

2014

INFORME FINAL DE SUSCEPTIBILIDAD A LA OCURRENCIA DE MOVIMIENTOS EN MASA EN LA MICROCUENCA DE SAHUANAY – DISTRITO DE TAMBURCO, PROVINCIA ABANCAY, REGIÓN APURÍMAC



Alfonso Díaz C.

Centro de Estudios y Prevención de
Desastres - PREDES



Ayuda Humanitaria
y Protección Civil

Proyecto DIPECHO - Plan de Acción 2013 - 2014
"Empoderando y Articulando Capacidades
para la Gestión Local del Riesgo de Desastres
con la Institucionalidad Nacional"



Diakonie
Katastrophenhilfe



INFORME FINAL DE SUSCEPTIBILIDAD A LA OCURRENCIA DE MOVIMIENTOS EN MASA EN LA MICROCUENCA DE SAHUANAY – DISTRITO DE TAMBURCO, PROVINCIA APURÍMAC, REGIÓN APURÍMAC

Elaborado por:

Ing. Alfonso Díaz Calero

Lima, Diciembre 2013

INFORME FINAL DE SUSCEPTIBILIDAD A LA OCURRENCIA DE MOVIMIENTOS
EN MASA EN LA MICROCUENCA DE SAHUANAY – DISTRITO DE TAMBURCO,
PROVINCIA APURÍMAC, REGIÓN APURIMAC

Nombre del solicitante

CENTRO DE ESTUDIOS Y PREVENCION DE DESASTRES - PREDES
Calle Martín de Porres 161 San Isidro - Lima
Web: <http://www.predes.org.pe>

CENTRO DE ESTUDIOS Y PREVENCION DE DESASTRES

Arq. Msc. José M. Sato O

Presidente del Concejo Directivo – PREDES

Ing. Juvenal Medina R.

Coordinador del Proyecto DIPECHO

Soc. Felipe Parado P.

Coordinador del proyecto DIPECHO - Cusco

Financiamiento:

Proyecto DIPECHO PLAN DE ACCIÓN 2013 - 2014

Ejecución:

EQUIPO CONSULTOR

Ing. Alfonso Díaz C. – Coordinador de estudio

Antrop. Edith Quispe Q. – Especialista social

Bach. Ing. Fernando Álvarez A – Especialista en SIG

Elaboración del presente documento:

Alfonso Díaz Calero, Ingeniero geógrafo

© PROYECTO DIPECHO – Diciembre 2013

Queda terminantemente prohibido su impresión o difusión sin permiso expreso de los socios DIPECHO.

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	4
2. OBJETIVOS	4
3. SITUACIÓN GENERAL.....	5
3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA	5
3.2. DESCRIPCIÓN FÍSICA DE LA ZONA A EVALUAR	5
3.2.1. TOPOGRAFÍA	6
3.2.2. GEOLOGIA LOCAL	9
3.2.3. FISIOGRÁFICO.....	13
3.2.4. GEODINÁMICA.....	15
3.2.5. HIDROGEOLOGÍA.....	17
3.3 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA GEOGRÁFICA A EVALUAR.....	22
4. METODOLOGÍA.....	22
4.1 LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN	22
4.2 ANÁLISIS Y RELACIÓN DE VARIABLES	23
4.3 PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN.....	25
4.4 PRESENTACIÓN Y ELABORACIÓN DE INFORMES.....	29
5 EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES DE PELIGRO EN LA CUENCA DE SAHUANAY.....	29
5.1 IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS.....	29
5.1.1 Peligros en la cuenca Alta	29
5.1.2 Peligros en la cuenca media	30
5.1.3 Peligros en la cuenca baja	32
5.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS PELIGROS.....	32
5.2.1 Caracterización de la Cuenca Alta.....	32
5.2.2 Caracterización de la Cuenca Media.....	34
5.2.3 Caracterización de la Cuenca baja.....	35
5.3 EVALUACIÓN DE LA SUSCEPTIBILIDAD DE EVENTOS DE MOVIMIENTOS EN MASA.....	36
5.4 NIVEL DE PELIGROSIDAD.....	42
5.5 MAPA DE ZONIFICACIÓN DEL NIVEL DE PELIGROSIDAD.....	43
6. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES	44

INFORME FINAL DE SUSCEPTIBILIDAD A LA OCURRENCIA DE MOVIMIENTOS EN MASA EN LA MICROCUENCA DE SAHUANAY – DISTRITO DE TAMBURCO, PROVINCIA ABANCAY, REGIÓN APURÍMAC

1. INTRODUCCIÓN

Los desastres acontecidos en el Perú y específicamente en la ciudad de Abancay, a lo largo de los años han generado pérdidas materiales, económicas y de vidas.

Lluvias torrenciales, inundaciones en áreas bajas, deslizamientos en las laderas son las principales amenazas que ocurren con mayor frecuencia, y generan riesgos que inciden y afectan principalmente a poblaciones pobres, que requieren ser afrontados con estrategias de prevención, reducción del riesgo de desastres y preparación ante situaciones de emergencias y desastres.

En un escenario de riesgos dinámicos, con amenazas y vulnerabilidades latentes en la ciudad de Abancay - Apurímac, el Proyecto **“Empoderando y Articulando Capacidades para la Gestión Local del Riesgo de Desastres con la Institucionalidad Nacional”**, desarrolla acciones para identificar escenarios de riesgo y plantear estrategias de reducción de riesgo de desastres, puntualmente en la microcuenca de Sahuanay, ciudad de Abancay.

Es así que se elabora el presente informe, que se suma a los diferentes intentos por establecer herramientas de gestión, para reducir el nivel de riesgo en la ciudad de Abancay, como el estudio “Mapa de Peligros de la ciudad de Abancay” Proyecto PNUD – INDECI, Ciudades Sostenibles, 2007, y toma información generada por PREDES, el proyecto Mariño y otros que han caracterizado el riesgo de desastres.

El presente informe tiene diferentes componentes, estructurados en tres grandes partes. La primera describe las condiciones físicas actuales, basadas en los diagnósticos desarrollados así como el trabajo de campo, la segunda parte enfoca el componente metodológico de los procesos de análisis de variables y la tercera la elaboración de un modelo de susceptibilidad a la ocurrencia de movimientos en masa y finalmente las medidas a través de fichas técnicas.

2. OBJETIVOS

Objetivo General

Aportar en el cumplimiento del proyecto **“Empoderando y Articulando Capacidades para la Gestión Local del Riesgo de Desastres con la Institucionalidad Nacional”**, en la elaboración de un instrumento de gestión de riesgo de desastres que plantee actividades y metodologías para el desarrollo de información a una escala local como base para los instrumentos de planificación.

Objetivo Especifico N° 1

Elaborar un modelo de susceptibilidad a la ocurrencia de movimientos en masa.

Objetivo Especifico N° 2

Recopilar y procesar información cartográfica temática de la cuenca de Sahuanay.

Objetivos Específicos N° 3

Identificar medidas de prevención y mitigación que reduzca el nivel de riesgo de desastres en la cuenca de Sahuanay.

3. SITUACIÓN GENERAL

3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

La cuenca del Sahuanay, políticamente se ubica en las provincias de Apurímac, distrito de Tamburco, en el extremo norte de la región Apurímac, limitando por el sur con la ciudad de Abancay y por el norte con el nevado del Ampay y por los extremos de Oeste y este con áreas naturales. Geográficamente se ubica en el sector 18, de la zona horaria del Perú, entre las coordenadas detalladas en el cuadro N° 1.

Cuadro N° 1 Ubicación y coordenadas

Coordenadas UTM			
PUNTO	NORTE	ESTE	ALTITUD
1	8499017	727482	4025
2	8495593	729701	3097
3	8491711	728938	2385

Fuente: Mapa base de la cuenca Sahuanay

ACCESIBILIDAD: Vía asfaltada: Cusco – Abancay - Tamburco.

3.2. DESCRIPCIÓN FÍSICA DE LA ZONA A EVALUAR

La cuenca del Sahuanay surge como producto de los procesos tectónicos y tenso deformaciones estructurales, que responde a una etapa neo tectónica de elevación, ya que se ubica en puntos de la deflexión de Abancay formando lo que actualmente se evidencia, fuertes pendientes y geoformas accidentadas en este sector, al mismo tiempo, los procesos denudativos, producto de los procesos erosivos ocasionados en gran medida por los altos niveles de pluviosidad y agresividad de éstas, generan grandes movimientos de sedimentos que son trasportados por flujos caudalosos, depositados en las partes bajas formando amplias planicies, o terrazas bajas inundables, y es en estos sectores donde se concentran la mayor cantidad de infraestructura y población, generando escenarios de alto riesgo.

Complementariamente a ello la cuenca de Sahuanay presenta una variedad de especies naturales endémicas tanto en flora como en fauna, lo que conlleva a su vez a una mayor vulnerabilidad de los ecosistemas.

Es innegable que los procesos de cambio de uso de suelo, están alterando gravemente el normal funcionamiento del ecosistema en la cuenca, lo que se traduce en mayores impactos

sobre la población, sus medios de vida y el mismo ecosistema, formando así una cadena donde el hombre altera medios naturales los cuales producto de la dinámica física de la zona generan más y mayores eventos naturales peligrosos.

Las características descritas dan el marco general para definir cada una de las zonas que posteriormente se detallarán de forma amplia en cada uno de los componentes temáticos.

3.2.1. TOPOGRAFÍA

Topografía de la parte Alta

El cauce alto de la microcuenca Sahuanay, se encuentra entre las cotas 3900 y 5100 m.s.n.m, siendo su característica más importante la gradiente de altitud. Pues en apenas 3.5 Km de recorrido de largo de la cuenca, existe 1200 metros de diferencia. Esta información se obtuvo del Plano Base que representa la proyección ortogonal del territorio donde se consigna todas las características hidrográficas y topográficas de la microcuenca.

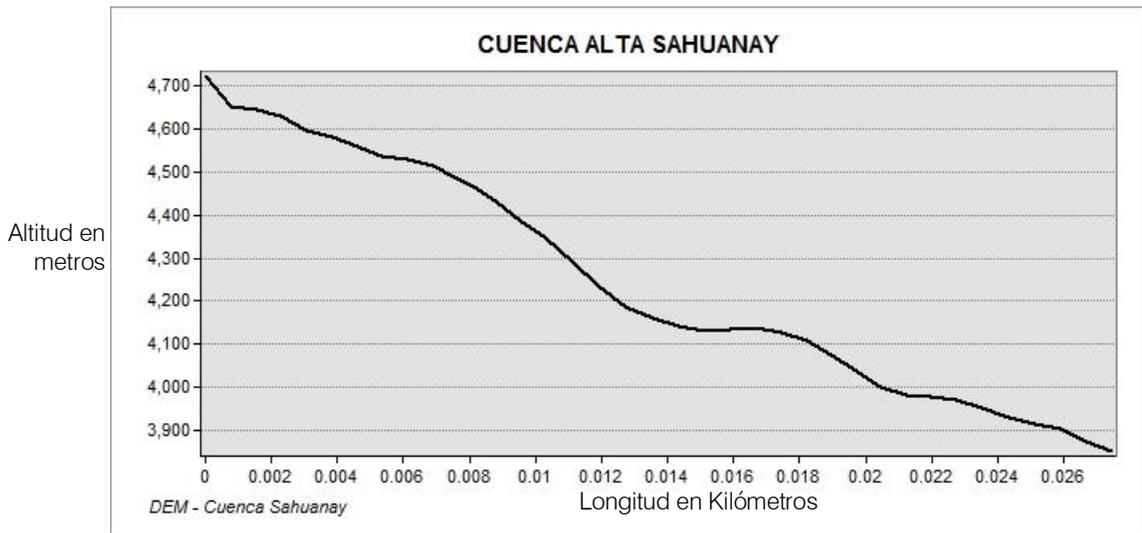
Perfiles

El perfil transversal de la microcuenca, que se seleccionó es un punto medio en la parte alta y representa la conformación general de la zona, representado en el gráfico N° 01

El perfil demuestra lo abrupto de la microcuenca en la parte alta y evidencia claramente los procesos de formación glacial, el cual predomina en este sector de la cuenca, al presentar sectores empinados, fuertemente erosionados, caracterizándose por pendientes abruptas, lo que contribuye a la generación de eventos geodinámicos.

La pendiente promedio de los ríos principales considerando el nivel de cota máxima y mínima que recorre cada uno de ellos en la zona alta, nos da el valor de las pendientes en unidades lo que va desde:

Gráfico N° 01 Perfil Longitudinal de la cuenca alta



Topografía de la parte media

La parte media de la microcuenca tiene relieve más abrupto con fuertes variaciones de pendiente en laderas y desnivel en el cauce, lo cual le da la característica de una microcuenca joven en proceso de formación de elevación y con grandes procesos geodinámicos que altera y aceleran el proceso de arranque de las rocas en las laderas.

Esta zona va desde los 3500 a los 3900 m.s.n.m. y el curso principal tiene una longitud de 4.0 kilómetros lineales, donde todo corresponde al río Sahuanay. Esta información se obtuvo del plano base que representa la proyección ortogonal del territorio donde se consigna todas las características hidrográficas, topográficas de la microcuenca.

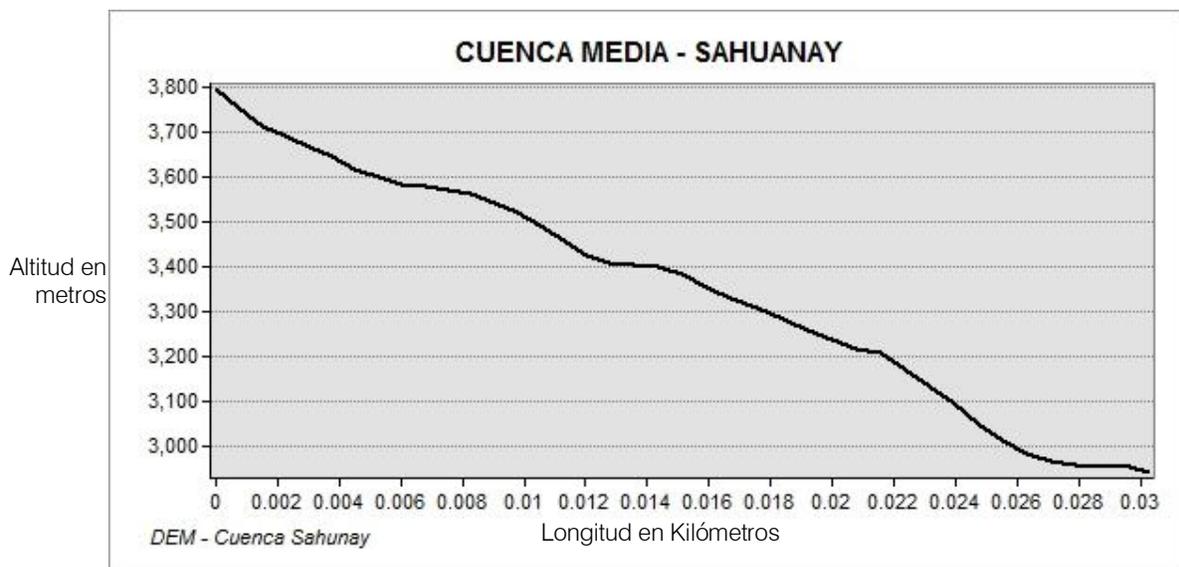
Perfiles

El perfil transversal de la microcuenca que se seleccionó, es un punto medio en la parte media, que representa la conformación general de la zona, representado en el gráfico N° 02

En la parte media la Qda. Sahuanay se evidencia una mayor pendiente de las laderas en ambas márgenes, lo que podría significar una menor estabilidad en esta zona, si considerásemos a la pendiente como factor de mayor jerarquía.

La pendiente promedio de los ríos principales considerando el nivel de cota máxima y mínima que recorre en la zona media, nos da el valor de las pendientes en unidades:

Gráfico N° 02 Perfil Longitudinal de la cuenca medio



Topografía de la parte baja

Las características fisiográficas de la microcuenca Sahuanay en la zona baja se definen básicamente por el tipo de material, fluvio – aluvial, con la típica formación de una microcuenca donde la desembocadura se caracteriza por tener un cono deyectivo o abanico.

La zona baja de la microcuenca va desde los 2400 a los 3500 m.s.n.m punto donde la cuenca pierde su continuidad para tener un curso arreico, producto de las condiciones urbanas de la ciudad hasta llegar por cursos subterráneos al río Mariño. En esta parte el curso principal del río tiene una longitud de 6.0 kilómetros lineales, cuyo dato se obtuvo del plano base que representa la proyección ortogonal del territorio donde se consigna todas las características hidrográficas, topográficas de la microcuenca correspondiente al río Sahuanay.

Perfiles

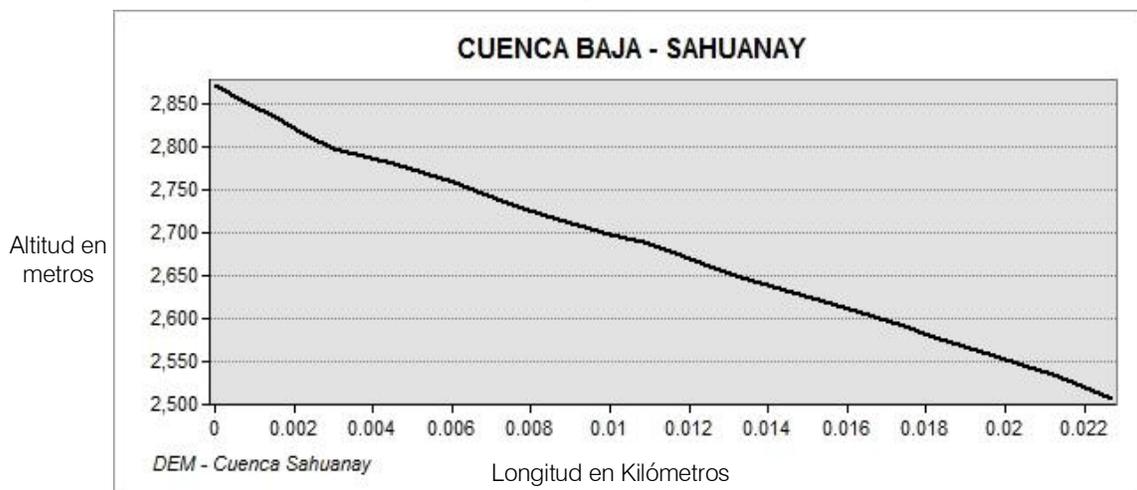
Debido a que la zona baja de la microcuenca es muy angosta se elabora un solo perfil transversal.

Las pendientes promedio de los ríos principales considerando el nivel de cota máxima y mínima que recorre en la zona baja, nos da el valor de las pendientes en unidades metricas, lo que va desde:

Los centros poblados mayores se ubican en la parte baja y el límite de la parte media (entre 2900 m.s.n.m y 2600 m.s.n.m).

En esta zona se inicia la deposición de material fluvio aluvial formando terrazas sedimentarias inundables, se observa que en esta zona el valle es más amplio, debido a la conformación de los materiales y al proceso de erosión y deposición del curso principal.

Gráfico N° 03 Perfil Longitudinal de la cuenca baja



Luego de evaluar las pendientes y el desnivel mediante técnicas de modelos de elevación digital y observación en campo con equipos como eclímetros y cálculos de parámetros fisiográficos, se pudo corregir y validar mapas que nos demuestran y representan la topografía de la microcuenca Sahuanay, cuyos perfiles y modelos de elevación digital nos confirman que las características en la zona son muy agrestes, con laderas muy empinadas y de una topografía muy accidentada, que condicionan la probabilidad de desencadenar como un factor relevante para la generación de procesos de remoción en masa.

3.2.2. GEOLOGIA LOCAL¹

Las condiciones geológicas y la estratigrafía en la quebrada Sahuanay está enmarcada litológicamente a finales de la era paleozoica con rocas pertenecientes al periodo pérmico (286 a 245 millones de años), representada por la formación Copacabana, seguida por la formación Mitu, rocas sedimentarias marinas y continentales; la mayor cantidad de condiciones inestables se concentran en las zonas del cuaternario, formado principalmente por tectonismo y eventos geodinámicos de gran magnitud.

A. Grupo Copacabana Inferior (Pérmico Inferior)

Está compuesto de calizas marinas en la base de la formación, de color gris oscura muy compactas con abundante contenido fosilífero de fusilinas, braquiópodos, corales, briozoarios, gasterópodos, etc.

Estas calizas afloran en el nevado Ampay y se observa al macizo en bancos muy potentes, la textura afanítica indica la deformación en sus minerales (aplanados) por procesos tectónicos, intercaladas con niveles de pelitas negras. Afloran en la parte inferior y media hacia la vertiente derecha de la quebrada Sahuanay, comúnmente debajo de los del nevado del Ampay. Los afloramientos se presentan en forma de escarpas casi perpendiculares con extensas fracturas paralelas a la dirección de rumbo, con geformas de picos en la parte alta de las montañas.

B. Grupo Copacabana Superior (Pérmico Medio - Superior)

Está compuesto en la parte superior por calizas y lutitas marinas grises negras deleznable, medianamente duras con abundantes fósiles estratificados de braquiópodos, gasterópodos, etc. con niveles de areniscas de color rojizo. Afloran en la parte media de la quebrada Sahuanay.

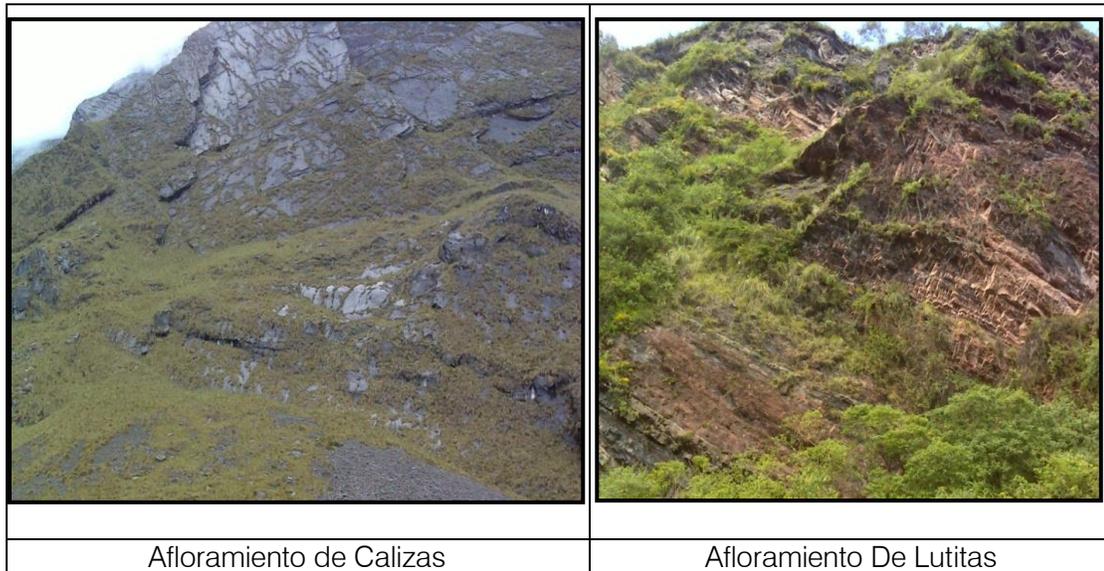
Las lutitas se encuentran en alto grado de meteorización y erosión, diseminados formando sedimentos cuaternarios en los depósitos aluviales superpuestos en el macizo rocoso de las calizas kársticas, pero estas solo se originan en los afloramientos, debido al fracturamiento en bloques los que fueron arrastrados por antiguos flujos y transportados en las llanuras aluviales y terrazas fluviales. La formación geológica Copacabana superior e inferior se observa en la parte inferior y media de la quebrada Sahuanay, es preponderante los afloramientos característicos con pendientes empinadas a escarpadas.

¹ Estudio geológico - geodinámico e identificación de peligros geológicos micro cuenca Sahuanay, Tamburco, Abancay, Ing. Alcira Olivera Silva, PREDES - 2013

C. Grupo Mitú (Pérmico Superior)

Está compuesto por areniscas feldespáticas de 6 a 8 metros de espesor, observados en las crestas de las montañas, el colores rojo ladrillo o verdoso de grano medio a finos; lutitas rojas deleznales y de alta dureza ubicadas entre los bancos de areniscas con una potencia de 2 metros; arcosas características por su coloración blanquecina de grano fino muy fracturadas y conglomerados, el material predomina sobre los limo-arcillitas y niveles volcánicos, la estratificación oblicua, entrecruzada. Se observa en la parte media a superior de la quebrada Sahuanay en ambos flancos formando las escarpas muy fracturadas de las areniscas y lutitas, los volcano sedimentarios se encuentran en alto grado de meteorización en el sector de la quebrada de Carboncanana.

Grafico N° 05 Afloramiento Rocoso



D. Depósito De Morrenas.

Material cuaternario de origen glaciar, transportado y depositado por la acción del hielo, para este caso sucedió hasta un proceso terminal de deposición dando como resultado una morrena terminal. Se observa en la parte intermedia al pie de los nevados, a lo largo de los valles glaciares y en algunos casos originando y formando diques naturales dando origen a lagunas de actual configuración y algunas antiguas sin nivel freático superficial.

Los clastos y bloques normalmente son angulosos a sub angulosos por el poco transporte que tuvieron, con un matriz limo arenoso, se observa compacta y con una matriz fina algo cementadas. Por tener como macizo rocoso a las calizas la litológica de los fragmentos de los clastos y bloques son calcáreas.

E. Depósitos Coluviales.

Son materiales transportados por gravedad, por alteración y meteorización in situ de las rocas, por la acción del deshielo como meteorización física y finalmente el agente erosivo- El origen y efecto es local, se manifiesta como derrubios de ladera o depósitos de soliflucción,

son fragmentos caídos de las rocas aflorantes en pendientes escarpadas a empinadas y depositados al pie o en la base de estas geoformas como laderas y vertientes.

No se transportan, por tanto los fragmentos presentan características sin arrastre, los clastos son angulosos a sub angulosos de diferente tamaño en una matriz fina como arcillas y limos, estos depósitos contienen también fragmentos de escombros de antiguos deslizamientos y caídas de rocas y suelos, se observa al pie del talud de las escarpas y de vertientes muy empinadas, los clastos pertenecen a las calizas, lutitas, etc.

F. Depósitos Aluviales

Son materiales transportados y depositados por el agua principal agente. Son materiales con una matriz heterogénea desde la arcilla a gravas desde angulosos, subangulosos, sub redondeados y redondeados, cantos rodados y bloques con bordes todos de diferentes diámetros, contiene los fragmentos sub angulosos a redondeados con una matriz heterogénea limo arcillosa arenosa con una textura mixta entre limosa y granular de poca consistencia, parte de ello también se encuentran detritos y fragmentos calizas, areniscas lutitas negras arcosas, etc., de antiguos deslizamientos. Junto a estos depósitos también se observa la presencia de depósitos coluviales producto de la meteorización, erosión, trasporte y deposición de los macizos rocosos circundantes.

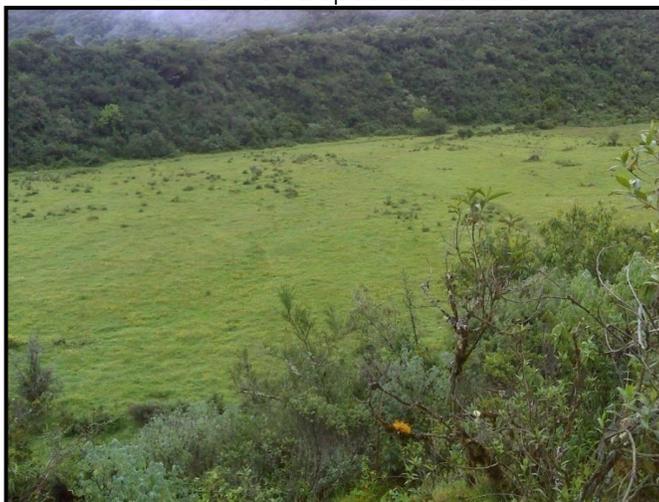
Gráfico N° 06 Depósitos cuaternarios



G. Depósitos Lacustres.

Se observa el embalsamiento y existencia de antiguas y actuales lagunas cuyos sedimentos son testimonio del embalsamiento, conformado por estratos de arcilla, niveles de arena, turba y presencia de gravillas; también son capas con alternancia de arcillas y limos, hasta arenas homogéneas depositados en una ambiente tranquilo, las arcillas frecuentemente son de color oscuro, marrón a gris claro, y fósiles como un indicador del ambiente deposicional.

Gráfico N° 07 Depósitos lacustre



Depósitos lacustres formados por antiguas lagunas

H. Depósitos Proluviales.

Son los materiales que ocupan el cauce de la quebrada Sahuanay, están constituidos por acumulaciones de los flujos de detritos de lutitas angulosas con gravas y cantos de subangulosos a angulosos, son heterométricos, con relleno de arena-limosa, poco a medianamente densos.

Se observan en los cauces, originado por deslizamientos, se origina por la erosión lateral en pendientes empinadas a escarpadas, debido a lluvias intensas, suelos saturados, infiltración, incrementando así la presión de los granos finos de limos y arcillas de los depósitos inconsolidados, desestabilizando las laderas.

Gráfico N° 08 Depósito proluvial



3.2.3. FISIAGRÁFICO

Cauce de río

Zona de influencia directa del curso del río que inicia en las partes altas de la cuenca producto del deshielo del nevado Ampay y discurre aguas abajo, hasta llegar a las áreas urbanas, tomando un curso arreico, producto de las diferentes captaciones y la conformación urbana en la cuenca baja.

Es claro indicar que en condiciones de peligro, el curso del Sahuanay es el de mayor peligro porque es curso y medio de desfogue de los posibles flujos que se generasen aguas arriba, motivo por el cual está dentro de las zonas de peligro muy alto.

Gráfico N° 09 Curso del río Sahuanay



Terrazas Altas

Zonas aledañas a las zonas de escurrimiento de la cuenca, es la zona también de peligro, por ser área de influencia de grandes eventos geodinámicos que sobrepasan las áreas directas del río, básicamente estas terrazas están formadas por material fluvio aluvial.

Fondo de Valle Fluvio glacial

Zona aledaña a las grandes lagunas, que se caracterizan por ser de origen glacial, conformando estructuras morrenicas de gran estabilidad. Aquí se presentan formaciones como en la laguna de Huspaycocha, así como en la laguna pequeña.

Altiplanicie ondulada

Zonas que se caracterizan por presentar estructuras más estables, debido a una configuración geométrica menos abrupta, básicamente estas formas se ubican en las partes altas de la cuenca.

Gráfico N° 10 Altiplanicies onduladas



Terrazas estructurales

Zonas aledañas a depósitos o cursos de agua en la parte media, es la zona también de peligro, por ser área de influencia de grandes eventos geodinámicos que sobrepasan las áreas directas del río, básicamente estas terrazas están formadas por material fluvio aluvial.

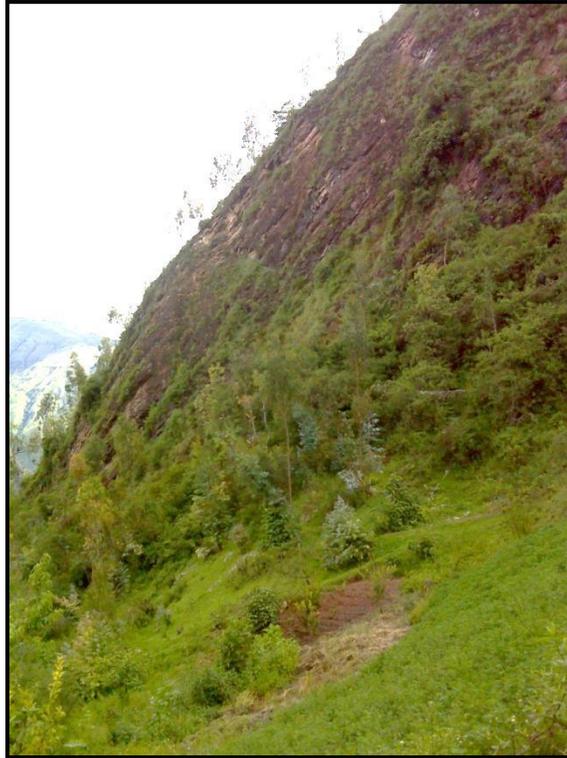
Vertiente de Montaña alta

Grandes formaciones que predominan en la cuenca media, conformada por elevaciones altas, con pendiente pronunciada, que es susceptible a la ocurrencia de eventos de remoción en masa, aproximadamente conforma el 40% de toda la cuenca, es sobre ella que se forma una cobertura espesa, que disminuye la erosión, pero en zonas donde se evidencia procesos denudativos, se evidencia una aceleración de los procesos erosivos, y son los que mayor cantidad de material aportan a los lechos de las cursos de agua para posteriormente ser transportados aguas abajo, formando grandes huaycos y en el peor de los casos aluviones que afectan las partes bajas de la cuenca.

Vertiente de Montaña Alta Empinada

Formaciones con la misma configuración de las anteriores que predominan en la cuenca alta, presentan características que las hacen más peligrosas por tener pendientes en algunos de los cuales son verticales.

Gráfico N° 11 Vertiente de Montañas Alta Empinadas



3.2.4. GEODINÁMICA

Flujo Detrítico

Material morrénico de tamaño variable con clastos angulosos a subangulosos

Deslizamiento Antiguo

Deslizamiento antiguo escarpado con pendientes fuertes que se activa por constante precipitación.

Este deslizamiento ubicado en la margen izquierda de la quebrada Sahuanay a una altitud que va desde 2825 hasta los 3325 msnm, llegando a tener una amplitud aproximadamente de 500 metros de diferencia de altitud, entre su base y la corona del deslizamiento, implica una gran masa sujeta a procesos de remoción pero debido a los procesos de acomodado que siempre existe en medios altamente activos, vemos que este deslizamiento llegó a un nivel de reposo en relación a sus condiciones geométricas y propiedades mecánicas de suelo.

Deslizamiento Activo

Deslizamiento activo de derrubios y bloques, básicamente por ruptura y desplazamiento de grandes masas de suelo, en un talud natural. Se caracteriza por presentar necesariamente un

plano de deslizamiento o falla, a lo largo del cual se produce el movimiento que puede ser lento o violento, y por la presencia de filtraciones.²

Para el caso de microcuenca Sahuanay se identificaron 03 zonas de deslizamiento que afectan y tiene gran implicancia con la parte baja de la cuenca, accesibilidad y áreas de cultivo de la población circundante, así como al territorio donde se desarrolla, agricultura y ganadería.

Los deslizamientos en la microcuenca Sahuanay se intensifican en gran medida debido a la conformación geomorfológica, que nos muestran lo abrupto de la microcuenca debido a los factores topográficos y sobre todo climáticos e hidrogeológicos. Otro aspecto es la morfogénesis que describe todos los procesos de erosión, transporte y sedimentación del material, que en el caso particular de la microcuenca Sahuanay es muy intenso debido, a la forma alargada de la cuenca.

La Geología expresada en la estratigrafía nos muestra las distintas formaciones como lutitas y calizas, que presentan bajos niveles de resistencia frente a los procesos erosivos y que facilitan la infiltración de aguas superficiales, llegando a generar direcciones de flujo subterráneos que en su mayoría tiene dirección NE – SO alterando y saturando los suelos tanto física como químicamente. Es una zona donde se genera material suelto relacionado a la calidad de la roca, se identificaron fallas en su mayoría de tipo normal que ayudan en los procesos de filtración de las rocas.

Otro factor de relevancia en geología para explicar los procesos de remoción en masa es la estructura geológica de la microcuenca, ya que los procesos de compresión generan fracturamiento de roca. En ese sentido en Sahuanay se presentan fallas locales activas que cruzan por la microcuenca de NE a SO por el curso principal que generan inestabilidad y material suelto que la afecta. También genera cambios, como la ampliación del valle, debido a fuerzas de compresión lateral fracturando la roca que es susceptible a ser removida y/o transportada.

Considerando estos procesos se identificó en campo un total de 80 puntos de deslizamientos de distinto orden de magnitud y proceso, considerando el grado de afectación que estos representan, detallando el lugar de impacto en función de coordenadas y progresivas, la descripción del evento así como la comunidad en que se desarrolla y las medidas de solución.

² Fuente: terminología de INDECI

Gráfico N° 12 Vertiente de Montañas Alta Empinadas



Derrumbes

Derrumbes y desprendimiento de rocas acompañadas de flujos o coladas de barro

Cono Aluvial Grande

Cono aluvial grande que se carga en épocas de crecidas de rocas derrubios, el más importante y recordado en Abancay es el ocurrido el año de 1951 donde tras fuertes precipitaciones pluviales se llegaron a sobresaturar depósitos morrénicos originando un flujo de lodo (huayco), que se desplazó por la quebrada Sahuanay llegando hasta las partes bajas de Tamburco. Afectando 27 Has de cultivos (en el sector oeste) y causando 11 muertos; el huayco llegó hasta la ciudad de Abancay en el sector de la quebrada El Olivo³.

Cárcavas

Cárcava producto de meteorización e intemperismo y transporte de material dendrítico

3.2.5. HIDROGEOLOGÍA

Las condiciones hidrogeológicas de la cuenca la hacen muy activa y muy especial, ya que se relacionan diferentes aspectos que se detallaran a continuación.

³ INGEMMET, evaluación de riesgos Sahuanay – 2013

Producto de las investigaciones de campo, análisis de información y de los antecedentes, vemos que las condiciones de riesgos de las zonas son en su mayoría ocasionados por acciones de inestabilidad propias de las condiciones de roca y suelo y activadas en su mayoría por la gran abundancia de agua, debido a los procesos de filtración y percolación de agua superficial generando fuentes y cursos subterráneos que va en dirección NO – SE cruzando la cuenca en toda su amplitud. Esto sujeto también por un complejo geológico que tiene su aplicación en los grandes esfuerzos de tensión y deformación que ocasionan fallas locales que ayudan a los procesos de filtración de las aguas, sumado a ello vemos que las condiciones litológicas son desfavorables ya que se han identificado grandes paquetes de caliza y lutitas, rocas poco competentes susceptibles a los procesos de erosión químicas y procesos de Karstificación, como se han evidenciado.

Todos estos componentes nos permiten definir que la hidrogeología en su mayoría está formada por grupos de origen cuaternario donde destacan los siguientes.

Cuaternario aluvial qh –al

Depósitos de origen aluvial conformado por clastos bloques de rocas angulosas a sub angulosas con matriz areno arcillosa, estos depósitos se encuentran en la parte baja de la cuenca, y tienen consideraciones de material inconsolidado, con bajo nivel de compactación y altos procesos de remoción, producto de los procesos erosión y de factores antrópicos.

Cuadro N° 02 Parámetros hidrogeológicos del Cuaternario aluvial

PARAMETRO	NIVEL
1. Porosidad	Alto
2. Coeficiente de almacenamiento	Bajo
3. Permeabilidad	Alta
4. Transitabilidad	Alta

*Fuente: análisis de Isótopos Ambientales en el Ciclo Hidrológico.
Hidrogeología y propiedades de los acuíferos*

No se consideró la ecuación de Darcy debido a que solo es válida para un régimen de agua subterránea laminar, que se da en los acuíferos aproximadamente homogéneos e isótropos.

En los sedimentos clásticos (granulares) y en las rocas sedimentarias (arena, grava o arenisca). La distribución espacial de las fisuras en las rocas fisuradas es normalmente discreta, aunque a menudo una orientación espacial preferente puede provocar una permeabilidad anisótropa.

Por este motivo la matriz rocosa solo puede ser considerada homogénea e isótropa a gran escala. En este caso los términos porosidad y permeabilidad hidráulica no se aplican de manera explícita.

Cuaternario coluvial qh – co

Formación de material compuesto por residuos provenientes de Bloques y fragmentos de calizas y lutitas, formaciones sedimentarias que son arrancadas desde su puntos de origen por los procesos geodinámicos, termoclásticos, etc.

Estos materiales son depositados por procesos naturales activado por la gravedad, se caracterizan por tener niveles de porosidad muy altos, debido a los niveles altos de densidad de poros por lo sub anguloso de los clastos, de igual forma el nivel de almacenamiento es bajo por no tener puntos de confinamiento y la permeabilidad así como la transitabilidad es muy alta.

De igual forma no se considera la ecuación de Darcy por no ser flujos laminares.

Cuadro N° 03 Parámetros hidrogeológicos del Cuaternario coluvial

PARAMETRO	NIVEL
1.Porosidad	Muy Alto
2. Coeficiente de almacenamiento	Bajo
3. Permeabilidad	Muy Alto
4. Transitabilidad	Muy Alto

*Fuente: análisis de Isótopos Ambientales en el Ciclo Hidrológico.
Hidrogeología y propiedades de los acuíferos*

Cuaternario eluvial qh – el

Fragmento de lutitas y calizas con material de origen eluvial conformado por clastos bloques de rocas angulosas a sub angulosas con matriz areno arcillosa, estos depósitos se encuentran en la parte baja de la cuenca, y tienen consideraciones de material inconsolidado, con bajo nivel de compactación y altos procesos de remoción, al igual que los depósitos aluviales.

Cuadro N° 04 Parámetros hidrogeológicos del Cuaternario eluvial

PARAMETRO	NIVEL
1.Porosidad	Alto
2. Coeficiente de almacenamiento	Medio
3. Permeabilidad	Medio
4. Transitabilidad	Medio

*Fuente: análisis de Isótopos Ambientales en el Ciclo Hidrológico.
Hidrogeología y propiedades de los acuíferos*

Grupo Mitu volcánico psti- mi/vo

Las lavas andesíticas poseen características intermedias entre las ácidas y básicas. Pueden fluir varios kilómetros desde el centro de origen, pero también forman comúnmente domos y flujos cortos y potentes. Pueden desarrollar disyunción columnar o prismática, perpendicular a la superficie de enfriamiento. En ocasiones están relacionadas a esporádicos eventos explosivos lavas andesíticas.

Cuadro N° 05 Parámetros hidrogeológicos del Grupo Mitu volcánico

PARAMETRO	NIVEL
1. Porosidad	Bajo
2. Coeficiente de almacenamiento	Medio
3. Permeabilidad	Medio
4. Transitabilidad	Medio

*Fuente: análisis de Isótopos Ambientales en el Ciclo Hidrológico.
Hidrogeología y propiedades de los acuíferos*

Grupo Copacabana superior pi_co_s

Las lutitas presentes son porosas pero poco permeables, porque sus poros son muy pequeños y no están bien comunicados entre ellos. En la zona de la cuenca media se identificaron grandes paquetes de lutitas y sobre todo areniscas

Las areniscas identificadas en la zona contienen espacios intersticiales entre sus granos, cuyos espacios presentan una matriz de sílice. Se identificó también niveles de porosidad, éstos pueden estar llenos de agua y tiene concordancia con los flujos subterráneos identificados y mapeados en campo.

De igual forma las calizas ubicadas en las partes altas nos dan indicios de procesos de filtración y formación de oquedades y formaciones Kársticas.

Cuadro N° 06 Parámetros hidrogeológicos del Grupo Copacabana superior

PARAMETRO	NIVEL
1. Porosidad	Medio
2. Coeficiente de almacenamiento	Alto
3. Permeabilidad	Medio
4. Transitabilidad	Alta

*Fuente: análisis de Isótopos Ambientales en el Ciclo Hidrológico.
Hidrogeología y propiedades de los acuíferos*

Cuaternario fluvio-glacial qpl – fg

Formación de material compuesto por residuos provenientes de bloques y fragmentos de calizas y lutitas, formaciones sedimentarias que son arrancadas desde sus puntos de origen por los procesos geodinámicos, termoclasticos, etc.

Estos materiales son depositados por procesos naturales activado por la gravedad, se caracterizan por tener niveles de porosidad muy altos, debido a los niveles de densidad de poros por lo sub angular de los clastos. De igual forma el nivel de almacenamiento es bajo por no tener puntos de confinamiento y la permeabilidad así como la transitabilidad es muy alta.

De igual forma no se considera la ecuación de Darcy por no ser flujos laminares.

Cuadro N° 07 Parámetros hidrogeológicos del Grupo Cuaternario fluvio-glaciar

PARAMETRO	NIVEL
1. Porosidad	Muy Alto
2. Coeficiente de almacenamiento	Bajo
3. Permeabilidad	Muy Alto
4. Transitabilidad	Muy Alto

Fuente: análisis de Isótopos Ambientales en el Ciclo Hidrológico. Hidrogeología y propiedades de los acuíferos

Cuaternario morrénico qpl –mo

Material cuaternario de origen glaciar, transportado y depositado por la acción del hielo, para este caso sucedió hasta un proceso terminal de depositamiento dando como resultado una morrena terminal. Se observan en la parte intermedia al pie de los nevados, a lo largo de los valles glaciares y en algunos casos originando y formando diques naturales dando origen a lagunas de actual configuración y algunas antiguas sin nivel freático superficial.

Los clastos y bloques normalmente son angulosos a sub angulosos por el poco transporte que tuvieron, con una matriz limo arenosa, se observan bastantes compactas y con una matriz fina algo cementadas. Por tener como macizo rocoso a las calizas la litológica de los fragmentos de los clastos y bloques son calcáreas.

Cuadro N° 08 Parámetros hidrogeológicos del Grupo Cuaternario fluvio-glaciar

PARAMETRO	NIVEL
1. Porosidad	Muy Alto
2. Coeficiente de almacenamiento	Bajo
3. Permeabilidad	Muy Alto
4. Transitabilidad	Muy Alto

Fuente: análisis de Isótopos Ambientales en el Ciclo Hidrológico.
Hidrogeología y propiedades de los acuíferos

Grupo Copacabana Inferior pi – co_ i

Calizas de color gris oscuras con potentes estratos ubicadas en las partes altas que están sufriendo proceso de Karstificación debido de procesos de filtración y formación de oquedades y formaciones Kársticas

Cuadro N° 09 Parámetros hidrogeológicos del Grupo Copacabana inferior

PARAMETRO	NIVEL
1. Porosidad	Alto
2. Coeficiente de almacenamiento	Bajo
3. Permeabilidad	Muy Alto
4. Transitabilidad	Muy Alto

Fuente: análisis de Isótopos Ambientales en el Ciclo Hidrológico.
Hidrogeología y propiedades de los acuíferos

3.3 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA GEOGRÁFICA A EVALUAR

En General la cuenca de Sahuanay es una cuenca que se encuentra inmersa y definida por tres grandes aspectos, el primero es tectónico mecánica, regido por la gran deflexión de Abancay que deja un conjunto de fallas locales de tipo normal que generan zonas de inestabilidad a los que se suma las condiciones litológicas que no son favorables debidos a la presencia de rocas en su mayoría sedimentarias poco competentes susceptibles a procesos de filtración.

En segundo aspecto es una cuenca con gran cantidad de material depositado y modelado exógenamente por procesos glaciares lo cual la hace muy abrupta con grande pendiente y una gradiente de altitud muy considerable haciendo que llegue desde los 2500 msnm a los 5100 en aproximadamente 10 Km de recorrido.

Y finalmente el componente que desencadena y exagera la ocurrencia e eventos potencialmente peligrosos son los procesos de filtración por el exceso de agua proveniente de las lagunas y del deshielo del nevado que discurre por la cuenca. Y producto de las condiciones litológicas y estructurales de la cuenca filtra formando flujos subterráneos que van en dirección NO – SE, donde el principal flujo tiene una longitud identificada de 3.7 Km y cruza por la laguna de Angascocha.

Estos elementos son los que caracterizan las condiciones de peligro, llegando a acrecentarse en la parte baja, alrededor de la población, ya que no existe un curso definido, producto de la colmatación y estrangulamiento del río producto de la proximidad de las viviendas, y peor aún en la parte baja, el curso del rio desaparece debido al proceso urbano descontrolado.

4. METODOLOGÍA

4.1 LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN

El estudio responde a una secuencia metodológica, propia de estudios territoriales, el cual pasa por la definición de las variables, el recojo de información a través de técnicas propias de las especialidades, con el fin de diagnosticar la influencia de estas variables en la generación e impactos propios del problema.

La complejidad de las variables participantes en la cuenca de Sahuanay, obligó a la definición de una secuencia lógica de procesos para obtención de los resultados, es así que para el desarrollo de diferentes componentes considerando los siguientes pasos.

El levantamiento de información considera tres grandes componentes.

- Recopilar información, estudios, diagnósticos que den cuenta de las condiciones de peligro, vulnerabilidad y riesgo en la cuenca

- Recopilar información cartográfica temática de diferentes fuentes para su análisis e interpretación.
- El recorrido de campo para el mapeo, validación y análisis de la información identificada, detallando en función de la escala de trabajo los niveles de detalles y consideraciones necesarios para la elaboración del mapa de susceptibilidad.

Una vez desarrollada las etapas y procesos de trabajo y la definición de los elementos necesario para el desarrollo del estudio se procedió a identificar los elementos de campo y el recojo de información base en las zonas así como también la necesidad de recopilar antecedentes que nos permitan tener un panoramas las condicione físicas, de la cuenca y sus diferentes puntos de interés.

El proceso de recolección tuvo un periodo dentro del proceso de todo el estudio.

Cuadro N° 10 Cronograma de Trabajo

CRONOGRAMA DE CAMPO						
ACTIVIDAD	D1	D2	D3	D4	D5	D6
Trabajo de campo	X					
Visita de campo de trabajo		X				
Trabajo topógrafo 1			X			
Trabajo topógrafo 2				X		
Trabajo topógrafo 3					X	
Trabajo topógrafo 4						X

Elaboración: propia

De igual forma en esta etapa se desarrollaron actividades que permitieron en un principio establecer cooperación entre los consultores externos y los funcionarios municipales así como los diferentes agentes el desarrollo local.

4.2 ANÁLISIS Y RELACIÓN DE VARIABLES

Respondiendo a los objetivos del informe se definió considerar diferentes elementos que permita caracterizar los elementos necesarios para el análisis del peligro, considerando un conjunto de disciplinas como son la geodinámica, fisiografía, hidrogeología, topografía, uso actual de suelos, geodinámica, peligros identificados.

Cuadro N° 11 Variables consideradas para el estudio de peligros en la cuenca de Sahuanay

VARIABLES CONSIDERADAS EN LOS ESTUDIOS	
VARIABLES	INDICADORES
Fisiografía	Formación – altitud – nivel de accesibilidad - paisaje
Hidrogeología	Porosidad – almacenamiento – transitabilidad - conductividad
Topografía - Pendiente	Altitud – Relieve – Agresividad
Uso actual de suelos	Cultivo – población – distribución – uso del suelo
Geodinámica	Deslizamiento – Caída – Derrumbe – actividad
Peligros	Rango de peligro – Nivel – área de influencia

Elaboración: Propia

Cuadro N° 12 Unidades de Fisiografía de la cuenca Sahuanay

FISIOGRAFICO - SAHUANAY			
GRAN PAISAJE	SUB PAISAJE	UNIDAD DE PAISAJE	CODIGO
Cauce de río	Cauce de río	Cauce de río	Cr
Planicies	Fondos de Valle	Fondo de Valle Fluvio Glacial	PF-Fvfg / A-E
Laguna	Laguna	Laguna	Lag
Planicies	Terrazas	Terraza Alta	Pob
Planicies	Terrazas	Terraza Estructural	PT-Te / A-D
Montañas	Montañas Altas	Vertiente de Montaña Alta Allanada	MA-Vmaa / E
Montañas	Montañas Altas	Vertiente de Montaña Alta Escarpada	MA-Vmas / H
Montañas	Montañas Altas	Vertiente de Montaña Alta Empinada	MA-Vmae / F
Montañas	Montañas Altas	Vertiente de Montaña Alta Muy Empinada	MA-Vmame / G
Montañas	Montañas Altas	Vertiente de Montaña Alta Rocosa Escarpada	MA-Vmars / H
Planicies	Altiplanicies	Altiplanicie Ondulada	PA-Ao / CD
Planicies	Fondos de Valle	Fondo de Valle Fluvio Glacial	PF-Fvfg / A-E

Elaboración: Propia

Cuadro N° 13 Unidades de Geodinámica en la cuenca Sahuanay

GEODINAMICO - SAHUANAY		
NOMBRE	SIMBOLO	DESCRIPCION DE LA UNIDAD
Lagunas	Lag	Lagunas
Cárcava	CRVA	cárcava producto de meteorización e intemperismo y transporte de material detrítico
Derrumbe	DRB	derrumbe y desprendimiento de rocas acompañada de flujos o coladas de barro
Flujo De Detritos	FDD	materiales morrénico de tamaño variable con clastos angulosos
Deslizamiento Activo	DLZ_ACT	deslizamiento activo de derrubios y bloques producto de las constantes precipitaciones
Cono Aluvial Grande	CAG	cono aluvial grande que se carga en épocas de crecida de rocas
Deslizamiento Antiguo	DLZ_ANT	deslizamiento antiguo escarpado con pendientes fuertes que se activa por constantes precipitaciones

Elaboración: Propia

Cuadro N° 14 Unidades de Hidrogeología en la cuenca Sahuanay

HIDROGEOLOGIA - SAHUANAY				
EDAD	NOMBRE	DESCRIPCION DE LA UNIDAD	SIMBOLO	CARACTERISTICAS
Cuaternario Holoceno	Cuaternario Coluvial	Bloques y fragmentos de calizas y lutitas	Qh-Co	Suelto Y Poroso
Pérmico Superior Triásico Inferior	Grupo Mitu Volcánico	Lavas andesíticas	Psti-Mi/Vo	Coherente Y Poroso
Pérmico Inferior	Grupo Copacabana Inferior	Calizas de color gris oscuras con potentes estratos que están sufriendo proceso de Karstificación	Pi-Co_I	Poroso (Porosidad Secundaria)
Cuaternario Holoceno	Cuaternario Eluvial	Fragmento de lutitas y calizas	Qh-EI	Suelto Y Poroso
Cuaternario Pleistoceno	Cuaternario Fluvioglacial	Fragmentos de calizas y lutitas	Qpl-Fg	Suelto Y Poroso
Cuaternario Pleistoceno	Cuaternario Morrénico	Bloques y fragmentos de calizas	Qpl-Mo	Suelto Y Poroso
Cuaternario Holoceno	Cuaternario Aluvial	Bloques de rocas angulosas a sub angulosas con matriz areno arcillosa	Qh-AI	Suelto Y Poroso
Pérmico Inferior	Grupo Copacabana Superior	Lutitas negras intercaladas con calizas y areniscas, presencia de abundantes fósiles	Pi-Co_S	Poroso (Porosidad Secundaria)

Cuadro N° 15 Unidades de Pendiente en la cuenca Sahuanay

PENDIENTE - SAHUANAY		
DESCRIPCION DE LA UNIDAD	PENDIENTE EN PORCENTAJE	SIMBOLO
Pendiente Escarpada	+ 75%	H
Pendiente Fuertemente Empinada	50% - 75%	G
Pendiente Fuertemente Inclinada	8% - 15%	D
Pendiente Moderadamente Inclinada	4% - 8%	C
Pendiente Empinada	25% - 50%	F
Pendiente Moderadamente Empinada	15% - 25%	E
Pendiente Fuertemente Empinada	50% - 75%	G
Laguna	0%	Lag
Pendiente Llana a Ligeramente Inclinada	0% - 4%	AB

Elaboración: Propia

Cuadro N° 16 Unidades de Pendiente en uso actual del suelo

USO ACTUAL DEL SUELO - SAHUANAY		
UNIDAD	DESCRIPCION DE LA UNIDAD	SIMBOLO
Áreas Agrícolas	Cultivos en Secano con vegetación mixta	Csvm
Áreas Agrícolas	Cultivos en Secano	Cs
Áreas Agrícolas	Cultivos bajo Riego	Cbr
Áreas de Pastoreo	Pastizales	Pas
Áreas de Pastoreo	Bofedales	Bof
Cuerpos de Agua	Lagunas	Lag
Infraestructura	Infraestructura para Riego	Ipr
Laymes	Laymes en Producción	Lap
Sin Uso	Sin Uso Antrópico	Sua

Elaboración: Propia

Identificadas todas las variables y los indicadores en cada uno se procedió a definir una relación de variables de tipo lineal que permita definir una sumatoria de elementos que nos permita tener un resultado que integre todo lo considerado. Es así que se toma como herramienta básica a los sistemas de información geográfica y su plataforma para definir la información temática.

4.3 PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN

Modelar y representar las características físicas de una cuenca que está sujeta a procesos geodinámicos intensos, significa integrar gran cantidad de información que involucra la amenaza como agente activo del riesgo representado básicamente por la susceptibilidad del territorio a la generación de procesos de remoción en masa, así como a los puntos críticos identificados en campo, considerando variables litológicas, estructurales, geomorfológicas, topográficas, antrópicas y climáticas.

Esta metodología explica el modelo conceptual y funcional que se usó para la elaboración de la estructura de la información y para el cruce de los aspectos temáticos que intervienen, así como las características de la información disponible y los procesos que involucra la automatización de información analógica a información digital georeferenciada.

El desarrollo del modelo está basado en la integración de un Sistema de Información Geográfico (SIG) a partir de la información obtenida. Dicha información fue almacenada en

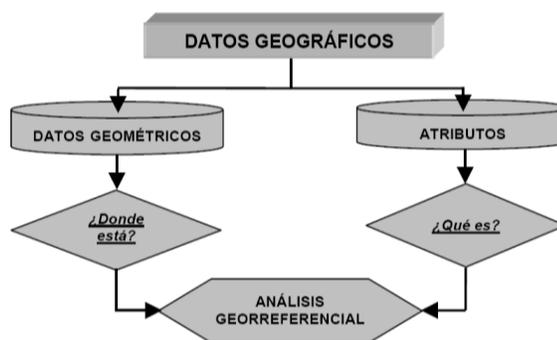
una base de datos digital, para concentrarla en el software ARCGIS que permitió de manera directa realizar trabajos que tengan como fin planificar acciones de forma inmediata.

Definición de los datos Geográficos

Los datos describen las diferentes observaciones realizadas en un estudio, que se recogen y almacenan en un sistema, mientras que la información está constituida por datos almacenados, analizados y procesados que responde a preguntas y resuelve problemas.

Existen dos tipos de datos: los datos geométricos y los datos alfanuméricos, los cuales fueron anexados permitiendo generar información para cada ente geométrico.

Gráfico N° 08 Componentes Básicos de los Datos Geográficos



La aplicación de los SIG en el estudio de los peligros naturales normalmente está limitada por la cantidad y calidad de información disponible, y en el caso particular del presente estudio se determinó trabajar primero con insumos propios sobre condiciones geológicas, geomorfológicas y topográficas y posteriormente cotejarlas con otros aspectos como hidrogeología, suelos, fisiografía, usos del suelo, a ser proporcionados por el Proyecto Especial MARIÑO, se vio necesario realizar los procesos considerando los datos generados por PREDES referentes a los factores intrínsecos del territorio como son Geología, Geomorfología, y Topografía.

Procesos de automatización para determinar Susceptibilidad a Eventos Remoción en Masa - PRM

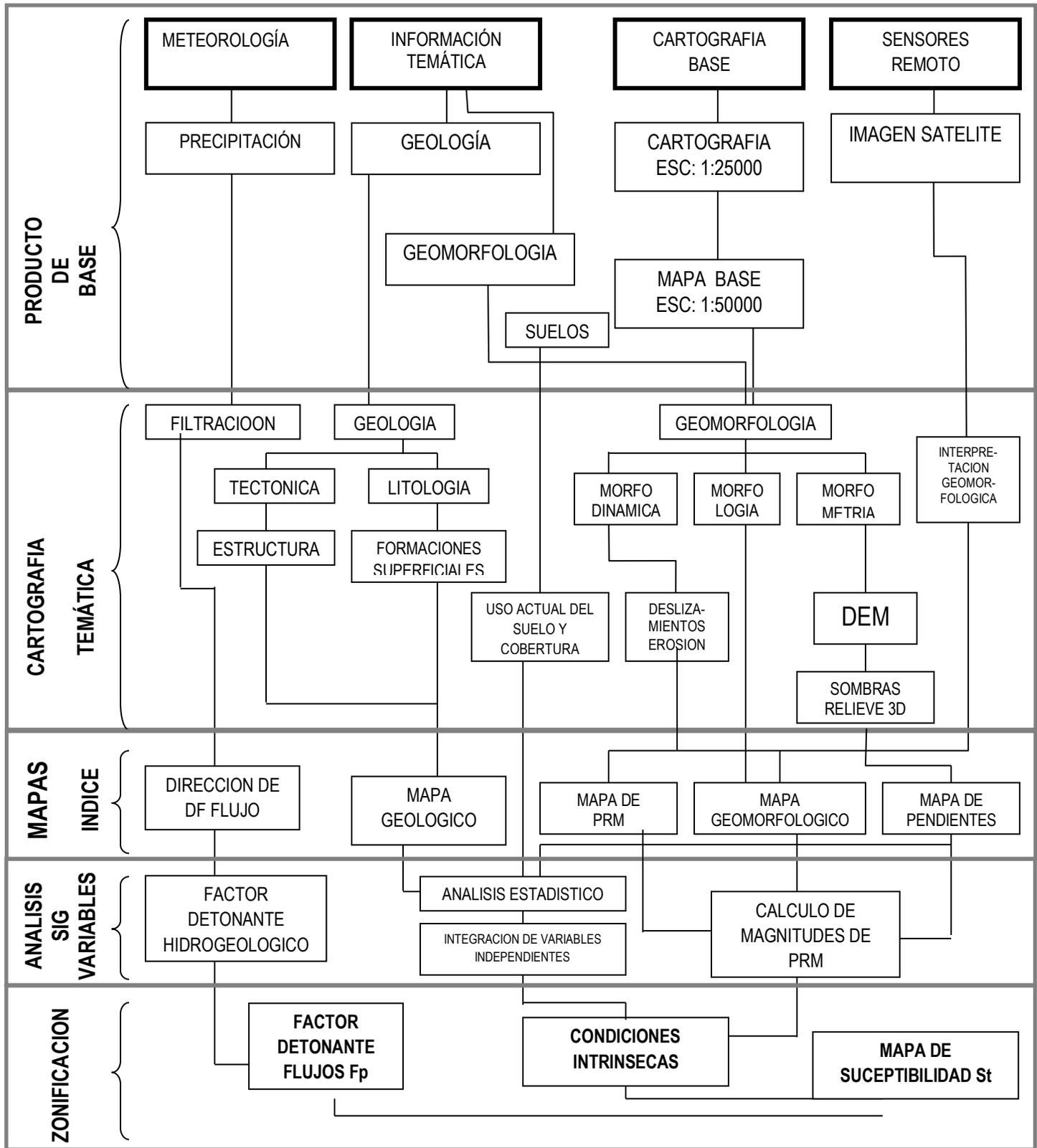
La susceptibilidad es la predisposición de un determinado territorio a la ocurrencia de algún evento de origen natural, debido a sus condiciones intrínsecas, condiciones que se evidencian en los procesos dinámicos del territorio que en él se desarrollan.

Para poder definir las condiciones de susceptibilidad de un territorio es necesario considerar dos aspectos bien marcados, en principio se tiene que definir las condiciones intrínsecas del territorio, en este caso se tomó la Geología, la cual influye en mayor o menor grado en la

generación de PRM, que se refiere al tipo de depósito y el material constitutivo del territorio, la permeabilidad, la litología de las rocas y su estructura, la alteración y meteorización.

En resumen, conociendo las características físicas de la cuenca del Sahuanay, incluidos los aspectos desencadenadores, como son las condiciones hidrológicas e hidrogeológicas se zonificó los eventos de remoción en masa. En este caso se ha zonificado la susceptibilidad del territorio a la formación de PRM, aplicando métodos propuestos por INGEMMET, CENEPRED, y métodos desarrollados y aplicados en zonas como Antabamba, Cusco, etc. aplicando algunos cambios o variaciones que nos permiten obtener resultados enmarcados dentro de las características de un estudio dentro del marco técnico normativos de la gestión del riesgo de desastres.

Gráfico N° 09 Metodología para Susceptibilidad a los Movimientos En Masa
(Programa de adaptación al cambio climático PACC - PERU)



4.4 PRESENTACIÓN Y ELABORACIÓN DE INFORMES

Considerando los procesos de modelamiento y relación de variables podemos tener el resultado final, el cual consta de un mapa de modelo de susceptibilidad a movimientos en masa, que a su vez nos muestra las condiciones de peligro, el cual es la base para establecer medios para la prevención y mitigación de los riesgos.

Es así que la presentación del informe incluirá y definirá las reales condiciones de riesgo y la real implicancia de las variables, para tomar medidas correctivas.

5 EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES DE PELIGRO EN LA CUENCA DE SAHUANAY

5.1 IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS

Las condiciones producto del diagnóstico en la zona nos muestran grandes procesos de erosión y alteración de las condiciones de estabilidad en la cuenca, caracterizándose por presentar condiciones de peligro diferenciado en la cuenca media, alta y baja, es así que se presenta la identificación de los peligros en función de cada uno de estos sectores para finalmente esquematizar un posible escenario de aluvión en las condiciones actuales que nos permita definir las zonas afectadas producto del evento.

Del conjunto de zonas críticas de la cuenca se ha considerado las de mayor relevancia y de importancia para el tema de estabilidad, que conlleva finalmente a los resultados del modelo de susceptibilidad en la cuenca Sahuanay.

5.1.1 Peligros en la cuenca Alta

De la cuenca alta identificamos dos grandes eventos geodinámicos que son producto de procesos erosivos en la parte alta, lo que muestra el alto nivel de transformación de la cuenca, producto de los agentes de meteorización.

Es así que en las zonas identificamos peligros de nivel medio a alto, debido a que no tienen afectación directa sobre infraestructura o poblaciones.

El efecto podría ser indirecto ya que los coluvios y material particulado, podría enfocarse en las zonas de escorrentía y en la medida de la intensidad de los flujos podrían ser movilizados aguas abajo generando grandes avenidas o flujos aluviónicos que afectarían la cuenca media y baja.

Cuadro N° 17 Identificación Punto N° 01

Ubicación de las zonas críticas		Imagen: 
Caída de Roca		
Ubicación	Área	
8499652 N 725799 E	10 has	
Altitud	Nivel de peligro	
4625 msnm	Muy Alto	
Condiciones de Peligro Directo		
Zona de caída de rocas, producto de procesos termoclasticos que afectan la zona crítica		
Condiciones de Peligro Indirecto		
Zona que alteran el libre flujo de las condiciones de las zonas críticas.		

Cuadro N° 18 Identificación Punto N° 02

Ubicación de las zonas críticas		Imagen: 
Caída de Roca		
Ubicación	Área	
8499105 N 727341 E	20 has	
Altitud	Nivel de peligro	
4580 msnm	Muy Alto	
Condiciones de Peligro Directo		
Zona de caída de rocas, producto de procesos termoclasticos que afectan la zona critica		
Condiciones de Peligro Indirecto		
Zona que alteran el libre flujo de las condiciones de las zonas críticas.		

5.1.2 Peligros en la cuenca media

En la cuenca media, las condiciones son diferentes ya que la cobertura es mucho más abundante, a su vez se identifican que las condiciones del material son diferentes, ya que en la cuenca alta predomina el material coluvial depositado. En la cuenca media prevalecen los depósitos de suelos, de origen cuaternario, que están sujetos a procesos de deslizamiento rotacional producto de las condiciones de saturación de los suelos.

Es así que en esta zona, se evidencian 3 grandes procesos de movimientos que tienen implicancia directa con la laguna de Angascocha y laderas de la margen izquierda, que podría afectar seriamente la zona media y baja de la cuenca.

Cuadro N° 19 Identificación Punto N° 03

Ubicación de las zonas críticas		Imagen: 
Deslizamiento		
Ubicación	Área	
8496345 N 729059 E	2.3 has	
Altitud	Nivel de peligro	
3350 msnm	Muy Alto	
Condiciones de Peligro Directo		
Zona de deslizamiento, que implican zonas sobre la laguna de Angascocha.		
Condiciones de Peligro Indirecto		
Zona que alteran el libre flujo de las condiciones de las zonas críticas.		

Cuadro N° 20 Identificación Punto N° 04

Ubicación de las zonas críticas		Imagen: 
Deslizamiento		
Ubicación	Área	
8495418 N 729546 E	7.9 has	
Altitud	Nivel de peligro	
3075 msnm	Muy Alto	
Condiciones de Peligro Directo		
Zona de deslizamiento, que implica directamente laderas inestables de la margen derecha.		
Condiciones de Peligro Indirecto		
Zona de deslizamiento, producto de material suelto, saturado y de pendientes fuertemente considerables que generan una mayor fuerza de arrastre a la de resistencia.		

Cuadro N° 21 Identificación Punto N° 05

Ubicación de las zonas críticas		Imagen: 
Deslizamiento		
Ubicación	Área	
8495418 N 729546 E	2.1 has	
Altitud	Nivel de peligro	
3020 msnm	Muy Alto	
Condiciones de Peligro Directo		
Zona de deslizamiento, que implica directamente laderas inestables de la margen derecha.		
Condiciones de Peligro Indirecto		
Zona de deslizamiento, producto de material suelto, saturado y de pendientes fuertemente considerables que generan una mayor fuerza de arrastre a la de resistencia.		

5.1.3 Peligros en la cuenca baja

En la zona baja de la cuenca vemos que se presenta la mayor cantidad de infraestructura y áreas de cultivo, así como diversos medios de vida que podrían ser afectados en función de la dinámica PRM que se produce en la parte alta y media de la cuenca.

Es claro entender que las condiciones de la cuenca baja presenta formaciones y características típicas de zonas de recepción, es decir lechos y depósitos de material sedimentado en diferentes etapa de la formación, es así que en el año 2012 y 50 años antes se produjeron grandes eventos grabados en la memoria colectiva de la población, en la que grandes masas de suelo y agua se depositaron en la parte baja de la cuenca, hoy más densamente poblado y con mayor dinamismo y producción agrícola y pecuaria.

Cuadro N° 22 Identificación Punto N° 06

Ubicación de las zonas críticas		Imagen:
Área de inundación		
Ubicación	Área	
8493528 N 729474 E	45.5 has	
Altitud	Nivel de peligro	
2650 msnm	Muy Alto	
Condiciones de Peligro Directo		
Zona de paso de los flujos en las partes bajas de la cuenca Sahuanay		
Condiciones de Peligro Indirecto		
Zona de deposición y recorrido de los flujos afectando las condiciones de los medios de vida y población de la parte baja de la cuenca.		

5.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS PELIGROS

En esta sección se procederá a la caracterización de los peligros identificados en función de sus condiciones, y parámetros que los generan y definen su comportamiento, cada uno de los eventos que se consideró son los de mayor trascendencia para el comportamiento dinámico de la cuenca.

5.2.1 Caracterización de la Cuenca Alta

Esta zona de la cuenca se caracteriza en función de elementos propios que definen de manera muy marcada las condiciones de medios tan agrestes, producto de sus propias condiciones geológicas, topográficas y fisiográficas.

Cuadro N° 23 Caracterización del Punto N° 01

CONDICIONES FISICAS	CAIDA DE ROCAS - CUENCA ALTA - 01		
Parámetros Geológicos	Condiciones de Peligro Directo		
Grupo Copacabana Superior - lutitas negras intercaladas con calizas y areniscas, que significan formaciones poco competentes susceptibles a procesos de ruptura, producto de procesos de erosión glaciar.	Se identificó derrumbe y desprendimiento de rocas de tamaño variable con clastos angulosos, que provee de material disgregado, que en condiciones de grandes precipitaciones de masas de agua o hielo, podría generar el arrastre de material aguas abajo afectando la cuenca media.		
Parámetros hidrogeológicos			
Las condiciones hidrogeológicas de la cuenca alta nos muestran zonas con las siguientes características, parámetros definidos y tomados en función del análisis de Isótopos Ambientales en el Ciclo Hidrogeología y propiedades de los acuíferos: Porosidad – Medio; Coeficiente de almacenamiento - Alto; Permeabilidad – Medio; Transitabilidad – Alto.			
Parámetros Topográficos	Nivel de Peligrosidad		
Pendiente escarpada con pendientes superiores a 75%, catalogadas como montañas altas con vertiente rocosas y escarpada	Muy Alto		X
	Alto		
	Medio Bajo		
	Bajo		

Cuadro N° 24 Caracterización del Punto N° 02

CONDICIONES FISICAS	CAIDA DE ROCAS - CUENCA ALTA - 02		
Parámetros Geológicos	Condiciones de Peligro Directo		
Grupo Copacabana Superior - lutitas negras intercaladas con calizas y areniscas, que significan formaciones poco competentes susceptibles a procesos de ruptura, producto de procesos de erosión glaciar.	Se identificó derrumbe y desprendimiento de rocas de tamaño variable con clastos angulosos, que provee de material disgregado que en condiciones de grandes precipitaciones de masas de agua o hielo, podría generar el arrastre de materiales aguas abajo afectando la cuenca media.		
Parámetros hidrogeológicos			
Las condiciones hidrogeológicas de la zona nos muestran zonas con las siguientes características, parámetros definidos y tomados en función del análisis de Isótopos Ambientales en el Ciclo Hidrogeología y propiedades de los acuíferos: Porosidad – Medio; Coeficiente de almacenamiento - Alto; Permeabilidad – Medio; Transitabilidad – Alto.			
Parámetros Topográficos	Nivel de Peligrosidad		
Pendiente Escarpada con pendientes superiores a 75%, catalogadas como montañas altas con vertiente rocosas y escarpada	Muy Alto		X
	Alto		
	Medio Bajo		
	Bajo		

5.2.2 Caracterización de la Cuenca Media

Cuadro N° 25 Caracterización del Punto N° 03

CONDICIONES FISICAS	CAIDA DE ROCAS - CUENCA MEDIA - 03		
Parámetros Geológicos	Condiciones de Peligro Directo		
Cuaternario Fluvioglacial, con gran presencia de lutitas y calizas, que significan formaciones poco competentes, con presencia de material depositado y fracturado con potencias de suelo que van de los 2 a los 5 metros, fuertemente saturados.	Se identificó zonas de arranque y procesos de deslizamiento, considerando la gran presencia de agua que genera saturación de los suelos, que en condiciones de pendiente fuerte y agentes externos erosivos, podrían desencadenar grandes eventos si a esto se le suma algún evento sísmico local en la zona o grandes precipitaciones continuas que lleguen a puntos extremos de saturación.		
Parámetros hidrogeológicos			
Las condiciones hidrogeológicas de la cuenca media nos muestran zonas con las siguientes características, parámetros definidos y tomados en función del análisis de Isótopos Ambientales en el Ciclo Hidrogeología y propiedades de los acuíferos: Porosidad – Alto; Coeficiente de almacenamiento - bajo; Permeabilidad – Medio; Transitabilidad – Alto. Todos estos parámetros nos ayudan a definir las condiciones de flujos subterráneos como se muestra en el modelo, que tiene incidencia directa sobre el comportamiento de los taludes sobre la laguna de Angascocha			
Parámetros Topográficos	Nivel de Peligrosidad		
Pendiente escarpada con pendientes que van de 50% a 75%, catalogadas como pendiente fuertemente empinada.	Muy Alto		X
	Alto		
	Medio Bajo		
	Bajo		

Cuadro N° 26 Caracterización del Punto N° 04

CONDICIONES FISICAS	DESIZAMIENTO - CUENCA MEDIA - 04		
Parámetros Geológicos	Condiciones de Peligro Directo		
Calizas de color gris oscuras con potentes estratos que están sufriendo proceso de karstificación, lo que significa que al igual que las demás formaciones son poco competentes, con presencia de material depositado y fracturado con potencias de suelo que van de los 2 a los 5 metros, fuertemente saturados.	Se identificó zonas de arranque y procesos de deslizamiento, considerando la gran presencia de agua que genera saturación de los suelos, que en condiciones de pendiente fuerte y agentes externos erosivos, podrían desencadenar grandes eventos si a esto se le suma algún evento sísmico local en la zona o grandes precipitaciones continuas que lleguen a puntos extremos de saturación.		
Parámetros hidrogeológicos			
Las condiciones hidrogeológicas de la zona nos muestran zonas con las siguientes características, parámetros definidos y tomados en función del análisis de Isótopos Ambientales en el Ciclo Hidrogeología y propiedades de los acuíferos: Porosidad – Alto; Coeficiente de almacenamiento - bajo; Permeabilidad – Muy Alto; Transitabilidad – Muy Alto. Todos estos parámetros nos ayudan a definir las condiciones de flujos subterráneos como se muestra en el modelo, que tiene incidencia directa sobre las laderas y pendientes próximas, todas completamente saturadas.			
Parámetros Topográficos	Nivel de Peligrosidad		
Pendiente Escarpada con pendientes que van de 50% a 75%, catalogadas como pendiente fuertemente empinada.	Muy Alto		X
	Alto		
	Medio Bajo		
	Bajo		

Cuadro N° 27 Caracterización del Punto N° 05

CONDICIONES FISICAS	DESPLIZAMIENTO - CUENCA MEDIA - 05		
Parámetros Geológicos	Condiciones de Peligro Directo		
Calizas de color gris oscuras con potentes estratos que están sufriendo proceso de karstificación, lo que significa que al igual que las demás formaciones son poco competentes, con presencia de material depositado y fracturado con potencias de suelo que van de los 2 a los 5 metros, fuertemente saturados.	Se identificó zonas de arranque y procesos de deslizamiento, considerando la gran presencia de agua que genera saturación de los suelos, que en condiciones de pendiente fuerte y agentes externos erosivos, podrían desencadenar grandes eventos si a esto se le suma algún evento sísmico local en la zona o grandes precipitaciones continuas que llegan a puntos extremos de saturación.		
Parámetros hidrogeológicos			
Las condiciones hidrogeológicas de la zona nos muestran zonas con las siguientes características, parámetros definidos y tomados en función del análisis de Isótopos Ambientales en el Ciclo Hidrogeología y propiedades de los acuíferos: Porosidad – Alto; Coeficiente de almacenamiento - bajo; Permeabilidad – Muy Alto; Transitabilidad – Muy Alto. Todos estos parámetros son ayudan en definir las condiciones de flujos subterráneos como se muestra en el modelo, que tiene incidencia directa sobre las laderas y pendientes próximas, todas completamente saturadas.			
Parámetros Topográficos	Nivel de Peligrosidad		
Pendiente Escarpada con pendientes que van de 50% a 75%, catalogadas como pendiente fuertemente empinada.	Muy Alto		X
	Alto		
	Medio Bajo		
	Bajo		

5.2.3 Caracterización de la Cuenca baja

Cuadro N° 28 Caracterización del Punto N° 06

CONDICIONES FISICAS	INUNDACION - CUENCA BAJA - 06		
Parámetros Geológicos	Condiciones de Peligro Directo		
Depósitos cuaternarios aluviales, con condiciones de bloques de rocas lo que significa que son depósitos producto de la dinámica de la zona crítica con potencias de suelo que van de los 5 a los 10 metros, fuertemente saturados.	Se identificó zonas de arranque y procesos de deslizamiento, considerando la gran presencia de agua que genera saturación de los suelos, que en condiciones de pendiente fuerte y agentes externos erosivos, podrían desencadenar grandes eventos si a esto se le suma algún evento sísmico local en la zona o grandes precipitaciones continuas que llegan a puntos extremos de saturación.		
Parámetros hidrogeológicos			
Las condiciones hidrogeológicas de la cuenca baja nos muestran zonas con las siguientes características, parámetros definidos y tomados en función del análisis de Isótopos Ambientales en el Ciclo Hidrogeología y propiedades de los acuíferos: Porosidad – Muy Alto; Coeficiente de almacenamiento - bajo; Permeabilidad – Muy Alto; Transitabilidad – Muy Alto. Todos estos parámetros son ayudan en definir las condiciones de flujos subterráneos como se muestra en el modelo.			
Parámetros Topográficos	Nivel de Peligrosidad		
Pendiente Escarpada con pendientes que van de 10% a 15%, catalogadas como pendiente fuerte mente empinada.	Muy Alto		X
	Alto		
	Medio Bajo		
	Bajo		

5.3 EVALUACIÓN DE LA SUSCEPTIBILIDAD A LA OCURRENCIA DE EVENTOS DE MOVIMIENTOS EN MASA

Para determinar las condiciones de susceptibilidad a la ocurrencia de eventos geodinámicos se consideró como marco metodológico el esquema definido por el CENEPRED, estableciendo modificaciones puntuales en relación a la ponderación y valoración de cada una de las variables, que permitirán identificar el nivel de susceptibilidad en la cuenca del Sahuanay.

Es importante mencionar que el modelo de susceptibilidad en este caso se desarrolla a través de un método heurístico, a través de la categorización y relación cartográfica de capas temáticas, que responde a un diseño conceptual que está estructurado en una arquitectura y estructura de base de datos que se plasman en el diseño funcional donde se integran las variables a través de la herramienta de Wighted Overlay del Spatyal Analisis en el programa ARCGIS 9.3.

En el caso particular de la cuenca de Sahuanay, se aplicó el modelo con una limitante de información, considerando hidrogeología, geodinámica, pendientes, capacidad de uso mayor de suelos, geomorfología, condiciones de peligro. Esto implica que el presente mapa está sujeto a unas modificaciones en función de una mayor cantidad de datos, producto de ensayos, sondajes geofísicos, cálculo de volumen en masas críticas, etc., que servirían para afinar más aun los resultados que permitan representar adecuadamente la susceptibilidad a la ocurrencia de movimientos en masa.

El mapa representa las áreas que en función de su hidrogeología, geomorfología y pendiente son más susceptibles a la ocurrencia de movimientos en masa, considerando que estos elementos pueden dar aplicabilidad al mapa, ya que al relacionarse con los agentes desencadenantes podrían darnos a conocer la amenaza o peligro al que está expuesto la microcuenca.

En tal sentido se considera como factores detonantes las precipitaciones con registros temporales a la escala horaria, así también se considera los eventos sísmicos como eventos que desencadenan la generación de movimientos en masa.

En síntesis, el mapa en función de las características antes mencionadas nos indica que en la cuenca media y baja existen mayor probabilidad de ocurrencia de eventos de remoción en masa, siempre en cuando se relacionen con los factores detonantes antes mencionados y si considerásemos un contexto de variabilidad climática, que generan precipitaciones de forma más concentrada e implica un alto riesgo ya que es en la parte baja de la cuenca donde se concentra toda la infraestructura y la mayor cantidad de población expuesta a estos posibles eventos.

Este mapa permite priorizar y definir zonas para que sobre éstos se pueda realizar análisis más aproximados a escalas mayores, así como definir niveles de afectación y daños críticos.

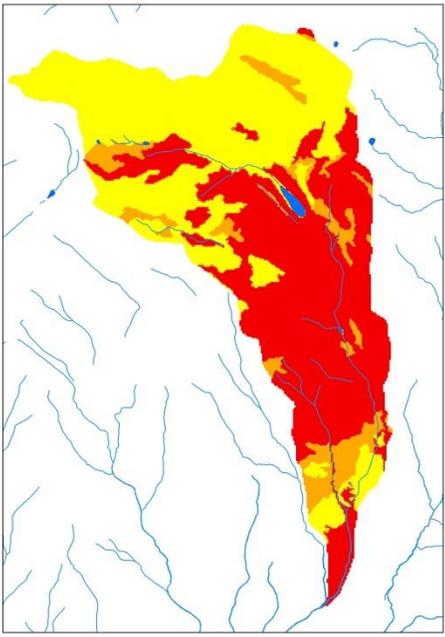
Se entiende en la ponderación que 4.0 (Muy Alto - Rojo), 3.0 (Alto – Naranja), 2.0 (medio - amarillo), 1.0 (bajo – verde).

Análisis de las condiciones de susceptibilidad

Cuadro N° 28 – Modelo Fisiográfico

FISIOGRAFIA

UNIDAD DE PAISAJE	VALOR
Altiplanicie Ondulada	3.0
Cauce de rio	4.0
Centro Poblado	2.0
Fondo de Valle Fluvio Glacial	2.0
Laguna	3.0
Terraza Alta	4.0
Terraza Estructural	4.0
Vertiente de Montaña Alta Allanada	2.0
Vertiente de Montaña Alta Empinada	3.0
Vertiente de Montaña Alta Escarpada	4.0
Vertiente de Montaña Alta Muy Empinada	4.0
Vertiente de Montaña Alta Rocosa Escarpada	2.0

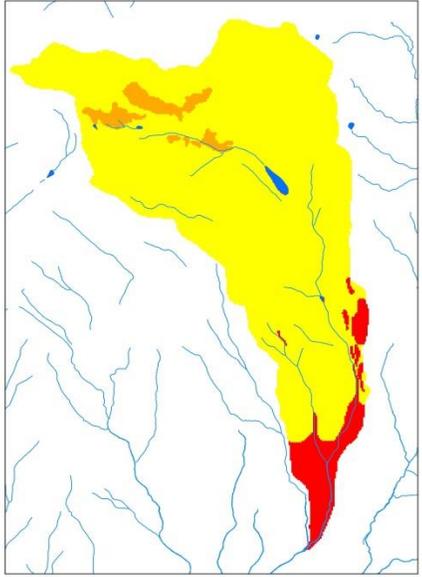


Peso Ponderado 0.35

Cuadro N° 29 – Modelo Geodinámico

GEODINAMICA

UNIDAD TEMATICA	VALOR
Otros	2.0
Lagunas	4.0
Cárcava	4.0
Derrumbe	4.0
Flujo De Detritos	3.0
Deslizamiento Activo	4.0
Cono Aluvial Grande	4.0
Deslizamiento Antiguo	2.0



Peso Ponderado 0.10

Cuadro N° 30 – Modelo de Pendiente

		PENDIENTE
UNIDAD TEMATICA	VALOR	
Pendiente Escarpada	4.0	
Pendiente Fuertemente Empinada	3.0	
Pendiente Fuertemente Inclinada	1.0	
Pendiente Moderadamente Inclinada	1.0	
Pendiente Moderadamente Inclinada	1.0	
Pendiente Empinada	2.0	
Pendiente Moderadamente Empinada	2.0	
Pendiente Fuertemente Empinada	3.0	
Laguna	1.0	
Pendiente Empinada	2.0	
Pendiente Llana a Ligeramente Inclinada	1.0	
Pendiente Empinada	2.0	
Peso Ponderado		0.05

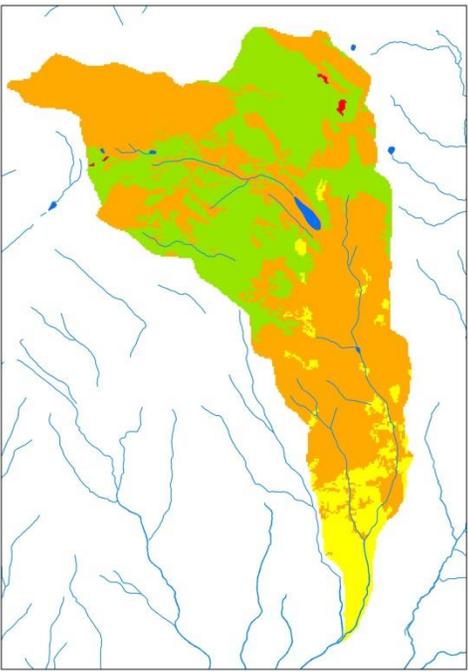
Cuadro N° 31 – Modelo Hidrogeológico

		HIDROGEOLOGIA
UNIDAD TEMATICA	VALOR	
Bloques de rocas angulosas a sub angulosas con matriz areno arcillosa	2.0	
Bloques y fragmentos de calizas	2.0	
Bloques y fragmentos de calizas y lutitas	4.0	
Calizas de color gris oscuras con potentes estratos que están sufriendo proceso de karstificación	3.0	
Fragmento de lutitas y calizas	4.0	
Lavas andesíticas	2.0	
Lutitas negras intercaladas con calizas y areniscas, presencia de abundantes fósiles	4.0	
Peso Ponderado		0.10

Cuadro N° 32 – Modelo Uso Actual de Suelos

USO ACTUAL DE SUELOS

UNIDADES	VALOR
Cultivos en Secano con vegetación mixta	2.0
Centro Poblado Rural	2.0
Centro Poblado Urbano	2.0
Lagunas	3.0
Infraestructura para Riego	3.0
Laymes en Barbecho	2.0
Laymes en Producción	2.0
Pastizales	1.0
Sin Uso Antrópico	3.0
Cultivos en Secano	3.0
Pastizales	1.0
Sin Uso Antrópico	3.0
Bofedales	4.0
Cultivos bajo Riego	2.0
Cultivos en Secano	3.0

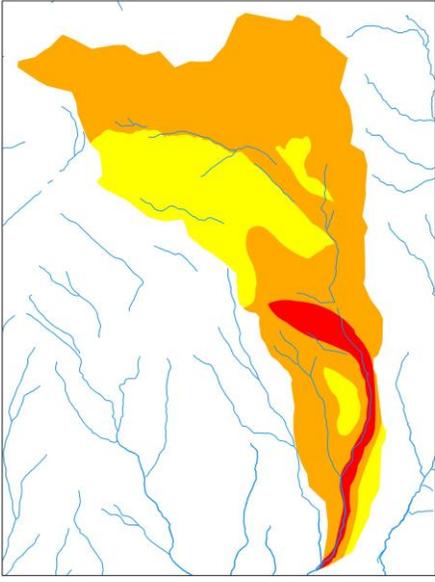


Peso Ponderado 0.05

Cuadro N° 33 – Modelo Peligro

PELIGROS

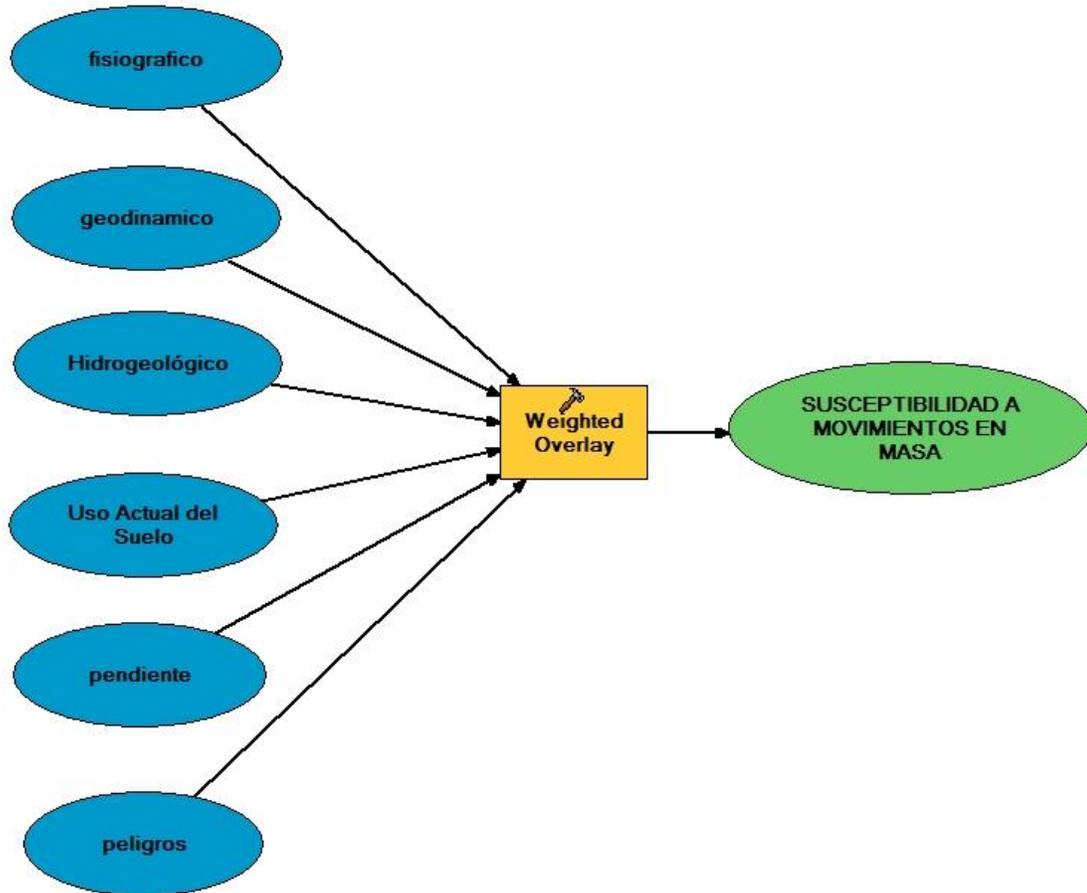
UNIDAD	VALOR
PELIGRO MUY ALTO	4.0
PELIGRO ALTO	3.0
PELIGRO MEDIO	2.0
PELIGRO BAJO	2.0



Peso Ponderado 0.35

Una vez analizado, ponderado y definidas las condiciones de las variables, se hace uso del marco metodológico y se integra la información a través de herramientas de sistemas de información geográfica.

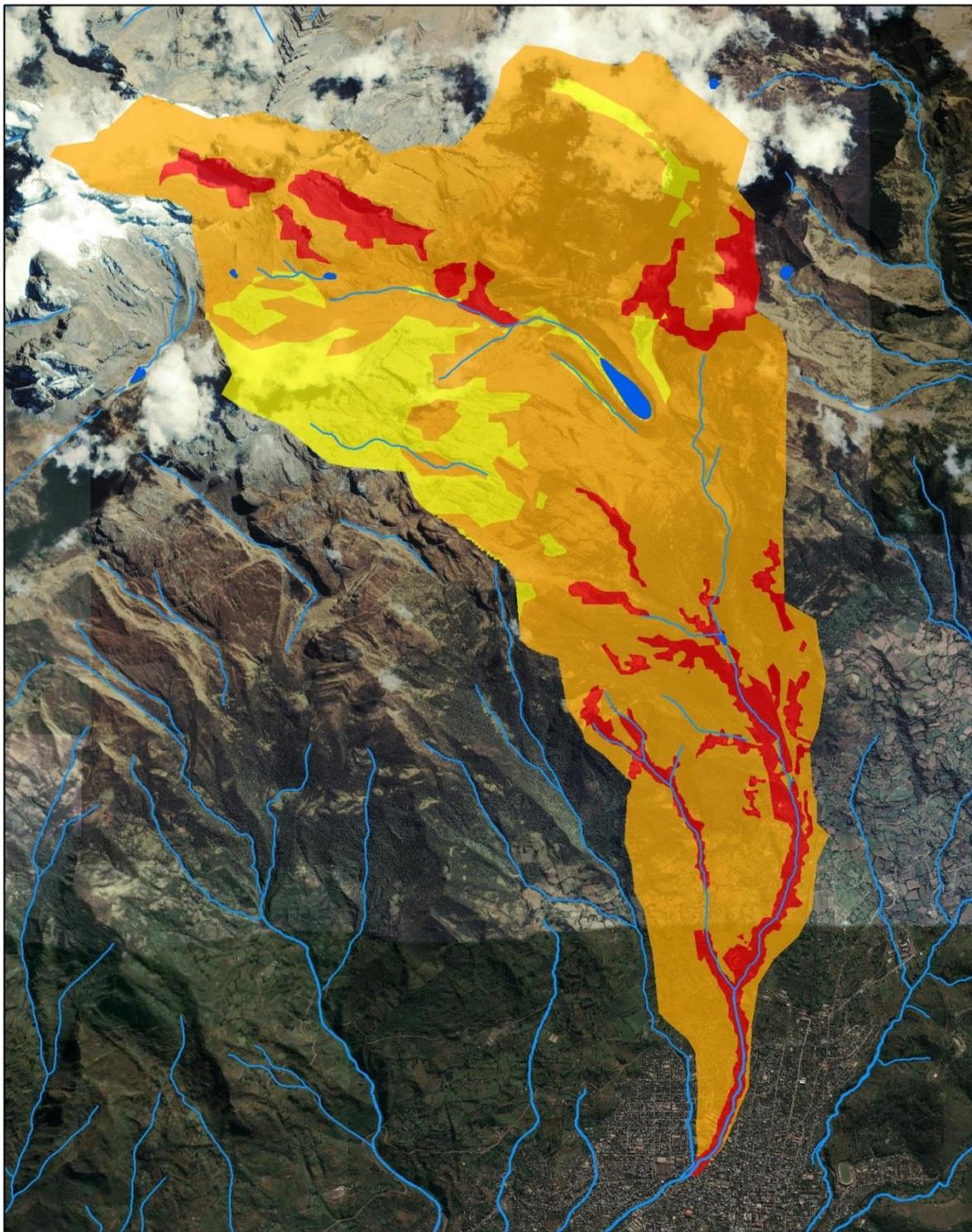
Gráfico N° 13 - Modelo de integración para susceptibilidad a Movimientos en masa en la cuenca de Sahuanay



Una vez desarrollado todos los raster, la variación y adecuación se dio en función a la disponibilidad de información y objetivos del estudio, que se fundamenta en el cálculo del peso o susceptibilidad de las capas temáticas establecidas que se mide por la relación de: las condiciones físicas susceptibles a movimientos en masa (según el tipo), de una misma unidad cartográfica:

$$Msc = \frac{Fis(0.35) + Geod(0.10) + Hidroge(0.05) + UAS(0.10) + Pend(0.05) + Pel(0.35)}{6}$$

Grafico N° 14 - Modelo de susceptibilidad a la ocurrencia de movimientos en masa



5.4 NIVEL DE PELIGROSIDAD

Considerando las condiciones de peligro en la cuenca de Sahuanay, vemos que las condiciones nos muestran un nivel de susceptibilidad muy alto básicamente en la cuenca media y sobre todo la cuenca baja, debido a que en este punto se concentran grandes bolsones de agua que debido a las condiciones de filtración y saturación de los suelos generan altos niveles de susceptibilidad y peligro en la cuenca.

En el año 2012, se desencadenó un evento de origen aluviónico afectando en gran medida a la población en la cuenca baja, en aquella ocasión parte de la ladera adenaña a la laguna de Angascocha se deslizó producto de las grandes precipitaciones y los altos niveles de saturación. Son estas las condiciones de la mayor parte de ladera saturadas en la cuenca media del río Sahuanay.

Cuadro N° 34 - Zonificación de la susceptibilidad a movimientos en masa en la cuenca de Sahuanay

	<p>Zonas de Susceptibilidad Muy Alta a la ocurrencia de movimientos en masa, debido a que son zonas que combinan pendientes abruptas, que van desde los 35° a más, donde el efecto de gravedad implica una dinámica muy intensa, debido a ello se aprecian formaciones geomorfológicas como colinas fuertemente disectadas y/o vertientes empinadas. A lo que se le suma que las formaciones geológicas que son zonas de material inconsolidado, poco competente, por ser lutitas y calizas, están sujetas a generar formaciones kársticas. Como elemento principal de susceptibilidad, el nivel de filtración y saturación de los suelos es bastante alto generando que las cargas y las fuerzas de remoción cada vez sean mayores, generando flujos turbulentos con gran cantidad de sedimentos que seguirán el curso de la quebrada Sahuanay.</p> <p>El cauce de la quebrada no presenta condiciones hidráulicas adecuadas para poder conducir los flujos, disipar la energía, reducir la velocidad y/o sedimentar adecuadamente para que no se genere problemas. A ello se suma una falta de cobertura o con escasa vegetación en puntos concentrados.</p>
	<p>Zonas de susceptibilidad alta a la ocurrencia de movimientos en masa, debido a la conformación de zonas con pendientes elevadas, con formaciones que se caracterizan por ser colinas altas y/o terrazas alta así también vertientes montañosas disectadas que comprenden fuertes procesos geodinámicos. Estas zonas de susceptibilidad alta debido a formación litológica que presentan calizas y lutitas, en promedio, se caracterizan por ser zonas con humedad inferior, que implica una menor presencia de laderas inestables.</p>
	<p>Zonas de susceptibilidad media a la ocurrencia de movimiento en masa, debido a la conformación de un medio con pendientes entre 6° y 15 °, con formaciones que responden a zonas con terrazas medias sin disección, que implican un proceso de arrastre moderado. A su vez estas zonas presentan formaciones geológicas que comprenden en general lutitas, con procesos medios de fracturamiento, en relación a los procesos hidrogeológicos, vemos que las condiciones son un tanto estables debido a la ausencia de material cuaternario con potencias considerables.</p>

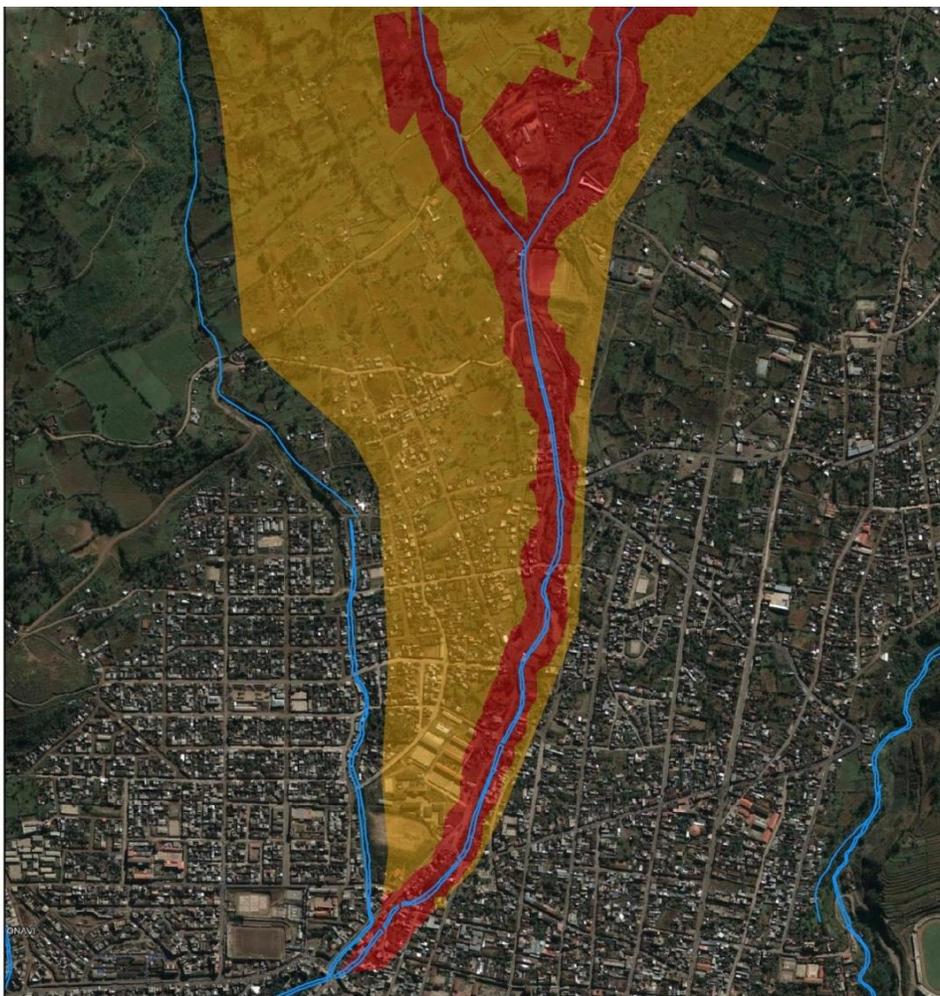
Elaboración propia.

5.5 MAPA DE ZONIFICACIÓN DEL NIVEL DE PELIGROSIDAD

Considerando el mapa de peligros y las características del terreno podemos dar cuenta que las zonas críticas muestran que existe un gran número de población que podría ser afectada tanto en el ámbito rural y urbano.

Es así que como producto del trabajo podemos incluir de manera referencial, el número de población afectada en caso se desencadene eventos críticos extremos, si es que no se desarrollan acciones de prevención y mitigación a nivel de la cuenca Sahuanay. Claro está que el número de población debe ser precisada en función de un censo a nivel local, lo cual permitirá tener el número exacto de la población para establecer el número de beneficiarios como base para la formulación de los proyectos a nivel de perfil y expediente técnico.

Grafico N° 12 – Mapa de peligros a la ocurrencia de movimientos en masa



6. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES

Las medidas de prevención y reducción del riesgo de desastres corresponde a lo que en la ley se denomina “gestión prospectiva y correctiva”, que es el “conjunto de acciones que se orientan a evitar la generación de nuevos riesgos en la sociedad y a reducir las vulnerabilidades y riesgos existentes en el contexto del desarrollo sostenible. Podemos adoptar medidas de orden estructural, no estructural.

Es en ese sentido que se plantean las recomendaciones en función de las medidas de prevención y mitigación expresadas en fichas de proyectos, que esquematizan las condiciones y medidas que se deberían tomar para las zonas críticas dentro de la cuenca de Sahuanay.

Cabe resaltar que las fichas y los formatos se enmarcan dentro del documento parten de formatos establecidos por el ministerio de vivienda construcción y saneamiento y que son parte de formatos validados a nivel de diagnóstico.

Medidas de prevención y mitigación de orden estructural

En el marco del SNIP y de los procesos de inversión podemos recomendar como proyecto: ***El manejo integral de la cuenca Sahuanay***, el cual constará de diferentes componentes.

Mediante el presente estudio podemos plantear medidas estructurales para reducir los riesgos mediante la aplicación de técnicas de ingeniería que busquen la resistencia y la adecuada conducción y resistencia de los flujos y masas inestables, que generan peligros.

Para adoptar medidas de prevención de desastres se requiere tener conocimiento previo de los peligros presentes en el ámbito de aplicación. Para el caso de las zonas críticas de la cuenca de Sahuanay, este estudio ha identificado los peligros y se propone medidas para eventos geológicos e hidrológicos.

A continuación, resumimos algunas de las actividades dentro del componente de riesgos y conservación de suelos que reducirán el nivel de afectación ante movimientos en masa y procesos geodinámicos activos.

Fichas para Movimientos en masa:

Para el caso de deslizamientos y flujos, consideramos las condiciones identifican los peligros existentes y las medidas estructurales que se deben considerar en el proyecto son:

Ficha de Actividad 1

FICHA PARA MOVIMIENTOS EN MASA		
Actividad:		Componente:
Reforestación de zonas denudadas en la cuenca		Prevención
1. ASPECTOS GENERALES		
1.1 Ubicación	1.2 Antecedentes	1.3 Naturaleza Del Proyecto
Tamburco, Abancay, Apurímac	Diferentes inundaciones y flujos aluviónicos con probabilidad de generación grandes daños	Complementario
		1.4 Prioridad
		Muy Alta
2. IDENTIFICACIÓN		
2.1 Identificación del Problema	2.2 Entidades Involucradas	
Alto nivel de riesgo de la población y de sus medios de vida, a la ocurrencia de eventos aluviónicos y de movimientos en masa así como eventos climáticos extremos.	Municipalidad, GORE, Población, INGEMMET, INDECI, CENEPRED	
	2.3 Beneficiarios	
	Población de Tamburco y ciudad de Abancay	
3. FORMULACIÓN DEL PROYECTO		
3.1 Descripción del Proyecto	3.3 Tiempo De Ejecución	
Una consultoría definirá las condiciones de suelos y la mejor alternativa para procesos de arborización en concordancia con las condiciones topográficas, taxonómicas y climáticas de la zona. Una vez identificada las zonas se procederá a determinar áreas más exactas con mayor precisión a las establecidas en el estudio para con ello poder determinar las zonas a reforestar	3 meses	
3.2 Objetivo General		
GENERAL: Reforestar las áreas denudadas y reducir el nivel de infiltración y erosión de los suelos. ESPECÍFICOS: Reforestar las áreas denudadas.		
4. ASPECTOS ECONÓMICO-FINANCIEROS		
4.1 Presupuesto Estimado	4.2 Alternativas De Financiamiento	
Rango entre S/. 300,000 – S/. 400.000 Nuevos soles	Municipalidad, GR,	

Ficha de Actividad 2

FICHA PARA MOVIMIENTOS EN MASA DESASTRE		
Actividad:		Componente:
Investigaciones geotécnicas hidrogeológicas		Prevención
1. ASPECTOS GENERALES		
1.1 Ubicación	1.2 Antecedentes	1.3 Naturaleza Del Proyecto
Tamburco, Abancay, Apurímac	Diferentes inundaciones y flujos aluviónicos con probabilidad de generación de grandes daños	Complementario
		1.4 Prioridad
Muy Alta		
2. IDENTIFICACIÓN		
2.1 Identificación del Problema		2.2 Entidades Involucradas
Alto nivel de riesgo de población y sus medios de vida, a la ocurrencia de eventos aluviónicos y de movimientos en masa así como eventos climáticos extremos.		Municipalidad, GR, Población, INGEMMET, INDECI, CENEPRED
		2.3 Beneficiarios
Población de Tamburco y Abancay		
3. FORMULACIÓN DEL PROYECTO		
3.1 Descripción Del Proyecto		3.3 Tiempo De Ejecución
Estudios de investigación geofísica e hidrogeológica que considere sondajes, SEV, y determinación de condiciones de flujos subterráneos, que den cuenta de los caudales y parámetros hidrogeológicos locales y su relación con las condiciones de saturación de los suelos. Los estudios geotécnicos definen las condiciones de estabilidad de los taludes en función a parámetros físicos de equilibrio límite, y de las condiciones de saturación de suelos. Puntualmente se analizarán las condiciones sobre la laguna de Angascocha y la margen derecha de la quebrada.		3 meses
3.2 Objetivo General		
GENERAL: Establecer comportamiento hidrogeológicos locales y de las zonas inestables así como los niveles de estabilidad de los taludes en función de los factores de seguridad		
4. ASPECTOS ECONÓMICO-FINANCIEROS		
4.1 Presupuesto Estimado		4.2 Alternativas De Financiamiento
Rango entre S/. 250,000 – S/. 300,000 Nuevos soles		Municipalidad, GR,

Ficha de Actividad 3

FICHA PARA MOVIMIENTOS EN MASA		
Actividad:		Componente:
Diseño y construcción de banquetas		Prevención
1. ASPECTOS GENERALES		
1.1 Ubicación	1.2 Antecedentes	1.3 Naturaleza Del Proyecto
Tamburco, Abancay, Apurímac	Diferentes inundaciones y flujos aluviónicos con probabilidad de generación grandes daños	Complementario
		1.4 Prioridad
		Muy Alta
2. IDENTIFICACIÓN		
2.1 Identificación del Problema		2.2 Entidades Involucradas
Alto nivel de riesgo de la población y de sus medios de vida, a la ocurrencia de eventos aluviónicos y de movimientos en masa así como eventos climáticos extremos.		Municipalidad, GR, Población, INGEMMET, INDECI, CENEPRED
		2.3 Beneficiarios
		Población de Tamburco y Abancay
3. FORMULACIÓN DEL PROYECTO		
3.1 Descripción Del Proyecto		3.3 Tiempo De Ejecución
Desarrollar y construir banquetas así como elementos de estructuras que establezcan los deslizamientos activados en la zona crítica. Sobre la base de los estudios hidrogeológicos y geotécnicos y de los parámetros de diseño establecidos.		3 meses
3.2 Objetivo General		
GENERAL: Desarrollar elementos básicos de estabilización de áreas críticas.		
4. ASPECTOS ECONÓMICO-FINANCIEROS		
4.1 Presupuesto Estimado		4.2 Alternativas De Financiamiento
Rango entre S/. 50,000 – S/. 150.000 Nuevos soles		Municipalidad, GR,

Ficha de Actividad 4

FICHA PARA MOVIMIENTOS EN MASA		
Actividad:		Componente:
Zanjas de infiltración		Prevención
1. ASPECTOS GENERALES		
1.1 Ubicación	1.2 Antecedentes	1.3 Naturaleza Del Proyecto
Tamburco, Abancay, Apurímac	Diferentes inundaciones y flujos aluviónicos con probabilidad de generación grandes daños	Complementario
		1.4 Prioridad
Muy Alta		
2. IDENTIFICACIÓN		
2.1 Identificación del Problema	2.2 Entidades Involucradas	
Alto nivel de riesgo de la población y de sus medios de vida, a la ocurrencia de eventos aluviónicos y de movimientos en masa así como eventos climáticos extremos.	Municipalidad, GR, Población, INGEMMET, INDECI, CENEPRED	
	2.3 Beneficiarios	
Población de Tamburco y Abancay		
3. FORMULACIÓN DEL PROYECTO		
3.1 Descripción Del Proyecto	3.3 Tiempo De Ejecución	
Implementar zanjas de infiltración en la corona de deslizamientos activos. Sobre la base de los estudios hidrogeológicos y geotécnicos, y de parámetros de diseño establecidos para un adecuado nivel de estabilidad.	2 meses	
3.2 Objetivo General		
GENERAL: Reducir la presencia de agua en los taludes así como las condiciones de las zonas críticas		
4. ASPECTOS ECONÓMICO-FINANCIEROS		
4.1 Presupuesto Estimado	4.2 Alternativas De Financiamiento	
Rango entre S/. 100,000 – S/. 200.000 Nuevos soles	Municipalidad, GR,	

Ficha de Actividad 5

FICHA PARA MOVIMIENTOS EN MASA		
Actividad:		Componente:
Instalación de drenes californianos		Prevención
1. ASPECTOS GENERALES		
1.1 Ubicación	1.2 Antecedentes	1.3 Naturaleza Del Proyecto
Tamburco, Abancay, Apurímac	Diferentes inundaciones y flujos aluviónicos con probabilidad de generación grandes daños	Complementario
		1.4 Prioridad
Muy Alta		
2. IDENTIFICACIÓN		
2.1 Identificación del Problema		2.2 Entidades Involucradas
Alto nivel de riesgo de la población y de sus medios de vida, a la ocurrencia de eventos aluviónicos y de movimientos en masa así como eventos climáticos extremos.		Municipalidad, GR, Población, INGEMMET, INDECI, CENEPRED
		2.3 Beneficiarios
		Población de Tamburco y Abancay
3. FORMULACIÓN DEL PROYECTO		
3.1 Descripción Del Proyecto		3.3 Tiempo De Ejecución
Diseño y construcción de drenes californianos para disminuir la presencia de agua en la zona y mejorar el nivel de estabilidad del talud como complemento a las zanjas de infiltración. Sobre la base de los estudios hidrogeológicos y geotécnicos, y de parámetros de diseño establecidos para un adecuado nivel de estabilidad.		2 meses
3.2 Objetivo General		
GENERAL: Reducir la presencia de agua en los taludes así como las condiciones de las zonas críticas		
4. ASPECTOS ECONÓMICO-FINANCIEROS		
4.1 Presupuesto Estimado		4.2 Alternativas De Financiamiento
Rango entre S/. 200,000 – S/. 250.000 Nuevos soles		Municipalidad, GR,

Fichas para Fenómenos Hidrológicos:

Las fuertes lluvias ocurridas el año 2012 y las condiciones de los sedimentos en la parte media y alta de la cuenca demostraron la falta de prevención para evitar el desborde del río Sahuanay, producto de grandes avenidas con flujos turbulentos.

En ese sentido se consideró para las fichas propuestas el máximo caudal generado que discurrió por la cuenca en el año 1950, que es el antecedente histórico registrado más importante del último siglo en la cuenca de Sahuanay. Para casos en donde se requiera, se da la recomendación estructural de ampliación de cauce respectivo o de ampliar la luz de puentes que estrechan el cauce.

FICHA PARA FENÓMENOS HIDROLÓGICOS

Actividad:		Componente:	
Investigación hidrológica e hidráulica		Prevención	
1. ASPECTOS GENERALES			
1.1 Ubicación	1.2 Antecedentes	1.3 Naturaleza Del Proyecto	
Tamburco, Abancay, Apurímac	Diferentes inundaciones y flujos aluviónicos con probabilidad de generación grandes daños	Complementario	
		1.4 Prioridad	
Muy Alta			
2. IDENTIFICACIÓN			
2.1 Identificación del Problema		2.2 Entidades Involucradas	
Alto nivel de riesgo de la población y de sus medios de vida, a la ocurrencia de eventos aluviónicos y de movimientos en masa así como eventos climáticos extremos.		Municipalidad, GR, Población, INGEMMET, INDECI, CENEPRED	
		2.3 Beneficiarios	
Población de Tamburco y Abancay			
3. FORMULACIÓN DEL PROYECTO			
3.1 Descripción Del Proyecto		3.3 Tiempo De Ejecución	
Investigación hidrológica e hidráulica a detalle para estimar con precisión las características de inundaciones, considerando eventos climáticos extremos. Es necesario considerar en los estudios las condiciones de caudales sólidos, producto de los sedimentos en la parte media de la cuenca, caudal líquido más caudal sólido, para con ello plantear diseños adecuados que direccionen adecuadamente el flujo en cualquier condición extrema.		2 meses	
3.2 Objetivo General			
GENERAL: Establecer adecuadas condiciones del cauce del río Sahuanay, considerando caudales extremos de origen aluviónicos e hidrológico.			
4. ASPECTOS ECONÓMICO-FINANCIEROS			
4.1 Presupuesto Estimado		4.2 Alternativas De Financiamiento	
Rango entre S/. 30,000 – S/. 50.000 Nuevos soles		Municipalidad, GR,	

Ficha de Actividad 6

Ficha de Actividad 7

FICHA PARA FENÓMENOS HIDROLÓGICOS		
Actividad:		Componente:
Acondicionamiento y planificación urbana		Prevención
1. ASPECTOS GENERALES		
1.1 Ubicación	1.2 Antecedentes	1.3 Naturaleza Del Proyecto
Tamburco, Abancay, Apurímac	Diferentes inundaciones y flujos aluviónicos con probabilidad de generación grandes daños	Complementario
		1.4 Prioridad
		Muy Alta
2. IDENTIFICACIÓN		
2.1 Identificación del Problema		2.2 Entidades Involucradas
Alto nivel de riesgo de la población y de sus medios de vida, a la ocurrencia de eventos aluviónicos y de movimientos en masa así como eventos climáticos extremos.		Municipalidad, GR, Población, INGEMMET, INDECI, CENEPRED
		2.3 Beneficiarios
		Población de Tamburco y Abancay
3. FORMULACIÓN DEL PROYECTO		
3.1 Descripción Del Proyecto		3.3 Tiempo De Ejecución
Proceso de acondicionamiento urbano para el rediseño del puente en el centro poblado Tamburco, considerando los elementos básicos de la dinámica fluvial, las grandes avenidas extraordinarias, en las que la sección hidráulica pueda contener flujos con un periodo de retorno de 100 años. Sobre la base de la investigación hidrológica e hidráulica.		3 meses
3.2 Objetivo General		
GENERAL: Establecer adecuadas condiciones de distribución urbana considerando las condiciones del cauce del rio Sahuanay, considerando caudales extremos de origen aluviónicos e hidrológico.		
4. ASPECTOS ECONÓMICO-FINANCIEROS		
4.1 Presupuesto Estimado		4.2 Alternativas de Financiamiento
Rango entre S/. 25,000 – S/. 50.000 Nuevos soles		Municipalidad, GR,

Ficha de Actividad 8

FICHA PARA FENÓMENOS HIDROLÓGICOS		
Actividad:		Componente:
Defensa ribereña cuenca baja y disipadores		Prevención
1. ASPECTOS GENERALES		
1.1 Ubicación	1.2 Antecedentes	1.3 Naturaleza Del Proyecto
Tamburco, Abancay, Apurímac	Diferentes inundaciones y flujos aluviónicos con probabilidad de generación grandes daños	Complementario
		1.4 Prioridad
		Muy Alta
2. IDENTIFICACIÓN		
2.1 Identificación del Problema		2.2 Entidades Involucradas
Alto nivel de riesgo de la población y de sus medios de vida, a la ocurrencia de eventos aluviónicos y de movimientos en masa así como eventos climáticos extremos.		Municipalidad, GR, Población, INGEMMET, INDECI, CENEPRED
		2.3 Beneficiarios
		Población de Tamburco y Abancay
3. FORMULACIÓN DEL PROYECTO		
3.1 Descripción Del Proyecto		3.3 Tiempo De Ejecución
Implementar Defensa ribereña y acondicionamiento de las márgenes en toda la zona urbana en la cuenca baja, considerando los elementos básicos de la dinámica fluvial, considerando incluso grandes avenidas extraordinaria, que pueda contener flujos con un periodo de retorno de 100 años. Sobre la base de la investigación hidrológica e hidráulica.		3 meses
3.2 Objetivo General		
GENERAL: Establecer adecuadas condiciones de distribución urbana considerando las condiciones del cauce del rio Sahuanay, considerando caudales extremos de origen aluviónicos e hidrológico.		
4. ASPECTOS ECONÓMICO-FINANCIEROS		
4.1 Presupuesto Estimado		4.2 Alternativas de Financiamiento
Rango entre S/. 500,000 – S/. 1,000.000 Nuevos soles		Municipalidad, GR,

Ficha de Actividad 9

FICHA PARA FENÓMENOS HIDROLÓGICOS		
Actividad:		Componente:
Defensas ribereñas vivas		Prevención
1. ASPECTOS GENERALES		
1.1 Ubicación	1.2 Antecedentes	1.3 Naturaleza Del Proyecto
Tamburco, Abancay, Apurímac	Diferentes inundaciones y flujos aluviónicos con probabilidad de generación grandes daños	Complementario
		1.4 Prioridad
		Muy Alta
2. IDENTIFICACIÓN		
2.1 Identificación del Problema		2.2 Entidades Involucradas
Alto nivel de riesgo de la población y de sus medios de vida, a la ocurrencia de eventos aluviónicos y de movimientos en masa así como eventos climáticos extremos.		Municipalidad, GR, Población, INGEMMET, INDECI, CENEPRED
		2.3 Beneficiarios
		Población de Tamburco y Abancay
3. FORMULACIÓN DEL PROYECTO		
3.1 Descripción Del Proyecto		3.3 Tiempo De Ejecución
Defensas ribereñas vivas como complemento a las estructuras desarrolladas y acondicionamiento de las márgenes en toda la zona urbana en la cuenca baja, considerando los elementos básicos de la dinámica fluvial. Sobre la base de investigación hidrológica e hidráulica.		3 meses
3.2 Objetivo General		
GENERAL: Establecer adecuadas condiciones de distribución urbana considerando las condiciones del cauce del rio Sahuanay, considerando caudales extremos de origen aluviónicos e hidrológico.		
4. ASPECTOS ECONÓMICO-FINANCIEROS		
4.1 Presupuesto Estimado		4.2 Alternativas de Financiamiento
Rango entre S/. 30,000 – S/. 50.000 Nuevos soles		Municipalidad, GR,

De orden no estructural

Las medidas no estructurales corresponden a cualquier medida que no suponga una construcción física y que utiliza el conocimiento, las prácticas o los acuerdos existentes para reducir el riesgo y sus impactos, especialmente a través de políticas y leyes, una mayor concientización pública, la capacitación y la educación.

Ficha de Actividad 10

FICHA PARA ACTIVIDADES DE ORDEN NO ESTRUCTURAL

Actividad:		Componente:	
Investigación en aspectos forestales, biológicos y de conservación de flora y fauna		Prevención	
1. ASPECTOS GENERALES			
1.1 Ubicación	1.2 Antecedentes	1.3 Naturaleza Del Proyecto	
Tamburco, Abancay, Apurímac	Diferentes inundaciones y flujos aluviónicos con probabilidad de generación grandes daños	Complementario	
		1.4 Prioridad	
		Muy Alta	
2. IDENTIFICACIÓN			
2.1 Identificación del Problema		2.2 Entidades Involucradas	
Alto nivel de riesgo de la población y de sus medios de vida, a la ocurrencia de eventos aluviónicos y de movimientos en masa así como eventos climáticos extremos.		Municipalidad, GR, Población, INGEMMET, INDECI, CENEPRED	
		2.3 Beneficiarios	
		Población de Tamburco y Abancay	
3. FORMULACIÓN DEL PROYECTO			
3.1 Descripción Del Proyecto		3.3 Tiempo De Ejecución	
Implementación de investigaciones que den cuenta de las condiciones de flora y fauna de las áreas, para realizar procesos de conservación que aseguren los condiciones de las zonas.		3 meses	
3.2 Objetivo General			
GENERAL: Mejorar el nivel de conocimiento de la población en relación a la ocurrencia de medios críticos			
4. ASPECTOS ECONÓMICO-FINANCIEROS			
4.1 Presupuesto Estimado		4.2 Alternativas de Financiamiento	
Rango entre S/. 30,000 – S/. 50.000 Nuevos soles		Municipalidad, GR,	

Ficha de Actividad 11

FICHA PARA ACTIVIDADES DE ORDEN NO ESTRUCTURAL

Actividad:		Componente:	
Implementación de un Sistema de Alerta Temprana - SAT ante huaycos e inundaciones		Prevención	
1. ASPECTOS GENERALES			
1.1 Ubicación	1.2 Antecedentes	1.3 Naturaleza Del Proyecto	
Tamburco, Abancay, Apurímac	Diferentes inundaciones y flujos aluviónicos con probabilidad de generación grandes daños	Complementario	
		1.4 Prioridad	
		Muy Alta	
2. IDENTIFICACIÓN			
2.1 Identificación del Problema		2.2 Entidades Involucradas	
Alto nivel de riesgo de la población y de sus medios de vida, a la ocurrencia de eventos aluviónicos y de movimientos en masa así como eventos climáticos extremos.		Municipalidad, GR, Población, INGEMMET, INDECI, CENEPRED	
		2.3 Beneficiarios	
		Población de Tamburco y Abancay	
3. FORMULACIÓN DEL PROYECTO			
3.1 Descripción Del Proyecto		3.3 Tiempo De Ejecución	
Implementar un SAT que implique los 4 componentes de acuerdo al Reglamento SINAGERD.		3 meses	
3.2 Objetivo General			
GENERAL: Mejorar el nivel de conocimiento de la población en relación a la ocurrencia de medios críticos			
4. ASPECTOS ECONÓMICO-FINANCIEROS			
4.1 Presupuesto Estimado		4.2 Alternativas de Financiamiento	
Rango entre S/. 30,000 – S/. 50.000 Nuevos soles		Municipalidad, GR,	

Ficha de Actividad 12

FICHA PARA ACTIVIDADES DE ORDEN NO ESTRUCTURAL		
Actividad:		Componente:
Fortalecimiento de la Plataforma de Defensa Civil – PDC y del Grupo de Trabajo para la Gestión del Riesgo de Desastres – GTGRD.		Prevención
1. ASPECTOS GENERALES		
1.1 Ubicación	1.2 Antecedentes	1.3 Naturaleza Del Proyecto
Tamburco, Abancay, Apurímac	Diferentes inundaciones y flujos aluviónicos con probabilidad de generación grandes daños	Complementario
		1.4 Prioridad
		Muy Alta
2. IDENTIFICACIÓN		
2.1 Identificación del Problema		2.2 Entidades Involucradas
Alto nivel de riesgo de la población y de sus medios de vida, a la ocurrencia de eventos aluviónicos y de movimientos en masa así como eventos climáticos extremos.		Municipalidad, GR, Población, INGEMMET, INDECI, CENEPRED
		2.3 Beneficiarios
		Población de Tamburco y Abancay
3. FORMULACIÓN DEL PROYECTO		
3.1 Descripción Del Proyecto		3.3 Tiempo De Ejecución
Fortalecer los GTGRD y PDC como dos espacios de articulación y convergencia de esfuerzos con la finalidad de implementar la gestión del riesgo de desastres y su incorporación en la planificación del desarrollo sostenible, para una respuesta oportuna, eficiente y eficaz en caso de emergencias y desastres.		3 meses
3.2 Objetivo General		
GENERAL: Mejorar el conocimiento y acciones de las autoridades y población		
4. ASPECTOS ECONÓMICO-FINANCIEROS		
4.1 Presupuesto Estimado		4.2 Alternativas de Financiamiento
Rango entre S/. 50,000 – S/. 100.000 Nuevos soles		Municipalidad, GR,

Ficha de Actividad 13

FICHA PARA ACTIVIDADES DE ORDEN NO ESTRUCTURAL		
Actividad:		Componente:
Planes de Gestión de Riesgos con enfoque de cuenca		Prevención
1. ASPECTOS GENERALES		
1.1 Ubicación	1.2 Antecedentes	1.3 Naturaleza Del Proyecto
Tamburco, Abancay, Apurímac	Diferentes inundaciones y flujos aluviónicos con probabilidad de generación grandes daños	Complementario
		1.4 Prioridad
Muy Alta		
2. IDENTIFICACIÓN		
2.1 Identificación del Problema		2.2 Entidades Involucradas
Alto nivel de riesgo de la población y de sus medios de vida, a la ocurrencia de eventos aluviónicos y de movimientos en masa así como eventos climáticos extremos.		Municipalidad, GR, Población, INGEMMET, INDECI, CENEPRED
		2.3 Beneficiarios
		Población de Tamburco y Abancay
3. FORMULACIÓN DEL PROYECTO		
3.1 Descripción Del Proyecto		3.3 Tiempo De Ejecución
Desarrollo de planes de Gestión de Riesgos enfocados en un contexto de cuenca, donde el gobierno local asume el rol planificador, estableciendo actividades que conlleven a la generación de una cultura de prevención a través de proyectos y acciones enmarcados dentro de un enfoque de cuenca.		6 meses
3.2 Objetivo General		
GENERAL: Mejorar el conocimiento y acciones de las autoridades y población		
4. ASPECTOS ECONÓMICO-FINANCIEROS		
4.1 Presupuesto Estimado		4.2 Alternativas de Financiamiento
Rango entre S/. 50,000 – S/. 100.000 Nuevos soles		Municipalidad, GR,

ANEXOS

1. Mapa base de la cuenca de Sahuanay
2. Imagen de satélite
3. Mapa de pendientes
4. Mapa fisiográfico
5. Mapa hidrogeológico
6. Mapa geodinámico
7. Mapa de uso actual de suelos
8. Mapa de caracterización de peligros⁴
9. Mapa de susceptibilidad a la ocurrencia de movimientos en masa

Lima, 03 de marzo de 2014

⁴ Mapa de peligros elaborado en el estudio de eventos geológicos – PREDES - 2013