a comprar y que la reubicación de habitantes se realice en zonas seguras, legalizadas y cercanas a la zona del proyecto, donde se evidenció varios terrenos agrícolas que pueden ser utilizados. Una breve entrevista realizada con habitantes en los barrios circundantes a la zona de estudio determinó que el avalúo municipal en varios terrenos está en el orden de \$62.5/m<sup>2</sup>. Para el análisis se ha considerado un avalúo de \$65.0/m<sup>2</sup>.

En cuanto al área de vivienda, algunos promotores de sistemas constructivos ofertaron viviendas para los proyectos de reconstrucción de viviendas por el terremoto de abril de 2016 considerando áreas de construcción entre 40 y 60 m<sup>2</sup> según datos del MIDUVI. Para el análisis se plantea un área de 60 m<sup>2</sup>.

- **Planeación y gestión:** Este proceso consiste en la ejecución de los estudios de Pre y factibilidad del proyecto de reubicación, que comprenden fases como: evaluación técnica, financiera, socio económica y ambiental. Para este caso se ha considerado un valor de USD \$ 30.000,00, valor que puede variar según la complejidad del proyecto y los inconvenientes que pueden irse presentando a lo largo del mismo.
- **Costo de construcción de viviendas:** Este valor dependerá del tipo de estructura y/o materiales de construcción a emplear. Para el plan de reconstrucción en las zonas afectadas por el terremoto de 2016, algunos proyectos construyeron viviendas definitivas empleando el sistema de muros portantes de alta sismo resistencia. El costo de estas construcciones se estableció en \$250/m<sup>2</sup>.
- **Demolición de viviendas en zonas de Riesgo No Mitigable:** consiste en la demolición de las viviendas en las zonas de alto riesgo, que incluye desalojo y transporte de material. El costo de este rubro se estima en \$10/m<sup>2</sup>.
- **Asistencia técnica y social:** Es el costo de seguimiento para el proceso de cambio de vivienda a las familias intervenidas, el cual dependerá de la duración del mismo y del personal social que se destine. Para este análisis no se ha considerado un costo específico, sin embargo, se deberá tomar en cuenta en un análisis más detallado.
- **Recuperación ambiental de suelos intervenidos:** Básicamente consiste en la protección de suelos y su intervención mediante proyectos de forestación con la finalidad de su incorporación a la estructura ecológica de la localidad. Este proceso implica también el cercado de la zona recuperada y limpieza de la misma previa al proceso de forestación. De acuerdo a datos del MAGAP sobre Programa de Incentivos para la Reforestación con Fines Comerciales el costo por hectárea de forestación con especies para zonas secas, como se caracteriza en la zona de estudio, tiene un valor promedio de USD \$. 200.000,00. Este valor se tomará como referencia para el proyecto con la aclaración de que las especies a usar para el proceso de reforestación no serían con fines comerciales.

## **Presupuesto**

Con base a lo indicado anteriormente se ha realizado el presupuesto para la estimación de la reubicación de los habitantes en las zonas de alto riesgo no mitigable del sector de San Francisco.

De acuerdo al número de familias en total que serían reubicadas se estima un total de 114 viviendas que serían construidas. El presupuesto referencial se indica en la Tabla N° 13.10, mostrada a continuación.

DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
ESTUDIO Y DISEÑOS	UN	1,00	-	-
COMPRA DE TERRENOS	m <sup>2</sup>	6.840,00	\$65,00	\$444.600,00
PLANEACIÓN Y GESTIÓN Estudios de Pre y Factibilidad	UN	1,00	\$30.000,00	\$30.000,00
CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS	UN	114,00	\$15.000,00	\$1'710.000,00
DEMOLICIÓN DE VIVIENDAS EN ZONAS RNM	m <sup>2</sup>	230,87	\$10,00	\$2.308,70
ASISTENCIA TÉCNICA Y SOCIAL	UN	1,00	-	-
RECUPERACIÓN AMBIENTAL	ha	0,023	\$200.000,00	\$4.600,00
<b>PRESUPUESTO REFERENCIAL TOTAL</b>				<b>\$2'191.508,70</b>

**Tabla Nº 13.10.** Presupuesto total referencial de la reubicación de habitantes en zonas de Alto Riesgo no Mitigable proyecto Laderas de San Francisco

**El presupuesto total referencial es de USD \$. 2'191.508.70**, el cual no considera costos de asistencia técnica y social y los costos de actualización de análisis y diagnóstico socioeconómico indicado en el ítem ESTUDIO Y DISEÑOS.

\*\*\*\*\*

# **CAPÍTULO XIV**



**MONITOREO DE ZONAS INESTABLES Y  
PROGRAMA DE INTERVENCIÓN SOCIAL**

## **CAPÍTULO XIV**

### **MONITOREO DE ZONAS INESTABLES Y PROGRAMA DE INTERVENCIÓN SOCIAL**

Una vez que se ha mapeado la susceptibilidad – amenaza por Inestabilidad de Terrenos en la zona del proyecto, se ha determinado la vulnerabilidad física (viviendas e infraestructura) y social de la población; y con ello se ha evaluado el riesgo al que está expuesta la comunidad. Con estos elementos se ha diseñado un programa inicial de Intervención Social y Monitoreo de los Terrenos Inestables en la zona de estudio.

El programa inicia con la capacitación en los conceptos generales de Gestión de Riesgo y tiene como finalidad fortalecer las capacidades locales a fin de establecer y poner en marcha un sistema de monitoreo de la Inestabilidad de Terrenos, considerando la realidad del terreno y las características socio-culturales de la zona; ya que al final los que deben manejar el sistema de alerta temprana (SAT) y empoderarse del proceso son los mismos habitantes de la zona.

#### **14.1 DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO DE LAS ZONAS INESTABLES**

La utilidad de la instrumentación de campo, radica en la posibilidad de obtener información del comportamiento del talud (a lo largo del tiempo) y medir algunos parámetros geotécnicos que controlan el mecanismo de falla. Se requieren tomar en cuenta varios aspectos tales como: qué tipo de medición se requiere, qué tipo de instrumento me permite tomar las medidas, localización y metodología de las lecturas a tomar, decisiones sobre el manejo y procesamiento de los datos del monitoreo (Suárez J, 2009).

##### **14.1.1 Objetivos del Monitoreo de Inestabilidad de Terrenos**

Los objetivos de la implementación del monitoreo de los deslizamientos en términos generales son los siguientes:

- Determinación de la profundidad y forma de la superficie de falla en un deslizamiento activo.
- Determinación de los movimientos laterales y verticales dentro de la masa deslizada.
- Determinación de la rata o velocidad de deslizamiento y el establecimiento de mecanismos de alarma.
- Monitoreo de la actividad de cortes o rellenos e identificación de los efectos de una determinada construcción.
- Monitoreo de los niveles de agua subterránea o presiones de poros y su correlación con la actividad del deslizamiento.

Los objetivos para el monitoreo de la Inestabilidad de Terrenos en la zona son más sencillos, ya que se trata de conocer el movimiento de los posibles colapsos y caída de bloques que pueden



afectar a la población de básicamente tres sectores que están en la zona de alta susceptibilidad por terrenos inestables:

- Conocer si existe o no movimiento del suelo por inestabilidad de terrenos y zonas de erosión en los Barrios Laderas de San Francisco, Terrazas de Bellavista y Pedregal.
- Conocer el grado de erosión y el movimiento de los taludes inestables que pueden generar afectaciones en las casas y/o obstruir las vías de acceso a sectores como: Pedregal, Laderas de San Francisco, Terrazas de Bellavista y Planada de San Francisco.

#### **14.1.2 Sistema de Monitoreo de terrenos inestables en la zona de intervención**

Existen varios instrumentos para el monitoreo de deslizamientos (Suárez J, 2009), entre ellos:

- Control topográfico de puntos determinados. Se utiliza equipo estándar de topografía.
- Extensómetros superficiales. Pueden ser metálicos, de madera, eléctricos o plásticos.
- Inclinómetros. Miden la deformación horizontal del suelo a profundidad.
- Detectores de superficie de falla. Pueden ser estacas de madera, cintas eléctricas o extensómetros.
- Monitores de vibración.
- Piezómetros - Miden el nivel de agua o la presión de poros.
- TDR (Reflectometría de ondas eléctricas).

Estos aparatos sirven para el monitoreo de deslizamientos activos, sobre todo de tipo rotacional, donde tenemos una superficie de falla generalmente de más de 10-15 m de profundidad, y se requiere de aparatos de alta tecnología para detectar el movimiento de los mismos.

Para la zona de intervención se ha caracterizado los principales movimientos de terrenos como colapsos, erosión intensa y rotacional. El deslizamiento rotacional fue un evento que ocurrió antes de la depositación de la Fm. Cangahua, por lo que se infiere que la edad de éste es mayor a 10.000 años AP; y luego fue cubierto por cenizas y lapillis de los centros volcánicos que rodean la zona; este deslizamiento es poco probable que se reactive. No obstante el estudio de suelos y cálculo del factor de seguridad (Fs) indica que los tres barrios mencionados están en una zona con equilibrio límite en condiciones normales y totalmente inestables en caso de un sismo (Capítulo IX).

Por ello se ha dado mayor importancia a otro tipo de inestabilidad de terrenos como es la erosión hídrica - eólica y los colapsos de taludes en las vías de acceso a los barrios ya mencionados.

Se utilizará para el monitoreo estacas de 80 cm de largo para poner en ellas una plomada artesanal hecha de bujías usadas, las cuales serán colgadas de forma vertical de un gancho; si

existe una deformación del terreno o se mueve por efecto de la fuerte erosión; esto hará mover el nivel que tiene cada estaca (Foto N° 14.1).



**Foto N° 14.1.** Estaca con nivel (plomada) artesanal, si el terreno cede, entonces se formará un ángulo mayor entre la estaca y la piola del nivel.

También se colocaron estacas adicionales con una marca para medir el grado de erosión del terreno, cuando la marca roja aparezca y continúe la erosión del terreno, se podrá cuantificar la intensidad de los procesos de denudación del suelo en la zona; este sistema fue tomado de trabajos de control de erosión en Centro-América (PASOLAC, 2005).

El primer sistema consta de 8 estacas con nivel (plomada) y 10 estacas de erosión, las cuales fueron puestas entre las estacas de nivel. Las coordenadas de a primera estaca puesta en el barrio Pedregal son; UTM: 17S 788731 E, 9992901 N, 2730 msnm. (Figura N° 14.1 y Foto N° 14.2). Este sitio en particular presenta evidencias de antiguos colapsos y erosión intensa que



pueden afectar a las viviendas ubicadas cerca del talud y a la vía de acceso al barrio. También se han instalado sistemas adicionales con 9 estacas de nivel y 6-8 estacas de erosión en Terrazas de Bellavista (UTM: 17S 788731 E, 9992901 N, 2730 msnm) y en Laderas de San Francisco con la participación de los vecinos de la comunidad (Foto N° 14.3).



**Figura N° 14.1.** Ubicación del Sistema de Monitoreo en el Barrio Pedregal.



**Foto N° 14.2.** Sistema de monitoreo de FRM en Pedregal, con estacas con nivel y estacas de erosión para medir el avance de los terrenos inestables.



**Foto N° 14.3.** Sistema de monitoreo de FRM en Terrazas de Bellavista, instalación de las estacas de nivel con la participación de los vecinos del sector.

## 14.2 PROGRAMA DE CAPACITACIÓN A LA COMUNIDAD Y AL PERSONAL TÉCNICO DESIGNADO

Durante las primeras reuniones de trabajo con la comunidad, realizadas en la fase de recopilación y estandarización de la información, sobre todo en la realizada el 10 de febrero de 2017, se vio la necesidad de iniciar un plan de capacitación – introducción a la Gestión de Riesgo a nivel comunitario, con la finalidad de que los dirigentes barriales y la comunidad en sí, conozca los conceptos básicos sobre amenazas naturales, normas de autoprotección, evacuación de zonas de amenaza, plan de acción en caso de un desastre, mochila de emergencia, etc.

Se tomó entonces la decisión de implementar un plan piloto de capacitación a la comunidad, a la vez que se realizaban las encuestas familiares; durante la reunión se dieron charlas sobre los conceptos básicos ya mencionados. Este se hizo aplicando el Análisis de Vulnerabilidades y Capacidades (AVC) y de Elementos Esenciales (ES), que ya fueron descritos en el Capítulo X (Vulnerabilidad Socioeconómica de la población).

La capacitación fue distinta en cada localidad, misma que variaba en función del número de asistentes y la realidad de la amenaza a la que se hallan expuestos. (Foto N° 14.4).

Los barrios considerados para esta capacitación fueron: Laderas de San Francisco, Terrazas de Bellavista, Pedregal, Cristo Rey II, Planada de San Francisco, Cristo Rey I, Mira Quito, Colinas de Bellavista, Campo Alegre y San Vicente.





**Foto N° 14.4.** Taller en Terrazas de Bellavista, elaboración del Mapa del Barrio y las amenazas a las que está expuesto el sector

El Plan general de Capacitación y análisis AVC – ES, es el siguiente:

- ✓ **Introducción:** Presentación del Instructor y personal de apoyo, presentación de los participantes al curso-taller, que todos estén informados sobre: propósito y objetivos de la reunión
- ✓ **Eventos Adversos:** Inestabilidad de Terrenos / Sísmica
- ✓ **Autoprotección Ciudadana:** Protección Individual, Familiar, Vecinal
- ✓ **Gestión del Riesgo:** Riesgo, Amenaza, Vulnerabilidad, Desastre
- ✓ **Elaboración de Mapas de Riesgos y Recursos:** Análisis de las experiencias pasadas, análisis de los recursos y riesgos encontrados, elaboración del Mapa.
- ✓ **Análisis AVC:** Obtención de la matriz con las amenazas, afectación por amenazas y acciones para reducir la amenaza en la población

De la implementación del programa de capacitación se ha logrado visitar y trabajar con los sectores de: Laderas de San Francisco, Terrazas de Bellavista, Pedregal, Cristo Rey II y Planada de San Francisco; en los talleres se ha podido establecer que los habitantes no tienen una percepción de la amenaza por Terrenos Inestables como una constante en el barrio, ya que no han sufrido mayores afectaciones en la zona donde están ubicados.

Esta percepción es más fuerte en sectores como Cristo Rey I, Mira Quito y Planadas de San Francisco, donde incluso no quieren recibir capacitaciones bajo la premisa que ellos no pueden sufrir afectaciones por deslizamientos. La mayor amenaza a la que los pobladores se sienten expuestos es la delincuencia e insalubridad, la cual ha sido constante en todos los talleres realizados en la zona de estudio (Foto N° 14.5); también se nota que existe preocupación por el mal estado de las vías que se deterioran notablemente en la temporada de lluvias.



Foto N° 14.5. Trabajo en la Matriz AVC en Cristo Rey II

Este plan de capacitación servirá para en el futuro implementar un Sistema de Alerta Temprana por Terrenos Inestables – Erosión / Colapso de Taludes en base a instrumentos que se pueden elaborar en la misma comunidad y ser fácilmente monitoreados por los mismos moradores del barrio.

### 14.3 RESULTADOS PRELIMINARES DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE INTERVENCIÓN SOCIAL PARA EL MANEJO INTEGRAL DEL RIESGO

Como ya se mencionó se ha logrado realizar talleres comunitarios en todos barrios de la zona de intervención, excepto Cristo Rey I y Campo Alegre; los resultados de los talleres se hallan sistematizados en la Tabla N° 14.1.

Considerando la muy alta susceptibilidad por inestabilidad de terrenos y la vulnerabilidad media-alta en Laderas de San Francisco, Pedregal y Terrazas de Bellavista, se ha diseñado un sistema de monitoreo y alerta temprana basado en instrumentos sencillos que pueden ser utilizados por la comunidad, para reducir vulnerabilidades y que ellos inicien procesos de una efectiva gestión de riesgos, al monitorear los Terrenos Inestables en los puntos críticos identificados por la misma comunidad.

Acción	Objetivo	Resultado
Diseño de un sistema de Monitoreo de FRM	Conocer el estado del movimiento de los FRM que pudieran afectar a la población	Sistema de monitoreo instalado en Pedregal, Laderas de San Francisco y Terrazas de Bellavista
Capacitación a las Comunidades en zonas de Amenaza	Población consciente de las amenazas a las que se halla expuesta y proactiva de encontrar soluciones a la misma	Talleres en los Barrios Laderas de San Francisco, Terrazas de Bellavista, Pedregal, Cristo Rey II, Planada de San Francisco, Colinas de Bellavista, San Vicente
	Ciudadanos con conocimiento de las acciones necesarias en caso de una emergencia-desastre	Población con conocimientos elementales Gestión de Riesgos (más de 200 asistente a los talleres realizados)
Diseño de un Sistema de Alerta Temprana por FRM	SAT funcionando en las zonas de mayor amenaza y comunidad trabajando con el DMQ para manejar una emergencia si se produce un evento importante	Sistema de monitoreo instalado, diseño de los componentes del SAT (Monitoreo, Capacitación, Protocolo de Comunicaciones)

**Tabla Nº 14.1.** Resultados Preliminares del Programa de Intervención Social

También en base a los mismos talleres se hizo un diagnóstico de las principales necesidades de los habitantes en cada barrio, destacan las necesidades de saneamiento y seguridad, puntos en los cuales todas las comunidades coinciden que tienen una atención deficiente por parte de los organismos encargados (Ministerio de Salud, Municipio, Policía Nacional, etc.).

Se plantean las medidas necesarias para corregir esta situación, en base a los resultados de la capacitación realizada en la comunidad (Tabla Nº 14.2) durante el presente trabajo de Consultoría, estimándose necesaria una inversión de USD \$. 21.000

PLAN DE MEDIDAS NO ESTRUCTURALES PARA DISMINUIR LOS NIVELES DE VULNERABILIDAD SOCIAL									
TIPO DE ANÁLISIS	Aspecto	Medida no estructural	Sitio de implementación	Tiempo de implementación (plazo)			Seguimiento		Costo referencial (USD dólares)
				Corto	Mediano	Largo	Indicador	Medio verificable	
Susceptibilidad cuantitativa	Salud	Plan de atención médica en los barrios de intervención	Todos los barrios	X			Nº de personas atendidas	Informe de los C.S. Marianitas y San Juan	
		Capacitación en norma de higiene (Tratamiento de agua - consumo de agua segura y baterías sanitarias)	Todos los barrios	X			Nº de personas capacitadas	Registros de asistencia, informes	1000,00
	Economía	Iniciativas productivas locales	Todos los barrios			X	Nº de micro-emprendimientos implementados		
	Socio cultural y organizativa	Conformación de Comités Locales de Emergencia (CLE)	Todos los barrios	X			Nº de CLE conformados	Actas de conformación	1.000,00
		Capacitación a los CLE (primeros auxilios básicos, control y prevención de incendios, evacuación, búsqueda y rescate, control, orden y seguridad, comunicación y enlace comunicativo, evaluación de daños y análisis de necesidades)	Todos los barrios		X		Nº de personas capacitadas	Registros de asistencia, informes	2.000,00



PLAN DE MEDIDAS NO ESTRUCTURALES PARA DISMINUIR LOS NIVELES DE VULNERABILIDAD SOCIAL									
TIPO DE ANÁLISIS	Aspecto	Medida no estructural	Sitio de implementación	Tiempo de implementación (plazo)			Seguimiento		Costo referencial (USD dólares)
				Corto	Mediano	Largo	Indicador	Medio verificable	
Susceptibilidad cuantitativa	Socio cultural y organizativa	Implementación de sistemas de alerta alarma para emergencias y desastres (sirenas y código de uso)	Todos los barrios		X		Nº de sistemas implementados	Actas de entrega - recepción	3.000,00
		Implementación de una red de comunicación anclada a la Unidad de Monitoreo de Eventos Adversos del SMQ y la SGR	Todos los barrios		X		Grupo virtual creado	Acta de conformación	
		Elaboración de planes familiares de gestión de riesgos	Todos los barrios	X			Nº de familias que disponen del Plan	Plan familiar de GR	1.000,00
		Conformación de la brigada para la gestión de riesgos	Todos los barrios		X		Brigada GR	Acta de conformación Acta de legalización	1.000,00
		Elaboración de planes comunitarios de gestión de riesgos	Todos los barrios		X		Nº de planes comunitarios	Planes comunitarios de GR	1.000,00
		Implementación de puntos focales con botones de pánico	Todos los barrios		X		Nº de botones de pánico activados	Informes de la PPNN	1.000,00

PLAN DE MEDIDAS NO ESTRUCTURALES PARA DISMINUIR LOS NIVELES DE VULNERABILIDAD SOCIAL									
TIPO DE ANÁLISIS	Aspecto	Medida no estructural	Sitio de implementación	Tiempo de implementación (plazo)			Seguimiento		Costo referencial (USD dólares)
				Corto	Mediano	Largo	Indicador	Medio verificable	
Susceptibilidad cuantitativa	Normativa institucional	Compilación y socialización comunitaria del marco normativo actual en gestión de riesgos y uso de zonas en riesgo	Todos los barrios	X			Nº de personas capacitadas	registros de asistencia, informes	1.000,00
	Tenencia de la propiedad	Legalización de terrenos	Todos los barrios			X	Nº de trámites de legalización ingresados	Trámites	
Susceptibilidad según el AVC	Seguridad de la población	Elaboración de un Plan de seguridad barrial con involucramiento directo de la PPNN	Todos los barrios	X			Plan de seguridad	Plan de seguridad	1.000,00
		Capacitación en prevención y control de alcoholismo y drogadicción	Todos los barrios		X		Nº de personas capacitadas	registros de asistencia, informes	750,00

PLAN DE MEDIDAS NO ESTRUCTURALES PARA DISMINUIR LOS NIVELES DE VULNERABILIDAD SOCIAL									
TIPO DE ANÁLISIS	Aspecto	Medida no estructural	Sitio de implementación	Tiempo de implementación (plazo)			Seguimiento		Costo referencial (USD dólares)
				Corto	Mediano	Largo	Indicador	Medio verificable	
Susceptibilidad según el AVC	Deslizamientos o inundaciones	Capacitación en uso correcto del agua, eliminación de aguas servidas y manejo de desechos sólidos	Cristo Rey I, Cristo Rey II y Campo Alegre	X			Nº de acuerdos	Acuerdos firmados	750,00
	Salud de la población	Norma técnica y comunitaria para la operación de canteras			X		Nº de acuerdos	Acuerdos firmados	
	Incendios estructurales	Plan de revisión y corrección de instalaciones familiares eléctricas	Todos los barrios		X		Nº de casas intervenidas	Informes de ejecución	3.000,00
Susceptibilidad según los "Elementos Esenciales"	Agua de consumo humano	Elaboración y ejecución del Plan de control de la calidad del agua de consumo humano	Todos los barrios		X		Plan	Plan	2.500,00
	Quebradas	Capacitación en prevención y control de la contaminación ambiental	Todos los barrios		X		Nº de personas capacitadas	Registros de asistencia, informes	1.000,00
								<b>TOTAL PLAN</b>	<b>21.000,00</b>

**Tabla Nº 14.2.** Plan de Medidas No Estructurales para disminuir los Niveles de Vulnerabilidad Social

#### 14.4 DISEÑO DE UN SISTEMA COMUNITARIO DE ALERTA TEMPRANA (SAT) ANTE POTENCIALES FENÓMENOS ASOCIADOS A LA INESTABILIDAD DE TERRENOS

El objetivo último del análisis de las amenazas y de los Sistemas de Alerta Temprana (SAT) es proteger la vida de la población y sus bienes (Figura N° 14.2). Para satisfacer adecuadamente las necesidades de la población, estos sistemas deben ser integrados y vincular a todos los actores en la fase inicial de la cadena de alerta temprana, incluyendo a la comunidad científica y técnica, a las autoridades públicas y a las comunidades locales. Es esencial que la comunicación sea precisa, oportuna, confiable e integral (EIRD, 2004).

La alerta temprana debe complementarse con servicios profesionales, con actividades de entrenamiento y creación de capacidades en la Gestión del Riesgo; y además con la asignación de los recursos necesarios para permitir la adopción de medidas oportunas para evitar pérdidas.

Asimismo, se describirán los siguientes componentes de la cadena de alerta temprana:

- ✓ Identificación técnica y monitoreo de las amenazas;
- ✓ Sistema de Comunicación;
- ✓ Respuesta a las alertas;
- ✓ Capacitación en el SAT



Figura N° 14.2. Esquema del SAT para flujos de lodos (lahares) en Baños (IG-EPN, web page). Ilustración

#### **14.4.1 Sistemas de Alerta Temprana (SAT) en la Zona de Intervención**

Los barrios de Laderas de San Francisco, Pedregal y Terrazas de Bellavista, están ubicados en zonas que tienen Alta Susceptibilidad por Inestabilidad de Terrenos; por ello en caso de ocurrir un sismo grande y/o lluvias torrenciales pueden generarse deslizamientos y afectar a éstos sectores, razón por la cual se ha diseñado el presente SAT para capacitar a los habitantes y continuar el proceso de empoderamiento de la Gestión del Riesgo.

En el diseño del SAT se ha procurado hacer un sistema de bajo costo, sencillo monitoreo-uso del sistema y fácil reposición – incremento del sistema a otros sectores. Por esto se han empleado estacas con un nivel - plomada artesanal para medir la inclinación de las mismas en caso de que se produzca cualquier variación en el terreno. Describiremos los elementos utilizados para el SAT, los protocolos de comunicación y respuesta para el sistema implementado como plan piloto en Pedregal y Terrazas de Bellavista y los sitios en que puede ampliarse en otros barrios como Laderas de San Francisco.

##### **a. Monitoreo de la Inestabilidad de Terrenos**

Se utilizará para el monitoreo estacas de 80 cm. de largo para colocar en ellas una plomada artesanal hecha de bujías usadas, las cuales serán colgadas de forma vertical de un gancho; si existe una deformación del terreno o se mueve por efecto de la fuerte erosión, hará mover el nivel que tiene cada estaca, si el movimiento es mayor de 2-3 cm. se comunicará inmediatamente al encargado del sistema para activar el protocolo de llamadas.

También se colocaron estacas adicionales con una marca para medir el grado de erosión del terreno, cuando la marca roja aparezca y continúe este fenómeno, se podrá cuantificar la intensidad de los procesos de pérdida del suelo en la zona.

##### **b. Sistema de Comunicación**

Es necesario disponer un sistema de comunicaciones, para ello se elaborará una cadena de llamadas basadas en los protocolos de comunicación establecidos.

##### **Personal Necesario:**

- ✓ 1 Supervisor del SAT / Barrio o por sistema de estacas instalado
- ✓ 2-3 Vecinos del sector donde estén las estacas para el seguimiento de las mismas cada 15 días o cuando ocurra un sismo fuerte y/o lluvias intensas en el sector
- ✓ 1 Coordinador – Punto focal en el MDMQ (Zonal de Calderón)
- ✓ 1 Comité de emergencia si el caso lo amerita

##### **Sistema de Comunicación:**

- ✓ Las llamadas se efectuarán por teléfono celular,

- ✓ Los vecinos encargados del monitoreo comunicarán en primer lugar al Supervisor del SAT para revisar la anomalía detectada
- ✓ El supervisor del SAT llamará al Punto Focal de la Zonal Calderón y/o MDMQ (Dirección de Gestión de Riesgos), para realizar una inspección urgente por parte del personal técnico adecuado para determinar el origen de la anomalía.
- ✓ En caso de no tener respuesta por el MDMQ (fuera de horas de oficina o evento inesperado) se llamará al 911

### c. Respuesta a las Alertas

Para el SAT en Laderas de San Francisco, Pedregal, Terrazas de Bellavista se utilizará el siguiente procedimiento para la respuesta ante las alertas:

- **Inclinación menor o igual a 1.0 cm**, se continuará con el monitoreo, pero se tomará referencia de la estaca movida para hacer un seguimiento si existe un movimiento de alrededor de 1.0 cm.
- **Inclinación 1.0 a 3.0 cm**, se comunicará al supervisor y se hará una inspección meticulosa del resto del sistema para encontrar más anomalías, se revisarán los SAT en otras localidades.
- Se tomará contacto con el Punto Focal de la Zonal de Calderón, para realizar una inspección urgente de la zona y determinar las causas de la anomalía.
- **Inclinación 3.0 a 5.0 cm**, Ídem anterior, pero se hará la inspección en calidad de emergencia, si es posible acompañado por funcionarios de la Dirección Metropolitana de Gestión de Riesgos.

En base a los resultados que se obtuvieran en este SAT, se harán las correcciones del caso, sobre todo en caso de producirse un evento que afecte las zonas de monitoreo (colapso, interrupción del camino, afectaciones a las casas, etc.)

### d. Capacitación en el SAT

Se hicieron talleres en todos los barrios de la zona de estudio (excepto Campo Alegre y Cristo Rey), en los cuales se dieron las nociones iniciales de los conceptos de amenazas, vulnerabilidades, riesgos, normas de autoprotección, etc. Estas actividades sirvieron de base para luego capacitar a la población en la implementación y uso del SAT, para lo cual se invitaron a los líderes barriales de Laderas de San Francisco, Pedregal y Terrazas de Bellavista.

En el Taller se logró que los vecinos del barrio se sientan motivados para usar un SAT como medida de protección para monitorear y seguir el avance de la Inestabilidad de Terrenos en su comunidad. Se nombran a los coordinadores locales (Foto N° 14.6), se establecen los encargados del monitoreo y se comprometen a cuidar las estacas del sistema de monitoreo y a informar a los puntos focales en caso de cualquier anomalía en el sistema. Finalmente se colocan las estacas en Terrazas de Bellavista con la participación activa de los vecinos del sector (Foto N° 14.7).



Los miembros del Municipio de Quito también apoyan esta iniciativa y se integran al sistema como los puntos focales que supervisarán el adecuado funcionamiento del SAT en los barrios de alta susceptibilidad en la zona de estudio.

BARRIO O SECTOR	Nombre	Teléfono 1	Teléfono 2
1 Punto Focal en el MDRACQ (Zonal de Calderón)			
2 Punto Focal en MDDQ (Dirección de Gestión Riesgos)	Jorge Cordero	0988121359	
3 Supervisor del SAT	Gerardo Chasilusa	0941538041	
2-3 Vecinos del sector	Fabian Zúñiga	0989922825	
	Hugo Navarrete	0990244359	
1 Consultor del Proyecto	Manuel Huérfano	0998395465	
	Marco Rivera	098263309	

APUNTES Y PREGUNTAS

25/06/2017 17:52

**Foto N° 14.6.** Listado de Vecinos encargados del Monitoreo de las estacas y Coordinadores del SAT en el Barrio Terrazas de Bellavista



**Foto N° 14.7.** Vecinos del Barrio Terrazas de Bellavista clavando las estacas de nivel en el sistema de monitoreo del SAT de la misma localidad.



#### 14.5 RESULTADOS PRELIMINARES DEL SISTEMA COMUNITARIO DE ALERTA TEMPRANA

Se ha monitoreado el estado de las estacas colocadas en Pedregal y se ha determinado que no existe ningún cambio importante desde que se colocaron las estacas con nivel para medir si existían o no movimientos de terrenos.

No existen cambios de inclinación en las estacas con nivel, las cuales prácticamente están igual que cuando fueron colocadas. La población de la zona ha colaborado respetando las mismas y evitando que sean movidas por animales o por niños jugando (Fotos N° 14.8 y N° 14.9).



**Foto N° 14.8.** Estaca con nivel colocada en Marzo/2017; parte del sistema de monitoreo del SAT en Pedregal.



**Foto N° 14.9.** La misma estaca en Mayo / 2017, se puede notar claramente que no ha sufrido cambios, tiene polvo pero no se observa cambios en el nivel.



Las estacas para medir la erosión tampoco presentan mayores cambios, solo una estaca presenta evidencias que ha recibido sedimentos, entre 2-3 cm que ha sido cubierta por suelo que se ha erosionado de la parte superior (Foto N° 14.10).



**Foto N° 14.10.** Estaca de control de erosión, en este caso ha sido cubierta por 2-3 cm de suelo de la parte superior del talud.

La zona de Laderas de San Francisco y específicamente Pedregal no han sido afectadas en la última temporada de lluvias entre Febrero-Mayo 2017, por lo que de manera general podemos decir que el sistema está funcionando, ya que no hay variaciones de las estacas con nivel y las estacas de control de erosión presentan poca acumulación de sedimentos y prácticamente no presentan evidencias de una erosión activa.

También como se describió en la sección anterior se han establecido los protocolos necesarios para el funcionamiento del SAT, con la participación activa de los moradores de Laderas de San Francisco y Terrazas de Bellavista, se espera que los vecinos de Pedregal se integren al proceso, quizá en una segunda fase de capacitaciones en Gestión de Riesgo.

Por ello se puede concluir de forma preliminar que el SAT para Laderas de San Francisco, Pedregal y Terrazas de Bellavista funciona apropiadamente para el ambiente geológico y la realidad socio-cultural de la zona de intervención.

\*\*\*\*\*

# **CAPÍTULO XV**

**GEODATABASE**

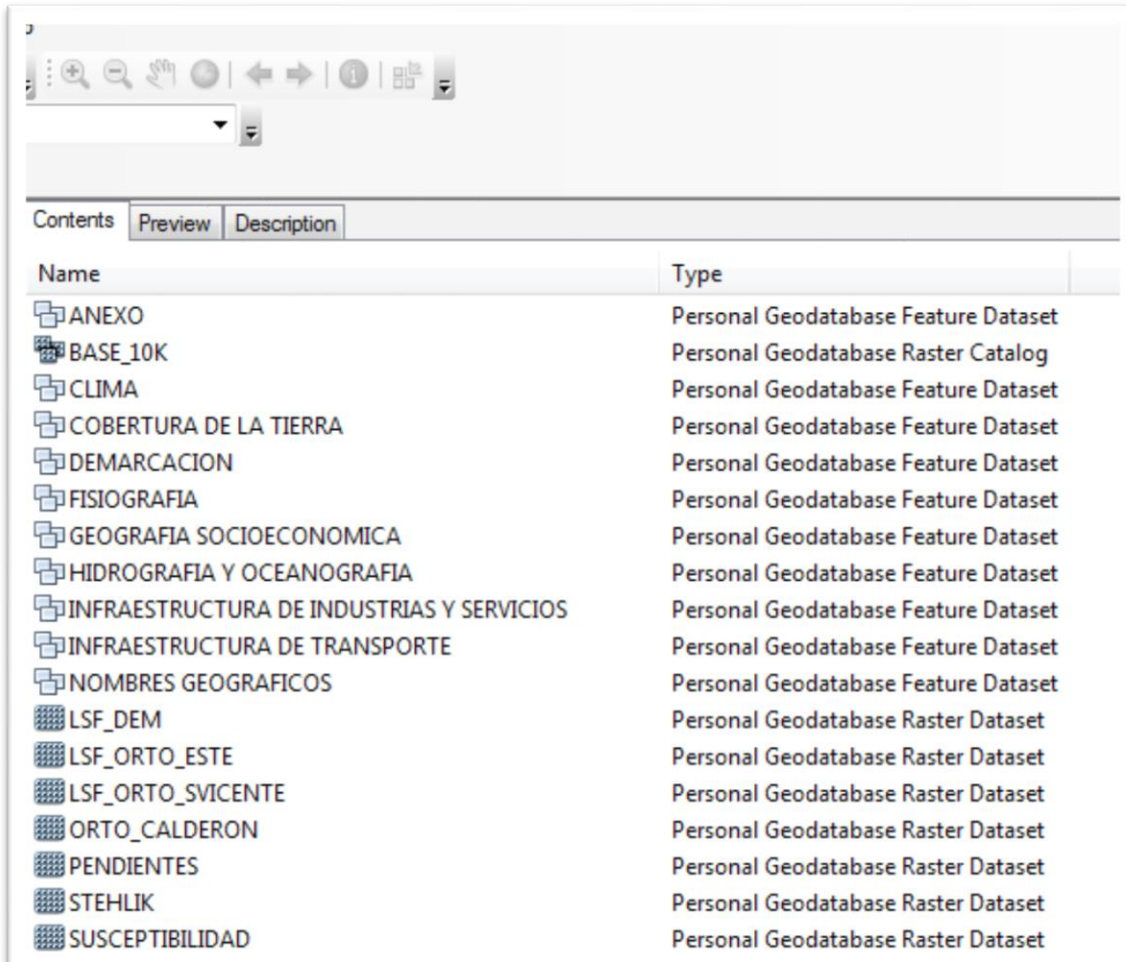
## CAPÍTULO XV

### GEODATABASE CON LA INFORMACIÓN DE LA CARTOGRÁFICA OBTENIDA

#### 15.1 GEODATABASE CON LOS RESULTADOS DE LA INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

Con información cartográfica recopilada e información levantada en el campo y siguiendo los estándares vigentes del Catálogo Nacional de Objetos en su versión 2.0 del año 2013, se estructuró la Geodatabase para el Proyecto.

Con la información validada se procedió a crear dentro de la Geodatabase “LSF” el respectivo dataset georeferenciado al sistema de coordenadas SIRES DMQ - Proyección Cartográfica: Transversa de Mercator Modificada (TMQ - WGS84) - Zona: 17 Sur Modificada (w 77° - w 80°) - Datum: WGS84. Según consta en los términos de referencia. (Figura 15.1).



Name	Type
ANEXO	Personal Geodatabase Feature Dataset
BASE_10K	Personal Geodatabase Raster Catalog
CLIMA	Personal Geodatabase Feature Dataset
COBERTURA DE LA TIERRA	Personal Geodatabase Feature Dataset
DEMARCACION	Personal Geodatabase Feature Dataset
FISIOGRAFIA	Personal Geodatabase Feature Dataset
GEOGRAFIA SOCIOECONOMICA	Personal Geodatabase Feature Dataset
HIDROGRAFIA Y OCEANOGRAFIA	Personal Geodatabase Feature Dataset
INFRAESTRUCTURA DE INDUSTRIAS Y SERVICIOS	Personal Geodatabase Feature Dataset
INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE	Personal Geodatabase Feature Dataset
NOMBRES GEOGRAFICOS	Personal Geodatabase Feature Dataset
LSF_DEM	Personal Geodatabase Raster Dataset
LSF_ORTO_ESTE	Personal Geodatabase Raster Dataset
LSF_ORTO_SVICENTE	Personal Geodatabase Raster Dataset
ORTO_CALDERON	Personal Geodatabase Raster Dataset
PENDIENTES	Personal Geodatabase Raster Dataset
STEHLIK	Personal Geodatabase Raster Dataset
SUSCEPTIBILIDAD	Personal Geodatabase Raster Dataset

Figura N° 15.1. Estructura de la Geodatabase

## **15.2 DETALLE DE INFORMACIÓN DEL DATASET**

A continuación, se detallan los archivos shapes que fueron incluidos en cada uno de los datasets:

- Dataset ANEXO

Incluye la información levantada en el campo relacionada a la vulnerabilidad del área de estudio.

- Dataset CLIMA

Incluye la información de las estaciones meteorológicas cercanas al área de estudio.

- Dataset COBERTURA DE LA TIERRA

Incluye información referente al Uso del Suelo del área de estudio.

- Dataset DEMARCACIÓN

Incluye información de los barrios, cabecera parroquial y parroquias del área de estudio y sus alrededores.

- Dataset FISIOGRAFÍA

Incluye información de la altimetría, puntos acotados, geomorfología, litología e inestabilidad del terreno en el área de estudio.

- Dataset GEOGRAFÍA ECONÓMICA

Incluye información de las zonas edificadas en el área de estudio.

- Dataset HIDROGRAFÍA Y OCEANOGRAFÍA

Incluye información hídrica (ríos, quebradas) en el área de estudio.

- Dataset INFRAESTRUCTURA DE INDUSTRIAS Y SERVICIOS

Incluye la ubicación de las minas (canteras) en el área de estudio.

- Dataset INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE

Incluye la red vial en el área de estudio y sus alrededores.

- Dataset NOMBRES GEOGRÁFICOS

Incluye la ubicación del área de estudio y sus principales nombres geográficos.

Además, se incorporó los siguientes rasters:

- Modelo digital del terreno (Base 10K).
- Modelo digital de elevación del proyecto (LSF\_DEM).
- Orto fotografía del lado oeste de Laderas de San Francisco (LSF\_ORTO\_ESTE).
- Orto fotografía de San Vicente (LSF\_ORTO\_SVICENTE).
- Orto fotografía escala 1:5.000 de la parroquia Calderón (ORTO\_CALDERON).
- Pendiente en grados del área de estudio (PENDIENTES).
- Erosión de surcos, método Stehlik
- Pérdida de Suelo, método USLE (Universal Soil Loss Equation), y
- Susceptibilidad.

### **15.3 DETALLE DE INFORMACIÓN MXD**

Con la información de la Geodatabase, "LSF", se elaboraron los siguientes mapas en ArcGIS  
10.3.1.

#### **Mapas a Escala 1:2.500 formato de impresión A0**

1. Mapa Topográfico
2. Modelo Digital del Terreno
3. Mapa de Pendientes
4. Mapa Litológico
5. Mapa Geomorfológico
6. Mapa de Uso del Suelo
7. Mapa de Susceptibilidad
8. Mapa de Vulnerabilidad Física – Sísmica
9. Mapa de Vulnerabilidad Física – Deslizamientos
10. Mapa de Vulnerabilidad Física – Asentamientos
11. Mapa de Vulnerabilidad Física – Total
12. Mapa del Método Stehlik
13. Mapa del Método USLE

14. Mapa FRM (Levantamiento de Inestabilidad de Terrenos)
15. Mapa de Nivel de Vulnerabilidad Física
16. Mapa de Nivel de Vulnerabilidad Social
17. Mapa de Nivel de Vulnerabilidad Total
18. Mapa de Nivel de Riesgo

Cada uno de los mapas generados, tiene su respectivo archivo Portable Document Format (.PDF).

**Mapas a Escala 1:5.000 formato de impresión A2**

1. Mapa Topográfico
2. Modelo Digital del Terreno
3. Mapa de Pendientes
4. Mapa Litológico
5. Mapa Geomorfológico
6. Mapa de Uso del Suelo
7. Mapa de Susceptibilidad
8. Mapa de Vulnerabilidad Física – Sísmica
9. Mapa de Vulnerabilidad Física – Deslizamientos
10. Mapa de Vulnerabilidad Física – Asentamientos
11. Mapa de Vulnerabilidad Física – Total
12. Mapa del Método Stehlik
13. Mapa del Método USLE
14. Mapa FRM (Levantamiento de Inestabilidad de Terrenos)
15. Mapa de Nivel de Vulnerabilidad Física
16. Mapa de Nivel de Vulnerabilidad Social
17. Mapa de Nivel de Vulnerabilidad Total
18. Mapa de Nivel de Riesgo

Cada uno de los mapas generados, tiene su respectivo archivo Portable Document Format (.PDF).

# **CAPÍTULO XVI**



**CONCLUSIONES  
Y  
RECOMENDACIONES**

## **CAPÍTULO XVI**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **16.1 CONCLUSIONES**

1. La zona de Laderas de San Francisco (LSF) está ubicada al Nororiente de la ciudad de Quito y pertenece a la parroquia rural Calderón; es una zona con escaso desarrollo urbano ubicada sobre suelos volcánicos recientes que son deleznable y por lo mismo propensos a generar movimientos de terrenos inestables.
2. Estudios previos determinan que la zona puede tener intensas precipitaciones, las cuales favorecen la erosión de los terrenos y pueden generar inestabilidad de terrenos. También el sismo de agosto 2014 se produjo justamente en esta zona, por lo cual existe amenaza por sismos corticales (superficiales) asociados al movimiento de la Falla de Quito, esto incrementa el factor amenaza.
3. El MDMQ ya realizó un estudio general de la amenaza por deslizamientos en Quito, en éste se determina que la zona es de Alta Amenaza por FRM, y se hizo un estudio más detallado de suelos, que confirma la Alta Susceptibilidad por Terrenos Inestables. Este trabajo es una continuación del anterior estudio para determinar en detalle las condiciones de amenaza y vulnerabilidad de la zona, así como las medidas para reducir el riesgo en la misma.
4. Se analizó la información disponible en el MDMQ y las Universidades de la ciudad, así como estudios científicos disponibles sobre geología, sismicidad y terrenos inestables, relacionados con la zona de estudio y la ciudad de Quito.
5. Se han seleccionado 46 documentos que se utilizaron como documento base, de consulta o referencia para la realización del trabajo de consultoría; referentes a geología, estudios de amenazas, vulnerabilidad, gestión de riesgos, etc.
6. Se realizó la aerofotogrametría para obtener la topografía del sector a escala 1:2.500, para ello se utilizó fotografías del año 2009 y se hizo un vuelo con drones para obtener un modelo actualizado de las zonas de los barrios que pueden ser afectados; con ello se ha construido el modelo digital del terreno a la misma escala con la finalidad de generar la cartografía temática necesaria para el estudio.
7. En el sector de LSF se puede establecer de manera general una secuencia estratigráfica que inicia con los sedimentos de ambiente deltaico de la Fm. San Miguel, sobreyacidos por actividad volcánica del Mojanda – Fuya Fuya, cuyo punto más explosivo se manifiesta como una Debris Avalancha; sobre ésta se hallan más depósitos potentes de lapillis y cenizas volcánicas posiblemente con el mismo origen en el Fuya Fuya. Luego existe una mezcla de eventos volcánicos que generan Volcano – Sedimentos indiferenciados, que son sobreyacidos por los depósitos de caída de la Fm. Cangahua que incluye la caída de lapilli de la última actividad eruptiva del Pululahua.



8. El deslizamiento de LSF es un Macro-Evento, no tan grande como el deslizamiento de Oyacoto o Guápulo, pero que movió una gran cantidad de sedimentos hacia el sector donde está hoy la Planada de San Francisco.
9. Este evento es contemporáneo a la depositación de parte de los Volcano Sedimentos y anterior a la depositación de la Fm. Cangahua, por ello se estima su edad en más de 10.000 años AP.
10. El deslizamiento de LSF ha sido cubierto por los volcano sedimentos y por la Fm. Cangahua; por ello ha tenido cierto grado de estabilidad, no obstante cuando se hacen excavaciones por la apertura de caminos, explotación de materiales pétreos y construcción de viviendas, se llegan a los depósitos de lapilli y cenizas del Fuya Fuya, que son inestables porque corresponden a los flancos – escarpes del antiguo deslizamiento.
11. La zona de LSF puede sufrir caídas de cenizas de los centros de emisión que rodean la zona (Guagua Pichincha, Reventador, Cayambe, Cotopaxi, etc.). Se pueden generar afectaciones menores en los techos. También puede sufrir eventos de caída de piroclastos provenientes del Pululahua, aunque este es un evento de muy baja probabilidad.
12. El modelo Geotécnico del terreno indica que son suelos inestables con factores de seguridad dinámico inferior a 1.0 (dinámico, es decir con un sismo de 0.24 g en la vertical), ello se debe a que son depósitos de caída de productos volcánicos, sin procesos de consolidación, lo que los vuelve fácilmente disgregables.
13. El clima de la zona corresponde al piso andino seco, con escasas precipitaciones cada año, hablamos de 600 mm/año; lo cual ha colaborado en parte a la estabilidad de los terrenos, ya que no existe un factor importante para la escorrentía superficial y para la erosión fluvial en este sector.
14. No existen niveles freáticos altos; referencias de los moradores de la zona indican que los intentos por encontrar aguas subterráneas mediante la excavación de pozos artesianos fueron inútiles; no existen ningún indicio de aguas subterráneas en toda el área de estudio.
15. El proyecto de estudio “Laderas de San Francisco”, se encuentra ubicado en el Bosque Protector FLANCO ORIENTAL DE PICHINCHA Y CINTURÓN VERDE DE QUITO por lo que para cualquier actividad que se requiera realizar en esta zona deberá constar con los permisos ambientales correspondientes, emitidos por la autoridad ambiental.
16. Al momento el área de estudio se encuentra intervenida por urbanizaciones y comunidades, además en el área de influencia existe un área minera, sin embargo no se conoce si esta área posee los permisos ambientales respectivos.
17. Los principales impactos ambientales se encuentran dirigidos a las descargas de aguas servidas provenientes de la población, ya que en el área de estudio no existe

- alcantarillado, estas descargas contaminan el suelo y las cuencas hidrográficas del área.
18. El área de estudio además se encuentra intervenida por zonas agrícolas lo que altera el uso de suelo, sin contar si la población utiliza fertilizantes que pueden alterar la calidad del mismo.
  19. La zona se ha convertido en escombreras no autorizadas causando focos de contaminación e incluso de llantas consideradas como residuos peligrosos.
  20. Uno de los componentes que altera la calidad de aire, es que los ingresos son caminos de tierra y que con el paso de vehículos se genera material particulado causando molestias a los habitantes.
  21. Para la zonificación de la susceptibilidad por Inestabilidad de Terrenos se utilizó la metodología de factores ponderados, se escogieron los factores de pendiente, litología, uso del suelo y elementos lineales como escarpes y cicatrices de despegue. No se toma en cuenta los factores de precipitaciones y de sísmica debido a que en un área pequeña no se tienen variación de estos factores.
  22. El resultado de la zonificación de la susceptibilidad por inestabilidad de terrenos indica que tres barrios se hallan en zonas de ALTA y MUY ALTA susceptibilidad; los demás están en zonas estables con poca probabilidad de generar FRM. Estos barrios son Laderas de San Francisco, Terrazas de Bellavista y Pedregal.
  23. Las zonas de canteras activas y abandonadas también son zonas de muy alta susceptibilidad, esto debido a los desbanques realizados para explotar los materiales de construcción.
  24. La metodología utilizada para determinar la susceptibilidad social fue altamente participativa con un enfoque científico, basado en técnicas andragógicas (adaptadas para adultos). La evaluación de la susceptibilidad social en resumen comprendió: siete aspectos sociales, 19 variables sociales y 57 indicadores de ponderación
  25. La aplicación de la metodología del AVC permitió tener insumos para proponer medidas no estructurales que permitan reducir los niveles de vulnerabilidad a través del fortalecimiento de sus capacidades
  26. La aplicación de la metodología de Elementos Esenciales identificó ocho elementos esenciales en el territorio (servicios básicos, condiciones de vida, etc.); siendo los más vulnerables: la población, el agua de consumo humano y las casas – viviendas; de igual manera, esta metodología brindó insumos para determinar las acciones de reducción de riesgo de desastres
  27. Los niveles de vulnerabilidad social de la población del área de estudio demuestran que son parte de un proceso heredado de una mala política de desarrollo por parte de las instituciones competentes de turno (hace más de 15 años)
  28. Los 10 barrios de la zona de estudio mantienen una susceptibilidad socio – demográfica BAJA

29. Los barrios Planada de San Francisco, Campo Alegre, Colinas de Bellavista, Cristo Rey II, Laderas de San Francisco, Mira Quito, Pedregal, San Vicente y Terrazas de Bellavista mantienen una susceptibilidad educativa MEDIA; mientras que, Cristo Rey I tiene ALTA
30. El barrio Cristo Rey I mantiene una susceptibilidad en salud BAJA; Campo Alegre, Cristo Rey II, Laderas de San Francisco, Mira Quito, Pedregal, Planada de San Francisco, San Vicente y Terrazas de Bellavista mantienen una susceptibilidad MEDIA; mientras que, Colinas de Bellavista tiene una susceptibilidad ALTA
31. Los 10 barrios de la zona de estudio mantienen una susceptibilidad socio – económica MEDIA
32. El barrio Terrazas de Bellavista mantienen una susceptibilidad socio cultural y organizativo MEDIA; mientras que, el resto de barrios presentan una susceptibilidad ALTA
33. El barrio Cristo Rey I mantiene una susceptibilidad BAJA en relación a la normativa institucionalidad para la gestión de riesgos; mientras que, el resto de barrios presentan una susceptibilidad MEDIA
34. Los barrios Colinas de Bellavista, Mira Quito y San Vicente se establecen con susceptibilidad BAJA en relación a la tenencia de la propiedad; Campo Alegre, Cristo Rey I, Cristo Rey II y Planada San Francisco MEDIA; finalmente, Laderas de San Francisco, Pedregal y Terrazas de Bellavista con susceptibilidad ALTA
35. La vulnerabilidad social es MEDIA; solo dos barrios tienen vulnerabilidad SOCIAL ALTA (Pedregal y Laderas de San Francisco), aunque la ponderación está muy cerca del valor de vulnerabilidad media. La vulnerabilidad física de la zona en cambio es media y baja, debido a que las construcciones son relativamente livianas y pudieran resistir de mejor manera eventos como sismos.
36. Se han elaborado tres escenarios de daños por FRM; el primero en caso de mantenerse las condiciones actuales de erosión y escorrentía del terreno, que no provocaría mayores afectaciones y el segundo en caso de producirse un evento grande que afectaría a varias viviendas del sector, pero sobre todo a las vías de acceso a Pedregal, Laderas de San Francisco, Terrazas de Bellavista y Planada de San Francisco; lo más probable es que tarden varios días en rehabilitar estos caminos. El tercer escenario es un deslizamiento grande en la zona de Laderas de San Francisco, Pedregal y Terrazas de Bellavista disparado por un sismo, esto podría afectar a las viviendas de estos sectores.
37. El elevado porcentaje de estructuras que presentan una vulnerabilidad física entre MEDIA y ALTA por amenaza sísmica (71%) se explica por la casi total informalidad en la construcción y por la predominancia de tipologías estructurales débiles ante sollicitaciones sísmicas.

38. Un 72% de las viviendas presentan una vulnerabilidad física BAJA ante asentamientos, lo cual puede explicarse porque las estructuras no transmiten altas cargas al suelo, por ser en su mayoría estructuras de una sola planta.
39. El 55% de las viviendas que, por su ubicación en las laderas se encuentran en zona de exposición a eventos de deslizamientos, presentan una condición de vulnerabilidad entre MEDIA y ALTA. Esto se explica principalmente por la predominancia de estructuras sin un reforzamiento adecuado por su tipología estructural y, en menor grado, por un estado deficiente de conservación de las estructuras.
40. Los resultados de la vulnerabilidad física global de las edificaciones indican que un 59% de las viviendas presentan un nivel de vulnerabilidad entre MEDIO y ALTO. Como se mencionó en las conclusiones anteriores, las principales causas de esta condición, constituye la informalidad en la construcción, la predominancia de tipologías estructurales que no responden adecuadamente frente a amenazas sísmicas y de deslizamientos, y a un grado regular de conservación de las estructuras.
41. En relación a las amenazas de inundaciones y erosión, la primera no representa un peligro considerable en la zona de estudio, en tanto que la segunda sí constituye un problema principalmente en la zona de laderas.
42. Los servicios de vialidad, agua potable y alcantarillado principalmente en la zona de las laderas, presentan condiciones constructivas deficientes, lo cual hace que sean altamente vulnerables sobre todo ante eventos de deslizamientos, que a su vez pueden ser desencadenados por sismos.
43. Del análisis del Riesgo ( $A \times V$ ), se encuentra que los barrios ya mencionados tienen muy alta susceptibilidad por FRM y vulnerabilidad media-alta; por ello se ha catalogado estas zonas como de Riesgo Alto no Mitigable.
44. Para reducir el nivel de riesgo se debe reducir la vulnerabilidad y/o la amenaza, por ello se ha formulado una estrategia de intervención en la zona con la participación del MDMQ a través de la EPMSEGURIDAD, Secretaría de Gestión de Riesgos, Administración Zonal Calderón y sobre todo la comunidad de los barrios en zonas de ALTA amenaza.
45. Se ha implementado un sistema de monitoreo de terrenos inestables mediante estacas con nivel (para medir si existe inclinación del terreno) y estacas con medida (para tener datos de la erosión del suelo); este sistema se implementó en el sector de Pedregal.
46. Se capacitó a los moradores de los Barrios Laderas de San Francisco, Pedregal, Terrazas de Bellavista, Cristo Rey II, Planada de San Francisco sobre los conceptos básicos de Gestión de Riesgo, amenazas, vulnerabilidades, mochila de emergencia, normas de autoprotección. Esto se hizo como un primer paso para lograr el empoderamiento de la comunidad del Proyecto y que sean los que vigilen la continuidad del mismo (monitoreo de FRM, SAT, etc.)

47. No se han considerado medidas estructurales para los barrios que no tienen legalizada la tenencia de la tierra y no han respetado la ordenanza sobre el uso del suelo en la región. Las medidas estructurales planteadas se han formulado a corto-mediano y largo plazo.
48. La medida a corto plazo es el mantenimiento de la Av. Atahualpa para asegurar una vía expedita para la evacuación de la población y la llegada de los organismos de socorro.
49. Las medidas a mediano plazo incluyen el adoquinado de la misma Av. Atahualpa y el mejoramiento y adoquinado de la vía de acceso a Planada de San Francisco; con ello se cumplirían con los objetivos ya planteados y además se canalizarían de forma adecuada las aguas lluvias que inciden directamente en la escorrentía – erosión superficial y en la generación de inestabilidad de terrenos.
50. A largo plazo se plantea el cierre técnico de las dos canteras que trabajan ilegalmente en la zona, para ello será necesario un estudio previo que determine las condiciones actuales y el costo para remediar (restauración de la zona) los pasivos ambientales dejados por estas canteras.

## **16.2 RECOMENDACIONES**

1. Llevar a efecto reuniones con los pobladores de la zona para socializar los resultados del proyecto y lograr el empoderamiento de la Comunidad, para reducir la vulnerabilidad a través de la elaboración de planes locales de gestión de riesgo, mapas de amenazas, etc.
2. Utilizar la cartografía generada para realizar la fotointerpretación e identificar los principales movimientos de terrenos y zonas con alta pendiente-erosión donde existe amenaza por terrenos inestables.
3. Utilizar los documentos base, de consulta y referencia para obtener información que permita estudiar y analizar la amenaza por terrenos inestables y la vulnerabilidad de la zona; y más tarde generar propuestas para la Gestión del Riesgo, sobre todo a nivel local.
4. Para afinar los modelos de tasas de erosión del sector Laderas de San Francisco se deben realizar estudios puntuales como de contenido de materia orgánica, y clases texturales de suelos en más sitios, para de esta manera afinar los datos ponderados del factor K.
5. Como no existen estaciones climatológicas o pluviográficas dentro de la zona de estudio, se podrían hacer pruebas con simuladores de lluvia para obtener valores dentro de la zona del proyecto.
6. Realizar un levantamiento más a detalle de los diferentes usos del suelo.
7. Es necesario profundizar el conocimiento de los volcánicos del Mojanda – Fuya Fuya, como la fuente de los depósitos volcánicos de la parte superior en el sector

- de Laderas de San Francisco (LSF); ya que existe mucha incertidumbre sobre la edad de los depósitos y sobre la edad del macro deslizamiento de Laderas de San Francisco (Esto puede ser motivo de una tesis de grado en la Universidad Central o Escuela Politécnica Nacional).
8. Se debe medir la tasa de erosión de los volcansedimentos del Mojanda – Fuya Fuya para formular medidas ingenieriles que eviten la misma, sobre todo en los caminos de acceso a los barrios y Planada de San Francisco.
  9. Se deben realizar estudios de micro sismicidad en la zona de Calderón, ya que esta zona ha sido el epicentro del sismo de agosto 2014 y no hay estudios suficientes sobre la respuesta del suelo a sismos corticales en este sector; estos trabajos deben ser realizados por el IG-EPN en convenio con el MDMQ.
  10. Se recomienda realizar un estudio de las cuencas hidrológicas, para conocer el comportamiento de drenajes y aportes de agua de la zona, con la finalidad de diseñar un sistema adecuado para la captación y encausamiento especialmente de la agua lluvias, de esta manera cortar los flujos de agua que aportarían a la saturación de los suelos.
  11. Se recomienda un manejo controlado de las construcciones en razón que mucha de ellas presenta patologías que pueden poner en peligro la vida de los habitantes. Adicionalmente se recomienda un estudio geotécnico previo a la ejecución de cualquier obra constructiva.
  12. Efectuar una capacitación permanente a la comunidad sobre las acciones a llevar a cabo en el proyecto, así como la difusión planificada y colaboración en aspectos prioritarios.
  13. La complementación de medidas ambientales deben integrarse a lo que solicitan las autoridades ambientales municipales y nacionales.
  14. Implementar y fortalecer la organización comunitaria en los barrios de la zona de estudio, incorporando siempre la gestión de riesgos como un eje transversal al desarrollo comunitario. Las acciones no estructurales para la reducción del riesgo social deberán entre otras cosas, considerar los insumos obtenidos a través de la aplicación de la metodología AVC y de los Elementos Esenciales.
  15. El plan de intervención de las acciones no estructurales para la reducción del riesgo social debe considerar metodologías altamente participativas y lograr el involucramiento de todos los actores sociales que son parte del desarrollo local dentro del área del proyecto
  16. Considerando el Literal C de la Política 2.12, del Objetivo N° 2 del Plan Nacional del Buen Vivir – PNBV se recomienda: Suspender la presión antrópica dentro del área de estudio mediante la aplicación del marco normativo necesario impidiendo el mercado informal en los barrios que no disponen de la propiedad del suelo, limitando a lo estrictamente necesario y de calidad de los servicios públicos.

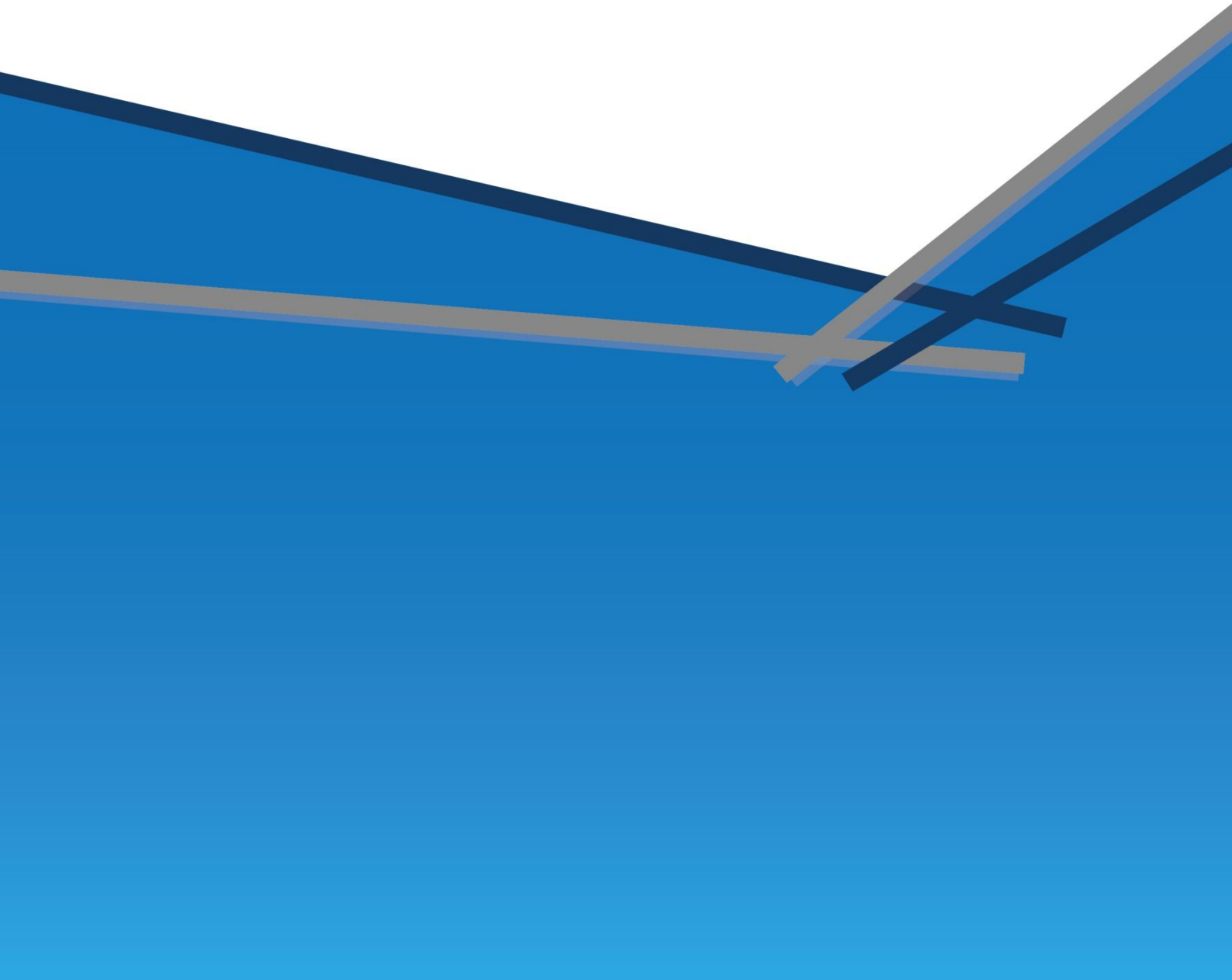
17. Considerando el Literal D de la Política 2.12, del Objetivo N° 2 del Plan Nacional del Buen Vivir – PNBV se recomienda: legalizar los asentamientos irregulares una vez que se cumpla con la implementación de estrategias que permitan la prevención y la mitigación de riesgos.
18. Además se deben cumplir con los lineamientos de la Ley LOTUS (2016) que en sus artículos 108 y 109 norman la construcción o no de obras en zonas de riesgo, así como las sanciones en caso de cumplirse esta normativa por parte de Municipios y Distritos Metropolitanos.
19. En el mediano plazo volver a promover el reasentamiento de la población, considerando el marco normativo, la realidad socio económica de la población expuesta en el diagnóstico respectivo.
20. Se pueden instalar pluviómetros en la zona para medir la intensidad de las precipitaciones, las cuales aunque son escasas son muy fuertes y generan problemas de erosión en todo el sector.
21. Los barrios que están sobre zonas catalogadas como de ALTA y MUY ALTA susceptibilidad por Inestabilidad de Terrenos deben iniciar procesos para la reducción de la amenaza y/o vulnerabilidad mediante medidas de intervención Estructurales y No Estructurales.
22. ***“En las zonas de muy alta susceptibilidad y alta susceptibilidad no se debe permitir la construcción de nuevas viviendas para evitar que el riesgo se incremente en estas áreas”.***
23. ***“Se deben iniciar procesos de reubicación de los moradores de las zonas que se han determinado como Zonas de Alto Riesgo no Mitigable, esto debe ser hecho mediante procesos a largo plazo con la participación y empoderamiento de los mismos vecinos en los proyectos”.***
24. Las zonas de baja y muy baja susceptibilidad deben ser declaradas como zonas aptas para la expansión urbana y en ellas se debe cuidar el buen uso de las aguas y medio ambiente para evitar problemas de inestabilidad de terrenos en el futuro.
25. Se debe implementar en las zonas pobladas y los accesos a los barrios con alta susceptibilidad sistemas de monitoreo de los FRM, ampliando la cobertura del sistema que se dejó instalado a nivel plan piloto.
26. Se debe continuar con el proceso de capacitación y empoderamiento del SAT con los moradores de las zonas con alta susceptibilidad por Inestabilidad de Terrenos, esto tiene que ser realizado tanto por autoridades, población y funcionarios del MDMQ.
27. Se debe cuidar que la Cantera San Rafael I mantenga las normas ambientales y de seguridad para una explotación técnica de los materiales de construcción. También se debe generar una propuesta para el cierre técnico de las canteras abandonadas que tienen muchos escombros que pueden generar flujos de lodo y taludes fuertes que pueden generar colapsos y erosión regresiva.

28. Se deben formular planes de emergencia en base a los escenarios planteados en este trabajo, con la misma rata de erosión y si se produce un evento grande que pudiera afectar a las viviendas de los moradores, así como a las obras de infraestructura y caminos de acceso a los barrios.
29. Se deben formular medidas estructurales para reducir la escorrentía superficial del terreno, como mejorar la vía de la parte superior de LSF, la cual serviría como cuneta de coronación y evitaría que lleguen aguas al antiguo deslizamiento. También se debe considerar mejorar el camino de acceso a Planada de San Francisco para evitar que las aguas lluvia erosionen más el mismo camino y los flancos de la colina, que hoy presentan cárcavas y surcos grandes.
30. Se deben iniciar procesos para generar actividades alternativas a la agricultura en esta zona, pueden ser parques ecológicos, caminatas para observar aves, flores-orquídeas silvestres, etc.
31. En base al análisis Beneficio – Costo, estudiar la posibilidad de la asignación de fondos para iniciar los programas de intervención, tanto Medidas Estructurales como No Estructurales.
32. Se recomienda trabajar con la misma comunidad en la implementación de las Medidas Estructurales (mano de obra, materiales de la Cantera San Rafael I, etc.).
33. El análisis debe considerar no solo el efecto económico, sino también se debe considerar que con las obras propuestas se mejorará notablemente la calidad de vida de los moradores del sector de estudio.
34. Se debe realizar el estudio para el cierre técnico de las canteras abandonadas y en base al mismo solicitar los fondos necesarios para que no constituyan una fuente de amenazas para los vecinos del sector.
35. Se deben iniciar procesos para generar actividades alternativas a la agricultura en esta zona, pueden ser parques ecológicos, caminatas para observar aves, flores-orquídeas silvestres, etc.
36. Es necesario saber si las operaciones de extracción minera, fueron realizadas con los respectivos permisos ambientales y quien realizó tales actividades para tomar las acciones legales correspondientes para que se realicen los trabajos necesarios para eliminar estos pasivos ambientales.

\*\*\*\*\*



# **BIBLIOGRAFÍA**



## BIBLIOGRAFÍA

- Albuja L, Almendariz A, Barriga R, Mena P (1993).** Inventarios de los Vertebrados del Ecuador. ECOCIENCIA. Escuela Politécnica Nacional. Pp: 83-103.
- Alvarado A. (2012).** Néotectonique et cinématique de la déformation continentale en Equateur, tesis PhD, Université de Grenoble, 259 p.
- Alvarado A, Audin L, Nocquet J, Lagreulet S, Segovia M, Font Y, Lamarque G, Yepes H, Mothes P, Rolandone F, Jarrín P & Quidelleur X (2012),** Active tectonics in Quito, Ecuador, assessed by geomorphological studies, GPS data, and crystal seismicity, Tectonics – Research article, American Geophysical Union
- Andrade D (2002).** Estudio Geo-vulcanológico del Complejo Volcánico Pululahua, Tesis de Grado Inédita de Ingeniero Geólogo – EPN, 189 p.
- Aspden J, & Litherland M (1992);** The Geology and the Mesozoic collisional history of the Cordillera Real, Ecuador; Tectonophysics (205), pp: 187-204.
- ASTM Standars (1985),** Classification of Soils for Engineering Purposes: Annual Book of ASTM Standards, D 2487-83, 04.08, pp. 395–408
- Astrálaga M, Narvárez I, Albornoz P (2011).** Perspectivas del ambiente y cambio climático en el medio urbano. GT3. Cambio climático y medio ambiente. Ciudad de Panamá, Panamá
- Ávila G et al (2015).** Guía metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en Masa. MINMINAS-Servicio Geológico Colombiano, Colombia, 178 p.
- Barberi F, Coltelli M, Ferrara G, Innocenti F & Navarro J (1988),** Plio-Quaternary volcanism in Ecuador. Geological Magazine, 125 (1), pp: 1-14.
- Barberi F, Caruso P, Macedonio G, Pareschi M & Rosi M (1992),** Reconstruction and numerical simulation of the lahar of the 1877 eruption of Cotopaxi volcano (Ecuador), Acta Vulcanológica, Marinelli Volumen – Vol. 2; pp: 35-44
- Beate B., Hammersley L., De Paolo D., & Deino A., (2006).** La edad de la Ignimbrite de Chalupas. Prov. De Cotopaxi, Ecuador, y su importancia como marcador estratigráfico. Resúmenes de las Sextas Jornadas en Ciencias de la Tierra, pp: 68-71.
- Beauval C., Yepes H., Bakun W. H., Egred J., Alvarado A., & Singaicho J. C. (2010).** Locations and magnitudes of historical earthquakes in the Sierra of Ecuador (1587–1996). Geophysical Journal International, 181(3), 1613-1633.
- Beauval, C., Yepes, H., Palacios, P., Segovia, M., Alvarado, A., Font, Y., Aguilar, J., Troncoso, L., & Vaca, S. (2013).** An earthquake catalog for seismic hazard assessment in Ecuador. Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 103, No. 2A, pp. 773–78
- Beauval Céline et al (2014).** Probabilistic seismic hazard assessment in Quito, estimates and uncertainties. Seismological Research Letter.

- Black P (1991)**, Watershed Hydrology. Prentice Hall
- Brunori F, Casagli N & Fisachi S (1996)**, Landslide hazard mapping in Tuscany, Italy: an example of automatic evaluation, Geomorphic Hazards, John Wiley, pp: 55-67.
- Cardona, (2000)**, La Gestión del Riesgo.
- Cerón C (2003)**. Manual de Geobotánica. Editorial Universitaria Quito. 225 p
- CODIGEM, BGS, MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS (1997)** Mapa Geológico de la Cordillera Occidental del Ecuador entre 2°-3° S; Quito.
- Conesa Vicente (1993)**. Guía metodológica para la evaluación del Impacto Ambiental. Ed. Mundi-Prensa. 2da Edición. Madrid. 61 p.
- Correa E, Ramirez F, Sanahuja H (2011)**. Guía de reasentamiento para poblaciones en riesgo de desastre. Banco Mundial-GFDRR, 180p
- Cruden D. & Varnes D., (1996)**. Landslides Types and Processes. Landslides Investigation and Mitigation Special Report. Chapter 3.
- DGGM (1982)**, Hoja Geológica Quito, escala 1:100.000
- DGGM (1982)**. Hoja Geológica San Antonio de Pichincha esc. 1:25.000
- Del Pino I; Yepes, H (1992)**. Apuntes para una historia sísmica de Quito. Centro Histórico de Quito. Problemática y Perspectiva, Serie Quito.
- Desinventar (2014)**, web page: <http://online.desinventar.org>
- Dirección Metropolitana de Gestión de Riesgo Santa Rosa de Pomasqui**, Informe Técnico Evento Ocurrido en la localidad de Santa Rosa de Pomasqui, octubre 2013.
- Dirección Nacional de Defensa Civil (1991)**. Mapa sismotectónico del Ecuador.
- Dirección Nacional de Defensa Civil (2002)**. Informe de las afectaciones por la erupción del volcán Reventador – año 2002 – Reporte Interno.
- Dirección Nacional de Defensa Civil (2006)**. Informe de las afectaciones por la erupción del volcán Tungurahua – año 2006 – Reporte Interno.
- Diego Ricardo Villagómez Díaz, (2003)**, Evolución Geológica Plio-Cuaternaria del Valle Interandino Central en Ecuador (Zona de Quito Guayllabamba-San Antonio).
- Dunne T & Leopold L (1978)**, Water in Environmental Planning. W.H. Freeman and Company
- Egüez A. & Aspden J. (1993)**. The Mesozoic-Cenozoic evolution of the Ecuadorian Andes; Second ISAG, Oxford (UK), 21-23/9/1993.
- Egred, J. (1999)**. Los terremotos y su incidencia en el Ecuador. Instituto Geofísico Escuela Politécnica Nacional.

**Estrategia Internacional para la reducción de desastres - EIRD (2017).** Living with Risk – Vivir con el Riesgo. Naciones Unidas. 474 p.

**Federación Internacional de la Cruz Roja – FICR (2006).** Cómo se hace un AVC? Guía Práctica. FICR. 98 p

**Freddy Xavier Yugsi Molina, 2004,** Caracterización de los Fenómenos de Remoción en Masa Producidos en las Laderas Surorientales del Complejo Volcánico Pichincha.

**González de Vallejo L, Ferrer M & Ortuño L, (2002),** Ingeniería Geológica, Madrid.

**Grunthal, G (1998).** Escala Macro-sísmica Europea EMS-98. Comisión Europea Sismológica. Luxemburgo, 1

**Guillier B, Chatelain J, Jaillard E, Yepes H, Poupinet G & Fels J (2001);** Seismological evidence on the geometry of the orogenic system in central – northern Ecuador (South America), Geophysical Research Letters (28)19, pp: 3749-3752

**Gutiérrez C, Distrito Metropolitano de Quito – Metro Quito (2012);** Estudio de Impacto Ambiental de la primera línea del Metro de Quito, 338 p.

**Hall M & Beate B (1991);** El Volcanismo Plio-Cuaternario en los Andes Ecuatorianos; Estudios de Geografía e Historia, Editorial Nacional, Quito, pp: 5-18

**Hall M., Samaniego P., Le Pennec J., & Johnson J (2008);** Ecuadorian Andes volcanism: A review of Late Pliocene to present activity. Journal of Volcanology and Geothermal Research, pp: 1-21

**Hall M & Wood C (1985);** Volcano-tectonic segmentation of the northern Andes. Geology 13; pp: 203-207

**Hall M & Mothes P (2001),** La Caldera Chacana, el centro riolítico más grande de los Andes Septentrionales. Cuartas Jornadas en Ciencias de la tierra, EPN-Quito, pp: 57-59.

**Hughes R & Pilatasig L (2002).** Cretaceous and Tertiary terrene accretion in the Cordillera Occidental of the Andes of Ecuador. Tectonophysics (345), pp: 29-48.

**Hungr O, Serge L & Picarelli L (2013),** The Varnes classification of landslide types, an update, Landslides – 2014, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

**IG-EPN,** web page, [www.igepn.edu.ec](http://www.igepn.edu.ec), 2013

**IG-EPN (2013).** Evaluación del peligro sísmico en los sistemas de abastecimiento de agua potable de Quito: “Papallacta – Bellavista, La Mica – Quito sur, Pita – Puengasí, El Placer y Noroccidente. Informe final de consultoría. 90 p

**IGME (1985), Manual de Taludes,** Instituto Geológico, Minero de España; Ed. EPTISA, 456 p.

**Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC).** VII Censo de Población y vivienda 2010.

- Instituto Tecnológico Geominero de España (1989).** Manual de Restauración de terrenos y Evaluación de impactos ambientales en minería. Serie Ingeniería Geoambiental. 322 p
- Jaya D (2009),** Origen de los depósitos volcánicos de la Cuenca de Quito: Implicación de la evolución del Complejo Volcánico Pichincha y del sistema de fallas de Quito. Memoire M2 Prefalc. Université Sophie Antipolis Nice: 81 p.
- JTC-1. JOINT TECHNICAL COMMITTEE ON LANDSLIDES AND ENGINEERED SLOPE, (2008).** Guidelines for landslide susceptibility, hazard and risk zoning for use planning. (<http://www.geoforum.com/jtc1>). Engineering Geology: 102 (2008): 83 – 84.
- Lavenu A (1994),** La Neotectónica. Ejemplos en el Ecuador. Estudios de Geografía 6: El contexto geológico del espacio físico ecuatoriano, pp: 5-30.
- Lavenu A., Noblet c., Bonhomme M., Egüez A., Dugas F., & Vivier G., (1992);** New K/Ar age dates of Noegene and Quaternary volcanics rocks from ecuadorian Andes: Implications for the relationships between sedimentation, volcanism and tectonics. Journal of South American Earth Sciences, Vol 5, pp: 309-320.
- Lavenu A., Winter T & Davila F (1995);** A Pliocene-Quaternary's compressional basin in the Interandean Depression, Central Ecuador: Geophysical Journal (121), pp: 279-300.
- Lavenu A, Baudino R, Ego F (1996),** Stratigraphie des depots Tertiaires et Quaternaires de la Depression Interandine d'Equateur (entre 0° et 2°15'). Bull Inst. Fr. Etudes Andines 25. Pp: 1-15.
- Licha I (2000).** La construcción de escenarios: herramienta de la gerencia social. Notas de clase del Curso de Gerencia Social. INDES. BID. Washington DC.
- Litherland M, Aspden J & Jemielita R, 1994,** The metamorphic belts of Ecuador. Overseas Memoir 11, BGS, Keyworth, United Kingdom, 147p.
- Lonsdale P, (1978),** Ecuadorian Subduction System. AAPG, 62 (12), pp: 2454 – 2477.
- Lonsdale P., (2005);** Creation of the Cocos and Nazca plates by fission of the Farallon plate; Tectonophysics (404), pp: 237-264.
- Llanos L & Vidal L (2003).** Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de escuelas públicas de Cali: Una propuesta metodológica (Tesis de grado, Ingeniería Civil). Universidad del Valle – Escuela de Ingeniería Civil y Geomática, Santiago de Cali, 261 p
- Maidment D (1992),** Handbook of Hydrology. McGraw-Hill, INC
- Municipio del Distrito Metropolitano de Quito – Metro Quito (2012);** Estudio de Impacto Ambiental de la primera línea del Metro de Quito, 338 p.
- Municipio del Distrito Metropolitano de Quito – DMQ (2012),** Plan De Desarrollo 2012 – 2022
- Municipio del Distrito Metropolitano de Quito-DMQ (2015),** Atlas de Amenazas Naturales en el DMQ; Municipio del DMQ, Quito, 96 p.

**Municipio del Distrito Metropolitano de Quito-DMQ (2013);** Plan de Prevención y respuesta para Inundaciones y Movimientos en Masa del DMQ, 25 p.

**Municipio Distrito Metropolitano de Quito (2013);** Informe de la calidad del aire de Quito, 68 p.

**Mura (1984),** Glissements de terrain, Etude No 194, Univ. Grenobles.

**Musson, R. M., Grünthal, G., & Stucchi, M. (2010).** The comparison of macroseismic intensity scales. *Journal of Seismology*, 14(2), 413-428.

**NEC – Norma Ecuatoriana de la Construcción (2014),** Peligro sísmico y requisitos de diseños sísmo resistentes, NEC web page: [www.normaconstruccion.ec](http://www.normaconstruccion.ec)

**Ojeda J, Castro E, Valencia A, Fonseca S (2001),** Guía metodológica para la zonificación de amenazas por Fenómenos de Remoción en Masa – Método Univariado – y escenarios de riesgo por avenidas torrenciales, INGEOMINAS, Bogotá Colombia, 154 p.

**Ordóñez J., (2012);** Depósitos volcánicos del Pleistoceno Tardío en la cuenca de Ambato: caracterización, distribución y origen; Tesis de Grado Inédita de Ingeniero Geólogo – EPN, 210 p.

**Pacheco D (2013),** Estudio Geológico de las formaciones Cuaternarias en la zona de San Antonio de Pichincha – Pomasqui, Tesis de Grado Inédita de Ingeniero Geólogo – EPN Quito, 150 p

**Parent (1984),** Géologie appliquée au Génie Civil, Fas. 2; Les mouvements de terrains superficiels, 1ra Edición, 92 p.

**Pennington W., (1981);** Subduction of the Eastern Panama basin and seismotectonics of north western South America; *Journal of Geophysical Research*, V. 86, No. B11; pp: 10753-10770.

**Peltre P (1989),** Riesgos Naturales en Quito – Lahares, aluviones y derrumbes del Pichincha y del Cotopaxi; Corporación Editora Nacional – Colegio de Geógrafos de Pichincha, Quito, 90 p.

**Pierson T & Scott K (1998).** Curso sobre lahares y desastres naturales, apuntes varios, Escuela Politécnica Nacional.

**Proyecto Multinacional Andino: Geo-Ciencias para las Comunidades Andinas PMA - GCA,** (2004). Tipos de Movimientos En Masa–Clasificaciones. Bibliografía digital. Servicio Geológico de Canadá.

**Quantin P & Zebrowski CI (1996).** Caractérisation et formation de la Cangahua en Équateur. Memorias del III Simposio Internacional sobre suelos volcánicos endurecidos, Quito, 19 p

**Rivera M et al – FUNEPSA (2015).** Actualización del mapa de amenaza por deslizamientos en la mancha urbana del DMQ. Dirección Metropolitana de Gestión de Riesgos.

**Robin C, Eissen J, Samaniego P, Martin H, Hall M & Cotten J (2009),** Evolution of the late Pleistocene Mojanda – Fuya Fuya volcanic complex Ecuador), by progressive adakitic involvement in mantle magma sources. *Bulletin of Volcanology* (71), pp: 233-258

**Robert D’Ercole, Pascale Metzger (2004)**, La Vulnerabilidad en el Distrito Metropolitano de Quito.

**Sayre R et al (2000)**. Un enfoque en la naturaleza: Evaluaciones ecológicas rápidas. Traducido por Martha Martínez. Virginia, USA. The Nature Conservancy. 196 p.

**Samaniego P, Egüez A, Hibsich C, Villagómez R, Segovia M (1994)**, Estratigrafía y tectónica de la Cuenca Guayllabamba. Terceras Jornadas en Ciencias de la Tierra. Escuela Politécnica Nacional – Quito, pp: 49-50.

**Secretaría Nacional de Gestión de Riesgo - SNGR (2012)**. Análisis de Vulnerabilidades a Nivel Municipal. SNGR-PNUD, 110 p.

**Singaicho J (2009)**. Mapa de máximas intensidades sísmicas del Ecuador: Criterios estructurales para mejorar la estimación de intensidades. Tesis de Grado Inédita de Ingeniero Geólogo – EPN.

**Singaicho J (2014)**, Evaluación de intensidades sísmicas. IG-EPN web page.

**Sobrevila C. & Bath P (1992)**. Evaluación Ecológica Rápida. Un Manual para usuarios de América Latina y El Caribe. The Nature Conservancy. Arlington, VA. 100pp

**Suárez J (1998)**, Deslizamientos y Estabilidad de Taludes en Climas Tropicales, Instituto de Investigaciones sobre Erosión y Deslizamientos, Bucaramanga – Colombia, 540 p.

**Suárez, J. (2002)**. Deslizamientos y Estabilidad de Taludes en Zonas Tropicales. Bucaramanga, Colombia, 550 p.

**Tobar F (2017)**. Análisis de tendencias y construcción de escenarios. [www.federicotobar.com.ar](http://www.federicotobar.com.ar)

**United States Geologic Service-USGS (2015)**, web page.

**Vallejo C., Winkler W., Spikings R., Luzieux L., Heller F. & Bussy F (2009)**. Mode and timing of terrane accretion in the forearc of the Andes in Ecuador. The Geological Society of America (204), pp: 1-20.

**Varnes D (1978)**, Slope Movements Types and Processes. In Special Report 176: Landslides: Analysis and Control, TRB National Research Council, Washington D. C. pp: 11-33.

**Vera R, López R (1986)**, El origen de la Cangahua. Paisajes Geográficos. CEPEIGE-Quito 16, pp: 21-27

**Villagómez D, Egüez a, Winkler W, Spilkings R (2003)**, Plio-Quaternary sediments and tectonic evolution of the Central Inter-Andean Valley in Ecuador. Fourth ISAG, Toulouse-France, pp: 689-692.

**Villagómez D (2003)**. Evolución Geológica Plio-Cuaternaria del Valle Interandino Central en Ecuador (zona de Quito-Guayllabamba-San Antonio). Tesis de Grado Inédita de Ingeniero Geólogo – EPN Quito, 148 p

**Volentik A & Houghton B (2015).** Tephra fallout hazards at Quito International Airport (Ecuador). Bull Volcanology. Springer-Verlag Berlin Heidelberg

**Winkell A (1982),** Relieve y Geomorfología del Ecuador, ORSTOM- Documento de Investigación N-1, 19 p.

**Witt et al (2010).** Forearc basin formation in the tectonic wake of a collision-driven coastwise migrating crustal block: The example of the North Andean block and the extensional Gulf of Guayaquil-Tumbes Basin (Ecuador-Perú border area). The Geological Society of America (122), pp 89-108.

**Wolf, T. (1904).** Crónica de los fenómenos volcánicos y terremotos en el Ecuador. Imprenta, Universidad Central, Quito, 167.

**Yepes H. & Ramón P.(2000).** Proyecto Ríos Orientales. Estudio Preliminar del Riesgo Sísmico. EMAPQ, 51 pp, Quito.

\*\*\*\*\*