

**Alicia Estela Calderon**

---

**De:** Gloria Linares <gloria.linares@mop.gob.sv>  
**Enviado el:** martes, 17 de enero de 2017 09:46 a.m.  
**Para:** 'Director General del VMOP'  
**CC:** elizabeth.martinez@mop.gob.sv; judith.guerra@mop.gob.sv; 'Ing. Rigoberto Ulloa'; edwin.alvarenga@mop.gob.sv  
**Asunto:** RV: Remitiendo informe técnico  
**Datos adjuntos:** MOPTVDU-VMOP-DIDOP-ID-INF 01-2017 INFORME TECNICO DE LA CORDILLERA DEL BALSAMO-STA. TECLA.pdf

Estimado Ingeniero:

Atendiendo indicaciones del Director de Investigación y Desarrollo de la Obra Pública, adjunto al presente se remite para su consideración la Ref. MOPTVDU-VMOP-DIDOP-D-013/01/2017, con el informe Ref. MOPTVDU-VMOP-DIDOP- ID-INF. 01/2017, de fecha 16 de enero de 2017, realizado por esta Dirección, **sobre la condición de estabilidad de la cordillera del Bálsamo, sector sur del Municipio de Santa Tecla, Departamento de La Libertad.** Lo anterior, a raíz de nota remitida al señor Ministro de Obras Públicas, por la señora Ministra del Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales

Cabe indicar, que el informe impreso fue remitido al señor Viceministro de Obras Públicas, con copia al señor Ministro de Obras Públicas, en fecha 16 de enero de 2017.

Atentamente,

**Gloria del Carmen Linares**  
Asistente de Dirección DIDOP



MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS, TRANSPORTE Y DE VIVIENDA Y DESARROLLO URBANO  
 VICEMINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS  
 DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE LA OBRA PÚBLICA  
 RECIBIDO POR *Alicio Calderón*  
 FIRMA: *ag*  
 FECHA Y HORA: *17/01/17 8:46am*  
 SUBDIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

## MEMORANDUM

Ref. MOPTVDU-VMOP-DIDOP-D-013/01/2017

Para: Arq. Eliud Ulises Ayala  
 Viceministro de Obras Públicas

De: Ing. Rigoberto Ulloa  
 Director de Investigación y Desarrollo de la Obra Pública

Asunto: Remitiendo informe técnico

c.c. Sr. Gerson Martínez  
 Ministro de Obras Públicas, Transporte y de Vivienda y Desarrollo Urbano

Ing. Tony Walter Sandoval (se remite informe via correo electrónico)  
 Director General del VMOP

Ing. Edwin Ricardo Alvarenga (se remite copia de memorandum de remisión)  
 Subdirector de Investigación y Desarrollo

Fecha: 16 de enero de 2017

Atendiendo sus indicaciones a través de la hoja de instrucciones, sin numero de referencia de fecha 02 de septiembre de 2016, a raíz de nota MARN-DEC-342-2016 de fecha 25 de agosto de 2016, suscrita por la licenciada Lina Pohl, Ministra del Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), remitida al señor Ministro de Obras Públicas, Transporte y de Vivienda y Desarrollo Urbano, señor Gerson Martínez, donde se solicita se lleve a cabo un estudio de estabilidad en la zona de la Cordillera de Bálsamo. Al respecto, por medio de la presente se remite informe Ref. MOPTVDU-VMOP-DIDOP-ID-INF 01/2017, de fecha 16 de enero de 2017, sobre la condición de estabilidad de la cordillera del Bálsamo, sector sur del Municipio de Santa Tecla, Departamento de La Libertad.

Atentamente,



DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE LA OBRA PÚBLICA  
 Alameda Manuel Enrique Araujo Km 5 1/2 Frente al Estado Mayor, San Salvador  
 Teléfono 2528-3131; Fax 25283148.





**DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE LA OBRA PÚBLICA  
SUBDIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO**

**Ref. MOPTVDU-VMOP-DIDOP-ID-INF-01/2017**  
Informe Técnico sobre la condición de estabilidad de la cordillera del Bálsamo, sector sur del Municipio de Santa Tecla, Departamento de La Libertad.

San Salvador, 16 de enero de 2017

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS, TRANSPORTE Y DE VIVIENDA Y DESARROLLO URBANO	
VICEMINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS	
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE LA OBRA PÚBLICA	
RECIBIDO POR:	<i>Gloria Lirio</i>
FIRMA:	<i>GL</i>
FECHA Y HORA:	16/01/17 2:00 pm
DIRECCIÓN	

## 1.0 INTRODUCCIÓN.

Se presenta Informe Técnico sobre la condición de estabilidad de la cordillera del Bálsamo, en sector sur del Municipio de Santa Tecla, Departamento de La Libertad, en atención a indicaciones del señor Viceministro de Obras Públicas, arquitecto Eliud Ulises Ayala, a través de Hoja de Instrucciones sin número de referencia, de fecha 02 de septiembre de 2016, recibida en esta Dirección en fecha 05 de septiembre de 2016. Lo anterior, a raíz de nota referencia MARN-DEC-342-2016, de fecha 25 de agosto de 2016, suscrita por la licenciada Lina Pohl, Ministra de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), remitida al señor Ministro de Obras Públicas, Transporte y de Vivienda y Desarrollo Urbano (MOPTVDU), señor Gerson Martínez, en la cual se solicita en general realizar un estudio de estabilidad de la zona de la cordillera del Bálsamo.

Lo anterior, según se indica, debido a que en el año 2006 el MARN en coordinación con el MOPTVDU ejecutaron obras de mitigación en sectores de la cordillera del Bálsamo con objeto de mitigar y brindar seguridad a los habitantes de la zona; sin embargo, tal como se establece en la solicitud, actualmente existe presión de diferentes sectores productivos para desarrollar proyectos en zona de la cordillera del Bálsamo. También se indica que existe preocupación de los habitantes, ante la posibilidad que dichos proyectos puedan incrementar la susceptibilidad de riesgo por deslizamiento en esa zona, clasificada como vulnerable y frágil.

## 2.0 TRABAJO REALIZADO.

El Informe Técnico ha sido elaborado con base en: 1) Información técnica producto de dos consultorías realizadas sobre la condición de la cordillera del Bálsamo e Información relacionada con los proyectos contratados para ejecutar obras de mitigación en dicha cordillera y 2) Visitas de inspección técnica realizadas en la Cordillera del Bálsamo, en algunas zonas donde se ejecutaron obras de mitigación.

### 2.1 Información técnica producto de dos consultorías realizadas sobre la condición de la cordillera del Bálsamo e Información relacionada con los proyectos contratados para ejecutar obras de mitigación en dicha cordillera.

Se realizó la revisión de los siguientes documentos:

- Investigación Geotécnica Integral de la Cordillera El Bálsamo, al Sur de Santa Tecla, entre las Colonias Las Delicias y Las Colinas, elaborado por el Consorcio C. Lotti & Associati, Società di Ingegneria S.p.A. – Enel Hydro en el año 2001. Información proporcionado por el

Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales a solicitud de la Dirección de Investigación y Desarrollo de la Obra Pública (DIDOP).

- Estudio de Obras de Emergencia para Mitigación de Riesgos como consecuencia del Huracán Stan, Componente No. 3 Obras de Emergencia en la Cordillera El Bálsamo, elaborado por la sociedad POASA de C.V en el año 2005. Información proporcionada por la Dirección de Planificación de la Obra Pública (DPOP-VMOP).
- Bases de Licitación de los proyectos: 1) Diseño y Construcción de Obras de Emergencia para Mitigación de Riesgos Componente 3: sectores B y C: Las Colinas y El Paraíso y 2) Diseño y Construcción de Obras de Emergencia para Mitigación de Riesgos Componente 3: sectores D y E: Las Ardenas y Pinares de Suiza, licitados en el año 2006. Información solicitada por la DIDOP al Centro de Documentación del MOPTVDU.
- Documentos técnicos de los proyectos: 1) Diseño y Construcción de Obras de Emergencia para Mitigación de Riesgos Componente 3: sectores B y C: Las Colinas y El Paraíso y 2) Diseño y Construcción de Obras de Emergencia para Mitigación de Riesgos Componente 3: sectores D y E: Las Ardenas y Pinares de Suiza, ambos ejecutados por la empresa Astaldi S.p.A en el año 2006. Información solicitada por la DIDOP al Centro de Documentación del MOPTVDU.

## 2.2 Visitas de inspección técnica.

Se realizaron visitas de inspección técnica en algunas de las obras de mitigación que fueron construidas en el año 2006, con objeto de evaluar la condición que presentan dichas obras. Las inspecciones fueron realizadas en fechas 29 de noviembre y 17 de diciembre de 2016, y en el periodo comprendido entre el 04 al 06 de enero de 2017, algunas de estas inspecciones se realizaron con el apoyo de personal auxiliar de la Dirección de Construcción y Mantenimiento de la Obra Pública (DCMOP-VMOP).

Al respecto, con base en los planos de las obras construidas, la zona intervenida fue dividida en cuatro sectores identificados como: B (Las Colinas), C (Cimas del Paraíso), D (Las Ardenas) y E (Pinares de Suiza). En la zona existe un total de 25 vaguadas, distribuidas en 7 cuencas, de las cuales se inspeccionaron 5 zonas puntuales (vaguadas) de 5 cuencas. Cabe señalar que no fue posible realizar la inspección en otros sectores, debido a la pendiente que presentan algunos sectores de la ladera y/o limitantes en personal de apoyo para realizar actividades de corte (“chapeo”) de la cobertura vegetal.

A continuación se indican los aspectos que se consideran más relevantes observados durante las inspecciones realizadas:

- Zona de la corona de la Cordillera. En el cuerpo de los taludes conformados dentro del marco de las obras de mitigación ejecutadas en el año 2006, se observó que en general poseen cobertura vegetal; sin embargo, algunos sectores puntuales presentan problemas de erosión, posiblemente asociados a que al momento en que se ejecutan actividades de “chapeo” la cobertura vegetal queda con una limitada altura (inferior a 20 cm aproximados), lo cual facilita la ocurrencia del fenómeno de erosión durante la época lluviosa.

En otros sectores, donde se localizan los sistemas de drenaje superficial, canaletas y derramaderos, se observó cobertura vegetal con excesiva altura (hasta 1 m), la cual podría llegar a obstruir dichos sistemas, conllevando a que presenten un inadecuado funcionamiento.

Cabe señalar que el Manual de Mantenimiento y Monitoreo, elaborado por la empresa Supervisora contratada para la ejecución de los proyectos implementados en la cordillera del Bálsamo, establece que la cobertura vegetal de los taludes conformados debe mantenerse a una altura de 0.5 m.

- Zona Colonia Las Colinas (Sector B). En la cuenca No. 7, se inspeccionó un tramo de la vaguada A, desde el pie del talud hasta el muro guarda nivel Go. Se observó la presencia de vegetación (bambúes) en el cauce natural, lo cual contribuye en minimizar la erosión de los taludes existentes. Así mismo, se observó que el muro guarda nivel G0 y la canaleta de descarga que conecta las obras de drenaje superficial a la red de aguas lluvias, se encuentran en condiciones adecuadas (ver esquema de zona inspeccionada en Colonia Las Colinas (Sector B), Cuenca No. 7, Vaguada "A", página 13 de 20). Cabe indicar que el resto de la vaguada se localiza dentro de una propiedad privada, por lo que no se pudo ingresar.
- Zona Cimas del Paraíso (sector C), cuencas No. 5 vaguadas "G", tramo comprendido entre los guarda niveles identificados como G1 – G2. En general, se observó que los muros guarda niveles presentan una condición aceptable, excepto el muro guarda nivel G2, el cual tiene una rotura de la canasta (malla) en el extremo superior del mismo, probablemente asociada al impacto de bloques de roca arrastrados por la escorrentía superficial; además, se observó presencia de socavación en algunos sectores de la base del muro guarda nivel G2.

Aguas abajo de la vaguada G, se observó la acumulación de material de arrastre, específicamente en extremo final de canaleta que descarga en una caja colectora que conecta a la red de drenaje pluvial existente, lo cual podría afectar el adecuado desempeño del sistema de drenaje (ver esquema de zona inspeccionada en Cimas Del Paraíso (Sector D), Cuenca No. 5, Vaguada "G", página 14 de 20).

- Zona Cimas del Paraíso (sector C), cuencas No. 6 vaguadas "I", entre guarda niveles I1 a I8. Se observó en general que los muros guarda niveles existentes no muestran daños; no obstante lo anterior, existe la acumulación de material de arrastre en las barreras de retención localizadas aguas arriba del muro guarda nivel I8, probablemente asociada a la falta de actividades de mantenimiento en el mismo (ver esquema de zona inspeccionada en Cimas Del Paraíso (Sector D), Cuenca No. 6, Vaguada "I", página 15 de 20).
- Zona Pinares de Suiza (sector E), cuenca No. 2, vaguada "O", entre los gaviones O2 – O4. Se observó que los gaviones y reguladores de flujo existentes se encuentran en buen estado y existen índices de que se han realizado actividades de limpieza en los mismos (ver esquema de zona inspeccionada en Pinares de Suiza (sector E), Cuenca No. 2, Vaguada "O", página 16 de 20).

Debido a la presencia de cobertura vegetal, el extremo superior del gavión O2 no pudo inspeccionarse; cabe indicar que al momento de la inspección de este sector, no se contaba con el apoyo de personal para colaborar en actividades de corte de la cobertura vegetal.

- Zona Pinares de Suiza (sector E), cuenca No. 1 vaguada "P", tramo comprendido entre muro guarda nivel P2 y zona de regulador de flujo, se observó que las obras existentes se encuentran en condiciones adecuadas, así como también muestran índices de adecuado funcionamiento. Cabe indicar que algunas barreras de retención han sido hurtadas y/o presentan daños (ver esquema de zona inspeccionada en Pinares De Suiza (Sector E), Cuenca No. 1, Vaguada "P", página 17 de 20).
- Zona de Relleno Controlado (Botadero). Se observó la presencia de abundante cobertura vegetal con altura de hasta 2 m aproximadamente, condición que ha generado la obstrucción parcial de algunos sectores de las canaletas, lo cual en época lluviosa podría generar deficiencias en el flujo normal del agua; así mismo, se observó que algunos sectores del sistema de drenaje superficial, canaletas y derramaderos, se encuentran azolvados, probablemente asociado a la falta de actividades de mantenimiento en los mismos.
- Zona de la corona de la Cordillera del Bálsamo. Se observó que los derramaderos No. 5 al No. 15 descargan en las vaguadas naturales y se encuentran en condiciones adecuadas; sin embargo, se observó la presencia de una densa cobertura vegetal en zonas adyacentes a los derramaderos, condición que podría ocasionar la obstrucción del flujo de agua en los mismos (ver esquema de zona inspeccionada en obras realizadas en la corona de la Cordillera del Bálsamo, página 18 de 20).

Cabe señalar que debido a la presencia de abundante cobertura vegetal y la falta de personal de apoyo para realizar actividades de limpieza, no fue posible inspeccionar los derramaderos No. 1, No. 2, No. 3 y No. 4.

Se considera importante indicar que de acuerdo con lo señalado por la Dirección de Construcción y Mantenimiento de la Obra Pública, desde el año 2007 han realizado actividades de limpieza de las obras de mitigación construidas, las cuales han consistido principalmente en mantenimiento de la cobertura vegetal, limpieza de canaletas, bermas, derramaderos y muros guarda niveles.

### 3.0 REQUERIMIENTOS SOLICITADOS POR EL MARN.

En la referencia MARN-DEC-342-2016, el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, solicita a este Ministerio establecer lo siguiente: 1) Factor de seguridad o nivel de riesgo que actualmente presenta la zona luego de las obras de mitigación ejecutadas en el año 2006, y con ello la viabilidad de continuar evaluando el desarrollo de proyectos; 2) Cual es la totalidad de las obras de mitigación que se debieron realizar; 3) Cuantificar el avance de las obras realizadas en el año 2006, es decir, que es lo que se hizo del total de las obras; 4) Se evalúe la estabilidad global de la cordillera, la estabilidad de los taludes y la eficacia del estado de las obras de mitigación y 5) Si existe alguna proyección encaminada a finalizar las obras proyectadas. A continuación se indican aspectos relacionados con cada uno de los requerimientos antes señalados.

### 3.1 Factor de seguridad o nivel de riesgo que actualmente presenta la zona luego de las obras de mitigación ejecutadas en el año 2006, y con ello la viabilidad de continuar evaluando el desarrollo de proyectos.

- a) En general, la determinación del factor de seguridad que presenta un talud o ladera requiere entre otros aspectos, de información sobre las características de los materiales que constituyen los estratos de suelo, lo cual comprende llevar a cabo una campaña geotécnica extensiva que incluye la ejecución de ensayos de laboratorio y de campo a partir de muestras de suelo obtenidas en sondeos exploratorios, así como la ejecución de ensayos utilizando métodos geofísicos; realizar levantamientos topográficos del talud o ladera; desarrollo de estudios geológicos, así como también conocer las características hidrogeológicas del lugar, lo cual está fuera de la capacidad de este Ministerio. Por lo anterior, no es posible cuantificar el factor de seguridad existente en la zona.

No obstante lo anterior, se considera que con base en estudios realizados en la zona para el MARN, se puede opinar sobre la condición de riesgo que presenta la cordillera del Bálsamo. Al respecto, en el estudio “Investigación Geotécnica Integral en la cordillera El Bálsamo, al sur de Santa Tecla, entre las Colonias Las Delicias y Las Colinas”, elaborado por el Consorcio C. Lotti & Associati, Societa di Ingegneria S.p.A. – Enel Hydro en el año 2001, se determinó entre otros aspectos, que la cordillera del Bálsamo, sector sur de Santa Tecla, presentaba altos índices de amenaza por deslizamientos, en especial ante la ocurrencia de sismos y/o lluvias intensas; de manera particular, en dicho estudio se establecieron límites de áreas con **Amenaza Muy Elevada**: susceptible a deslizamientos muy superficiales y flujos de lodo, **Amenaza Elevada**: susceptible a deslizamientos con movilización de grandes masas y medios flujos de lodo, y **Amenaza Media**: susceptible a deslizamientos con movilización de grandes masas y grandes flujos rápidos de lodo (ver delimitación de zonas con índices de amenaza por deslizamientos, página 19 de 20).

- b) Con objeto de disminuir las condiciones de riesgo en la cordillera del Bálsamo, en el estudio realizado por la consultoría antes referida, se propuso llevar a cabo obras de mitigación desde la urbanización Tierra Verde y finalizar en la Colonia Las Delicias, correspondiente a un tramo de aproximadamente 3,500 m de longitud, dividido en seis sectores identificados como: Sector A (Urbanización Tierra Verde); sector B (Las Colinas); sector C (Cimas del Paraíso); Sector D (Las Ardenas); Sector E (Pinares de Suiza) y Sector F (Las Delicias), las cuales consistían principalmente en la remoción del material existente en la corona de la cordillera, conformación de taludes, construcción de sistemas de drenajes superficiales y depositación controlada de los materiales removidos en sector adyacente a las obras ejecutadas.

No obstante lo anterior, en el año 2006 únicamente se ejecutaron obras en los Sectores B al E, en los cuales la remoción del material de la corona no se realizó hasta el nivel del estrato de tobas tal como fue recomendado en estudio elaborado por el Consorcio C. Lotti & Associati, Societa di Ingegneria S.p.A. – Enel Hydro, por lo que no se redujo la vulnerabilidad al nivel propuesto en dicho estudio.

Al respecto, en el “Estudio Obras de Emergencia para Mitigación de Riesgos como consecuencia del Huracán Stan, Componente No. 3 Obras de Emergencia en la Cordillera El Bálsamo”, elaborado por la sociedad POASA de C.V en 2005, se indica “todas las

*alternativas se basan sobre las condiciones esperadas en lo que se refiere a la disminución de la susceptibilidad sísmica pueden alcanzarse solamente con la ejecución total de las obras identificadas en el Estudio de C. Lotti, es decir solamente cuando las intervenciones estructurales alcancen las capas de tobas consolidadas. Sin embargo, es innegable que en la transición hacia esa condición de menor, aunque siempre presente, exposición al riesgo, cualquier disminución de volumen disponible para deslizamientos, disminución del peso en las partes más altas de la cordillera, así como el uso de pendientes más suaves, constituyen un proporcional incremento de la seguridad global”.*

- c) Por lo anterior, se considera que persisten condiciones de riesgo en la cordillera del Bálsamo, sector sur de Santa Tecla, debido a que ante la ocurrencia de sismos y/o lluvias intensas, podrían generarse deslizamientos de masas de suelo y/o flujos de lodo, los cuales pueden ocasionar la pérdida de vidas humanas y/o daños materiales, y al ejecutarse obras de desarrollo en la zona, se incrementará el nivel de riesgo actual, dado que podrían incrementarse las cargas y/o aumento en los caudales de la escorrentía superficial y la ocurrencia del fenómeno de erosión de la laderas.

Es importante señalar que en resolución del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, referencia MARN-No.-22197-610-2016, de fecha 08 de agosto de 2016, con base en estudios realizados en la zona, el MARN **no autorizó** la ejecución del proyecto “Terra Santa Bosque Memorial”, ubicado en 7° avenida sur y bulevar sur, Santa Tecla; lo anterior, según se indica en la resolución del MARN, debido a dicho proyecto se localiza en zona que *“en la Zonificación Ambiental y Usos de Suelo de la Subregión del Área Metropolitana de San Salvador se le designó un uso de Área Natural en Proceso de Designación y así mismo, en el sitio se presenta una Elevada a Muy Elevada Amenaza por Deslizamientos”*.<sup>1j</sup>

### **3.2 Cuál es la totalidad de las obras de mitigación que se debieron realizar.**

En el estudio elaborado por el Consorcio C. Lotti & Associati, Societa di Ingegneria S.p.A. – Enel Hydro, tal como se indicó en el numeral 3.1 de este informe, se propusieron obras de mitigación desde la urbanización Tierra Verde hasta la Colonia Las Delicias, las cuales consistirían en la remoción de materiales existentes en la corona de la cordillera con profundidades entre 10 m y 35 m, y conformación de taludes con pendientes de hasta 50%, alturas máximas de 10 m y bermas con anchos de 3 m, para lo cual se indicaron cantidades estimadas de material a remover, tal como se presenta en la Tabla No. 1.

<sup>1j</sup> Documento descargado del sitio web:  
<http://seaweb.marn.gob.sv/sea/Documentos/22197/22197RESOLAMB..PDF>

Tabla No. 1 Cantidad de material propuesta a remover en Sectores A al F.

No.	Cuenca	Área (Ha)	Volúmenes de Excavación (m <sup>3</sup> )	Profundidad Máxima de Excavación (m)	Elevación de Inicio de la Modelación (m.s.n.m.)
A	Tierra Verde	13.0	156,000	10 – 15	990 – 1,000
B	Las Colinas	13.5	270,000	15 – 20	1,040 – 1,050
C	Paraíso	13.0	330,000	15 – 20	1,050 – 1,060
D	Ardenas	16.0	600,000	20 – 30	1,040 – 1,050
E	Pinares de Suiza	20.0	970,000	20 – 35	1,030 – 1,050
F	Las Delicias	38.0	650,000	10 – 20	1,030 – 1,040
	<b>Total</b>	<b>113.5</b>	<b>2,976,000</b>		

Fuente: Adaptado de Estudio Geotécnico Integral de la Cordillera El Bálsamo, al Sur de Santa Tecla, entre las Colonias Las Delicias y Las Colinas, Consorcio C. Lotti & Associati, Societa di Ingegneria S.p.A. – Enel Hydro, 2001.

Además, en este estudio se recomendó que el material removido, se depositara en un relleno controlado (botadero) construido para tal fin, construcción de sistemas de drenaje pertinentes, construcción de obras de drenaje superficial en el cuerpo de taludes, siembra de cobertura vegetal y construcción de dispositivos reguladores de flujo en las vaguadas de las cuencas.

### 3.3 Cuantificar el avance de las obras realizadas en el año 2006, es decir, que es lo que se hizo del total de las obras

- a) En el año 2005, el Gobierno de El Salvador a través de la sociedad POASA de C.V, llevó a cabo el Estudio de Obras de Emergencia para Mitigación de Riesgos como consecuencia del Huracán Stan, Componente No. 3 Obras de Emergencia en la Cordillera El Bálsamo, en donde se presentan varias alternativas de solución para disminuir la vulnerabilidad de la zona, las cuales fueron desarrolladas a partir de estudio elaborado por el Consorcio C. Lotti & Associati, Societa di Ingegneria S.p.A. – Enel Hydro, 2001.

En el informe final del estudio elaborado en 2005 se presentan alternativas de solución parciales, entre las cuales el propietario seleccionó la alternativa a desarrollar, que comprendía la ejecución de obras únicamente en los sectores B (Las Colinas), C (Cimas del Paraíso), D (Las Ardenas) y E (Pinares de Suiza); al respecto, la disminución del alcance de las obras se debió a limitaciones presupuestarias, tal como se indica en la sección 1.1 del referido informe *“Debiendo enfrentar condiciones presupuestarias limitadas, se han identificado alternativas diferentes que frente a costos diferentes, materializan mitigaciones de diferente magnitud y cuyos beneficios se dirigen a diferentes zonas del sector sur de Santa Tecla”*.<sup>21</sup>

Asimismo, en la sección 2.2 Descripción de la intervención de dicho informe se indica *“La intervención estructural total para las cuatro áreas antes indicadas, deberá ser realizada por etapas siendo la primera etapa, objeto de este análisis, aproximadamente el 61% del total de las obras consideradas para las cuatro zonas y para efectos de permitir la segunda etapa, las excavaciones y perfilados que se realizan en la primera etapa, resultan compatibles con la segunda y ambas por lo tanto enmarcadas dentro de los lineamientos indicados en el presente estudio”*.<sup>21</sup>

<sup>21</sup> Tomado de Estudio de Obras de Emergencia para Mitigación de Riesgos como consecuencia del Huracán Stan, Componente No. 3 Obras de Emergencia en la Cordillera El Bálsamo, elaborado por POASA de C.V.

No obstante la disminución de obras, la sociedad POASA de C.V recomienda al propietario:  
1) Mantener un monitoreo de los sectores que no fueron considerados, Sector A y Sector F y  
2) Efectuar las intervenciones a mediano plazo en una segunda fase, a pesar que estos sectores presentaban susceptibilidades menos evidentes.

b) En el estudio elaborado por sociedad POASA de C.V, se propone realizar la remoción del material susceptible a deslizamiento existente en la corona de la cordillera del Bálsamo, conformar taludes, construir sistemas de drenajes superficiales, sembrar cobertura vegetal, construir gaviones en las vaguadas y construir un relleno controlado (botadero) para depositar el material proveniente de las excavaciones. Con base en el estudio antes indicado, el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales en coordinación con el Ministerio de Obras Públicas, Transporte, Vivienda y Desarrollo Urbano, realizó los procesos de Licitación Pública Internacionales No.09/2005 y No.10/2005, de los siguientes proyectos: 1) Diseño y Construcción de Obras de Emergencia para Mitigación de Riesgos Componente 3: sectores B y C: Las Colinas y El Paraíso y 2) Diseño y Construcción de Obras de Emergencia para Mitigación de Riesgos Componente 3: sectores D y E: Las Ardenas y Pinares de Suiza, ambos adjudicados y ejecutados por la empresa Astaldi S.p.A (ver esquema de obras ejecutadas en el año 2006, Sectores B, C, D y E, página 20 de 20).

A continuación, en la Tabla No. 2 se indican las cantidades de material que se propuso remover y las cantidades de material removidas en las obras ejecutadas en el año 2006.

**Tabla No. 2 Cantidades de material propuesto a remover en cordillera del Bálsamo y Cantidades removidas en obras ejecutadas en 2006.**

Sector	Cuenca	Volumen de excavación (m <sup>3</sup> )			Porcentaje ejecutado respecto a estudio elaborado en 2001
		Estudio elaborado en 2001 <sup>(I)</sup>	Estudio elaborado en 2005 <sup>(II)</sup>	Obras Ejecutadas en 2006 <sup>(III)</sup>	
A	Tierra Verde	156,000	0	0	0%
B	Las Colinas	600,000	343,870	523,677	87.3%
C	Paraíso				
D	Ardenas	1,570,000	956,480	943,830	60.1%
E	Pinares de Suiza				
F	Las Delicias	650,000	0	0	0%
<b>Total</b>		<b>2,976,000</b>	<b>1,300,350</b>	<b>1,467,507</b>	<b>49.3%</b>

Fuente:

- I. Investigación Geotécnica Integral de la Cordillera El Bálsamo, al Sur de Santa Tecla, entre las Colonias Las Delicias y Las Colinas, elaborado por el Consorcio C. Lotti & Associati, Societa di Ingegneria S.p.A. – Enel Hydro, 2001.
- II. Estudio de Obras de Emergencia para Mitigación de Riesgos como consecuencia del Huracán Stan, Componente No. 3 Obras de Emergencia en la Cordillera El Bálsamo, elaborado por POASA de C.V, 2005.
- III. Estimaciones de los proyectos "Diseño y Construcción de Obras de Emergencia para Mitigación de Riesgos Componente 3: sectores B y C: Las Colinas y El Paraíso" y "Diseño y Construcción de Obras de Emergencia para Mitigación de Riesgos Componente 3: sectores D y E: Las Ardenas y Pinares de Suiza", ambos ejecutados por la empresa Astaldi S.p.A, 2006.

Cabe indicar que el alcance de ambos proyectos no solo se limitó a la remoción de material susceptible a deslizamientos, sino también se consideró la construcción de obras para el manejo de la escorrentía superficial y protección de taludes conformados; al respecto, con base en las estimaciones generadas durante la ejecución de los proyectos ejecutados en la cordillera del

Bálsamo en el año 2006, a continuación se presenta las actividades desarrolladas en ambos proyectos:<sup>3J</sup>

- Construcción de sub drenajes longitudinales.
- Construcción de pozos.
- Conformación de canaletas de tierra.
- Construcción de canaletas en parte interna de bermas.
- Protección de taludes con grama y/o zacate.
- Construcción de derramaderos entre bermas.
- Construcción de guarda niveles en cauce natural.
- Construcción de canaleta principal sobre relleno controlado.
- Drenajes en sector de dique.
- Colocación de geomembranas en zona de bermas.
- Conformación de canaletas de tierra.
- Conexiones a sistema de drenaje existente.
- Siembra de árboles y arbustos.
- Colocación de barrera "anti desprendimientos".
- Construcción de caja colectora.

#### **3.4 Se evalúe la estabilidad global de la cordillera, la estabilidad de los taludes y la eficacia del estado de las obras de mitigación.**

a) Considerando que para evaluar de manera integral la condición de la Cordillera del Bálsamo, particularmente en lo que respecta a la estabilidad global de la misma y análisis de estabilidad de taludes, se deben llevar a cabo un levantamiento topográfico detallado, estudios hidrogeológicos, así como también se debe desarrollar una campaña geotécnica exhaustiva en la zona, lo cual está fuera de la capacidad instalada de esta Dirección, tal como se indicó en el numeral 3.1 de este Informe, no es posible emitir opinión técnica cuantitativa sobre la estabilidad global de la Cordillera del Bálsamo y la estabilidad de los taludes existentes en la misma.

No obstante lo anterior, se reitera lo indicado en el apartado 3.1 de este informe, particularmente en lo relacionado con las condiciones de riesgo existentes en la cordillera del Bálsamo, la cual ha sido catalogada como una zona frágil y vulnerable, por lo que no se descarta que ante la ejecución de actividades de desarrollo, tales como tala de árboles y/o trabajos de terracería, construcción de edificaciones, entre otros, las condiciones de riesgo se incrementen.

<sup>3J</sup> Tomado de Estimaciones de proyectos: 1) Diseño y Construcción de Obras de Emergencia para Mitigación de Riesgos Componente 3: sectores B y C: Las Colinas y El Paraíso y 2) Diseño y Construcción de Obras de Emergencia para Mitigación de Riesgos Componente 3: sectores D y E: Las Ardenas y Pinares de Suiza, ambos ejecutados por la empresa Astaldi S.p.A.

- b) En relación con la eficacia de las obras ejecutadas en 2006, si bien no se ejecutaron las cantidades de obras contempladas en el estudio desarrollado en el año 2001, en las inspecciones técnicas no se observaron índices de inestabilidad local ni global en los taludes conformados en el año 2006. No obstante lo anterior, dichos taludes no han sido sometidos a sismos considerables y/o eventos hidrometeorológicos intensos de prolongada duración, por lo que bajo tales solicitaciones no se descarta que se generen condiciones de inestabilidad en la cordillera del Bálsamo.

En relación a las obras de drenaje, tal como se indica en el numeral 2.2 de este informe, se observaron índices de funcionar razonablemente bien, exceptuando las obras que presentan daños, los cuales están asociados a limitantes en la ejecución de actividades de mantenimiento en las mismas. Cabe indicar que no se descarta la existencia de obras de mitigación que presenten daños, en las zonas que no fue posible realizar inspecciones.

Se considera necesario señalar que la Dirección de Construcción y Mantenimiento de la Obra Pública (DCMOP-VMOP), ha desarrollado actividades de limpieza en algunos sectores de la cordillera del Bálsamo, las cuales han consistido principalmente en el corte de la cobertura vegetal del cuerpo de los taludes localizados en la corona de la cordillera del Bálsamo.

### 3.5 Si existe alguna proyección encaminada a finalizar las obras proyectadas.

La Dirección de Planificación de la Obra Pública (DPOP-VMOP), a través de referencia MOP-VMOP-DPOP-ST-1890/2016, de fecha 08 de diciembre de 2016, suscrita por el ingeniero Miguel Ángel Martínez Márquez, Director de la Dirección de Planificación de la Obra Pública (DPOP-VMOP), indica que este Ministerio **no tiene contemplado ejecutar obras sobre la cordillera del Bálsamo**, por lo que no se tiene planificado finalizar las obras propuestas en los estudios realizados en dicha cordillera.

## 4.0 CONCLUSIONES.

- a) Con base en los estudios realizados por el MARN en la cordillera del Bálsamo, en donde se indica entre otros aspectos que la zona es altamente sensible y frágil, que presenta una elevada a muy elevada amenaza por deslizamientos y flujos de lodo, y en vista que no se realizó la ejecución de todas las obras contempladas en el estudio realizado por el Consorcio C. Lotti & Associati, Societa di Ingegneria S.p.A. – Enel Hydro, estableciéndose que *“todas las alternativas se basan sobre las condiciones esperadas en lo que se refiere a la disminución de la susceptibilidad sísmica pueden alcanzarse solamente con la ejecución total de las obras identificadas en el Estudio de C. Lotti, es decir solamente cuando las intervenciones estructurales alcancen las capas de tobas consolidadas”*. Por lo anterior, se considera que **no es viable ejecutar obras de desarrollo en la cordillera del Bálsamo**; lo anterior, debido a que se incrementará la vulnerabilidad de la misma, particularmente ante la ocurrencia de sismos y/o lluvias intensas, lo que podría derivar en la pérdida de vidas humanas y/o daños materiales como consecuencia de deslizamientos de masas de suelo y/o la ocurrencia de flujos de lodo.

- b) Se considera importante señalar que la cordillera del Bálsamo constituye una zona de recarga hídrica de mantos acuíferos, por lo que al desarrollar obras se disminuirá la capacidad de infiltración de agua e incrementará la escorrentía superficial, lo cual puede demandar una mayor capacidad de los sistemas de drenaje existentes en el sector sur de Santa Tecla, y también no se descarta que bajo tales condiciones, se sobrepase la capacidad hidráulica del sistema de drenaje actual y se generen inundaciones en zonas puntuales.
- c) En general, se considera que las obras de mitigación ejecutadas en los sectores B al E en el año 2006, muestran índices de adecuado desempeño; sin embargo, se considera que existen limitantes en el alcance de las actividades de mantenimiento, principalmente relacionadas con el corte de la cobertura vegetal, actividades de limpieza de las vaguadas y mantenimiento y reparación de las obras, lo cual ha generado la ocurrencia de daños en algunas obras existente.
- d) En los sectores A (Urbanización Tierra Verde) y F (Las Delicias), donde no se han ejecutado obras de mitigación, se mantiene el nivel de vulnerabilidad determinado en el estudio desarrollado en el año 2001 por el Consorcio C. Lotti & Associati, Societa di Ingegneria S.p.A. – Enel Hydro; así mismo, la no ejecución de las segunda etapa, en los sectores B al E, conlleva a que se mantengan condiciones de vulnerabilidad en la zona.

## 5.0 RECOMENDACIONES.

- a) Prohibir la ejecución de obras de desarrollo en la cordillera del Bálsamo, debido a la vulnerabilidad existente en la misma, ante la ocurrencia de sismos y/o lluvias intensas.
- b) Implementar a través de Normativas, Reglamentos, Ordenanzas Municipales, y/o las medidas legales que se consideren pertinentes, la conservación de la zona para mantener la recarga hídrica de los mantos acuíferos y también disminuir la probable ocurrencia de efectos negativos en los sistemas de drenajes existentes en el sector sur de Santa Tecla, como consecuencia de incrementos en la escorrentía superficial.
- c) Realizar la reparación de las obras de mitigación dañadas, previo a la próxima estación lluviosa, para garantizar un funcionamiento integral de las obras existentes. Las actividades de limpieza de vegetación deben ser realizadas continuamente en todos los sectores, para evitar obstrucciones por desechos vegetales o material de arrastre y evitar el crecimiento excesivo de vegetación en las cercanías de las obras y sistemas de drenajes en taludes.
- d) Ampliar el alcance de las actividades de limpieza y mantenimiento, considerando lo expuesto en el Manual de Mantenimiento y Monitoreo, elaborado por la empresa Supervisora contratada para la ejecución de los proyectos implementados en la cordillera del Bálsamo, el cual de manera general consistente en: limpieza de canaletas, derramaderos y muros guarda nivel, revegetar las zonas donde se ha perdido la cobertura vegetal, así como la implementación de un sistema de monitoreo de las obras ejecutadas.

- e) Ejecutar las obras propuestas en la cordillera del Bálsamo para los sectores A y F, localizados en urbanización Tierra Verde y la Colonia Las Delicias, respectivamente. También se recomienda implementar la segunda etapa de intervención en los sectores B a E, indicada en estudio elaborado por el Consorcio C. Lotti & Associati, Societa di Ingegneria S.p.A. – Enel Hydro en el año 2001.



Ing. Juan Carlos Herrera Matute  
Unidad Técnica  
Subdirección de Investigación y Desarrollo



Ing. Oliver Ernesto Erazo González  
Unidad Técnica  
Subdirección de Investigación y Desarrollo



Vo.Bo.  
Ing. Edwin Alvarenga  
Subdirector de Investigación y Desarrollo

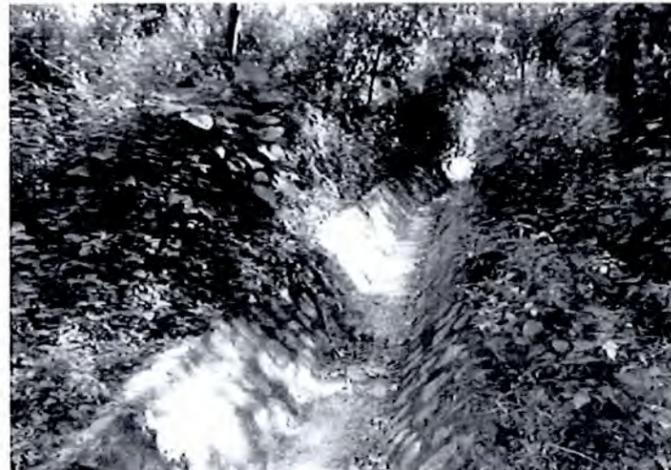




DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE LA OBRA PÚBLICA  
SUBDIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

INFORME TÉCNICO SOBRE LA CONDICIÓN DE ESTABILIDAD DE LA CORDILLERA DEL BÁLSAMO, SECTOR  
SUR DEL MUNICIPIO DE SANTA TECLA, DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD

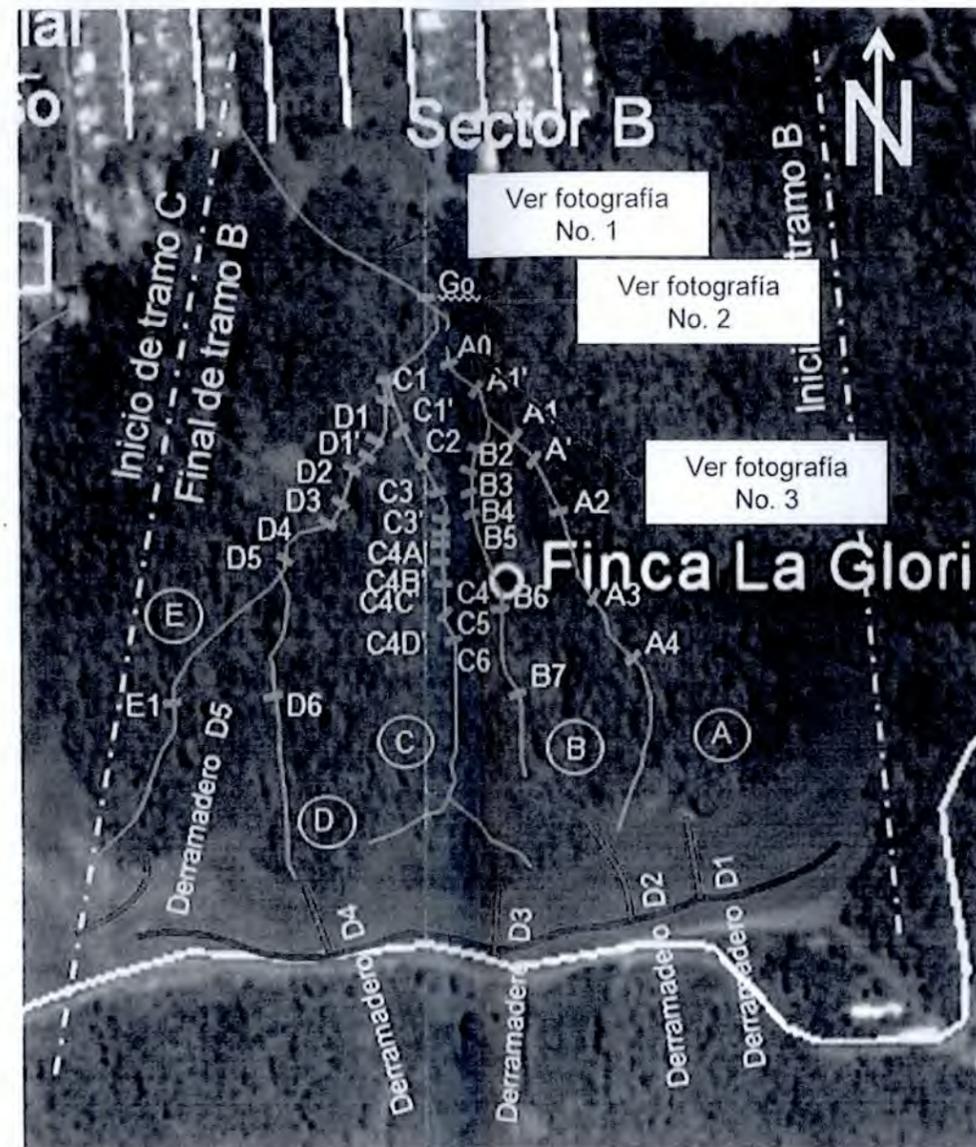
ESQUEMA DE ZONA INSPECCIONADA EN COLONIA LAS COLINAS (SECTOR B), CUENCA No. 7, VAGUADA "A"



Fotografía 1. Se observa canaleta de descarga que conecta a sistema de drenaje pluvial existente, la cual se encuentra en adecuadas condiciones



Fotografía 2. Se observa muro guarda nivel "Go, que se encuentra en condiciones adecuadas



Fotografía 3. Se observa vegetación densa (bambúes) en cauce natural, lo cual minimiza la erosión de taludes

Simbología:

- Muros gavión, guarda nivel.
- Canal natural.
- Derramaderos.
- Canaletas Existentes.

Notas:

- Esquema sin escala.
- Esquema adaptado imagen Google Earth, registro noviembre 206 y Planos de como construidos del proyecto Diseño y Construcción de Obras de Emergencia para Mitigación de Riesgos Componente 3: sectores B y C: Las Colinas y El Paraíso.
- Fotografías registradas por personal técnico de la DIDOP.
- Fecha de emisión: 16 de enero de 2017.



DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE LA OBRA PÚBLICA  
SUBDIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

INFORME TÉCNICO SOBRE LA CONDICIÓN DE ESTABILIDAD DE LA CORDILLERA DEL BÁLSAMO, SECTOR  
SUR DEL MUNICIPIO DE SANTA TECLA, DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD

ESQUEMA DE ZONA INSPECCIONADA EN CIMAS DEL PARAÍSO (SECTOR C), CUENCA No. 5, VAGUADA "G"

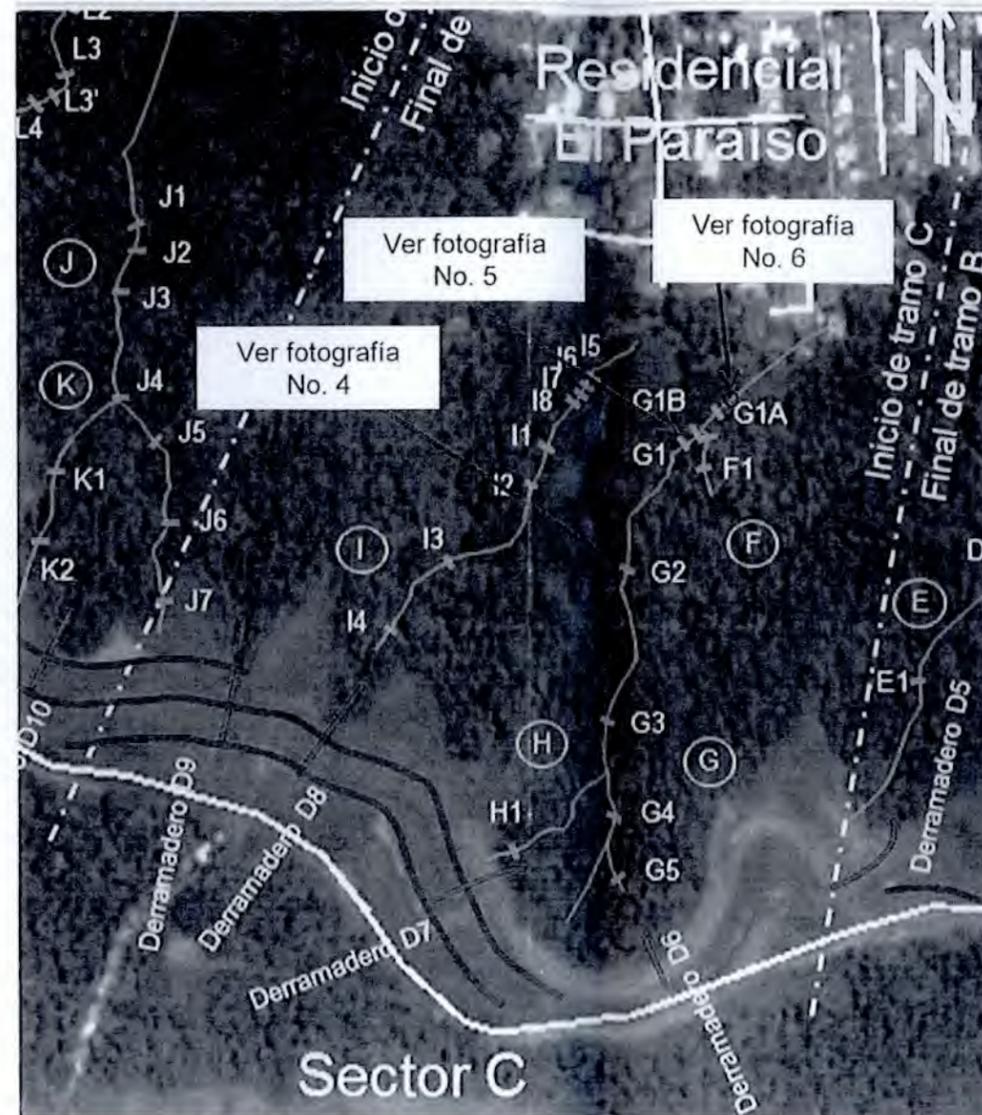


Zona que presenta  
índices de socavación

Fotografía 4. Se observa muro guarda nivel G2 con daños probablemente ocasionados por impactos de bloques de roca. También se observan problemas de socavación en base de muro.



Fotografía 5. Se observa muro guarda nivel G1B, localizado en zona de convergencia de vaguadas G y F



Fotografía 6. Se observa acumulación de material de arrastre en extremo final de canaleta que descarga a caja colectora

Simbología:

- Muros gavión, guarda nivel.
- Canal natural.
- Derramaderos.
- Canaletas Existentes.

Notas:

- Esquema sin escala.
- Esquema adaptado imagen Google Earth, registro noviembre 2016 y Planos de como construidos del proyecto Diseño y Construcción de Obras de Emergencia para Mitigación de Riesgos Componente 3: sectores B y C: Las Colinas y El Paraíso.
- Fotografías registradas por personal técnico de la DIDOP.
- Fecha de emisión: 16 de enero de 2017.



DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE LA OBRA PÚBLICA  
SUBDIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS  
TRANSPORTE Y DE VIVIENDA  
Y DESARROLLO URBANO

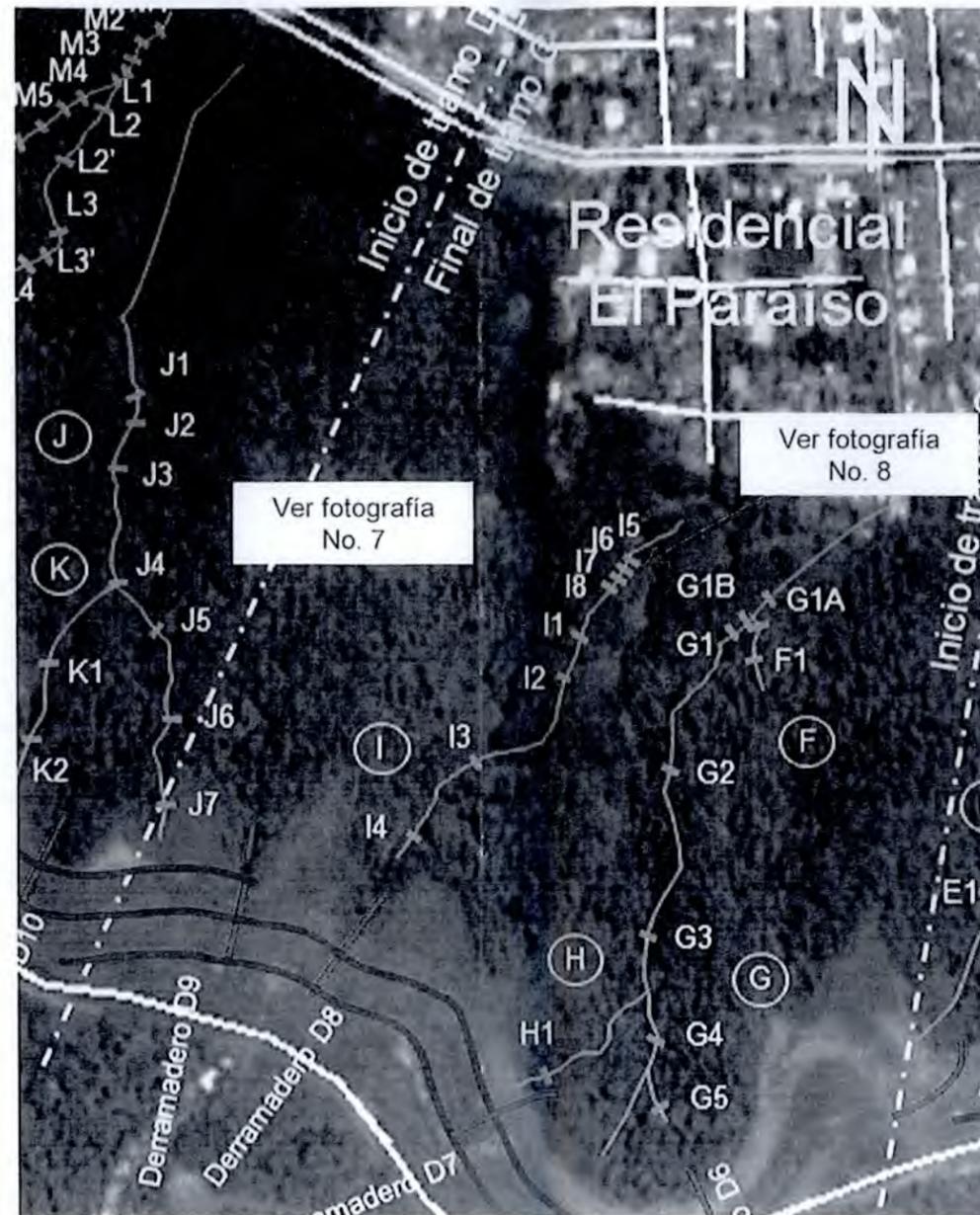
EL SALVADOR  
UNÁMONOS PARA CRECER

INFORME TÉCNICO SOBRE LA CONDICIÓN DE ESTABILIDAD DE LA CORDILLERA DEL BÁLSAMO, SECTOR  
SUR DEL MUNICIPIO DE SANTA TECLA, DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD

ESQUEMA DE ZONA INSPECCIONADA EN CIMAS DEL PARAÍSO (SECTOR C), CUENCA No. 6, VAGUADA "I"



Fotografía 7. Se observa muro guarda nivel II no presentan índices de daños



Fotografía 8. Se observa muros guarda nivel I6 e I7 no presentan índices de daños

Simbología:

- Muros gavión, guarda nivel.
- Canal natural.
- Derramaderos.
- Canaletas Existentes.

Notas:

- Esquema sin escala.
- Esquema adaptado imagen Google Earth, registro noviembre 206 y Planos de como construidos del proyecto Diseño y Construcción de Obras de Emergencia para Mitigación de Riesgos Componente 3: sectores B y C: Las Colinas y El Paraíso.
- Fotografías registradas por personal técnico de la DIDOP.
- Fecha de emisión: 16 de enero de 2017.



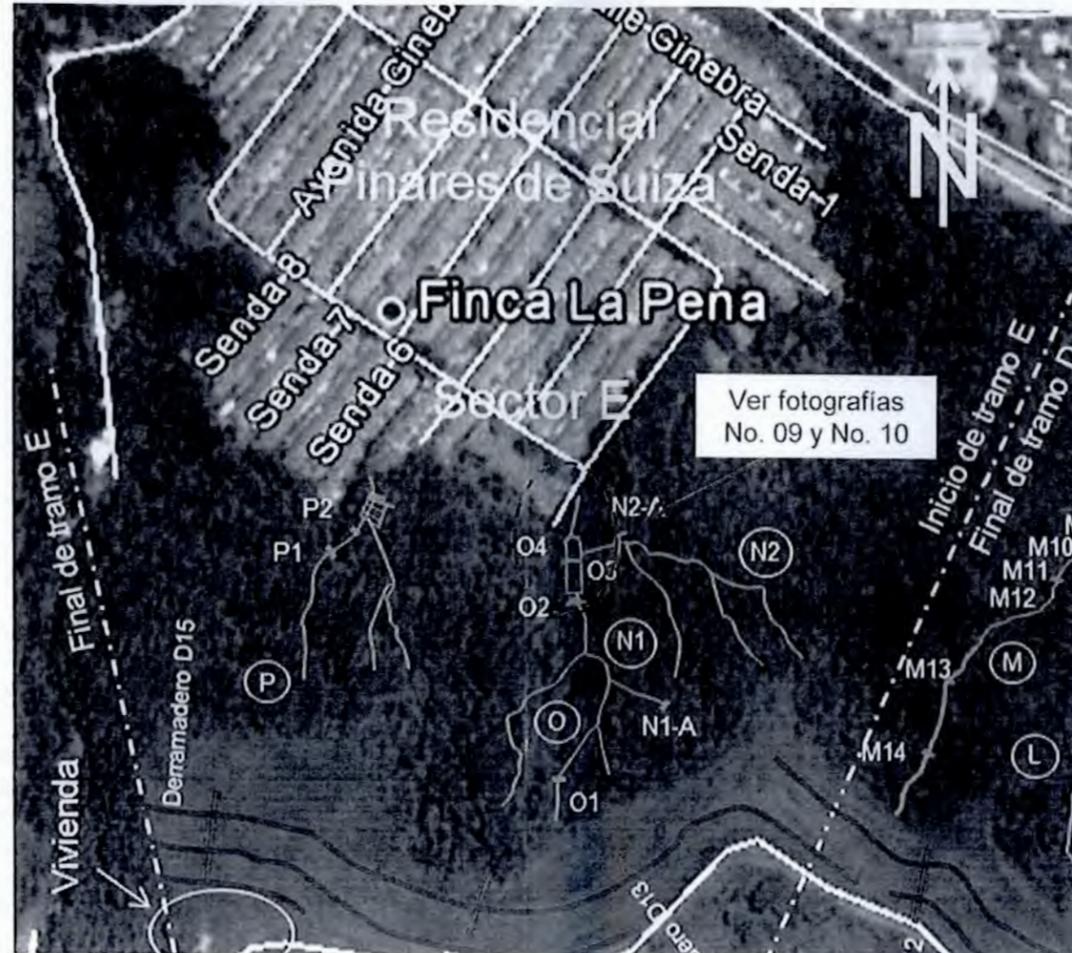
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE LA OBRA PÚBLICA  
SUBDIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

INFORME TÉCNICO SOBRE LA CONDICIÓN DE ESTABILIDAD DE LA CORDILLERA DEL BÁLSAMO, SECTOR  
SUR DEL MUNICIPIO DE SANTA TECLA, DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD

ESQUEMA DE ZONA INSPECCIONADA EN PINARES DE SUIZA (SECTOR E), CUENCA No. 2, VAGUADA "O"



Fotografía 9. Se observan gaviones y reservorio contruidos en zona de Pinares de Suiza, en buen estado e índices de que se han realizado actividades de limpieza



Fotografía 10. Se observa la presencia de vegetación densa, en zona aguas arriba del gavión O2

Simbología:

- Muros gavión, guarda nivel.
- Canal natural.
- Derramaderos.
- Canaletas Existentes.

Notas:

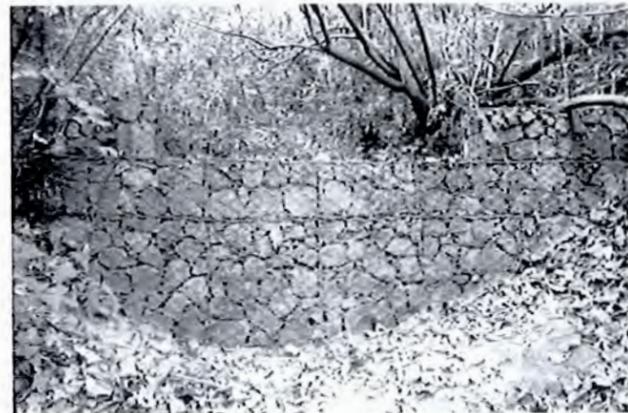
- Esquema sin escala.
- Esquema adaptado imagen Google Earth, registro noviembre 2006 y Planos de como contruidos del proyecto Diseño y Construcción de Obras de Emergencia para Mitigación de Riesgos Componente 3: sectores D y E: Las Ardenas y Pinares de Suiza,
- Fotografías registradas por personal técnico de la DIDOP.
- Fecha de emisión: 16 de enero de 2017.



DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE LA OBRA PÚBLICA  
SUBDIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

INFORME TÉCNICO SOBRE LA CONDICIÓN DE ESTABILIDAD DE LA CORDILLERA DEL BÁLSAMO, SECTOR  
SUR DEL MUNICIPIO DE SANTA TECLA, DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD

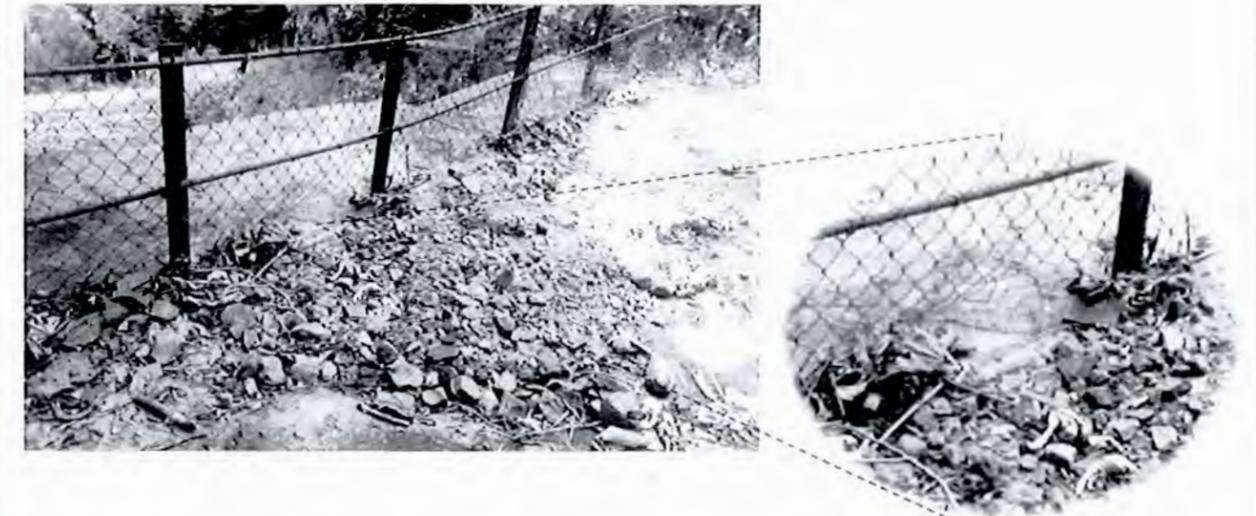
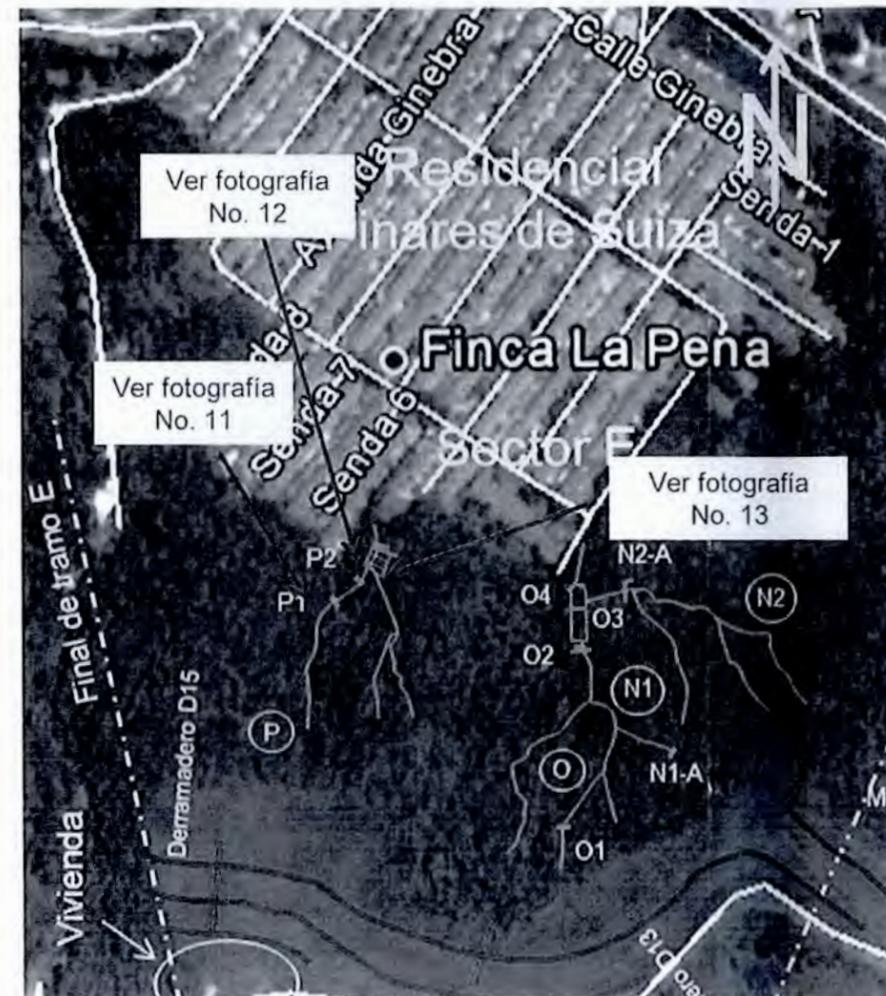
ESQUEMA DE ZONA INSPECCIONADA EN PINARES DE SUIZA (SECTOR E), CUENCA No. 1, VAGUADA "P"



Fotografía 11. Se observa muro guarda nivel P1, el cual se encuentra en condiciones adecuadas



Fotografía 12. Se observa muro guarda nivel P2, que se encuentra en condiciones adecuadas



Fotografía 13. Se observan barreras de retención con daños por acumulación y/o impacto de material de arrastre

Simbología:

- Muros gavión, guarda nivel.
- Canal natural.
- Derramaderos.
- Canaletas Existentes.

Notas:

- Esquema sin escala.
- Esquema adaptado imagen Google Earth, registro noviembre 2016 y Planos de como construidos del proyecto Diseño y Construcción de Obras de Emergencia para Mitigación de Riesgos Componente 3: sectores D y E: Las Ardenas y Pinares de Suiza,
- Fotografías registradas por personal técnico de la DIDOP.
- Fecha de emisión: 16 de enero de 2017.



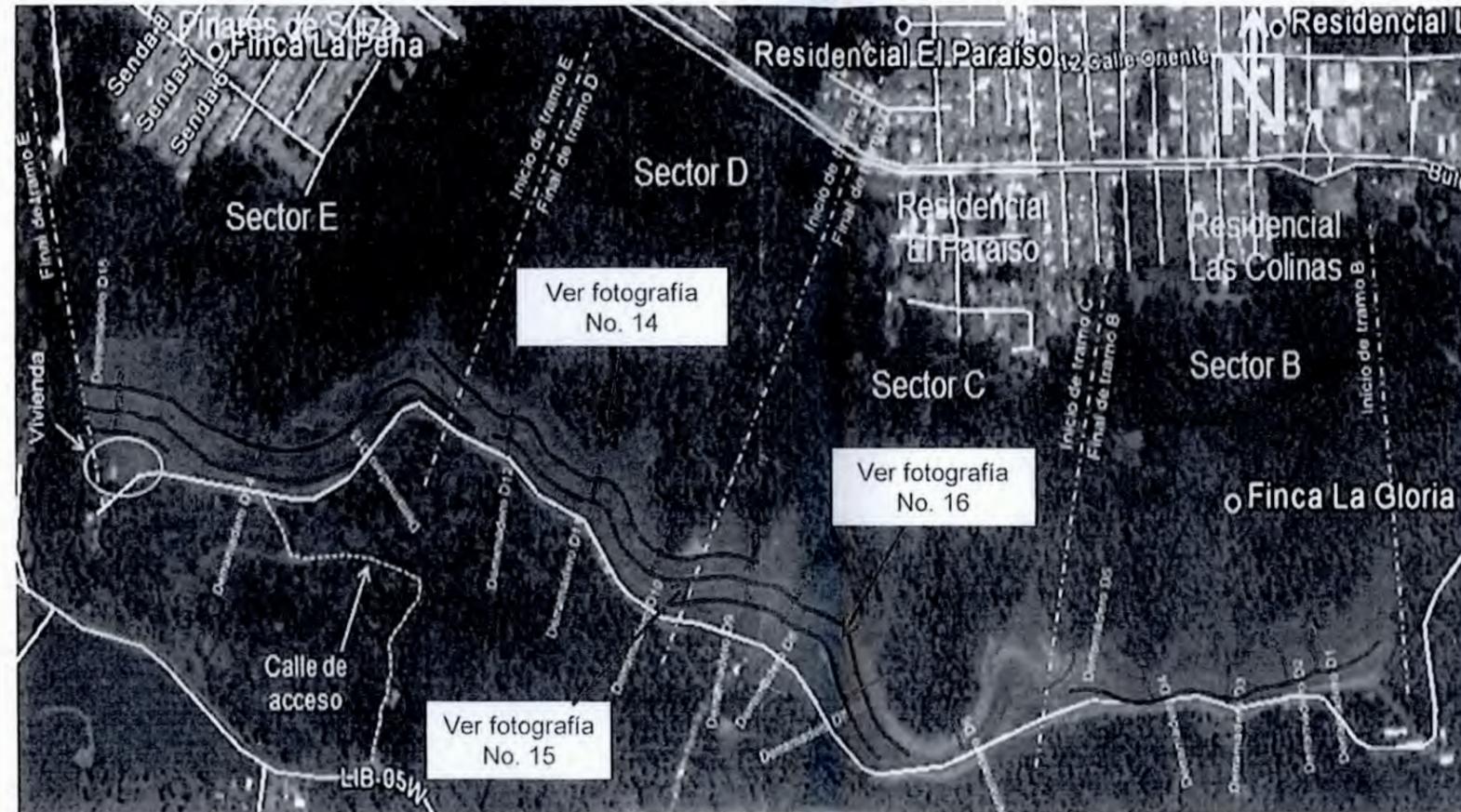
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE LA OBRA PÚBLICA  
SUBDIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

INFORME TÉCNICO SOBRE LA CONDICIÓN DE ESTABILIDAD DE LA CORDILLERA DEL BÁLSAMO, SECTOR  
SUR DEL MUNICIPIO DE SANTA TECLA, DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD

ESQUEMA DE ZONA INSPECCIONADA EN OBRAS REALIZADAS EN LA CORONA DE LA CORDILLERA  
(SECTORES B,C,D y E).



Fotografía 14. Se observa presencia de vegetación densa en zonas adyacentes a derramadero No. 11



Fotografía 15. Se observa canaleta dañada, ubicada entre derramaderos No. 9 y No. 10



Fotografía 16. Se observa sector de taludes con índices de erosión

Simbología:

-  Derramaderos.
-  Canaletas  
Existentes.

Notas:

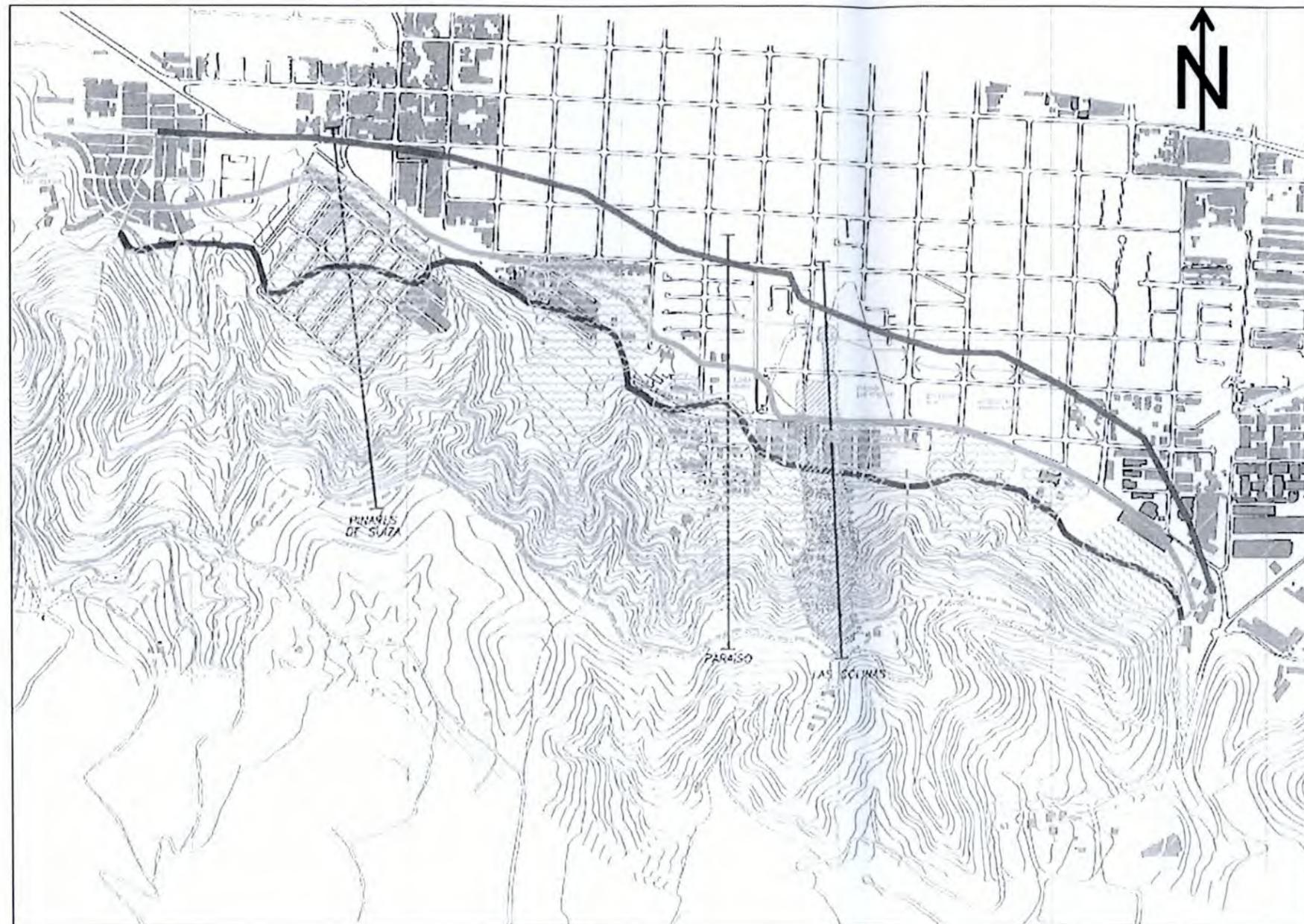
- Esquema sin escala.
- Esquema adaptado imagen Google Earth, registro noviembre 206 y Planos de como construidos del proyecto Diseño y Construcción de Obras de Emergencia para Mitigación de Riesgos Componente 3: sectores B y C: Las Colinas y El Paraíso y 2) Diseño y Construcción de Obras de Emergencia para Mitigación de Riesgos Componente 3: sectores D y E: Las Ardenas y Pinares de Suiza.
- Fotografías registradas por personal técnico de la DIDOP.
- Fecha de emisión: 16 de enero de 2017.



DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE LA OBRA PÚBLICA  
SUBDIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

INFORME TÉCNICO SOBRE LA CONDICIÓN DE ESTABILIDAD DE LA CORDILLERA DEL BÁLSAMO, SECTOR  
SUR DEL MUNICIPIO DE SANTA TECLA, DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD

DELIMITACIÓN DE ZONAS CON ÍNDICES DE AMENAZA POR DESLIZAMIENTOS



Simbología:

	LÍNEA DE FRONTERA
	LÍNEA DE LAS TONAS
	SECCIONES DE TALUDOS
	TRILCEROS PUEBLOS
	ESTACIONAMIENTO DE LAS COLINAS
LÍMITES DE LAS ÁREAS CON:	
	AMENAZA MUY ELEVADA: DESPLAZAMIENTOS SUPERFICIALES Y PEQUEÑOS FLUJOS DE LODO
	AMENAZA ELEVADA: DESPLAZAMIENTOS CON MOVILIZACIÓN DE GRANDES MASAS Y PEQUEÑOS FLUJOS DE LODO
	AMENAZA MEDIA: DESPLAZAMIENTOS CON MOVILIZACIÓN DE GRANDES MASAS Y GRANDES FLUJOS RAPIDOS DE LODO

Notas:

- Esquema sin escala.
- Esquema adaptado de Investigación Geotécnica Integral de la Cordillera El Balsamo, al Sur de Santa Tecla, entre las Colonias Las Delicias y Las Colinas, elaborada por el Consorcio C. Lotti & Associati, Societa di Ingegneria S.p.A. – Enel Hydro, 2001
- Fecha de emisión: 16 de enero de 2017.



DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE LA OBRA PÚBLICA  
SUBDIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

INFORME TÉCNICO SOBRE LA CONDICIÓN DE ESTABILIDAD DE LA CORDILLERA DEL BÁLSAMO, SECTOR  
SUR DEL MUNICIPIO DE SANTA TECLA, DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD

ESQUEMA DE UBICACIÓN DE OBRAS EJECUTADAS EN EL AÑO 2006 (SECTORES B,C,D y E).



Simbología:

- Muros gavión, guarda nivel.
- Canal natural.
- Derramaderos.
- Canaletas Existentes.

Notas:

- Esquema sin escala.
- Esquema adaptado imagen Google Earth, registro noviembre 2006 y Planos de como construidos del proyecto Diseño y Construcción de Obras de Emergencia para Mitigación de Riesgos Componente 3: sectores B y C: Las Colinas y El Paraíso y 2) Diseño y Construcción de Obras de Emergencia para Mitigación de Riesgos Componente 3: sectores D y E: Las Ardenas y Pinares de Suiza
- Fecha de emisión: 16 de enero de 2017.