

CENTRO DE ESTUDIOS Y PREVENCIÓN DE DESASTRES
- PREDES -

EVALUACION GEODINAMICA- GEOTECNICA PRELIMINAR

Localidades de:

**Acopalpa, Arhuin y Agua Sana, distrito de Machahuay;
Pampachacra, Pillcull, Rituy, Puca Puca, Huami,
Turpaito y Yaso, distrito de Viraco;
Tagre y Yacmes, distrito de Tipan;
provincia de Castilla.
IQUIPI, La Huaca y Piuca, distrito de Río Grande,
provincia de Condesuyos;
Departamento de Arequipa**

Por: Juvenal Medina Rengifo
Geólogo Consultor

Octubre, 2001.

CONTENIDO

	<u>Página</u>
I Generalidades	3
1.1. Introducción	3
1.2. Objetivo	3
1.3. Alcances	3
1.4. Metodología empleada	4
1.5. Agradecimientos	4
II Evaluación geodinámica-geotécnica	5
2.1. Distrito de Machahuay	5
2.1.1. Anexo Acopalpa	5
2.1.2. Anexo Arhuín	9
2.1.3. Anexo Agua Sana	12
2.2. Distrito de Viraco	15
2.2.1. Anexo Pampachacra	15
2.2.2. Anexo Pillcuy	17
2.2.3. Anexo Rituy	19
2.2.4. Anexo Puca Puca	21
2.2.5. Anexo Huami	23
2.2.6. Anexo Turpaito	25
2.2.7. Anexo Yaso	27
2.3. Distrito de Tipan	29
2.3.1. Anexo Tagre	29
2.3.2. Anexo Yacmes	31
2.4. Distrito de Río Grande	33
2.4.1. Centro Poblado de Iquipí	33
2.4.2. Anexo La Huaca	37
2.4.3. Anexo Piuca	39
III Referencias Bibliográficas	42

EVALUACION GEODINAMICA- GEOTECNICA PRELIMINAR

Localidades de: Acopalpa, Arhuin y Agua Sana, distrito de Machahuay; Pampachacra, Pillcull, Rituy, Puca Puca, Huami, Turpaito y Yaso, distrito de Viraco; Tagre y Yacmes, distrito de Tipan; provincia de Castilla. Iquipi, La Huaca y Piuca, distrito de Río Grande, provincia de Condesuyos; departamento de Arequipa.

I. GENERALIDADES

1.1. INTRODUCCION

A solicitud del Proyecto Especial de Desarrollo Rural PDR-COPASA, El Centro de Estudios y Prevención de Desastres (PREDES) ha realizado los estudios de evaluación geodinámica-geotécnica de las localidades Acopalpa, Arhuin, Agua Sana, distrito de machahuay; Pampachacra, Pillcull, Rituy, Puca Puca, Huami, Turpaito y Yaso, distrito de Viraco; Tagre y Yacmes, distrito de tipanen la provincia de Castilla; Localidades de Iquipi, La Huaca y Piuca, distrito de Río Grande, provincia de Condesuyos, departamento de Arequipa (ver Fig. 01); todos ellos afectados por el sismo del 23 de junio de 2001, donde se tiene proyectado la construcción de nuevas viviendas. Al mismo tiempo responder a las inquietudes y preocupaciones de los dirigentes y pobladores sobre la presencia de agrietamientos en el terreno y la mala calidad de los suelos por lo que se ha solicitado realizar la presente evaluación.

El presente estudio tiene el carácter preliminar cuya información permitirá entender la situación de riesgo o el nivel de seguridad de los terrenos y tomar las decisiones sobre la construcción de viviendas y otras obras y proyectos de desarrollo.

1.2. OBJETIVO

La evaluación tiene como objetivo determinar, a partir del análisis de las características geodinámico-geotécnicas, los principales peligros que amenazan e influyen en la seguridad física y las condiciones de riesgo de las localidades donde se proyecta construir y/o reconstruir las viviendas e infraestructura urbana afectada por el sismo del 23 de junio de 2001. Con dicha evaluación, se busca orientar el proceso de reconstrucción, basados en un enfoque de manejo de riesgos y prevención de desastres.

1.3. ALCANCES

El documento informe técnico describe las características geodinámicas y geotécnicas de cada uno de los lugares. Se identifican los peligros o amenazas presente en cada zona, los principales indicadores de vulnerabilidad y se da una apreciación del nivel de riesgo. Se plantean al mismo tiempo las medidas correctivas como posibilidades de manejo del riesgo. Finalmente se acompañan con fotos y mapas que ilustran los

aspectos más relevantes observados en cada lugar y apoyan la comprensión del contenido de este documento.

1.4. METODOLOGIA EMPLEADA

Para realizar el presente estudio se desarrolló las siguientes etapas o pasos:

1. Se sostuvo reuniones de coordinación con los representantes y/o técnicos de COPASA para planificar el trabajo a realizar y organizar la logística correspondiente.
2. Se realizaron las visitas de campo a cada una de las localidades seleccionadas con los técnicos y representantes de COPASA y GTZ, participaron también dirigentes y personas conocedores con los lugares, en las cuales se analizaron las características físico ambientales de los lugares y condiciones socioeconómicas de los poblados seleccionadas.
3. Se sostuvieron entrevistas con los dirigentes y población en general que conocen el lugar y su historia a fin de recolectar datos de los eventos ocurridos en el pasado, para compartir la información y reflexionar sobre los problemas, la probabilidad de que vuelvan a ocurrir en el futuro y las opciones que hay para manejar el riesgo en el proceso de reconstrucción.
4. Se realizaron observaciones del suelo en cada lugar aprovechando los cortes del terreno, la carretera, taludes naturales y algunas perforaciones que la población ha practicado en cada lugar.
5. Se ha registrado los datos de campo en fotografías notas y grabaciones magnetofónicas. También se han utilizado fotografías aéreas de cada lugar las cuales fueron analizadas, interpretadas y con todo ello se ha elaborado los planos, mapas o croquis que permiten ilustrar la distribución espacial de los elementos que configuran las condiciones de seguridad y el riesgo de cada zona.

1.5. AGRADECIMIENTOS

El desarrollo del presente trabajo de investigación ha contado con el apoyo del equipo de COPASA: José Huerta, Javier Zúñiga, Miguel Gonzáles, Gerardo Lovón. También participó Susanne Welz, coordinadora de GTZ para el proyecto COPASA a quien expresamos nuestro agradecimiento.

Del mismo modo agradecemos al ingeniero José Fuentes Flores del CTAR AREQUIPA por la información compartida.

Nuestro especial reconocimiento a los alcaldes de Machahuay, Viraco, Tipan y Río Grande, así como a los dirigentes y pobladores de cada una de los anexos y localidades visitadas, por su atención hospitalaria, por su valioso tiempo que nos han concedido y por la información compartida.

II. EVALUACION GEODINAMICA-GEOTECNICA

2.1. EVALUACIÓN GEODINÁMICA-GEOTECNICA DEL DISTRITO DE MACHAHUAY

2.1.1. ANEXO DE ACOPALPA

2.1.1.1. Aspectos generales

El anexo de Acopalpa pertenece al distrito de Machahuay está ubicado en la margen izquierda del río Taparza a una altitud 2550 msnm.

El pueblo de Acopalpa tiene mas de 100 años y en la actualidad, cuenta con una población de 47 familias que habitan en el lugar. Cuenta con un local escolar construido desde hace 50 años, el cual ha sufrido daños severos que lo han inhabilitado por ello las clases se desarrollan en el patio bajo una carpa.

El poblado cuenta con un sistema de agua que aprovecha las aguas de un manante a varios kilometros de distancia.

El sismo del 23 de junio de 2001 ha causado la destrucción de numerosas viviendas, afectó el Centro Educativo, su infraestructura de riego, sobretodo canales de conducción y distribución y en consecuencia se afectaron los terrenos de cultivos por la falta de agua.

2.1.1.2. Características geotécnicas

Este centro poblado está asentado en una ladera muy inclinada de pendientes pronunciadas al pie de un talud rocoso bastante escarpado, ubicado en la margen izquierda del río Acopalpa o Taparza; cerca de la confluencia con el río Pampara (conocido como Baños).

El basamento rocoso está constituido por rocas sedimentarias, dispuestas en estratos gruesos de areniscas cuarzosas de color gris blanquecino, intercaladas con lutitas gris oscuras que dan origen a suelos arcillosos, ambos rocas pertenecen al Grupo Yura (Caldas, J. 1973). Los estratos rocosos se presentan inclinados con una orientación N50°W y un buzamiento de 36° hacia el NE. Asimismo, se muestran afectados por fracturas y fallas que facilitan el desprendimiento de bloques y el deslizamiento de los terrenos.

Sobre dichas rocas se encuentran depósitos de antiguos flujos aluvionicos, a modo de aglomerados y depósitos coluviales producto de los desprendimientos de rocas provenientes de las laderas escarpadas. Sobre dichos depósitos sedimentarios están emplazados las viviendas del poblado de Acopalpa, rodeadas de terrenos de cultivo.

El suelo sobre el cual se fundan las casas es del tipo aglomerado compuesto de fragmentos rocosos angulosos de tamaños variados, englobados en una matriz arcillosa. En algunos lugares se observa que dicho suelo se muestra algo esponjoso y presenta agrietamientos que forman escarpas y desniveles en la superficie, evidenciando así el desplazamiento que han sufrido. Estos suelos por su alto contenido de arcillas son susceptibles a alterar sus condiciones de estabilidad por la presencia de abundante humedad producto del excesivo riego que reciben.

Una importante parte del poblado de Acopalpa está afectada por deslizamientos y derrumbes. En el terreno se encuentran abundantes grietas, algunas de ellas formadas a consecuencia del sismo como la que se formó en el patio del colegio y que afectó la capilla. Otras existen desde antes como consecuencia de la propia inestabilidad del terreno, influenciado por la saturación de agua que recibe durante las temporadas lluviosas y del inapropiado sistema de riego que se practica.

En la parte baja de Acopalpa, en el camino de acceso, se observa terrenos agrietados que se asientan y se desplazan hacia el río. Es posible apreciar que dichos terrenos deslizados llegaron en el pasado a obstruir el cauce, sobretodo cuando se juntan con los materiales provenientes desde la margen derecha (ver foto N° 01). Este fenómeno puede volver a ocurrir

A consecuencia del sismo se viene dando un proceso de reubicación de la población hacia un nuevo lugar en el paraje conocido como Calchipata, o Alto Acopalpa, ubicado a media hora de camino del poblado actual; dicho terreno es de propiedad de la Comunidad de Huasica. El terreno tiene una superficie ondulada limitada lateralmente por pequeñas vaguadas o drenajes de aguas pluviales en ambos extremos, presenta una inclinación moderada. El sustrato rocoso corresponde a la misma secuencia de rocas de areniscas y lutitas del Grupo Yura. El suelo de fundación es predominantemente arcilloso tipo antiguo flujo de lodo, cubierto por una capa de materia orgánica producto de las actividades plantaciones que existían.

En una parte de este terreno se han encontrado pequeñas grietas de tensión y/o de desecación que se da por la naturaleza arcillosa del suelo. Se nos informó también que en una excavación practicada por un poblador en un extremo lateral del terreno, se encontró una grieta de 3 pulgadas de ancho y una profundidad que pasaba de un metro. Esta información motivó el interés de indagar más sobre dicha grieta, por lo que se encargó que se abriera otras trincheras de observación para verificar lo indicado y poder investigar más sobre el terreno propuesto, ya que por el limitado tiempo de la visita no se pudo hacer tales trincheras de observación en dicha oportunidad.

Cabe señalar que en este nuevo lugar se observan que las rocas del basamento están inclinadas en la misma dirección del terreno, lo cual constituye un factor adverso para estabilidad del terreno. En dichas áreas se encuentran pircas que evidencian que tales terrenos estuvieron ocupados como zonas de producción agrícola y pecuaria.

Por otro lado, las familias damnificadas vienen tomando posición del terreno (ver fotos N° 05, 06 y 07), aun cuando no existe un plan formal para la ocupación. Si bien cuentan con un plano de lotización que data de 1987, no cuenta con un plano topográfico que oriente la ocupación y la distribución adecuada de los lotes acordes a las bondades y limitaciones del terreno. Hay carpas ubicadas en las partes bajas o cauces de drenaje de aguas pluviales.

2.1.1.3. Factores y condiciones de riesgo

Para la zona del poblado de Acopalpa los principales factores de riesgo identificados son:

El tipo de suelo que por su naturaleza es poco estable debido a su constitución predominantemente arcillosa, vulnerable a la presencia del agua.

Las rocas muestran un alto grado de fracturación lo que facilita el desprendimiento de rocas

Otro factor importante es la fuerte pendiente del terreno que influye notablemente en la inestabilidad de los terrenos.

El agua que humedece en forma excesiva el suelo por un inapropiado sistema de manejo del riego y porque los canales en su mayoría no son revestidos. En 1994 se produjo un deslizamiento de tierra y flujo de lodo a consecuencia que dejaron el canal de riego sin control durante un día y una noche.

La superficie de ruptura o plano de falla del deslizamiento corta el terreno afectando directamente el canal de riego en varios tramos, generando un desnivel de casi 2 metros que facilita una mayor pérdida e infiltración del agua que influye directamente en la inestabilidad de los terrenos y hace que se desplace con mayor velocidad.

Asimismo, la inestabilidad reinante en ambas márgenes del río Taparza genera el riesgo de represamiento o embalse del río cuando dichos deslizamientos ocurran con grandes magnitudes en forma sincrónica como ya ocurrió en épocas pasadas.

Otro factor de riesgo muy importante y que en la mayoría de los casos fue determinante para el nivel de daño registrado es la vulnerabilidad de las edificaciones asociadas a la pobre calidad de los adobes, el inadecuado sistema constructivo, el deterioro de las construcciones por el tiempo de uso y la falta de mantenimiento o reparación y el mal drenaje de las aguas pluviales.

Además, se observa que las acequias pasan muy cerca de las viviendas propiciando el ablandamiento del suelo.

El sistema de riego con canales no revestidos facilitan la excesiva infiltración de agua y la consiguiente pérdida del recurso.

En el nuevo Acopalpa los factores de riesgos están relacionados mas con la forma de ocupación del espacio que aun carece de una Plan coherente que oriente la ocupación territorial.

Además se tiene que las lluvias intensas podrian causar problemas de no preverse un sistema de drenaje pluvial.

Otro factor no menos importante que los anteriores es el desconocimiento de la población sobre los peligros como los sismos y otros, sobre las medidas correctivas.

2.1.1.4. Conclusiones y recomendaciones

- El poblado de Acopalpa presenta un alto riesgo de sufrir desastres debido a la inestabilidad de las laderas que generan deslizamientos de tierras
- Gran parte del terreno es susceptible de deslizarse debido a la influencia del agua que satura y reduce la resistencia del suelo
- El sismo del 23 de junio ha puesto en evidencia la alta vulnerabilidad del poblado de Acopalpa en sus edificaciones e infraestructura de riego, debido al desconocimiento y la falta de información sobre los sismos y otros peligros y de las tecnologías apropiadas para el manejo de los riesgos.

- Es recomendable que se opte un terreno con mejores condiciones de seguridad. Para ello es importante que se realicen los estudios específicos del terreno propuesto en Calchipata.
- El terreno del paraje Calchipata a donde se reubica la población de Acopalpa presenta ciertas condiciones favorables. Sin embargo la presencia de grietas de tensión (ver foto N° 08) en superficie y/o cualquiera de los lugares plantea la necesidad de hacer los estudios para determinar el nivel de estabilidad geodinámica y la calidad geotécnica del terreno, de modo que se garantice la seguridad de las nuevas instalaciones y se determinen las medidas correctivas, de tratamiento o manejo del terreno.
- Se debe entender la reubicación como un proceso y no como un hecho aislado, para lo cual es muy importante contar con un Plan de Ocupación Territorial que contemple los lineamientos que orienten el referido proceso y en particular la secuencia de pasos a seguir, cuente con los instrumentos básicos como por ejemplo: plano topográfico, plano de zonificación de riesgos, plano de ocupación urbana o de manzaneo y lotización, etc.
- Es muy necesario facilitar a la población la información en forma clara y el lenguaje accesible sobre los peligros y los riesgos, sobre las tecnologías constructivas sismorresistentes, sobre el manejo del suelo y el agua, etc. de manera que se fortalezca sus capacidades para manejar sus riesgos y mejorar sus condiciones de vida.
- Para la reconstrucción de viviendas se debe tomar en cuenta la calidad del suelo para cada caso, de manera que se adecuen a las condiciones geotécnicas del terreno.

2.1.2. ANEXO DE ARHUIN

2.1.2.1. Aspectos generales

El anexo de Arhuín, que pertenece al distrito de Machahuay, está ubicado en la margen derecha del río Taparza, frente al poblado de Acopalpa (ver fotos N° 01 y 02). Está conformada por 38 familias quienes han sufrido el calapso y agrietamiento de muchas viviendas, daños en su capilla, colegio y otras infraestructuras a efectos del sismo del 23 de junio de 2001.

2.1.2.2. Características geotécnicas

El terreno sobre el cual se emplaza el centro poblado corresponde a una llanura a modo de una meseta o terraza alta del valle del río Taparza limitado por escarpas, en sus extremos laterales (ver foto N° 03). Hacia la parte superior una ladera cuya pendiente va variando hasta llegar a un talud rocoso bastante escarpado desde donde se generan desprendimiento y caída de bloques rocosos que afectan el camino de acceso. Hacia el extremo inferior está limitada por una escarpa muy pronunciada formada por la socavación del talud que genera el río, induciendo así el retroceso de dicho talud.

El basamento rocoso que aflora en la ladera está constituido por rocas volcánicas como lavas, tobas y brechas del Grupo Barroso, afectados por fracturas y fallas que facilitan el desprendimiento de bloques.

Hacia la parte superior está cubierto por aglomerados volcánicos y depósitos aluvionales compuestos de bloques rocosos angulosos, de tamaños variados y color gris claro, englobados en una matriz arenosa de poca consistencia, deleznable y que facilitan los derrumbes de esta ladera (ver fotos N° 04), más aun inducidos por los movimientos sísmicos.

A consecuencia del sismo se han generado desprendimiento de rocas desde las laderas altas que han afectado canales de riego, la carretera. Dichos bloques rocosos han quedado retenidos por los andenes que hay en media ladera, sin llegar a impactar en la zona poblada. También se formaron agrietamientos en aquellos terrenos escarpados próximos al talud que da al río y en las laderas altas cerca de la acequia de riego. No se ha reportado agrietamientos en la zona poblada.

2.1.2.3. Factores y condiciones de riesgo

Localmente el poblado de Arhuín tiene como factores de riesgo los siguientes:

- El suelo observado en el corte del talud que va al río es del tipo aglomerado aluvional, con matriz arenosa deleznable por la falta de material aglutinante. Este tipo de suelo en estado confinado tiene buena resistencia y se vuelve más vulnerable en zonas escarpadas como la que bordea el talud ribereño.
- Las pendientes altas de los terrenos colindantes, tanto hacia la parte baja que da al río Taparza, así como las laderas agrestes a la parte superior, inducen los derrumbes, desprendimiento y caída de rocas.

- El grado e intensidad de fracturas que afecta los afloramientos rocosos contribuye con la inestabilidad de las laderas agrestes.
- Las precipitaciones pluviales de la estación lluviosa y la falta de sistemas de drenaje hace que las aguas tengan un efecto dañino en las viviendas que humedecen los cimientos y muros, debilitándolos y en muchos casos haciéndolos colapsar.
- Los materiales y tecnologías empleados en la construcción, no logran darle a la edificación una resistencia apropiada que demandan los sismos. La mayoría de viviendas están hechas principalmente de piedra asentada en un mortero de barro limo arenoso de poca adherencia, no cuenta con elementos de refuerzo estructural.
- A esto se suma el poco manejo de los criterios de seguridad y el desconocimiento de la información acerca de los sismos y otros peligros, así como de las tecnologías constructivas sismorresistentes y medidas correctivas para la gestión de riesgos.

2.1.2.4. Conclusiones y recomendaciones

- El poblado de Arhuín ha sufrido los efectos del sismo debido mayormente a la vulnerabilidad de sus construcciones. La mayoría de viviendas son de materiales y tecnologías no resistentes a los sismos.
- El suelo sobre el cual se asienta el poblado tiene buena capacidad de carga en estado confinado y se hace vulnerable en zonas de escarpas con borde libre.
- No se han reportado sobre agrietamientos en la zona urbana, tan solo en los bordes de las escarpas y laderas de fuerte pendiente.
- Los desprendimientos de rocas de las laderas superiores no llegan a la zona poblada por existir una zona de andenes que funciona como zona de amortiguación.
- La reconstrucción de las viviendas puede hacerse en el mismo lugar ya que el terreno presenta las condiciones geotécnicas aparentes para tal fin.
- Las edificaciones no deben ser muy altas, de preferencia de un solo piso por que son más estables y seguras.
- La reconstrucción de viviendas y demás infraestructuras debe realizarse aplicando la tecnología que resulte mas apropiada a las condiciones ambientales y la disponibilidad de recursos. En este caso es preciso señalar que la piedra es el recurso más abundante en la zona. Hay canteras de arcillas un poc distantes del poblado.
- Habilitar un sistema de drenaje pluvial en el centro poblado y en cada vivienda en particular, de modo que se protejan de la humedad los cimientos y muros de las edificaciones.
- Delimitar una franja de seguridad en el contorno del centro poblado de modo que se conserve una distancia prudencial con relación al borde del talud escarpado y la zona de caída de rocas.

- Conservar y de ser posible ampliar los andenes en la zona de media ladera para que cumplan la función protección de la población y que puedan luego servir para establecer plantaciones y cultivos.
- Es muy necesario facilitar a la población la información en forma clara y el lenguaje accesible sobre los peligros y los riesgos, sobre las tecnologías constructivas sismorresistentes, sobre el manejo del suelo y el agua, etc. de manera que se fortalezca sus capacidades para manejar sus riesgos y mejorar sus condiciones de vida.

2.1.3. ANEXO DE AGUA SANA

2.1.3.1. Aspectos generales

El anexo de Agua Sana, que pertenece al distrito de Machahuay, está ubicado en la margen derecha del río Taparza, frente al poblado del mismo nombre. Está conformada por 37 familias (según lo indicado por los dirigentes) quienes han sufrido el colapso y agrietamiento de muchas viviendas, considerables daños en sus terrenos de cultivo e infraestructura de riego a efectos del sismo del 23 de junio de 2001.

2.1.3.2. Características geotécnicas

El terreno sobre el cual se emplaza el centro poblado corresponde a una ladera del valle con un relieve ondulado producto de la erosión en cárcavas y de movimientos de masas que afecta el terreno. Tiene una distribución longitudinal limitado por el Este, extremo inferior con el río Taparza y por el Oeste, el extremo superior, con las laderas escarpadas rocosas que delimitan el valle.

El basamento rocoso que aflora en la ladera está constituido por rocas volcánicas como lavas, tobas y brechas del Grupo Barroso, afectados por fracturas y fallas que facilitan el desprendimiento de bloques.

Hacia la parte baja se observan afloramientos de rocas dispuestas en capas delgadas de color gris bronceo con marcadas señales de inestabilidad. En el camino de Arhuín a Agua Sana se observan escarpas (ver fotos N° 01 y 02) y grietas que evidencian la gran inestabilidad que predomina es esta ladera, reactivadas con el sismo del 23 de junio.

Geólogos de la Mina Orcopampa que visitaron la zona, manifiestan haber observado abundantes grietas con aberturas que van desde 3 a 20 cm y longitudes que superan la centena de metros, siendo difícil seguirlas por la cubierta vegetal.

Observaciones realizadas a través de fotografías aéreas permiten apreciar que gran parte del área donde se emplaza el poblado y los terrenos de cultivo corresponden a terrenos bastante inestables, caracterizado por las escarpas y cambios de pendiente que se observan en la superficie del terreno.

La naturaleza de los suelos es predominantemente arcillosa, resultan de la alteración de las rocas volcánicas (tobas brechas y aglomerados). Estos suelos son bastante inestables por su naturaleza, mas aún debido a la excesiva humedad procedente del inapropiado sistema de riego que se aplica (ver fotos N° 05 y 06).

2.1.3.3. Factores y condiciones de riesgo

El anexo de Agua sana tiene como factores de riesgo los siguientes:

El suelo que prevalece en la zona es de baja calidad geotécnica, poca capacidad de absorción de humedad, poca capacidad de carga, por lo tanto es uno de los importantes factores que condicionan e influyen en la dinámica de los terrenos en laderas.

Las pendientes de las laderas son muy pronunciadas lo que induce el desprendimiento y caída de rocas desde la parte alta. Asimismo el grado e intensidad de fracturas contribuye con la inestabilidad de las laderas agrestes.

Por otro lado, las precipitaciones pluviales de la estación lluviosa y la falta de sistemas de drenaje hace que las aguas tengan un efecto dañino en las viviendas porque humedece los cimientos y muros, debilitándolos y en muchos casos haciéndolos colapsar. También los efectos negativos se ven en las parcelas que al sobresaturarse de agua se agrietan, se deslizan, en otros casos revientan y fluyen pendiente abajo a modo de flujos de lodo.

En las viviendas se observa que los materiales y tecnologías empleados en la construcción, no logran darle a la edificación una resistencia apropiada ante la demanda de los sismos. La mayoría de viviendas están hechas de adobe donde la mayoría se han agrietado y algunos han colapsado.

Esto refleja en parte el poco manejo de los criterios de seguridad y el desconocimiento de la población sobre la información acerca de los sismos y otros peligros, así como de las tecnologías constructivas sismorresistentes y medidas correctivas.

Por todo lo expuesto el nivel de riesgo es alto y complejo y ante tal situación se ha planteado la propuesta de que la población se reubique hacia un lugar mas seguro. Para ello se han manejado 2 lugares como opciones: en el paraje de Jactana y en el paraje de Pancuira.

Visto las condiciones que presentan ambos lugares, Jactana presente ventajas comparativas relacionadas con la calidad del terreno, su accesibilidad, factibilidad de servicios básicos, mayor proximidad y comunicación con las ciudades de Viraco y Machahuay, entre otras.

2.1.3.4. Conclusiones y recomendaciones

- Las características geológicas y geotécnicas que presenta el área de Agua Sana determinan condiciones de alto riesgo para la seguridad de las poblaciones y las actividades productivas
- La naturaleza de las rocas, el grado e intensidad de fractura, las pendientes pronunciadas son factores que influyen en la inestabilidad del terreno y por ende en la dinámica de los deslizamientos.
- Los daños que ha sufrido la población de Agua Sana a consecuencia del sismo están más asociados a la vulnerabilidad de las edificaciones y la pobre calidad geotécnica del suelo que no soporta la saturación de agua y se moviliza pendiente abajo.
- Los agrietamientos que se presentan en diferentes partes del terreno, muchas de estas grietas son anteriores al sismo y han sido reactivados con el movimiento, algunas son recientes y se deben a la alta inestabilidad de los terrenos.
- De los terrenos propuestos para la reubicación de Agua Sana, el de Jactana es el que presenta mejores condiciones y ventajas comparativas en los aspectos de seguridad, accesibilidad, comunicación, factibilidad de servicios básicos de agua, luz, etc.

- Es necesario promover y desarrollar un plan de reubicación de la población de Agua sana hacia el paraje de Jactana. En este plan debería considerarse también al anexo de Taparza que requiere de un apoyo para superar la crisis generada por el sismo y mejorar sus condiciones de seguridad.
- El Plan de ocupación territorial deberá comprender desde los estudios básicos del terreno hasta el proceso de equipamiento urbano y social del futuro poblado.
- Apoyar y/o acompañar a la población en el proceso de ocupación de Jactana a través de un programa de asesoría y asistencia técnica y material para hacer viable dicho proceso.

2.2. EVALUACIÓN GEODINÁMICO-GEOTECNICA DEL DISTRITO DE VIRACO

2.2.1. ANEXO DE PAMPACHACRA

2.2.1.1. Aspectos generales

El anexo de Pampachacra pertenece al distrito de Viraco, está ubicado en la parte alta de ladera en la margen derecha de la quebrada Pampachacra (Foto N° 01). Está conformada por 50 familias (según lo indicado por los dirigentes) quienes han sufrido en parte los efectos del sismo del 23 de junio de 2001, manifiestos por agrietamiento de muros de viviendas y edificaciones públicas daños en la infraestructura de riego. La mayoría por no decir casi todas las casas son de adobe, muchas de ellas tienen 2 pisos. Hay voluntad de los pobladores de afianzar el desarrollo de su comunidad para lo cual tienen ideas e iniciativas de proyectos de desarrollo que requieren el apoyo del estado y/o entidades privadas. La accesibilidad es uno de los principales dificultades que limitan su desarrollo.

Cuenta con un local comunal construido con el apoyo de COPASA hace algunos años, el cual se afectó parcialmente con el sismo debido a que presenta ciertos defectos constructivos.

Cuentan con sistema de agua que aprovecha los manantiales del nevado Coropuna, este se afectó parcialmente pero ya fue rehabilitado por la comunidad.

2.2.1.2. Características geotécnicas

El terreno sobre el cual se emplaza el centro poblado corresponde a la parte superior de una ladera de relieve ondulado disectado por pequeñas quebradas que drenan al río Pampachacra afluente del río Llacllajo

El basamento rocoso corresponde a una secuencia de rocas volcánica de tobas, cenizas y derrames de lavas de variada composición pertenecientes al Grupo Barroso, las que se observan en el corte de la quebrada y en el camino e Rituy a Pampachacra

Observaciones realizadas a través de la visita de campo y mediante fotografías aéreas permiten apreciar que gran parte del área donde se emplaza el poblado y los terrenos de cultivo corresponden a terrenos bastante estables, hay una cubierta vegetal de pastos y arbustos que protegen los suelos de la erosión (ver foto N° 02).

La naturaleza de los suelos es predominantemente arcillosa que resultan de la alteración de las rocas volcánicas. Estos suelos se muestran en la zona bastante compactos, estables y son de buena calidad para la elaboración de adobes y ladrillos tal como lo manifiestan los pobladores del lugar (Ver foto N° 03).

La superficie del poblado es ligeramente inclinada (ver foto N° 04), tiene condiciones de aparente estabilidad, No se han reportado agrietamientos a efectos del sismo. lo que se observa es que en la temporada lluviosa las aguas de escorrentía corren sin control por las calles, mojando las bases de las viviendas, debilitándolas y algunos casos facilitando su colapso.

Hay dos pequeñas quebradas que cruzan la zona poblada que se muestran bastante estables, en cuyo lecho se observa buena cobertura de pastos, en determinados lugares del lecho de la quebrada debido a la excesiva humedad se están propiciando pequeños asentamientos y hundimientos en el terreno.

2.2.1.3. Factores y condiciones de riesgo

Los principales factores de riesgo de desastre en Pampachacra están más relacionados a la vulnerabilidad de las edificaciones, derivados del proceso constructivo defectuoso y al diseño de las viviendas que en parte no responden a las condiciones ambientales: como por ejemplo techos con aleros pequeños que permiten que las lluvias mojen los muros de adobe, cimientos de piedra y barro, carencia de drenaje pluvial, etc.

Se observa en la población que no prioriza los criterios de seguridad en sus construcciones, debido principalmente al desconocimiento de la información acerca de los sismos y otros peligros, así como de las tecnologías constructivas sismorresistentes y medidas correctivas para el manejo de riesgos.

2.1.2.4. Conclusiones y recomendaciones

- El poblado de Pampachacra en general no presenta mayores situaciones de riesgo, el factor de riesgo principal es la vulnerabilidad de la población, sus edificaciones e infraestructura.
- El nivel de daño registrado es menor comparativamente con otros pueblos
- La reconstrucción de las viviendas y demás infraestructura pública puede hacerse en el mismo lugar ya que el terreno presenta las condiciones geotécnicas aparentes para tal fin.
- Muchas viviendas que no han sufrido daños mayores requieren tan solo de reforzamiento. Para ello será muy necesario que se oriente a la población en las técnicas y tecnologías apropiadas.
- En la reconstrucción debe aplicarse la tecnología que resulte más apropiada a las condiciones ambientales y la disponibilidad de recursos.
- Habilitar un sistema de drenaje pluvial en el centro poblado y en cada vivienda en particular de modo que se protejan de la humedad los cimientos y muros de las edificaciones.
- Es muy necesario facilitar a la población la información en forma clara y el lenguaje accesible sobre los peligros y los riesgos, sobre las tecnologías constructivas sismorresistentes, sobre el manejo del suelo y el agua, etc. de manera que se fortalezca sus capacidades para manejar sus riesgos y mejorar sus condiciones de vida.

2.2.2. ANEXO DE PILLCUY

2.2.2.1. Aspectos generales

El anexo de Pillcuy pertenece al distrito de Viraco, está ubicado en la parte media de una ladera en la margen izquierda del río Lacllajo, (Foto N°.) Está conformada por 30 familias (según lo indicado por los dirigentes) cuyas viviendas se encuentran un tanto dispersas en la ladera, la mayoría de las casas son de adobe, algunas de tapial muchas de ellas tienen 2 pisos. Los efectos del sismo del 23 de junio de 2001 son agrietamiento de muros de viviendas, daños en el centro educativo, capilla, daños en la infraestructura de riego, etc. Algunas familias han salido a refugiarse en la zona de Turpaito, pero la mayoría se ha quedado en su sitio durmiendo algunos en carpas y otros en sus casas semiderruidas para evitar el pillaje y la pérdida de sus pertenencias.

2.2.2.2. Características geotécnicas

El terreno sobre el cual se emplaza el centro poblado corresponde a una ladera cubierta por áreas de cultivo, la que se muestra bastante estable. En la parte superior de la ladera se observan afloramientos de rocas volcánicas formando escarpas pronunciadas. Hacia la parte media y baja el terreno corresponde a depósitos sedimentarios de aluviones antiguos donde se desarrolla las áreas de producción agropecuaria.

El relieve de la ladera presenta inclinaciones moderadas en la parte baja y alcanza pendientes mayores en la parte alta, presenta ondulaciones formadas por las quebradas que la atraviesan y drenan hacia el valle.

La naturaleza de los suelos en la parte del poblado y áreas de cultivos circundantes es aluviónica predominantemente arcillosa, donde se desarrolla la producción agropecuaria. En algunos lugares se percibe que el suelo al saturarse de agua, pierde consistencia y fluye como lodo provocando la pérdida de cultivos y obstrucción de las acequias de riego (ver foto N°). el sistema de riego contribuye a que los suelos se sobresaturen de agua por lo que su resistencia decrece.

La quebradas durante la temporada de lluvias intensas producen desbordes e inundaciones en las áreas aledañas a las casas, poniendo en evidencia la mala ubicación de las mismas y conviene trasladarse a lugares de menor riesgo.

2.2.2.3. Factores y condiciones de riesgo

Los principales factores de riesgo de desastre en Pillcuy están más relacionados a la vulnerabilidad de las edificaciones, derivados de la ubicación deficiente, proceso constructivo defectuoso y al diseño de las viviendas que no responden a las condiciones ambientales del lugar: como por ejemplo muros de tierra sin ningún refuerzo, techos con aleros pequeños que permiten que las lluvias mojen los muros de adobe, cimientos de piedra y barro, carencia de drenaje pluvial, etc.

La presencia de las quebradas pequeñas que cruzan la ladera crean un nivel de riesgo por inundación de flujos de lodo.

Además, se observa que la población no prioriza los criterios de seguridad en sus construcciones, debido principalmente al desconocimiento de la información acerca de

los sismos y otros peligros, así como de las tecnologías constructivas sismorresistentes y medidas correctivas para el manejo de riesgos.

2.2.2.4. Conclusiones y recomendaciones

- El poblado de Pillcuy en general no presenta mayores situaciones de riesgo, siendo la vulnerabilidad de la población, sus edificaciones e infraestructura y sistema de riego el factor de riesgo principal.
- La reconstrucción de las viviendas y demás infraestructura pública puede hacerse en el mismo lugar ya que el terreno presenta las condiciones geotécnicas aparentes para tal fin. Salvo en aquellas viviendas que están próximas al cauce de las quebradas que deben ser reubicadas hacia lugares de menor peligro.
- Es necesario replantear el sistema de riego por otro que sea mas eficiente y que permita un manejo racional del agua de riego, lográndose una mayor eficiencia, menor desperdicio y por consiguiente evitar el colapso de los suelos por sobresaturación.
- En la reconstrucción y reforzamiento de viviendas debe aplicarse la tecnología que resulte mas apropiada a las condiciones ambientales y la disponibilidad de recursos. En este caso la tierra es el recurso mas abundante y que esta al alcance de las familias.
- Las viviendas deben apoyarse en unos cimientos adecuados a terrenos húmedos op que se humedecen con el riego de los cultivos. Para ello se requiere habilitar el terreno aplicando los criterios de manejo de taludes.
- Habilitar un sistema de drenaje pluvial en el centro poblado y en cada vivienda en particular de modo que se protejan de la humedad los cimientos y muros de las edificaciones.
- Es muy necesario facilitar a la población la información en forma clara y el lenguaje accesible sobre los peligros y los riesgos, sobre las tecnologías constructivas sismorresistentes, sobre el manejo del suelo y el agua, etc. de manera que se fortalezca sus capacidades para manejar sus riesgos y mejorar sus condiciones de vida.

2.2.3. ANEXO DE RITUY

2.2.3.1. Aspectos generales

El anexo de Rituy pertenece al distrito de Viraco, está ubicado en la parte baja de una colina cerca, sobre una terraza aluviónica de la margen derecha de la quebrada (verificar el nombre) (Foto N°..). Está conformada por aproximadamente 30 familias cuyas viviendas se encuentran un tanto dispersas en la terraza y parte de la ladera. Las viviendas son hechas de adobe en su mayoría, muchas tienen hasta 2 pisos. Los efectos del sismo del 23 de junio de 2001 son agrietamiento de muros de viviendas, daños en el centro educativo, local comunal, daños en la infraestructura de riego, etc. Algunas familias han salido a refugiarse en la zona de Turpaito, pero la mayoría se ha quedado en su sitio para evitar el pillaje y la pérdida de sus pertenencias.

2.2.3.2. Características geotécnicas

El terreno sobre el cual se emplaza el centro poblado corresponde en parte a una ladera y parte a una terraza aluviónica cubierta por áreas de cultivo, ambos se muestran bastante estables. En la parte superior de la ladera se observan afloramientos de rocas volcánicas formando escarpas pronunciadas. Hacia la parte media y baja el terreno corresponde a depósitos sedimentarios de aluviones antiguos donde se desarrolla las áreas de producción agropecuaria. Hay un sector del poblado que está relacionado con el río Llacllajo, limitado por taludes escarpados.

En general el terreno se muestra bastante estable no hay muchos signos de deformaciones a consecuencia del sismo, tan solo en aquellos taludes escarpados críticos donde se han formado grietas de tensión y pequeños derrumbes.

La naturaleza de los suelos en la parte del poblado y áreas de cultivos circundantes es aluviónica tipo grava areno arcillosa, donde se desarrolla la producción agropecuaria.

Las viviendas están distribuidas en 2 niveles de terrazas, hay un grupo que están hacinados en un pequeño lugar, donde por falta de drenaje pluvial las aguas de lluvias afectan las bases y debilitan las viviendas.

2.2.3.3. Factores y condiciones de riesgo

Los principales factores de riesgo de desastre en Rituy están más relacionados a la vulnerabilidad de las edificaciones, derivados de la mala distribución, proceso constructivo defectuoso y al diseño de las viviendas que no responden a las condiciones ambientales del lugar: como por ejemplo muros de tierra sin ningún refuerzo, techos con aleros pequeños que permiten que las lluvias mojen los muros de adobe, cimientos de piedra y barro, carencia de drenaje pluvial, etc.

Además, se observa que la población poco toma en cuenta o no prioriza los criterios de seguridad en sus construcciones, debido principalmente al desconocimiento de la información acerca de los sismos y otros peligros, así como de las tecnologías constructivas sismorresistentes y medidas correctivas para el manejo de riesgos.

2.2.3.4. Conclusiones y recomendaciones

- El poblado de Rituy en general no presenta mayores situaciones de riesgo, siendo la vulnerabilidad de la población, sus edificaciones e infraestructura y sistema de riego el factor de riesgo principal.
- La reconstrucción de las viviendas y demás infraestructura pública puede hacerse en el mismo lugar ya que el terreno presenta las condiciones geotécnicas aparentes para tal fin. Salvo en aquellas viviendas que están hacinadas, muy próximas a los taludes escarpados que deben ser reubicadas hacia lugares de menor peligro.
- Las viviendas deben apoyarse en cimientos adecuados a terrenos húmedos o que se humedecen con el riego de los cultivos.
- Es necesario replantear el sistema de riego por otro que sea mas eficiente y que permita un manejo racional del agua de riego, lográndose una mayor eficiencia, menor desperdicio y por consiguiente evitar el colapso de los suelos por sobresaturación.
- En la reconstrucción y reforzamiento de viviendas debe aplicarse la tecnología que resulte mas apropiada a las condiciones ambientales y la disponibilidad de recursos. En este caso la tierra es el recurso mas abundante y que esta al alcance de las familias.
- Habilitar un sistema de drenaje pluvial en el centro poblado y en cada vivienda en particular de modo que se protejan de la humedad los cimientos y muros de las edificaciones.
- Es muy necesario facilitar a la población la información en forma clara y el lenguaje accesible sobre los peligros y los riesgos, sobre las tecnologías constructivas sismorresistentes, sobre el manejo del suelo y el agua, etc. de manera que se fortalezca sus capacidades para manejar sus riesgos y mejorar sus condiciones de vida.

2.2.4. ANEXO DE PUCAPUCA

2.2.4.1. Aspectos generales

El anexo de Puca Puca es un pequeño poblado que pertenece al distrito de Viraco, está ubicado en la parte baja de una colina, en la margen izquierda del valle del río, muy cerca de Turpaito y Huami.

Está conformada por aproximadamente 15 familias cuyas viviendas se encuentran agrupadas en parte baja de la ladera. Las viviendas están hechas de adobe en su mayoría, muchas tienen hasta 2 pisos. Los efectos del sismo del 23 de junio de 2001 son muy graves, provocó el colapso total de muchas viviendas y el agrietamiento de muros en otras

2.2.4.2. Características geotécnicas

El terreno sobre el cual se emplaza el centro poblado corresponde a una pequeña colina de fuertes pendientes (ver fotos N° 01 y 02), que tiene en la base rocas volcánicas intensamente fracturadas sobre la cual descansa una capa de materiales de relleno, inconsolidados, fácilmente deleznable, que forman una superficie inclinada con un ángulo de reposo superior a los 30°.

En general el terreno se muestra bastante inestable agrietados (ver fotos N° 03 y 04) donde se han producido derrumbes y asentamientos de suelos que han hecho colapsar las viviendas.

Cabe señalar que los adobes en este poblado son de mala calidad, carecen de consistencia, parecen haber sido elaborados con suelo areno limoso sin la proporción de arcilla como elemento ligante. Pues en los alrededores el suelo es de mala

Los suelos en esta parte del poblado son de pésima calidad, se trata de una mezcla heterogénea de clastos de roca con una matriz limo arenosa sin consistencia que colapsa fácilmente. Son bastante superficiales y están apoyados sobre una superficie fuertemente inclinada, razón por la cual falla por fácilmente por cizalla.

Las viviendas están hacinadas en un pequeño espacio, pues el área es bastante reducido y no hay espacio con las condiciones de seguridad para su expansión.

2.2.4.3. Factores y condiciones de riesgo

Los principales factores de riesgo de desastre en Puca Puca son:

La mala calidad de los suelos, la fuerte pendiente del terreno, el basamento rocoso está bastante fracturado.

Además de la vulnerabilidad de las edificaciones, derivados de la mala distribución, proceso constructivo defectuoso y al diseño de las viviendas que no responden a las condiciones ambientales del lugar.

Además, se observa que la población no prioriza los criterios de seguridad en sus construcciones, debido principalmente al desconocimiento de la información acerca de

los sismos y otros peligros, así como de las tecnologías constructivas sismorresistentes y medidas correctivas para el manejo de riesgos.

2.2.4.4. Conclusiones y recomendaciones

- El poblado de Puca Puca presenta alto riesgo de desastre y pocas posibilidades de reducirlo in situ, por lo que se recomienda su reubicación. En este caso se tiene propuesta la reubicación hacia el paraje de Turpaito. Sin embargo, aun está por resolverse el problema de saneamiento físico legal de dicho terreno puesto que el INC reclama derechos sobre dicha área por considerársele como zona arqueológica.
- En la reconstrucción de viviendas debe aplicarse la tecnología que resulte más apropiada a las condiciones ambientales y a la disponibilidad de recursos. En este caso la tierra es el recurso más abundante y al alcance de las familias.
- Es muy necesario facilitar a la población la información en forma clara y el lenguaje accesible sobre los peligros y los riesgos, sobre las tecnologías constructivas sismorresistentes, sobre el manejo del suelo y el agua, etc. de manera que se fortalezca sus capacidades para manejar sus riesgos y mejorar sus condiciones de vida.
- El Plan de ocupación territorial deberá comprender desde los estudios básicos del terreno hasta el proceso de equipamiento urbano y social del futuro poblado.
- Apoyar y/o acompañar a la población en el proceso de ocupación de Turpaito a través de un programa de asesoría y asistencia técnica y material para hacer viable dicho proceso.

2.2.5. ANEXO DE HUAMI

2.2.5.1. Aspectos generales

El anexo de Huami, está ubicado en la base de una ladera de la margen izquierda del río Llacllajo, de junto a la carretera que conduce a Viraco (ver foto N° 01) . Según opinión de los pobladores de Huami, éste es el pueblo comprende desde Turpaito, Pucapuca y Huami pequeño.

Hay alrededor de 30 casas agrupadas en 2 sectores: Huami grande y Huami pequeño; Ambos fueron afectados por el sismo casi en su totalidad y demandan de reconstrucción inmediata. Las viviendas están hechas de adobe en su mayoría, muchas tienen hasta 2 pisos. Los efectos del sismo del 23 de junio de 2001 son muy graves, manifestándose desde agrietamiento de muros hasta el colapso total de viviendas.

2.2.5.2. Características geotécnicas

El terreno sobre el cual se ubica el poblado de Huami presenta una litología de origen volcánico que se encuentra afectada por fracturas y fallas generando afloramientos bastante inestables susceptibles de derrumbes y desprendimiento de rocas.

El material de cobertura que predomina es de tipo coluvial, formado por la acumulación de los materiales que se desprenden desde los afloramientos rocosos altamente fracturados. Estos depósitos coluviales se encuentran formando una superficie de 35° de inclinación, esta dispuesta en capas que en conjunto alcanza grosores variables que van desde algunos centímetros en la parte superior hasta llegar en algunos casos a pasar los 10 metros en la parte inferior. La carretera en sus desarrollo corta los materiales coluviales dejando taludes muy críticos propiciando derrumbes y asentamientos que se activa durante la época de lluvias. Las aguas de percolación van lavando los finos generando mayor inestabilidad: aquí el corte de la carretera acelera el proceso de asentamiento que va a continuar durante la época de lluvia.

Hacia la parte superior de la ladera, cerca al poblado de Yaso, existe un afloramiento rocoso que forma una escarpa vertical el cual está afectado por fallas y fracturas que se han puesto en evidencia a consecuencia del sismo último (según manifiestan los pobladores del lugar, estas grietas también se observaron a efectos del sismo anterior)

2.2.5.3. Factores y condiciones de riesgo

Los principales factores de riesgo de desastre en Huami son.

La mala calidad de los suelos, la fuerte pendiente del terreno, el basamento rocoso está bastante fracturado.

La presencia de materiales rocosos o desmontes acumulados en las laderas producto del corte de la carretera, están en condiciones críticas de estabilidad, e incluso presentan agrietamientos que indica que fácilmente podrían deslizarse pendiente abajo e impactar en todas aquellas instalaciones ubicadas en la parte baja de la carretera (viviendas, corrales de animales menores, centro de salud, locales escolares, etc.

Además de la vulnerabilidad de las edificaciones, derivados de la mala distribución, proceso constructivo defectuoso y al diseño de las viviendas que no responden a las condiciones ambientales del lugar. Se observa que las viviendas en la mayoría de los casos no cuentan con una adecuada cimentación, al parecer no han hecho una previa habilitación del terreno que garantice una adecuada cimentación. Por ello los daños registrados son variados, hay desde agrietamiento de muros hasta el colapso de viviendas. Sin embargo hay algunas estructuras de adobe que no han sufrido daños como es el caso del CEI construido por COPASA (ver fotos N° 05 y 06) , lo que permite corroborar que el mayor factor de riesgo es la vulnerabilidad.

Además, se observa que la población no prioriza los criterios de seguridad en sus construcciones, debido principalmente al desconocimiento de la información acerca de los sismos y otros peligros, así como de las tecnologías constructivas sismorresistentes y medidas correctivas para el manejo de riesgos.

2.2.5.4. Conclusiones y recomendaciones

- El poblado de Huami presenta alto riesgo de desastre y pocas posibilidades de reducirlo in situ, por lo que es más recomendable su reubicación hacia el paraje de Turpaito. Por ello es importante apoyar en el proceso que conduce a resolver el problema de saneamiento físico legal de dicho terreno.
- Apoyar y/o acompañar a la población en el proceso de ocupación de Turpaito basado en un Plan de Ocupación Territorial y a través de un programa de asesoría y asistencia técnica y material para hacer viable dicho proceso.
- El Plan de Ocupación Territorial deberá comprender claramente todas las etapas y/o pasos desde los estudios básicos del terreno hasta el proceso de equipamiento urbano y social del futuro poblado.
- En la reconstrucción de viviendas debe aplicarse la tecnología que resulte más apropiada a las condiciones ambientales y a la disponibilidad de recursos. En este caso la tierra es el recurso más abundante y al alcance de las familias.
- En la carretera a Viraco, en la parte superior del pueblo de Huami, hay grietas de tensión de 2" de ancho, que son profundas y que afectan el material de relleno de tal forma que compromete la estabilidad de grandes bloques de rocas apoyados en el talud de relleno y borde libre de la carretera. Es importante que Ministerio de Transportes intervenga y ante la cercanía de la temporada lluviosa, desarrolle acciones de limpieza y preventivas para reducir el riesgo que es inducido por esta infraestructura vial.
- Es muy necesario facilitar a la población la información en forma clara y el lenguaje accesible sobre los peligros y los riesgos, sobre las tecnologías constructivas sismorresistentes, sobre el manejo del suelo y el agua, etc. de manera que se fortalezca sus capacidades para manejar sus riesgos y mejorar sus condiciones de vida.

2.2.6. PARAJE DE TURPAITO

2.2.6.1. Aspectos generales

Turpaito es un paraje ubicado en una lomada o meseta a una altitud de 2500 msnm, muy cerca de la carretera que Aplao -Viraco, cerca de los anexos de Huami, Puca Puca, Yaso; en la margen izquierda del río Llacllajo. En la actualidad existen alrededor de 100 familias que han tomado posición del terreno como una opción para resolver la necesidad de un lugar seguro para construir sus viviendas después del sismo del 23 de junio de 2001.

En este lugar se encuentra refugiadas poblaciones damnificados de Pucapuca, Huami Rituy, Pillcuy y Pampachacra, esperando poder resolver el problema de derecho de propiedad o tenencia de los terrenos con el Instituto Nacional de Cultura, quien demanda dichas áreas como zona arqueológica.

2.2.6.2. Características geotécnicas

El terreno de Turpaito corresponde a una meseta con una superficie plana bastante regular de forma semi circular que en sus extremos está limitado por el extremo Sur y Oeste con un talud bastante inclinado que da hacia Pucapuca y el valle del río Llacllajo, mientras que hacia el Norte y Este el terreno es bastante regular llano que se proyecta hacia la base de la ladera superior que da hacia Yaso.

El tipo de material que hay en la base de esta meseta es de naturaleza volcánica, encontrándose desde brechas y aglomerados con signos de alteración hidrotermal. En uno de los extremos hay un sector cuyo suelo es de naturaleza arcillosa de color gris amarillento, otra parte es rocosa. En general presenta condiciones geotécnicas y de seguridad adecuadas para ser aprovechada con fines urbanos.

2.2.6.3. Factores y condiciones de riesgo

La superficie seleccionada para la reubicación presenta condiciones geológicas y geomorfológicas aparentes para aprovecharla con fines urbanos, debido a que no está expuesto a peligros geodinámicos externos como huaycos, o deslizamientos o inundaciones.

El terreno muestra una aparente estabilidad en toda la superficie, sin embargo en las zonas perimetrales, especialmente hacia los extremos Sur Oeste, las pendientes se hacen mayores y la estabilidad decrece. Esto debe ser tomado en cuenta y establecer los límites de su aprovechamiento urbano.

Las características geotécnicas observadas en el lugar permiten ver que el terreno de fundación tiene una aparente estabilidad y capacidad de carga adecuada que deberá ser corroborada mediante estudios de mecánica de suelos que determinen los parámetros específicos.

2.2.6.4. Conclusiones y recomendaciones

- El terreno de Turpaito reúne las condiciones geológicas y geotécnicas aparentes para su aprovechamiento en fines urbanos. Asimismo se observa que la factibilidad

de dotación de los servicios básicos de agua, desagüe, luz, transporte es totalmente viable.

- Es necesario organizar un Plan de Ocupación Territorial en Turpaito que oriente el proceso y permita una ocupación ordenada y planificada del terreno. Dicha experiencia puede constituirse en la primera experiencia de reubicación exitosa en el país.
- Es recomendable acelerar el proceso de saneamiento físico legal del terreno para la población damnificada puede iniciar la reconstrucción de sus viviendas incorporando los criterios de seguridad con un enfoque de manejo de riesgos y prevención de desastres.
- Dada la ubicación de Turpaito con relación a la carretera y los anexos de los alrededores, este puede bien proyectarse como un terminal o punto de enlace de dichos anexos y las ciudades cercanas.

2.2.7. ANEXO DE YASO

2.2.7.1. Aspectos generales

El anexo de Yaso, pertenece al distrito de Viraco, está ubicado a 2800 msnm aproximadamente, al pie de la carretera que va a Viraco. Los daños producidos por el sismo son importantes, por lo que la población ha optado por reubicarse hacia un paraje cercano.

2.2.7.2. Características geotécnicas

El terreno sobre el cual está ubicado Yaso corresponde a una lomada angosta limitada por laderas o flancos de pendientes fuertes que dividen las subcuencas de los ríos Taparza y el río Llacllajo. El basamento rocoso está constituido por rocas volcánicas de composición y textura variada, se encontraron desde brechas, aglomerados y derrames de lavas oscuras. Las rocas están afectadas por fracturas longitudinales que han influenciado en la formación de las colinas alargadas de este valle. Dichas fallas forman parte de un sistema que controla la evolución del valle y en particular influye en la inestabilidad de los escarpes rocosos que miran hacia el valle en el sector de Huami.

A consecuencia del sismo del 23 de junio de 2001, se ha formado una grieta larga de orientación paralela a la escarpa rocosa de la lomada de Yaso (pobladores del lugar que la vieron, opinan que dicha grieta tiene una longitud que supera los 1000 metros y un ancho de algunos centímetros). La traza de esta grieta está a 3 o 5 metros del borde del talud rocoso escarpado.

El terreno sobre el cual se cimientan las casas en Yaso son suelos de origen volcánico que en algunos lugares presenta cierto grado de alteración, tiene poca consistencia, se disgrega fácilmente. Algunas viviendas se apoyan directamente sobre material rocoso, mientras que otros están sobre relleno y por ello ha sufrido mayores daños, Una parte del poblado está en terrenos de menor pendiente, más estables, mientras que aquella población ubicada en terrenos muy agreste es los que han sufrido mayores daños y están dispuestos a reubicarse.

Cabe señalar que la carretera que pasa cerca del poblado, corta los terrenos y deja taludes muy verticales y críticos donde se han venido presentando derrumbes y caída de rocas. En algunos lugares el corte de la carretera debilita la base de los cimientos de las viviendas, ya que están muy próximas entre sí.

La lomada donde se ubica el lugar de reubicación de Yaso, es una franja angosta de terreno que requiere de una habilitación adecuada dejando los bordes libres en los extremos para evitar el riesgo de colapso y desprendimiento por las fuertes pendientes que tiene. Las pendientes del terreno en los extremos laterales son bastante abruptos, alcanzando pendientes entre 45° y 60°.

2.2.7.3. Factores y condiciones de Riesgo

Yaso por su ubicación en una colina con flancos muy inclinados está sujeta a la ocurrencia de derrumbes, deslizamiento y caída de rocas; facilitado por la pendiente del terreno, las fracturas que afectan las rocas, las lluvias en la temporada húmeda.

La vulnerabilidad de las viviendas es un factor de riesgo importante, manifiesto por la ubicación inadecuada, sistema constructivo

2.2.7.4. Conclusiones y recomendaciones

- El riesgo en Yaso es diferenciado según las condiciones o factores variados que presenta. Hay sectores de alto riesgo, sobretodo aquellos ubicados en los taludes muy inclinados y ubicados debajo de la carretera. Otros que están en la parte superior de la carretera y en terreno de menor pendiente tienen menor riesgo.
- El lugar propuesto para la reubicación está ubicado muy cerca del lugar por donde pasa la traza de la fractura que se observó después del sismo último. Es recomendable hacer más observaciones en el mapa para conocer más de cerca la influencia de dicha estructura en la seguridad física del lugar propuesto.
- En el proceso de ocupación de dicho terreno es importante que se respete una distancia prudencial desde el borde de las escarpas.
- El Plan de Ocupación Territorial deberá comprender claramente todas las etapas y/o pasos desde los estudios básicos del terreno hasta el proceso de equipamiento urbano y social del futuro poblado.
- Acompañar a la población en el proceso de reconstrucción de tal manera que se desarrolle el enfoque de manejo de riesgo y prevención de desastres en el proceso.

2.3. EVALUACIÓN GEODINÁMICA-GEOTECNICA DEL DISTRITO DE TIPAN

2.3.1. ANEXO DE TAGRE

2.3.1.1. Aspectos generales

El anexo de Tagre, pertenece al distrito de Tipan, está ubicado en el eje de la carretera a Viraco, a una pequeña distancia de la carretera, a una altitud aproximada de 2,150 msnm, en la margen izquierda del río Llacllajo.

Las viviendas están concentradas en un pequeño espacio formando un núcleo urbano de alta densidad lo que le da el aspecto de tugurizado. El poblado cuenta con infraestructuras diversas (local municipal, posta de salud, servicio de agua y desagüe, luz, etc.

2.3.1.2. Características geotécnicas

El terreno donde se ubica Tagre corresponde a una pequeña lomada, de relieve ligeramente llana, limitada por el lado Oeste con un talud del río Llacllajo bastante escarpado, cuya altura pasa los 50 metros de profundidad; mientras que hacia el lado Este, el terreno gradúa suavemente hacia una llanura baja ocupada por actividades agrícolas y pecuarias.

El basamento rocoso corresponde a rocas volcánicas que muestran distintos grados o estadios de alteración, con matriz pulverulenta, suelta, que ha facilitado los desprendimientos durante el sismo, muy visibles en las escarpas de erosión del sector Oeste del pueblo. Hacia la parte baja se observa un horizonte amarillento, arcilloso y ferruginoso con signos de alteración hidrotermal. Un poco más hacia abajo aparecen otros niveles de aglomerados volcánicos totalmente fracturados que llegan hacia el río Llacllajo (localmente conocido como Chupacra).

El suelo es en parte del tipo aluvional con bloques de roca bastante alterados englobados por una matriz arenosa arcillosa, cubiertos en superficie por una capa de materia orgánica derivado del guano de los animales pues al parecer el lugar ha cumplido antes la función de potrero.

Los taludes del “morro” de Tagre varían según los lados de exposición. Así tenemos que en el sector Oeste del poblado frente a la Posta de Salud presenta taludes de 60° a 70° de inclinación, con marcadas cicatrices de erosión por desprendimientos. Hacia el Norte y Este esta está limitado por una llanura ocupada por terrenos de cultivos, mientras que hacia el Sur el terreno está limitado por los cambios de pendiente que se hace más agudo.

2.3.2.3. Factores y condiciones de riesgo

En general el poblado el nivel de riesgo está asociado a las condiciones geomorfológicas del terreno y la estabilidad del sustrato rocoso. Una parte del poblado en particular aquel ubicado hacia el extremo Oeste es el presenta una situación de riesgo sumamente crítica, pues los terrenos colindan con el talud escarpado y las viviendas están a escasos 5 metros de distancia.

En general el poblado presenta un alto grado de hacinamiento de las viviendas, con calles angostas y que dejan un reducido espacio para la circulación.

Otro factor de riesgo es la vulnerabilidad de la vivienda caracterizada por la calidad de los materiales, los diseños sin criterios de sismorresistencia, así como la distribución apretada que tiene y que configura un hacinamiento.

Hay un sector nuevo que está en proceso de formación junto a la carretera, en el cual se observa un crecimiento desordenado al pie de la carretera con alto grado de exposición a los peligros asociados con la humedad de las aguas que discurren en épocas de lluvias, caída de rocas, y aquellos riesgos derivados del uso de la carretera como accidentes de tránsito, etc.

En el proceso de habilitación del terreno para la reconstrucción de viviendas se observa que hay un manejo poco adecuado de los taludes de corte lo que podría generar situaciones de desequilibrio de las edificaciones adyacentes y generar conflictos al interior de la población.

2.3.2.4. Conclusiones y recomendaciones

- La ubicación de Tagre en una colina representa ciertas ventajas paisajísticas pero al mismo tiempo riesgos asociados a derrumbes y deslizamientos por la inestabilidad de los taludes en erosión. Esto compromete más al sector del lado Oeste de la población que está ubicado muy cerca del talud escarpado.
- Es recomendable que aquellas familias ubicadas cerca a los taludes escarpados conserven una distancia prudencial mínima de 5 metros como franja de seguridad para la construcción de sus viviendas. De no existir esta distancia mínima tendrían que reubicarse a otro lugar menos vulnerable
- Asimismo es conveniente controlar la circulación de aguas servidas en la zona escarpada pues podría acelerar la erosión y retroceso del talud.
- En el proceso de reconstrucción es necesario que se lleve a cabo una adecuada habilitación de los terrenos, con la estabilización de los taludes cortados, una limpieza y eliminación de la capa orgánica que es dañina para la cimentación y estabilidad de la edificación.
- Es muy necesario facilitar a la población la información en forma clara y el lenguaje accesible sobre los peligros y los riesgos, sobre las tecnologías constructivas sismorresistentes, sobre el manejo del suelo y el agua, etc. de manera que se fortalezca sus capacidades para manejar sus riesgos y mejorar sus condiciones de vida.

2.3.2. ANEXO DE YACMES

2.3.2.1. Aspectos generales

El poblado de Yacmes está ubicado aproximadamente a 2 kilómetros al sur de Tipan, a 30 minutos en tiempo de caminata a lo largo de un camino de herradura. Este poblado desde hace varios años tiene problemas relacionados con deslizamientos que año tras año se viene agudizando, causando gran preocupación en las familias que habitan el lugar.

En el último sismo del 23 de junio de 2001, el poblado fue afectado significativamente sufriendo la destrucción de las viviendas, capilla, y otras construcciones, se reactivaron los agrietamientos, deslizamientos y derrumbes como efectos secundarios del sismo.

2.3.2.2. Características geotécnicas

Las rocas que afloran en la zona corresponden a una secuencia de areniscas y lutitas dispuestas en capas y estratos de grosores variados, pertenecientes al Grupo Yura.

Las rocas se encuentran afectadas por fallas, fracturas y plegadas por efecto de los esfuerzos tectónicos que dieron origen a la cordillera de Los Andes. Por ello la secuencia está disturbada, las areniscas se muestran dislocadas, rotas, en bloques dislocados e inclinados, dejando bloques sueltos que luego de desprenderse y se deslizan pendiente abajo; las lutitas arcillosas están foliadas y alteradas, dejando en superficie un terreno arcilloso bastante inestable.

El terreno en algunos lugares muestra ondulaciones y lobulaciones en superficie lo que evidencia dichas superficies ha sufrido desplazamientos en el pasado.

La morfología del terreno está dominada por pendientes fuertes, donde se observan zonas de derrumbes y deslizamientos activos, sobretodo en el extremo que da hacia la quebrada, cuyas superficies de erosión se ve influenciada por la dinámica de la quebrada que socava la base de los taludes.

Hay un conjunto de grietas que tienen orientación N 120° como en el sector de la capilla donde se observan numerosas grietas de tensión que evidencian que el terreno está ya desestabilizado dado su proximidad al borde del talud en retroceso. Otro grupo de grietas tienen una orientación N15° que aparentan ser de compensación.

En este terreno se encuentran varios canales de riego no revestidos que pierden bastante agua y humedecen los terrenos inclinados, facilitando o induciendo los deslizamientos.

Por las características morfológicas observadas en el lugar se puede decir que gran parte del área está afectada por procesos de remoción de masas, aunque hay zonas con dinámicas y velocidades diferentes, así tenemos que hay lugares que se movilizan varios centímetros al año y otros que no han sufrido movimiento visibles. Estas zonas pueden servir para una reubicación interna, porque tienen condiciones aparentes de menor riesgo.

2.3.2.3. Factores y condiciones de riesgo

Hay varios factores geológicos geotécnicos que determinan las condiciones de riesgo para el poblado. Por ejemplo:

La composición de las rocas (areniscas y lutitas de distinta competencia) y la alternancia de estas rocas, es uno de los importantes factores que determinan un cierto grado de inestabilidad

El grado de fracturas y las disposición de los estratos con relación al sentido de la pendiente es un factor estructural que en este caso influye desfavorablemente en la seguridad.

Del mismo modo, las pendientes del terreno tiene notable importancia en la inestabilidad de los terrenos.

Por otro lado, la presencia de los canales de riego son revestimiento facilita que el agua, un factor dinámico, intervenga como elemento lubricante entre las capas rotas y facilita el resbalamiento de las masas de terreno inestables.

La vulnerabilidad de las viviendas que no responden a las exigencias de los sismo y deslizamientos son factores muy influyentes en la generación de riesgo y el nivel de daño registrado por el sismo.

2.3.2.4. Conclusiones y recomendaciones

- El nivel de riesgo de desastre en el poblado de Yacmes es alto, asociado principalmente a la inestabilidad de los terrenos y la dinámica de los deslizamientos
- Gran parte del terreno está sometido a la influencia de los deslizamientos y tan solo pequeñas áreas muestran tener poca dinámica.
- Es recomendable que las familias se reubiquen y construyan sus viviendas en aquellos lugares de menor riesgo. Una opción puede ser que ubiquen en Tipan, luego, descansado allí puedan venir a Yacmes para sus actividades productivas diarias.
- Una segunda opción es, de no optarse la primera, que se reubiquen internamente hacia los lugares de mayor seguridad o de menor riesgo. En este caso, las viviendas que se construyan deben ser de materiales livianos como la queincha mejorada. Y para el caso de Yacmes es viable puesto que hay cana en la zona.
- Se requiere un mejor sistema de riego y eficiente manejo del agua para evitar los daños que el exceso de agua suele generar en los suelos inestables.
- Al igual que en los casos anteriores se necesita alcanzar a la población la información en forma clara y el lenguaje accesible sobre los peligros y los riesgos, sobre las tecnologías constructivas sismorresistentes, sobre el manejo del suelo y el agua, etc. de manera que se fortalezca sus capacidades para manejar sus riesgos y mejorar sus condiciones de vida.

2.4. EVALUACIÓN GEODINÁMICA-GEOTECNICA DEL DISTRITO DE RIO GRANDE

2.4.1. CENTRO POBLADO DE IQUIPI

2.4.1.1. Aspectos generales

El centro poblado de Iquipí, capital del distrito de Rio Grande, está ubicado en una terraza ribereña, margen izquierda del curso medio del río Ocoña, a una altitud 500 msnm., aproximadamente a 3 horas de viaje aguas arriba desde la ciudad de Ocoña, en la Carretera Panamericana Sur.

La zona poblada abarca un ancho que varía entre los 70 metros en la parte más amplia y 30 en sus partes angostas. Según la opinión de los dirigentes, el pueblo tiene más de 50 años y cuenta con una población de .. familias distribuidas a lo largo de la trocha carrozable que comunica con la mina San Juan de Churunga.

2.4.1.2. Características geotécnicas

El centro poblado de Iquipí está emplazado sobre una superficie que forma parte de una terraza ribereña superior en la margen izquierda del valle del río Ocoña y parte de una ladera formada por acumulaciones de materiales coluviales que derivan de la meteorización y erosión de los afloramientos rocosos cercanos.

El basamento rocoso es de naturaleza ígnea y metamórfica intensamente fracturado y alterado por soluciones hidrotermales que dan una coloración amarillenta a los cerros aledaños. Los materiales de cobertura corresponden a depósitos coluviales compuestos de fragmentos de rocas o clastos angulosos, envueltos en una matriz de arena suelta muy deleznable, sin consistencia. También se observa una capa de materia orgánica producto de la actividad agrícola y guano de animales acumulados en los antiguos corrales.

El valle del río Ocoña en este sector es bastante amplio, alcanzando unos 700 metros aproximadamente, donde el cauce actual o zona de inundación anual tiene unos 500 metros. En la margen izquierda se observa el desarrollo de amplias terrazas hasta 3 niveles que en su conjunto llegan a una altura superior de 10 metros.

El río discurre pegado hacia la margen derecha y según los propios moradores del lugar manifiestan que por lo menos durante los últimos 50 años que ellos conocen el lugar nunca han tenido problemas de inundación con el río. Durante las épocas de crecidas el río no se desborda, tan solo llega a erosionar parte baja de la terraza inferior que no tiene protección alguna.

La ladera próxima al pueblo tiene un talud de 30 a 35° de inclinación por lo que los materiales sueltos están en una crítica y precaria estabilidad. Hacia los niveles superiores las pendientes se hacen mayores y facilitan los desprendimientos de rocas tal como ocurrió en el último sismo, los bloques desprendidos impactaron en las viviendas, hundieron los techos, demolieron paredes, etc.

El suelo sobre el cual se fundan las viviendas corresponde a depósitos de gravas y aglomerados constituidos por bloques rocosos angulosos en una matriz arenosa de

origen eólico. hay poco limo pero predominan las arenas. Este tipo de suelo prevalece en las zonas próximas a los taludes, mientras que en las zonas de terrazas el suelo es del tipo aluvial compuesto de gravas cubierto de una capa de limo y una delgada capa orgánica.

Hay una plataforma de un canal, practicado en media ladera que corta el talud rocoso el cual cumple la función de amortiguación y retención de los bloques rocosos que se desprenden y caen desde las partes altas. Esta plataforma ha aminorado significativamente los efectos de la caída de rocas por efecto del sismo del 23 de junio.

Las viviendas en su mayoría son de adobe de un solo nivel, con techo liviano compuesto de cañas de bambú cubierto de una torta de barro, los muros no cuentan con los elementos estructurales de amarre como una viga collar, por lo que en su mayoría han fallado en las esquinas. Algo que llama la atención es la mala calidad de los adobes que son muy frágiles, no tienen la consistencia requerida, al parecer estos fueron hechos de un suelo limo arenoso sin componentes de arcilla.

Hay viviendas de quincha rustica que la población suele construir para ampliar su casa o sus corrales, lo que ver la existencia de caña que bien podría utilizarse como un recurso para la construcción de viviendas.

2.4.1.3. Factores y condiciones de riesgo

Entre los principales factores de riesgo para el poblado de Iquipí tenemos:

La ubicación de muchas viviendas próximas a las laderas donde los afloramientos rocosos están muy fracturados y se producen desprendimientos rocosos.

Además en esta ladera el suelo es de baja consistencia lo que contribuye a la inestabilidad de la estructura.

Los desprendimientos de rocas son fenómenos que siempre ocurrirán en esta zona ya sea como consecuencia de movimientos sísmicos, lluvias intensas e incluso la propia gravedad.

Asimismo, la presencia quebradas a lo largo de las cuales se han formado flujos de lodo en las épocas de mayor precipitación pluvial como ocurrió en la quebrada las Clavelinas, la quebrada Churunga. Cabe señalar que en el municipio de Río Grande ha venido proponiendo como posibles zonas de reubicación las siguientes:

- Zona de la quebrada Las Clavelinas
- Zona de el cementerio en El Molino.

Zona de la quebrada Las Clavelinas:

En este caso se puede apreciar que el área corresponde a una parte del cono deyectivo de la quebrada, hasta donde llegaron los flujos de lodo del último huayco ocurrido durante el fenómeno El Niño en 1997-98. hay evidencias que indican que dicha zona tiene la influencia de huaycos, aunque en menor intensidad y frecuencia El Municipio de Río Grande con apoyo de una empresa, han hecho trabajos con maquinaria para desviar el cauce hacia la margen izquierda, sin embargo dichas obras parecen no ser suficientes para corregir el cauce de la quebrada y garantizar la seguridad de la zona seleccionada.

Zona de el cementerio en El Molino:

Esta zona ubicada en la margen izquierda de la quebrada Churunga, corresponde en parte una terraza baja, formada por los flujos aluviónicos de la quebrada. Esta superficie no tiene mayor desnivel con el cauce actual por lo que es probable que los

flujos de lodo pudieran llegar a afectar en algún momento a esta zona, sobretodo si se toma en cuenta la facilidad con que estos flujos de lodo cambian sus cursos.

En ambos casos el nivel de riesgo puede ser reducido en función de las medidas correctivas que se implementen.

Otro factor de riesgo muy importante es la propia vulnerabilidad de las edificaciones asociadas a la pobre calidad de los materiales empleados, el inadecuado sistema constructivo, el deterioro de las construcciones por el tiempo de uso y la falta de mantenimiento. Por ejemplo los adobes son de mala calidad, están hechos de tierra limo arenosa que no tiene mayor adherencia, no tienen paja, se disgrega fácilmente a la presión de los dedos. Esto se observa en la mayoría de viviendas, además que los dinteles son pequeños, no llevan viga collar, etc. Algunas viviendas hechas de quincha rústica las cañas se han deteriorado debido a la técnica constructiva empleada mal estado debido a la falta de mantenimiento.

2.4.1.4. Conclusiones y recomendaciones

- El nivel de riesgo en Iquipí es variado, depende en gran medida de la ubicación y grado de exposición de los elementos vulnerables, con relación a los peligros geodinámicos. En general el riesgo está ligado más a la vulnerabilidad de la población, sus viviendas e infraestructura.
- Los daños que ha sufrido Iquipi a efectos del sismo se han debido mayormente a la ubicación crítica y mala calidad de sus construcciones.
- El suelo sobre el cual se asienta el poblado tiene variada calidad geotécnica, así tenemos zonas en laderas el suelo es de mala calidad, mientras que las zonas planas o terrazas superiores son de buena calidad por lo que se debe tomar en cuenta esta distribución para orientar la reconstrucción.
- La plataforma existente en la ladera del cerro ha cumplido una función de protección de las viviendas, sin ella el nivel de daño pudo haber sido mayor. Por ello es recomendable que esta plataforma sea conservada en buen estado. Por ello es recomendable que las viviendas y demás infraestructuras mantengan una distancia prudencial desde dicha zona de amortiguación.
- La reconstrucción de las viviendas debe orientarse hacia los lugares de menor riesgo. Para el caso de Iquipí se tienen las siguientes opciones:
 1. Construir in situ en aquellos casos que estén lo suficientemente distantes de las laderas y zona de desprendimiento de rocas.
 2. Para aquellas familias que poseen tierras de cultivo en la terraza alta junto a la carretera pueden habilitar una parte del terreno para edificar su vivienda. Pues en esta zona el suelo tiene buena calidad geotécnica puesto que está constituido mayormente por gravas y en la parte superior un horizonte de limo compacto. Lo único que se debe tener cuidado es de no humedecerlo mucho.
 3. La zona de El Molino (cerca del cementerio) requiere un estudio específico para precisar el grado de riesgo o seguridad frente al peligro de huaycos e inundaciones por la quebrada Churunga. Es preciso implementar ciertas medidas de seguridad frente a huaycos e inundaciones para lograr mayor grado de seguridad.

4. La zona propuesta para reubicación en la quebrada Las Clavelinas corresponde a una parte del cono deyectivo bajo la influencia de flujos de lodo. Por lo que el nivel de riesgo es medio. Esto se puede reducir en la medida en que se implementen obras correctivas y de protección de dichas áreas.
5. Hay en la zona presencia de rodales de cañas en las zonas ribereñas y las acequias que pueden ser empleadas en la construcción de viviendas y de ese modo tener una opción tecnológica mas como alternativa al adobe.
6. El riesgo de desastre en la zona puede ser manejable a través de la implementación de medidas correctivas en cada una de las actividades de reconstrucción y el propio quehacer cotidiano.

2.4.2. ANEXO LA HUACA

2.4.2.1. Aspectos generales

El centro poblado de La Huaca, pertenece al distrito de Río Grande, está ubicado en una terraza ribereña, margen izquierda del curso medio del río Ocoña, (ver Fig N° 01 Mapa de Ubicación) a una altitud 450 msnm., esta pequeña población mantiene una estrecha relación con Iquipí.

2.4.2.2. Características geotécnicas

El anexo La Huaca está emplazado sobre una superficie ligeramente inclinada que forma parte de los conos deyección de 2 pequeñas quebradas que confluyen en dicha zona, formando una zona dependientes moderadas de fácil ocupación territorial.

El basamento rocoso es de naturaleza ígnea y metamórfica intensamente fracturado y alterado por soluciones hidrotermales que dan una coloración amarillenta a los cerros aledaños. Los materiales de cobertura corresponden a depósitos coluviales compuestos de fragmentos de rocas o clastos angulosos, envueltos en una matriz de arena suelta muy deleznable, hay niveles de gravas debajo de estos materiales.

La superficie sobre el cual se ubican las viviendas tiene una pendiente variada por lo general varía entre 15° a 25° de inclinación. Hacia los niveles superiores las pendientes se hacen mayores y facilitan los desprendimientos de rocas que no llegaron a impactar en las viviendas.

El suelo sobre el cual se fundan las viviendas corresponde a depósitos de gravas y aglomerados constituidos por bloques rocosos angulosos y otros redondeados en una matriz arenosa. Hacia la parte central y superior de los conos hay mayor presencia de limo y algo de arcilla que le da algo más de cohesión, mientras que en las zonas de terrazas el suelo es del tipo aluvial compuesto de gravas cubierto de una capa de limo y una delgada capa orgánica.

Las viviendas en su mayoría son de adobe de un solo nivel, hay casas de quincha rústica hecha con caña trenzada y cubiertas por torta de barro; tienen una cobertura muy rústica. También se observa viviendas con muros de totora y caña. Todas las viviendas carecen de los elementos mínimos de arriostre o amarre en las esquinas.

En general los daños registrados a consecuencia del sismo se deben más a la vulnerabilidad de la vivienda generada por los defectos constructivos.

2.4.2.3. Factores y condiciones de riesgo

El factor de riesgo más importante es la propia vulnerabilidad de las edificaciones asociadas a la pobre calidad de los materiales empleados, el inadecuado sistema constructivo, el deterioro de las construcciones por el tiempo de uso y la falta de mantenimiento. Por ejemplo los adobes son de mala calidad, están hechos de tierra limo arenosa que no tiene mayor adherencia, no tienen paja, se disgrega fácilmente a la presión de los dedos. Esto se observa en la mayoría de viviendas, además que los dinteles son pequeños, no llevan viga collar, etc.

Algunas viviendas hechas de quincha rustica las cañas se han deteriorado debido a la técnica constructiva empleada mal estado debido a la falta de mantenimiento.

Asimismo, la presencia quebradas Cuno Cuno y otra pequeña que han formado la superficie sobre la cual se emplaza el poblado, pueden considerarse como factores generadores de riesgo de flujos de lodo, inducidos por precipitaciones excepcionales, aunque en la actualidad presentan condiciones de relativa estabilidad geodinámica.

Su ubicación con respecto al río no revierte ningún riesgo puesto que el poblado guarda buena distancia y prudente desnivel con respecto a la zona de influencia del mismo.

2.4.2.4. Conclusiones y recomendaciones

- El nivel de riesgo en el anexo de La Huaca es de bajo a moderado. En general el riesgo está ligado mas a la vulnerabilidad de la población, sus viviendas e infraestructura.
- Los daños que ha sufrido en La Huaca a efectos del sismo se han debido mayormente a la mala calidad de sus construcciones.
- Las condiciones morfológicas del terreno donde se ubica el poblado son aparentes y muestran cierta estabilidad geodinámica. Por lo que la reconstrucción puede hacerse en el mismo lugar. Aunque es conveniente que se aproveche la oportunidad para apoyar el proceso de ordenamiento en la distribución de las viviendas y demás elementos urbanos.
- La calidad geotécnica del suelo es de regular debido al bajo grado de compactación que muestra. Por lo que es recomendable que las edificaciones se realicen sobre un cimiento corrido adecuado.
- La plataforma existente en la ladera del cerro ha cumplido una función de protección de las viviendas. Por ello es recomendable que esta plataforma sea conservada en buen estado y que las viviendas y demás infraestructuras mantengan una distancia prudencial desde dicha zona de amortiguación.
- En esta zona, dada la existencia de plantaciones de cañas, resulta favorable construir las viviendas con la tecnología de quincha mejorada puesto que estas se adaptan mejor a las condiciones de suelos poco compactos o deformables.

2.4.3. ANEXO PIUCA

2.4.3.1. Aspectos generales

El centro poblado de Piuca, pertenece al distrito de Río Grande, está ubicado en una terraza ribereña, margen izquierda del curso medio del río Ocoña, (ver Fig N°01 Mapa de Ubicación) a una altitud 350 msnm., aproximadamente, a lo largo de la trocha carrozable que conduce a los poblados de la Huaca e Iquipí

2.4.3.2. Características geotécnicas

El anexo de Piuca está emplazado en un terreno que corresponde a una angosta superficie ubicada entre los taludes rocosos escarpados que delimitan el valle y las terrazas ribereña bajas.

Los afloramientos rocosos corresponden mayormente a rocas volcánicas basálticas afectadas por una disyunción prismática y sistemas de fracturas que generan inestabilidad y facilitan el desprendimiento en los taludes rocosos.

A lo largo de dicha franja hay pequeñas superficies de menor pendiente que corresponden a conos de deyección y conos coluviales formados por los materiales depositados por los flujos de lodo y aquellos desprendidos desde los afloramientos rocosos fracturados.

La superficie sobre el cual se ubican las viviendas tiene una pendiente variada por lo general varía entre 15° a 25° de inclinación. Hacia los niveles superiores las pendientes se hacen mayores y facilitan los desprendimientos de rocas que no llegaron a impactar en las viviendas.

El suelo sobre el cual se fundan las viviendas corresponde a depósitos de gravas y aglomerados constituidos por bloques rocosos angulosos y otros redondeados en una matriz arenosa. Hacia la parte central y superior de los conos hay mayor presencia de limo y algo de arcilla que le da algo más de cohesión, mientras que en las zonas de terrazas el suelo es del tipo aluvial compuesto de gravas cubierto de una capa de limo y una delgada capa orgánica.

Las viviendas en su mayoría son de adobe de un solo nivel, hay casas de quincha rústica hecha con caña trenzada y cubiertas por torta de barro; tienen una cobertura muy rústica. También se observa viviendas con muros de totora y caña. Todas las viviendas carecen de los elementos mínimos de arriostre o amarre en las esquinas.

En general los daños registrados a consecuencia del sismo se deben más a la vulnerabilidad de la vivienda generada por los defectos constructivos.

2.4.3.3. Factores y condiciones de riesgo

El factor de riesgo más importante es la propia vulnerabilidad de las edificaciones asociadas a la pobre calidad de los materiales empleados, el inadecuado sistema constructivo, el deterioro de las construcciones por el tiempo de uso y la falta de mantenimiento. Por ejemplo los adobes son de mala calidad, están hecho de tierra

limo arenosa que no tiene mayor adherencia, no tienen paja, se disgrega fácilmente a la presión de los dedos. Esto se observa en la mayoría de viviendas, además que los dinteles son pequeños, no llevan viga collar, etc.

Algunas viviendas hechas de quincha rustica las cañas se han deteriorado debido a la técnica constructiva empleada mal estado debido a la falta de mantenimiento.

Su ubicación con respecto al río no revierte ningún riesgo puesto que el poblado guarda buena distancia y prudente desnivel con respecto a la zona de influencia del mismo.

Otro de los factores de riesgo están relacionados con los taludes rocosos de rocas basálticas, bastante fracturadas con disyunción prismática que facilitan el desprendimiento de rocas hacia la carretera y las viviendas ubicadas al pie de ellas.

Hay zonas de terreno con condiciones geomorfológicas más estables, que podrían ser aprovechadas para reubicar a las poblaciones de los lugares críticos. Uno de ellas es la parte superior de las terrazas próximos a la carretera

Aquí es importante considerar trabajar sobre terrazas planas en corte para lograr una base más estable para las viviendas

Hay un afloramiento de rocas sedimentarias a modo de tipo bentonitas de color beige que están en la base y que requiere ser analizada para conocer su respuesta sísmica. Pero en general el sector ultimo observado puede ser aprovechado.

2.4.3.4. Conclusiones y recomendaciones

- El nivel de riesgo en el anexo de Piuca es variado, depende en gran medida de la ubicación y grado de exposición de los elementos vulnerables, con relación a los peligros de geodinámicos, en este caso el desprendimiento y caída de rocas.
- En general el riesgo está ligado mas a la vulnerabilidad de la población, sus viviendas e infraestructura.
- El suelo sobre el cual se asienta el poblado es poco compacto y de baja calidad geotécnica, por lo que las construcciones deben realizarse en terrenos de corte y no sobre relleno. Asimismo debe habilitar una cimentación adecuada para compensar la baja calidad del suelo.
- La reconstrucción de las viviendas debe orientarse hacia los lugares de menor riesgo. Para el caso de Piuca se tienen las siguientes opciones:
 - 1 Dado que los terrenos de buena calidad son muy escasos, se recomienda construir in situ en aquellos casos que estén lo suficientemente distantes de las laderas y zona de desprendimiento de rocas.
 - 2 Para aquellas familias que poseen tierras de cultivo en la terraza alta junto a la carretera pueden habilitar una parte del terreno para edificar su vivienda. Pues en esta zona el suelo tiene mejor calidad geotécnica puesto que esta constituido mayormente por gravas y en la parte superior un horizonte de limo compacto. Lo único que se debe tener cuidado es de no humedecerlo mucho.

- 3 Las viviendas y demás construcciones deben estar ubicados a una distancia prudencial de los taludes rocosos y escarpas para evitar los efectos de caída de rocas y asentamientos de suelos
- En esta zona, dada la existencia de plantaciones de cañas, resulta favorable construir las viviendas con la tecnología de quincha mejorada puesto que estas se adaptan mejor a las condiciones de suelos poco compactos o deformables.

IV. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Informe geológico - geotécnico del Caserío de Yacmes (Tipan - Castilla Alta) Jose A Cuadros Paz, Enero, 27 del 2001.
2. Observaciones Geológicas preliminares sobre las consecuencias del terremoto del día 23 de junio de 2001 en las áreas de los anexos de Machahuay - Provincia de Castilla-Departamento de Arequipa. Angel Sabastizabal V. Eloy YauriC., Departamento de Geología, Orcopampa. JULio 2001.
3. Informe N° 280-2001-CTAR/ST-GRPPDI-SGDN "Evaluación Preliminar de las Condiciones de Seguridad para la Reubicación parcial de anexos afectados por Sismo(Distrito: Viraco, Provincia Castilla).
4. Evaluación geodinámico-geotecnica de las localidades de Samegua, Torata, Moquegua, La Punta Bombón y Locumba. J. Medina R., PREDES, Agosto 2001.
5. Acta de Asamblea de pobladores de Acopalpa
6. Acta de Asamblea de pobladores de Arhuin.