

Universidad del Valle de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Departamento de Ingeniería Industrial



Propuesta de un Sistema de Alerta Temprana de Deslizamientos en Sacapulas, Quiché.

Trabajo de graduación presentado por:

Jaime Isaac Sosa Duarte

para optar al grado de Licenciado en Ingeniería Industrial

Guatemala

2013

**Propuesta de un Sistema de Alerta Temprana de Deslizamientos
en Sacapulas, Quiché.**

Universidad del Valle de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Departamento de Ingeniería Industrial

**Propuesta de un Sistema de Alerta Temprana de Deslizamientos
en Sacapulas, Quiché.**

Trabajo de graduación presentado por:

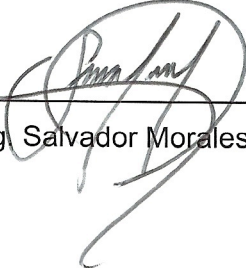
Jaime Isaac Sosa Duarte

para optar al grado de Licenciado en Ingeniería Industrial

Guatemala

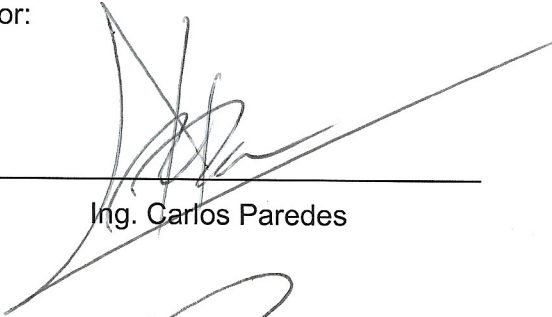
2013

Vo. Bo.:

(f) 

(Ing. Salvador Morales)


Tribunal examinador:

(f) 

Ing. Carlos Paredes

(f) 

Ing. Ingrid De León

(f) 

Ing. Salvador Morales

Fecha de aprobación: Guatemala, 19 de junio de 2013

PREFACIO

El presente trabajo surge al ver la necesidad de algún tipo de ayuda hacía la comunidad de Sacapulas, en cuanto a los desastres naturales, especialmente los deslizamientos.

Agradezco a Dios el permitirme terminar una etapa muy importante en mi vida, al igual que a mis padres Jaime y Jeanette por su apoyo y esfuerzo a lo largo de toda mi carrera. Agradezco a mi asesor el Ing. Salvador Morales por su gran ayuda y apoyo para la realización de este trabajo.

También agradezco a los representantes de CONRED que me brindaron su ayuda y tiempo, al igual que todas las personas involucradas de una u otra manera para la culminación de este trabajo.

ÍNDICE

LISTA DE TABLAS.....	X
LISTA DE ILUSTRACIONES	XI
RESUMEN	XII
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. JUSTIFICACIÓN.....	2
III. OBJETIVOS.....	3
A. OBJETIVO GENERAL.....	3
B. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
IV. MARCO TEÓRICO	4
A. CAMBIO CLIMÁTICO.....	4
B. TIPOS DE DESASTRES NATURALES	4
1. Incendio.....	4
2. Deslizamiento.....	5
3. Sismo.	5
4. Huracán.....	5
5. Inundación.....	5
6. Erupción Volcánica.....	5
7. Tormenta Eléctrica.	5
C. DESLIZAMIENTOS DE TIERRA	6
1. ¿Qué es un deslizamiento?.....	6
2. Causas de los deslizamientos	6
D. SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA (SAT).....	7
1. Componentes.....	7
2. Fases.....	8
V. MARCO METODOLÓGICO	10
A. CARACTERÍSTICAS DE LA REGIÓN.....	10

1.	Ubicación.....	10
2.	Orografía.	10
3.	Población.....	10
4.	Organización administrativa y social	11
5.	Servicios básicos.....	12
6.	Clima.	12
B.	ANTECEDENTES DE DESASTRES.....	13
C.	ZONAS VULNERABLES	15
D.	PROGRAMAS DE ALERTA EXISTENTE	16
E.	ANÁLISIS FODA	17
1.	Fortalezas.....	17
2.	Oportunidades.....	17
3.	Debilidades.....	17
4.	Amenazas	17
F.	PROPUESTA DE SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA	18
1.	Componentes Social	18
2.	Componente Técnico	19
3.	Monitoreo	22
4.	Pronóstico, emisión de alerta, comunicación de alerta y evacuación.....	22
G.	PLAN ADMINISTRATIVO.....	25
1.	Organigrama	25
2.	Definición de roles y responsabilidades	25
H.	MANUAL DE MANEJO Y SEGUIMIENTO	27
I.	ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA.....	42
J.	ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD ECONÓMICA	43
1.	Costos de elaboración.....	43
2.	Costos de operación y mantenimiento	44
3.	Clasificación de Costos	45
4.	Determinación de TMAR.	46
5.	Costo/Beneficio	46
VI.	CONCLUSIONES.....	49
VII.	RECOMENDACIONES	50

VIII.	BIBLIOGRAFÍA	51
IX.	ANEXOS	52

Lista de tablas

Tabla 1: Rangos de precipitación	23
Tabla 2: Rangos de desplazamiento de tierra	23
Tabla 3: Alertas.....	24
Tabla 4: Costos de elaboración de dispositivos	43
Tabla 5: Costos operación y mantenimiento	44
Tabla 6: Costo por hora	44
Tabla 7: Materiales directos.....	45
Tabla 8: Mano de obra directa	45
Tabla 9: Materiales indirectos	45
Tabla 10: Mano de obra indirecta	45
Tabla 11: TMAR.....	46
Tabla 12: Flujo de efectivo.....	46
Tabla 13: Indicadores económicos	47
Tabla 14: Escuelas privadas/públicas	52
Tabla 15: Centros de salud.....	52
Tabla 16: Comités.....	53
Tabla 17: Comercios presentes en la región	54
Tabla 18: Inflación	55
Tabla 19: Formato de registro de precipitación	56
Tabla 20: Formato registro desplazamiento	57

Lista de ilustraciones

Ilustración 1: Componentes SAT	7
Ilustración 2: Fases SAT	8
Ilustración 3: Organización Concejo Municipal	11
Ilustración 4: Mapa de vulnerabilidad	15
Ilustración 5: Mapa de SAT en Guatemala	16
Ilustración 6: Pluviómetro de bajo costo	20
Ilustración 7: Deslizómetro.....	20
Ilustración 8: Deslizómetro CONRED	21
Ilustración 9: Pluviómetro CONRED	22
Ilustración 10: Organigrama Comité SAT	25
Ilustración 11: Pronóstico, emisión y comunicación de alerta y evacuación	58
Ilustración 12: Operación pluviómetro	59
Ilustración 13: Mantenimiento pluviómetro	60
Ilustración 14: Operación deslizómetro	61
Ilustración 15: Mantenimiento deslizómetro	62
Ilustración 16: Reunión representantes de la comunidad.....	63
Ilustración 17: Reunión representante Cruz Roja, Quiché	63
Ilustración 18: Reunión representantes Cruz Roja y CONRED.....	64
Ilustración 19: Visita realizada Sacapulas	65
Ilustración 20: Área con riesgo de deslizamiento, Sacapulas.	65
Ilustración 21: Camino afectado por deslizamiento, Sacapulas	66
Ilustración 22: Reunión representante de CONRED, Guatemala.....	66

RESUMEN

Este trabajo de graduación se realizó en la comunidad de Sacapulas, localizada en el departamento de Quiché. En los últimos años se ha identificado que ésta es un área con un alto número de deslizamientos en épocas lluviosas. Por lo que es necesaria la implementación de un Sistema de Alerta Temprana, SAT, que alerte a las personas de esta localidad logrando así, reducir el riesgo de pérdida vidas humanas y reducir el impacto económico que ocasionan estos desastres.

Se elaboró una propuesta de un Sistema de Alerta Temprana de deslizamientos, en el cual se establecieron los componentes técnicos y sociales necesarios para el correcto funcionamiento del mismo. Así mismo se realizó un estudio sobre las principales características de la región, esto para determinar si era técnicamente factible la implementación del SAT, con dichas características se logró determinar que sí es técnicamente factible la implementación del sistema propuesto ya que un 47% de la población se encuentra en un rango de edad de 15 y 64 años, un 55% tiene un nivel de educación básica y Sacapulas cuenta con la materia prima necesaria para la construcción y mantenimiento de los dispositivos del SAT.

Por medio de un análisis costo beneficio se determinó que sí es económicamente factible la implementación del sistema ya que por cada quetzal invertido se obtendrán Q1.28 en beneficios. Así mismo se obtuvo que el proyecto puede ser aceptado debido a que se obtuvo un VPN positivo de Q. 9,356.75 y un valor de la TIR de 32% por lo que se puede establecer que el proyecto es aceptable. Debido a que la vida de un ser humano no puede ser cuantificada monetariamente está no se incluyó en el análisis, pero cabe mencionar que es el beneficio más importante de todos ya que con la implementación del sistema podrá evitar la pérdida de vidas por desastres naturales.

De igual forma se realizó un plan administrativo donde se definieron las personas encargadas de dirigir el sistema, los requisitos de los mismos y sus responsabilidades en el sistema. Se realizó un manual de operación de los dispositivos a utilizarse donde se explica el uso adecuado de un deslizómetro y pluviómetro, también se detalló el mantenimiento que debe ser aplicado a cada uno de los dispositivos.

Se realizaron diagramas para facilitar la comprensión e interpretación de los procesos de operación y mantenimiento de los dispositivos donde se detalló cada uno de los pasos a seguir para garantizar que se les dará el uso correcto.

I. INTRODUCCIÓN

La implementación de Sistemas de Alerta Temprana en comunidades de bajos recursos y zonas altamente vulnerables a los desastres naturales son cada vez más utilizados gracias a los grandes beneficios que estos brindan a los habitantes de estos lugares. Organizaciones en todo el mundo y recientemente en Guatemala han implementado este tipo de sistemas para crear conciencia sobre el impacto de los desastres naturales, de esta manera personas que habitan en lugares de alta vulnerabilidad a los desastres naturales no tengan que esperar ni depender en su totalidad de las entes gubernamentales para la prevención y recuperación de los desastres naturales.

Los Sistemas de Alerta Temprana han sido herramientas para fortalecer las comunidades, ya que éstas son las encargadas de dirigir el sistema en su totalidad; esto genera una mejor organización y comunicación entre los habitantes de las comunidades ya que de todos dependerá el éxito del sistema. Es allí donde las comunidades logran hacer que el sistema sea auto sostenible y totalmente manejado por habitantes de la comunidad.

El objetivo principal del presente trabajo de investigación se cumplió exitosamente al proponer un Sistema de Alerta Temprana para deslizamientos en Sacapulas, Quiché para poder alertar y obtener una respuesta efectiva a la hora de un deslizamiento, el cuál permite a los habitantes de una comunidad vulnerable a los deslizamientos de tierra monitorear y tomar las acciones necesarias para evitar la pérdida de vidas, infraestructura y vías de comunicación.

Así mismo se cumplen los objetivos específicos de la presente investigación donde se determinó que es técnicamente factible la implementación de un Sistema de Alerta temprana en Sacapulas ya que si se cuenta con mano de obra y materia prima adecuadas. De igual forma se determinó que es factible económicamente su implementación debido a la pequeña inversión que debe ser realizada y los beneficios obtenidos son significativos tomando en cuenta el más importante el cual es salvar la mayor cantidad de vidas humanas.

Se establecieron los roles y responsabilidades de las personas involucradas y necesarias para el manejo del sistema, así mismo se elaboró un manual de operación de los dispositivos a utilizar en el sistema donde se describen cada uno de los mismos y su forma correcta de uso. Se elaboraron diagramas donde se describe de una manera resumida y de fácil comprensión la operación y mantenimiento de los dispositivos.

II. JUSTIFICACIÓN

Guatemala es un país con una gran diversidad climática, variedad de suelos, terrenos y características topográficas que la hacen vulnerable a cualquier tipo de desastre natural. Estos desastres naturales provocan una gran pérdida vidas humanas y económica año tras año en las diferentes partes del país, específicamente en el área de Sacapulas, Quiché.

Sacapulas es una comunidad que cuenta con muy poca infraestructura y el nivel de educación es muy bajo. En época lluviosa se ha registrado un gran número de deslizamientos, lo que provoca grandes daños a sus habitantes, infraestructura y economía; ya que cada año se repite el mismo problema, los habitantes reconstruyen y se recuperan de un desastre natural y el año siguiente se ven afectados por otro desastre natural.

Con el propósito de reducir los daños provocados por desastres naturales cada año, específicamente deslizamientos causados por la lluvia, es necesaria la implementación de un Sistema de Alerta Temprana (SAT) en la comunidad de Sacapulas. Esta propuesta es de suma importancia, ya que se podrán establecer las principales características de la comunidad para proponer un SAT que se adecue a las necesidades y requerimientos de la región. Logrando así establecer roles y responsabilidades dentro de la región para el manejo adecuado del SAT y garantizar su uso adecuado con el propósito de alertar a los habitantes de la comunidad, pudiendo así reducir la pérdida de vidas humanas e impacto económico provocado por los deslizamientos.

III. OBJETIVOS

A. Objetivo general

1. Proponer un Sistema de Alerta Temprana (SAT) de deslizamientos en el área de Sacapulas, para alertar y obtener una respuesta eficiente de los habitantes a la hora de un desastre.

B. Objetivos específicos

1. Determinar las características principales de la región (recursos, población, clima, educación, ubicación, demografía, zonas vulnerables) para determinar si es técnicamente factible la implementación de un SAT de deslizamientos.
2. Determinar si es económicamente factible la implementación de un SAT de deslizamientos por medio de un análisis de costo/beneficio.
3. Elaborar un manual y diagramas de operación para determinar los procesos y herramientas necesarias para el monitoreo y seguimiento de un SAT.
4. Proponer un plan administrativo para el manejo adecuado de un SAT.

IV. MARCO TEÓRICO

A. Cambio climático

En la actualidad se entiende por cambio climático a la variación o modificación en el clima, provocada de forma directa o indirecta por las actividades del ser humano y a los cambios naturales del clima durante distintos períodos de tiempo.

Las variaciones climáticas globales más recientes, más conocidas como el ciclo de los períodos glaciales, tuvieron una duración aproximada de 100,000 años. Estos ciclos fueron provocados por causas naturales. (Maas, 2003).

Anteriormente al período de 1850, la cantidad de gases de efecto invernadero en la atmósfera había permanecido relativamente estable durante varios miles de años. Sin embargo, en la actualidad la gran mayoría de preocupaciones respecto al cambio climático se debe a las actividades del ser humano. En éstas se expulsan a la atmósfera grandes cantidades de gases invernaderos como el dióxido de carbono y metano, lo que provoca un cambio notable en la composición química de la atmósfera, afectando de esta manera el clima mundial. (Stern, 2007)

B. Tipos de desastres naturales

En el territorio de Guatemala se presentan varios tipos de desastres naturales entre los que se encuentran:

1. **Incendio.** Es una ocurrencia de fuego no controlada que puede quemar algo que no está destinado a quemarse. Puede afectar a estructuras y a seres vivos. Los incendios son uno de los riesgos que más aumenta en nuestros días por el uso intensivo de varias formas de energía y porque la concentración en ciudades aumenta el riesgo de que el fuego se propague.

2. **Deslizamiento.** Es un movimiento pendiente abajo, lento o repentino de una ladera, formada por materiales naturales, roca, suelo, vegetación o bien rellenos artificiales.

3. **Sismo.** Es una vibración de las diferentes capas de la tierra, que se produce por la liberación de energía que se da al rozarse o quebrarse un bloque de la corteza terrestre.

4. **Huracán.** Es una manifestación violentas del clima y cuyos síntomas son lluvias intensas, vientos de fuertes a muy fuertes y posteriormente problemas de precipitación lenta.

5. **Inundación.** Es el fenómeno por el cual una parte de la superficie terrestre queda cubierta temporalmente por el agua, ante una subida extraordinaria del nivel de ésta. Varias son las causas que provocan y aceleran las inundaciones, en su gran mayoría originadas por razones de índole natural y en menor grado por motivos humanos, como destrucción de cuencas, deforestación, sobre pastoreo, etc.

6. **Erupción volcánica.** Es la liberación violenta de energía desde el interior de la tierra. El magma en ascenso llega a la superficie por el conducto y se produce la erupción, que se inicia generalmente con el escape de gases que acompaña al magma. La intensidad de la explosión depende del tipo de magma, sin embargo, casi todas las erupciones forman nubes oscuras que suben 30 o más kilómetros y produce derrames de productos volcánicos o incandescentes como lavas y flujos piroclásticos y/o caídas de cenizas.

7. **Tormenta eléctrica.** Es un fenómeno meteorológico caracterizado por la presencia de rayos y sus efectos sonoros en la atmósfera terrestre denominados truenos. (CONRED, 2010)

C. Deslizamientos de tierra

1. **¿Qué es un deslizamiento?** Un deslizamiento de tierra es considerado como el movimiento pendiente abajo, lento o repentino de una ladera, formada por materiales naturales, roca, suelo, vegetación o bien rellenos artificiales. (CONRED, 2010)

2. **Causas de los deslizamientos.** Los deslizamientos se producen debido a la interacción de los procesos naturales y la acción del hombre sobre la tierra.

Estos se producen en diferentes zonas, principalmente en áreas marginales (en mayor porcentaje en barrancos y en menos porcentajes en laderas) causadas por fuerzas naturales (actividad sísmica) provocando la inestabilidad de barrancos y laderas a través del agrietamiento del suelo agregando a este proceso geológico las intensas precipitaciones pluviales que se dan durante el invierno, haciendo mucho mas inestables estos terrenos, los cuales son habitados por miles de personas quienes por razones socio-económicas se ven obligados a construir en estos sitios no aptos para vivir.

A partir de ese momento comienza la relación del hombre con las fuerzas naturales, acciones que inician con la deforestación hasta la mala canalización de las aguas servidas o simplemente no existen, estas causas humanas representan el 70% del origen de los deslizamientos. (CONRED, 2010)

CAUSAS NATURALES

- Por actividad sísmica.
- Por composición del suelo y subsuelo.
- Por la orientación de las fracturas o grietas en la tierra.
- Por la cantidad de lluvia en el área.
- Erosión del suelo.

CAUSAS HUMANAS

- Deforestación de laderas y barrancos.
- Banqueos (cortes para abrir canteras, construcción de carreteras, edificios o casas.
- Construcción de edificaciones con materiales pesados sobre terrenos débiles.
- Falta de canalización de aguas negras y de lluvia (drenajes).

CARACTERÍSTICAS DE IDENTIFICACIÓN

- Agrietamientos del terreno.
- Grietas o fracturas muy anchas (indicador del desplazamiento de la masa del terreno).
- Si hay árboles, estos muestran una inclinación anormal. (no poseen verticalidad).
- Cambio en coloración de agua clara a café de las correntadas de agua que descienden de las partes altas.
- Corrientes de agua cargadas con lodo y fragmentos sólidos.
- Desprendimientos de pequeñas cantidades de suelos o rocas.
- Hundimiento del suelo.
- Relación entre cantidad de precipitación y el tiempo que tarda.

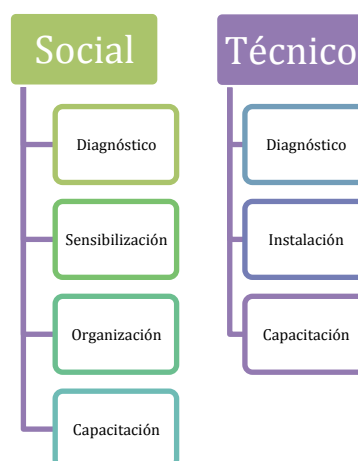
D. Sistema de Alerta Temprana (SAT)

Un Sistema de Alerta Temprana es un medio de generación y comunicación de información que permite a una estructura comunitaria organizada, tomar la decisión de evacuar de forma preventiva a un grupo de personas que pueden estar en peligro debido a un desastre natural.

Permite a las autoridades Municipales, Departamentales y de Gobierno, proporcionar los medio para albergar de una manera digna a las personas mientras permanecen las condiciones de peligro en sus comunidades.

1. Componentes. Un Sistema de Alerta Temprana está dividido en dos componentes, un componente social y uno técnico.

Ilustración 1: Componentes SAT



El componente social es el encargado de fortalecer a las comunidades vulnerables, por medio del diseño de un programa de organización y capacitación con base en las características de la región.

En éste se realiza un diagnóstico social de la comunidad para establecer sus diferentes características y tener una idea general de las necesidades de la población. También se cuenta con una etapa de sensibilización donde se hace saber a la comunidad los problemas y riesgos existentes en la comunidad. Por último se realiza una organización comunitaria para establecer las distintas responsabilidades de cada habitante dentro del SAT y se les proporciona una capacitación para que los habitantes de la comunidad lo transmitan entre ellos y sea más fácil la divulgación del sistema y la información.

El componente técnico es el conjunto de instrumentos y herramientas que tienen como objetivo la medición de distintas variables que se tienen para llevar un control adecuado de las áreas vulnerables de la comunidad. Consta de tres partes, la primera es el diagnóstico de la región para identificar las zonas vulnerables donde se necesite colocar equipo especializado para el control de los desastres, luego se instala y por último se capacita a los habitantes de las comunidades para que estos sean capaces de operar los equipos y herramientas sin la necesidad de acudir a alguien externo a la comunidad.

2. **Fases.** Un Sistema de Alerta Temprana consta de cinco fases: monitoreo, pronóstico, emisión de alerta, comunicación de alerta y evacuación.

Ilustración 2: Fases SAT



La fase de monitoreo consiste en la observación y medición sistemática, continua y permanente del equipo instalado para analizar el comportamiento del fenómeno a lo largo del tiempo.

Posteriormente en la fase de pronóstico, se recolectan los datos obtenidos en la fase de monitoreo para su debido análisis y poder predecir el comportamiento de los mismos datos y poder tomar las acciones necesarias.

Si en el análisis de estos datos se observa que los datos se comportan de una manera que pueda afectar a la comunidad se emite una alerta a los líderes de las comunidades en riesgo y a las entidades locales encargadas de brindar ayuda y soporte para la evacuación.

Por último se comunica a los habitantes de la comunidad sobre el riesgo que existe, con el objetivo de que se tomen las decisiones a nivel familiar, y se procede a la evacuación de los habitantes en riesgo. (CONRED, 2010)

V. MARCO METODOLÓGICO

A. Características de la región

Toda la información presentada a continuación fue dada por la comunidad de Sacapulas, Quiché.

1. **Ubicación.** Sacapulas es un municipio del departamento de Quiché, Guatemala. Se encuentra ubicado a la orilla del río Chixoy, también conocido como río Negro. Está rodeado por la sierra los Cuchumatanes al norte y por la sierra de Chuacús al sur. Colinda al norte con Nebaj y Cunén, al sur con San Andrés Sajcabajá, San Bartolomé Jocotenango y San Pedro Jocopilas, al este con Cunén y San Andrés Sajcabajá y al oeste con los municipios de San Pedro Jocopilas y Aguacatán del departamento de Huehuetenango. Tiene una extensión territorial de 213 kilómetros cuadrados.

2. **Orografía.** Su altura sobre el nivel del mar es de 1,196 metros. Es atravesado por la sierra las Minas y los Cuchumatanes, se encuentra la cumbre Chunchiculic así como doce cerros, cañadas y que radas de agua. Los cerros del municipio se encontraban cubiertos de bosques, pero actualmente se encuentran grandes elevaciones que provocan constantes deslizamientos que amenazan a la población.

3. **Población.** La población de Sacapulas está conformada en un 97% por indígenas y el 3% restante por personas no indígenas. El 52% de los habitantes es de sexo femenino y un 48% de sexo masculino. La división de edades en el municipio está conformada en un 26% por habitantes de 0 a 6 años, de 7 a 14 años por un 24%, de 15 a 64 por un 47% y personas mayores a 65 años representan un 3% de la población. (SEGEPLAN 2013)

El 9% de la población vive en el casco urbano, y el 91% de la población en el área rural. Lo cual indica que la mayoría de los habitantes, por lo general, vive en lugares con pocas vías de acceso y alejados de los servicios básicos.

De acuerdo a la extensión territorial del municipio, la densidad de población se ha estimado en 168 habitantes por kilómetro cuadrado.

La población económicamente activa está conformada por hombres y mujeres de siete años en adelante. Esta población tiene como principal ocupación el sector agrícola ya que éste representa aproximadamente el 58%, el 22% el sector pecuario, 19% artesanas y el

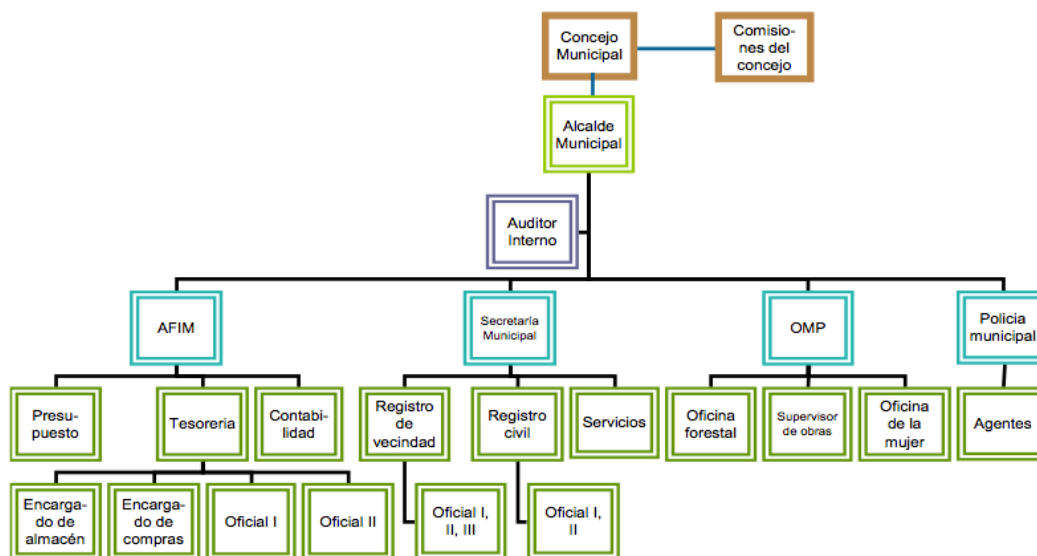
1% comercios y servicios entre los que se encuentran tiendas, ferreterías, aceiteras, transportes, hoteles , supermercados, restaurantes, farmacias, funerarias, ferreterías ,etc. (Ver anexos, Tabla 11)

Según datos de Secretaria General de Planificación y Programación de la Presidencia la pobreza general para el departamento de Quiché es de 84.60%, además se considera la pobreza extrema 33.24% a nivel nacional. (SEGEPLAN 2013)

Para el municipio de Sacapulas el porcentaje de pobreza es de 85.09% y la pobreza extrema es de 33.17%, lo cual influye en desarrollo de la población y es resultado de la falta de ingresos existentes en la localidad. (SEGEPLAN 2013)

4. Organización administrativa y social. El municipio de Sacapulas está gobernado por un Concejo Municipal, el cual está integrado por el alcalde municipal, dos sindicatos y cinco concejales, quienes son electos popularmente. Este consejo municipal es el encargado de gestionar todas las actividades administrativas del municipio.

Ilustración 3: Organización Concejo Municipal



Sacapulas también cuenta con organizaciones encargadas de velar por las necesidades y bien común de los habitantes. Esta organización esta constituida principalmente por 10 comités (Ver anexos, Tabla 15) , 92 consejos comunitarios de desarrollo las cuales buscan promover y facilitar la información y participación de la comunidad. Con el objetivo de primordial de las necesidad y problemas presentes en la comunidad, así como las soluciones de las mismas.

5. Servicios básicos. El municipio de Sacapulas cuenta con los servicios básicos de educación, salud, agua, energía eléctrica, drenajes, cementerio, letrización y recolección de basura.

Sacapulas cuenta con 89 escuelas públicas, 2 privadas y 3 por parte de cooperativa. Cinco de estas se encuentran en área urbana y 89 en el área rural. 57 de las 94 escuelas brindan servicios al nivel primario, 31 al nivel pre-primario, 4 al nivel básico y 2 a nivel medio. (Ver anexos, Tabla 13). El porcentaje de alfabetismo en la población es aproximadamente de un 55%, un 75% de la población alfabetizada tiene un nivel de educación primario y únicamente el 25% alcanza el nivel básico y diversificado.

El servicio de salud es brindado por centros y puestos de salud, y otros centros situados a lo largo de la comunidad. Se cuenta con un centro de salud en el área urbana y cuatro puestos de salud en el área rural, también se cuenta con 38 centros de convergencia en el área rural. (Ver anexos, Tabla 14)

Sacapulas cuenta con servicios de agua y energía eléctrica. El servicio de agua que es brindado por la municipalidad es de agua entubada (50.4%) y agua potable a algunas localizaciones (16%), el resto del agua es obtenida de pozos artesanales, pilas municipales y ríos. La energía eléctrica es proporcionada por una empresa privada llamada Distribuidora de Energía de Occidente y aproximadamente tiene una cobertura de un 85% de la población.

En cuanto al servicio de drenajes, únicamente cuatro comunidades tienen acceso a este servicio (Cabecera del municipio, Río Blanco, Parraxtut y Tzununul). Sacapulas no cuenta con un sistema de tratamiento de aguas servidas y todas estas desembocan en el río Chixoy, provocando un alto riesgo de contaminación.

El servicio de recolección de basura existe, y es prestado por la municipalidad con un costo de Q1.00 por costal, se recolecta dos días a la semana. Debido a que no se cuenta con un lugar adecuado para el desecho de la misma esta es acumulada a 1 KM de la cabecera municipal.

La Cabecera Municipal cuenta con dos cementerios municipales. También se tiene el servicio de letrina el cual se tiene en un 68% del municipio y el resto no lo tiene.

6. Clima. Sacapulas cuenta con un clima cálido donde la temperatura máxima es de 31 °C y mínima de 13 °C, aunque la mayor parte del año se mantiene 24 y 30° C.

El total promedio anual de agua expresada en milímetros que cae de la atmósfera, ya sea como lluvia, nieve o granizo, es de 834.1 milímetros. La humedad relativa es de 66%, determinada por la relación de temperatura y precipitación, la velocidad media del viento es de 10 kilómetros por hora.

B. Antecedentes de desastres.

A continuación se presentan algunos de los desastres que han ocurrido en la región:

Dos menores mueren por un deslizamiento en Senahú A.V.

Guatemala, 29 de agosto de 2010

Noticias de Bomberos de Guatemala (NBG)

«...En Quiché, el puente de Fray Bartolomé de las Casas, en Sacapulas, volvió a colapsar y dejó bloqueado el camino al norte del departamento, así como a Huehuetenango y las Verapaces.

Esta es la segunda vez que este puente se derrumba. La primera ocasión fue después del paso de Ághata, a fines de mayo... » (NBG, 2010)

FAMILIAS EVACUADAS DE ALDEA RÍO BLANCO, SACAPULAS, EL QUICHÉ

Sacapulas, Quiché 30 de agosto de 2010 (NBG).

Rafael Aceytuno (NBG)

« Veinte familias fueron evacuadas hoy de la aldea Río Blanco Sacapulas, la cual quedo inundada al salirse de su cause el río del mismo nombre donde varias casas quedaron con severos daños y una colapso totalmente, informaron los bomberos voluntarios.

Los socorristas de la 43 compañía, colocaron un cable para poder evacuar a las familias damnificadas y trasladarlas al campo de fut bol en la cabecera municipal donde alertaron a las autoridades municipales, dijo el oficial bomberil Lorenzo Barrios.

A ese lugar llegaron familiares de los damnificados quienes las llevaron a sus casas, mientras baja el nivel del río blanco que afecto sus casas. Los familiares de los damnificados hicieron un llamado a las autoridades municipales y la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (Conred) para que lleguen a realizar la evaluación del caso y trasladen alimentos, agua potable y colchonetas.

Los socorristas se encuencuran en alerta naranja como consecuencia de la fuerte lluvia que esta cayendo en esa región.para los damnificados por la fuerte lluvia que esta cayendo en la región del occidente del país. » (Aceytuno, 2010)

Cinco personas mueren soterradas en Sacapulas, Quiché

Sacapulas, Quiché, 11 Sept
Rafael Aceytuno, Agencia NBG

« Cinco miembros de una familia murieron ayer soterrados por un deslizamiento ocasionado por la lluvia en el cantón Pasaúl, Sacapulas, Quiché, informaron los Bomberos Voluntarios...

...Debido al colapso del viaducto han quedado incomunicados 17 mil habitantes de las 36 comunidades del municipio, agregó el jefe edil. » (Aceytuno, 2011)

Lluvias de últimas horas afectan a 46 personas

23 de agosto de 2012
Siglo 21

« La Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (Conred) informó que un deslizamiento se registró en la aldea Paguayil, del municipio de Sacapulas, Quiché, por la acumulación de agua en el suelo.

El deslizamiento dañó severamente una vivienda y afectó a 6 personas. Asimismo el río Chusanyab se desbordó por las lluvias y afectó a 40 personas de la comunidad del mismo nombre en el municipio de San Andrés Sajcabaja.

Las 40 personas afectadas de la aldea Chusanyab fueron evacuadas, de 8 viviendas y se refugiaron con familiares y amigos cercanos. La Conred mantiene el monitoreo de los ríos, a nivel nacional, debido al aumento que podrían presentar en su cauce por las lluvias. » (Siglo 21, 2012)

En Quiché 22 comunidades afectadas y 1,500 personas damnificadas

Guatemala, 9 de Noviembre de 2012
Gustavo Villagrán

« Mil quinientas personas damnificadas de 22 municipios de 6 departamentos de Quiché, es la evaluación de los daños causados por el terremoto del miércoles por la mañana, informó el gobernador departamental, Heber Cabrera, resultado de las inspecciones oculares realizadas y tener así una cuantificación de los daños y de la ayuda que se debe proporcionar.

El funcionario explicó que, de acuerdo con la información proporcionada por las brigadas de ayuda que están trabajando en el área, se contabilizan 48 casas destruidas, 130 dañadas en Pocolil, Chichicastenango, 8 destruidas en Patzité y 4 en Cotzal, con un total de 1,500 personas damnificadas. Cabrera reveló que actualmente existen 510 personas en los albergues temporales habilitados en Chichicastenango y Santa Cruz, a quienes se les ha proporcionado colchonetas, agua pura, alimentos proporcionados por la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (Conred) y otras instituciones de apoyo.

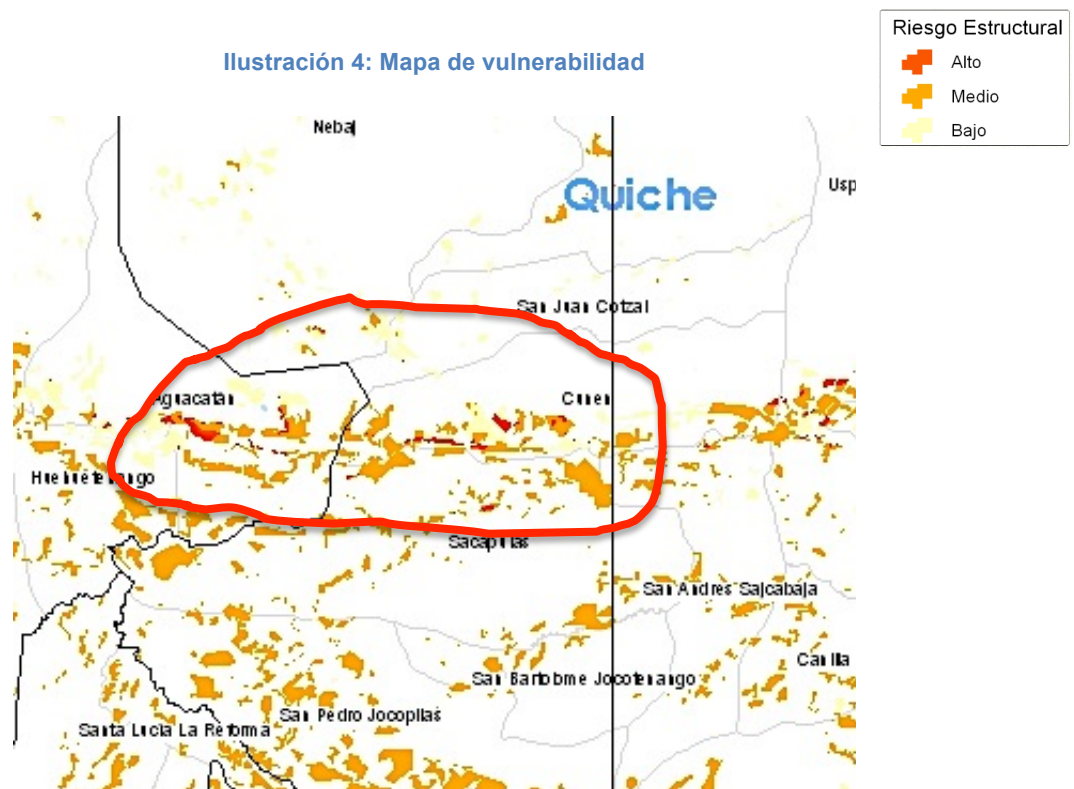
El gobernador indicó que están efectuando los tramites necesarios para lograr la colaboración y proporcionar techos mínimos las personas que perdieron sus viviendas en los seis municipios del departamento que son: San Andrés, Sajcabajá, Patzité, Santa Cruz, Cotzal, Chichicastenango y Chajul.

Además en la inspección de las rutas nacionales se han contabilizado 6 puentes dañados, deslizamientos de tierra en Nebaj y Sacapulas pero los mismos han sido

removidos por cuadrillas de la Dirección General de Caminos y de la Unidad Ejecutora de Conservación Vial (Covial). » (Villagrán, 2012)

C. Zonas vulnerables

A continuación se presentan las zonas vulnerables establecidas por CONRED a la fecha de 10 de mayo de 2012.



(CONRED, 2012)

Como se puede observar en el mapa anterior Sacapulas cuenta con una gran cantidad de posibles deslizamientos de nivel medio y alto. Aunque la cantidad es menor comparado a otros municipios cualquier riesgo podría considerarse como alto, ya que un deslizamiento puede causar grandes daños a la población y a su infraestructura.

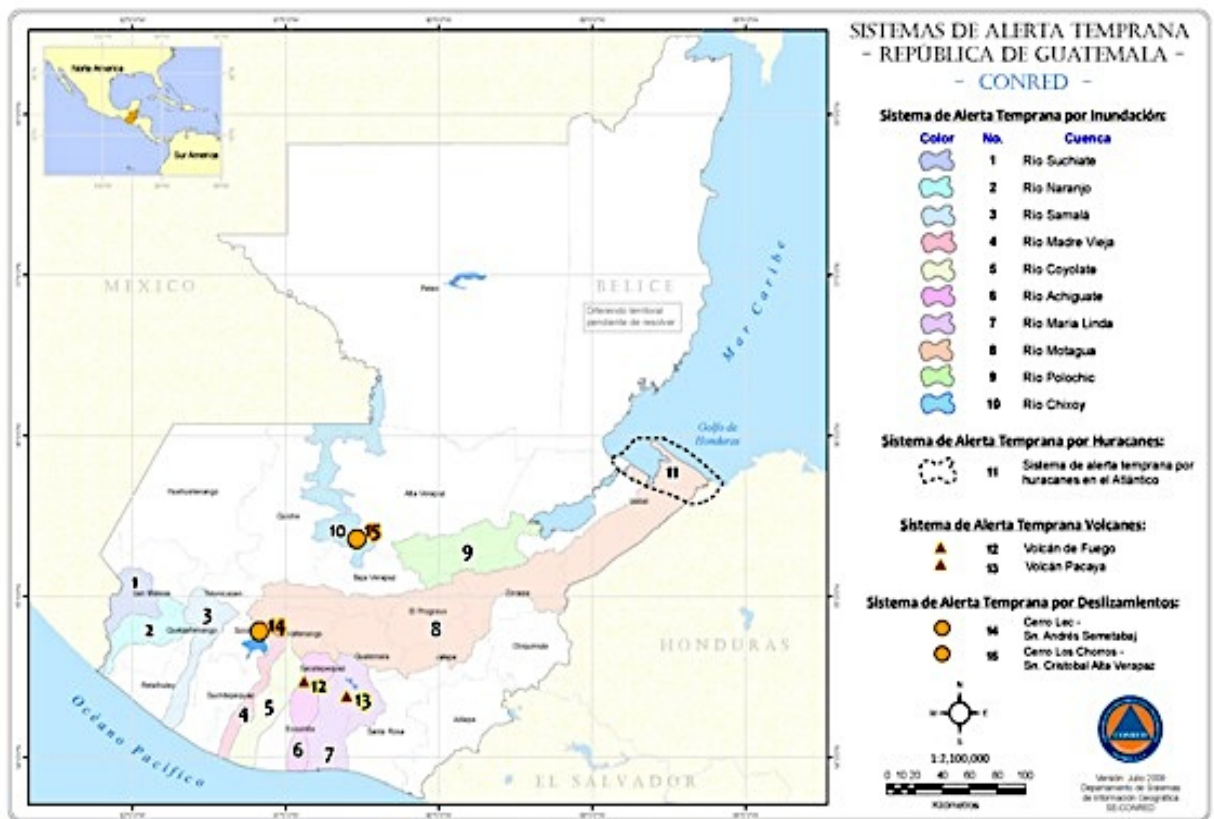
Un deslizamiento de mediano riesgo o superior representa mayor riesgo en un lugar como Sacapulas debido al nivel de pobreza, falta de recursos para la recuperación y reconstrucción de las áreas afectadas y pocas vías de acceso en el área. Un deslizamiento puede dejar incomunicada el área por varios días o incluso más si éste es demasiado grande, provocando que las comunidades en Sacapulas queden aisladas sin que nadie lo

sepa causando que la ayuda tome más tiempo en llegar y el tiempo de reacción de la misma siendo mucho menor lo cual puede ser demasiado tarde.

D. Programas de alerta existente

Sacapulas no cuenta con ningún programa de alerta para deslizamientos en el área, únicamente han sido establecido en San Cristóbal Verapaz y San Andrés Smetabaj.

Ilustración 5: Mapa de SAT en Guatemala



(Conred , 2010)

Como muestra el mapa anterior de Sistemas De Alerta Temprana en toda la República de Guatemala solo existen 15 sistemas de alerta temprana, entre estos 15 sistemas 10 están destinados para inundaciones, 1 para huracanes, 2 para volcanes y 2 para deslizamientos.

E. Análisis FODA

1. Fortalezas

- La comunidad cuenta con amplia variedad de materia prima en la región.
- Se tiene la disposición y colaboración de la comunidad.
- La comunidad tiene acceso a los servicios básicos tales como: agua, electricidad, teléfono.
- Se cuenta con el apoyo de entidades nacionales para la implementación del sistema.

2. Oportunidades

- Si el sistema es exitoso puede ser replicado en comunidades con características similares.
- Se puede mejorar el nivel y calidad de vida de las personas.
- Mejorar la comunicación y organización comunitaria.

3. Debilidades

- Nivel de educación limitado.
- Se tiene un nivel de pobreza alto en la mayoría de la población.

4. Amenazas

- Constantes desastres naturales afectan la comunidad.
- Poca infraestructura, la existente no está en buen estado.
- Acceso limitado a la comunidad.

F. Propuesta de sistema de alerta temprana

Después de haber realizado el diagnóstico de la región, haberse determinado que si es necesaria la implementación de un Sistema de Alerta Temprana en Scapulas, Quiché y haber validado y consultado con la comunidad y representantes de CONRED (Sergio Cabañas y Rubén Ávalos) el sistema, se propone el siguiente sistema:

1. **Componentes social.** Se determinó que la mayoría de la población vive en pobreza por lo que un SAT para deslizamientos beneficiaría en gran manera a los habitantes de la región. Ya que la mayoría vive en el área rural y necesita trasladarse al casco urbano para tener acceso a la mayoría de servicios básicos y un deslizamiento puede impedir que estos tengan acceso a ellos.

Se debe dar a conocer los problemas actuales de la comunidad a sus habitantes para que estos tengan una visión clara de los mismos y que es necesario tomar alguna medida para evitar que sigan presentándose. Por medio de esta información la comunidad podrá establecer un grupo de personas que se encargue del manejo del SAT, ya que el propósito de este sistema es que sea auto sostenible y manejado por habitantes de la comunidad.

Se debe establecer un comité encargado del monitoreo y seguimiento de los cambios ocurridos en el área a monitorear. Este comité debe estar conformado por habitantes de la comunidad como se mencionó anteriormente, esto con el fin de que no se deba depender de ninguna entidad o persona externa a la comunidad garantizando que siempre habrá alguien dando seguimiento a los posibles riesgos en la comunidad. Adicionalmente se debe incluir a un representantes de entidades públicas que puedan brindar ayuda a la hora de un desastre. Los representantes serán el enlace con la ayuda exterior que pueda brindarse a la comunidad, en este caso se recomienda que sea un representante de la Cruz Roja ya que hay presencia de ellos en la comunidad ó uno de CONRED y uno de la municipalidad de Sacapulas para asegurar que se tenga respaldo del gobierno, las responsabilidades de cada integrante del comité serán descritas en el capítulo de Plan Administrativo.

La primera capacitación debe ser dada al comité donde se le darán a conocer todos los problemas y se le dará a conocer todo el componente social del sistema y el manejo del mismo. Debe ser dada por alguien cercano a la comunidad para asegurar que el mensaje será bien recibido por las personas, luego este comité será el encargado de darlo a conocer

al resto de la comunidad para que todos tengan una idea de la situación que se tiene y acciones que se deben realizar para solucionar los problemas que se tengan.

La etapa de capacitación es una de la más importante ya que en esta se debe de tratar de transmitir a la comunidad los problemas actuales que hay en la región, los errores que se están cometiendo por algunos habitantes al continuar habitando lugares de alto riesgo y las medidas que se deben tomar para que todos como comunidad mejoren.

2. Componente técnico. De acuerdo al diagnóstico realizado se propone un sistema de alerta temprana para deslizamientos fabricado con materiales presentes en la región y de bajo costo. Esto para asegurar que pueda ser replicado en cualquier otra área cercana, se pueda dar un fácil mantenimiento y pueda ser reemplazado en cualquier momento sin tener que hacer un desembolso de dinero significativamente alto para la comunidad. El funcionamiento de los mismos será explicado en el manual de monitoreo y seguimiento.

El sistema contará de un pluviómetro y un deslizómetro, ambos fabricados con materiales de bajo costo que se encuentran en la región y los que no se encuentren serán donados.

El pluviómetro es un dispositivo utilizado para medir la cantidad de agua en milímetros (mm) que cae en un lugar específico durante cierta cantidad de tiempo, en este caso será de 12 horas, esto se utilizará para registrar la cantidad de agua que cae durante estas doce horas y determinar si esta representa una amenaza para el área dónde se encuentra instalado.

El pluviómetro será fabricado con los siguientes materiales:

- Embudo de plástico de 14,6 cm de diámetro.
- Manguera de plástico de ½ pulgada de diámetro.
- Envase de plástico colector. Se puede usar una botella de un litro de capacidad u otro envase que permita almacenar el agua recolectada.
- Cilindro calibrado de medición directa en mililitro, con capacidad máxima de 10 mL (140mm de agua).

Ilustración 6: Pluviómetro de bajo costo

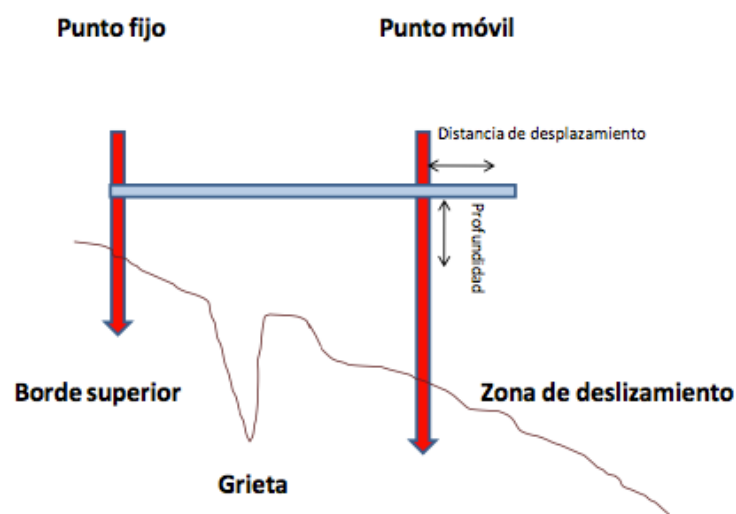


El deslizómetro es un dispositivo que se utilizará para medir el desplazamiento de masas de tierra en sentido horizontal y vertical. Además en este caso, se hará el uso de cables de acero tensionados conectados a una sirena, el cual accionará una sirena en caso de haber un deslizamiento que no haya sido monitoreado y así saber del mismo y tomar las medidas necesarias. Se incluirá un UPS, para asegurar que la sirena cuente con energía eléctrica en todo momento. En este caso se utilizarán materiales presentes en la región y no presentes en la misma los cuales serán donados.

El deslizómetro será fabricado con los siguientes materiales:

- 2 postes metálicos
- 1 Regla de 150 cm metálica o de madera.
- Cable de acero
- Sirena
- UPS de 425VA / 230Watts, con capacidad aproximada de 15 min.

Ilustración 7: Deslizómetro



La instalación de estos dos dispositivos se hará en un área donde se tenga registros anteriores de deslizamiento y que presenten una amenaza para los habitantes. La utilización de los mismos será monitoreada por el comité anteriormente establecido, la capacitación se hará de forma similar al componente social; se dará a conocer los dispositivos a los integrantes del comité y su forma de operación.

Una vez establecidos los componentes sociales y técnicos del sistema se deben establecer las cinco fases del sistema (monitoreo, pronóstico, emisión de alerta, comunicación de alerta y evacuación). Las cinco fases deben ser ejecutadas por el comité de SAT.

Actualmente CONRED cuenta con dispositivos de características similares, pero se proponen los anteriores debido a el bajo costo de elaboración, mantenimiento de los mismos, fácil instalación y la gran ventaja que puede ser realizado por cualquier persona de la comunidad. Ya que los dispositivos que utiliza CONRED son de costos mayores y utilizan mecanismos más complejos los cuales necesitan un cuidado y mantenimiento mayor al de los dispositivos que se proponen.

Ilustración 8: Deslizómetro CONRED



Ilustración 9: Pluviómetro CONRED



3. **Monitoreo.** Constará en una revisión periódica de los dispositivos instalados, pluviómetro y deslizómetro. En época lluviosa se deberá monitorear el pluviómetro cada 12 horas idealmente la primera medición a las 6 am y la segunda a las 6 pm, esto para tener dos lecturas en un mismo día.

El deslizómetro debe ser monitoreado 1 vez al día, esto para poder observar periódicamente si existe algún desplazamiento de tierra. Ambas lecturas deben ser registradas en los formatos propuestos (ver anexos).

4. **Pronóstico, emisión de alerta, comunicación de alerta y evacuación.** Con base en los datos recolectados de cada dispositivo se deberá realizar un pronóstico de lo que puede llegar a suceder en el área, ambos dispositivos

Para el pluviómetro se propone una serie de rangos para determinar el impacto que la cantidad de agua puede llegar a tener en la población.

Tabla 1: Rangos de precipitación

Cantidad de agua (mm)	Duración de lluvias	Estado de alerta
60	0-3 horas	Verde
100	3-6 horas	Amarilla
150-300	6-12 horas	Naranja
Mayor a 300	12-24 horas	Roja

Para el deslizometro se proponen los siguientes rangos, cabe mencionar que para desplazamientos mayores a 120 cm el dispositivo emitirá una alerta automáticamente y se procederá a evacuar a las personas en ese momento.

Tabla 2: Rangos de desplazamiento de tierra

Desplazamiento (cm)	Estado de alerta
0-20	Verde
20-60	Amarilla
60-120	Naranja
Mayor a 120	Roja

Una vez analizados los datos se procederá a determinar el estado de alerta en el que se encuentra y establecer las medidas y acciones a tomar de acuerdo al estado de alerta que se establezca. A continuación se presenta la descripción y acción a tomar de acuerdo al estado de alerta.

Tabla 3: Alertas

Estado de Alerta	Descripción	Encargado de acudir y/o brindar ayuda	Acción
Verde	Se detecta una situación de riesgo pero el mismo no es inminente.	Comité de SAT	Monitorear la situación cada 6 horas e informar a los encargados de comité.
Amarilla	Cuando se presenta una situación de riesgo con una tendencia ascendente.	Comité de SAT	Monitorear la situación cada 3 horas y alertar a Cruz Roja sobre situación e informar a pobladores cercanos sobre la misma.
Naranja	Cuando la situación de riesgo sea inminente, provoque situaciones serias de emergencia y cuando impacte una o varias zonas presentando daños a personas, bienes, infraestructura y afecte la capacidad de respuesta.	Comité de SAT, Cruz Roja, CONRED	Monitorear la situación cada 2 horas, evacuar a pobladores cercanos, y contactar a autoridades de Cruz Roja, CONRED y servicios de emergencia nacional.
Roja	Cuando la situación de riesgo sea inminente y se tengan daños severos a la población e infraestructura del sector.	Todos los anteriores y ayuda a nivel nacional e internacional.	Monitorear la situación cada hora, evacuar y declarar en estado de calamidad e informar a sectores de apoyo para acudir al desastre.

Luego de haber emitido y comunicado la alerta se procederá a realizar la evacuación solamente si es necesario, esto ocurrirá en el caso que se declare una alerta de tipo naranja. Todas las alertas serán emitidas y comunicadas únicamente por el comité de SAT y las autoridades municipales.

Después de haber concluido con las 5 fases anteriores se reiniciará el procedimiento iniciando desde la fase de monitoreo y así sucesivamente para mantener en constante funcionamiento el sistema.

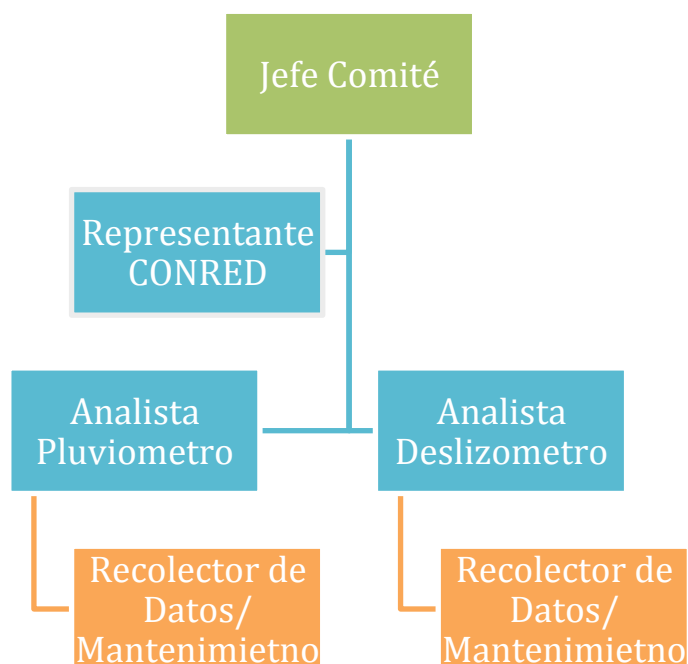
Se realizó un diagrama para resumir y comprender fácilmente todo el proceso. Ver (Anexos, Ilustración 12)

G. Plan administrativo

Con el fin de asegurar el buen funcionamiento del sistema se propone tener un comité encargado del manejo del SAT, a continuación se presentará su organización y funciones de cada miembro del comité.

1. Organigrama

Ilustración 10: Organigrama Comité SAT



2. Definición de roles y responsabilidades

Jefe de Comité

Será el encargado del manejo del Sistema de Alerta Temprana, así como de velar por el correcto funcionamiento del sistema. Tendrá a su cargo a todo el personal del comité y velará por que el resto de los integrantes del comité cumplan con sus funciones, con el fin de asegurar el adecuado funcionamiento de todo el sistema. Su principal responsabilidad será la toma de decisiones, ya que será el encargado de establecer los estados de alerta en base a los análisis reportados por el personal. También tendrá a su cargo la selección de un lugar adecuado para establecer a los habitantes que hayan sido evacuados en caso de serlo necesario. Estará apoyado por un representante regional de CONRED.

Requisitos:

- Edad: 25 años en adelante
- Género: Indiferente
- Debe tener presencia en la municipalidad local.
- Saber leer, escribir y matemática básica

Representante de CONRED

Será el encargado de brindar apoyo al jefe de comité en el manejo del sistema en general. Así mismo servirá como enlace entre el comité y CONRED, para que el sistema esté siempre supervisado y apoyado por una entidad pública en el caso de una emergencia.

Requisitos:

- *Representante de CONRED de la región
- *Será seleccionado por CONRED por lo que el único requisito es el anterior para asegurar una presencia constante en el lugar.

Analista pluviómetro

Su función será analizar los datos obtenidos por los recolectores de datos, este los consolidará y hará los cálculos necesarios para determinar la cantidad de agua en mm y recomendar a sus superiores las acciones y medidas a tomar de acuerdo al estado de alerta que el mismo recomiende. Así mismo deberá brindar apoyo para cualquier comunicación de alerta a los pobladores, en caso de serlo necesario a la evacuación de los mismos.

Requisitos:

- Edad: 25 años en adelante
- Género: Indiferente
- Saber leer, escribir y matemática básica

Analista deslizador

Su función será analizar los datos obtenidos por los recolectores de datos, este los consolidará de acuerdo a la cantidad de cm que la tierra se haya desplazado y recomendar a sus superiores las acciones y medidas a tomar de acuerdo al estado de alerta que el mismo

recomiende. Así mismo deberá brindar apoyo para cualquier comunicación de alerta a los pobladores, en caso de serlo necesario a la evacuación de los mismos.

Requisitos:

- Edad: 25 años en adelante
- Género: Indiferente
- Saber leer, escribir y matemática básica

Recolector de datos/mantenimiento

Será el encargado de recolectar los datos en cada uno de los dispositivos de alerta (deslizómetro y pluviómetro) en los tiempos establecidos, así mismo tendrá la responsabilidad de verificar el estado de cada uno de los dispositivos y dar el mantenimiento necesario a cada uno para garantizar el buen estado de los mismos, reportándolo previamente al jefe de comité para determinar las acciones necesarias a seguir. También será el responsable de evacuar a las personas que lo necesiten y guíarlas a un lugar seguro establecido por el jefe del comité.

Requisitos:

- Edad: 25 años en adelante
- Género: Indiferente
- Saber leer, escribir y matemática básica
- Conocimientos básicos de electricidad y plomería.

H. Manual de manejo y seguimiento

Este manual (Ver anexos, Manual de manejo y seguimiento) tiene como principal objetivo describir cada uno de los dispositivos, su uso adecuado y el seguimiento que se le debe dar a cada uno de ellos.

En esta sección se contó con la ayuda y asesoría de Rubén Ávalos, representante de CONRED encargado de la elaboración y monitoreo de dispositivos utilizados por CONRED, además se contó con la ayuda de miembros de la comunidad donde se recibió retroalimentación de los mismos la cuál sirvió para elaborar un manual de fácil comprensión. (Ver anexos Ilustración 19 - Ilustración 21 e Ilustración 25)

Se elaboraron diagramas para facilitar la comprensión de los distintos procesos (Ver anexos, Ilustración 15- Ilustración 18). Adicionalmente a los diagramas convencionales se

utilizó un formato distinto a el convencional ya que no eran tan agradables y fáciles de comprender para los habitantes, estos fueron los cuales se incluyeron en el manual.

Para facilitar aún más la comprensión de los mismos en el cuál se utilizó un color específico para cada participante para establecer y comprender fácilmente las actividades que realiza cada uno de los involucrados. De igual forma se estableció que el flujo principal de cada proceso estaría identificado por una flecha azul y los flujos alternos por una flecha anaranjada. Los tiempos de cada actividad no fueron establecido debido a que no han sido implementados.



Manual de manejo y seguimiento



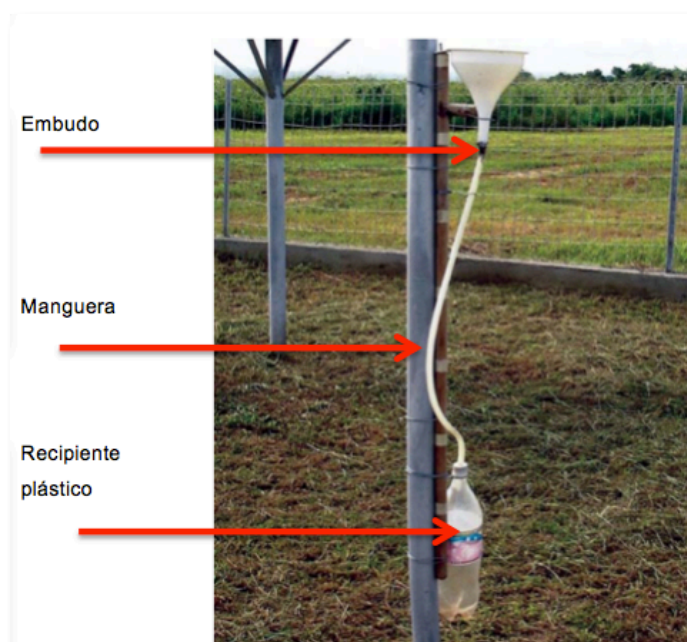
Pluviómetro

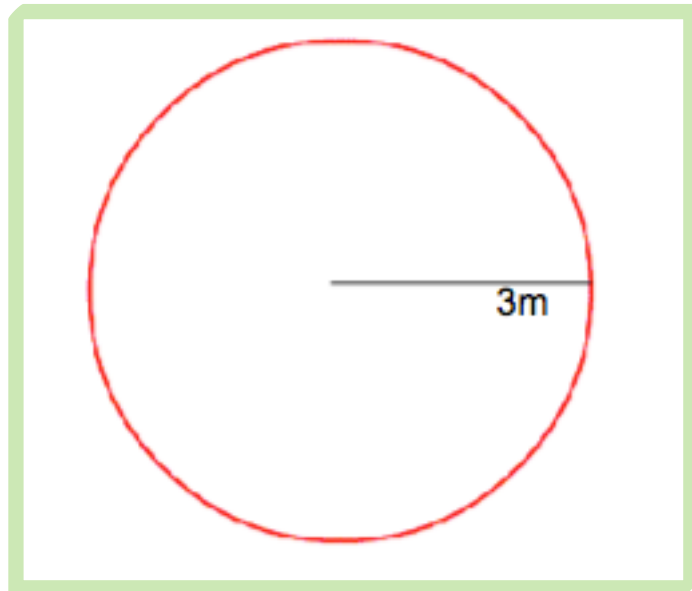
¿Qué es un pluviómetro?

Es un dispositivo utilizado para medir la cantidad de lluvia caída durante cierto tiempo. La idea de este dispositivo se basa en que la lluvia es medida por la cantidad de milímetros que alcanzaría el agua en un suelo perfectamente horizontal.

Componentes

El pluviómetro consta de tres partes fundamentales: embudo, manguera y recipiente plástico. Estos tres componentes son de suma importancia para el pluviómetro, la ausencia o mal estado de cualquiera de





¿Cómo instalarlo?

- El pluviómetro debe ser instalado a una altura de 1.5 metros, medidos desde el ras del suelo.
- Se debe colocar de forma vertical y tratar que el dispositivo quede lo mas nivelado posible.
- Debe de colocarse en un área abierta, es decir que no hayan obstáculos como árboles, casas, edificios o cualquier objeto que pueda obstruir el paso de la lluvia hacia el dispositivo. Para garantizar esto, se debe asegurar que no haya ninguno objeto a 3 metros de el (3m de radio).

Toma de mediciones

- Las mediciones del pluviómetro se realizarán de acuerdo a la época del año, lluviosa no lluviosa.
 - Lluviosa: se tomarán 2 lecturas diarias en un lapso de 12 horas, una a las 6am y otra a las 6pm.

Debido a que el pluviómetro es realizado con materiales de bajo costo y que el recipiente utilizado no posee una forma regular es necesario contar con un cilindro calibrado en milímetros, con capacidad máxima de 10 mL (140mm de agua). para tomar la lectura.





¿Cómo tomar la lectura?

La lectura se realizará de la siguiente manera:

1. Desconectar el recipiente recolector de lluvia (doble litro).
2. Trasladar el agua del recipiente(doble litro) al cilindro calibrado en milímetros.
3. Colocar el cilindro en una superficie plana.
4. Tomar lectura
5. Desechar agua
6. Reconectar recipiente recolector de lluvia.

La lectura debe ser registrada en el formato de Registro de precipitación

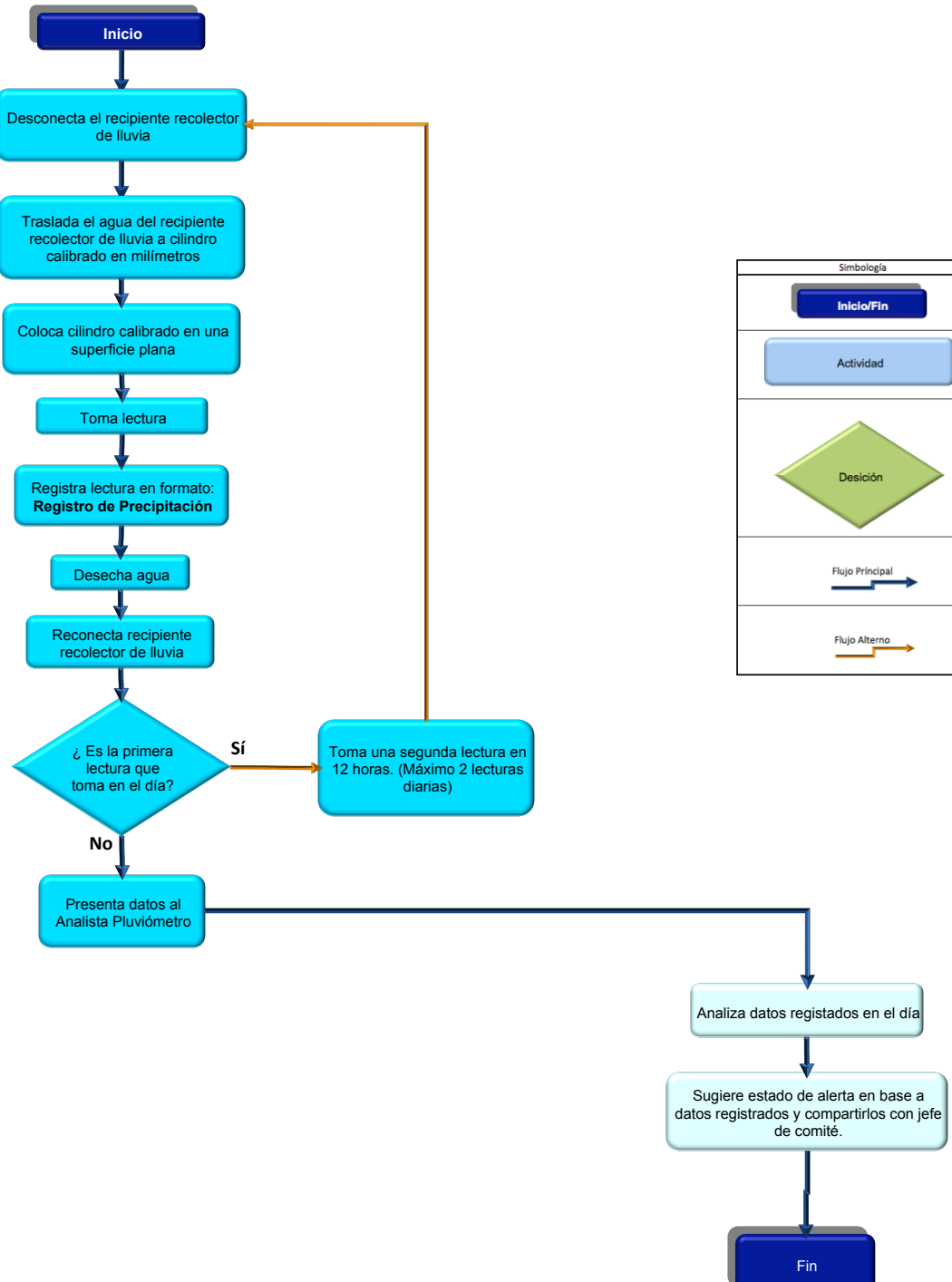
COMITÉ SAT					No. 0001
Registro de precipitación					
Pluviómetro No:		<input type="text"/>			
Nombre					
Recolector: _____					
No.	Fecha	Hor a	Precipitación (mm)	Precipitación acumulada (mm)	

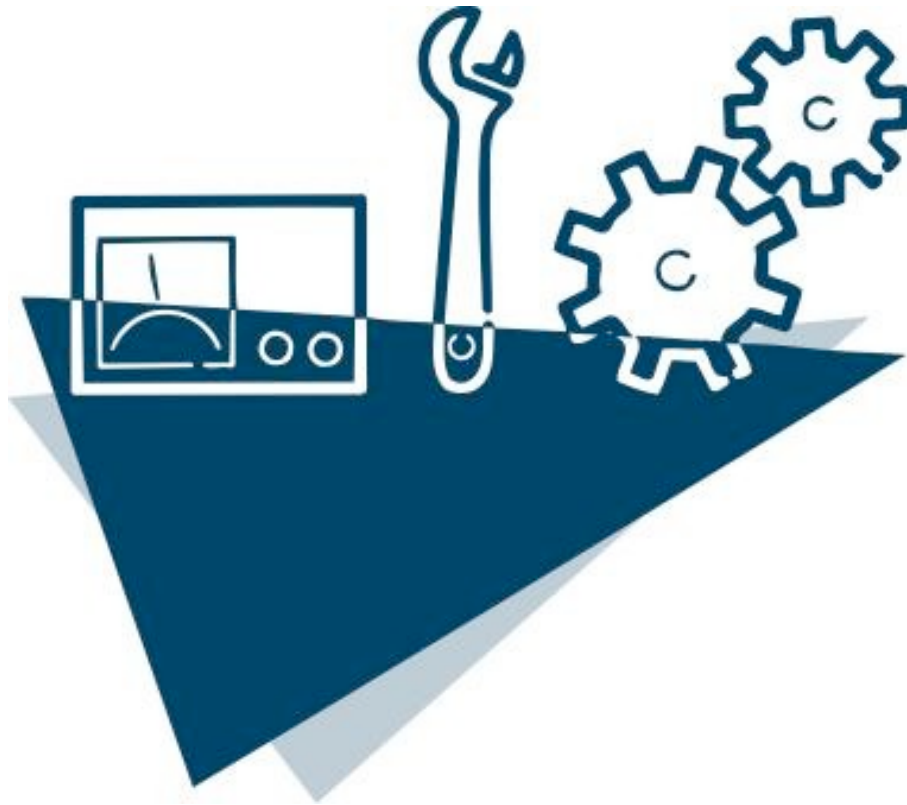
Diagrama de operación pluviómetro

Operación pluviómetro

Recolector de datos

Analista pluviómetro





Mantenimiento del pluviómetro

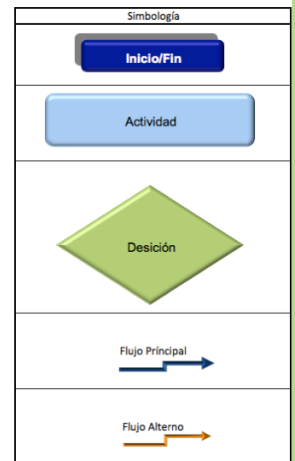
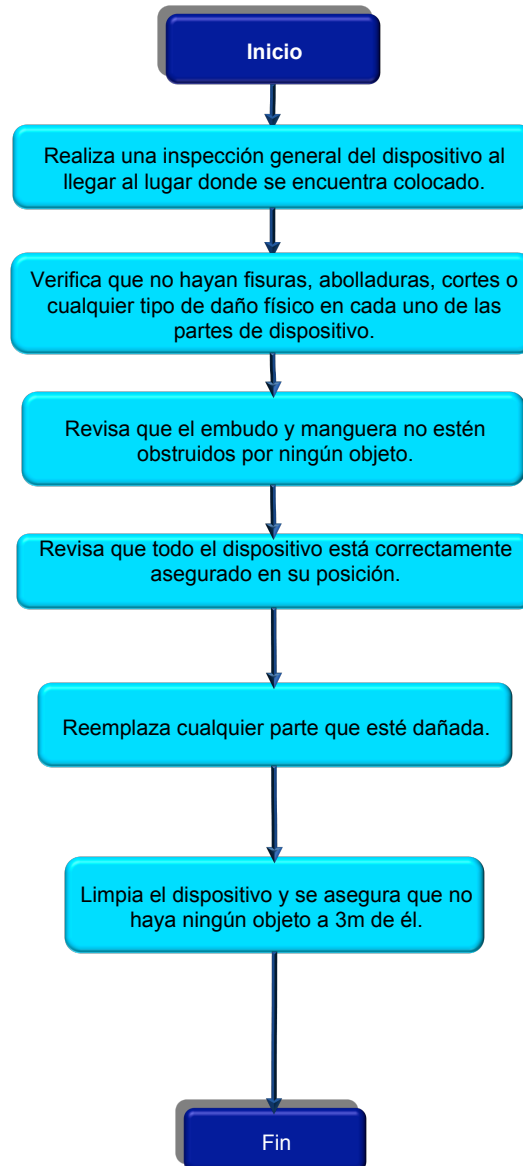
Con el objetivo de mantener el dispositivo en las mejores condiciones se deben realizar los siguientes pasos:

1. Realizar una inspección general del dispositivo al llegar al lugar donde se encuentra colocado.
2. Verificar que no hayan fisuras, abolladuras, cortes o cualquier tipo de daño físico en cada una de las partes del dispositivo. En caso de existir algún tipo de daño reemplazarlo lo más pronto posible.
3. Revisar que el embudo y manguera no estén obstruidos por ningún objeto.
4. Revisar que todo el dispositivo está correctamente asegurado y en su posición.
5. Limpiar el dispositivo y asegurarse que no haya ningún objeto a 3m de él.

Diagrama mantenimiento pluviómetro

Mantenimiento pluviómetro

Recolector de datos





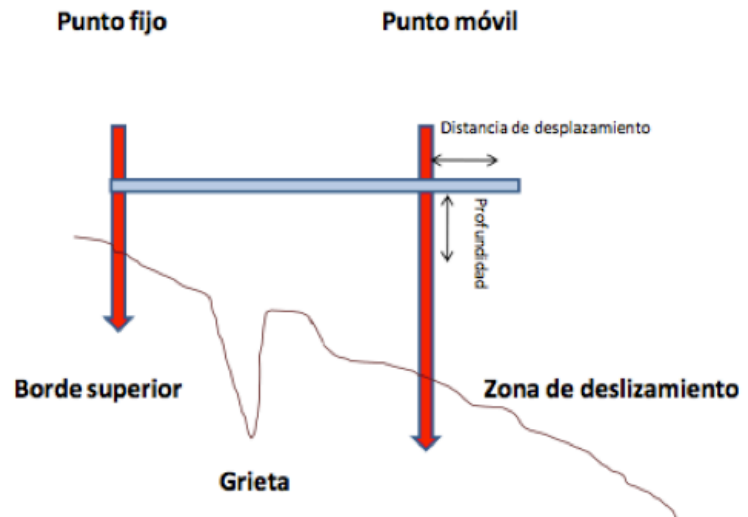
Deslizometro

¿Qué es un deslizometro?

Es un dispositivo que se utiliza para medir el desplazamiento de masas de tierra en sentido horizontal y vertical.

Componentes

El deslizometro es un dispositivo muy simple, éste consta de 2 postes metálicos uno fijo y uno móvil, una regla de 150 cm, cable de acero tensado, sirena y un UPS de 425VA / 230Watts, con capacidad aproximada de 15 min.

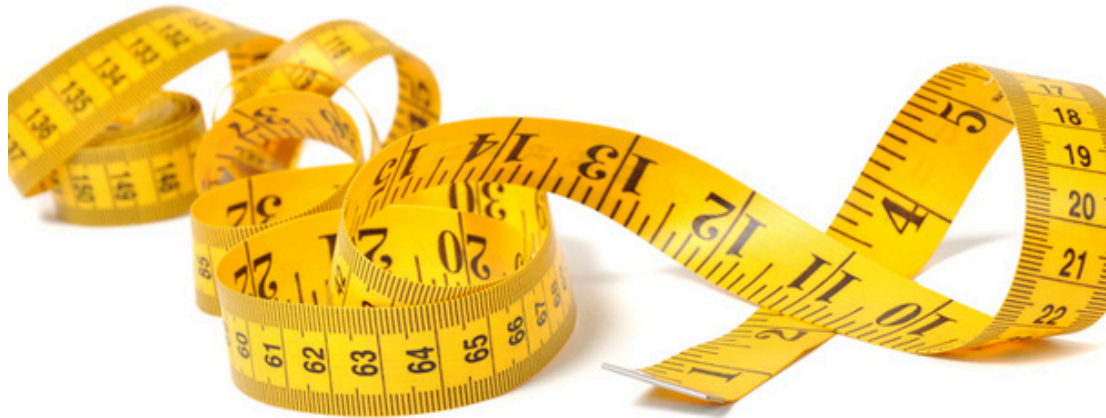


¿Cómo instalarlo?

- El dispositivo debe ser colocado en una grieta.
- Se debe colocar de forma que la regla del deslizometro quede a 1.5 m de altura.
- El UPS y sirena deben ser colocados a 3 m del lugar donde se coloque el deslizometro, deben contar con alimentación de energía eléctrica.



- El cable de acero tensado debe ir conectado al punto móvil y a la sirena, ya que éste accionará la sirena en el dado caso que se de un deslizamiento de 120 cm o mayor.
- Establecer el punto de partida de la regla, para determinar el desplazamiento que se va dando conforme las lecturas.



¿Cómo tomar la lectura?

1. Tomar lectura punto de partida en regla.
2. Registrar punto de partida en formato: Registro desplazamiento
3. Tomar lectura de desplazamiento
4. Registrar lectura en formato: Registro desplazamiento
5. Restar lectura de desplazamiento menos punto de partida
6. Registrar lectura en formato: registro desplazamiento
7. Sumar última lectura con columna de desplazamiento acumulado.
8. Registrar desplazamiento acumulado.

La lectura del deslizador debe ser registrada en el siguiente formato:

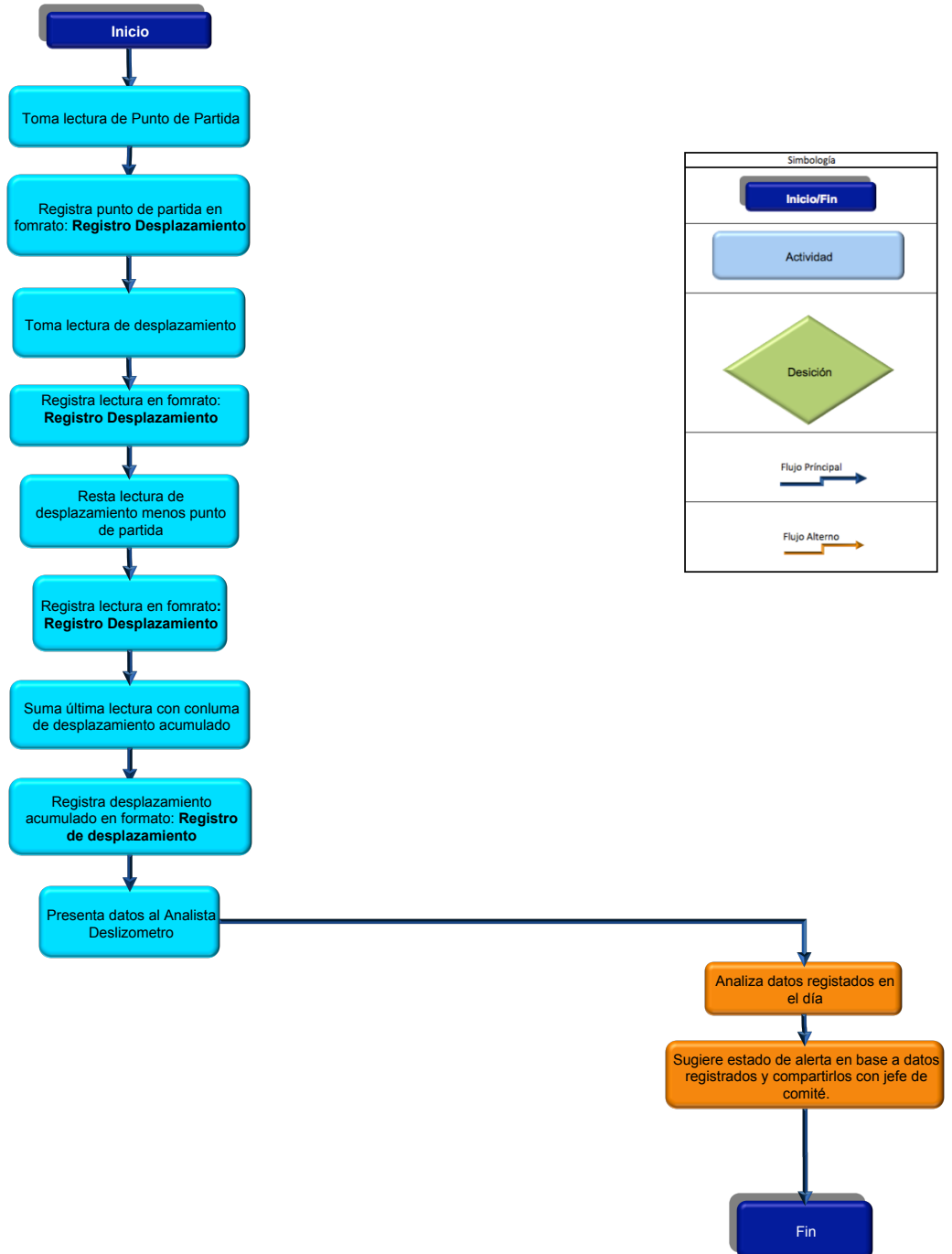
COMITÉ SAT					No. 0001
Registro desplazamiento					
Deslizador No:		<input style="width: 50px;" type="text"/>			
Nombre Recolector:		_____			
Fecha	Hora	Punto de Partida (cm)	Desplazamiento (cm)	Lectura	Desplazamiento Acumulado (cm)

Diagrama de operación deslizador

Operación deslizador

Recolector de datos

Analista deslizador





Mantenimiento del deslizometro

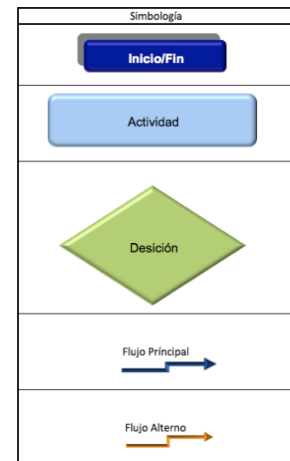
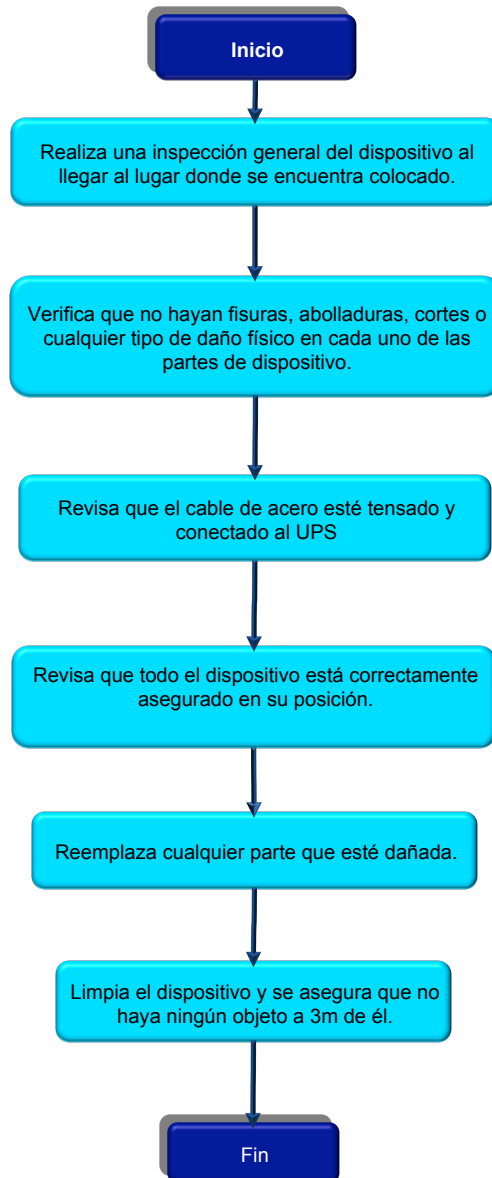
Con el objetivo de mantener el dispositivo en las mejores condiciones se deben realizar los siguientes pasos:

1. Realizar una inspección general del dispositivo al llegar al lugar donde se encuentra colocado.
2. Verificar que no haya fisuras, abolladuras, cortes o cualquier tipo de daño físico en cada una de las partes del dispositivo. En caso de existir algún tipo de daño reemplazarlo lo más pronto posible.
3. Revisar que el cable de acero esté tensado y conectado al ups.
4. Revisar que todo el dispositivo está correctamente asegurado y en su posición.
5. Limpiar el dispositivo y asegurarse que no haya ningún objeto a 3m de él.

Diagrama mantenimiento deslizador

Mantenimiento deslizador

Recolector de datos



I. Análisis de factibilidad técnica

El estudio de factibilidad técnica consistió en realizar una evaluación de la mano de obra necesaria para integrar el Comité del SAT y recursos existentes en la región, con el fin de evaluar la posibilidad de hacer uso de los mismos en la implementación del sistema propuesto y establecer los recursos o mano de obra que sea necesaria adquirir que no esté presente en la región.

En cuanto a mano de obra necesaria para la integración del Comité del SAT, los requisitos mínimos con los que debe contar el sistema son los siguientes:

- Personal mayor a 25 años.
- Personal que sepa leer, escribir y matemática simple.
- Un representante de alguna entidad gubernamental para brindar apoyo a el sistema.
- Un miembro municipal encargado de dirigir el sistema.

Evaluando la mano de obra existente en la región se puede determinar que no será necesaria la adquisición de ningún otro miembro externo para completar la mano de obra. Aunque la población cuente con un nivel de educación bastante limitado (55% de la población sabe leer, escribir y matemática básica) este es suficiente para las actividades y responsabilidades que tendrán en el sistema.

La región cuenta con presencia de entidades gubernamentales que pueden brindar apoyo al sistema, se cuenta con presencia de representantes regionales de CONRED y una sede de la Cruz Roja en dentro del Casco Urbano.

Se cuenta con una municipalidad en el Casco Urbano, la cuál brindará apoyo al sistema. Por último, sí se cuenta con personal mayor a 25 años ya que un 47% de la población tiene entre 15 y 64 años.

En cuanto a recursos los requisitos mínimos para la elaboración de los dispositivos (pluviómetro y deslizometro) son los siguientes:

- 2 postes metálicos de 2.5m
- 1 regla de 150 cm metálica o de madera.
- Cable de acero
- Sirena

- UPS de 425VA / 230Watts, con capacidad aproximada de 15 min.
- Embudo de plástico de 14,6 cm de diámetro.
- Manguera de plástico de ½ pulgada de diámetro.
- Envase de plástico colector. Se puede usar una botella de un litro de capacidad u otro envase que permita almacenar el agua recolectada.
- Cilindro calibrado de medición directa en mililitro, con capacidad máxima de 10 mL (140mm de agua).

Evaluando los recursos existentes en la región se puede determinar que los únicos componentes que tendrán que ser adquiridos fuera de la región son la sirena, UPS y cilindro calibrado de medición directa en milímetros, sin embargo estos serán donados. El resto de los componentes pueden ser adquiridos en los comercios locales tales como ferreterías, herrerías, tiendas y supermercados presentes en la región.

Como resultado del estudio técnico se puede determinar que es técnicamente factible la implementación del Sistema de Alerta Temprana propuesto en Sacapulas, ya que cuenta con los recursos y mano de obra necesarios para la implementación de el mismo.

J. Análisis de factibilidad económica

1. Costos de elaboración. A continuación se presentan los costos de elaboración de ambos dispositivos:

Tabla 4: Costos de elaboración de dispositivos

Cantidad	Artículo	Costo Unitario	Costo Total
1	Envase plástico 2 litros	Q12.00	Q12.00
3	Poste metálico 2.5m	Q110.00	Q330.00
1	Regla metálica de 150 cm	Q35.00	Q35.00
6	Pies cable de Acero	Q2.30	Q13.80
3	Pies de manguera plástica de 1/2 pulgada	Q3.40	Q10.20
1	Embudo plástico de 14.6 cm de diámetro	Q15.00	Q15.00
1	Sirena	Q191.92	Q191.92
1	Cilindro calibrado en milímetro	Q160.00	Q160.00
1	UPS	Q599.00	Q599.00
		Total	Q1,366.92

2. Costos de operación y mantenimiento

Tabla 5: Costos operación y mantenimiento

Cantidad	Descripción	Costo mensual	Costo total mensual
	Costos operativos		
1	Jefe de Comité	Q1,500.00	Q1,500.00
2	Analistas de datos	Q1,250.00	Q2,500.00
2	Recolectores de datos	Q1,000.00	Q2,000.00
	Total	Q3,750.00	Q6,000.00
	Costos de mantenimiento		
1	Pluviómetro	Q25.20	Q25.20
1	Deslizómetro	Q48.80	Q48.80
	Total	Q74.00	Q74.00
	Costos totales	Q3,824.00	Q6,074.00

El salario del jefe de comité fue determinado de esa manera debido a que este será un trabajador municipal, la administración del SAT no será su único ingreso por lo que será una bonificación a su salario base. Los salarios de analistas y recolectores fueron estimados en base al salario diario de un trabajador en el área ($62.5 * 20$ días hábiles y $Q50.00 * 20$ días hábiles), información que fue proporcionada por los habitantes de la población aproximadamente de Q50 a Q60 por día. Todos los salarios pueden ser eliminados si se consigue ayuda voluntaria local, pero con el fin de motivar al crecimiento del sistema se asumirá que todos obtendrán un salario. Sin embargo estos salarios pueden provocar un problema dentro de la comunidad, ya que la mayoría de las personas querrá involucrarse en el SAT y esto no será posible, por lo que se recomienda que los salarios sean establecidos por hora de trabajo de los involucrados; esto para evitar conflictos entre las personas involucradas y las no involucradas.

Tabla 6: Costo por hora

Cantidad	Descripción	Costo Diario	Costo por Hora
	Costos operativos		
1	Jefe de Comité	Q75.00	Q9.38
2	Analistas de datos	Q62.50	Q7.81
2	Recolectores de datos	Q50.00	Q6.25
	Total	Q187.50	Q23.44

Los costos de mantenimiento de los dispositivos fueron calculados asumiendo que se cambiarían las partes esenciales de cada dispositivo (regla metálica, cables de acero, manguera plástica y embudo plástico) mensualmente.

Además de la inversión de Q 1366.92 para la elaboración de los dispositivos, se considerará en la inversión inicial un primer sueldo para los encargados del sistema, ya que la capacitación será dada de forma gratuita por parte de CONRED, esto para motivar a los encargados desde el inicio.

3. Clasificación de Costos

Directos

Tabla 7: Materiales directos

Materia Prima Directa	Monto
Poste metálico 2.5m	Q330.00
Sirena	Q191.92
Cilindro calibrado en milímetro	Q160.00
UPS	Q599.00
Total	Q1,280.92

Tabla 8: Mano de obra directa

Mano de Obra Directa	Mensual
Analistas de datos	Q2,500.00
Recolectores de datos	Q2,000.00
Total	Q4,500.00

Indirectos

Tabla 9: Materiales indirectos

Materia prima Indirecta	Monto
Envase plástico 2 litros	Q12.00
Regla metálica de 150 cm	Q35.00
Pies cable de acero	Q13.80
Pies de manguera plástica de 1/2 pulgada	Q10.20
Embudo plástico de 14.6 cm de diámetro	Q15.00
Total	Q86.00

Tabla 10: Mano de obra indirecta

Mano de Obra indirecta	Mensual
Jefe de Comité	Q1,500.00
Total	Q1,500.00

4. Determinación de TMAR. La Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento fue determinada de la siguiente forma:

$$TMAR = i + f + if$$

Donde:

i = Tasa de interés líder de Banco de Guatemala.

f = tasa de inflación

Esta fue determinada por medio de un promedio de las series de inflación del año 2010-2012 (Ver Anexos, Tabla 17).

Tabla 11: TMAR

Tasa	Valor
Tasa de Interés Líder Banco de Guatemala	5.25%
Inflación	4.62%
TMAR	10.11%

5. Costo/Beneficio

Tabla 12: Flujo de efectivo

Periodo	Ingresos	Egresos	Flujo de Efectivo Total	Valor Presente	Retorno de la inversión
0	Q0.00	Q7,366.92	Q7,366.92	Q7,366.92	Q7,366.92
1	Q8,541.66	Q6,074.00	Q2,467.66	Q2,241.09	Q5,125.83
2	Q8,541.66	Q6,074.00	Q2,467.66	Q2,035.32	Q3,090.51
3	Q8,541.66	Q6,074.00	Q2,467.66	Q1,848.44	Q1,242.07
4	Q8,541.66	Q6,074.00	Q2,467.66	Q1,678.72	Q436.65
5	Q8,541.66	Q6,074.00	Q2,467.66	Q1,524.59	Q1,961.23
6	Q8,541.66	Q6,074.00	Q2,467.66	Q1,384.60	Q3,345.84
7	Q8,541.66	Q6,074.00	Q2,467.66	Q1,257.47	Q4,603.31
8	Q8,541.66	Q6,074.00	Q2,467.66	Q1,142.01	Q5,745.32
9	Q8,541.66	Q6,074.00	Q2,467.66	Q1,037.16	Q6,782.48
10	Q8,541.66	Q6,074.00	Q2,467.66	Q941.93	Q7,724.41
11	Q8,541.66	Q6,074.00	Q2,467.66	Q855.44	Q8,579.85
12	Q8,541.66	Q6,074.00	Q2,467.66	Q776.90	Q9,356.75

Tabla 13: Indicadores económicos

Indicador	Valor
TMAR	10.11%
VPN	Q9,356.75
TIR	32%
B/C	1.28

Como el sistema no generará ningún tipo de ingreso los beneficios considerados para el análisis fueron el dinero que se dejará de gastar en la recuperación destinado a 15 familias, se estableció que la cantidad destinada por familia es de Q6,833.33 (Q. 5333.33 para reconstrucción de 1 vivienda y Q1500.00 para cada familia, dato establecido por CONRED) siendo un total de Q102,499.95 anualmente y Q.8,541.66 mensualmente.

Como se puede observar el proyecto puede ser aceptado debido a que se obtuvo un VPN positivo de Q. 9,356.75. Así mismo se obtuvo que el valor de la TIR fue de 32% por lo que se puede establecer que el proyecto puede ser aceptado debido a que es mayor a la TMAR establecida de 10.11%, esto principalmente a los bajos costos de implementación, mantenimiento y operativos. Adicionalmente se estimó que el período de retorno de la inversión es de tres meses.

Por último realizando el análisis costo beneficio del proyecto, se obtuvo una relación del 1.28, lo cual significa que por cada quetzal invertido en el proyecto se obtendrán Q 1.28. Esto sin mencionar el gran beneficio de salvar vidas humanas con la implementación del sistema, las cuales no pueden ser cuantificadas monetariamente.

Con el anterior análisis se puede determinar que es económicamente factible la implementación de un Sistema de Alerta Temprana para deslizamientos en el área de Sacapulas, Quiché.

Todo el dinero ahorrado puede ser invertido en educación e infraestructura, lo cuál ayudará a mejorar la situación de la región ya que es una de las más pobres del país debido a los desastres que continuamente afectan a los habitantes de la comunidad.

A medida que el sistema sea implementado en diferentes zonas de la región, podrá mejorar el nivel de vida de muchas personas ya que podrá ser una fuente de empleo para los habitantes y no se verá afectada su economía de la misma manera como ha sido el caso hasta ahora. Cabe mencionar que como la naturaleza es algo impredecible no se espera que se puedan predecir ni prevenir todos los deslizamientos en el área, pero sí en gran manera.

Además de el gran beneficio mencionado anteriormente que es salvar vidas humanas se pueden mencionar los siguientes:

- Fortalecimiento de la organización comunitaria
- La comunidad será capaz de resolver y tomar sus propias decisiones antes los problemas que se les presenten.
- Detectar posibles desastres anticipadamente.
- Se mejorará la comunicación dentro de la comunidad.
- Se creará una conciencia sobre los desastres, lugares en riesgo de desastre y la necesidad de tomar acciones o medidas para reducir los mismos.
- Mejorar la calidad de vida de los habitantes de la comunidad.

Cabe mencionar que en este caso, los beneficios que se obtengan no serán para el inversionista (CONRED) sino que serán para la comunidad. Por lo que los beneficios más importantes son los listados anteriormente y no los económicos.

VI. CONCLUSIONES

1. Se elaboró una propuesta de un Sistema de Alerta Temprana (SAT) para deslizamientos en el área de Sacapulas, Quiché la cual ayudará a alertar y monitorear posibles deslizamientos, y así obtener una respuesta eficiente por parte de los habitantes a la hora de presentarse un desastre.
2. Se determinó que es técnicamente factible la implementación del SAT propuesto ya que un 47% de la población se encuentra en un rango de edad de 15 y 64 años, un 55% tiene un nivel de educación básica y Sacapulas cuenta con la materia prima necesaria para la construcción y mantenimiento de los dispositivos del SAT.
3. Es económicamente factible la implementación del SAT propuesto ya que por cada quetzal invertido se obtendrán Q 1.28 en beneficios.
4. El proyecto puede ser aceptado debido a que se obtuvo un VPN positivo de Q.9,356.75. Así mismo se obtuvo que el valor de la TIR fue de 32% por lo que se puede establecer que el proyecto es aceptado.
5. Por medio de la implementación del SAT se tendrán beneficios tales como reducir la pérdida de vidas, infraestructura y vías de comunicación.
6. Se elaboró un manual en el cual se describen los dispositivos utilizados, su uso correcto, mantenimiento y diagramas que facilitan la comprensión del uso y mantenimiento de los dispositivos.
7. Se estableció un plan administrativo en el cual se establecieron los roles, responsabilidades y requisitos de las personas encargadas del SAT para asegurar un manejo adecuado del mismo.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda que el Sistema de Alerta temprana sea replicado en áreas vulnerables cercanas y con características similares para tener una mayor cobertura del mismo y poder ayudar a mas personas.
2. Se recomienda que las personas encargadas de dirigir el sistema sean habitantes de la comunidad donde será implementado para asegurar la auto sostenibilidad del mismo y al mismo tiempo poder motivar a mejorar su calidad de vida y concientizar a los habitantes sobre los problemas que hay en el lugar.
3. Se recomienda la implementación de tecnología más avanzada después de 2 años de uso del sistema propuesto para mejorar las capacidades del mismo y así poder hacer más eficiente la emisión de alerta.
4. Se recomienda que el dinero que será ahorrado después de la implementación del sistema sea invertido en infraestructura, educación y servicios básicos para la comunidad ya que se cuenta con muy pocos y de muy baja calidad.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. Ávalos Rubén y Cabañas Sergio. (Marzo 2013). Entrevista personal. CONRED.
2. Banco de Guatemala. ÍNDICE DE PRECIOS AL CONSUMIDOR (Marzo 2013). Recuperado de:
<http://www.banguat.gob.gt/inc/ver.asp?id=/estaeco/sr/sr005>
3. CONRED. (16 de junio de 2010). *Tipos de Desastres*. Recuperado de:
www.conred.gob.gt/
4. CONRED. (3 de febrero de 2011). *SAT's*. Recuperado de:
www.conred.gob.gt/
5. Leland blank y Anthony Tarquin. (2006). *Ingeniería Económica* (6a. ed). México: McGRAW- HILL INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
6. SEGEPLAN. (Marzo 2013). Perfil socioeconómico Sacapulas.
7. Stern, N. (2007). Stern review: *La economía del cambio climático*. *HM Treasury*. Recuperado de: www.stern-review.org.uk

IX. ANEXOS

Tabla 14: Escuelas privadas/públicas

Niveles	Sector					Área			
	Público	Privado	Cooperativa	Total	%	Urbano	Rural	Total	%
Pre-primario	31	0	0	31	33	1	30	31	33
Primario	57	0	0	57	61	1	56	57	61
Básico	1	0	3	4	4	1	3	4	4
Medio	0	2	0	2	2	2	0	2	2
Total	89	2	3	94	100	5	89	94	100

Tabla 15: Centros de salud

Área	Centros de salud	Puestos de salud	Centros de convergencia
Urbana	1	0	0
Rural	0	4	38

Tabla 16: Comités

Entidad	Descripción	Ubicación por centros poblados
Comités de agua potable o entubada	Organizaciones que se encarga de gestionar agua entubada	Presencia en los 117 centros poblados
Comité de energía eléctrica	Organizaciones temporales que gestionan energía eléctrica	Algunas comunidades
Comité de vigilancia	Grupos de vecinos encargados de la seguridad comunitaria	Salinas Magdalena
Comité de salud	Grupos de vecinos que gestionan infraestructura y medicina	Algunas comunidades
Comité de feria	Personas entusiastas que se conforman para celebraciones	Funciona solo en la Cabecera Municipal
Consejo Comunitario de Desarrollo – COCODE–	Gestiona proyectos para la comunidad	Funcionan en 95 comunidades de las 117 que conforman el Municipio
Coordinadora Municipal de Reducción de Desastres – COMRED–	Coordinan acciones de prevención y mitigación de desastres	Funcionan en los 117 centros poblados.
Comité de Carreteras	Agrupación de personas que dan mantenimiento a caminos	Esta conformados en las 117 comunidades
Comité de Farmacia comunitaria	Grupo de comunitarios que gestionan medicamentos	Se encuentran en los 117 centros poblados
Comité de víveres	Grupo de personas que recaudan víveres para damnificados	Funciona en la iglesia católica

Tabla 17: Comercios presentes en la región

Descripción	Cantidad	Descripción	Cantidad
Aceitera	2	Hoteles	2
Adija	1	Internet	2
Agropecuaria	2	Juzgado de paz	1
Aguas termales	3	Librería	4
Almacenes	10	Molinos	2
Alquiler de sillas y mesas	2	Organización Comercial Sacapulteca	1
Bancos	1	Oficina contable	2
Barbería	4	Venta de ropa americana	1
Billares	1	Panadería	1
Bomberos	1	Panificadora	2
Canchas deportivas	3	Pinchazos	4
Cantina	3	Piñatería	2
Carnicerías	2	Pollería	1
Cementerio	1	Puestos informales	14
Centro comercial	1	Restaurantes	11
Centro de salud	1	Salón	1
Centros turísticos	3	Sanitarios públicos	2
Clínicas privadas	6	Sastrería	7
Colegio privados	1	Servicios técnicos	4
Comercial	1	Supermercados	2
Cooperativa Todos Nebajenses	1	Taller de bicicletas	2
Correos	1	Taller mecánico	5
Distribuidora de energía de Occidente, S.A.	2	Tiendas	77
Depósitos	1	Tortillería	7
Estudio fotográfico	2	Transporte	142
Farmacias	4	Venta de comida típica	1
Ferretería	3	Venta de gas	3
Fertilizantes	2	Venta de materiales de construcción	2
Funerarias	3	Venta de medicina natural	1
Gasolinera	2	Venta de tarjetas telefónicas	2
Heladería	1	Vidriera	2
Herrería	3	Zapatería	3

Tabla 18: Inflación

Inflación			
	2010	2011	2012
Enero	1.43	4.9	5.44
Febrero	2.48	5.24	5.17
Marzo	3.93	4.99	4.55
Abril	3.75	5.76	4.27
Mayo	3.51	6.39	3.9
Junio	4.07	6.42	3.47
Julio	4.12	7.04	2.86
Agosto	4.1	7.63	2.71
Septiembre	3.76	7.25	3.28
Octubre	4.51	6.65	3.35
Noviembre	5.25	6.05	3.11
Diciembre	5.39	6.2	3.45

Ilustración 11: Pronóstico, emisión y comunicación de alerta y evacuación

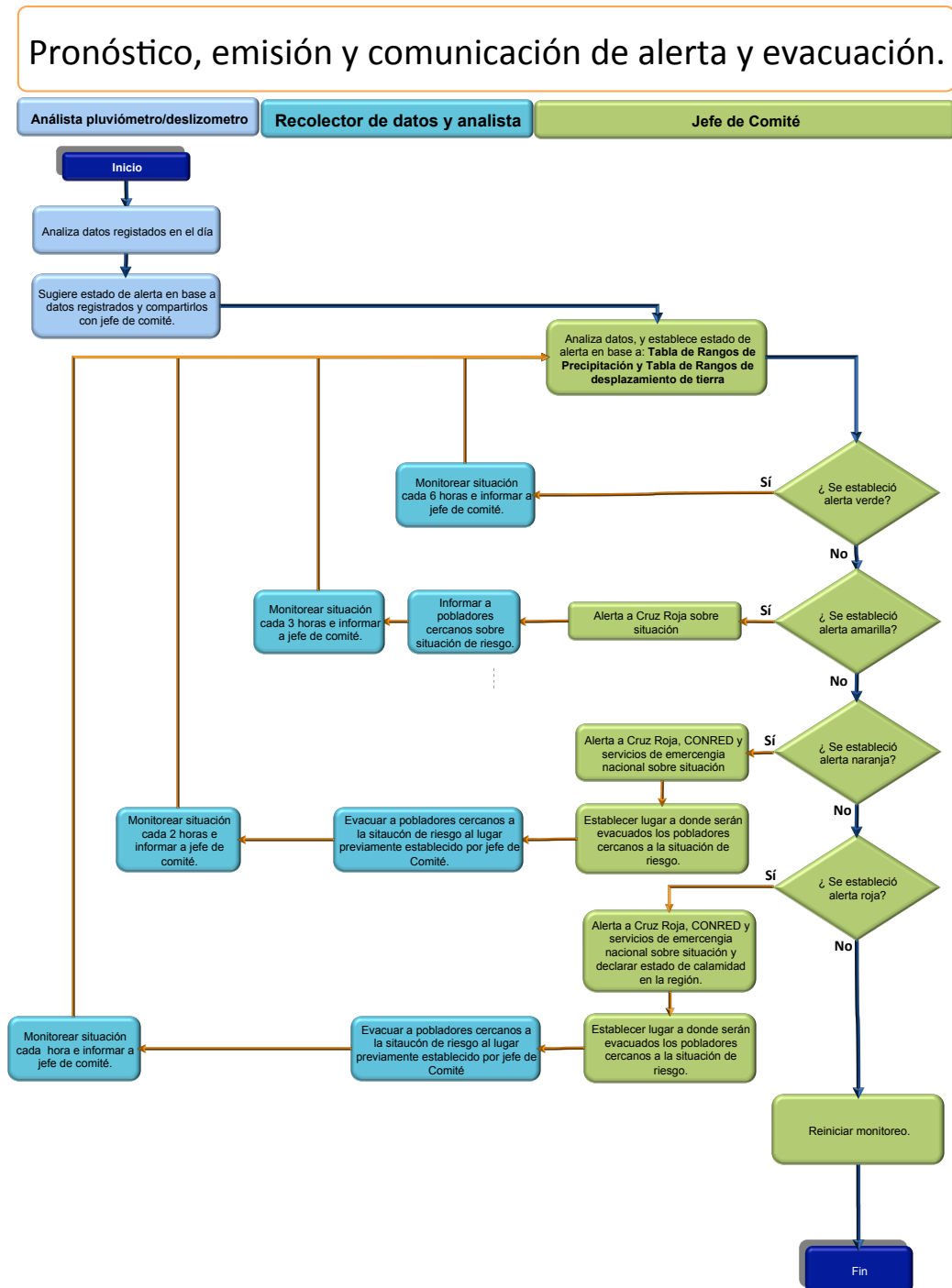
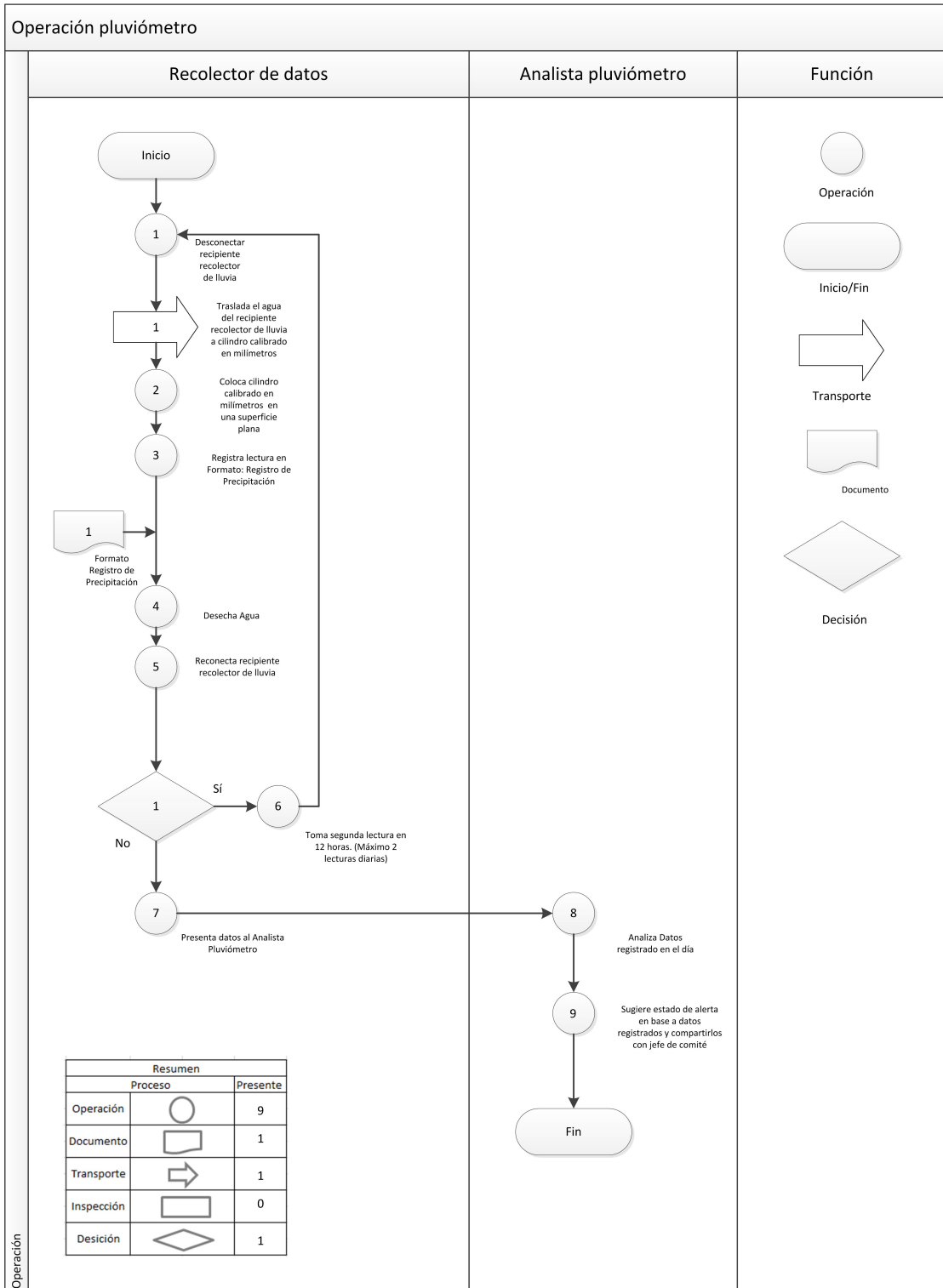


Ilustración 12: Operación pluviómetro



Operación

Ilustración 13: Mantenimiento pluviómetro

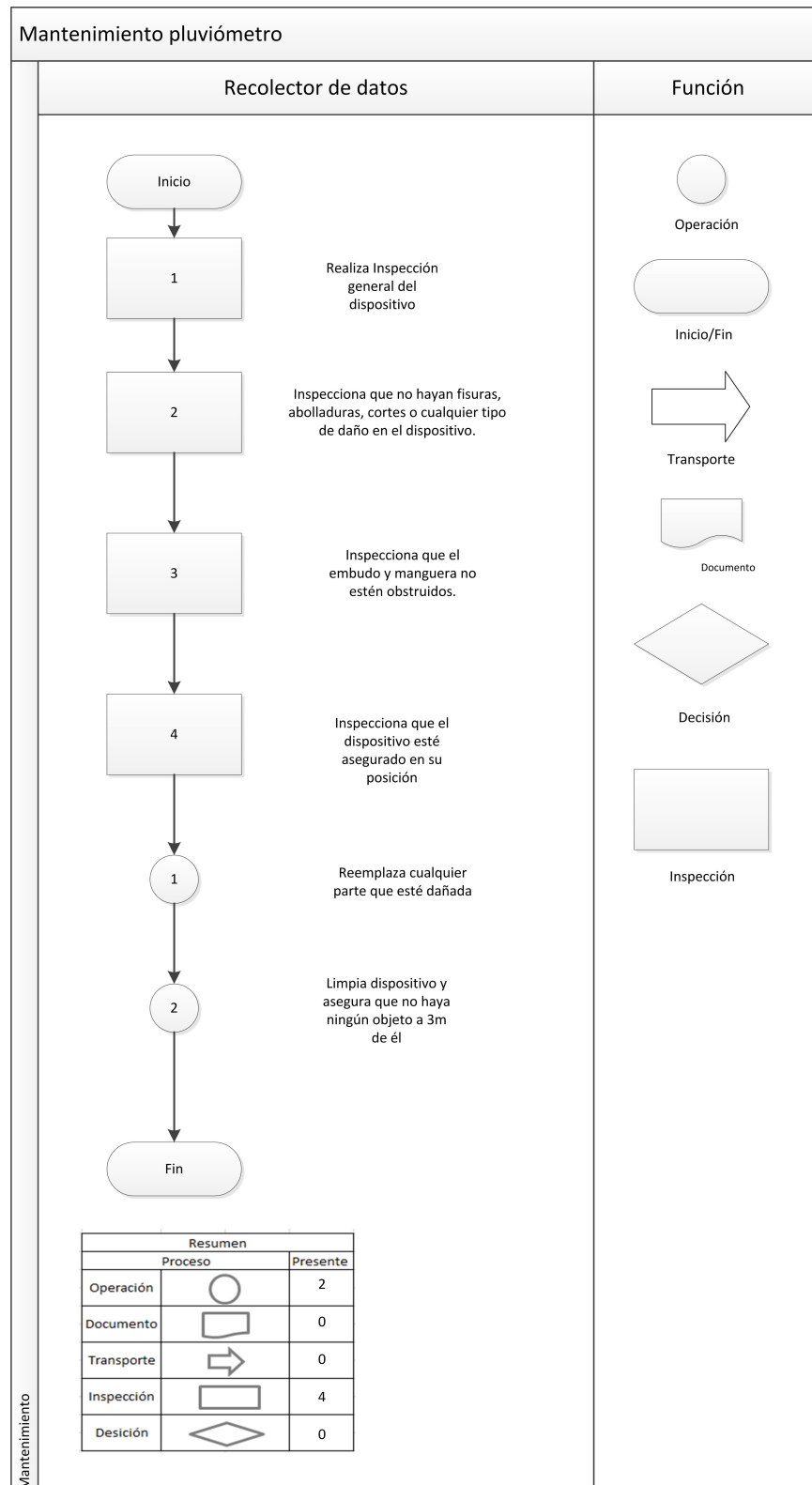
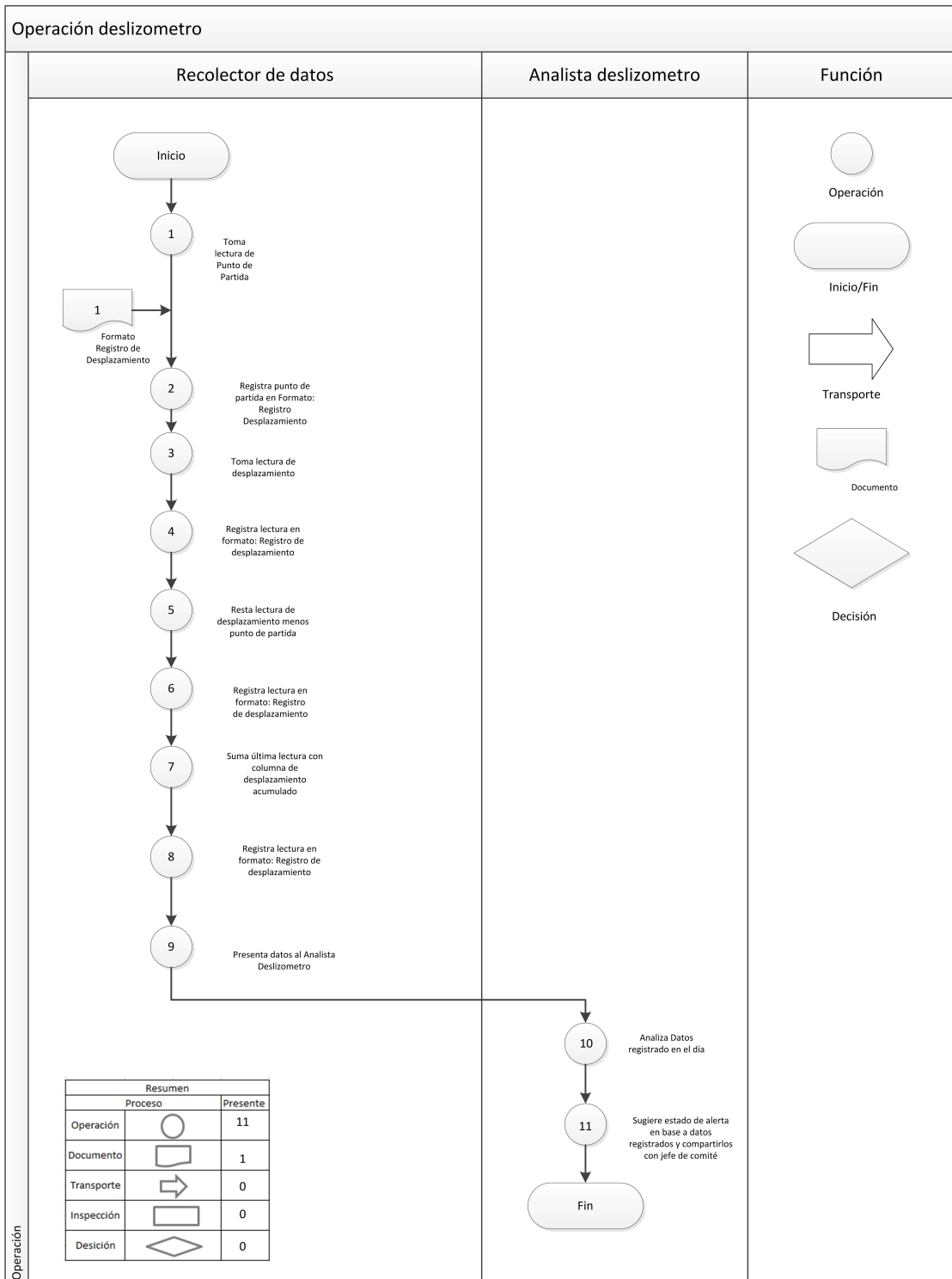


Ilustración 14: Operación deslizador



Operación

Ilustración 15: Mantenimiento deslizometro

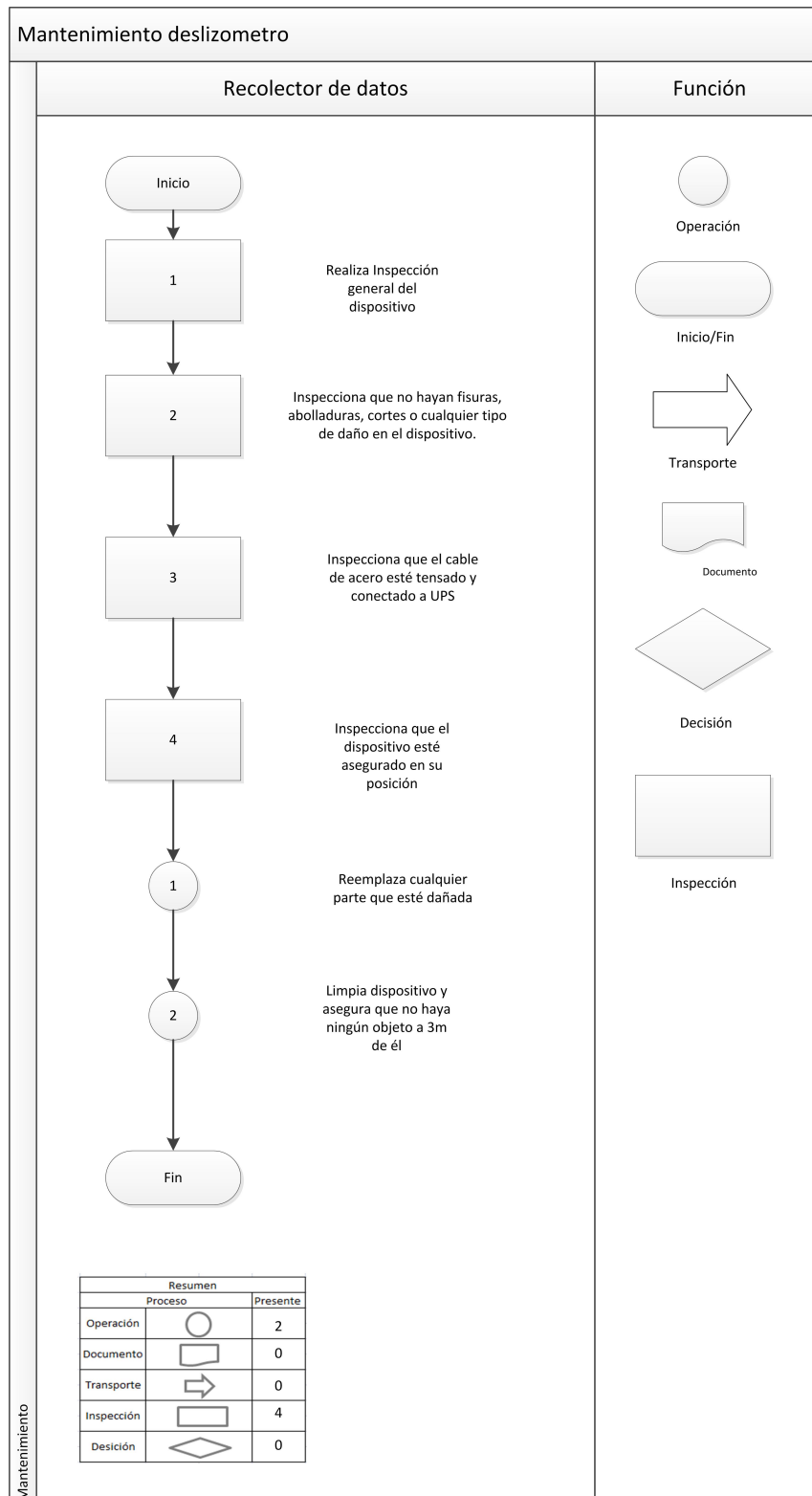


Ilustración 16: Reunión representantes de la comunidad



Ilustración 17: Reunión representante Cruz Roja, Quiché



Ilustración 18: Reunión representantes Cruz Roja y CONRED



Ilustración 19: Visita realizada Sacapulas



Ilustración 20: Área con riesgo de deslizamiento, Sacuapulas.



Ilustración 21: Camino afectado por deslizamiento, Sacapulas



Ilustración 22: Reunión representante de CONRED, Guatemala

