



**ESTUDIO GEOLOGICO – GEODINAMICO A DETALLE  
DEL DESLIZAMIENTO EN LA APV ALTIVA CANAS DEL  
DISTRITO DE SAN JERONIMO, PROVINCIA  
Y DEPARTAMENTO DEL CUSCO**



**MUNICIPALIDAD DE  
SAN JERONIMO**

## **CAPITULO I**

### **INTRODUCCION**

El estudio geológico - geodinámico de un determinado lugar permite conocer las características que presenta el suelo y los movimientos en masa (deslizamientos, caídas, flujos, etc.), que existen en él. Espacialmente luego de un análisis de los factores condicionantes contribuye con la identificación de peligros para que junto a un análisis de vulnerabilidad se puedan determinar zonas seguras y de riesgo necesarias para una adecuada planificación del territorio, además de fortalecer la capacidad de respuesta frente a desastres naturales.

En el Perú, la ubicación de la población y de los recursos en zonas de alto riesgo se viene incrementando debido al acelerado crecimiento de las urbanizaciones, fenómeno que también se manifiesta en la provincia del Cusco y sus distritos, que aumenta la exposición de las personas, viviendas y equipamiento urbano, a desastres naturales o provocados por el hombre. El tres de enero de 2013, en el distrito de San Jerónimo, ocurrió un deslizamiento en la Asociación de Vivienda Altiya Canas, el mismo que afectó significativamente a las viviendas de la zona ocasionando el colapso de cuatro de ellas, hecho que puso en alerta a sus pobladores y a las autoridades del distrito.

En este contexto, el presente estudio busca caracterizar las condiciones geológicas y geodinámicas del ámbito de influencia de dicho deslizamiento, específicamente, en la Asociación de Vivienda Altiya Canas y la ladrillera Sarita Colonia, así como determinar los parámetros, factores condicionantes y desencadenantes vinculados a los movimientos en masa presentes en dicho ámbito, además de analizar la vulnerabilidad y el riesgo. Todo esto con el fin de proporcionar una herramienta de planificación y ordenamiento del territorio para la población y para la Municipalidad distrital de San Jerónimo. Este estudio es el primero en la región que utiliza el “Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales”, publicado por el

“Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres” en el año 2013, así como el primero en el ámbito llegando a desarrollar un análisis a nivel de lote

### **1.1 ANTECEDENTES**

Respecto al análisis de los movimientos en masa, conocidos también como fenómenos de geodinámica externa, a nivel provincial existen varios autores e instituciones que describen la fenomenología de la cuenca del valle del Cusco, a saber: El Mapa de peligros elaborado por el ingeniero Ruperto Benavente (2004), el Centro Guamán Poma de Ayala (2010), el Centro de Estudios y Prevención de Desastres (PREDES, 2011), y la Municipalidad Provincial del Cusco (2011), todos ellos desarrollaron estudios a una escala mayor a 1/25,000, los mismos que fueron considerados de forma referencial en el presente estudio.

A nivel distrital se tiene el Estudio Geodinámico del distrito de San Jerónimo (2013), realizado por la Municipalidad distrital a través de la Empresa Corporación Allin Puriy, donde se realiza una caracterización pormenorizada de los peligros existentes a una escala 1/20,000, llegando inclusive a la elaboración de un Mapa de Peligros del distrito.

Finalmente, existen diversos documentos referidos a la ocurrencia de movimientos en masa en la Asociación de Vivienda Altiva Canas, emitidos desde octubre del 2012, entre ellos se tienen los siguientes:

- Informe de evaluación de riesgos preliminar N° 243-2012 del 06 de noviembre de 2012, elaborado por la Municipalidad Distrital de San Jerónimo a cargo del Jefe de la Oficina de Defensa Civil, Jorge Lima Florez.

- Informe preliminar del fenómeno geodinámico del sector Altiva Canas del distrito de San Jerónimo, elaborado en enero del 2013, por un equipo multidisciplinario encabezado por el INDECI y conformado por: Ing. Ruperto Benavente Velásquez, Ing. Jorge Pinares, Ing. Jennifer Harvey Recharte, Ing. Raúl Quispe, Ing. Carmela Cervantes, Ing. Elisabeth Quirita, Ing. Jorge Lima e Ing. Carlos Fernández Baca;
- Reporte preliminar de estimación del riesgo, elaborado el 05 de enero del 2013, por el Gobierno regional Cusco, a cargo del equipo conformado por: Arq. Julio Cesar Yauri Bustos e Ing. Geólogo Yhony Carmela Cervantes Tapia
- Informe preliminar del monitoreo del deslizamiento del sector Villa Rinconada – Asociación de Vivienda Altiva Canas - San Jerónimo, desarrollado por la Bach. Geol Alessandra Layme Enriquez en enero del 2013.

En estos documentos se hace una caracterización del evento con énfasis en la erosión antrópica, la acumulación de material de relleno, la sobresaturación del suelo entre otros aspectos.

## **1.2 OBJETIVOS DEL ESTUDIO**

### **1.2.1. OBJETIVO GENERAL.-**

Elaborar el estudio geológico - geodinámico a detalle del deslizamiento en la Asociación de Vivienda Altiva Canas del distrito de San Jerónimo, provincia y departamento del Cusco.

### **1.2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.-**

- Realizar el mapeo geológico considerando aspectos litológicos, geotécnicos, estructurales, sísmicos y geomorfológicos.
- Caracterizar los procesos geodinámicos presentes en el área de estudio, con especial análisis en su comportamiento ante las precipitaciones pluviales.
- Identificar áreas potenciales de ser afectadas por movimientos en masa, particularmente aquellos sectores en los que se encuentren viviendas, equipamiento o infraestructura urbana.

- Zonificar los peligros de origen geodinámico externo.
- Realizar el análisis del riesgo considerando la vulnerabilidad en tres dimensiones: social, económica y ambiental.

### **1.3 MARCO LEGAL**

- Ley del SINAGERD - Ley N°29664, aprobada por Decreto Supremo N° 111\_2012\_PCM.
- Ley General de Habilitaciones Urbanas - Ley N° 26878.
- Ley de Regularización de Habilitaciones Urbanas y Edificaciones - Ley N° 29090 y su reglamento D.S. N° 011-Vivienda-2005 del 13 de mayo del 2005.
- Ley de Reasentamiento Poblacional para las Zonas de Muy Alto Riesgo no Mitigable - Ley N° 29869.
- Decreto Supremo N° 115-2013-PCM.
- Decreto Supremo que aprueba el reglamento de la Ley N°29869.
- Resolución Ministerial N° 220-2013-PCM.- Aprueban Directiva “Lineamientos Técnicos del Proceso de Reducción del Riesgo de Desastres” y su anexo.
- Resolución Ministerial N° 046-2013-PCM.- Aprueban Directiva “Lineamientos que definen el Marco de Responsabilidades en Gestión del Riesgo de Desastres, de las entidades del estado en los tres niveles de gobierno” y su anexo.
- Resolución Ministerial N° 046\_2013\_PCM del 15 de febrero del año 2013.- Aprueba la Directiva “Lineamientos que definen el Marco de Responsabilidades en Gestión del Riesgo de Desastres.
- Resolución Ministerial N° 0292-2013-PCM.- Aprueban "Directiva N° 001-2013-PCM/SINAGERD para Asistencia Humanitaria Internacional ante Desastres de Gran Magnitud".
- Resolución Ministerial N° 334-2012-PCM.- “Lineamientos Técnicos del Proceso de Estimación del Riesgo de Desastres”, 26 de diciembre del año 2012.

- Reglamento de Acondicionamiento Territorial y Desarrollo Urbano DS: N° 004- 2011 vivienda Art. 34. Ubicación de las áreas urbanas, las de expansión urbana.
- Reglamento del Plan de Desarrollo Urbano de la Provincia de Cusco, 2006-2012.
- Reglamento Nacional de Construcciones - Norma E-050 Suelos y cimentaciones y del Ministerio Nacional de Vivienda y Construcción - Norma E-030, Diseño Sismo – Resistentes del año 2006.
- Reglamento Nacional de Edificaciones (D.S. N° 015-2004-Vivienda del 6 de setiembre del 2004 y R.M. N° 290-2005- Vivienda del 26 de noviembre del 2005, 23 de mayo del 2006).
- Norma A.120 Accesibilidad para Personas con Discapacidad y de las Personas Adultas Mayores.
- Norma Técnica O.S. 060 Drenaje Pluvial Urbano.
- Plan Nacional de Desarrollo Urbano 2006-2015 (pre-publicación).
- Plan de Desarrollo Urbano Provincial del Cusco al 2023.
- Plan De Desarrollo Concertado Distrito de San Jerónimo 2010 – 2021.
- Plan de Desarrollo Ambiental San Jerónimo, Sub Gerencia de Gestión del Territorio e Infraestructura, GPA, 2006.
- Procedimientos Administrativos de Suministro de Servicios Seda Cusco y Electro Sur Este, para el otorgamiento de Habilitaciones Urbanas.
- Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales del CENEPRED, 2013.

## **CAPITULO II**

### **FASES DEL DESARROLLO DEL ESTUDIO**

#### **2.1 RECOPIACION DE INFORMACION**

Se realizó la recopilación de información procedente de diferentes instituciones: Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET), Instituto Geofísico del Perú (IGP), Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED), Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), la Municipalidad Provincial del Cusco (MPC), la Municipalidad distrital de San Jerónimo (MDSJ), Dirección Desconcentrada del Ministerio de Cultura Cusco, Compañía de Bomberos de San Jerónimo, la Subestación de Electricidad de Quenqoro; y de los pobladores de la Asociación de Vivienda Altiva Canas a través de sus directivos.

Dicha información consistió en planos topográficos, imágenes satelitales, fotos aéreas, estudios, informes, antecedentes, videos, fotografías y/o similares, relacionados básicamente a geología, geodinámica, sísmica, población, componentes patrimoniales y otros.

#### **2.2 LEVANTAMIENTO DE INFORMACION EN CAMPO**

Se desarrollaron trabajos en el área de interés con la finalidad de obtener información precisa “in situ” referida a aspectos geológicos, geotécnicos, geomorfológicos, geodinámicos, hidrológicos, sociales, estructurales, socioeconómicos, etc; que permitieron desarrollar los estudios básicos correspondientes. Para tal efecto el equipo de consultores se dividió en varios frentes de trabajo, cada cual con responsabilidades diferentes y complementarias. A continuación se resumen las actividades realizadas:

Para la generación de mapas y un análisis estructural adecuado se realizó un levantamiento topográfico a detalle del área de intervención, el mismo que sirvió de base para el desarrollo de los demás componentes del estudio (Ver Figura 2.1 c, d, e y f).

A partir del mapa topográfico se realizó el análisis de los Movimientos en Masa (MM) existentes en la zona mediante un mapeo geológico-

geodinámico-estructural a detalle complementado con el levantamiento de columnas estratigráficas, identificación de manantes y análisis litológico de calicatas, detallando todas las características referidas a los MM.

Se determinaron las características estratigráficas, las propiedades del subsuelo y las condiciones geotécnicas, por medio de la apertura de 7 calicatas de forma rectangular a diferentes profundidades que variaron entre 2,10m a 3,10m según norma ASTM D-1452, para la descripción visual del perfil del suelo según Norma ASTM D-2487, en 5 de éstas fueron realizados los ensayos de PDL (Penetrómetro Dinámico Ligero) y ensayos de densidad natural, por medio del Cono de Arena, además fueron extraídas muestras inalteradas en cantidades necesarias para realizar los diferentes ensayos de laboratorio de mecánica de suelo. Adicionalmente, se realizaron 56 columnas estratigráficas dentro y fuera del área de estudio, las mismas que permitieron correlacionar todos los sectores de éste para la elaboración del mapa Geotécnico (Ver Figura 2.1 g y h).

Para el análisis estructural de las viviendas se aplicaron 136 (incluyendo la ladrillera) fichas de evaluación técnica para cada lote mediante entrevistas a los propietarios o responsables de los predios para el levantamiento de información relativa a las condiciones de estabilidad estructural. Para ello se obtuvo previamente la aceptación de la población así como las facilidades de ingreso a sus viviendas en talleres realizados con los pobladores en el local de la Asociación de Vivienda Altiva Canas, en fecha 5 de enero del 2014 (Ver figura 2.1 a y b) y en las instalaciones de la ladrillera Sarita Colonia, en fecha 18 de enero del 2014.

Para el análisis socioeconómico ligado directamente a la resiliencia se realizó el levantamiento de información en los talleres mencionados en el párrafo anterior y a través de la aplicación de entrevistas y encuestas a nivel de lote en las manzanas Ñ, O, P, Q, R, S, T, U y V de la Asociación de Vivienda Altiva Canas y la manzana "E" de la APV. Vallecito, por encontrarse contigua a la zona de deslizamiento.

Siendo así, el área de estudio considera 136 lotes de terreno. De los cuales 125 pertenecen a la asociación Altiva Canas y 11 a la Asociación Pro Vivienda Vallecito.





Figura N° 2.1.- a y b.- Taller desarrollado el 5 de enero del 2014 con los pobladores de la Asociación de Vivienda Altiva Canas. c, d, e y f.- Levantamiento topográfico en el área de estudio. g y h.- Estudio geotécnico - penetrometro y cono de arena.

Fuente: Equipo consultor Allin Puriy, 2014

## 2.3 ENSAYOS DE LABORATORIO

A continuación se describe los diferentes ensayos realizados en laboratorio de acuerdo a las normativas vigentes.

### 2.3.1.- Ensayos Estándar.

**2.3.1.1 Ensayo de Contenido de Humedad (ASTM D-2216).** Determinó el contenido de humedad de las muestras de suelo obtenidas en el área e estudio, estas muestras fueron secadas en estufa y la diferencia entre el peso inicial y el final fue expresada en porcentaje (Ver Figura 2.2).



Figura N° 2.2.- Secado de muestras de suelo del área de estudio para la determinación del contenido de humedad  
Fuente: Equipo consultor Allin Puriy, 2014

**2.3.1.2 Ensayo de Análisis Granulométrico (ASTM D-422).** El análisis granulométrico tuvo por objetivo adquirir criterios para una clasificación de tipo cualitativo y cuantitativo del tipo de suelo según sus características volumétricas por tamaño, mediante la utilización de zarandas de tamaños que obedecen a las normativas vigentes (Ver Figura 2.3).



Figura 2.3.- Ensayos de Granulometría  
Fuente: Equipo consultor Allin Puriy, 2014

**2.3.1.3 Ensayo de Límite Líquido (ASTM 4318).** Determinó el contenido de agua en las muestras de suelo procesadas, fijando la división entre el su estado casi líquido y plástico

**2.3.1.4 Ensayo de Límite Plástico (ASTM 4318).** El límite plástico depende del contenido de humedad de la muestra.



Figura N° 2.4.- Ensayo de Límites de Consistencia.  
Fuente: Equipo consultor Allin Puriy, 2014

## 2.3.2.- Ensayos Especiales.

**2.3.2.1 Ensayos de Compresión No Confinada.** Determinaron la cohesión del suelo mediante la obtención indirecta de la resistencia al corte de la muestra a través de la resistencia a la compresión no confinada de una probeta cilíndrica de suelo cohesivo (Ver Figura 2.5).



Figuras 2.5.- Ensayo de compresión no confinada y límites de consistencia  
Fuente: Equipo consultor Allin Puriy, 2014

## 2.4 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION

En gabinete, el equipo multidisciplinario de consultores, corroboró y sistematizó la información levantada en campo a fin de compatibilizar criterios y enfoques tanto de diagnóstico como de propuesta.

Para cumplir con este fin se cumplieron con las siguientes acciones:

- Adecuado y eficiente posicionamiento geo-referenciado de las estructuras geomorfológicas, estratigráficas, geodinámicas y geotécnicas.
- Procesamiento de información cartográfica en función a un levantamiento topográfico previo del área de estudio sobre el cual se ubicaron los lotes,

sobre ellos fueron graficados los niveles de vulnerabilidad en función a la metodología adoptada. Por otro lado, se creó una base de datos alfanumérica donde se integraron los parámetros, criterios, etc de peligros y vulnerabilidad a fin de lograr el mapa de riesgo.

- Adecuada interpretación de la geotecnia del área de estudio a partir de los resultados obtenidos mediante los ensayos de Laboratorio (granulometría, límites de consistencia, compresión no confinada, datos de PDL, etc), planificados de acuerdo a Normas Establecidas y los datos adquiridos en campo mediante la descripción visual del terreno.
- Elaboración de una base de datos de la información recabada en las encuestas para su posterior procesamiento.

### **CAPITULO III**

#### **SITUACION GENERAL**

El territorio que ocupa actualmente la Asociación de Vivienda Altiva Canas, en la época de la colonia perteneció a la Hacienda La Rinconada, que luego de la reforma agraria en el año 1975, fue adjudicada a la Comunidad Campesina Picol Orconpujio junto con las haciendas de Larapa, Buenavista y Huayrancalle.

En el año 1980 se subdivide en grupos de producción y el territorio que perteneció a la hacienda La Rinconada se subdivide en dos grupos: Grupo de agricultores sin tierras Pillao Matao y Grupo de agricultores sin tierras La Rinconada, este último considera dos sectores, el sector Inticancha Moqgo y Lucerinas.

En el año 1984 aproximadamente se instala la Sub Estación Quenqoro en parte del sector Inticancha Moqgo, para lo cual hicieron movimientos de tierras, las que fueron depositadas en el sector Lucerinas, según testimonio de Eloy Zamata, ex presidente de la Comunidad Campesina Picol Orconpujio.

Entre el año 1987 – 1988, los dos grupos de agricultores sin tierras se convierten en comunidades campesinas: Pillao Matao y La Rinconada, dedicándose a la actividad agrícola, cultivando en estos terrenos productos como la papa, cebada, maíz, trigo, haba y otros; siendo considerados de uso agrícola.

En el año 2000 la Comunidad Campesina La Rinconada lotiza el 100% de sus terrenos y los ofrece en aproximadamente 8 dólares el m<sup>2</sup> a las distintas asociaciones de vivienda que en la actualidad se encuentran en esta parte del territorio.

En este contexto un grupo de personas conformadas por el Sr. Bonifacio Choquehuanca Ccama, Julio Huilca Lopez y Luciano Catunta Machaca, adquieren el terreno de la Comunidad Campesina de La Rinconada en el sector denominado Inticancha Alta, para luego conformar la Asociación de Vivienda Altiva Canas convocando a los residentes de la provincia de Canas a integrarse, en una primera etapa, posteriormente deciden realizar una

segunda convocatoria, esta vez no solo a residentes de la provincia de Canas, sino a cualquier otra persona que desee conformar la asociación. Para ello el terreno adquirido había sido lotizado en diversos tamaños, ofreciendo lotes de 300, 200, 150 y 120 m<sup>2</sup> en las dos etapas.

Las familias, en un primer momento, pagaron derechos de inscripción y depositaron el costo del valor del terreno a un número de cuenta en la Caja Municipal Cusco. De tal forma que algunas familias tuvieron oportunidad de financiar la compra de los terrenos con créditos que brindaba dicha institución crediticia, y otros socios pagaron el costo del terreno en su totalidad. En ese entonces el valor de los terrenos oscilaba entre 10 y 12 dólares el m<sup>2</sup>.

Luego que se cubriera la venta total se procedió con la adjudicación de lotes mediante sorteo el 24 de noviembre del año 2002 proceso que fue certificado por la Sra. Martha Delgado Escobedo, notaria abogada (Acta de Verificación de Sorteo de Lotes de la Asociación de Vivienda Altiva Canas, 2002).

La asociación hasta entonces no contaba con el título de propiedad del terreno que había sido adquirido en situación de derechos y acciones. En estas condiciones la asociación tampoco contaba con habilitación urbana y los socios no podían acceder al título de propiedad como predio independiente. Aún en estas circunstancias se inicia el proceso de ocupación de estos terrenos ahora denominados Asociación de Vivienda Altiva Canas. Así mismo, se gestionan los servicios básicos de agua y desagüe, los mismos que fueron instalados el año 2009 aproximadamente, y en el año 2010 se logra la instalación del servicio de electricidad.

Como se puede ver los servicios básicos fueron dotados al margen de que la asociación contara con la habilitación urbana respectiva, legitimándolos, y en consecuencia consolidando la ocupación de este espacio, ya que cada uno de los socios procedió con la construcción de sus viviendas, la mayoría de ellas de adobe.

### 3.1 UBICACIÓN GEOGRAFICA Y ACCESIBILIDAD

El área de estudio está ubicada al Oeste del distrito de San Jerónimo, provincia y departamento del Cusco (Ver Figura N° 3.1).

Existen dos rutas principales de acceso vehicular hasta la zona de estudio: La primera, desde la Vía de Evitamiento Fernando Túpac Amaru hasta la Ladrillera Sarita Colonia a través de una carretera asfaltada que continua en una trocha carrozable con una distancia total de 0.419 Km; la segunda a una distancia de 1.75 km. de la Vía de Evitamiento, (ruta de acceso vehicular hasta el paradero final de la empresa de transporte urbano Túpac Amaru) por una vía inicialmente asfaltada, llamada Pedro Mendigure, hasta la sub estación eléctrica (ETESUR) y luego afirmada que bordea dicha infraestructura por la parte Este y Noreste en muy mal estado de conservación.

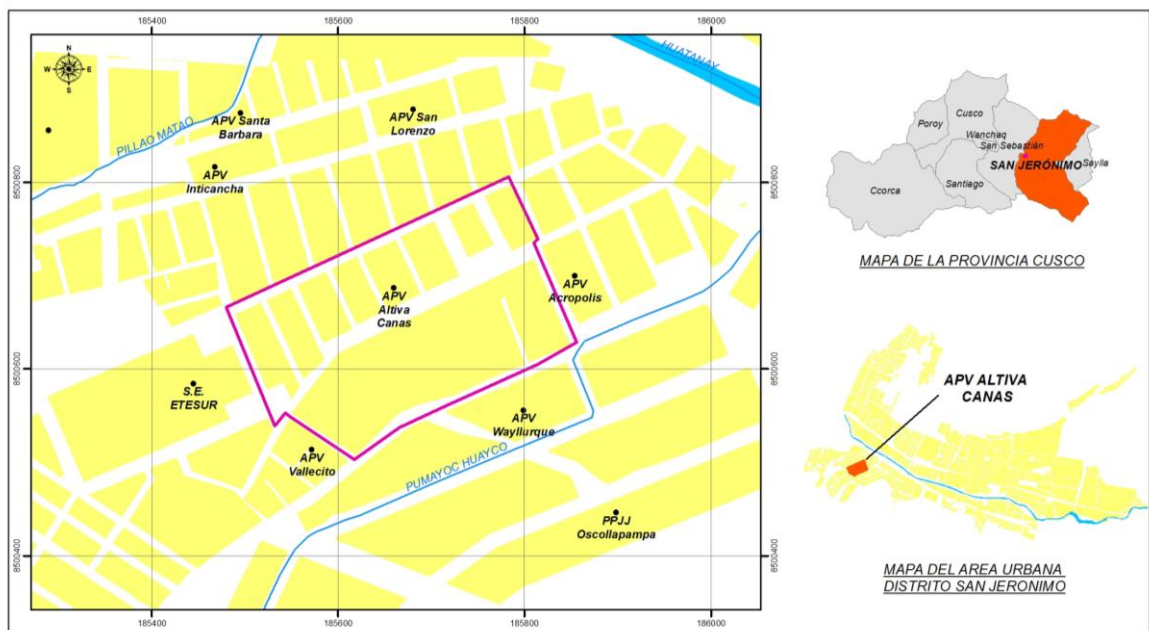


Figura N° 3.1 . Ubicación del Area de Estudio  
Fuente: Equipo consultor Allin Puriy, 2014

### 3.2 EXTENSION Y LÍMITES

El área de estudio comprende 6.31 ha y un perímetro de 1045.61 m.

Limita por el noroeste con la misma Asociación de Vivienda Altiva Canas, por el Este con la APV Nueva Acrópolis, por el Oeste con la Sub Estación Eléctrica ETESUR y por el Sur con la APV Vallecito y APV Wayllurque.



### **3.3 POBLACION**

#### **3.3.1 La población urbana del distrito de San Jerónimo en el contexto provincial**

La provincia Cusco, por ser la capital departamental, es eminentemente urbana con el 95,6% (351,780 habitantes) de la población, mientras que sólo el 4,4% representa a la población rural (INEI, 2007), por tanto, concentra a las principales instituciones del gobierno central, oficinas del gobierno regional, servicios educativos de carácter público y privado, servicios de salud, mercados de abastos, centros comerciales, empresas, etc. que permiten dinamizar la economía, no solo de la provincia, sino también la del departamento, constituyendo atractivos para la población rural de las demás provincias vecinas que no encuentran oportunidades en sus lugares de origen, generando el fenómeno de migración. Este fenómeno se presenta también el distrito de San Jerónimo, que está constituido principalmente por comunidades campesinas las cuales están siendo impactadas por el proceso de urbanización.

De acuerdo a los dos últimos censos (1993 – 2007), de los ocho distritos de la provincia del Cusco, San Jerónimo es uno de los distritos de mayor concentración de población urbana (En 1993 = 90,1% y en 2007 = 93,7%) junto con Cusco, Santiago, San Sebastián y Wanchaq. Sin embargo, en los censos de 1972 y 1981, se observa que la población urbana del distrito de San Jerónimo es menor (En 1972 = 73,9% y en 1981 = 71,0%), hecho que muestra que los procesos de urbanización en lo últimos 30 años han sido más acelerados (Ver Cuadro N° 3.1).

**Cuadro N° 3.1.- Evolución de la población urbana y rural de la provincia de Cusco por distritos 1972 - 2007**

Lugar	1972		1981		1993		2007	
	Urbana %	Rural %	Urbana %	Rural %	Urbana %	Rural %	Urbana %	Rural %
Dpto Cusco	36,7	63,3	41,8	58,2	45,9	54,1	55,0	45,0
Prov. Cusco	91,7	8,3	93,0	7,0	95,3	4,7	95,6	4,4
Cusco	96,1	3,9	96,4	3,6	97,4	2,6	97,8	2,2
Ccorca	18,4	81,6	16,3	83,7	14,9	85,1	26,8	73,2
Wanchaq	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0
Poroy	75,2	24,8	73,9	26,1	54,4	45,6	21,5	78,5
<b>San Jerónimo</b>	<b>73,9</b>	<b>26,1</b>	<b>71,0</b>	<b>29,0</b>	<b>90,1</b>	<b>9,9</b>	<b>93,7</b>	<b>6,3</b>
San Sebastián	59,9	40,1	75,9	24,1	91,3	8,7	96,7	3,3
Santiago	92,0	8,0	96,2	3,8	96,0	4,0	97,3	2,7
Saylla	84,1	15,9	55,6	44,4	76,0	24,0	42,8	57,2

Fuente: Adaptado de los Censos Nacionales, 1972, 1981, 1993, 2007. INEI.

Según el Plan de Desarrollo Concertado de San Jerónimo (Oct 2013), en el año 1940 el distrito tenía una población de 4485 habitantes, para el año 1993 contaba con 15 166 habitantes y finalmente según el último censo del año 2007, el distrito registraba una población total de 31 687 habitantes. De esta manera, en catorce años, la población en el distrito se había duplicado, siendo en este período censal la tasa de crecimiento poblacional de 5,40 por cada 100 habitantes, muy superior a la provincial (2,22%), a la departamental (0,93%) y a la nacional (1,57%) (Ver Cuadro N° 3.2).

Estas cifras que demuestran el crecimiento acelerado de la población del distrito de San Jerónimo, no se presentaron por altas tasas de fecundidad, sino por las altas tasas de migración conformada en su mayoría por pobladores de comunidades campesinas, quienes en los últimos años han procedido a urbanizarse.

**Cuadro N° 3.2.- Tasa de crecimiento intercensal de la provincia de Cusco por distritos**

N°	Lugar	Tasas de crecimiento intercensal (%)					
		1961/1940	1972/1961	1981/1972	1993/1981	2005/1993	2007/1993
	<b>Total Nacional</b>	<b>2.25</b>	<b>2.88</b>	<b>2.57</b>	<b>2.19</b>	<b>1.43</b>	<b>1.57</b>
	<b>Total Departamental</b>	<b>1.10</b>	<b>1.43</b>	<b>1.70</b>	<b>1.78</b>	<b>1.09</b>	<b>0.93</b>
	<b>Prov. Cusco</b>	<b>2.67</b>	<b>3.80</b>	<b>4.23</b>	<b>2.21</b>	<b>2.14</b>	<b>2.22</b>

1	Cusco	1.34	0.80	3.36	0.33	0.91	1.11
2	Ccorca		0.84	0.19	0.52	-0.46	-0.69
3	Poroy		1.35	-0.44	4.71	8.98	7.66
4	San Jerónimo	0.37	2.22	6.03	3.15	5.51	5.40
5	San Sebastián	0.33	3.19	9.89	6.90	8.49	6.21
6	Santiago		10.3 2	3.74	2.80	-0.82	0.97
7	Saylla		-0.09	5.23	0.00	8.82	8.34
8	Wanchaq		9.39	5.46	2.85	0.46	0.98

Fuente: Plan de Desarrollo Concertado del Distrito de San Jerónimo Oct 2013.

En este contexto en el año 2001 se constituye la Asociación de Vivienda Altiva Canas, siendo sus socios procedentes de distintas provincias del Cusco e incluso de otras regiones vecinas, ocupando los terrenos de la Comunidad Campesina de La Rinconada.

### 3.3.2 Población en el ámbito de estudio:

De acuerdo a las encuestas realizadas en 77 lotes del ámbito de estudio se registra un total de 452 habitantes, habiendo 5.8 personas por lote en promedio. Siendo así, en los 88 lotes ocupados se tendría una población aproximada de 510 habitantes.

De los 452 habitantes, 295 son propietarios e hijos de los propietarios, mientras 157 son inquilinos y cuidantes.

Los jefes de hogar varones y mujeres en su mayoría son procedentes de la provincia de Canas representando el 20,8%, en seguida están los de la provincia del Cusco con 12,5%, existen también pobladores procedentes de las provincias de Chumbivilcas, Canchis, Quispicanchis y Paucartambo, así como también de las provincias de la región Apurímac (Ver Figura N° 3.2).

Estos pobladores desconocían las características de los suelos que empezaban a ocupar, ya que la necesidad de contar con un terreno y vivienda propia era su mayor anhelo en ese momento. De esta manera se ocupa el territorio de manera informal, a la cual acompaña el desconocimiento de la población (migrante) de la normativa existente respecto de los procedimientos formales de ocupación del suelo.

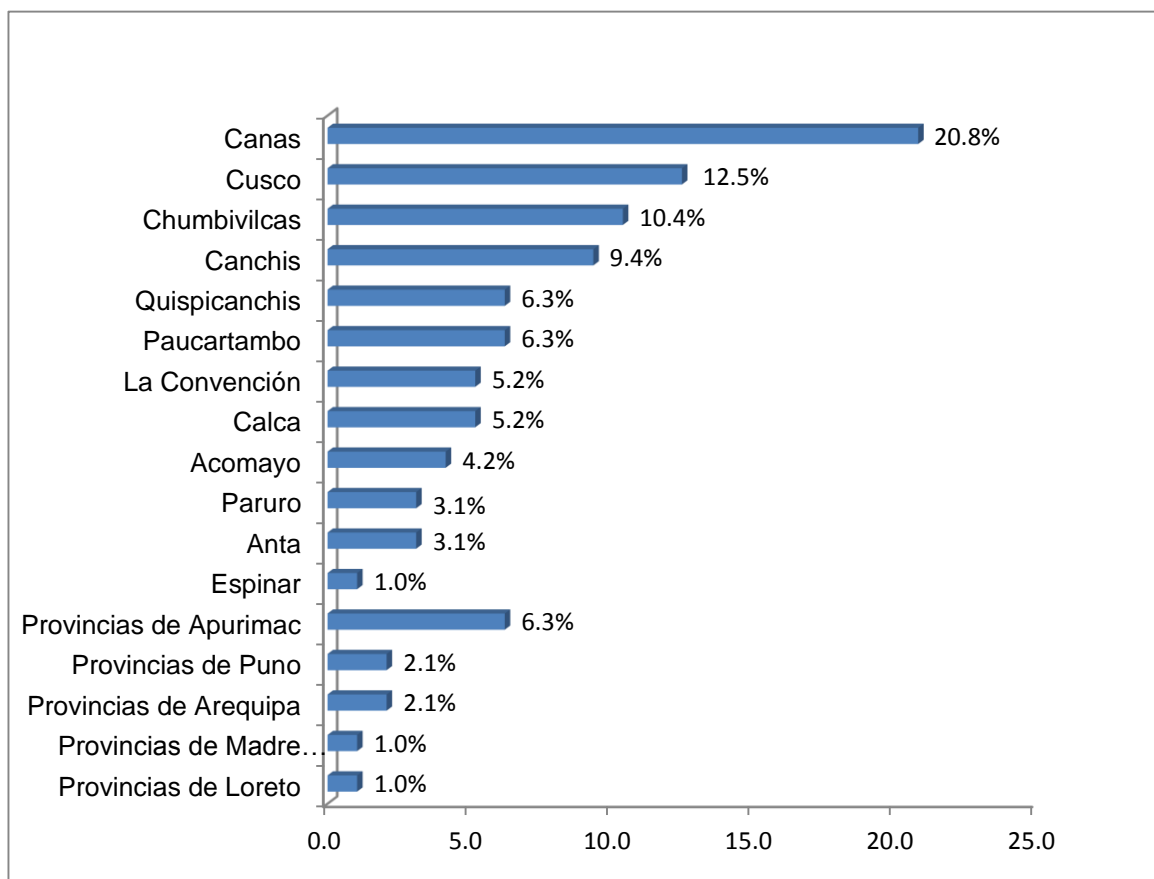


Figura N° 3.2.- Procedencia de los jefes de hogar en la Asociación de Vivienda Altiva Canas

Fuente: Equipo Consultor Allin Puriy, 2014.

### 3.4 ASPECTOS SOCIOECONOMICOS

Las actividades económicas de los jefes de hogar varones y mujeres en su mayoría no son estables.

El 47,7% de jefes de hogar mujeres se dedican a las labores propias de la casa; el 20,0% realizan actividades relacionadas al comercio minoritario en los distintos mercados de la ciudad del Cusco, algunas con la venta de comidas, víveres, jugos, huevo sancochado, gas y otros; el 6,2% han colocado en sus viviendas las denominadas tiendas de abarrotes, en donde expenden productos de primera necesidad a los vecinos de la asociación y el 3,1% brindan servicios profesionales. También hay mujeres que brindan servicios no profesionales, en las ladrilleras, restaurantes o en lugares donde hacen limpieza representando el 9.2%. En relación a los jefes de hogar

varones, el 31,0% se desempeña en el sector construcción, donde trabajan como maestros de obra, albañiles y obreros. También ofrecen servicios técnicos (24.1%), desempeñándose como operadores de maquinaria, mecánicos, soldadores y otros. El 12.1 % realiza actividades en el sector transporte, generalmente son taxistas y uno de ellos conforma parte de la Empresa de Transportes de Servicio de Transporte Urbano Túpac Amaru (Ver Cuadro N° 3.3).

**Cuadro N° 3.3.- Actividad económica de los jefes de hogar varones y mujeres de la Asociación de Vivienda Altiva Canas**

Actividad	Mujeres		Varones		Total	
	N°	%	N°	%	N°	%
Ama de casa	31	47.7	0	0.0	31	25.2
Construcción	0	0.0	18	31.0	18	14.6
Comerciante	13	20.0	4	6.9	17	13.8
Servicios técnicos	1	1.5	14	24.1	15	12.2
Servicios no profesionales	6	9.2	6	10.3	12	9.8
Transporte	1	1.5	7	12.1	8	6.5
Servicios profesionales	2	3.1	4	6.9	6	4.9
No especifica	5	7.7	1	1.7	6	4.9
Abarrotes	4	6.2	0	0.0	4	3.3
Manufactura	0	0.0	3	5.2	3	2.4
Servicio en hogar	2	3.1	0	0.0	2	1.6
Busca Trabajo	0	0.0	1	1.7	1	0.8
<b>Total</b>	<b>65</b>	<b>100.0</b>	<b>58</b>	<b>100.0</b>	<b>123</b>	<b>100.0</b>

Fuente: Equipo Consultor Allin Puriry, 2014.

Adicionalmente, cabe mencionar que además del uso de la vivienda como residencia, también tienen en algunas ocasiones uso comercial, donde se desarrollan pequeños comercios como internet, garaje, carpintería, restaurante, tiendas de abarrotes, etc.

Estas actividades se desarrollan en lotes de distintas manzanas de la asociación y se constituyen en medios de vida de la población asentada en esta zona, los cuales también se encontrarían en situación de riesgo ante la presencia y/o ocurrencia de peligros (Ver Cuadro N° 3.4).

Finalmente, la Fábrica de Ladrillos Sarita Colonia significo una fuente de trabajo para los pobladores del ámbito de estudio, llegando a contar hasta con 50 trabajadores produciendo hasta 200 millares de ladrillos al mes.

**Cuadro N°3.4.- Uso comercial de viviendas por manzana y lote de la Asociación de Vivienda Altiva Canas**

N°	Manzana	Lote N°	Uso de la vivienda
1	U	1	Internet y garaje
2	U	2	Juegos de Play station
3	S	1	Taller fábrica de pintura ,restaurante
4	S	2	Tienda de abarrotes
5	V	9	Venta de gas
6	V	21	Tienda de abarrotes
7	T	2	Tienda de abarrotes
8	T	5	Venta de agua para adobes y construcciones
9	R	1	Tienda de abarrotes / carpintería
10	R	15	Carpintería
11	P	1	Tienda de abarrotes
12	P	6	Tienda de abarrotes

Fuente: Equipo Consultor Allin Puriy, 2014.

(Según indica el Sr. Alberto, hermano de la propietaria de la Fábrica Sarita Colonia). En opinión de los vecinos de la Asociación Altiva Canas, esta fue la fábrica más “grande” de la zona siendo proveedores de los gobiernos locales, distritales, provinciales e incluso el gobierno regional de Cusco. Actualmente no se desarrolla ningún tipo de actividad en este sector.

### **3.5 DESCRIPCION DE LA ZONA A EVALUAR**

#### **3.5.1 Condiciones Climáticas**

El distrito de San Jerónimo posee 4 tipos de climas: el que ocupa la mayor parte del territorio es el Semiseco Semifrío con Invierno Seco, en el sector norte del distrito se encuentran el Lluvioso Semifrío con Invierno Seco y el Lluvioso Frío con Invierno Seco, y la parte sur del distrito posee el Semiseco Semifrío con Invierno Seco (Kausay Perú, 2013).

La temperatura varía de acuerdo a las estaciones del año, en épocas de verano y primavera, el cambio de temperatura varía según la presencia o ausencia de lluvias (temperatura elevada con cielo despejado al medio día);

en las estaciones de otoño e invierno el promedio de la temperatura baja (valor mínimo al amanecer).

Los valores medios de humedad relativa oscilan entre 62 y 78%.

- Humedad absoluta mínima (Junio) 8.9 milibares.
- Humedad absoluta máxima (Diciembre) 11.7 milibares.
- Humedad absoluta promedio anual 10.4 milibares.

### **3.5.2 Relieve**

Localmente el área de estudio está localizada dentro de la cuenca del Cusco en la margen derecha del río Huatanay

Presenta pendientes en la zona de laderas con más de 40° de inclinación, en la parte alta una terraza grande donde se asienta la Asociación de Vivienda Altiva Canas, es afectada por la erosión hídrica a partir de las precipitaciones pluviales así como por el hombre a partir de la extracción de material para la fabricación de ladrillos.

### **3.5.3 Hidrografía**

Las quebradas más cercanas a la zona de estudio son: Pumayoc Huayco, ubicada al Este, quebrada estacional o intermitente que se recarga en temporada de lluvias, actualmente canalizada; y la quebrada Pillao Matao, al Oeste, en ella circula un río del mismo nombre, se caracteriza por tener agua todo el año. Ambas quebradas vierten sus aguas en el río Huatanay que circula perpendicularmente con una dirección de NO-SE (Ver Figura N° 3.3).

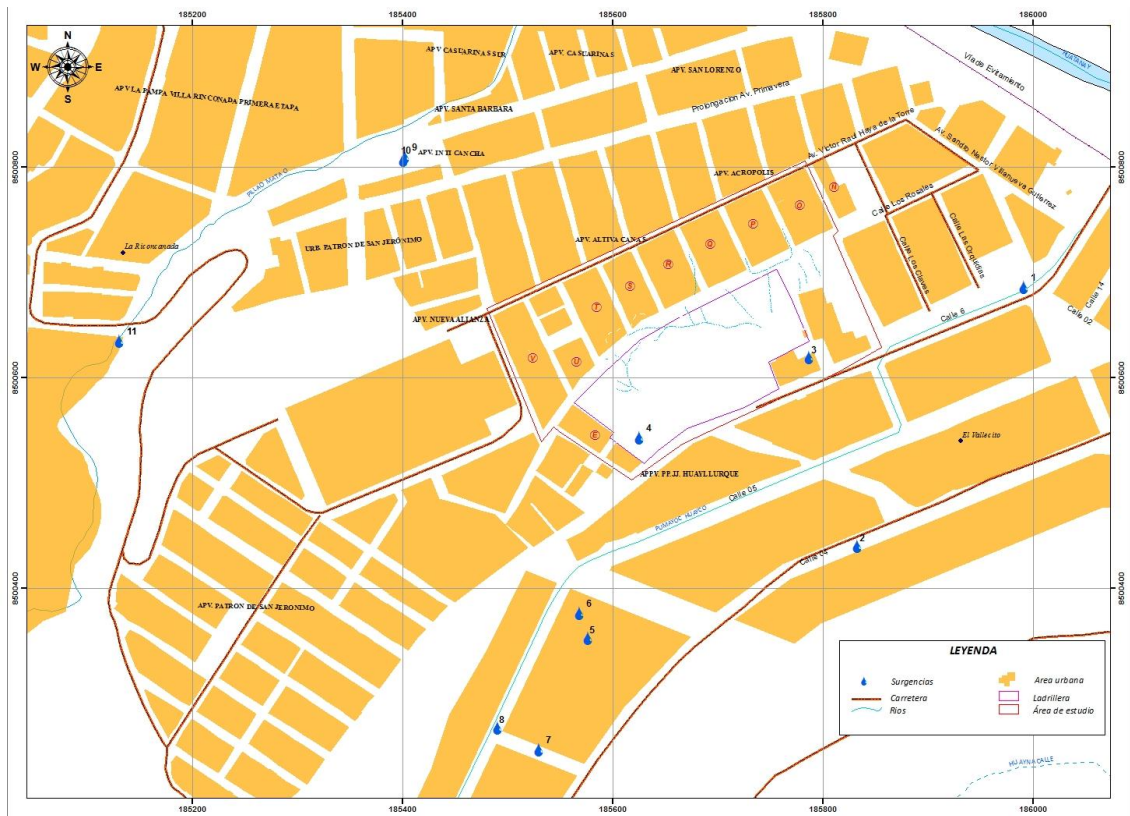


Figura N°3.3.- Hidrografía del area de estudio  
Fuente: Equipo consultor Allin Puriy, 2014.

Adicionalmente podemos ver la existencia de 11 surgencias de agua llamadas también manantes existentes en el área de estudio, que se detallan en el cuadro N° 3.5:

**Cuadro N°3.5.- Surgencias de agua (manantes) en el área de estudio**

Pto	Coordenadas		Tipo	Uso	Observaciones
	Este	Norte			
1	185992	8500690	Natural	Consumo humano	Captado
2	185833	8500440	Antrópico	Uso industrial	Sin captar
3	185787	8500619	Antrópico	Consumo humano	Sin captar
4	185625	8500540	Natural	Uso industrial	Sin captar
5	185576	8500350	Antrópico	Ninguno	Sin captar



6	185568	8500380	Natural	Ninguno	Sin captar, forma un bofedal
7	185529	8500250	Natural	Ninguno	Sin captar
8	185490	8500270	Antrópico	Ninguno	Sin captar
9	185402	8500810	Natural	Ninguno	Sin captar
10	185400	8500807	Natural	Ninguno	Sin captar
11	185130	8500635	Natural	Consumo humano	Captado

Fuente: Equipo consultor Allin Puriy, 2014.

Las precipitaciones son de origen orográfico y se caracterizan por ser relativamente fuertes. Se presentan al promediar el mes de noviembre y llegan a su fin el mes de abril. Entre los meses de abril y septiembre, se presenta una temporada con ausencia de precipitaciones.

### **3.5.4. Análisis urbano**

#### **3.5.4.1. Caracterización de la morfología urbana**

El área de estudio tiene una conformación de retícula ortogonal de manzanas cuadradas orientadas en el sentido transversal del eje de la terraza SE-NO con manzanas de forma rectangular mayormente, conformados en su interior entre 10 a 27 lotes dependiendo del tamaño, con áreas que van desde 92 m<sup>2</sup> a 400 m<sup>2</sup> en las que la distribución de los mismos son diferentes para cada manzana.

Conforman el área de estudio 09 manzanas (O,P,Q,R,S,T,U,V,) de la Asociación de Vivienda Altiva Canas y la manzana E que corresponde a la APV. Vallecito. En total, el área de estudio está compuesto por 137 lotes de los cuales 126 corresponden a la Asociación de Vivienda Altiva Canas y 11 lotes a la APV. Vallecito. Lo componen 11 calles de secciones variables desde 15 m. en el acceso Calle 22 hasta las vecinales de 6.00 m promedio y la colectora Calle 04 de 12 m

#### **3.5.4.2. Estructuración urbana y calificación de uso de suelo**

Según el Plan de Desarrollo Urbano de la Provincia 2013-2023 aprobado recientemente a finales del 2013, el área de estudio está comprendida dentro de una Zona de Reglamentación Especial (ZRE) por tanto no tiene una calificación de tipo residencial y menos la definición de número de

niveles. Esta bordeado por el Este con usos residenciales comercial e industrial (R3, R4, I1-R5); por el norte se tiene calificaciones de uso residencial y comercial (R3, C2). El uso comercial de nivel distrital está definido a los frentes de la Av. Túpac Amaru. Hacia el Oeste calificaciones residenciales RP3 (residencial paisajística de media densidad, zona de uso agrícola, zona de protección ambiental y PU-1 (en rosado área de expansión urbana inmediata).

Por otro lado en el Índice de Usos de suelo del Reglamento del Plan Urbano, de conformidad con el Reglamento Nacional de Construcciones se establece que el uso de ladrillera esta fuera del área urbana por lo que la actual planta Sarita Colonia, ubicada en el área de estudio, no podría tener licencia de funcionamiento, ya que el Plan considera esta zona como dentro del borde urbano (Ver Figura N° 3.4).

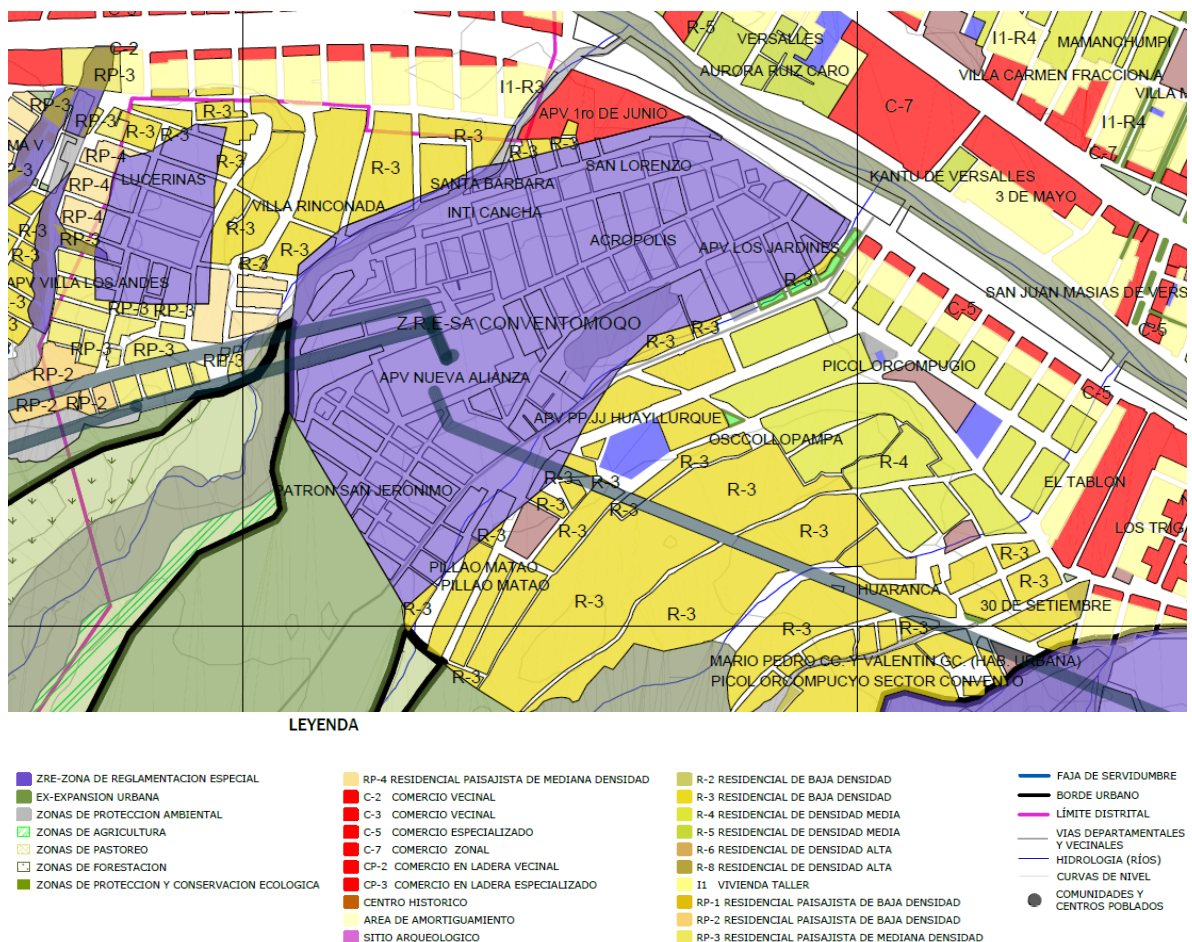


Figura N° 3.4 Plano de zonificación de uso de suelo vigente del área de estudio  
Fuente: Plan de Desarrollo Urbano Provincial 2013-2023.

El Acápito 36.3 del Reglamento del Plan de Desarrollo Urbano define las ÁREAS DE REGLAMENTACION ESPECIAL (AE-III).- Ubicadas en áreas urbanas y de protección, con fines de implementar planes específicos con reglamentación y parámetros especiales, comprende:

- Parque Industrial, ubicado en el distrito de Wanchaq. El Plan Específico respectivo preverá el establecimiento de un Centro Financiero Empresarial e Institucional complementado con Áreas Residenciales.

- Ex Relleno Sanitario San Antonio, ubicado en el distrito de San Sebastián. El Plan Específico respectivo preverá la recuperación y tratamiento de esta área a través de acciones de reasentamiento, rehabilitación y renovación urbanas.

- Sector de Ladrilleras, ubicado en el distrito de San Jerónimo. El Plan Específico respectivo preverá el tratamiento de esta área a través de acciones para la recuperación del medio ambiente, reasentamiento, rehabilitación y renovación urbanas.

- **Áreas de Reglamentación Especial en Zonas y Sitios Arqueológicos**, que específicamente comprende el área de estudio constituyen Planes Específicos, contando con una reglamentación propia y parámetros urbanísticos especiales, cuya reglamentación del uso de suelo, parámetros urbanísticos, intervención, restricciones, programas y proyectos serán formulados conjuntamente por la Dirección Desconcentrada de Cultura Cusco, la Municipalidad Provincial del Cusco y las Municipalidad Distritales según su competencia territorial.

El área de estudio se encuentra ubicada dentro del Sitio Arqueológico Conventomoco registrado en el Catastro del Ministerio de Cultura Cusco.

- **Áreas de Peligro Muy Alto ocupadas**, ubicadas en el Plano de Zonificación Urbana. Los Planes Específicos considerarán acciones de mitigación, reasentamiento y tratamiento ambiental.

Por otro lado según la normativa deberá evaluarse la aplicación de la Ley de Reasentamiento Poblacional para Zonas de Muy Alto Riesgo no Mitigable Ley N° 29869 que tiene como fines:

1. Proteger la vida y el bienestar público.
2. Garantizar los derechos e intereses de la población de las zonas declaradas de muy alto riesgo no mitigable.
3. Proteger la inversión en equipamiento y servicios dirigida a los centros poblados y población dispersa.
4. Proteger el patrimonio privado de la población.
5. Contribuir a la sostenibilidad de la inversión pública en infraestructura social y económica.
6. Contribuir a prevenir y disminuir los riesgos de desastre.

En consecuencia en función a la evaluación del riesgo en el área de estudio se recomendarán las acciones pertinentes.

#### **3.5.4.3. Espacios públicos y áreas verdes**

Los espacios públicos del área se caracterizan por tener en su mayoría vías afirmadas que se encuentran actualmente en mal estado de conservación, en la mayoría de casos se ha respetado el alineamiento planteado en la lotización y replanteo, sin embargo el área de vías es mínima respecto al diseño e implementación de la ocupación. El área de recreación pública se centraliza en una loza deportiva de 467.5 m<sup>2</sup> con un área libre adjunta de 325 m<sup>2</sup>, así también otras áreas de aporte aun no bien definidas para usos de educación, salud y equipamientos culturales. Sin embargo no existen áreas verdes comprendidas en la lotización realizada.

#### **3.5.4.4. Equipamiento urbano**

El plan de desarrollo urbano provincial, en el plano de propuesta de equipamiento del distrito de San Jerónimo no representa ningún equipamiento por cuanto no cuenta oficialmente con habilitación urbana justamente por ser una Zona de Reglamentación Especial de compromiso monumental, lo cual no permite regularizar su condición de asentamiento hasta que no haya una reglamentación por parte de las entidades competentes de la gestión territorial provincial distrital y del Ministerio de Cultura. A pesar de ello, el área de estudio cuenta con (Ver Figura 3.5):

- Un área recreativa.- MZ “U” Losa deportiva de futbol terminada en buen estado.
- Un área destinada para un salón comunal en la manzana “T - 11”
- Un centro cultural programado por la Asociación en el lote “S5”
- Tiendas y abarrotes en las manzanas “V”, “P”, “S” y “R” por su cercanía al paradero final de la empresa Túpac Amaru II S.A.
- Servicio de Internet. En la Manzana “U”.
- Un terminal de la empresa de servicio público Túpac Amaru II S.A. en la manzana T13 (provisionalmente)
- Otros usos como es la Sub Estación Eléctrica ETESUR la cual está ubicada en el extremo Oeste del Área de Estudio.

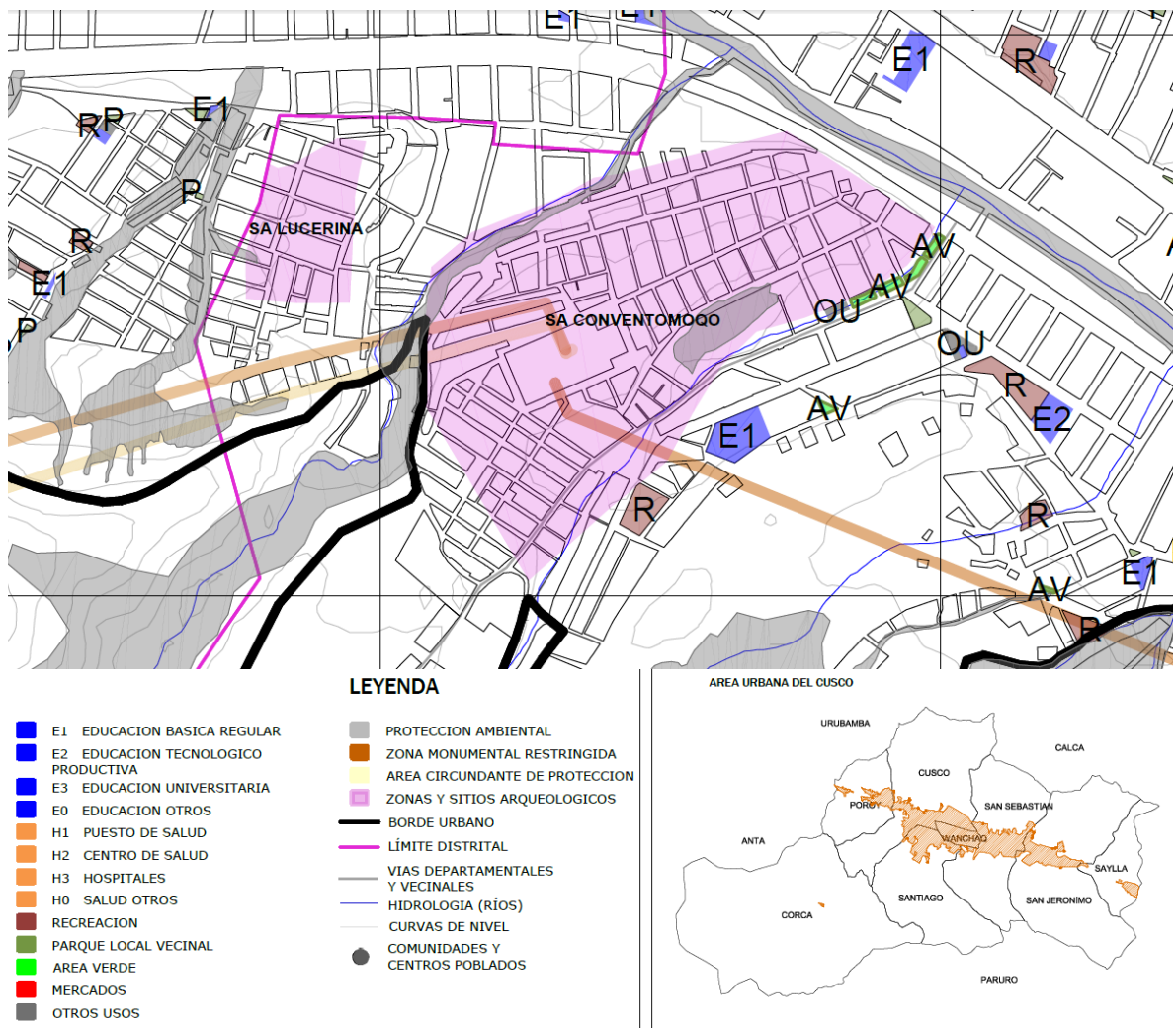


Figura N° 3.5.- Equipamiento urbano en el área de estudio  
Fuente: Plan de Desarrollo Urbano Provincial 2013-2023

#### **3.5.4.5. Mobiliario urbano.-**

El área de estudio presenta solamente postes de iluminación mas no existen papeleras, ni bancas, ni ningún elemento de naturaleza análoga. Al no existir veredas ni pistas no será posible contar con este tipo de elementos urbanos.

Cuenta con sistema de nomenclatura no oficial de lotes, e indicaciones de nombre de vías, que no guardan homogeneidad y son precarias. No cuenta con señalización de rutas de evacuación ni zonas seguras en caso de emergencias o desastres.

#### **3.5.4.6. Servicio de energía eléctrica**

La distribución de energía eléctrica es una actividad vinculada a las habilitaciones urbanas y rurales así como a las edificaciones. Se rige por lo normado en la Ley de Concesiones Eléctricas D.L. N° 25844 y su Reglamento aprobado por D.S. N° 09- 93-EM, el Código Nacional de Electricidad, las Normas de la Dirección General de Electricidad y el Reglamento Nacional de Edificaciones.

La generación de la energía eléctrica está a cargo de EGEMSA en la hidroeléctrica de Machupicchu de donde se distribuye la energía en alta tensión hacia las estaciones y sub estaciones eléctricas, a partir de las cuales se distribuye la energía en media y baja tensión, está última es la energía que se abastece a nivel domiciliario en 220 V, principalmente. En cuanto a las redes de transmisión de alta tensión en el distrito tenemos el eje Qenqoro-Tintaya representando un alto riesgo para la vida; el sistema ocupa la margen derecha del Huatanay, y si bien existen disposiciones gubernamentales que imponen la servidumbre de 15 metros a ambos lados del eje del electroducto, el problema subsiste con asentamientos ubicados en las proximidades y a escasos metros como son la APV. Villa Rinconada III Etapa, Urb. Patrón San Jerónimo, Asociación de Vivienda Altiva Canas y APV. Pillao Matao como se observa en la Figura 3.6 (Plan Urbano Ambiental. GPA, 2006).



Figura N° 3.6.-Invasión de áreas de servidumbre en líneas de alta y media tensión.  
Fuente: Equipo consultor Allin Puriy, 2014

## CAPITULO IV

### DETERMINACION DE LOS PELIGROS

#### 4.1 CLASIFICACION DE LOS PELIGROS.-

El presente estudio se basa en la propuesta realizada por el CENEPRED (2013) que presenta una clasificación general de los peligros, sean estos naturales o inducidos por el hombre (Figura N°4.1). Si bien es cierto que existen factores compartidos en la evolución de un determinado peligro, dicho estudio se concentra en los peligros generados por fenómenos de geodinámica externa y desarrolla para cada uno de ellos parámetros y descriptores en cada caso.

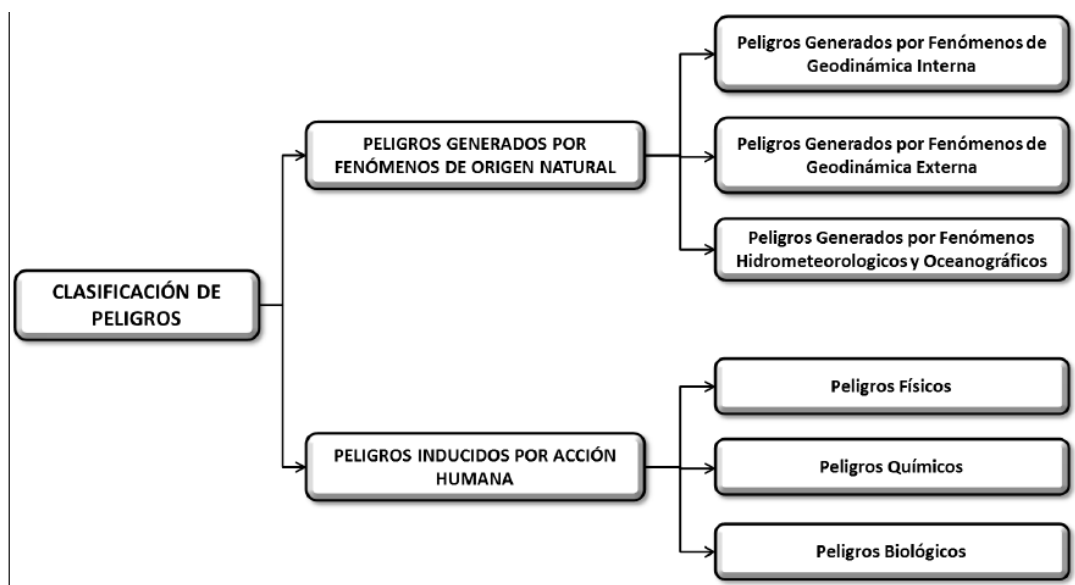


Figura N° 4.1.- Clasificación general de peligros  
Fuente: Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales  
CENEPRED, 2013

En esta nueva clasificación, dentro de los peligros generados por fenómenos de geodinámica externa, se distinguen siete tipos denominados también como “Movimientos en Masa” (MM), cada uno de estos con características particulares (Figura N° 4.2).



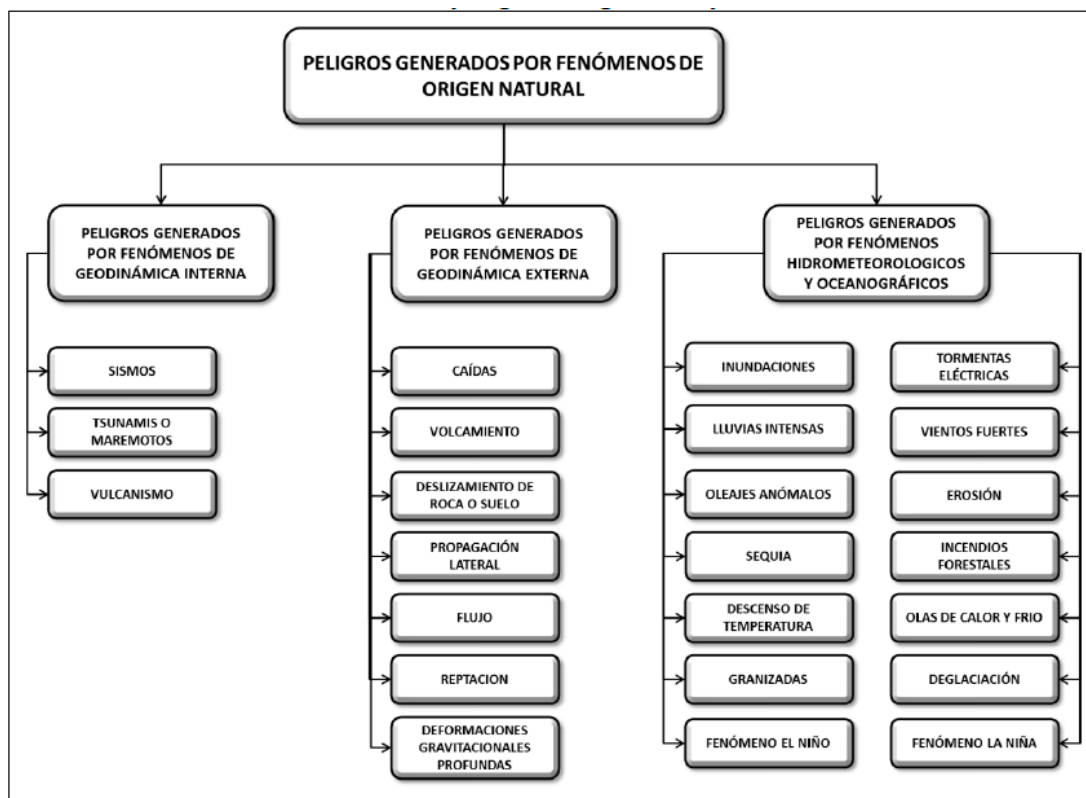


Figura N° 4.2.- Clasificación de peligros generados por fenómenos de origen natural  
Fuente: Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales CENEPRED, 2013

## 4.2 IDENTIFICACION Y CARACTERIZACION DE LOS PELIGROS

### 4.2.1 Parámetros Según la Clasificación de Peligros

Dentro de los parámetros utilizados tenemos los siguientes:

- Textura de suelo.
- Pendientes.
- Erosión.
- Velocidad de desplazamiento.

Todos ellos son descritos con más detalle en el presente estudio.

### 4.2.2 Peligros Generados por Fenómenos de Geodinámica Externa

#### 4.2.2.1 Evaluación de eventos pasado - Análisis histórico

##### a. Eventos registrados en el distrito de San Jerónimo

Este análisis se realizó en base a la información, comprendida entre el año 1972 y enero del 2013 (Ver Figura 4.3), procedente de diferentes instituciones como el Comité Distrital de Defensa Civil de San Jerónimo (CDDCSJ), la Compañía de Bomberos Voluntarios del Perú de San

Jerónimo (CBVP 119 -SJ) y de reportes del Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) a través del Sistema Nacional de Prevención y Atención de Desastres (SINPAD).

Es necesario mencionar que al momento del registro de emergencias y clasificación de los peligros, muchas de las fichas no fueron llenadas adecuadamente, debido a la falta de conocimientos en temas relacionados a la gestión de riesgos de desastres.

A continuación se presentan los aspectos más importantes obtenidos de dicho análisis en relación a los MM:

- **Derrumbes.-** Se registraron 08, asociados principalmente a las precipitaciones pluviales, la mayoría de ellos en Comunidades Campesinas
- **Deslizamientos.-** Se registraron 07, asociados a las lluvias intensas con presencia tanto en la zona urbana como en las Comunidades Campesinas, el más importante de ellos ubicado en el Cerro Pícol.
- **Infiltraciones.-** Se registraron 07 en total, asociadas fundamentalmente a las malas prácticas de construcción, todas ellas en el área urbana.
- **Inundaciones.-** Se registraron 38, fundamentalmente vinculadas a las lluvias intensas que desbordan el río Huatanay.
- **Incendios forestales.-** Se identificaron 20, vinculados a malas prácticas agrícolas, todos ellos en Comunidades Campesinas.
- **Precipitaciones pluviales.-** Son 19 eventos registrados, casi todos afectaron a las Comunidades Campesinas del Distrito.
- **Desbordes de río.-** Contamos con 12 eventos asociados fundamentalmente a las lluvias intensas, todos ellos registradas en el área urbana.

Los MM que se distinguen en los registros históricos son derrumbes y deslizamientos, asociados a éstos se tienen infiltraciones de agua, inundaciones, precipitaciones pluviales (diciembre a marzo) y desbordes de río; tanto las inundaciones como los desbordes de río se presentan principalmente en las partes bajas del distrito, es decir, en el río Huatanay en su condición de colector principal del valle del Cusco.

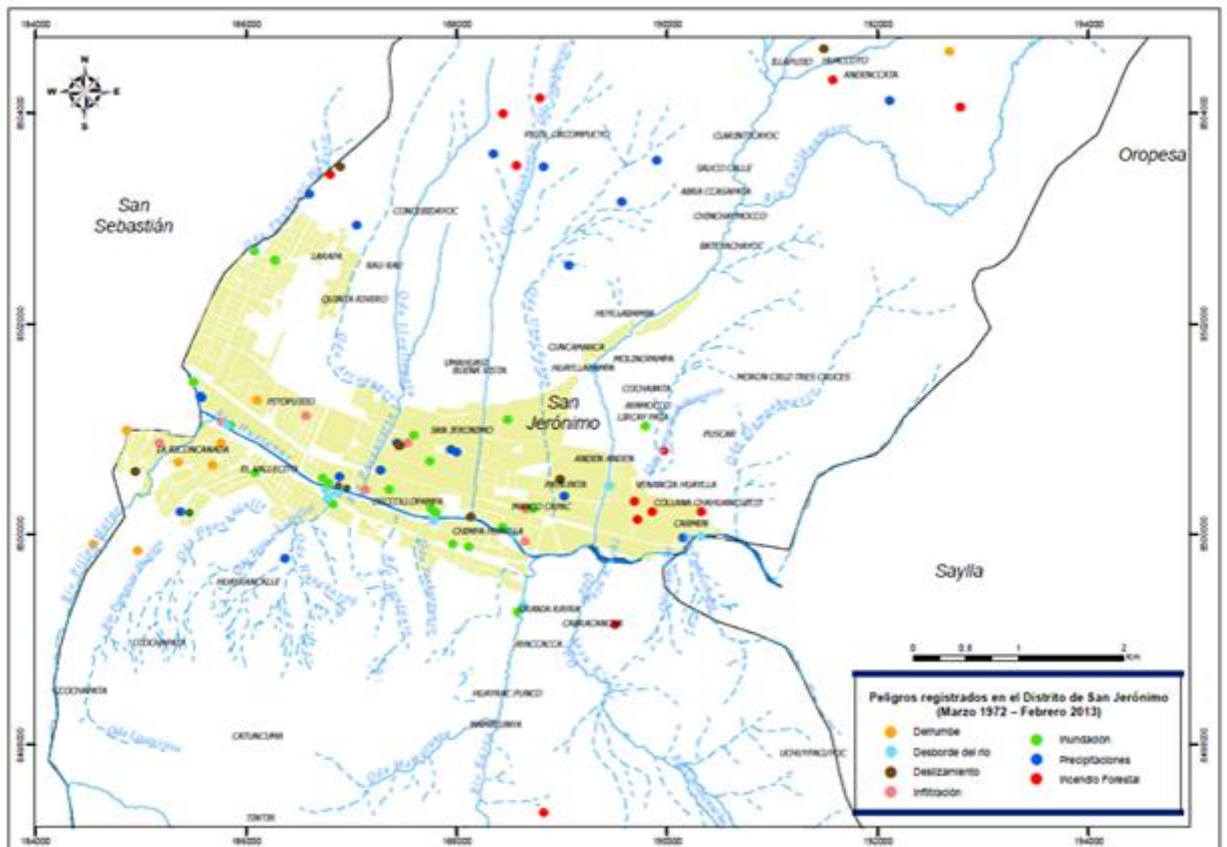


Figura N° 4.3.- Ubicación de peligros registrados en el distrito de San Jerónimo entre 1972 y 2013

Fuente: Estudio geodinámico del distrito de San Jerónimo Allin Puriy, 2013

La presencia de estos eventos tiene mayor concentración dentro del área urbana del distrito, donde destacan las inundaciones del río Huatanay, principalmente en las quebradas Tejas - ladrillos y Huachayoq, donde existe una gran concentración de hornos para la fabricación de tejas y ladrillos. Así mismo, se tienen registros por eventos de MM en la quebrada Thuniyoc Huayco, que están íntimamente relacionados al deslizamiento del Cerro Picol. A pesar de que el enfoque del estudio son los MM, cabe mencionar que la mayor cantidad de peligros registrados cerca al área de estudio son los accidentes de tránsito seguido por los derrumbes (Ver Figura N° 4.4 y Anexo 01).



Figura N° 4.4.- Ubicación de peligros registrados en el distrito de San Jerónimo entre 1972 y 2013 cercanos al área de estudio

Fuente: Estudio geodinámico del distrito de San Jerónimo Allin Puriy, 2013

### b. Análisis histórico de MM en la Asociación de Vivienda Altiva Canas

Paralelamente al proceso de ocupación y consolidación de la Asociación de Vivienda Altiva Canas, en la parte baja al Este de la asociación, iniciaba sus operaciones la fábrica de ladrillos Sarita Colonia en un terreno de 20 000 m<sup>2</sup> que había comprado en el año 1997 de la Comunidad Campesina La Rinconada. Área que había sido incrementada en 10 000 m<sup>2</sup> entre los años 2001 y 2003 según testimonio del Sr. Alberto, hermano de Marianela Arizabal Vargas, propietaria de dicha fábrica de ladrillos. La fábrica inicia sus operaciones en el año 2000 aproximadamente con 15 trabajadores y en el año 2005 cuentan con hasta 50 trabajadores llegando a producir hasta 200 millares de ladrillos al mes.

Tal fue la producción y demanda de materia prima para la elaboración de ladrillos, que extrajeron paulatinamente material del talud en la que se asienta la parte Este de la Asociación de Vivienda Altiva Canas, hasta que en el año 2010 los vecinos, al darse cuenta del peligro que podría representar para sus viviendas, notificaron a la propietaria de la fábrica

pidiéndole que dejara de extraer material; sin embargo este pedido no fue aceptado. (Francisco Escobar Choque, propietario de vivienda colapsada el 03 de enero del 2013).

A continuación resumimos información documentada producto de la investigación realizada para la realización del presente estudio:

**El 11 de abril del 2011**, en respuesta a las denuncias que hicieran los socios de la Asociación de Vivienda Altiva Canas en la Municipalidad Distrital de San Jerónimo sobre la operación de la ladrillera Sarita Colonia. El representante de la Oficina de Defensa Civil del distrito se hizo presente en la zona para realizar la Inspección Técnica Ocular a la ladrillera ubicada en la parte baja de la Asociación de Vivienda Altiva Canas, de la cual emite el Informe N° 032 – 2011 – UDC/MDSJ al Sr. Alcalde de la Municipalidad Distrital de San Jerónimo en donde concluye lo siguiente:

- La zona corre peligro de desplomar si el fenómeno de infiltración de aguas a lo largo de la zona continúa y si se siguen realizando tajos de tierra para la extracción de material.
- Hay filtración de aguas servidas en un punto de la vía, la que está afectando un sector de la zona de extracción.
- Existen viviendas alrededor de la fábrica, tanto en la parte alta como baja, las cuales están en riesgo.

Así mismo recomienda lo siguiente:

- Es necesario una evaluación técnica más profunda, la cual determine la real situación de la zona.
- No se tiene que hacer tajos de tierra, hasta que se realice dicha evaluación.
- Se tiene que intervenir el punto de filtración de aguas servidas, para impedir que siga afectando un sector de la zona de tajo.
- Realizar un sistema de evacuación de aguas pluviales, lo cual impida que esta fluya a la zona de extracción.
- Es necesario el tratamiento de la zona, para evitar posibles deslizamientos.

**El 23 de mayo del 2011**, El informe N° 032 – 2011 – UDC/MDSJ, fue remitido a la Fiscalía Provincial de Prevención del Delito del Cusco.

**El 26 de mayo del 2011**, Luego de la revisión del informe de la Municipalidad Distrital de San Jerónimo y el Informe de SEDA CUSCO en la cual manifiestan que la obra: Red de desagüe Asociación de Vivienda Altiva Canas, fue ejecutada íntegramente por su representada, la misma que fue recepcionada en fecha 17 de diciembre del 2009, por la comisión de recepción de SEDA CUSCO, mediante Acta N° 07 – 2009 – CRO-EPS-SEDACUSCO S.A. y que luego de concluida la obra, esta fue destruida por los vecinos de la APV. Pícol Orconpugio, en 50 metros de la red, en el tramo que se empalma al colector que discurre por la vía principal, además habrían efectuado el taponamiento de algunos buzones de la Red de Desagüe de la Asociación de Vivienda Altiva Canas. La fiscalía dispone lo siguiente.

- **Exhortar** a SEDA Cusco, a efecto de que en forma inmediata, intervenga el punto de filtración de aguas servidas, existente en la zona de la Asociación de Vivienda Altiva Canas, debiendo efectuar las conexiones respectivas, para impedir que siga afectando un sector de la zona de tajo.
- **Exhortar** a Marianela Arizabal Vargas, apoderada de la Ladrillera Mecanizada Sarita Colonia S.R.L. a efecto de que se abstenga de realizar tajos de tierra, en el inmueble de su propiedad, hasta que se realice la evaluación solicitada al ingeniero geólogo de Defensa Nacional, que determine la forma y tratamiento del problema suscitado en la zona; así como realice un sistema de evacuación de aguas pluviales para impedir que ésta fluya a la zona de extracción.

**El 11 de junio del 2012**, por su parte según indica los antecedentes del memorial, los pobladores de la Asociación de Vivienda Altiva Canas haciendo caso a las recomendaciones hechas por el Ing. Jorge Lima de la Oficina de Defensa Civil de la Municipalidad de San Jerónimo en su informe del 11 de abril del 2011, habían solicitado mediante oficio N° 024 – AVAC. ALTIVA CANAS – 2012 a la Oficina de Defensa Nacional del Gobierno Regional del Cusco la estimación del riesgo de las viviendas ubicadas en la Asociación Altiva Canas; sin embargo esta solicitud no había sido atendida.

**Setiembre, octubre y noviembre del 2012**, según indican los pobladores de la asociación desde el mes de setiembre, octubre y noviembre la fábrica

de ladrillos habría solicitado a los transportistas del Gobierno Regional de la Via Expresa para que transporte dicho material removido en la parte colindante entre la Asociación de Vivienda Altiva Canas y la Ladrillera Sarita Colonia, y de esta forma cubrir el área que fue erosionada al mismo tiempo que serviría para la fabricación de ladrillos.

Es así que por la Av. N° 3 de la Asociación de Vivienda Altiva Canas los volquetes cargados de material removido traído de las obras que ejecutaba el Gobierno Regional del Cusco daban su paso a la vez que descargaban grandes cantidades de tierra en volquetes de aproximadamente de 15 y 20 cubos, en un numero de 30 viajes al día (Ver Figura N°4.5).



Figura N° 4.5.- Volquetes descargando material de desmonte al Este (parte baja) de la Asociación de Vivienda Altiva Canas

Fuente: Francisco Escobar Choque, damnificado de la Asociación de Vivienda Altiva Canas

Esta situación debido al peso de los volquetes sumados, a la composición del terreno, falta de pistas y a las viviendas de material adobe produjeron agrietamientos en las viviendas de los pobladores, hecho que fue comunicado a la Municipalidad Distrital de San Jerónimo (Ver Figura N°4.6).



Figura N° 4.6.- Agrietamientos en las viviendas en la Asociación de Vivienda Altiva Canas, Mz. S - 9  
Fuente: Francisco Escobar Choque, damnificado de la Asociación de Vivienda Altiva Canas

**El 6 de noviembre del año 2012**, nuevamente en respuesta a las continuas denuncias que hicieran los socios de la Asociación Altiva Canas en la Municipalidad Distrital de San Jerónimo sobre la operación de la Ladrillera Sarita Colonia y el traslado de material de desmonte por volquetes de alto tonelaje para la ladrillera. El representante de la Oficina de Defensa Civil se hizo presente en la zona para realizar la inspección respectiva y en su informe N° 243-2012 DDC-GDUR-MDSJ/C, elevado al Gerente de Desarrollo Urbano y Rural, Arqto. Jorge Pozo Gonzales concluye lo siguiente:

- Hay un conjunto de viviendas pertenecientes a las Asociación Altiva Canas, las cuales son de adobe y presentan problemas estructurales.
- Existe un conjunto de fisuras que se extienden por el suelo por casi 60 metros de longitud, afectando en ese trayecto todo un conjunto de viviendas.
- Es posible que dichas fisuras se hayan originado por el deslizamiento o asentamiento de un bloque de tierras en el cual están ubicadas las viviendas, dicho deslizamiento posiblemente ocasionado por los



trabajos de cortes de tajo de tierra realizado por la fábrica mecanizada Sarita Colonia.

- Este deslizamiento o hundimiento de tierras ha generado que las viviendas de adobe de este sector presenten fisuras en sus pisos, paredes y techos ocasionando que queden completamente afectadas en su estructura.
- Por las condiciones actuales las viviendas son un peligro para sus habitantes y no se encuentran aptas para ser habitadas.

Recomendando además lo siguiente:

- Es necesario realizar un estudio más profundo del lugar y determinar exactamente que está ocasionando el deslizamiento o hundimiento de tierras en el sector afectado.
- Es importante que el Gobierno Regional Cusco, a través de la Oficina de Defensa Nacional evalúe y determine si es factible que la fábrica de ladrillos Sarita Colonia siga funcionando, ya que ésta se encuentra dentro de un centro poblado.
- Los habitantes de predios afectados no deben habitar en las viviendas afectadas, especialmente aquellas que se encuentran con daño estructural hasta su reparación o completa demolición.

**El 8 de noviembre del año 2012**, Nuevamente considerando las recomendaciones de la Oficina de Defensa Civil de la Municipalidad Distrital de San Jerónimo los socios habían ingresado por segunda vez la solicitud a la Oficina de Defensa Nacional la ejecución del estudio de estimación del riesgo y además la evaluación y determinación de la factibilidad de funcionamiento de la fábrica de ladrillos al encontrarse ésta dentro de un centro poblado. Solicitud que no fue atendida según los pobladores de la Asociación Altiva Canas.

**El 03 de enero del 2013**, los medios de comunicación daban a conocer que 4 viviendas habían colapsado y otras tantas habían sido afectadas como producto del movimiento en masa en la Asociación de Vivienda Altiva Canas (Ver Figuras N° 4.7 y 4.8).



Figura N° 4.7.- Vivienda colapsada el 03 de enero del 2013 a causa del deslizamiento en la Asociación de Vivienda Altiva Canas Mz. S - 9

Fuente: Francisco Escobar Choque, damnificado de la Asociación de Vivienda Altiva Canas



Figuras N° 4.8.- Deslizamiento en la Asociación de Vivienda Altiva Canas  
Fuente: Francisco Escobar Choque, damnificado de la Asociación de Vivienda Altiva Canas

**El 04 de enero del 2013**, los socios de la Asociación de Vivienda Altiva Canas envían a la Municipalidad Distrital de San Jerónimo un memorial solicitando lo siguiente:

- La Clausura Inmediata de la Ladrillera Sarita Colonia.
- Reubicación de las familias damnificadas.
- Construcción de muros de contención y sistema de evacuación de aguas pluviales.

Luego del desastre entonces, el alcalde de la Municipalidad Distrital de San Jerónimo y otras autoridades se constituyeron en el lugar de los hechos a partir del cual se suscitaron una serie de reportes e informes. Los cuales se dan a conocer a continuación:

**El 05 de enero del 2013**, El Arqto. Julio Cesar Yauri Bustos, Director de la Oficina de Defensa Nacional del Gobierno Regional Cusco; Ing. Geólogo Yhony Carmela Cervantes Tapia con registro CIP N° 33320 Plan Meriss, del Gobierno Regional Cusco; Ing. Jorge A. Pinares Concha, Coordinador de la Unidad de Operaciones del INDECI; Ing. Geólogo Ruperto Benavente de la Municipalidad Distrital de San Jerónimo, Ing. Raúl Quispe de Defensa Nacional del Gobierno Regional Cusco. En el reporte preliminar de estimación del riesgo determinan que el peligro de escarpas de deslizamiento reciente y asentamiento es de nivel peligro alto; respecto de los derrumbes por sobresaturación también determinan un nivel de peligro alto; y finalmente la falta de drenaje de las aguas de escorrentía superficial también es calificada como de nivel alto. Respecto a la vulnerabilidad consideran dos aspectos la vulnerabilidad física y ambiental. En la primera determinan que el nivel de vulnerabilidad es media mientras en la segunda se considera que la vulnerabilidad es baja. Concluyendo finalmente que **el peligro no es inminente**. Recomendando las siguientes acciones inmediatas:

A la Municipalidad Distrital de San Jerónimo:

- Lo ocurrido es un deslizamiento superficial de tierra que se ha producido por sobresaturación debido a las intensas precipitaciones pluviales que cayeron en la zona, a la acumulación de material de relleno y a la explotación de arcilla con cortes de talud casi verticales.
- Al encontrarnos en plena temporada de precipitaciones pluviales, el deslizamiento reciente está activo, por lo tanto se debe efectuar el monitoreo topográfico del fenómeno con instalación de puntos fijos y móviles que permitan efectuar lecturas diarias para determinar la velocidad del movimiento y el avance de la altura de los asentamientos progresivos.

- Ejecutar en coordinación con el gobierno regional, el estudio de Evaluación Geodinámica a detalle y determinación del riesgo del asentamiento humano Altiva Canas, que permita formular un proyecto de protección y estabilización de la ladera derecha de la colina La Rinconada.
- En coordinación con el Gobierno Regional del Cusco, reubicar a los pobladores de las viviendas que se encuentran dentro del área de influencia del deslizamiento reciente y derrumbes por sobresaturación, hacia zonas seguras.
- Activar un sistema de alerta temprana en la colina La Rinconada próxima a la planta de Electro Sur, con la finalidad de monitorear los peligros con los pobladores del sector, durante las 24 horas.
- Revisión inmediata del sistema de agua, desagüe y alcantarillado.
- Construcción inmediata de un buen sistema de drenaje de las aguas de escorrentía superficial en el lado derecho de la colina (zona de ubicación del deslizamiento reciente).

Al Gobierno Regional del Cusco:

- Elaborar en coordinación con la Municipalidad Distrital de San Jerónimo, el Estudio de Evaluación Geodinámica a detalle, con la determinación del riesgo del asentamiento Altiva Canas y de los asentamientos humanos adyacentes al asentamiento en mención documentos que deben tener conclusiones y recomendaciones estructurales y no estructurales.

Sin embargo otro informe con la misma fecha en donde firman las siguientes personas: Ing. Ruperto Benavente Velásquez (Municipalidad Distrital de San Jerónimo), Ing Jorge Pinares (INDECI), Ing. Jennifer Harvey Recharte (INDECI), Ing. Raúl Quispe (Defensa Nacional), Ing Carmela Cervantes (Defensa Nacional), Ing. Elisabeth Quirita (Municipalidad Distrital de San Jerónimo), Ing. Jorge Lima (Municipalidad Distrital de San Jerónimo), Ing. Carlos Fernández Baca (Asesor) UNSAAC. Concluye lo siguiente:

- El fenómeno geodinámico que se ha presentado en el sector Este de la Asociación de Vivienda Altiva Canas se puede calificar como asentamientos diferenciales y deslizamiento, producido por la

sobresaturación de los suelos y otros factores geodinámicos como desestabilización de taludes.

- Las viviendas colapsadas (05) se ha presentado en la corona del asentamiento de tierras. Se observa presencia de fisuras y grietas colindantes al corte principal. Poniendo en riesgo a las viviendas colindantes damnificadas (06).
- Por el inicio de la temporada de lluvias, el proceso de deslizamiento de tierras sigue activo, por lo que debe de tomarse en cuenta para la prevención de futuros desastres.
- La zona evaluada se encuentra en **RIESGO ALTO (GRAVE)**.

Y recomienda lo siguiente:

- Se debe evacuar a los moradores que están ubicados en la corona y aledañas al asentamiento activo, como medida de prevención en caso de suscitarse un segundo asentamiento.
- Las aguas de escorrentía deberán ser evacuadas a canales que drenen a otros lugares que no sea el sector del problema.
- Debe de restringirse el paso al sector afectado de personas, respetando las cintas de protección colocadas por Defensa Civil de la Municipalidad Distrital de San Jerónimo.
- Colocar testigos para monitorear, medir su avance y alerta y prevención frente a deslizamiento mayor.
- Deberá realizarse un Estudio Geodinámico completo, para conocer las causas y sus efectos formulando un proyecto, de obras de mitigación frente a estos desastres.
- Captar las aguas pluviales de las calles perpendiculares a la falla mediante cajas de captación y derivar mediante tuberías hacia el buzón más cercano.
- Conformar brigadas de monitoreo con los pobladores de la zona, lo que se deberá realizar las 24 horas.
- El Ing. Carlos Fernández Baca, recomendó que se colocará sacos terreros en la base del deslizamiento, como amortiguamiento a éste y evitar que continúe. Así mismo realizar el relleno de las fisuras en

forma manual lo más pronto posible para evitar una mayor saturación del suelo.

**El 17 de enero del 2013**, las familias damnificadas y afectadas se constituyen en la Comisaría del Distrito de San Jerónimo solicitando una constatación policial de los daños y afectaciones a sus viviendas como consecuencia del deslizamiento mediante Copia Certificada N° 137. Comisaria PNP de San Jerónimo como se observa en el cuadro N° 4.1, donde se resalta en “negrita” las viviendas colapsadas.

**Cuadro N° 4.1.- Damnificados y afectados por el deslizamiento ocurrido en la Asociación de Vivienda Altiva Canas**

<b>N°</b>	<b>Nombres y apellidos</b>	<b>N° Lote</b>	<b>Daños y afectaciones</b>
<b>1</b>	Maruja Flores Espinoza	T - 10	<b>Inmueble de 2 pisos totalmente destruido</b>
<b>2</b>	Delia Betancur Quispe	T - 9	<b>Inmueble de 2 pisos de adobe, palos y tejas completamente destruido</b>
<b>3</b>	Elizabeth Huaman Espinoza	U - 5	Inmueble de 2 pisos de adobe, palos y tejas, presenta pequeñas grietas en sus paredes interiores con probable colapsamiento.
<b>4</b>	Enrique Tacoma Colque	T - 7	<b>Inmueble de 2 pisos de adobe, palos y tejas completamente destruido</b>
<b>5</b>	Francisco Escobar Choque	S - 9	<b>Inmueble de 2 pisos de adobe, palos y tejas completamente destruido</b>
<b>6</b>	Natalio Salvador Castilla Ramos	T - 6	Inmueble de 2 pisos de adobe, palos y tejas, presenta agrietamientos en paredes con probable colapsamiento. Asimismo su muro de contención totalmente colapsado.
<b>7</b>	Luciano Paucar Yucra	T - 5	Inmueble de 1 piso de adobe, palos y tejas presenta pequeñas grietas en sus paredes interiores con probables colapsamiento.
<b>8</b>	Prudencia Valencia Coaquira	S - 10	Inmueble de adobe de medias aguas, palos y tejas presenta diversos agrietamientos en sus paredes con probable colapsamiento.
<b>9</b>	Fortunato Huaman Quispe	R - 11	Inmueble de adobe de 2 pisos, palos y tejas, parcialmente destruido. Vivienda inhabitable con probable colapsamiento.
<b>10</b>	Clorinda Flores Terán	R - 12	Inmueble de dos pisos de adobe, palos y tejas. Vivienda inhabitable por presentar diversos agrietamientos en sus estructuras con probable colapsamiento.
<b>11</b>	Sonia Ventura Bustinza	S - 7	Inmueble de dos pisos de adobe, palos y tejas. Con rajaduras y agrietamientos en la parte interna de su casa con probable colapsamiento.
<b>12</b>	Luciana Condori Quiñones	S - 6	Inmueble de una sola planta (medias aguas) de adobe, palos y tejas, con rajaduras en paredes interiores con posible colapsamiento.
<b>13</b>	Paulina Flores	S - 13	Inmueble de 2 pisos de adobe, palos y tejas,

**Cuadro N° 4.1.- Damnificados y afectados por el deslizamiento ocurrido en la Asociación de Vivienda Altiva Canas**

<b>N°</b>	<b>Nombres y apellidos</b>	<b>N° Lote</b>	<b>Daños y afectaciones</b>
	Teran		presenta diversas rajaduras.
<b>14</b>	Esteban Cruz Achahuy	R - 13	Inmueble de 2 pisos de adobe, palos y tejas, con agrietamientos en sus paredes interiores con posible colapsamiento.
<b>15</b>	Andres Licuona Tarco	S - 12	Inmueble de 2 pisos de adobe, palos y teja, con diversas rajaduras en su estructura con posible colapsamiento.
<b>16</b>	Leoncio Pacco Jureso	T - 4	Inmueble de adobe, palos y teja presenta en su estructura agrietamientos con probable colapsamiento.

Fuente: Adaptado de Copia Certificada N° 137. PNP Comisaria de San Jerónimo, 2013.

**c. Análisis de foto aérea e imágenes satelitales de área de estudio**

Se pudo obtener información valiosa para lograr la determinación de los MM en la zona de estudio así como su ocurrencia a través del tiempo, esta información fue obtenida del Instituto Geográfico Militar y del Google Earth en distintos años, a continuación los detallamos:

- Fotografía aérea del 26 de mayo de 1962
- Imagen satelital del 06 de agosto del 2002
- Imagen satelital del 28 de marzo del 2008
- Imagen satelital del 19 de mayo del 2011
- Imagen satelital del 11 de junio del 2012
- Imagen satelital del 01 de mayo del 2013

Lo que hace importante esta investigación es un registro grafico en el cual se evidencia principalmente la ocupación urbana de la población, así como su afectación en el entorno principalmente a raíz de la erosión para la fabricación de ladrillos, y la acumulación de material proveniente de otros lugares. (Ver Anexo 02).

#### 4.2.2.2 Movimientos en Masa

Actualmente existen varias formas de clasificar los MM, diferentes conceptos y metodologías aún no han sido unificados por sus autores. El presente estudio, orientado dentro de la etapa prospectiva en la gestión de riesgos de desastres, toma como base la publicación “Movimientos en masa de la región andina” desarrollada el año 2007 por el grupo de trabajo de estándares para movimientos en masa (GEMMA) para el proyecto multinacional andino “Geociencias para las comunidades andinas”, donde se uniformizan, sistematizan y caracterizan, de acuerdo a sus particularidades, distintos tipos de movimientos a partir de experiencias propias a cada región de los andes; esta metodología también es utilizada por el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET), institución gubernamental especializada en este tipo de estudios y aceptada por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENEPRED).

En este contexto, dentro del área de estudio se lograron identificar 3 tipos de MM que se subdividen en 4 subtipos. El número total de MM registrados es de 12, todos ellos recientes, equivalentes a un total 1.76 hectáreas (ha.), las caídas de suelo (0.15 ha) destacan con 4 unidades seguidas por los flujos de lodo (0.04 ha) con 3 unidades, flujos de tierra con 04 unidades (0.30 ha) y finalmente el deslizamiento rotacional de suelos (1.27 ha) con 1 unidad, (Ver Cuadro N° 4.2, Figura N° 4.9 y Mapa M-01).

**Cuadro N° 4.2.- Movimientos en Masa identificados en el área de estudio.**

<b>Tipo</b>	<b>Subtipo</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Cantidad (Und.)</b>	<b>Área (ha)</b>
Caída	Caída de suelo	cs	04	0.15
Deslizamiento de roca o suelo	Deslizamiento rotacional de suelos	drs	01	1.27
Flujo	Flujo lodo	fl	03	0.04
	Flujo de tierra	ft	04	0.30
<b>TOTALES</b>			<b>12</b>	<b>1.76</b>

Fuente: Equipo consultor Allin Puriy, 2014.



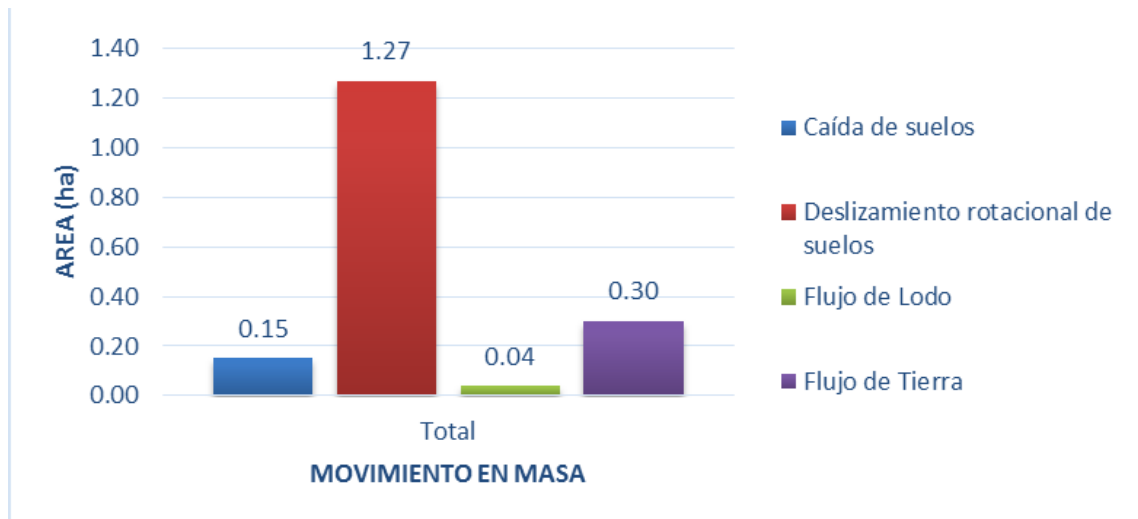


Figura Nº 4.9.- Movimientos en Masa en el área de estudio y su equivalencia en áreas (ha).

Fuente: Equipo consultor Allin Puriy, 2014.

A continuación se describen las principales características y la ocurrencia de los MM identificados en el área de estudio.

### Caída (Fall)

*La caída es un tipo de movimiento en masa en el cual uno o varios bloques de suelo o roca se desprenden de una ladera, sin que a lo largo de esta superficie ocurra desplazamiento cortante apreciable. Una vez desprendido, el material cae desplazándose principalmente por el aire pudiendo efectuar golpes, rebotes y rodamiento (Varnes, 1978). Dependiendo del material desprendido, se habla de una caída de roca, o una caída de suelo. El movimiento es muy rápido a extremadamente rápido (Cruden y Varnes, 1996), es decir con velocidades mayores a  $5 \times 10^1$  mm/s.*

*Una característica importante de las caídas es que el movimiento no es masivo ni del tipo flujo. Existe interacción mecánica entre fragmentos individuales y su trayectoria, pero no entre los fragmentos en movimiento. Las laderas de pendiente alta son usualmente la fuente de caídas de roca o de suelo.*

### **Caída de suelo.-**

Se identificaron en cuatro lugares, con una afectación directa de 0.15 ha que afecta directamente a la ladrillera Sarita Colonia (Ver Cuadro N° 4.3 y Figura N° 4.10).

**Cuadro N° 4.3.- Caída de suelo. Ubicación y área afectada en el área de estudio.**

<b>Tipo de movimiento de masa</b>	<b>Código</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Este</b>	<b>Norte</b>
Caída de suelo	CS-01	0.04	185704	8500666
Caída de suelo	CS-02	0.05	185734	8500684
Caída de suelo	CS-03	0.04	185764	8500674
Caída de suelo	CS-04	0.02	185673	8500658

Fuente: Equipo consultor Allin Puriy, 2014.

Se caracterizan por presentarse en suelos pertenecientes a la Formación San Sebastián compuestos por una secuencia de arcillas, arenas, limos y principalmente trípoli calcáreo o diatomita. En las calicatas C-03, así como en las columnas estratigráficas N° 8,17,19,22 y 28 (Ver Anexo 04), se puede apreciar este tipo de material de color amarillento, esta secuencia va disminuyendo de NE a SO, presentándose con más notoriedad en las partes bajas de las Mzs. Q y P de la Asociación de Vivienda Altiva Canas.

Geomorfológicamente están ubicadas entre las zonas de laderas y el deslizamiento rotacional, siendo erosionadas por las aguas de escorrentía que bajan por las calles de la Asociación formando surcos. Presenta pendientes que van de moderadamente empinadas a muy empinadas, es decir con más de 20° de inclinación. La erosión, se presenta principalmente por dos agentes: el hombre, debido principalmente al corte del talud realizado para la fabricación de ladrillos, y el agua que viene intensificando la erosión por debajo de las Mzs. Q, R y principalmente de la Mz P.



Figura N° 4.10.- Caidas de suelo en la ladrillera Sarita Colonia.  
Fuente: Equipo consultor Allin Puriy, 2014.

### **Flujo (Flow)**

*Es un tipo de movimiento en masa que durante su desplazamiento exhibe un comportamiento semejante al de un fluido; puede ser rápido o lento, saturado o seco. En muchos casos se originan a partir de otro tipo de movimiento, ya sea un deslizamiento o una caída (Varnes, 1978).*

Se identificaron un total de siete flujos con un área de 07 flujos de afectación directa, esta afectación se daría principalmente a la ladrillera Sarita Colonia así como a las viviendas ubicadas al sur de las Mzs O, P, Q y R de la Asociación de vivienda Altiva Canas además de las escalinatas y viviendas ubicadas entre la calle Los Claveles y la Cárcava 02 (Ver Mapa 09). Tres tienen características de flujos de lodo y cuatro de flujos de tierra (Ver Cuadro N° 4.4), cada uno con características particulares.

**Cuadro N° 4.4.- Flujos de lodo y de tierra. Ubicación y área afectada en la zona de estudio.**

<b>Tipo de movimiento en masa</b>	<b>Código</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Este</b>	<b>Norte</b>
Flujo de Lodo	FL-01	0.01	185684	8500666
Flujo de Lodo	FL-02	0.02	185749	8500679
Flujo de Lodo	FL-03	0.01	185713	8500678
Flujo de Tierra	FT-01	0.17	185783	8500704
Flujo de Tierra	FT-02	0.01	185744	8500699
Flujo de Tierra	FT-03	0.01	185645	8500659
Flujo de Tierra	FT-04	0.11	185722	8500669

Fuente: Equipo consultor Allin Puriy, 2014.

### **Flujo de lodo (Mud flow)**

*También es conocido como flujo o torrente de barro, este tipo de movimiento es muy rápido a extremadamente rápido, compuesto por detritos saturados plásticos, cuyo contenido de agua es significativamente mayor al del material fuente (Índice de Plasticidad mayor al 5%). El carácter de este tipo de movimiento es similar al del flujo de detritos, pero la fracción arcillosa modifica la reología del material.*

Se presentan en 3 lugares, con una afectación directa total de 0.04 ha. (Ver Cuadro N°4.4).

Se caracterizan por tener una dirección de NO a SE, atraviesan suelos pertenecientes a la Formación San Sebastián compuestos por arcillas, arenas, limos y principalmente tripoli calcáreo o diatomita, a su paso transportan material de tipo cuaternario “desmonte” de la Calle sin nombre con dirección SO-NE, se encuentran principalmente por debajo de las Mzs. R-10, Q-9 y P-9 de la Asociación de Vivienda Altiva Canas. Geomorfológicamente están ubicados entre las zonas de laderas y el deslizamiento rotacional. Presentan pendientes que van de moderadamente empinadas a muy empinadas, es decir con más de 20° de inclinación. La erosión hídrica se produce principalmente a través de la calle Jazmines y la calle 16, las mismas que en época de lluvias trasladan gran cantidad de

agua transportando el material existente en la parte alta, principalmente desmontes, conduciéndolo a la parte más baja, es decir la ladrillera Sarita Colonia (Ver Figura N° 4.11), donde actualmente se vienen formando pequeños conos deyeativos. Este tipo de MM, si bien está en una etapa de formación reciente, podría afectar gravemente tanto los terrenos de la ladrillera como a la Calle sin nombre y posteriormente a las viviendas de las Mzs. P, Q y R.

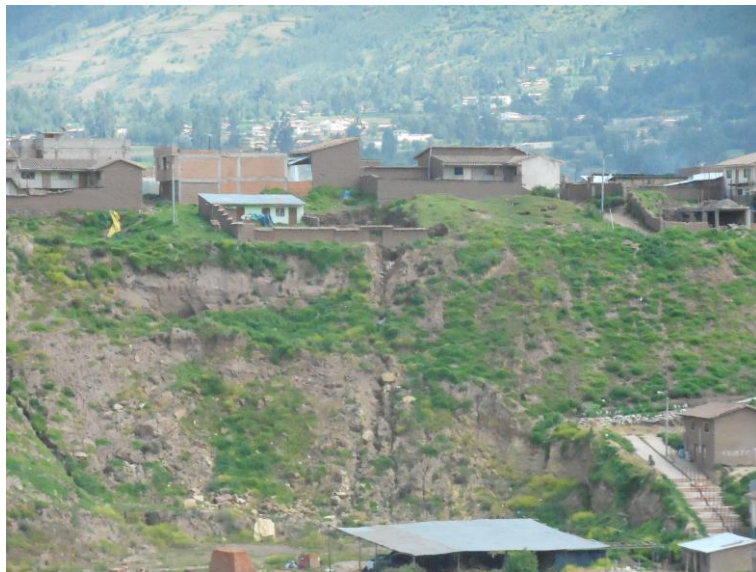


Figura N° 4.11.- Flujo de lodo que desemboca en la ladrillera Sarita Colonia.

Fuente: Equipo consultor Allin Puriy, 2014.

### **Flujo de tierra (*Earth flow*)**

*Es un movimiento intermitente, rápido o lento, de suelo arcilloso plástico (Hungry et al., 2001). Los flujos de tierra desarrollan velocidades moderadas, con frecuencia de centímetros por año, sin embargo, pueden alcanzar valores hasta de metros por minuto (Hutchinson, 1998).*

A diferencia de los flujos de lodo, estos presentan una menor velocidad y cantidad de agua en su transporte y la pendiente es un factor determinante para su ocurrencia. Se presentan en 4 sectores, con una afectación directa total de 0.30 ha. (Ver Cuadro N°4.4).

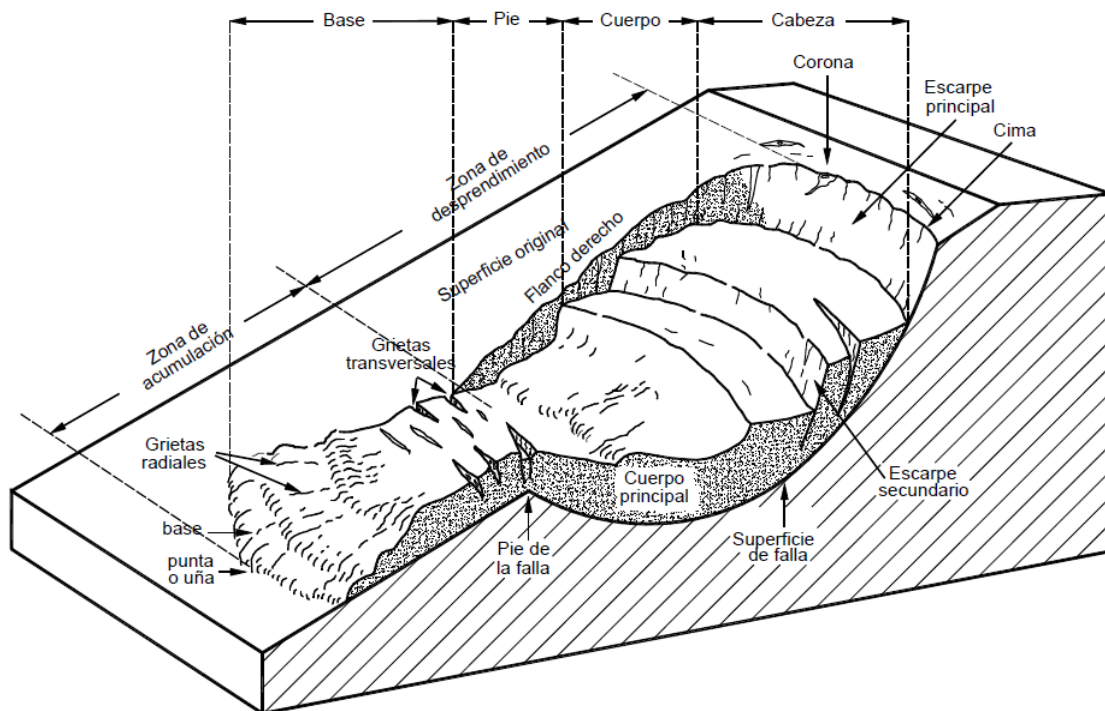
Se trata de un solo cuerpo alargado que comienza por debajo de la Mz S y se proyecta hasta la parte baja de la Mz O con una afectación directa a 0.30 ha.

Se caracteriza por presentarse en suelos pertenecientes a la Formación San Sebastián compuestos por arcillas, arenas, limos, trípoli calcáreo o diatomita y material de desmonte, este material suelto, fácilmente erosionable, fue depositado desde la calle Sin nombre con dirección NE-SO. Geomorfológicamente está ubicado entre las zonas de laderas, surcos y el deslizamiento rotacional siendo erosionado por las aguas de escorrentía que bajan por las calles de la Asociación. Presenta pendientes que van de moderadamente inclinada a muy empinada, es decir con más de 10° de inclinación. La erosión que más afecta es la antrópica debido al corte del talud realizado para la fabricación de ladrillos, además del material de desmonte que se coloca en las partes altas, el mismo que es transportado hacia la ladrillera. (Ver Anexo 04 columnas N°s 13 y 17)

### ***Deslizamiento rotacional (Rotational slide, Slump)***

*Es un tipo de deslizamiento en el cual la masa se mueve a lo largo de una superficie de falla curva y cóncava muestran una morfología distintiva caracterizada por un escarpe principal pronunciado y una contrapendiente de la superficie de la cabeza del deslizamiento hacia el escarpe principal. La deformación interna de la masa desplazada es usualmente muy poca, debido a que el mecanismo rotacional es auto-estabilizante.*

*Los deslizamientos rotacionales pueden ocurrir lenta a rápidamente, con velocidades menores a 1 m/s. Pueden producirse en rocas, detritos y suelos con grado de deformación interna en el material, que lo distingue de los flujos (Burma y Van Asch, 1996<sup>a</sup>). Después de iniciarse la rotura, la masa deslizada comienza a rotar y puede desintegrarse en varios bloques a partir de las grietas transversales desarrolladas (Bromhead, 1979) (Ver figura 4.12).*



Figuras N° 4.12 .- Nomenclatura de las partes de un deslizamiento  
Fuente: Jaime Suarez libro: Deslizamientos 2009

Litológicamente se caracteriza por tener suelos pertenecientes a la Formación San Sebastián compuestos por arcillas, arenas, limos, trípoli calcáreo, (Ver calicatas C-02, C-03, C-04, C-05, Anexo 05 Columnas estratigráficas N°s 21, 22, 23, 24, 25, 27 y 30), además de material de desmonte en la parte superior, tanto en la cabeza como en el cuerpo del deslizamiento. Geomorfológicamente está ubicado entre las zonas de terraza, la zona de deslizamiento y el piso de valle. Presenta pendientes que van de plana a ligeramente inclinada hasta muy empinada, es decir con más de 40° de inclinación.

La erosión se presenta de la siguiente forma:

Antrópica.- En un primer momento la Ladrillera Sarita Colonia, al extraer material de las laderas dentro de su propiedad, socavó el talud extrayendo material para la fabricación de ladrillos (arcilla, limo y arena), para lo cual construyó una trocha carrozable afín de facilitar su trabajo. En un segundo momento, mando traer “desmonte” a la parte alta de su propiedad, los vehículos que trajeron dicho material, por su alto tonelaje junto al material transportado, produjeron una fuerte sobrecarga en el terreno inconsolidado (arenas, limos y arcillas). Adicionalmente, la zona en estudio tiene una

deficiente conducción de las aguas pluviales y de desagüe, las mismas que infiltran al suelo incrementando la carga del mismo. Natural.- Se da principalmente por la presencia de lluvias entre los meses de noviembre a marzo, en los cuales se transporta el material fino hasta las partes más bajas de la ladrillera Sarita Colonia, asimismo el agua sobrecarga el material existente (arenas, limos arcillas) al mismo tiempo que se infiltra a través de las grietas en el terreno, este hecho se intensifica por la carencia de redes de evacuación de aguas pluviales, la falta de asfaltado de las calles y la existencia de áreas verdes en el interior de las viviendas. Por otro lado, al analizar las fisuras existentes y las fallas inferidas podemos distinguir un alineamiento con orientación NNO- SSE (Ver figuras 4.15 – 4.19 y Mapa M-09), exactamente entre la falla inferida “B” en la Urb. Patrón de San Jerónimo y el área de estudio en la Asociación de Vivienda Altiva Canas, por tanto la forma y dirección de las cárcavas no es casualidad, esto se debe a que el agua aprovecha los planos de debilitamiento del terreno para acelerar su proceso erosivo.

Prácticamente la totalidad del deslizamiento se encuentra ubicado dentro de la Ladrillera Sarita Colonia, excepto la cabeza de este que incluiría a las viviendas afectadas y colapsadas el 3 de enero del 2013 (Ver Mapa M-01 y Figura 4.20).

En el área de estudio se presenta por debajo de las Mzs. S, T y V en las coordenadas 185645 8500615, afectando en forma directa a 1.27 ha. A continuación se describe las características del deslizamiento rotacional de acuerdo a las partes que lo conforman.

#### **Zona de desprendimiento.-**

**Cabeza.-** El escarpe principal, es decir el asentamiento existente, está por debajo de los lotes S-4, S-5, S-6, S-7, S-8, S-11, S-12, S-13, T-5, T-6, T-10 y U-6 y varía entre 1 metro a 1.3 metros estas Mz serían las de afectación directa por su exposición al peligro, tomemos en cuenta también la existencia de la cárcava 01 sobre la cual se rellenó material de escombros y posteriormente se asentó la población (Ver Mapa 01, 09 y Figura N° 4.13).



El material deslizado está constituido por material de relleno, el mismo que cubría una cárcava que existía anteriormente. Prueba inobjetable de ello lo constituye la calicata 02, donde se aprecia una diferencia de material entre arcillas, arenas y limos y material de desmonte, inclusive se aprecia la existencia de plásticos y raíces en el lugar. Al momento de producirse el movimiento de suelos, la superficie de falla forma un ángulo de 70°, el mismo que va disminuyendo conforme se desplaza hacia el interior.

**El cuerpo.-** El escarpe secundario atraviesa los lotes S-8, S-9, T-7 y T-9; esta zona se caracteriza por tener abundante material de desmonte y no presentar construcciones.

**El pie de la falla.-** Está ubicado al norte del Horno tipo Huayrona y de la zona de administración de la ladrillera Sarita Colonia, donde estaba anteriormente la zona de molienda, el deslizamiento del 2013 afectó sus estructuras considerablemente.

#### **Zona de acumulación.-**

**Base.-** A la fecha no se notan grietas transversales ni radiales, pero si la acumulación de gran cantidad de material que pone en peligro la infraestructura del depósito de aserrín, el Horno tipo Huayrona y el Horno tipo Hoffman.

En la figura N° 4.14 se muestra un perfil del deslizamiento rotacional en el área de estudio donde la estratificación hacia las viviendas es horizontal y compuesta por arenas, limos y arcillas, se puede distinguir también el plano de deslizamiento que coincidiría con la base de la cárcava sobre la cual se habría movido el material de relleno (trasladado de otras zonas por el Gobierno Regional en coordinación con los propietarios de la Ladrillera Sarita Colonia) de esta forma la superficie original fue deformada por completo dando lugar a las terrazas que se observan actualmente (Ver Mapa M-06).

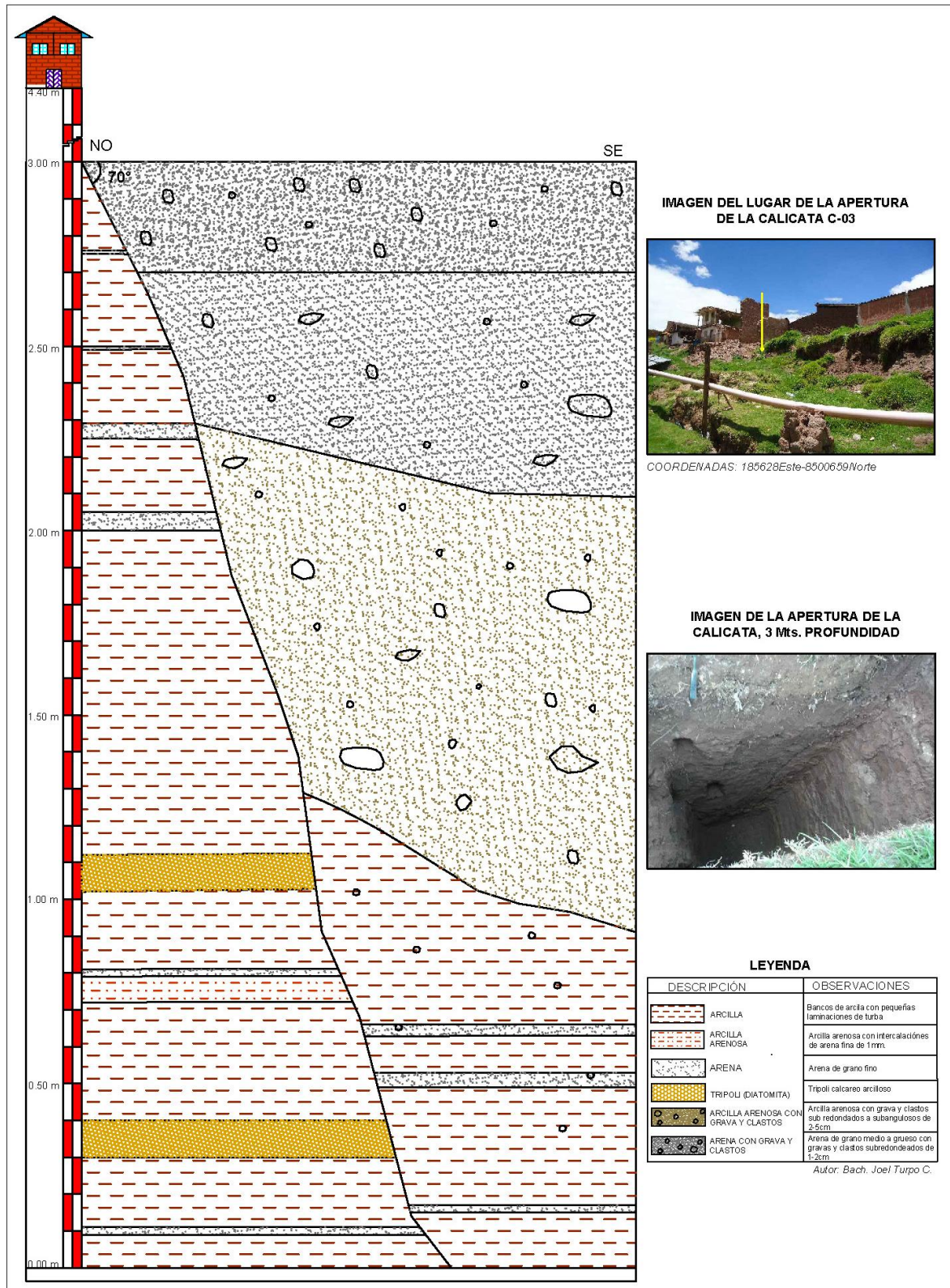


Figura N° 4.13.- Sección litológica de la cabeza del deslizamiento.  
Fuente: Equipo consultor Allin Puriy, 2014.

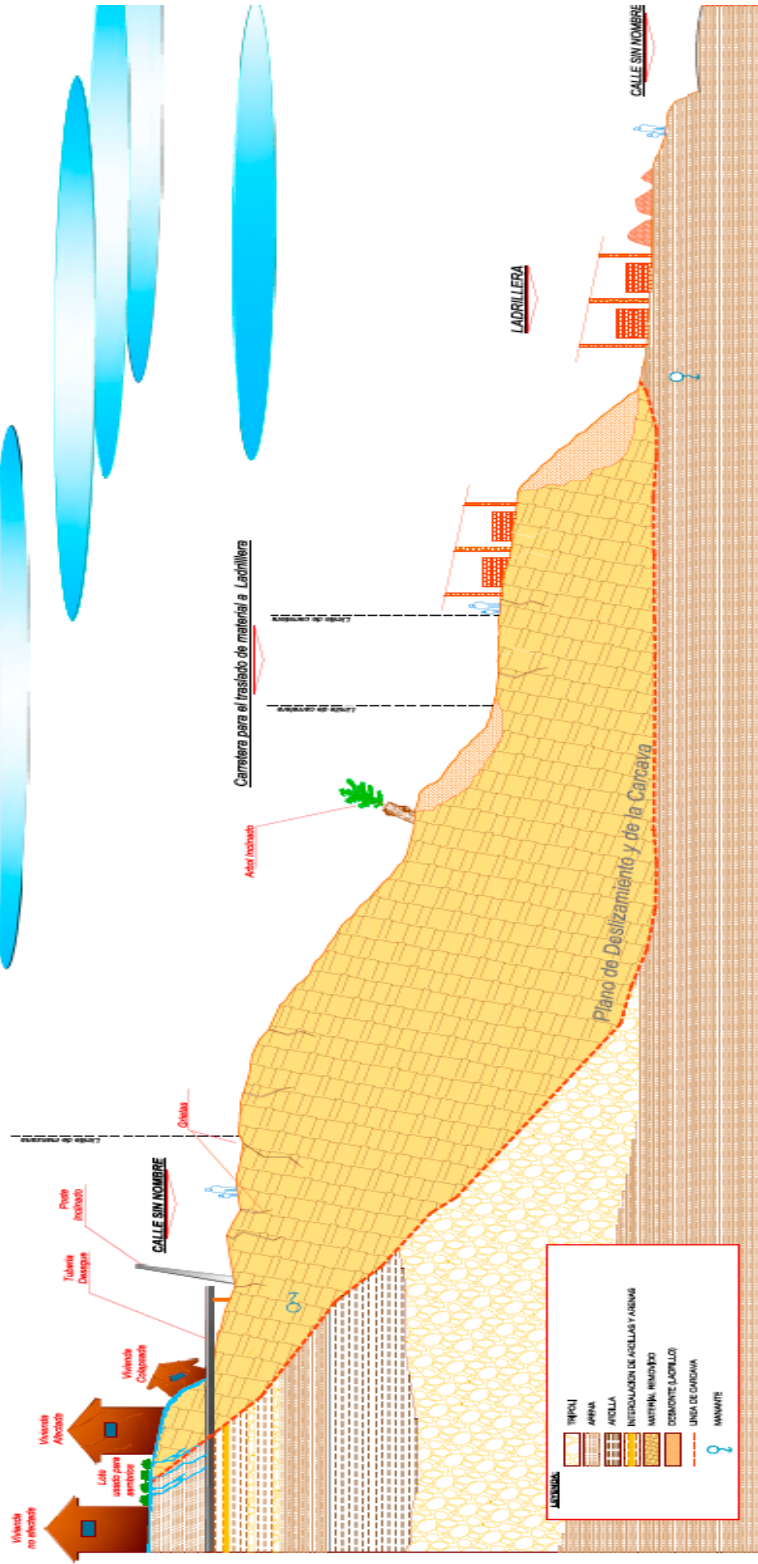


Figura N° 4.14.- Esquema del deslizamiento rotacion en la Asociacion de Vivienda alta Canas

Fuente: Equipo Consultor Alin Puruy 2014

Es necesario mencionar que se tenía programado un estudio sísmico con tomografía eléctrica en 2D, el cual arrojaría datos exactos a 100 metros de profundidad, en él se pudo distinguir la composición litológica, estratificación, superficie y potencia del deslizamiento, etc. Sin embargo debido a la cercanía a la sub estación de electricidad colindante al área de estudio (Alto voltaje por los pozos a tierra) se produjo un sobrevoltaje de retorno en el equipo de resistividad, lo que ocasionó que este se deteriorara, por tanto esta metodología no era la más adecuada dada las características del sector, en este sentido se procedió a utilizar otros métodos afín de realizar los cálculos respectivos.

En este sentido se realizaron 3 secciones longitudinales al deslizamiento rotacional; por otro lado por medio de la calicata 03 se sabe que el ángulo de inclinación es de  $70^{\circ}$  con respecto a la horizontal (Ver Figura 4.13), con este dato se graficaron circunferencias tangentes para cada sección y de esta forma se obtuvo las áreas con ayuda del software Auto CAD 2010.

Estos valores son los siguientes: 1008.66, 3856.36 y 448.65 mts<sup>2</sup>.

Seguidamente se multiplico cada área por un ancho específico en cada sección longitudinal 36.00 mts<sup>2</sup>, 62.00 mts<sup>2</sup> y 44. mts<sup>2</sup> respectivamente, con lo cual se obtuvieron los volúmenes (36, 311.79 m<sup>3</sup>, 239,094.57 m<sup>3</sup> y 19, 740.41 m<sup>3</sup> haciendo una suma total de 56, 052.20 m<sup>3</sup>, este sería el volumen total desplazado en el deslizamiento rotacional ocurrido el 3 de enero del 2013

### **CALCULO DE LA VELOCIDAD DEL DESLIZAMIENTO**

Este tipo de deslizamiento produjo superficies onduladas, principalmente en la zona de despegue, y anomalías en el drenaje, el cual inicialmente era de orientación NNE-SSO siendo actualmente de orientación O-E.

El desplazamiento se puede definir como un cambio continuo de posición, se asumió que la masa del deslizamiento es constante y hacia una misma dirección. Dicho esto se utilizó la formula básica de cinemática que expresa la velocidad en función del desplazamiento y tiempo:

$$v = d/t$$

Siendo:

v: velocidad

d: desplazamiento

t: tiempo

El desplazamiento fue medido directamente en campo en la zona de hundimiento en la corona, obteniendo 1.24m.

El tiempo total en que se produjo el movimiento de suelos fue de 1h, de acuerdo a la manifestación de los pobladores.

Entonces, realizando el cálculo de dichos valores de desplazamiento y tiempo, la velocidad sería  **$34 \times 10^{-4}$  m/s.**

Es necesario mencionar que a partir de la existencia de la cárcava 02 ubicada al Este de la cárcava 01, existen evidencias de una zona de deslizamiento inactivo que se encontraría por debajo de las Mzs Q, R y S del Asociación de Vivienda Altiva Canas, al igual que la cárcava 1 esta fue rellenada y sobre ella se construyeron las viviendas de dicha Asociación, (Ver Anexo 2, Mapas 01 y 09)

La reactivación de la misma pondría en peligro alto a las viviendas de las Mzs P-09, P-10, P-11, Q-06, Q-07, Q-08, Q-09, Q-10, Q-11, Q-12, R-06, R-07, R-08, R-09, R-10, R-11, R-12, R-13, R-14, S-05, S-06, S-07 y S-08 de la Asociación de vivienda altiva Canas más aún si consideramos la litología, las filtraciones de agua existentes en la zona y la cercanía a los flujos y caídas de suelo.

#### **4.3 CARACTERIZACION DE LOS RECEPTORES**

Las primeras ocupaciones permanentes en el área de estudio se remontan a la época prehispánica en el sitio denominado Conventomocco. La ocupación se caracterizó inicialmente por tener un inicio muy lento con poblaciones tribales dispersas y de carácter rural, finalmente muy acelerado con carácter urbano concentrado actualmente en proceso de consolidación.

Según los estudios arqueológicos realizados el 2010 por el Lic en Arqueología Jorge Guillen Naveros, las ocupaciones corresponden a varias

etapas desde el formativo hasta la inca con evidencia cultural de cerámica fragmentada de estilo Killke e Inca. Actualmente se evidencian en el Sitio Arqueológico algunas secciones de muros en las manzanas “K”, “L”, “N”, “O” y “P” los cuales han sido corroborados mediante trabajos de excavaciones arqueológicas realizadas como parte de un Proyecto de Evaluación Arqueológica efectuado en la zona por la Asociación de Vivienda Altiva Canas. Debido a la ocupación poblacional en la zona se ha perdido la evidencia arqueológica de este lugar, ya que se ha dañado la evidencia cultural (Informe del Plan de Monitoreo Arqueológico de la Asociación Altiva Canas, 2008).

En el periodo colonial se diseñó la villa de San Jerónimo trazando la plaza principal, dejando sitio para el cabildo o ayuntamiento, las casas para los caciques y nobles principales; obligando a los habitantes trasladarse a su nueva residencia, así surgió la parte urbana que hasta hoy existe considerado como centro histórico. El Valle de Cusco en comparación con otras áreas presentó mayor densidad poblacional diseminada en Ayllus. La concentración inducida por la política de reducciones de indios favoreció la formación de las haciendas en este espacio y las denominadas “mercedes de tierras” fueron al parecer el mecanismo más importante para la formación de las haciendas como la de **La Rinconada** que obedece justamente este nombre a su ubicación en el extremo oeste del distrito. *“Casa de época colonial y republicana de cuatro crujiás con patio central y galería adintelada, destruida y alterada por el paso de la carretera”*. Actualmente sólo queda una parte de la edificación y es usada para vivienda en un lamentable estado de conservación.



Figura N° 4.15.- Restos de la Casa de hacienda La Rinconada.

*“Por su cercanía a la ciudad del Cusco el valle del Huatanay vio asentarse en el las primeras haciendas de la Región, estas comenzaron a desarrollarse a la periferia de la ciudad, especialmente para los primeros pobladores españoles que gozaron de los repartos de los solares y para las órdenes religiosas (dedicadas fundamentalmente a sembríos de pan llevar y huertos). Esto estableció en un primer momento una estrecha y necesaria relación entre el centro urbano y hacienda (Ramón Gutiérrez , Notas sobre haciendas del Cuzco, Universidad del Noeste Argentino, 1980, pág. 20).*

*Luego, se daría una mayor expansión hacia el Sureste y otros valles como el de Urubamba.*

El área de estudio perteneció a la hacienda La Rinconada, situada a las faldas del cerro Huanacaure que es considerado por la población nativa como uno de los Apus o deidades tutelares del distrito de San Jerónimo, ubicado a 3999 msnm. a la margen derecha del río Huatanay, pertenece a la comunidad de Kirkas, en este, se encuentran vestigios arquitectónicos incas con material de arenisca y barro.

En el periodo contemporáneo, por mutuo propio la comunidad de Pillao Matao fue anexado a la jurisdicción de San Jerónimo incluyendo los predios de la ex –hacienda La Rinconada y la vertiente del cerro Qaramasqara. Para 1962 (Ver Figura N° 4.16) no se evidencia ocupación tanto en el fondo de la quebrada como en la terraza. Se observa que hacia el Sureste se viene dando un proceso de carcavamiento en el área que ha sido parte del deslizamiento del 2013.

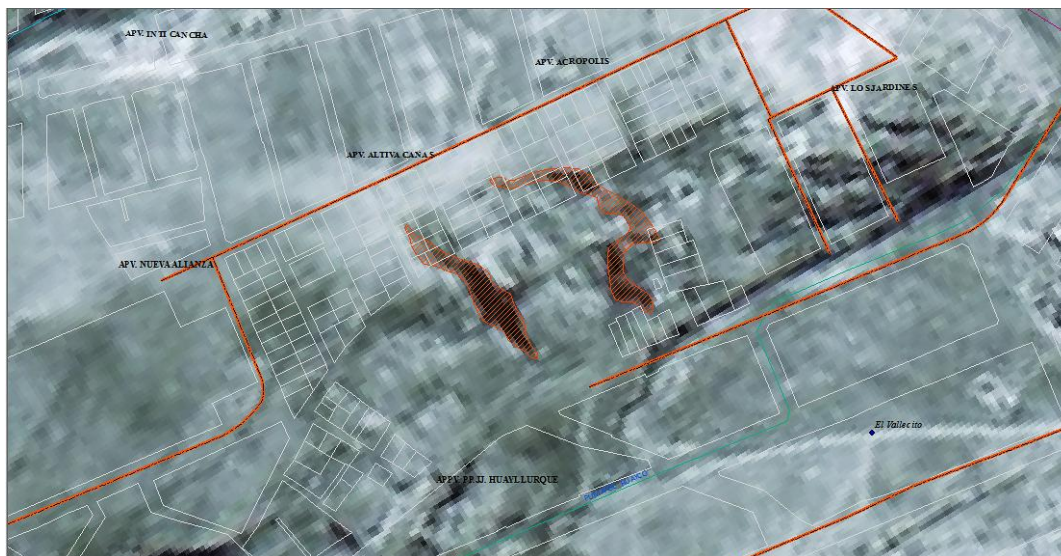


Figura N° 4.16.- Área de estudio en el año 1962.  
Fuente: Foto aérea del Instituto Geográfico Militar, 1962.

En los últimos 10 años experimenta un proceso de ocupación acelerado de tipo vivienda unifamiliar en casi su totalidad a partir del 2004 hasta la fecha, influenciado por la vía de acceso a la Sub Estación Eléctrica y por el proceso de subdivisión del terreno matriz de la Comunidad Campesina Pícol Orconpujio que luego de la reforma agraria en el año 1975 se le fue adjudicada, junto con la las haciendas de Larapa, Buenavista y Huayrancalle.

El año 1984 se inaugura la Sub Estación Eléctrica Quenqoro en parte Oeste del área de estudio en el sector del morro de Inticancha Moqo, explanándolo y depositando los suelos residuales en el sector Lucerinas, al norte de la Sub estación, sin descartar que parte de los suelos fuesen depositados en cárcavas localizadas en el área de estudio por su cercanía.



En 1992 es considerado por las evidencias arqueológicas encontradas en el sitio como: “Conjunto Arqueológico denominado Conventomocco”. Asimismo, por el Código Municipal para la Protección de La Ciudad Histórica del Qosqo promulgado Por Ordenanza Municipal N°02-A/MQ-SG-92. a la zona de estudio la califica como Sitio Arqueológico correspondiente a la margen derecha del rio Huatanay en el distrito de San Jerónimo.

Para Agosto del 2002 (Ver figura N° 4.17), se observa al norte del área de estudio las dos primeras viviendas en la parte alta de la terraza y otras en la base de la terraza norte, junto al rio Pillao Matao. Apreciándose estructuras productivas en dicha ladera, al parecer de cultivos en seco. Se observa ya la existencia de la Sub Estación Eléctrica y las torres de alta tensión.

Se observa por otro lado, la existencia de la fábrica de ladrillos en un área que podría denominarse de borde urbano, con techos de calamina y la instalación de un patio techado de secado, sala de máquinas, etc; cercano a un conjunto de viviendas en piso de quebrada denominada Vallecito.



Figura N° 4.17.- Área de estudio hacia Agosto del 2002.  
Fuente: Imagen satelital Google Earth, 2002.

Hacia el 2008 (Ver figura N° 4.18) se observa el proceso de consolidación.



Figura N° 4.18.- Área de estudio hacia 28 Marzo 2008.  
Fuente: Imagen satelital Google Earth, 2008.

En el 2009 aproximadamente se inician las obras de saneamiento básico de agua y desagüe por las gestiones realizadas por los directivos y en el año 2010 se logra la instalación del servicio de electricidad con la empresa Electro Sur Este.

La fábrica de ladrillos Sarita Colonia inicia sus operaciones en el año 2000 aproximadamente, mucho antes de la densificación de la Asociación Altiva Canas.

En el 2011 se observa (Ver figura N° 4.19) que la zona de estudio está en un franco proceso de consolidación, acelerado por la dotación de servicios básicos y la dinámica económica del lugar. En la zona de la ladrillera se observa el avance de la explotación de suelo más notorio hacia el lado Noreste de sus instalaciones (nótese la sombra producida por el corte de talud en forma escalonada y curva).



Figura N° 4.19.- Área de estudio hacia 19 Mayo 2011.  
Fuente: Imagen satelital Google Earth, 2011.

Entre el 2011 al 2012 (Ver figuras N° 4.19 y 4.20) se aprecia que el lado Oeste de la ladrillera no presenta cobertura vegetal y que se ha creado un acceso vehicular desde el extremo Este de la fábrica, evidenciando la explotación del recurso hacia esta zona noroeste. Para este año se ha rellenado desde la parte alta el corte de talud creado los anteriores años hacia el sector noreste.





Figura N° 4.20 a y b.- Área de estudio hacia el 11 Junio del 2012.

Fuente: Imagen satelital Google Earth, 2012.

Actualmente (Ver Figura N° 4.21) se observa la distribución de la ladrillera que se encuentra en desmantelamiento por haberse prohibido su funcionamiento.

Para un mejor detalle de las figuras ver el Anexo 02.

### Distribución de la Ladrillera Sarita Colonia



Figura N° 4.21.- Distribución de la Ladrillera Sarita Colonia 01 de mayo del 2013.

Fuente: Equipo consultor Allin Puriy, 2014.

Contaba con maquinaria pesada: Un montacarga de 2 M3, Medio camión de 1 Tonelada, Cortadora de ladrillo Zelensky (brasileira) que fue dañada, Montacargas Keys, Volquete de 20 Ton, retroexcavadora John Deere mediano (Ver Figura N° 4.22 y 4.23).

	
<p>Figura N° 4.22.- Maquinaria que estaría trabajando el día del deslizamiento según versión de los vecinos de la Asociación Altiva Canas.</p>	<p>Figura N° 4.23.- Maquinaria del Gobierno regional que llevaba material de relleno por la actual vía colapsada, proveniente de la Vía Expresa a la altura de ENACO</p>
<p>Fuente: Francisco Escobar Choque 2012</p>	

Actualmente la Asociación de Vivienda Altiva Canas se encuentra en proceso de consolidación, debido a que casi la mitad de sus lotes aún no están ocupados, algunos de los socios propietarios de estos lotes sin ocupar generalmente no participan de las actividades o reuniones de la asociación, y son considerados no activos en ésta (Ver Cuadro N° 4.5).

**Cuadro N° 4.5 Consolidación de la Asociación de Vivienda Altiva Canas**

<b>Caracterización de los lotes</b>	<b>N°</b>	<b>%</b>
Salón comunal (PRONOEI)	1	0.7
Loza deportiva	1	0.7
Protección (Área arqueológica)	2	1.5
Terreno colapsado	2	1.5
Vivienda en construcción	3	2.2
<b>Vivienda colapsada</b>	<b>4</b>	<b>2.9</b>
Terreno cercado	5	3.7
Vivienda sin ocupar	6	4.4
<b>Vivienda afectada</b>	<b>12</b>	<b>8.8</b>
Terreno	27	19.9
Vivienda ocupada	73	53.7
<b>Total</b>	<b>136</b>	<b>100.0</b>

Fuente: Equipo Consultor Allin Puriy, 2014.

La población asentada en la Asociación de Vivienda Altiva Canas, en su mayoría, procede de distintas provincias de la región Cusco, principalmente de Canas, e incluso de otras regiones vecinas, principalmente de Apurímac, Puno y Arequipa. Quienes motivados por acceder a mayores oportunidades laborales o acceso a mejor calidad de servicios llegaron a la ciudad del Cusco.

Por su condición de migrantes, los pobladores desconocen los hechos históricos naturales y sociales ocurridos en el territorio que actualmente ocupan, es necesario señalar que los hechos históricos narrados por los socios, son a partir de la ocupación del suelo por ellos, que se dio aproximadamente desde el año 2002. Por lo general los pobladores de esta asociación se dedican a actividades económicas que no garantizan su estabilidad laboral debido a que encuentran empleo en el sector construcción como albañiles, maestros o peones. Así mismo, la mayoría de las mujeres desarrollan actividades propias de la casa, quienes están al cuidado de sus hijos. Sin embargo, se debe mencionar también que existen mujeres que han decidido emprender alguna actividad laboral como pequeñas comerciantes dedicadas a la venta de comidas u otros que les permite de alguna manera cubrir parte de sus necesidades.

Por otro lado, es importante mencionar que no todos los que viven en la asociación son propietarios o hijos de los propietarios de lote o predios, sino que la población también está constituida por inquilinos, en algunos casos de reciente llegada a la asociación por lo que desconocen lo ocurrido en el año 2013, y otros que llevan como inquilinos desde ya hace varios años.

#### 4.4 EVALUACION DE LA SUCEPTIBILIDAD DE PELIGROS ORIGINADOS POR FENOMENOS DE ORIGEN NATURAL

##### 4.4.1 Factores Condicionantes

###### 4.4.1.1 Relieve

###### Geomorfología Regional

En base a criterios morfológicos, litológicos y estructurales, la zona de estudio presenta las siguientes unidades geomorfológicas regionales (Ver Figura N° 4.24).

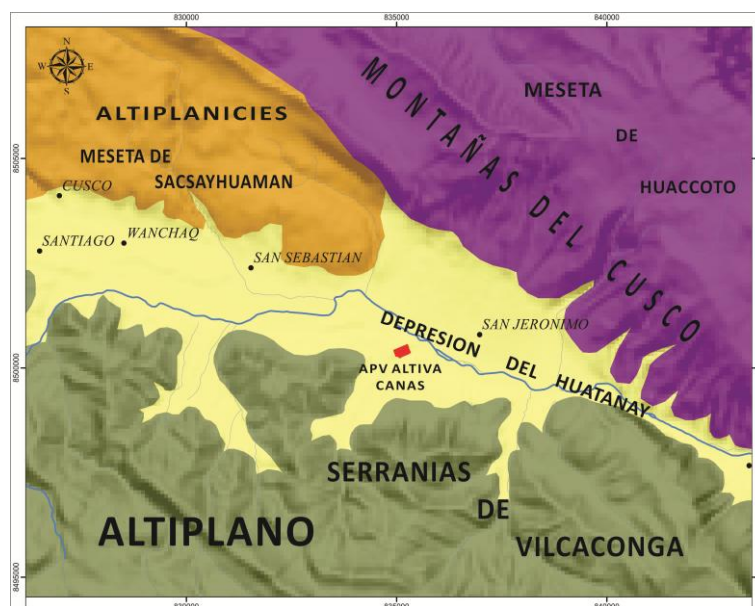


Figura N° 4.24.- Mapa geomorfológico regional.  
Fuente: Equipo consultor Allin Puriy, 2014.

###### Montañas

Se caracterizan por tener relieves abruptos e imponentes en las cumbres de los límites de la cuenca. Al norte están las Montañas de Pachatusan y las Montañas del Cusco, mientras que al sur se encuentran las Serranías de Vilcaconga.

Montañas del Cusco.- se encuentran al norte de las mesetas de Sacsaywaman y Tambillo, y están separadas de ellas por la falla Tambomachay. Alcanzan altitudes que van desde 3450 hasta 4400 msnm, resaltando el Huaynapicol y el Sencca, donde las pendientes son mayores al 50 %. Están constituidas por rocas sedimentarias del Grupo San Jerónimo.

Serranías de Vilcaconga.- Se caracteriza por ser una zona de relieves prominentes, con elevaciones que alcanzan 4300 msnm y sigue por la margen derecha de todo el valle del Huatanay. La pendiente varía entre 25 y 50 %, presentando cerros y lomas cortados por quebradas y pequeños valles como el del río Kayra. La geología está determinada por la presencia de areniscas del Grupo San Jerónimo, que son las rocas más importantes desde el punto de vista hidrogeológico, ya que constituyen los mejores acuíferos de la región.

### **Mesetas**

Son superficies caracterizadas por una topografía relativamente plana, cortada por quebradas que le dan un aspecto de lomadas disectadas. En general, la pendiente varía entre 4 y 25 %. Las principales mesetas son:

La Meseta de Saqsaywaman.- Se encuentra al norte de las Laderas Norte y al sur de las Montañas del Cusco, entre 3600 y 3750 msnm, donde se localiza el parque arqueológico del mismo nombre. Presenta afloramientos de rocas del Grupo Yuncaypata, donde sobresalen las calizas, las areniscas, las lutitas y los lentes de yeso.

La Meseta de Huaccoto.- constituye una altiplanicie situada entre 4000 y 4350 msnm. Separa la empinada Ladera Norte de las Montañas de Pachatusan. Destaca por la presencia de dos cuerpos volcánicos cuaternarios: Huaccoto y Huancachahuana Si bien es una altiplanicie, por estar recortada por algunas quebradas, desarrolla relieves moderados con pendientes que varían entre 4 y 25 %. Se caracteriza por la presencia de riachuelos, pequeñas lagunas y humedales.



### **La Depresión del Huatanay.**

Llamada también depresión del Cusco, en ella se asientan las poblaciones de los distritos de Santiago, Wanchaq, San Sebastián, San Jerónimo, Saylla, Oropesa y Lucre, son los principales centros urbanos que se ubican en la cuenca del río Huatanay, dentro del cuadrángulo de Cusco, mientras que los poblados de Poroy y Ccorca se encuentran en cuencas adyacentes y en los cuadrángulos de Urubamba y Tambobamba, respectivamente.

La Depresión de Cusco-Huacarpay es alargada, longitud de 30 km y altitudes que varían de 3400 a 3150 msnm corresponde a un valle de dirección NO-SE, localizado entre el Altiplano y la zona intermedia Altiplano-Cordillera Oriental. El valle de Cusco tiene una serie de micro cuencas que drenan sus aguas al río Huatanay: en la margen izquierda están las de Saphy, Cachimayo, Tenerías, Huaccoto, Huasao, Choquepata y Oropesa, y en la margen derecha las de Tancarpata, Huilcarpay, Pillao Matao, Kayra, Saylla y Lucre.

Por ser un valle interandino alto, su clima es frío y con altas precipitaciones entre los meses de octubre a marzo. La temperatura promedio es de 11.6 °C y la humedad oscila entre 40 y 75%. El régimen de lluvias es estacional, varía de 500 mm a 1200 mm en épocas de lluvias.

El río Huatanay es parte de la cuenca del mismo nombre, que en realidad es un valle de dirección NO-SE, situado entre el Altiplano y la zona intermedia Altiplano-Cordillera Oriental, dentro de los Andes del Sur del Perú. La cuenca presenta diferentes unidades morfológicas locales, que pueden ser clasificadas en cuatro grandes grupos: piso de valle, laderas, montañas y mesetas. Además están los conos aluviales que se ubican entre el piso de valle y las laderas.

Luego de este análisis se puede afirmar que la zona de estudio se encuentra ubicada en forma regional dentro de la depresión del Huatanay a continuación haremos una descripción más local sobre las unidades locales que se encuentran en la zona

## **Geomorfología Local**

### **Terraza principal.**

Esta unidad se encuentra ubicada al NO, por encima de los 3300 metros de altitud en la parte más alta del área de estudio, donde se encuentran la mayor cantidad de viviendas pertenecientes a la Asociación de Vivienda Altiva Canas. Se caracteriza por tener un origen fluvio-lacustre compuesto por arenas e intercalación de limos y arcillas pertenecientes a la Formación San Sebastián, con pendientes de hasta 15° de inclinación

### **Terrazas secundarias**

Ubicada al SE del área de estudio entre 3262 y 3300 metros de altitud, en ella se encuentra la ladrillera Sarita Colonia, se caracteriza por tener materiales de origen lacustre compuesto por intercalación de arenas, limos y arcillas pertenecientes a la Formación San Sebastián además de material de desmonte que fue trasladado de otras zonas, presenta pendientes de hasta más de 40° de inclinación.

Esta unidad se formó a partir de los movimientos ocurridos por el deslizamiento rotacional existente, así como también por la extracción de material para la fabricación de ladrillos y la posterior deposición de material cuaternario.

Se identifican 6 terrazas a saber:

Terraza 1.- De forma rectangular, pegada a la carretera de acceso a la ladrillera, en la cual existen construcciones hacia el E.

Terraza 2.- Es la más grande de todas, tiene una forma alargada con dirección SO-NE, en esta se encuentra la sala de máquinas, los hornos, la zona de secado, así como la parte administrativa y los dormitorios de la ladrillera.

Terraza 3.- Ubicada por encima de la zona 2 tiene una forma alargada con dirección SO-NE, en este sector se encuentran ubicadas el horno tipo huairona el depósito de aserrín, la zona de molienda y el acceso vehicular.

Terraza 4.- Ubicada al Norte de la terraza N° 3 tiene una forma alargada con orientación NE-SO, en ella no se encuentra asentada ningún tipo de construcción.

Terraza 5.- Ubicada por debajo de las Mzs T y S de la Asociación de Vivienda Altiva Canas, este lugar es el que presento más movimiento, actualmente se pueden apreciar las grietas de tensión con profundidades de hasta un metro, ancho de hasta 40 cm y largo de 67 metros, este sector fue el más afectado por el deslizamiento del 2013 y también fue el que recibió una gran cantidad de material cuaternario “desmante” que incremento la carga en la zona, actualmente existen surcos que la atraviesan con direcciones N-S y E-O.

Terraza 6.- Es la terraza más alta ubicada al SE de las MZs Q y R, tiene una forma alargada con dirección SO-NE, en ella están ubicados 6 lotes.

### **Zona de laderas**

Esta unidad encuentra ubicada al S y SE del área de estudio, entre los 3260 y 3300 metros de altitud, en ella se encuentran asentadas las viviendas de la Mz E de la APV Vallecito, se caracteriza por tener un origen fluvio-lacustre compuesto por arenas e intercalación de limos y arcillas pertenecientes a la Formación San Sebastián, con pendientes de hasta 30° de inclinación. Actualmente existen surcos con direcciones N-S y NO-SE que vienen erosionando dicha unidad, principalmente por debajo de las Mzs O, P y Q (Ver Figura 4.25).



Figura Nº 4.25.- Vista panorámica, tomada desde el Este, que muestra las laderas de la zona de estudio.

Fuente: Equipo consultor Allin Puriy, 2014.

#### **4.4.1.2 Geología**

##### **Grupo San Jerónimo**

Es una gruesa serie roja de origen continental. Aflora al norte y noreste de la población de San Jerónimo, lo mismo que al sur y sureste de la misma. Está constituido por dos formaciones: Kayra, Soncco, conformado por

areniscas feldespáticas intercaladas con limolitas y algunos bancos de conglomerados, todos de origen fluvial, de edad: Eoceno inferior (Carlotto, 1998, 2002, 2006). Originalmente ha sido dividido en tres formaciones (Córdova, 1986): Kayra (3000 m), Soncco (1600 m) y Punacancha (1700 m). Actualmente, solo las formaciones Kayra y Soncco se han redefinido como parte del Grupo San Jerónimo (Carlotto et al., 1997b; Carlotto, 1998-2002; Carlotto et al., 2005) que sobreyace en discordancia erosional a las formaciones Quilque y Chilca.

**Formación Kayra: Eoceno inferior** (Córdova, 1986; Carlotto, 1998)

La Formación Kayra (Córdova, 1986) aflora ampliamente al sur de la ciudad del Cusco, donde forma parte del sinclinal de Anahuarqui y anticlinal de Puquín, al oeste. Igualmente lo hace en el sinclinal de Ancaschaca, en Yaurisque-Paruro, en el sinclinal de San Lorenzo y en el sector de Cusibamba-Sanka.

Está esencialmente constituida por areniscas feldespáticas, intercaladas con niveles de lutitas rojas. Este conjunto se desarrolló en un medio fluvial entrelazado y llanura de inundación. La parte media-superior es más gruesa y está compuesta por areniscas y microconglomerados con clastos volcánicos y cuarcíticos de un medio fluvial altamente entrelazado. Hacia el sur las facies se hacen más gruesas y aparecen los conglomerados. La formación acaba con facies areno-pelíticas de llanura de inundación y canales divagantes. Las paleocorrientes indican que los aportes proceden del sur y suroeste. El espesor de esta unidad varía entre 2000 y 3000 m.

En el área de estudio tenemos registros de estas rocas principalmente en el corte de talud por donde se encuentra ubicada la Vía de Evitamiento hacia el NE, y su correlación hacia la APV Nueva Acrópolis hacia el SE; también al N por las APVs San Lorenzo e Inticancha y su proyección hacia la quebrada de Pillao Matao (Ver Figura N° 4.26).



Figura N° 4.26.- Afloramiento rocoso de la formación Kayra cerca de la Vía de Evitamiento.

Fuente: Equipo consultor Allin Puriy, 2014.

### **Depósitos cuaternarios**

#### **Formación San Sebastián: Pleistoceno (Gregory, 1916)**

La Formación San Sebastián fue definida por Gregory (1916) en la Depresión de Cusco, donde sobreyace al basamento Cretácico y Terciario.

Esta unidad está caracterizada por formar dos secuencias (Cabrera, 1988): la primera, grano decreciente, está constituida por secuencias de areniscas fluviales de canales entrelazados deltaicos y lutitas lacustres o palustres. Niveles diatomíticos y calcáreos caracterizan la parte superior. La segunda, grano creciente, está compuesta por conglomerados y areniscas de conosterrazas fluvio-torrenciales, que indican el cierre de la cuenca. Este cierre está expuesto por la presencia de estructuras compresivas sin-sedimentarias (Cabrera, 1988). (Kalafatovich, 1955; Ramírez, 1958; De Muizon, en Cabrera, 1988).

Cabe mencionar que los temas relacionados a las fallas están descritos con mayor detalle en los factores desencadenantes en el punto 4.4.2.2.

Geológicos

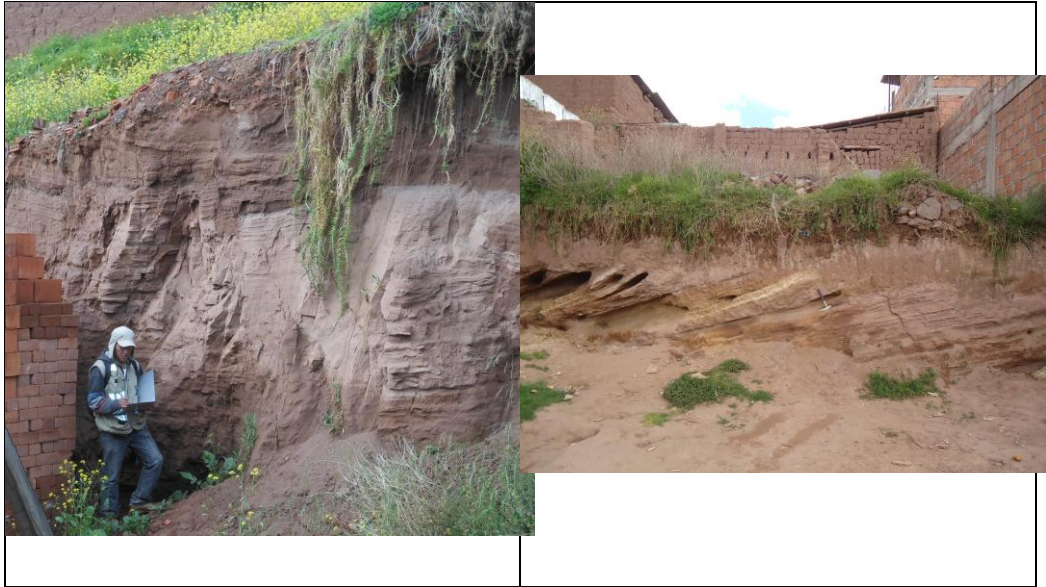


Figura N° 4.27.-Intercalacion de arcillas, limos y arenas en forma horizontal y oblicua en el área de estudio

Fuente: Equipo consultor Allin Puriy, 2014.

A esta formación también pertenecen los depósitos fluvio lacustres de arenas, arcillas y limos con coloraciones rojizas, pardas y amarillentas, sobre las cuales se asienta la Asociación de Vivienda Altiava Canas, estas intercalaciones son potentes y corresponden al proceso de sedimentación del lago Morkill (Ver Anexos 04, 05, Figura 4.27).

**Tripoli Calcáreo.-** En el área de estudio entre la ladrillera Sarita Colonia y la APV Acrópolis existe un paquete de material de color amarillento que va disminuyendo su potencia conforme se avanza hacia el SO del área de estudio.

Este paquete corresponde al tripoli calcáreo, también conocido con el nombre de harina fósil, tripolita, diatomita, randanita, sil o cel, polischeffe, tierra moler o biocel, compuesto por organismos unicelulares acuáticos, con una amplia distribución, pues viven en agua dulce, salobre, marina, en la nieve, suelos húmedos y lugares pantanosos.

Su membrana celular se compone de una capa interior de pectina y otra exterior de sílice, se encuentran en grandes cantidades en el fitoplancton sobre todo en medio lacustre como el lago Morkill. El contenido de carbonato de calcio promedio es de 88.43% para las muestras registradas en la cuenca del Cusco y es posible que desde las calizas de la formación Yuncaypata, el

carbonato de calcio en solución haya sido transportada por las vertientes hacia la cuenca del Cusco depositándose en la cuenca de estudio (Adaptado de La diatomita de la cuenca plio cuaternaria del Cusco y zonas aledañas Chuquichambi 1990).

### **Comportamiento geotécnico**

Hacia el Este, se aprecia un banco de trípoli calcáreo (Ver Figura 4.28), al parecer este material no fue utilizado con fines comerciales, ya que no cuenta con las condiciones de plasticidad necesarias para la fabricación de ladrillos. Este tipo de suelos en condiciones secas es estable, pero en contacto con el agua genera asentamientos, es recomendable tener bien instalados los sistemas de desagüe y evacuación de aguas superficiales para evitar problemas a futuro.



Figura N° 4.28 Estratificación de trípoli calcáreo o diatomita.  
Fuente: Equipo consultor Allin Puriy, 2014.

#### **a.- Análisis de Suelo**

En base a los resultados obtenidos en los ensayos granulométricos y de límites de consistencia realizados en laboratorio se clasificaron las muestras de suelo, procedentes del área de estudio, de acuerdo al Sistema Unificado de Suelos (SUCS) - Norma ASTM – 2487. La información obtenida en

campo fue corroborada con los perfiles estratigráficos, columnas estratigráficas y la descripción visual y manual realizada en cada punto.

Se excavaron un total de 07 calicatas ubicadas en distintos puntos del área de estudio, especialmente en el área de influencia del deslizamiento que afecto a las viviendas en enero del 2013. En 02 de ellas: A y B (185646 8500662 y 185596 8500624, respectivamente) se realizó la correlación estratigráfica junto con las columnas estratigráficas (1, 2, 9, 13, 17, 19, 22 y 23) levantadas en toda la Asociación de Vivienda (Ver Anexo 04 Columna tipo). En las 05 restantes se realizaron las pruebas de campo respectivas asignándoles códigos que van de C-01 a C-05 (Ver Mapas M-03 y M-04), para la evaluación respectiva y el cálculo de la capacidad portante del suelo de acuerdo a sus características, que se plasmó posteriormente en los mapas Geotécnico y Peligros Geotécnicos. A continuación un resumen:

**C-01** Manzana Q, que de acuerdo a la clasificación de suelos SUCS corresponde a un suelo CL, arcilloso, con presencia de filtraciones de agua, que disminuye sus propiedades físicas del suelo.

**C-02** Suelo ML, por estar emplazada en zona de relleno (ver Anexo 05 Calicatas).

**C-03** Manzana S, de acuerdo a la clasificación de suelos SUCS corresponde a un suelo CL-ML, arcillo limoso, en esta calicata se identifica claramente el contacto entre el material de relleno y el suelo natural.

**C-04** Manzana S, de acuerdo a la clasificación de suelos SUCS corresponde a un suelo ML, debido a la presencia de estratos de arenas sueltas.

**C-05** Manzana T, de acuerdo a la clasificación de suelos SUCS corresponde a un suelo CL-ML, debido a que se encuentra en una zona de poca humedad y suelo más compacto.

#### **a.1. Descripción de perfiles geotécnicos.**

Los suelos predominantes en el área de estudio corresponden a suelos arcillosos, (CL), limosos (ML), arcillo limosos (ML-CL) y arenosos (SM), de diferentes potencias, los mismos que fueron descritos durante la etapa de campo y comparados con la clasificación hecha en Laboratorio.

La clasificación SUCS y descripción del suelo se presenta en el cuadro 4.6:



**Cuadro N° 4.6 Descripción de perfiles geotécnicos presentes en el área de estudio.**

<b>Calicata</b>	<b>Estrato</b>	<b>Prof (m)</b>	<b>Descripción del suelo</b>	<b>Clasificación SUCS</b>
C-01	A	0.00 - 1,40	Material de cobertura y relleno, de color marrón oscuro, con presencia de raíces, e intercalación de arenas y arcillas. En la base de este estrato se aprecia filtración de agua.	Relleno
	B	1,40 – 2,40	Arcillas inorgánica de baja a media plasticidad de consistencia media, con alto contenido de humedad, debido principalmente a las filtraciones de agua, provenientes de los estratos superiores (1.40m), que fluyen a través de los sedimentos arenosos.	CL
C-02	A	0,00 – 1,30	Zona de cobertura y relleno, de color marrón oscuro con presencia de material inorgánico (se observaron materiales de construcción así como bolsas plásticas, etc.).	Relleno
C-03	A	0,00 – 1,90	Arcillas intercaladas con arenas de color marrón, se aprecia raíces dispersas, de consistencia y humedad media, en esta calicata se aprecia el contacto entre suelo firme y material de relleno, en un ángulo de 70° con respecto al plano horizontal.	CL
	B	1,90- 3,10	Limos de color marrón oscuro, se aprecia el incremento de humedad, con láminas de arcillas calcáreas de color amarillo. De acuerdo a los ensayos de campo de PDL, se afirma la existencia de material arcilloso de mayor compactibilidad.	ML
C-04	A	0,00- 0,90	Material de cobertura y relleno con presencia de raíces, mezcla de limos, arcillas y arenas de color gris	Relleno
	B	0,90- 1,70	Arcillas de consistencia dura intercaladas con arenas finas de color gris y poca humedad.	CL
	C	1.70- 2.10	Arenas limosas de color gris, consistencia suelta. Presenta humedad baja	SM
C-05	A	0.00- 1.10	Material de relleno y cobertura, se observa abundante raíz .Presenta color marrón oscuro, baja humedad y raíces dispersas.	Relleno
	B	1.10- 1.60	Intercalación de arenas y arcillas calcáreas de color amarillo, consistencia media a dura (Trípoli Calcáreo).	CL
	C	1.60- 2.20	Arcillas y limos con lentes de arena de color marrón claro a gris y humedad baja, de consistencia media.	ML-CL

Fuente: Equipo consultor Allin Puriy 2014

Para mayor información revisar los Anexo 4, 5 y los Mapas M-03, M-04 y M-05.

## a.2. Capacidad de carga admisible o capacidad portante de cimentación

La capacidad portante se entiende como el máximo esfuerzo que es capaz de soportar el suelo antes de fallar por corte. Para su cálculo se tomaron en cuenta los siguientes parámetros del suelo:

### Parámetros del Suelo.

Las propiedades físicas del suelo fueron determinadas a partir de los ensayos de laboratorio que se resumen en el cuadro N° 4.7.

**Cuadro N° 4.7.- Resumen de las propiedades físicas del suelo en el área de estudio**

Calicata	01	02	03	04	05
Profundidad mt.	2,40	2,30	3,10	2,10	2,20
Humedad Natural %	<b>26,73</b>	13,95	<b>24,71</b>	2,61	7,28
% Pasa la Malla N° 200	98,48	59,55	85,25	24,83	100
Limite Liquido %	39,80	19,05	22,90	NP	21,30
Limite Plástico %	23,48	16,09	16,51	NP	16,83
Índice de Plasticidad %	16,32	2,96	6,39	NP	4,47
Clasificación SUCS	CL	ML	ML-CL	SM	ML-CL
Densidad Natural gr/cm <sup>3</sup>	1,79	1,35	1,65	1,35	1,58
Cohesión kg/cm <sup>2</sup>	0,57	0	0,56	0	0,26
Angulo de Fricción.	21	17	20	23	24

Fuente: Equipo consultor Allin Puriy, 2014.

A partir de esta información se pueden observar los siguientes aspectos:

- **Humedad:** Los valores de alta humedad en las calicatas 01 y 03 se ratifican con las filtraciones de agua observadas en la C-01, este dato es importante debido a la presencia de lentes de arena que podrían sufrir licuación de suelos afectando las viviendas en la parte superior del Asentamiento Humano Altiva Canas

En la C-02 existe 13.95% de humedad debido a la saturación del suelo (relleno) por ser un material no bien consolidado, el cual queda confirmado también con el valor alcanzado de densidad baja.

La C-03 presenta humedad alta, que se puede dar debido al contacto con la zona de relleno.

- **Índice de plasticidad:** Luego de realizado los ensayos de límites líquidos y límites plásticos de las muestras extraídas en campo, se llega a la conclusión que el área de estudio presenta suelos plásticos en las calicatas C-01 y C-03, los mismos que al estar en contacto con el agua se comportan como suelos expansivos, llegando a saturarse en época de lluvias que genera el esponjamiento en el área.

Los suelos expansivos, cuando están expuestos a sobrecargas, producen asentamientos considerables. La capacidad de carga en suelos arcillosos en condiciones secas, presenta valores favorables para una edificación, pero en contacto con el agua disminuyen la capacidad de carga, presentando condiciones desfavorables.

- **Densidad:** La C-02 presenta densidad baja debido a lo mencionado líneas arriba y la C-04 por que la muestra fue extraída del estrato arenoso suelto.

### **Cálculo de Capacidad Portante**

La capacidad portante fue calculada en base a la Teoría de Terzaghi afectada por el cálculo de coeficiente de seguridad, que para este es considerado como 3. El valor con el que se acumularan las cimentaciones, se ha obtenido con las formulas siguientes:

$$q_c = 1,3cN_c + \gamma DFN_q + 0,4\gamma BN_\gamma$$

$$q_{adm} = q_c / F.s$$

A continuación se presenta el cuadro resumen de los valores de Capacidad portante obtenidos para las diferentes calicatas de estudio (Ver Cuadro N° 4.8).

**Cuadro N° 4.8.- Valores de Capacidad Portante para el área de estudio.**

<b>Calicata</b>	<b>Profundidad de Fundación (m)</b>	<b>Carga Admisible (kg/cm2)</b>
C-01	1,50	1,2
C-02	1,50	0,47
C-03	1,50	1,00
C-04	1,50	0,83
C-05	1,50	1,30

Fuente: Equipo consultor Allin Puriy, 2014.

En el cuadro N° 4.8 se observa que el valor más bajo para la capacidad portante es de 0.47 Kg/cm<sup>2</sup>, que corresponde al material de relleno ubicado en la C-02, material que también se encuentra en la C-03, sin embargo esta presenta un valor mayor de 1.00 Kg/cm<sup>2</sup>, debido tal vez a que se ubica al inicio del deslizamiento. La C-04 presenta 0.83 Kg/cm<sup>2</sup> de capacidad portante por la presencia de arenas sueltas, al igual que en la C-01 con capacidad de 1.2 Kg/cm<sup>2</sup>. Por último, las condiciones del suelo en la C-05 se muestran más favorables en comparación a las anteriores, pues su valor de capacidad portante es de 1.3 Kg/cm<sup>2</sup>.

### a.3. Asentamiento.

El cálculo del asentamiento fue realizado a partir de la siguiente formula:

$$S = \Delta q_s \frac{B(1 - \mu^2)}{E_s} I_w$$

Dónde:

S= Asentamiento Probable (cm).

$\Delta q_s$ = Esfuerzo Neto Transmitido (kg/cm<sup>2</sup>).

B= Ancho de Cimentación.

$E_s$ = Modulo de Elasticidad (kg/cm<sup>2</sup>).

$\mu$ = Relación de Poisson.

$I_w$ = Factor de Influencia que depende de la forma y rigidez de la cimentación (Bowles, 1977).

Las propiedades elásticas del suelo de cimentación se asumieron a partir de tablas publicadas con valores estándar para el tipo de suelo existente en el área de estudio. Los cálculos de asentamiento se han realizado considerando la cimentación rígida y a los esfuerzos transmitidos como la capacidad portante.

De acuerdo a los resultados obtenidos (Ver Cuadro N° 4.9), se observa que el asentamiento en la C-02 es de 12.34 cm, muy por encima de lo permitido por la norma, que indica que el rango permisible de asentamiento es de 2 a 4 cm, esto debido principalmente a su ubicación en el cuerpo del deslizamiento considerado como una zona de relleno. Las calicatas C-01 (3,20 cm) y C-03 (3,51 cm) presentan valores cercanos al límite,

encontrándose constituidas por suelo consolidado, arcillas esencialmente; sin embargo las filtraciones de agua que presenta la C-01 en su interior incrementan el peligro por asentamiento. Así mismo, la calicata C-03, además de estar en un área de pendiente empinada, con más de 30° de inclinación, está ubicada en el contacto del suelo y el material de relleno. Adicionalmente, es importante resaltar que el área que corresponde a las tres calicatas mencionadas en el párrafo anterior, es propensa a sufrir esponjamiento por la saturación del suelo en época de lluvias, debido al inadecuado tratamiento de aguas superficiales que se presenta en la misma.

**Cuadro N° 4.9.- Cálculo del Asentamiento con sus valores correspondientes**

<b>Calicata</b>	<b>Esfuerzo neto transmitido <math>\Delta q_s</math> kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>Ancho de cimentación B (cm)</b>	<b>Relación de Poisson (<math>\mu</math>)</b>	<b>Módulo de elasticidad E Kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>Factor de influencia <math>I_w</math></b>	<b>Asentamiento S (cm)</b>
C-01	1,2	100	0,25	40	0,56	3,20
C-02	0,47	100	0,25	4	0,56	12,34
C-03	1,00	100	0,25	30	0,56	3,51
C-04	0,83	100	0,35	30	0,56	2,72
C-05	1,3	100	0,30	70	0,56	1,89

Fuente: Equipo consultor Allin Puriy, 2014.

#### **a.4. Aspectos relacionados con la napa freática y filtraciones de agua**

Se evidenció la presencia de nivel freático por medio de manantes ubicados hacia el Sur Oeste del área de estudio (Norte 185602 y Este 8500565), así mismo se identificaron filtraciones de agua en la calicata C-01 a una profundidad de 1,40m (Ver Figura 4.29 y 4.30), que son transportadas por medios de paleocausas (lentes de arena).

La presencia de una alta humedad, de manantes y de filtraciones de agua hacen que los suelos finos, arcillosos, limosos y arenosos, encontrados en el área de estudio, se comporten geotécnicamente como suelos malos, motivo por el cual se recomienda evitar filtraciones y la saturación del suelo.



Figura N° 4.29.- Filtración de agua a 1.40m de profundidad, en el contacto entre los estratos limo arenoso y arcilloso.  
Fuente: Equipo consultor Allin Puriy, 2014



Figura N° 4.30.- Surgencia de agua, ubicado al Oeste de la ladrillera Sarita Colonia.  
Fuente: Equipo consultor Allin Puriy, 2014.

### a.5. Análisis de licuación de suelos

El fenómeno de licuación de suelos es el cambio físico que experimenta una masa de suelo al pasar de un estado sólido a un estado fluido semejante a la de un líquido fluido. Para que se produzca licuación deben conjugarse ciertos factores que involucran las características propias del depósito de suelo y las características regionales de sismicidad.

Los factores más importantes que influyen en el fenómeno de licuación de suelos son: la granulometría, la densidad relativa, el nivel freático, la presión de poros, la presión inicial de confinamiento, la magnitud del sismo y su duración.

En el área de estudio se han identificado estratos de arena suelta y en algunos casos saturados, debido a la presencia de filtraciones de agua que junto a los microsismos producen por el movimiento de masas (deslizamiento) la licuación de suelos en esta zona (Ver Figura 4.31).



Figura 4.31.- Presencia de estratos de arena, suelos propensos a sufrir licuación.

Fuente: Equipo consultor Allin Puriy 2014

### **a.6. Clasificación de suelos (Zonificación geotécnica)**

A partir de los resultados obtenidos se ha elaborado la zonificación geotécnica para el área de estudio, que comprende la presencia de 04 tipos de suelo y una zona con afloramiento rocoso (Ver Mapa M-04).

- 1.- Suelos finos compuesto por arcilla inorgánica (CL), de media a blanda consistencia de color marrón oscuro a amarillento.
- 2.- Suelos finos compuestos por limos (ML), de consistencia media a suelta, de color marrón.
- 3.- Suelos finos compuestos por arcilla limosa (CL-ML), de consistencia media, de color marrón claro a oscuro.
- 4.- Suelo granular compuesto por arenas y limos (SM), de consistencia suelta, de color marrón claro a gris.
- 5.- En la base de los estratos anteriormente mencionados, se observa la presencia de afloramiento de roca arenisca, ubicado al este de la zona de estudio.

### **b.- Tipo de Suelo**

Se llegó a diferenciar 04 tipos de suelo según el Manual propuesto por CENEPRED 2013:

- Suelos de peso específico 0.035, asignados al afloramiento rocoso identificado en el área de estudio, el cual presenta características geotécnicas favorables.
- Suelos de peso específico 0.068, asignados a suelos granulares finos (CL ML), arcillosos y limosos que presentan porcentajes de humedad en condiciones saturadas que disminuyen su capacidad de carga.
- Suelos de peso específico 0.134 correspondientes a suelos finos (SM) arcillo - arenosos, con porcentajes de humedad en condiciones no saturadas, con bajos valores de capacidad de carga por la presencia de bancos de arena no consolidados.
- Suelos de textura de peso específico 0.503 que corresponden a los suelos finos (ML) arcillosos y limosos, con porcentajes de humedad considerable, los cuales reducen los valores de capacidad de carga en el área identificada, este tipo de suelo en la zona de estudio se encuentra



emplazado dentro del área considerado como material de relleno, que por las condiciones de depósito no consolidado NO ES APTO para realizar construcciones de ninguna clase.

#### **c.- Textura de Suelo.**

De acuerdo a lo establecido en el Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales CENEPRED 2013, en el área de estudio se diferencian 04 texturas de suelo, a saber:

- Suelos de textura de peso ponderado 0.035, que corresponden al afloramiento rocoso identificado en el área de estudio, el cual presenta características geotécnicas favorables para la construcción.
- Suelos de textura de peso ponderado 0.068, relacionados a suelos (SM), arenosos y limosos, que presentan porcentajes de humedad en condiciones no saturadas, con cierta estabilidad.
- Suelos de textura de peso ponderado 0.26, correspondientes a suelos finos (CL ML) arcillo - limosos, con porcentajes de humedad en condiciones saturadas, con valores de capacidad de carga reducidos.
- Suelos de textura de peso ponderado 0.503, característica de suelos finos (ML) arcillosos y limosos, con porcentajes de humedad considerable, con valores de capacidad de carga reducidos. Este tipo de textura de suelo, dentro del área de estudio, se encuentra en la zona considerada como material de relleno, que por las condiciones de depósito no consolidado NO ES APTA para construcciones de ninguna clase (Ver Anexo N<sup>o</sup> 05).

#### **d. Peligro geotécnico.**

Los fenómenos de origen geotécnico utilizados para la estratificación del peligro geotécnico se encuentran en función de los resultados obtenidos de capacidad portante, tipo de suelo y pendientes (Ver Mapa N<sup>o</sup> 05).

#### **Zona de Peligro Medio.**

Zona con pendiente plana a ligeramente inclinada y formaciones geológicas de origen sedimentario, donde se han identificado suelos (CL) y (CL-ML) arcillosos y limo arcillosos, con capacidad de carga admisible de 1,3 kg/cm<sup>2</sup>. Los estratos arcillosos presentan mejores condiciones de compactabilidad en relación a los estratos limosos que son de compactabilidad semi suelta.

En esta zona se encuentra también el lugar más estable del área de estudio conformado por rocas sedimentarias de la Formación Kayra hacia el Este. En las Mzs T, U y V se observan viviendas construidas sobre un suelo CL-ML (Ver Mapa M-04), cuyos niveles de cimentación desplantan directamente en este estrato, con una densidad natural de suelo de 1.58 gr/cm<sup>3</sup>, que no garantiza una estabilidad ante eventos sísmicos, debido a que estos suelos podrían presentar fenómenos de licuación.

#### **Zona de Peligro Alto.**

Se caracteriza por tener pendientes variables de 0° a >40° principalmente con un rango de plano a ligeramente inclinado. En esta zona se han identificado estratos que corresponden a suelos (SM) suelos areno limosos, cuyos espesores oscilan de 1 a 2m. de profundidad, presentan una densidad natural de 1.35 gr/cm<sup>3</sup> y son poco o nada compactos. La capacidad de carga admisible varía de 0,83 kg/cm<sup>2</sup> a 1,2 kg/cm<sup>2</sup>, de acuerdo al informe de las calicatas C-04 y C-01.

En la manzana E se identificó una surgencia de agua (manante), la misma que es transportada por medio de paleocanales ubicados dentro de los estratos limo arenosos, por donde ocurren filtraciones de agua que generan un alto porcentaje de humedad en la calicata C-01 de (26.76%), disminuyendo las propiedades físicas del suelo. Posiblemente estas aguas proceden de las filtraciones de las lluvias y de las conexiones deterioradas de agua y desagüe de la Asociación.

#### **Zona de Peligro Muy Alto.**

Presenta pendientes variables de 0° a >40°, principalmente con un rango de pendiente empinado (30°-40°), y suelos (ML) suelos limosos, con una capacidad de carga admisible de 0,47 kg/cm<sup>2</sup>.

Debido a que el tipo de suelo encontrado en esta zona no presenta características similares a los encontrados en el área de estudio, se deduce que corresponde a un material de relleno, que se evidencia por la presencia de material inorgánico (bolsas plásticas, ladrillos, tejas, etc.) al interior de la calicata (C-02).

También se considera en esta zona, los suelos CL-ML y SM de las Mzs P, Q, S y T, debido a la presencia de indicios de cárcavamientos (Ver Anexo 02).

#### **4.4.1.3 Hidrología**

La Asociación de Vivienda Altiva Canas está ubicada en una terraza delimitada por el Noroeste y Sureste por dos quebradas, Pillao Matao y Pumayoc Huayco respectivamente, la primera con agua durante todo el año y la segunda únicamente en época de lluvias. El régimen hidrológico de estas quebradas está condicionado por las precipitaciones pluviales y sus características físicas. Las aguas subterráneas que afloran como surgencias de agua (Ver Cuadro N° 3.5) constituyen los principales abastecedores de agua para la zona y dependen de las condiciones anuales de las lluvias, las cuales al precipitarse se infiltran en el subsuelo y recargan los acuíferos.

#### **4.4.1.4 Cobertura Vegetal**

La Asociación de Vivienda Altiva Canas, específicamente el área de estudio se caracteriza por tener gran parte de su territorio urbanizado, con edificaciones de adobe, calles y una importante zona que fue utilizada para la fabricación de ladrillos, en suma gran parte del área se encuentra construida y en un franco proceso de urbanización, inclusive se tiene conocimiento que actualmente se están haciendo las gestiones necesarias para el asfaltado de las calles y de otras obras civiles orientadas a dotarlos de servicios básicos. En tal sentido no existen una cobertura vegetal importante es decir árboles nativos ni especies arbustivas. Sin embargo podemos mencionar la existencia de especies herbáceas y arbustivas que se presentan a continuación:

Especies herbáceas:

- *Pennisetum clandestinum* Hochst. ex Chiov (kikuyu).
- *Aristida adscensionis*
- *Gnaphalium polium* Wedd. (Queto Queto).
- *Trifolium amabile* Kunth (Trebol).
- *Geranium filipes* Killip.
- *Deyeuxia rigida* Kunth.

Especies arbustivas:

- *Baccharis latifolia* (Ruiz & Pav.) Pers (Chillca).
- *Barnadesia horrida* Muschl (Llaulli).
- *Brassica rapa* var. *Campestris* (nabo, yuyo).

Adicionalmente algunos de los pobladores cultivan en los patios de sus viviendas productos como maíz, papa y habas para consumo interno.

A partir de esta información y con ayuda del Arc Gis 10.2 se elaboró el Mapa de Cobertura Vegetal tomando en cuenta las especificaciones del CENEPRED en la que se toma cuenta la cantidad de vegetación existente en la zona (Ver Figura N° 4.32).



Figura N° 4.32.- Cobertura vegetal del área de estudio.

Fuente: Equipo consultor Allin Puriy, 2014.

#### 4.4.1.5 Pendiente

Uno de los aspectos condicionantes de la inestabilidad de taludes, es la inclinación del terreno, para distinguir el grado de actividad que presenta y el grado de susceptibilidad a determinados procesos geodinámicos se ha establecido un mapa de pendiente de la zona de estudio (Ver Mapa M-07).

En los procesos de vertiente se pretende establecer la relación causa efecto entre el nivel de inclinación del terreno y los fenómenos erosivos, principalmente por el agua, así como su relación con la gravedad y los procesos geodinámicos. Así pues la pendiente del talud es decisiva, ya que los terrenos escarpados favorecen los arrastres, posibilitando que se renueve la superficie expuesta a los agentes meteóricos, sin embargo, dificultan la concentración de humedad e impiden la estabilidad necesaria para la meteorización química. A continuación se detallan los tipos de pendientes existentes en la zona de estudio (Ver Figura N° 4.33).

### **Plana a ligeramente inclinada**

Presentan entre  $00^0$  y  $10^0$  de inclinación, gran parte del área de estudio presenta esta característica, en especial las viviendas ubicadas en las Mzs O, P, Q, R, S, T, U, V de la Asociación de Vivienda Altiva Canas y el sector SE de la ladrillera Sarita Colonia.

Las características de esta zona son la escasa acción erosiva del agua y la composición sedimentaria de los suelos, formados por arenas, limos y arcillas.

### **Moderadamente inclinada**

Presentan entre  $10^0$  y  $20^0$  de inclinación, se caracteriza por tener laderas de baja y mediana pendiente, principalmente son ocupadas por depósitos cuaternarios (arenas, arcillas), Estos depósitos han sufrido procesos de meteorización moderados caracterizados por la erosión antrópica, en él se encuentran asentadas algunas viviendas de las MZs O,P,Q,R,S,T,V de la Asociación de Vivienda Altiva Canas y la MZ E de la APV Vallecito así como algunos sectores de la ladrillera Sarita Colonia, principalmente hacia el Este

### **Moderadamente empinada**

Zonas que tienen entre  $20^0$  y  $30^0$  de inclinación, está relacionada principalmente a los MM y formaciones de terrazas producidos en el área de estudio, se presentan por debajo del deslizamiento rotacional en las laderas contiguas a este y algunos lotes de las Mzs, O,P,Q,R,S y T de la Asociación

de Vivienda Altiva Canas, y la Mz E de la APV Vallecito; estas zonas son susceptibles a la erosión hídrica a través de surcos actualmente en formación

### **Empinada**

Se ha considerado como zonas de pendiente empinada a las que presentan entre  $30^{\circ}$  y  $40^{\circ}$  de inclinación. Está reducida a la zona de terrazas y laderas, vinculados directamente a los MM existentes, se encuentran ubicados por debajo de la Asociación de Vivienda Altiva Canas, casi la totalidad de la ladrillera Sarita Colonia presenta este tipo de pendientes no son aptas para la construcción de viviendas, la existencia de estas zonas está vinculada directamente con la construcción de la carretera con orientación NE-SO dentro de la ladrillera Sarita Colonia así como al material de desmonte vertido en la parte alta de dicha fabrica. Presenta erosión hídrica intensa y movimientos en masa activos.

### **Muy empinada**

Presentan pendientes mayores a  $40^{\circ}$  de inclinación, se presentan en los límites de las terrazas que se encuentran ubicadas dentro de la propiedad de la ladrillera Sarita Colonia, la zona más importante se encuentra ubicada por debajo de las MZs P,Q y R de la Asociación de Vivienda Altiva Canas.

El origen para que el terreno presente este tipo de inclinación está relacionado a la intensa actividad extractiva de los materiales sueltos existentes (arena, limo, arcilla) para la fabricación de ladrillos. Actualmente estas zonas vienen siendo erosionadas por las precipitaciones pluviales a través de surcos, principalmente por debajo de las Mzs P y Q.

A continuación se muestra la distribución de las áreas en función a las pendientes, donde se observa que el 57% comprende pendientes entre  $0^{\circ}$  y  $10^{\circ}$  (Ver Mapa M-07).

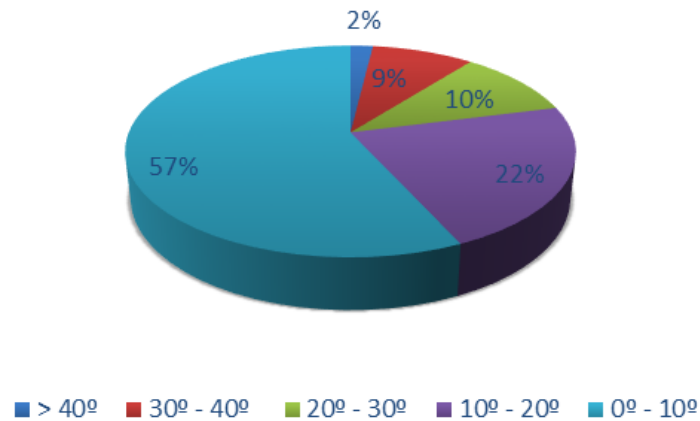


Figura N° 4.33.- Distribución de áreas por pendientes  
Fuente: Equipo consultor Allin Puriy, 2014.

#### 4.4.1.6 Uso Actual De Suelos

##### a.- Asentamiento humano - Expansión urbana

En la actualidad San Jerónimo experimenta un proceso de ocupación urbana desordenada y no planificada, más aún si guarda relación con las condiciones básicas de habitabilidad que consideran a los peligros de geodinámica externa.

Así tenemos que, una tasa de crecimiento urbano de 5.69 a nivel distrital, la más alta registrada en su historia demográfica, por lo que las proyecciones alcanzan igualmente cifras importantes de crecimiento, para el 2013, la población se calculó en 41,365 hab, es decir 11,687 hab. más que en el 2007; para el 2018 se estima una población de 54,551 hab., que significa 24,873 hab. más que en el 2007. Finalmente, para el 2023 se proyecta una población de 71,941 hab. que correspondería a 5.26 veces la población urbana de 1993 o 42,263 hab. más que en el 2007.

Esta explosión demográfica será absorbida por las actuales zonas de expansión urbana y por aquellas zonas en las que se pudiera absorber población producto de la consolidación y el crecimiento en altura.

Es evidente que aun con la condición de peligro existente en la zona de estudio la presión de ocupación está presente ya sea por propietarios, posesionarios o inquilinos que no cuentan con alternativas u oportunidades de acceso a la vivienda digna y segura.

#### **4.4.2 Factores Desencadenantes**

A continuación haremos un análisis cualitativo de los factores desencadenantes existentes en la zona.

##### **4.4.2.1 Hidrometeorológicos**

###### **a.- Precipitaciones Pluviales**

Las precipitaciones pluviales al sobresaturar los suelos pueden generar el movimiento en masa debido al aumento en el peso y junto a la pendiente al incremento en la velocidad de una determinada área.

Para el presente estudio se realizó el análisis de la temporada de lluvias del 2009 – 2010 (octubre, noviembre, diciembre 2009 y enero, febrero, marzo 2010) periodo en el que se presentó la mayor cantidad de precipitaciones pluviales “lluvias milenarias” en Cusco en las últimas décadas y de la temporada de lluvias 2012 – 2013 (octubre, noviembre, diciembre 2012 y enero, febrero, marzo 2013) temporada en la que ocurrió el deslizamiento rotacional que afectó a la Asociación de Vivienda Altiva Canas, el 3 de enero del 2013.

Para dicho análisis se consideraron los datos pluviométricos (registrados a las 07:00 am y a las 5:00 pm.) de la estación meteorológica de Kayra (Ver Anexo 07), ubicada a 3.5 Km del área de estudio en línea recta, en las coordenadas UTM: 188793.81 E y 8499440.99 S.

Ambas temporadas de lluvias no se consideraron los registros de precipitaciones de los meses de febrero y marzo por no ser relevantes para el estudio, debido a que el deslizamiento en Altiva Canas sucedió a inicios del mes de enero.

**Temporada de lluvias 2009 – 2010**, el mes de octubre registra la menor cantidad de precipitación con 8.3 mm, mientras que el mes de enero presenta la mayor con 271 mm. Existió mayor precipitación durante las 05:00 pm y las 07:00 am, aproximadamente con una relación de 1 a 3, esto es importante porque incrementa el riesgo, debido a que las personas por no estar preparadas para evacuar sus viviendas en la noche debido a las condiciones del Asentamiento Humano (rutas de evacuación, alumbrado



público, etc) e inclusive por ser horario de descanso las personas pueden ser afectadas por el colapso de las viviendas. (Ver Cuadro N° 4.10).

La precipitación acumulada en este periodo suma 0.45 metros de altura y al realizar un análisis más específico entre el 01 de octubre del 2009 y el 3 de enero del 2010 se observa una precipitación acumulada de 0.185 metros de altura, es decir casi 20 cm. Este valor multiplicado por el área que ocupa la zona de estudio nos daría un volumen igual a 4,138.00 m<sup>3</sup> que equivalen a 4,138 kilos. Así mismo, al considerar solo el área de influencia del deslizamiento rotacional se obtiene 2,353.29 kilos de incremento del peso ocasionado por lluvias en la zona de estudio.

**Cuadro N° 4.10.- Precipitación acumulada de la temporada de lluvias 2009-2010.**

Mes	Precipitación Acumulada (mm)		Total (mm)
	07:00 am	05:00 pm	
Octubre 2009	0.2	8.1	8.3
Noviembre 2009	81.2	7.5	88.7
Diciembre 2009	40.2	40.1	80.3
Enero 2010	217	54.3	271.3
Total	338.6	110	448.6

Fuente: Equipo consultor Allin Puriy, 2014

**Temporada de lluvias 2012 – 2013.-** octubre sigue siendo el mes con menor registro de precipitaciones con 20.8 mm y el de mayor precipitación es enero con 180.5 mm. Al igual que en el análisis anterior existió mayor precipitación durante las 05:00pm y las 07:00 am, con una diferencia de 100 mm entre ambos (Ver Cuadro N° 4.11). La precipitación acumulada en este periodo suma 0.43 metros de altura y específicamente entre el 01 de octubre del 2012 y el 3 de enero del 2013 se registró una precipitación acumulada de 0.285 metros de altura, es decir casi 30 cm., 10 unidades por encima del registro en la temporada de lluvias 2009-2010. Este valor multiplicado por el área de estudio nos daría un volumen igual a 6,374.76 m<sup>3</sup>, su equivalente vendría a ser de 6,374.76 kilos, cifra mayor a la registrada en la temporada de lluvias 2009 – 2010. Finalmente, al considerar el área de influencia del deslizamiento rotacional corresponderían a **3,625.34 kilos de incremento** por lluvias.

En conclusión las precipitaciones pluviales aumentaron el peso del área de estudio, debido a la saturación del suelo, más aun tomando en cuenta la alta porosidad de algunos sectores inconsolidados (desmonte), sumado a otros factores como la geología, la pendiente, la escasa cobertura vegetal y la carencia de un adecuado sistema de evacuación de aguas; este incremento en el volumen fue de 3,625.34 kilos, 1,272.05 kilos por encima de los valores registrados en la temporada de lluvias milenarias 2010, constituyéndose en un factor desencadenante para los movimientos en masa del 03 enero del 2013.

**Cuadro Nº 4.11 Precipitaciones acumulada de la temporada de lluvias 2012-2013.**

Mes	Precipitación Acumulada (mm)		Total (mm)
	07:00 am	05:00 pm	
Octubre	3.4	17.4	20.8
Noviembre	120	8.1	128.1
Diciembre	55.4	46.8	102.2
Enero	85.5	95	180.5
Total	264.3	167.3	431.6

Fuente: SENAHMI - Estación Granja Kayra.

#### **4.4.2.2 Geológicos**

##### **a.- Geología estructural**

En la región de Cusco, particularmente en el cuadrángulo de Cusco, existen varias fallas activas que han sido estudiadas a detalle por Sebrier et al. (1982) y principalmente por Cabrera (1988). Estas fallas han controlado la evolución tectónica y sedimentaria pliocuaternaria de la región y particularmente de las cuencas Cusco y Ccatcca.

##### **Geología Estructural Regional**

Las fallas activas de la región Cusco han sido divididas en dos sistemas: El sistema de fallas Cusco y el sistema de fallas Vilcanota (Cabrera, 1988). Dentro del sistema Cusco se han reconocido las fallas de Tambomachay, Tamboray, Qoricocha, Pachatusan, Cusco y Zurite, mientras que en el sistema Vilcanota están las fallas de Pomacanchis, Pampamarca y Langui. Por otro lado, la región está caracterizada por una importante actividad sísmica cortical relacionada a los sistemas de fallas activas. Hasta hace algún tiempo se consideraba como activa una falla que había experimentado

una o varias reactivaciones holocenas, es decir, en los últimos 10,000 años, sin embargo, ahora se considera falla activa aquella que ha tenido juegos durante el Cuaternario, es decir desde hace 2.5 millones de años (Ma.) y que potencialmente se reactivaría en el futuro (Ver Figura N° 4.34).

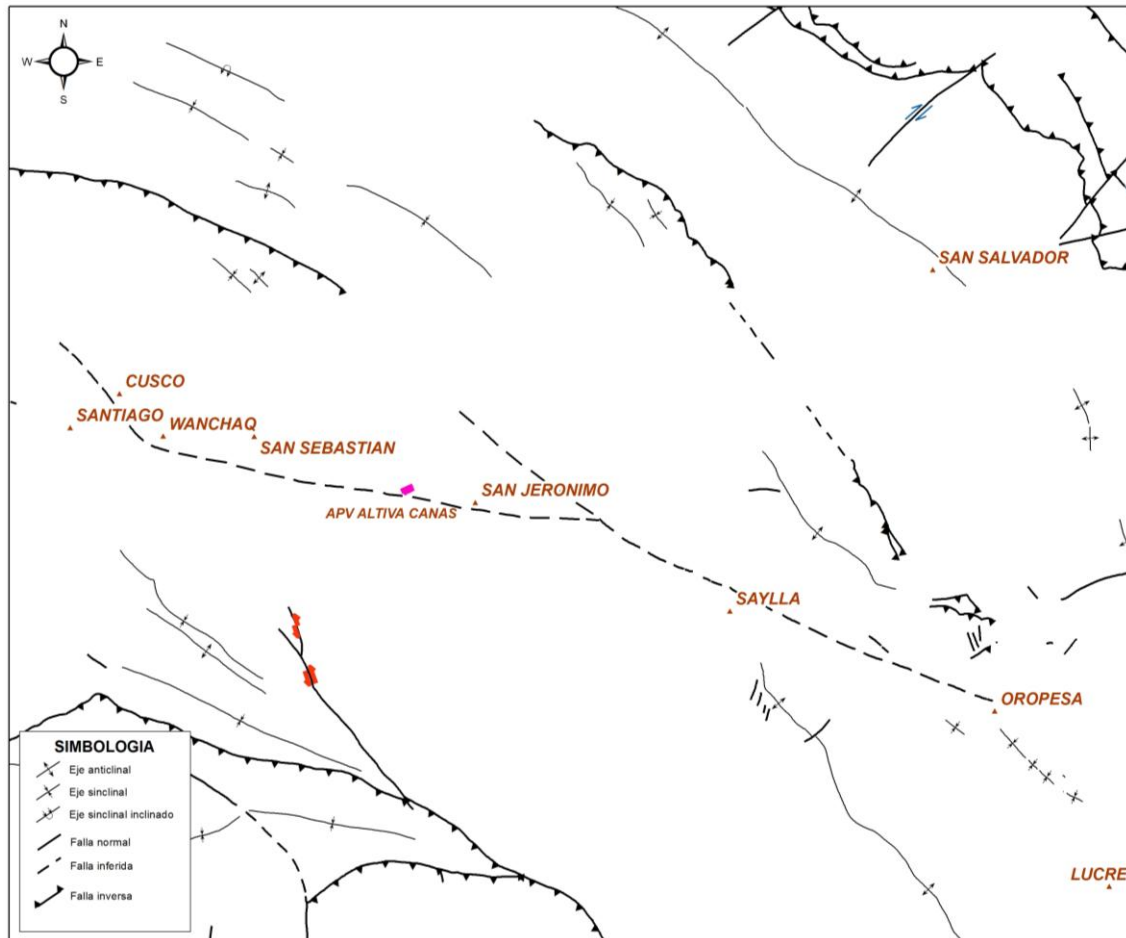


Figura N°4.34.- Mapa Geológico Estructural Regional.  
Fuente: Equipo consultor Allin Puriy, 2014.

### Falla Tambomachay

Es considerada la más importante de la provincia del Cusco, se ubica al norte de la ciudad y separa la Meseta de Saqsaywaman de las Montañas del Cusco, es decir pone en contacto las formaciones del Grupo Yuncaypata (Cretácico) con las del Grupo San Jerónimo (Eoceno-Oligoceno). Esta falla pasa de una dirección NO-SE a ONO-ESE es un accidente antiguo que ha tenido muchos juegos, al menos desde el Mesozoico, y que en el Cenozoico ha tenido comportamientos con movimientos de rumbo e inverso (Carlotto, 1988). En efecto, la disposición

actual de las rocas indica que se trata de una falla inversa. Sin embargo, esta falla tiene evidencias de un juego cuaternario antiguo de 400 m de desplazamiento caracterizado por las facetas triangulares.

El plano de falla tiene un buzamiento entre 60 y 70° al sur, y está cubierto parcialmente por detritos de pendiente de los conos de deyección (Cabrera, 1988). Reactivaciones recientes de la falla Tambomachay han creado escarpas menores orientadas hacia el sur en el pie de la escarpa principal (Sébrier et al. 1982, 1985; Cabrera, 1988). Estas escarpas menores se muestran a lo largo de 18 km, exhibiendo ligeramente un patrón arqueado discontinuo entre N80°E y N125°E. Tienen un desplazamiento promedio de 2m y un desplazamiento máximo de 4 m en su terminación más occidental, es decir a una altura de 4,100 m, en el cuadrángulo de Urubamba (27-r). Las reactivaciones recientes han creado formas facetadas al pie de la escarpa, formando patrones en “V” que demuestran un claro movimiento normal reciente hacia el sur de la falla. Hacia el este, la falla activa desaparece bajo los conos aluviales de San Jerónimo, a una altura de 3400 msnm (Ver Figura N° 4.35).



Figura 4.35.- Falla Tambomachay.  
Fuente: C. Benavente – INGEMMET, 2012

### **Falla Pachatusan**

El sistema de fallas Pachatusan está conformado por escarpas con buzamientos al sur, que se extienden al pie de la montañas del mismo nombre, entre 3900 y 4400 msnm. Estas escarpas han sido talladas en las rocas volcánicas del Grupo Mitu (Triásico-Jurásico) y desplazan depósitos glaciares de morrenas y flujos del Cuaternario tardío (Cabrera, 1988). Tienen una longitud de 10 km y una dirección entre N130° y N140° con buzamiento entre 50 y 70°S. El desplazamiento es de 10 m como máximo. Las escarpas tienen formas en “U” cortando los valles glaciares demostrando claramente un movimiento normal muy reciente (Cabrera, 1988). También se han observado escarpas pequeñas discontinuas, con dirección NE-SO y E-O, estas tienen bloques hundidos al este y al sur.

### **Falla Cusco**

Las fotografías aéreas y las imágenes satelitales muestran un alineamiento NO-SE que coincide con el piso de valle del río Huatanay, desde Cusco hasta Saylla-Oropesa. Desde el punto de vista geológico se interpreta como una falla antigua sellada con los sedimentos cuaternarios de la Formación San Sebastián. Esta falla separa en parte el Altiplano de la zona intermedia con la Cordillera Oriental. Actualmente, esta estructura no muestra signos de reactivaciones recientes, sin embargo, durante el sismo del 21 de mayo de 1950 se observaron desplazamientos en terrenos recientes que afectaron la Formación San Sebastián. De acuerdo a Ericksen et al. (1954), las estructuras serían una consecuencia de la reactivación de la falla Cusco (Carlotto et al., 1996).

El reporte del terremoto superficial citado (Ericksen et al., 1954; Silgado, 1978) menciona muchas fisuras de dirección NO-SE entre San Jerónimo y San Sebastián a lo largo de 5 km de distancia, donde un nivel fue levantado en el sector sur del valle del Cusco. El mapa de isosistas de este sismo muestra el epicentro en el valle, y las curvas isosistas alargadas coinciden con la estructura NO-SE de la falla Cusco. Por otro lado, observaciones de campo del doctor Carlos Kalafatovich (inédito), luego del sismo, indican fracturas discontinuas en el suelo; ellas fueron

cartografiadas a lo largo de varios kilómetros entre San Sebastián y San Jerónimo. Esta observación es similar a lo manifestado líneas arriba, y se puede interpretar que correspondería a la reactivación de la falla Cusco. En consecuencia, la actividad de esta falla demostraría la existencia de una fuente sismogénica dentro del valle del mismo nombre, lo cual aumentaría el riesgo sísmico de la ciudad del Cusco y también de las poblaciones de la cuenca del río Huatanay.

### **Falla Urcos**

La falla Urcos se localiza entre Huambutío al NO y Urcos al SE, entre 3200 y más de 3600 msnm. Ella corresponde a la prolongación hacia el este de la falla Pachatusan. Tiene dirección NO-SE y limita bloques de rocas paleozoicas de la Formación Ananea con rocas meso-cenozoicas en el límite Cordillera Oriental-Altiplano. Esta falla corta el volcánico cuaternario de Cerapata (Cabrera et al., 1987) cuyas lavas más jóvenes han sido datadas por K/Ar en  $<0.7$  Ma (Kaneoka y Guevara, 1984). El río Vilcanota corta transversalmente la escarpa exhibiendo un antecedente de proceso del río. Así la geomorfología fluvial muestra un cañón escarpado donde el río Vilcanota corta un bloque emergente y muestra la unión de abanicos y terrazas aluviales con una amplia llanura del río Vilcanota donde se han desarrollado canales entrelazados (Cabrera et al., 1987). Por lo tanto, la tectónica extensional del Cuaternario parece ser responsable de la sedimentación fluvio aluvial dentro de las depresiones de Lucre y Andahuaylillas. Precisamente, la depresión de Lucre es una consecuencia de la neotectónica y de las actividades volcánicas. Así, el volcán Rumicolca bloqueó la salida del río Huatanay al Vilcanota, causando la formación de la laguna de Huacarpay y luego la migración de drenaje hacia el NE por Huambutío. Entonces la reactivación tectónica del sistema de fallas Urcos incrementó las malas condiciones de drenaje. En el borde oriental, la terminación de la falla parece ser un *sagpond* (laguna de falla) donde se ha emplazado la laguna de Urcos (Cabrera et al., 1987).

## **Geología Estructural Local**

Cabe mencionar que existe un sin número de pequeñas fallas que deforman las unidades litológicas de la cuenca del Cusco. Son estructuras de formación frágil (fallas) y de formación plástica (flexura) que han dislocado y alterado las secuencias sedimentarias que afloran a lo largo de la cuenca. Responden principalmente a los efectos de la deformación tectónica reciente a la Neotectónica (Ver Figura N° 4.36).

**Flexura de San Sebastián.-** Constituye la principal estructura compresiva, tiene una dirección N 120° E y su flanco Sur deprimido (Cabrera J. 1984) se extiende ampliamente desde la quebrada Tenéria donde se comporta como un sistema de pliegues simétricos (diatomita plegada) descansando sobre los paquetes caóticos y brechados de la formación Pumanmarca, para luego hacerse marcadamente deprimida (45° al Sur), siguiendo la trayectoria en la dirección Norte, la flexura San Sebastián se disloca hasta crear un sistema de fallas de dirección E-O con buzamiento al Sur. Esta estructura se extiende hasta la quebrada Cuichipata, donde se atenúa la deformación. Morfológicamente se manifiesta por la presencia de su borde sur con fuerte inclinación en dirección a la depresión del Cusco y la existencia de una red de canales y quebradas paralelas que desaguan hacia el río Huatanay. Se extiende desde el río Saphy hasta disipar en la línea de falla Tambomachay.

**Sistema de fallas Quencco.-** Son estructuras de formación frágil, ubicada en el borde Norte de la zona de San Sebastián, con marcada dirección E-O con buzamiento promedio de 70° al Sur.

**Falla Cachimayo.-** El esfuerzo de desgarre manifestado en la línea de falla ha logrado desplazar al sistema de falla Quencco en una diferencia aproximada de 150 m. hacia el Norte. Sobre la línea de falla que jugó probablemente en una etapa post-Pumanmarca se emplaza en el lecho del río Cachimayo.

El desplazamiento de la falla altera la continuidad de los depósitos de la formación Pumanmarca y probablemente en un juego posterior en la misma dirección de esfuerzo dislocado hasta debilitar los depósitos

suprayacentes de la formación San Sebastián a punto de haber erosionado hasta los sedimentos de la secuencia inferior.

Es fácil identificarla por la profundidad de su cauce, así como la amplia zona de debilidad creada y que actualmente juega a procesos de geodinámica externa.

**Falla Tenería.-** Responde al desplazamiento de una falla normal sinistral con buzamiento al Este con un rumbo variable que va de N-S (desembocadura del río Tenería en el río Cachimayo hasta la comunidad de Tticapata), para luego torcer bruscamente al NO – SE donde se disipa en la línea de falla Tambomachay. Esta falla desplaza los depósitos de la formación Pumanmarca y en etapas más recientes destruyó los depósitos de la formación San Sebastián suprayacentes a la formación Pumanmarca en la línea de rotura.

**Falla Pumanmarca.-** Se ubica al Norte de la flexura de San Sebastián, su orientación es de SO – NE, es una falla de rumbo que pone en contacto a la formación Pumanmarca con los depósitos Cuaternarios recientes.

**Falla Aucalle.-** Se ubica al NO de la población de San Sebastián y tiene una orientación NO – SE, esta empieza desde la misma población hasta cortar a la falla de Cachimayo que se encuentra en el río del mismo nombre.

Desde el punto de vista tectónico, la cuenca de la ciudad del Cusco se caracteriza por la presencia de estructuras cuaternarias desarrolladas dentro del régimen de esfuerzos compresivos y extensivos. Las principales estructuras compresivas se localizan esencialmente en el borde Norte de la cuenca, tales como la flexura de San Sebastián, sistemas de fallas inversas de orientación E – O con planos de buzamiento al Sur y al Norte. Las estructuras de extensión están conformadas por fallas normales centimétricas a métricas



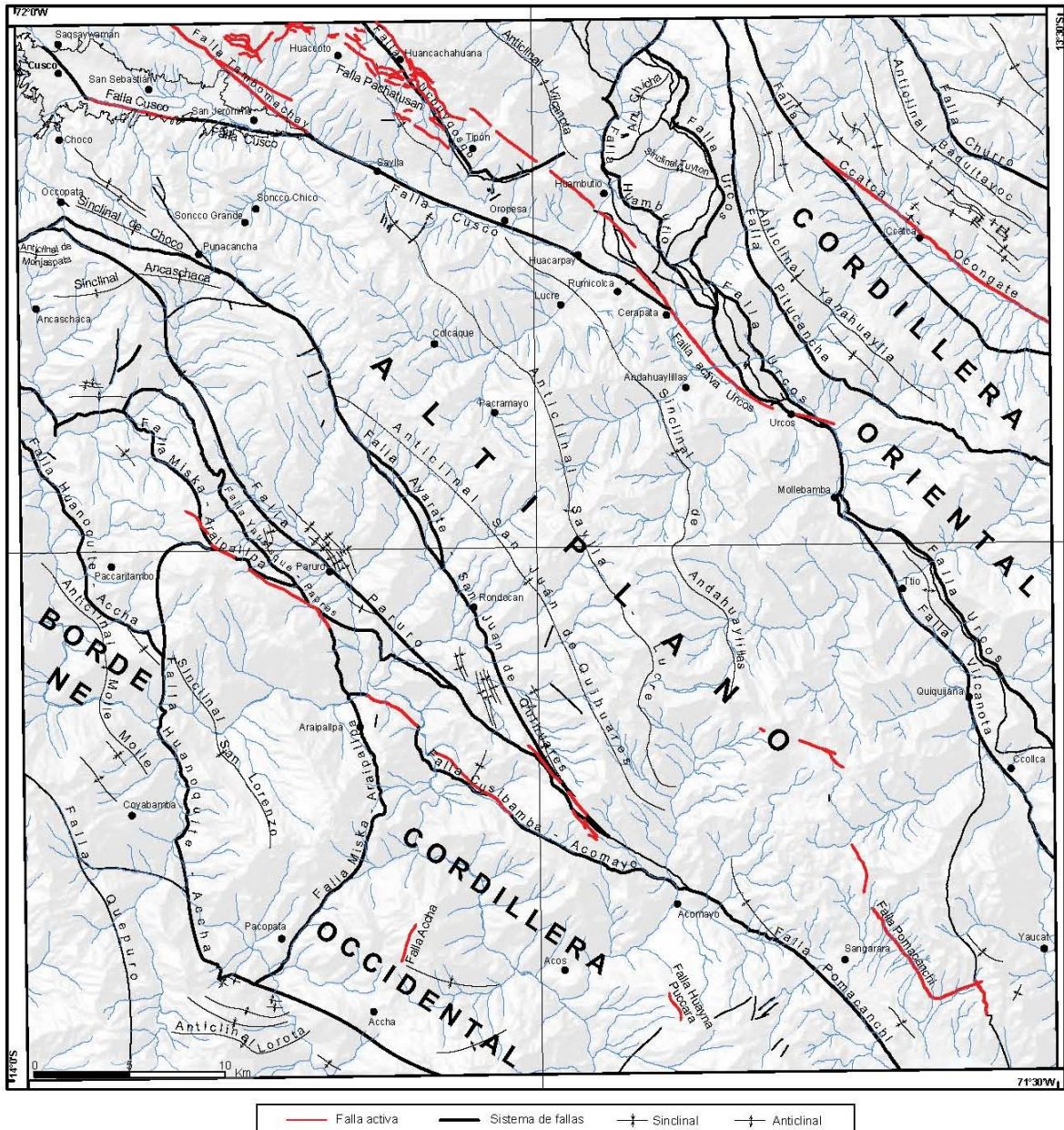


Figura 4.36.- Mapa neotectónico del cuadrángulo de Cusco

Fuente: Geología del cuadrángulo de Cusco. Bol. 138. hoja 28s. Evidencia una mayor actividad tectónica reciente en la zona de estudio

Dentro del área de estudio existen evidencias de fallas muy cercanas a la Asociación de Vivienda Altiva Canas, a continuación se presenta una descripción de las mismas:

La falla del Cusco, descrita líneas arriba atraviesa el distrito de San Jerónimo con una dirección ONO - ESE por debajo del área de estudio en el punto: 185611 8500568 (Ver Mapas M-02 y M-09).

En las visitas de campo se observó en la Avenida Red Energia del Perú un conjunto de 05 fallas que están afectando al basamento rocoso, conformadas por areniscas feldespáticas intercaladas con lutitas rojas altamente fracturadas de la formación Kayra cubiertas por los depósitos de tripoli calcáreo (Diatomitas) de color amarillento con presencia de óxidos. (Ver Figuras N° 4.37 y 4.38)

Las características de dichas fallas son las siguientes:

- Falla A: Dirección N66 y Buzamiento (Angulo de inclinación) 53 N. Ubicación - 185254 m E, 8500713 m S.
- Falla B: Dirección N77 y Buzamiento (Angulo de inclinación) 74 N. Ubicación - 185249 m E, 8500697m S
- Falla C: Dirección N312 y Buzamiento (Angulo de inclinación) 54 S. Ubicación - 185236 m E, 8500684 m S.

La estratificación de la roca para las fallas A,B y C presenta la siguiente dirección N84 y buzamiento de 27S

- Falla D: Dirección N290 y Buzamiento (Angulo de inclinación) 65 NE. Ubicación - 185159 m E, 8500650 m S.
- Falla E: Dirección N258 y Buzamiento (Angulo de inclinación) 85 NE. Ubicación - 185153 m E, 8500630 m S.

La estratificación que se presenta en este lugar donde se encuentran ubicadas las fallas presenta la siguiente dirección N115 y buzamiento de 23S

Este conjunto de fallas coinciden con la falla Cusco (inferida) convirtiéndose en fallas secundarias paralelas a la misma, por otro lado al hacer la proyección de la falla "B" hacia el Este, donde se encuentra el área de estudio (Ver Mapa M-09) se puede ver que coincide con los fisuramientos de las viviendas pertenecientes a la Asociación de Vivienda Altiya Canas, Urb. Patrón de San Jerónimo y APV. Nueva Alianza, este alineamiento casi paralelo a la Falla Cusco, se proyecta hacia la cárcava N° 01 (Ver Mapa M-09), lo cual intensifico el proceso erosivo en la misma.

Por lo antes expuesto, es irrefutable que los asentamientos humanos existentes en toda esta zona, llámese Urb. Patrón de San Jerónimo, Asociación de Vivienda Altiya Canas, APV Nueva Alianza y los demás que

son contiguos a estos, están asentados sobre una zona con intenso fallamiento, este hecho es de mayor preocupación considerando la existencia de un banco potente de arena en la parte superior de la terraza principal, donde están construidas las viviendas de dichos asentamientos humanos



Figura N° 4.37.-Fallas A, B y C ubicadas en la Avenida Red Energia del Peru  
Fuente : Equipo consultor Allin Puriy, 2014.



Figura N° 4.38.- Fallas D y E, ubicados en la margen derecha del rio Pillao Matao.

Fuente: Equipo consultor Allin Puriy, 2014.

### **b.- Actividad Sísmica**

El 80% de terremotos del mundo ocurren en el Círculo de Fuego del Pacífico, del cual forma parte el territorio peruano, el intercalamiento de placas tectónicas es el mecanismo generalizado responsable de la alta sismicidad y vulcanismo en el Perú. La subducción de la placa Nazca por debajo de la placa Sudamericana con una velocidad de 10 cm/año y un desplazamiento al este de la placa Sudamericana de 3 cm/año en promedio (Pardo, 1987) hacen de nuestro país un lugar susceptible a la ocurrencia de sismos. A nivel local, los sismos que ocurren en la zona del Cusco son bastantes localizados (en su mayoría), ligados a reactivaciones de fallamientos activos. Desde el punto de vista tectónico la sismicidad regional se desarrolla en el dominio de la intraplaca continental sudamericana, constituyendo la denominada Zona Sismogénica Superficial Oriental del Sur del Perú, que se caracteriza por presentar sismos principalmente superficiales y destructores como los ocurridos en Cusco en los años 1950 y 1986.

## **Análisis Histórico De Eventos Sísmicos - Sismicidad Histórica**

En la zona sur oriental del Perú, las grandes deflexiones de la cadenas de los andes y los grandes complejos de fallas activas, significan un peligro inminente. Si bien, las condiciones no son tan extremas como en la costa, existen registros y evidencia histórica del poder destructivo que se puede generar en esta zona del país, donde se encuentra la provincia de Cusco y los distritos que la conforman.

De acuerdo al libro Terremotos en el Perú de Enrique Silgado y Alberto Giesecke, publicado en el año 1981, y a los boletines sísmicos del Instituto Geofísico del Perú, se presenta la siguiente información:

**El año de 1581.-** Terremoto que provoco el hundimiento del pueblo de Yanaoca con todos sus habitantes.

**El 31 de Marzo de 1650.-** A las 14 horas, terremoto en el Cusco que derribo todas los templos y la mayor parte de las edificaciones generalizando los estragos en Abancay, Andahuaylas y otros pueblos de la comarca. Los Anales del Cusco, dejan entrever la desolación que causo este sismo en toda la meseta del Collao hasta sicasica (Bolivia) otros perjuicios y efectos están descritos por el P. Juan de Córdova, que describía; “en el pueblo de Yaurisque todo se asoló, cayeron las paredes del lugar, murieron 12 personas, El Br. Juan de arenas pereció con 20 indios yendo de Cuchoa al pueblo de Marcapata.

Se produjeron grandes deslizamiento de las partes altas de Pisac y Paucartambo, uno de ellos represo el curso del Río Apurimac. La tierra se agrieto en varios lugares, observándose disturbios en el nivel freático de las aguas de escorrentía cerca del pueblo de oropesa.

En lima se sintió este movimiento, alcanzando intensidad como para causar algunos deterioros. Hasta el 3 de abril se contaron en el Cusco más de 260 temblores entre más de 30 tan intensos como el primero y más breves en tiempo (Ver Cuadro N° 4.12).

**El 17 setiembre de 1707.-** Terremoto en el distrito de Ccapi, provincia de Paruro, Cusco, 50 muertos

**El 19 de Noviembre de 1744.-** A las 06:30 horas, ocurrió un sismo en el Cusco que agrietó la bóveda de la Iglesia La Merced y las paredes de

varias viviendas. De la Catedral e iglesias cayeron las estatuas, aproximadamente tuvo una magnitud de 6.0.

**El 11 de Febrero de 1746.-** En el distrito de Urcos, Cusco, se registraron de 9 a 11 temblores que provocaron daños en los templos y destruyeron muchas viviendas. En Acomayo se desplomó la Iglesia. Hasta el 15 de Febrero se registraron más de 90 réplicas

**El 4 de noviembre de 1913.-** A las 16:33 violento sismo en la provincias de Aymaraes, departamento de Apurímac, destrucción de los caseríos de Casaya, Soraya, Tarray Puente, Huaquipa, Sañaica; fuertes daños en las aldeas de Colcabamba, Amoray y en otras, murieron alrededor de 150 personas, En Challhuanca capital de la provincia se sintió con fuerza, en Abancay, capital del Departamento ocasiono algunos daños a las construcciones, más al norte. de Andahuaylas y Ayacucho, la intensidad del sismo declino notablemente.

**El 9 de abril de 1928.-** Al medio día, se desencadeno un sismo en la provincia de Carabaya según los informes de las autoridades, la zona más afectada comprendía un rectángulo de 50 m de lado cuyo largo estaba formado por parte del rio Esquilaya hasta su desembocadura en el rio Inambari y cuyo ancho variaba de 1 a 4 km, Los derrumbes de los taludes dese el rio, formaron una represa natural que más tarde se rompería. A causa de los derrumbes ocurrieron dos muertos y ocho desaparecidos El movimientos se sintió intensamente en la ciudad de Puno, Cusco, Huancane y en los pueblos de Putina, Caserio de Vilquechico y Cuyocuyo

**El 18 de setiembre de 1941.-** A las 8:15 hrs un fuerte movimiento sísmico en el Cusco, daño varias iglesias, capillas, edificios públicos y viviendas, Grado VI, VII, MM, el movimiento se sintió en Abancay y en los pueblos de Pararca. Las lecturas de los sismogramas de La Paz, Bolivia indicaban una distancia epicentral de 510 Km (Ver Cuadro N° 4.12).

**El 21 de Mayo de 1950.-**A las 13:28 horas, terremoto en la ciudad del Cusco, que daño en más de un 50% sus edificaciones y viviendas, perecieron unas 120 personas y fueron heridas unas 275. El área epicentral estuvo confinada al valle del Cusco, (unos doce km<sup>2</sup>),

circundada por un área de quinientos Km<sup>2</sup>, afectadas por una destrucción en menor escala. El movimiento se sintió en una área elíptica de 16.000 km<sup>2</sup>, comprendida entre los paralelos 13°13' y 14°30' de Lat S, y los meridianos 71°15' a 72°55' Log W, se estimó que la intensidad en el área epicentral alcanzo el grado VII MM (Ver Cuadro N° 4.12).

*Efectos sobre las construcciones:* Entre los edificios que más sufrieron a consecuencia del terremoto, estuvieron los templos reliquias arquitectónicas erigidas hace 250 a 300 años, con muros hechos de bloques de piedra con techos abovedados de ladrillo, sustentados en arcos de piedra. Los campanarios fueron los más deteriorados, derrumbándose algunos de ellos. También resultaron muy averiadas las antiguas construcciones de adobe y piedra a ladrillo, se observó que muchas de las combinadas de antigüedad construcciones de adobe y las combinadas de adobe piedra o ladrillo, habían sido lesionadas por el fuerte sismo de 18 de diciembre de 1941, completándose su destrucción en 1950.

*Efectos en el terremoto:* después del terremoto, en el lado sur del valle, al SE del pueblo de San Sebastián, se observó en una longitud de 5Km. Una zona de extensa figuración, las grietas eran de forma irregular y varían de abertura desde algunos centímetros hasta 2 metros de profundidad, y en longitudes de 10 a 50 metros, encontrándose tanto en terrenos secos como húmedos.

Los deslizamientos fueron de magnitud reducida y ocurrieron principalmente en algunas laderas escarpadas y en los taludes de gravas aluvionales.

*Efectos diversos:* Muchas estatuas cayeron de sus pedestales y en algunos casos el bloque superior se desquincho en su parte media girando 5 grados en una dirección anti horaria. El nivel freático se levantó en el lado sur del valle. Áreas que habían estado casi secas antes del terremoto aparecieron cubiertas por diez a cuarenta cm de agua, semana y media después del sismo.

*Otros estudios:* La profundidad focal a base de intensidades observadas se estimó en unos 9 Km.

**El 08 de noviembre de 1961** a las 4: 30 horas, fuerte temblor en el distrito de Acos, provincia de Acomayo, Cusco, Intensidad de VI.

**El 08 de mayo de 1965** a las 5:23 pm, sismo destructor localizado en el pueblo de Urcos, desprendimiento de las laderas de los cerros. Intensidad Urcos VI y Cusco III MMI.

**El 03 de inicio de 1980.-** Fuerte temblor en Cusco. Intensidades de V y VI en Limatambo, en Urubamba, Pisac y Cusco IV.

**El 05 de abril de 1986.-** A las 3:15 pm ocurrió un sismo de magnitud Richter de 5.8 aproximadamente, 20 km al NO de la ciudad del Cusco, la Intensidad Mercalli Modificada máxima fue de VI según estimaciones del Instituto Geofísico del Perú (Ver Cuadro N° 4.12).

En la zona céntrica de la ciudad del Cusco se observaron daños de importancia en monumentos históricos, viviendas de adobe inclusive en estructuras de concreto armado mampostería de ladrilla, existió una gran cantidad de estructuras de adobe afectadas, con diversos tipos de fallas muchas de las cuales habían sido ya reparadas luego del sismo de 1950.

**Cuadro N° 4.12.- Parámetros de los Grandes Terremotos Ocurridos en la Región Cusco en los Siglos XVII, XX**

Fecha	Hora local	Latitud	Longitud	Lugar	Magnitud (MM)
31 de marzo de 1650	14:38	13.8	72.0	Cusco	7.2
18 de setiembre de 1941	13:15	14.0	72.0	Cusco	-
21 de mayo de 1950	18:38	14.0	72.0	Cusco	6.0
05 de abril de 1986	17:15	-	-	Cusco	5.8

Fuente: Estudio geodinámico del distrito de San Jerónimo. Corporación Allin Puriy, 2013.

### **Fallas Activas Locales**

La ciudad del Cusco está rodeada por varias fallas activas, dentro de las cuales, las que poseen una actividad comprobada son las de Tambomachay y Qoricocha, que parecen haber sido activadas durante el sismo del 05 abril de 1986.

La falla Tambomachay (Sebrier et al. 1982) se localiza a unos 4 Km (promedio) al norte de la ciudad del Cusco, tiene una dirección N 110° a N 130° con buzamientos que varían entre 70°E y 80°E hacia el sur, afecta



esencialmente a las rocas pertenecientes a los Grupos San Jerónimo y Yuncaypata.

El estudio de sus estriamientos indica movimientos inversos, transcurrentes y normales. Las fallas de la laguna de Qoricocha, están localizadas a 15 Km. al noreste de la ciudad del Cusco, bordean la parte oriental y septentrional de la laguna de Qoricocha. La primera denominada “Falla Huanacaure”, tiene orientación NO-SE, aflora en unos 3 Km. es una falla normal con buzamiento entre 70° y 80° hacia el sur, acompañada de un movimiento dextral. Por otro lado la “Falla Qoricocha” no muestra muchas evidencias morfológicas de actividad anterior, pero sí actualmente. Existen además, escarpas muy recientes de Fallamientos asociados a aguas subterráneas, que debemos considerar, como las fallas de Larapa y Huaccoto, que son materia de recientes estudios, desarrollados por INGEMMET, a través de la actualización del mapa neotectónico y fallas activas y peligro sísmico de la región Cusco (Ver Cuadro N° 4.13).

**Cuadro N° 4.13.- Fallas Activas que podrían generar Sismos Locales**

Nombre de la Falla	Tipo	Escarpe	Longitud	Material	Coordenadas Referenciales – UTM 18 Sur	
Layo	Normal	15 m	14 km	Depósitos glaciares	912043	8390719
Amaru	Normal	15 m	18 km	Depósitos fluvio-glaciares	904740	8443524
Paruro	Inversa	5 m	10 km	Depósitos aluviales		
Pachatusan	Normal	6 m	16 km	Depósitos fluvio-glaciares	846317	8501947
Qoricocha	Normal	6 m	23 km	Depósitos aluviales-lacustres	809803	8508126
Tambomachay	Normal	6 m	22 km	Depósitos aluviales	179369 – 19S	8508127 – 19S

Fuente: INGEMMET

A partir del análisis de las figuras 4.37, 4.38 y de los cuadros 4.13 y 4.14, comprobamos que la actividad sísmica es activa hasta el año 1986, por otro lado de acuerdo al Mapa M-09 se distingue que el área de estudio, presenta fallamientos locales asociados a la falla inferida Cusco los cuales atraviesan las poblaciones aledañas a esta, prueba de ello lo constituyen los alineamientos de fisuras en las viviendas, adicionalmente a esta información se presenta registros sísmicos elaborados por el IGP y que fueron publicados por distintos medios de prensa en los que se muestran movimientos sísmicos de menor intensidad entre diciembre del 2011 y diciembre del 2012, **el de mayor magnitud (5.2 grados) ocurrió 4 días antes del deslizamiento** en la Asociación de Vivienda Altiva Canas, por tanto consideramos que fue uno de los factores desencadenantes para la ocurrencia del deslizamiento rotacional (Ver Cuadro N° 4.14 y Anexo 06).

**Cuadro N° 4.14.-Sismos registrados en Cusco entre el 2011 y el 2012**

Fecha	Magnitud	Intensidad	Epicentro	Lugar	Hora
31/08/2011	3.7 grados	II	4 km al NE de Cusco, tuvo una profundidad de 18 km	Inmediaciones de la falla de Tambomachay	01:37 a.m
21/11/2011	3.8 grados	II	4 km al NO de la ciudad imperial, tuvo una profundidad de 12 km	Cusco	3:35 p.m
19/08/2012	4 grados	II	16 km al norte de la ciudad del Cusco, a una profundidad de 12 km	Cusco	2:19 p.m
21/10/2012	3.9 grados	II	4 km al NE de Cusco, tuvo una profundidad de 12 km	Cusco	8:33 a.m
30/12/2012	5.2 grados	II	54 km al NE de la ciudad imperial a una profundidad de 169 km	Cusco	3:49 p.m

Fuente: Estudio geodinámico del distrito de San Jerónimo. Corporación Allin Puriy, 2013

## **Sismicidad en la Región Cusco y San Jerónimo**

### **Catálogo sísmico**

El catálogo sísmico viene a ser una base de datos válida para realizar cualquier estudio en sismología. En tal sentido, debe contener los

parámetros que caracterizan a un sismo calculado bajo las mismas condiciones del contorno, con la finalidad de constituir una lista de los eventos homogéneo. Entonces, tomando en cuenta la época en que ocurrieron los terremotos, se tienen dos tipos de catálogos, el primero es un catálogo del periodo histórico que agrupa a los eventos cuyas características sísmicas fueron obtenidas a partir de datos históricos, es decir en función a las descripciones encontradas en manuscritos acerca de los efectos que los terremotos causaron en los centros poblados y como las poblaciones los percibieron. A partir de esta información se realizaron estimaciones para elaborar un catálogo de los sismos infiriendo de los relatos, los parámetros hipocentrales. El segundo, es el catálogo del periodo instrumental, que se refiere a la lista de eventos sísmicos que fueron registrados instrumentalmente y cuyos parámetros hipocentrales son más precisos.

En el Perú se han realizado trabajos para generar un catálogo sísmico con eventos del periodo histórico, que comprenden terremotos ocurridos entre 1500 y 1982, autores como Silgado (1978) y el Instituto Geofísico del Perú – IGP (Huaco, 1986 y Tavera et al. 2001) recopilaron información examinando una serie de fuentes, donde muchos de los eventos grandes o destructores han sido descritos por más de un autor. El presente documento toma en cuenta ambos catálogos para identificar los sismos más importantes ocurridos en la región Cusco, pero solo con fines descriptivos.

Por otro lado están los catálogos para el periodo instrumental que constan de datos más precisos de los terremotos durante el periodo de 1970 al 2011. Para el Perú se cuenta con dos catálogos importantes de la sismicidad, siendo el primero emitido por el IGP (Huaco, 1986, Tavera et al. 2001 y Tavera et al. 2007).

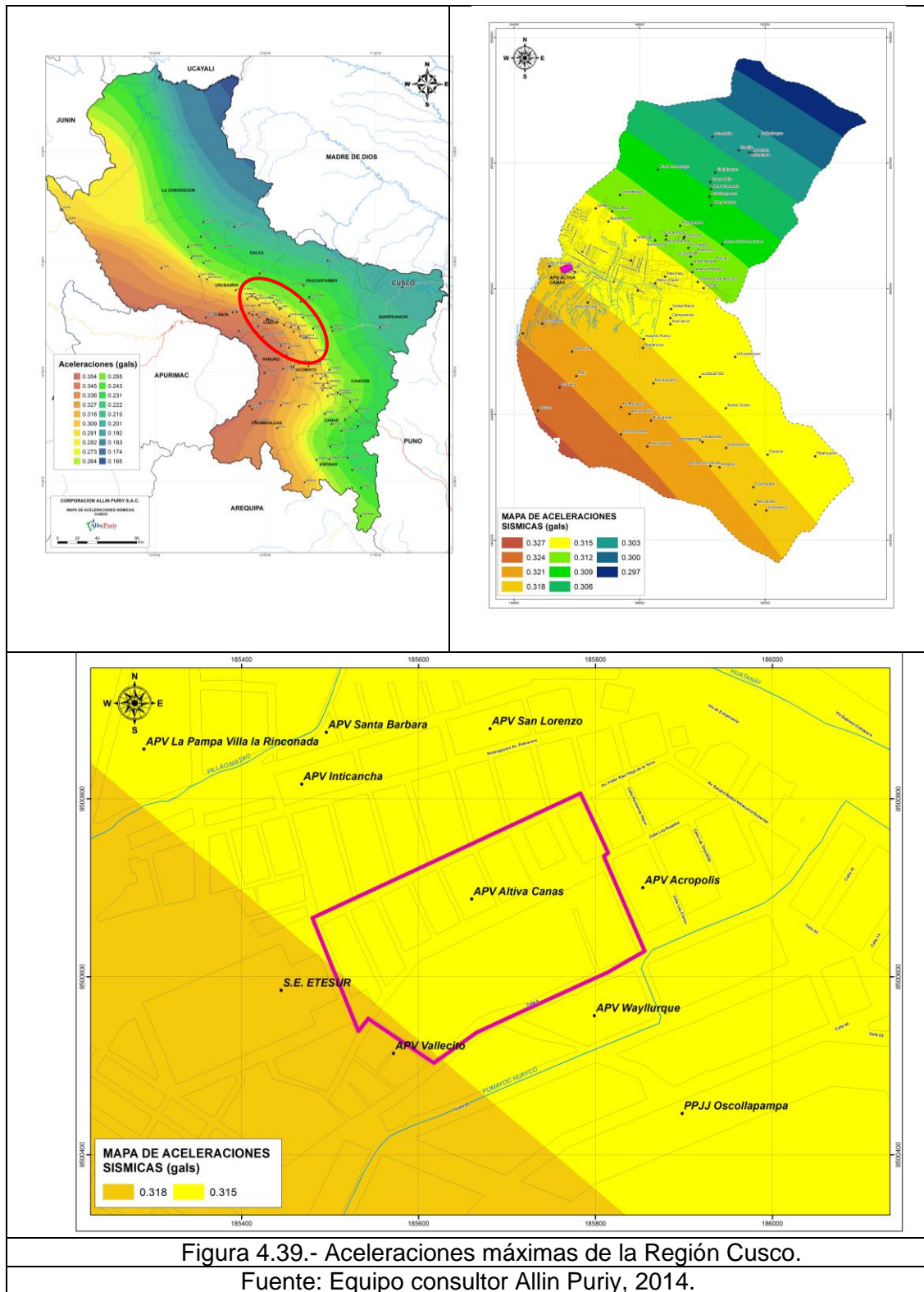


Figura 4.39.- Aceleraciones máximas de la Región Cusco.  
Fuente: Equipo consultor Allin Puriy, 2014.

### Análisis de Peligro Sísmico

A partir del análisis del catálogo sísmico y los estudios de suelos realizados en el Estudio Geodinámico del distrito de San Jerónimo (2013), se logró

determinar en forma probabilística las aceleraciones sísmicas que podrían presentarse, teniendo como resultado que la Asociación de Vivienda Altiva Canas está expuesta a aceleraciones que van de 0.315 a 0.318 gals.

Dichos valores están en la escala VII de Mercalli y su percepción por parte de la población la sitúa como Muy fuerte (Ver Cuadro N° 4.15).

**Cuadro N° 4.15.- Relación de la Aceleración sísmica y percepción del misma por la población**

Escala de Mercalli	Aceleración sísmica (gals)	Percepción del sismo
I	< 0.0017	No apreciable
II-III	0.0017 - 0.014	Muy leve
IV	0.014 - 0.039	Leve
V	0.039 - 0.092	Moderado
VI	0.092 - 0.18	Fuerte
<b>VII</b>	<b>0.18 - 0.34</b>	<b>Muy fuerte</b>
VIII	0.34 - 0.65	Severo
IX	0.65 - 1.24	Violento
X+	> 1.24	Extremo

#### 4.2.2.3 Inducidos por la Acción Humana

##### a.- Sobreexplotación de recursos naturales

**Recurso suelo.-** Se centra principalmente en la excavación y extracción de arcilla y arena para la elaboración de ladrillos por parte de la fábrica Sarita Colonia, ubicada al Este de la Asociación de Vivienda Altiva Canas en un área de 30 000 m<sup>2</sup> aproximadamente; según testimonio del Sr. Alberto, hermano de Marianela Arizabal Vargas, propietaria de la fábrica de ladrillos Sarita Colonia. El año 1997 compraron un terreno de 20,000 m<sup>2</sup> a la Comunidad Campesina La Rinconada, adicionalmente a esta compra entre los años 2001 y 2003 se compraron 10,000 m<sup>2</sup>. Cabe aclarar que para efectos del presente trabajo el área considerada asciende a 1.97 Ha, es decir 19,700 m<sup>2</sup>, debido a que no se tuvo acceso al área real de la ladrillera, inclusive se tiene conocimiento que ésta vendió lotes ubicados al Este de su propiedad, que hace mas inexacta su actual ubicación.

Esta fábrica inicia sus operaciones el año 2000 aproximadamente con 15 trabajadores y en el año 2005 incrementa su capacidad a 50, llegando a producir hasta 200 millares de ladrillos al mes (Anexo N° 02).

La extracción de la materia primamaterial del talud que soporta la parte Este de la Asociación de Vivienda Altiva Canas, en una primera etapa se hizo en forma gradual sin tomar las medidas de seguridad adecuadas, en una segunda etapa la fábrica de ladrillos habría solicitado a los responsables de una obra que ejecutaba el Gobierno Regional Cusco en la vía expresa, el traslado del producto de la remoción de tierra hacia el lugar donde se había erosionado el talud natural y de esta forma continuar con la elaboración de ladrillos, para ello los volquetes debían pasar por las calles sin asfaltar de la Asociación hasta llegar al límite entre la esta y dicha ladrillera, estos volquetes trasladaban estos materiales en un número de 20 a 30 viajes por día,

Es necesario mencionar la inadecuada disposición de los ladrillos deteriorados durante el proceso de elaboración, los mismos que son acumulados dentro de la ladrillera convirtiéndose en desmonte (Anexo N° 02).

**Recurso Agua:** En relación al recurso hídrico, existe un manante ubicado al Sur de la ladrillera Sarita Colonia (Ver Figura N° 3.3 y Cuadro N° 3.5) que fue utilizado para la fabricación de ladrillos.

**Efectos.-** La elaboración de ladrillos, de manera artesanal, tiene efectos sobre el recurso suelo, debido a que la extracción del material fino en grandes cantidades provoca la desestabilización de los taludes, alterando también la calidad del entorno paisajístico. Además, esta actividad afecta a la población ubicada en las zonas aledañas de manera directa, y de manera indirecta a la calidad ambiental de la ciudad de Cusco, por la generación de grandes cantidades de polvo y humo.

**b.- Ocupación Urbana.-**

La ocupación urbana actual de la Asociación de Vivienda Altiva Canas, con un nivel de ocupación importante, no cumple con el Reglamento Nacional de Edificaciones en relación a las disposiciones sobre habilitaciones urbanas.

- No se cumplió con la Norma Técnica O.S. 060 Drenaje Pluvial Urbano en la que se establecen los criterios generales de diseño que permitan la elaboración de proyectos que comprendan la recolección, transporte y

evacuación a un cuerpo receptor de las aguas pluviales que se precipitan sobre un area urbana lo que ha generado un incremento de peso en el suelo por las precipitaciones principalmente del mes de enero del año 2013.

*“La persistencia de las lluvias ha hecho que los rangos históricos sean superados ampliamente en Cusco, en diciembre del 2012 y enero de este año. **En diciembre, el Senamhi registró un exceso de lluvias en el rango de 300% y 250%**, y en enero se prevé que las cifras podrían repetirse. Por lo menos hasta el 10 de enero hubo un exceso de lluvias en 20%.”* (Diario La República, enero 2013).

- La cita anterior corrobora la existencia de factores desencadenantes tanto naturales como inducidos por la acción humana en respuesta a las condiciones del clima y el diseño urbano que debió implementarse, pero que por la calificación de Zona de Reglamentación Especial la Municipalidad distrital no podría aprobar ningún proceso de habilitación urbana.
- La población por su parte no implementó ningún sistema de evacuación de aguas pluviales.
- Se refiere igualmente que hubo una rotura de tuberías de desagüe en fecha 11 de Abril del 2011, un año y medio antes del deslizamiento. El area de estudio corre peligro de desplomar si el fenómeno de infiltración de aguas a lo largo de esta continúa y si se siguen realizando tajos de tierra para la extracción de material.
- Existe filtración de aguas servidas cerca a las Mzs T y S en las coordenadas 185617 E y 8500644 N (Ver Figura N° 4.40).
- Existen viviendas alrededor de la fábrica Sarita Colonia, tanto en la parte alta como baja, las cuales están en riesgo.
- Se refiere responsabilidad de la empresa prestadora del servicio de agua y desagüe en falta de mantenimiento de la tubería de desagüe que corrobora la presencia de factores desencadenantes del deslizamiento en el área de estudio.

- Actualmente, inclusive existe una conexión precaria de desagüe que conecta a la red matriz ubicada en la parte baja, donde se evidencia el deslizamiento.



Figura N° 4.40.- Conexión de agua en mal estado altamente vulnerable.

Fuente: Equipo consultor Allin Puriy, 2014

La mayoría de edificaciones de la asociación no cuentan con tratamiento impermeabilizante de pisos interiores en las viviendas, hecho que genera mayor infiltración de aguas a los suelos además del peso propio (cargas muertas) de las edificaciones en el borde superior del talud.

Por otro lado, se suma a ello la explotación de material del talud de la ladrillera Sarita Colonia desde los inicios de producción de ladrillo hacia el año 2000. Se refiere al respecto en el acta policial que los damnificados del deslizamiento del 2013 indican que los trabajos realizados en la parte baja trajeron como consecuencia el deslizamiento del terreno con agrietamientos visibles de un aproximado de 300 m. lineales y la afectación de 16 predios.

#### **4.5 MAPA DE PELIGRO**

De acuerdo al manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales (CENPRED, 2013) se tomaron en consideración dos aspectos:



a. Caracterización.- se tomaron los parámetros de textura de suelos, pendientes, erosión de suelos y velocidad de desplazamiento, estos describen las características propias de los peligros dentro de un área establecida previamente, los mismos que fueron descritos ampliamente en su momento.

A continuación se muestran los rangos y pesos específicos para cada uno de los parámetros (Ver Cuadro N° 4.17):

**Cuadro N° 4.17.- Caracterización de Movimientos en masa en el área de estudio.**

<b>Caracterización</b>	<b>Rango</b>	<b>Peso</b>
Textura de suelos (Peso específico = 0.548)	Suelo limoso (ML)	0.503
	Roca arenisca con intercalación de lutitas (Roca)	0.035
	Suelo arcillo limoso (CL-ML)	0.260
	Suelo arenoso con presencia de limos (SM)	0.068
	Suelo arcilloso inorgánico (CL)	0.260
Pendiente (Peso específico = 0.306)	0° - 10°	0.035
	10° - 20°	0.068
	20° - 30°	0.134
	30° - 40°	0.260
	> 40°	0.503
Erosión (Peso específico = 0.101)	Zonas de escurrimiento superficial	0.035
	Zonas parcialmente erosionadas	0.068
	Zonas de ladera con erosión intensa	0.134
	Zonas inestables	0.260
	Zonas muy inestables	0.503
Velocidad de Desplazamiento (Peso específico = 0.045)	Espacio en blanco	0.001
	Caída de suelos	0.068
	Deslizamiento rotacional de suelos	0.068
	Deslizamiento Inactivo	0.035
	Flujo de Lodo	0.26
	Flujo de Tierra	0.26

Fuente: Adaptado del Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales. CENEPRED, 2013

b. Factores condicionantes.- son aquellos que predisponen la ocurrencia de los movimientos en masa, estos son: relieve, tipo de suelo, cobertura vegetal y uso actual de suelos.

Para obtener el valor de los factores condicionantes fue necesario utilizar la siguiente fórmula:

$$\sum_{i=1}^n \text{Factor}_i \times \text{Descriptor}_i = \text{Valor}$$

A continuación se muestran dichos factores con sus respectivos rangos y pesos específicos (Ver Cuadro N° 4.18).

**Cuadro N° 4.18.- Factores condicionantes de Movimientos en masa en el área de estudio.**

Condicionantes	Rango	Peso
Relieve (Peso específico = 0.145)	Deslizamiento	0.260
	Laderas	0.134
	Piso de Valle	0.035
	Surcos	0.068
	Terrazas	0.035
Tipo de Suelo (Peso específico = 0.515)	Suelo limoso (ML)	0.503
	Roca arenisca con intercalación de lutitas (Roca)	0.035
	suelo arcillo limoso (CL-ML)	0.068
	Suelo arenoso con presencia de limos (SM)	0.134
	Suelo arcilloso inorgánico (CL)	0.068
Cobertura Vegetal (Peso específico = 0.058)	70 – 100 %	0.503
	40 – 70 %	0.260
Uso Actual de Suelos (Peso específico = 0.282)	Área Urbana	0.503

Fuente: Adaptado del Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales. CENEPRED, 2013.

En relación a los factores desencadenantes se realizó solo el análisis cualitativo de dos de ellos: precipitaciones fluviales (Ver punto 4.4.2.1, a.-) y actividad sísmica (Ver punto 4.4.2.2, b.-), el resto de los factores propuestos en el manual del CENEPRED (2013) no fueron considerados por no contar con información suficiente y estar fuera de contexto.

El valor del peligro se halla a partir de la aplicación de la siguiente fórmula:

$$\text{Fenomeno.Peso} + \text{Susceptibilidad.Peso} = \text{Valor}$$

Los pesos ponderados para la caracterización y la Susceptibilidad son de 0.64 y 0.36, respectivamente.

A partir de esta información se generó el Mapa M – 08, que prioriza como zona de peligro muy alto aquella en la que se presentan los movimientos en masa, la pendiente y el tipo de suelos principalmente, también toma en cuenta el análisis desarrollado en la elaboración del Mapa de movimientos en masa (Ver Mapa M - 01) en el que se menciona la existencia de dos cárcavas antes de la ocupación urbana y el asentamiento de la ladrillera Sarita Colonia en el área de estudio y a pesar de que actualmente no existen evidencia de las mismas, las figuras 4.16 y 4.17 además de los resultados obtenidos en la calicata C-03 son pruebas irrefutables de su existencia. Por último, es necesario tomar en consideración el tipo de suelos existente en la zona (Ver columna estratigráfica tipo, Anexo N 05) debido a que los fenómenos de licuación de suelos, filtración de agua y asentamientos están presentes en toda el área de estudio, es por ello que no se considera el nivel bajo de peligro dentro del análisis.

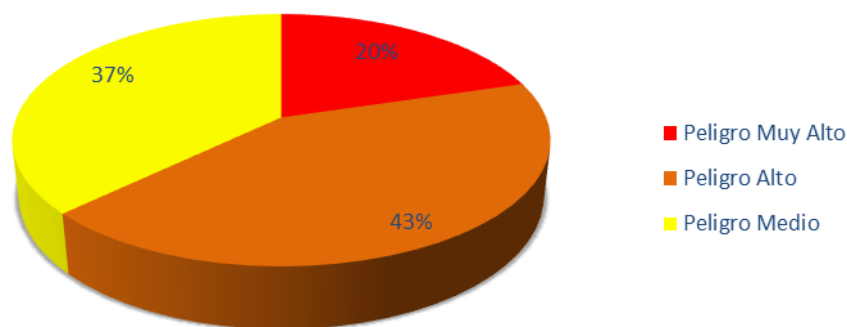


Figura N° 4.41.- Niveles de peligro en el área de estudio  
Fuente: Equipo consultor Allin Puriy, 2014

#### 4.6 ESTRATIFICACION DEL PELIGRO

Se desarrolló en base al análisis de peligros realizado de acuerdo a la normativa vigente, luego de haber elaborado el mapa de peligros que considera tres niveles: muy alto, alto y medio, además de sus rangos respectivos en función a sus características (Ver Cuadro N° 4.16).

A continuación presentamos las características de cada nivel.

**Cuadro N° 4.16.- Estratificación del peligro en el area de estudio**

Nivel	Descripción	Rango
<b>Peligro Muy Alto</b>	Relieve caracterizado por presentar terrazas secundarias; laderas y zonas con movimientos en masa activos tales como: deslizamiento rotacional, flujos de lodo, flujos de tierra, y caída de suelos, existen pruebas de la existencia de dos cárcavas que fueron rellenadas y actualmente son parte del área urbana; presenta una litología, característica a la Formación San Sebastián compuesto principalmente por limos, con una capacidad portante promedio de 0.47 Kg/cm <sup>2</sup> se encuentra ubicado en la zona de peligro geotécnico muy alto; su cobertura vegetal es escasa, caracterizada por presentar arbustos y plantas herbáceas; el uso actual del suelo es utilizado con fines industriales, principalmente para la extracción de arcilla y arena en la fabricación de ladrillos; el drenaje está conformado por surcos con orientación NO-SE, los mismos que erosionan el terreno de forma intensa; existe una intensa erosión antrópica del recurso suelo a partir del corte del talud en la ladrillera Sarita Colonia; los movimientos sísmicos que puedan presentarse podrían generar aceleraciones sísmicas de 0.315 gals con sismos de grado VII en la Escala de Mercalli; tiene pendientes con más de 20° de inclinación, es decir de moderadamente empinada a muy empinada.	De 0.260 a 0.503
<b>Peligro Alto</b>	Relieve caracterizado por presentar terrazas y zonas con movimientos en masa activos tales como: deslizamiento rotacional, flujos de tierra y deslizamiento inactivo hacia el NE, la cárcava N° 2 se encuentra afectando principalmente la ladrillera Sarita Colonia; presenta una litología, característica a la Formación San Sebastián compuesto por suelos arcillosos orgánicos y arcillosos limosos, con una capacidad portante que va de 1.0 a 1.2 Kg/cm <sup>2</sup> se encuentra ubicado en la zona de peligro geotécnico de medio a alto; su cobertura vegetal es muy escasa; el uso actual del suelo es utilizado para viviendas hacia el NO y con fines industriales hacia el SE donde están ubicadas las instalaciones y zonas de desmonte de la ladrillera; se aprecian dos surgencias de agua dentro de la ladrillera, mientras que el agua discurre libremente hacia el SE sin ningún control definido; los movimientos sísmicos que puedan presentarse podrían generar aceleraciones sísmicas de 0.315 gals con sismos de grado VII en la Escala de Mercalli; tiene pendientes de 0° a 20° de inclinación, es decir de plana –ligeramente inclinada a moderadamente inclinada.	De 0.134 a 0.260
<b>Peligro Medio</b>	Relieve caracterizado por estar asentado en terrazas; laderas; presenta una litología, característica a la Formación San Sebastián compuesto principalmente por suelos arenosos con limos, con una capacidad portante promedio de 0.83 Kg/cm <sup>2</sup> se encuentra ubicado en la zona de peligro geotécnico medio en la parte baja y alto en la parte alta; su cobertura vegetal es muy escasa, caracterizada por	De 0.068 a 0.134

	presentar arbustos y plantas herbáceas; el uso actual del suelo es de tipo urbano debido a la existencia de viviendas, calles, etc; el agua discurre principalmente por las calles existentes pendiente abajo hacia la ladrillera erosionando el terreno principalmente en forma laminar; existe erosión antrópica del recurso suelo a partir de construcción de viviendas en el sector; los movimientos sísmicos que puedan presentarse podrían generar aceleraciones sísmicas de 0.315 gals con sismos de grado VII en la Escala de Mercalli; tiene pendientes de 0° a 20° de inclinación, es decir de plana –ligeramente inclinada a moderadamente inclinada.	
--	--	--

Fuente: Equipo consultor Corporación Allin Puriy, 2014.

## CAPITULO V

### ANALISIS DE ELEMENTOS EXPUESTOS EN ZONAS SUSCEPTIBLES

#### 5.1 PROBABILIDAD DE AFECTACION

##### 5.1.1 Dimensión Social

##### 5.1.1.1 Población

En el ámbito de estudio se calcula un total 485 habitantes, la población vulnerable en situaciones de emergencia son los menores de 5 años de edad, los mayores de 65 años y las personas con discapacidad (Ver cuadro N° 5.1 y 5.2).

**Cuadro N° 5.1.- Población menor de 5 años de edad por manzana y lote en el área de estudio.**

Nº	Manzana	Nº Lote	Población de 0 a 4años
1	E	1	1
2	E	1	1
1	Ñ	3	1
3	Ñ	5	1
4	O	7-4	2
5	P	7	1
6	P	11	1
7	P	14	1
8	R	3	1
9	R	13	3
10	R	14	1
11	R	16	1
12	S	7	2
13	T	2	1
14	V	1	1
15	V	4	1
16	V	5	1
17	V	6	2
18	V	7	2
20	V	12	1
21	V	19	1
22	V	20	1
23	V	21	1
<b>Total</b>			<b>29</b>

Fuente: Equipo consultor Allin Puriy, 2014.

**Cuadro N° 5.2.- Población mayor de 65 años de edad por manzana y lote en el área de estudio.**

N°	Manzana	N° Lote	Población mayor a 65 años
1	E	4	1
2	E	8	1
3	Q	12	2
4	V	21	1
5	V	24	1
<b>Total</b>			<b>6</b>

Fuente: Equipo consultor Allin Puriy, 2014.

En relación a la población damnificada a causa del deslizamiento del 03 de enero del año 2013, el 17 de enero del mismo año un grupo de personas se apersonaron a la Comisaría del Distrito de San Jerónimo solicitando la constatación de los daños y afectaciones a sus viviendas. En dicho parte policial queda constancia de 4 viviendas colapsadas y 12 afectadas.

Los habitantes de las 4 viviendas colapsadas, que en total suman 24 personas (Ver Cuadro N°5.3), actualmente viven en habitaciones alquiladas pagando alrededor de 200.00 y 250.00 nuevos soles.

**Cuadro N° 5.3.- Población damnificada por manzana y lote en el área de estudio**

N°	Manzana N° Lote	Habitantes que ocupaban la vivienda
1	S - 9	7
2	T - 7	4
3	T - 9	6
4	T - 10	7
<b>Total</b>		<b>24</b>

Fuente: Equipo consultor Allin Puriy, 2014.

De las 12 viviendas calificadas como afectadas y con posibilidad de colapsamiento, 11 están ocupadas en la actualidad por 70 habitantes aproximadamente, conformando la población en riesgo muy alto. De ellos 44 son propietarios, hijos o parientes y 26 inquilinos. Además, en el lote S – 7 y R – 13 se encuentran 2 y 3 menores de 5 años de edad, respectivamente. Cabe aclarar que en ningún lote afectado hay población mayor de 65 años de edad (Ver Cuadro N° 5.4).

**Cuadro N° 5.4.- Población vulnerable y en riesgo en viviendas calificadas como afectadas en el área de estudio.**

N°	Manzana N° Lote	Habitantes que ocupan la vivienda		Población Vulnerable menor de 5 años
		Propietarios, hijos y parientes	Inquilinos	
1	R - 11	-	8	
2	R - 12	-	3	
3	R - 13	7	3	3
4	S - 6	3	4	
5	S - 7	6	-	2
6	S - 10	6	-	
7	S - 12	Sin ocupar		
8	S - 13	7	2	
9	T - 4	5	6	
10	T - 5	4	-	
11	T - 6	s/i	-	
12	U - 5	6	-	
<b>Total</b>		44	26	

*s/i = sin información, no se encontró a la familia en su vivienda.*

Fuente: Equipo consultor Allin Puriy, 2014.

#### **5.1.1.2 Instituciones Educativas**

Existe un Programa No Escolarizado de Educación Inicial – PRONOEI, en la Mz. T Lote N° 12, el cual alberga a 28 niños menores de 3, 4 y 5 años de edad (Escale MINEDU, 2013), procedentes no solo del área de estudio sino también de las demás manzanas de la asociación.

#### **5.1.1.3 Establecimientos de Salud**

No existen establecimientos de salud dentro del área de intervención.

### **5.1.2 Dimensión Económica**

#### **5.1.2.1 Servicios Básicos Expuestos**

**Agua:** De los 1,832.63 m. de tendido de redes de agua existente en el área de estudio, 366.53 m (20.00%,) están expuestos a peligro muy alto, 788.03m (43.00%) a peligro alto y 678.07m (37.00%) a peligro medio.

**Desagüe:** De los 1,633.95 m. de tendido de redes de desagüe en el área de estudio, 326.79m. (20.00 %) están expuestos a un peligro muy alto; 702.60m. (43.00%) a peligro alto y 604.56 m. (37.00%) a peligro medio.

La Norma Técnica O.S. 060 refiere en el punto 4.6 la Obligatoriedad del Sistema de Alcantarillado Pluvial: Toda nueva habilitación urbana ubicada en localidades donde se produzcan precipitaciones frecuentes con lluvia,



iguales o mayores a 10 mm en 24 horas, debe contar en forma obligatoria con un sistema de alcantarillado pluvial. La entidad prestadora de servicios podrá exigir el drenaje pluvial en localidades que no reúnan las exigencias, de precipitación mencionadas en el párrafo anterior, por consideraciones técnicas específicas y de acuerdo a las condiciones existentes

#### **5.1.2.2 Sistema de Comunicación Potencialmente Afectados**

No existe telefonía fija que pueda ser afectada, la mayoría de personas cuentan con telefonía celular por lo que no constituye en un factor de infraestructura expuesta. Así mismo, no afecta torres de comunicaciones excepto la torre ubicada en la manzana “V” donde se encuentra la librería bazar “Huayrurito” expuesta a peligro medio y bajo.

#### **5.1.2.3 Vías de Comunicación**

El área de estudio cuenta con una vía de acceso por la parte suroeste, la calle 22 con una sección de 15 m. afirmada en mal estado. La vía vecinal que conecta a esta, Calle N° 4, es la principal del asentamiento humano con una sección de 11.70 m. las demás que colectan a esta son de menor sección en promedio de 6.00 m. orientadas al sureste en dirección al deslizamiento pendiente abajo desde la mitad de la manzana, la otra mitad de la manzana tiene pendiente hacia el noroeste, por lo que la escorrentías van en sentido de ambas pendientes.

Entre la Asociación de vivienda Altiva Canas y la ladrillera existía una calle sin nombre la cual se ha deslizado en una longitud de 75 m. aproximadamente.

No existe continuidad en los ejes viales de la Asociación hacia el Este por la presencia del lote de la ladrillera Sarita Colonia y por la pendiente de la ladera en actual proceso de afectación.

Ninguna de las calles presenta tratamiento de superficie, más bien los directivos mencionan que el gobierno regional construirá las veredas en la calle N° 4. Sin embargo, sostienen que la obra se inició en Agosto del 2013 y está paralizada desde el mes de Octubre del mismo año. Por su condición de no tener habilitación dificulta la posibilidad de gestionar cualquier tratamiento de pistas y veredas aun cuando presenta servicios de agua, desagüe, energía eléctrica e iluminación pública.

El plano vial del Plan de Desarrollo Urbano Provincial del Cusco señala la trama urbana del área de estudio (Ver Figura N°5.1), mas no define vías estructuradoras dentro del ámbito de estudio justamente por ser una Zona de Reglamentación Especial y por cuanto se define vialmente como un sistema sin continuidad por la conformación topográfica de terraza alargada entre las confluencias de las quebradas Rinconada y quebrada Timpoc.

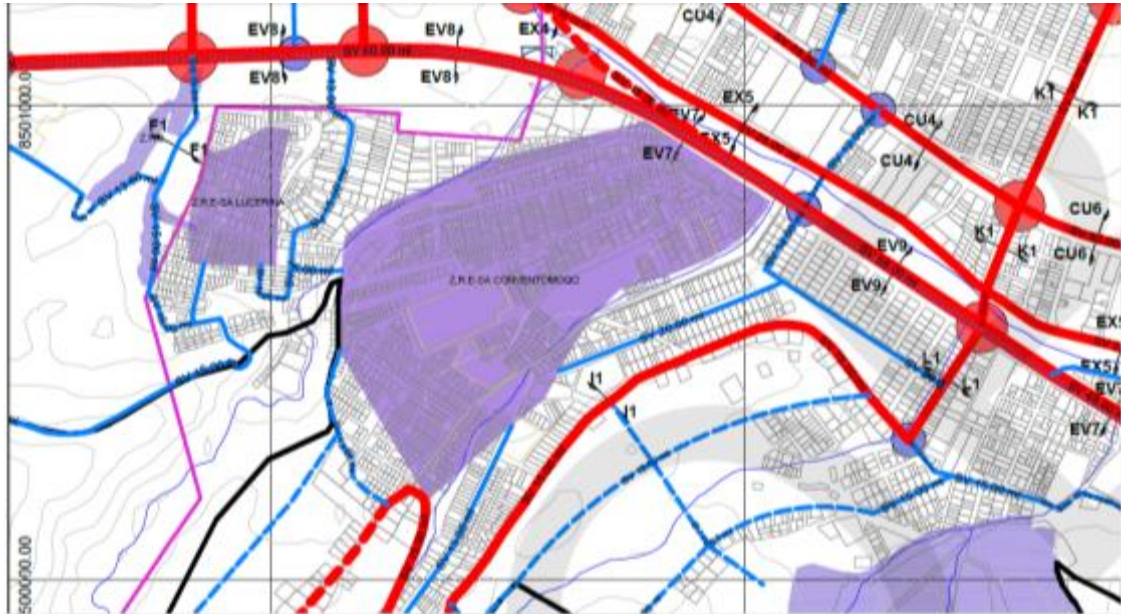


Figura N° 5.1.- Estructuración vial en el área de estudio.  
Fuente: Plan urbano provincial al 2023 MPC, 2013

El transporte público existente se da a través de la línea de transporte urbano Multiservicios Túpac Amaru II S.A.C.

Respecto al nivel de afectación, 294.64 m. de vías afirmadas se encuentran expuestos a peligro muy alto y 154.46 m a peligro alto, pudiendo ser afectados por un nuevo fenómeno de deslizamiento y 505.81 m. están expuestos a peligro medio.

#### 5.1.2.4 Edificios Públicos

No existen edificios públicos dentro del área de estudio por corresponder al Sitio Arqueológico de Conventomocco. Los únicos edificios en proyección son el futuro PRONOEI, el Área de aporte para salud y el área del Salón Comunal que la Asociación de Vivienda Altiva Canas tiene previsto, sin

embargo por la condición de formalización actual no se pueden gestionar la ejecución de estas obras con los sectores correspondientes.

#### **5.1.2.5. Líneas eléctricas:**

El área de estudio tiene 954.91 m de líneas eléctricas de las cuales 190.98m osea el 20.00% corresponden al nivel muy alto, 410.61 es decir el 43.00% se encuentran en la zona de peligro alto y 353.32 es decir 37.00% están dentro del peligro medio.

#### **5.1.2.6 Actividad Extractiva o Actividad Económica Primaria**

En toda el area de estudio la única actividad extractiva la realizaba la ladrillera Sarita Colonia, dicha empresa empezó a extraer material del lugar desde el año 2000 y lo hizo hasta el año 2013 en que a raíz de un proceso judicial paraliza sus trabajos.

Para el análisis del proceso de extracción se interpreto la foto aérea del año 1962 y las imágenes satelitales de los años 2002, 2008, 2011, 2012 y 2013 (Ver Figuras N° 4.16 a 4.21 y Cuadro N° 5.7), a partir del cual se describen características de las construcciones existentes, los accesos vehiculares, las 02 carcavas presentes el año 1962, la deposición de material por parte del Gobierno Regional asi como la vegetacion existente, encontrando la siguiente información:

Existe una diferencia en el volumen del material existente:

- A partir del año 2000 empieza la extraccion de la materia prima en la ladrillera Sarita Colonia (arena, limo y arcilla).
- Entre el año 2008 y 2011 existe un incremento importante en las labores extractivas, los taludes se presentan con pendientes fuertes (zona oscura hacia el NE de la ladrillera) y los accesos vehiculares para la extraccion y construcciones de calamina se encuentran en gran parte del terreno.
- Hasta el año 2011 se relleno a un 90% la carcava 01 existente en el area de estudio.
- A partir del año 2011 hay un incremento en el volumen del material producto del material vertido por el Gobierno Regional Cusco.

- Para el año 2012 se nota claramente el aumento de material en la zona de estudio producto de la acumulación de material de relleno por parte del Gobierno Regional Cusco, inclusive este material logra tapar la escasa cobertura vegetal existente hasta esa fecha.
- El material depositado el año 2012, actualmente viene sufriendo un proceso de asentamiento y de erosión hídrica, por otro lado el peso por la sobresaturación de agua intensificó las condiciones para que se produjera el deslizamiento del 3 de enero del 2013.
- Cabe mencionar que los trabajos extractivos se desarrollaron sin la elaboración previa de un estudio de riesgos, el cual hubiera servido para delimitar la zona extractiva e implementar medidas de prevención y mitigación frente a los peligros existentes.

A la fecha, debido a la extracción desmedida, la calle colindante entre la ladrillera y la Asociación de Vivienda Altiva Canas se encuentra expuesta a un nivel de peligro muy alto debido a la generación de flujos de lodo y caídas de suelo; por otro lado el depósito de material de relleno en esta calle y por debajo de las manzanas S, T y U devino en un incremento en el peso del material cuaternario existente en forma natural, incrementando así el desplazamiento del suelo (deslizamiento rotacional).

### **5.1.3 Dimensión Ambiental**

#### **5.1.3.1 Suelos Erosionados**

A continuación se muestra el Cuadro N° 5.5 en el que se desarrolla a detalle las características del suelo erosionado

**Cuadro N° 5.5.- Características del suelo erosionado a partir de la fotografía aerea e imágenes satelitales**

<b>Año</b>	<b>Construcciones – accesos vehiculares</b>	<b>Cárcavas</b>	<b>Desmante – área explotada</b>	<b>Vegetación</b>
<b>1962</b>	No se aprecia ningún tipo de construcción. No se tienen vías de transporte.	Existen 2 cárcavas (color oscuro en contraste a tonos grises), la principal (01) al O y la cárcava 02 al E.	No se aprecia material de desmante  No se ha realizado ningún tipo de explotación.	La gama de colores grises no deja apreciar la vegetación.
<b>2002</b>	Se observa la construcción de viviendas cerca a la ladrillera, así como la subestación de electricidad (la ladrillera se instaló el año 2000). Se han habilitado vías para las APVs contiguas a la ladrillera.	Las cárcavas están aún presentes pese al relleno de material en su interior. Se ha removido material para la instalación de infraestructura física de la ladrillera	Se aprecia material de desmante removido para la instalación de la ladrillera.	Se aprecia vegetación en las cárcavas.
<b>2008</b>	Se nota el asentamiento de las viviendas alrededor de la ladrillera, la ladrillera ha ampliado sus instalaciones en comparación al año 2002. Se observan vías de transporte en la Asociación de Vivienda Altiva Canas, dentro de la ladrillera se observan accesos que sirven para la extracción del material.	Las cárcavas fueron rellenadas en un 90%. Se ha removido material y se ha realizado tajos que se aprecian por la pendiente muy alta.	No se aprecia material de desmante en las laderas, así como en la ladrillera, sin embargo se ha removido material en ella.	No se aprecia vegetación importante cerca a la ladrillera.
<b>2011</b>	La densidad en las construcciones se incrementa, el área construida de la ladrillera aumenta de tamaño. Se han afirmado las vías de transporte, en la ladrillera se tienen vías de acceso más notorias que sirven para retirar el material.	No se observa con claridad la cárcava 01, solo una hendidura. Se ha extraído bastante material dejando taludes con pendientes pronunciadas.	No se aprecia material de desmante en la zona.	En esta época del año la zona presenta grama en áreas sin construir, parte de la ladera presenta también este tipo de vegetación.
<b>2012</b>	No se aprecia un cambio mayor en las construcciones así como en las instalaciones de la ladrillera.	No se aprecia ningún rasgo de las cárcavas, han sido rellenadas en su totalidad.	Se han rellenado los taludes con pendientes pronunciados visto en las imágenes del	La ladera en la ladrillera no presenta vegetación alguna, las

	Las carreteras siguen igual que el año anterior con la diferencia de haber sido tapadas en algunos sectores por el material de desmonte.	No se aprecia de extracción de material.	año 2011, el material de relleno ha cubierto la ladera hasta la carretera dentro de la ladrillera.	áreas libres en los asentamientos presentan gramado natural escaso.
<b>2013</b>	Se han perdido viviendas en la parte baja de la Asociación producto de los Movimientos en masa. La vía ubicada en la parte alta de la ladrillera ha sufrido un asentamiento, en la ladrillera la carretera ha sido tapada en su mayor parte por el avance de material de la ladera.	Se distingue una escarpa de deslizamiento donde se ubicaba la cárcava 01. No se aprecia de extracción de material.	El material de desmonte en las laderas a avanzado 10m aproximadamente cubriendo un 60% de la carretera ubicada en la ladrillera y su totalidad por la zona NE de la ladrillera.	En esta temporada se ha cubierto la ladera de vegetación, se observan áreas descubiertas con erosión.

Fuente: Imágenes satelitales Google Earth.

### 5.1.3.2 Cobertura Vegetal

La cobertura vegetal existente en el área de estudio es insipiente, no existen especies importantes mucho menos endémicas, analizando la fotografía del año 1962 (Ver Figura 4.16) se observa claramente que no existió desde ese entonces una cobertura vegetal importante, mas aun en la actualidad debido al proceso de expansión urbana que sufre dicho sector debido a las construcciones de viviendas, calles y a la intensa erosión realizada por los propietarios de la Ladrillera Sarita Colonia.

Por lo mencionado anteriormente podemos afirmar que la cobertura vegetal afectada y/o perdida está presente en toda el área de estudio con un rango que va más allá del 40% (Ver Figura N° 5.2).



Figura N° 5.2.- Cobertura vegetal del área de estudio.  
Fuente: Equipo técnico Alln Puriy, 2014.

### 5.1.3.3 Zonas Intangibles

El área de estudio corresponde al Sitio Arqueológico de Conventomocco, registrado en el catastro de la Dirección Desconcentrada del Ministerio de Cultura Cusco, sin embargo este sitio no ha sido declarado patrimonio cultural de la nación por cuanto no existe mayor evidencia arqueológica. La zona presenta alteración de la evidencia arqueológica debido al movimiento de tierras para la habilitación urbana informal de la Asociación de Vivienda Altiva Canas (replanteo con el estacado que delimita vías , manzanas y lotes). Actualmente se tienen conversaciones entre el Ministerio de Cultura Cusco y la Asociación Altiva Canas, ya que esta última busca la habilitación urbana vía regularización. Según el Ministerio de Cultura Cusco la Asociación dejará una determinada cantidad de lotes donde haya evidencia cultural, los cuales no serán vendidos a terceros.

Se tiene la siguiente cronología de hechos (Ver Cuadro N° 5.6):

**Cuadro N° 5.6.- Cronología de acciones con respecto Sitio Arqueológicoal Conventomocco**

Fecha	Acciones
03/05/2010	Exp. 2736 La MDSJ solicita opinión técnica a cambio de zonificación del predio La Rinconada APV. Altiva Canas
20/07/2010	Opinión N° 74 Comisión Alternativa a la Comisión Nacional de Arqueología.
10/09/2010	Informe de Supervisión del Plan de Monitoreo Arqueológico N° 81-2010-INC-DRC-C/DIC/SDI/DFA Lic. Domingo Farfán Acuña
20/09/2010	Acta de entrega de material arqueológico al INC
21/09/2010	Aprobar el Plan de monitoreo arqueológico Asociación de vivienda Altiva Canas San Jerónimo.

05/10/2011	Exp. 4238 Reiteración Solicitud de Opinión técnica al Ministerio de Cultura por la Asociación de Vivienda Altiva Canas.
07/08/2013	Acta de compromiso ante la Dirección de Conservación del Patrimonio Cultural dl Ministerio de Cultura para el mantenimiento de estructuras de lotes con evidencia cultural.

Fuente: Ministerio de Cultura

La Asociación de Vivienda Altiva Canas encargó un Plan de Monitoreo Arqueológico en el asentamiento aprobado y supervisado por el Ministerio de Cultura con unidades de excavación en 24 calles y 03 vías principales dentro de las cuales se han excavado en las manzanas “O”, “P”, “R”, “T”, “U” , N, L, “K”, de las cuales las 5 primeras corresponden al área de estudio materia del presente informe. Hacia el sector del deslizamiento no se han encontrado evidencias arqueológicas, posiblemente por la calidad del suelo y la existencia de procesos erosivos desde épocas prehispánicas.

Las unidades de excavación de los lotes R3, T9, T5, T10, U3, que comprometen directamente al deslizamiento, no presentaron evidencia arqueológica, lo cual posibilitaría una intervención futura de reducción física del riesgo de desastres que a la vez garantizaría la estabilidad del conjunto.

#### **5.1.3.4 Cuerpos De Agua**

Las zonas aledañas al área de trabajo presentan surgencias de agua, también conocidos como manantes (Ver Mapa M-02) los mismos que muestran una relación con la existencia de la falla inferida Cusco, en otras palabras la falla local estaría atravesando el basamento rocoso, en este caso las rocas de la formación Kayra, y afectando los sedimentos de la formación San Sebastián.

A continuación imágenes de las surgencias de agua cercanas al área de intervención (Figuras N° 5.3 a 5.8).





Figura N° 5.3.- Manante ubicado en la ladrillera Sarita Colonia.



Figura N° 5.4.- Manante ubicado cerca al río Pillao Matao.



Figura N° 5.5.- Manante ubicado en el estadio del sector Vallecito.



Figura N° 5.6.- Manante ubicado en la pampa del sector Vallecito



Figura N°5.7.- Manante que deja discurrir sus aguas generando una pequeña acequia, sector Vallecito.



Figura N° 5.8.- Manante que genera humedecimiento en la estructura de una vivienda, APV. Los Jardines.

Fuente: Equipo consultor Allin Puriy, 2014.

## **CAPITULO VI**

### **ANALISIS DE LAS VULNERABILIDADES**

#### **6.1 FACTORES DE VULNERABILIDAD**

##### **6.1.1 Exposición**

Esta correlacionada al mapa de peligros elaborado por los geólogos del equipo de trabajo, en función a la normativa vigente (Ver Mapa M - 08).

En este mapa se observa que 15 lotes se encuentran expuestos a un nivel de peligro muy alto<sup>1</sup>, así como el 40% del lote de la ladrillera Sarita Colonia. 23 lotes de la manzana V, 7 lotes de la manzana U, 4 lotes de la manzana "T", 5 lotes de manzana "S", 5 lotes de la manzana "R", 4 lotes de la manzana "Q", 4 lotes de la manzana "P", 3 lotes de la manzana "O" están expuestos a un peligro alto. El resto de lotes estudiados están expuestos a peligro medio. Ningún lote del área de estudio se encuentra dentro del nivel de peligro bajo. Sin embargo, hay que aclarar que dependiendo de la falta de intervención, la exposición a los niveles de peligro mencionados aumentará drásticamente.

##### **6.1.2 Fragilidad**

Según establece la norma E.080 (Reglamento Nacional de Edificaciones) acápite 6.1, no se harán construcciones de adobe en suelos granulares sueltos, en suelos cohesivos blandos ni en arcillas expansivas. Tampoco en zonas con suelos con inestabilidad geológica. Sin embargo, en el área de estudio existen 94 viviendas de adobe que representa el 93.07% del universo estudiado y 6 viviendas de ladrillo o bloqueta que representa el 5.94%<sup>2</sup>.

Las viviendas son por lo general unifamiliares con una tipología urbana con influencia rural caracterizadas por bloques de habitaciones con áreas libres al frente al medio o posteriores, con baños exentos por lo general o fuera de la vivienda. Esta expresión físico espacial de la vivienda popular es común

---

<sup>1</sup> Se considera en esta cuantificación si al menos una parte del lote está expuesta a este nivel de peligro.

<sup>2</sup> No se consideran aquellas viviendas que colapsaron en el 2013.

para las zonas periféricas de la ciudad del Cusco y responde a determinantes de tipo económico, tecnológico y patrones culturales e ideológicos. Sin embargo, la localización de estas en suelos arenosos, como bien se describe en el análisis de peligros, condicionan el nivel de riesgo existente ya que la norma advierte la restricción de construir en suelos geológicamente inestables, claro está que las condiciones iniciales de vulnerabilidad y peligrosidad del asentamiento han variado en los últimos 10 años acrecentándose en estas dos variables de riesgo.

La vivienda constituye un proceso de adaptación al medio urbano, de allí el nombre mismo del asentamiento “Altiya Canas” que evidencia que sus ocupantes son por lo general resultado de un proceso migratorio campo - ciudad proveniente principalmente del Este de la ciudad del Cusco.

El 71% de las viviendas son de dos pisos (configuración de fachada de la edificación) y el 30% son de 1, lo que representa un nivel de consolidación importante.

Por lo general se encuentran en regular estado de conservación (71%), a pesar de tener una antigüedad de entre 6 a 10 años las más antiguas, 21% de ellas están en mal estado, 5% en muy mal estado y solo el 4 % se halla en buen estado de conservación.

Presentan deficiencias en el proceso constructivo que evidencia un nivel de vulnerabilidad física importante. Así mismo, se evidencian las siguientes deficiencias en sus estructuras:

- (1) La humedad y erosión producidas en los muros son el principal causante del deterioro de las construcciones siendo necesaria su protección inmediata. El adobe se deteriora fácilmente con el agua y pueden albergar insectos y plantas, por eso se debe proteger convenientemente los muros interiores y exteriores.
- (2) Las juntas verticales no cuentan con mortero de barro y contienen con poco componente de paja, estos espacios son cubiertos exteriormente, hecho que no garantiza un buen comportamiento de la estructura frente a esfuerzos de corte o sismos, de igual modo frente al deslizamiento, puesto que esta condición de vulnerabilidad favorece a la formación de

fisuras en muros transversales al deslizamiento. Se considera según la norma E.080 que las juntas de la albañilería constituyen zonas críticas, en consecuencia ellas deben contener un mortero tipo I o II de buena calidad: Tipo I en base a tierra con algún aglomerante como cemento, cal, asfalto, etc. Tipo II en base a tierra con paja.

- (3) Si bien no se puede verificar la estructura de cimentación, los pobladores mencionan que la cimentación por lo general es de 50 a 60 cm. de profundidad, de piedra grande con mortero de barro, manifestando que los trabajos de apertura de zanjas no representó mayor dificultad por el tipo de suelo. Lo óptimo es una cimentación de 0.80 m. de profundidad con piedra y mortero de cemento (Norma del adobe E-080).
- (4) El 30 % de las edificaciones no cuentan con sobre cimentación lo que genera la absorción de la humedad del suelo por capilaridad.
- (5) Las edificaciones más grandes tienen techos de tijerales con teja y torta de barro lo cual representa un peso adicional sobre las edificaciones. Los ambientes de un piso cuentan con techos. a un agua
- (6) Menos del 5% de las edificaciones cuentan con machones o arriostres en los muros. Esto está ligado a la existencia de fisuras en las esquinas no pudiéndose verificar la calidad de las trabas.
- (7) Todas las edificaciones carecen de viga collar en el entrepiso y entretecho aspecto que no garantiza un comportamiento adecuado en las estructuras frente a sismos.
- (8) Respecto a la evacuación de aguas pluviales el 70% de las edificaciones no cuentan con adecuados sistemas de evacuación ya sea porque no tienen canatelas o montantes de agua, o pisos de tierra, conexión a la red de desagüe, etc.
- (9) Algunas viviendas tienen puerta de garaje con una luz superior a los 2.20 y sin machones en los extremos lo que ha provocado el pandeo de los dinteles de madera que no tiene relación con el deslizamiento materia del estudio.

**6.1.3 Resiliencia.-** Esta referida al nivel de asimilación o capacidad de recuperación de los pobladores de la Asociación de Vivienda Altiva Canas y sus medios de vida frente a la ocurrencia de un peligro, en este caso movimientos en masa, a mayor resiliencia menor vulnerabilidad. Aquí se analizan las condiciones sociales y de organización de la población.

## **6.2 PARAMETROS Y DESCRIPTORES PONDERADOS PARA EL ANALISIS DE LA VULNERABILIDAD**

### **6.2.1 Análisis de la Dimensión Social**

#### **6.2.1.1 Exposición Social**

##### **a.- Grupo Etareo**

Se considera lotes con población vulnerable aquellos que albergan población menor de 5 años de edad y mayores de 65 años, ya que en situaciones de emergencias este grupo poblacional difícilmente puede evacuar. Por tanto, para estos lotes se considera el peso específico 0.503 puesto que son más vulnerables respecto de los demás. En el ámbito de estudio suman 29 lotes con estas características.

##### **b.- Servicios Educativos Expuestos**

En la Mz. T Lote N° 12 se encuentra al Programa No Escolarizado de Educación Inicial - PRONOEI, que alberga a 28 niños menores de 3, 4 y 5 años de edad procedentes, además del área de estudio, de las demás manzanas de la asociación.

##### **c.- Servicios de Salud Terciarios**

En el ámbito de estudio no se registró establecimientos de salud.

#### **6.2.1.2 Resiliencia Social**

##### **a.- Capacitación en Temas de Gestión del Riesgo**

Después del deslizamiento ocurrido en el año 2013 en la Asociación de Vivienda Altiva Canas, los socios recibieron capacitación por parte de la Municipalidad Distrital de San Jerónimo, sobre cómo responder adecuada y oportunamente en situaciones de emergencia, se resalto el hecho de tener

lista la mochila de emergencia en cada familia, sin embargo estas capacitaciones no han sido constantes, además los socios no reportan ofertas de capacitación relacionada a la gestión prospectiva y correctiva. Bajo esta consideración los lotes que registran el peso específico 0.260, que son en número de 58, son aquellos en los que se considera que la población se encuentra escasamente capacitada en temas de gestión de riesgo de desastres, siendo su difusión y cobertura escasa.

Además debemos mencionar que luego de la ocurrencia del deslizamiento en la asociación, nuevos pobladores (inquilinos) alquilaron habitaciones en el ámbito de estudio, los mismos que no recibieron ninguna capacitación respecto de la gestión del riesgo de desastres. Por ello los lotes que registran el ponderado 0.503 son los más vulnerables debido a que la totalidad de la población no cuenta ni desarrolla ningún tipo de programa de capacitación.

#### **b.- Conocimiento Local Sobre Ocurrencia Pasada de Desastres**

De los 77 lotes encuestados, en 65 existe regular conocimiento de la población sobre las causas y consecuencias de los desastres, los cuales han sido calificados con el peso específico 0.134. Al indicar que el deslizamiento ocurrido el 03 de enero del año 2013 fue provocado por la fábrica de ladrillos asentada en la zona Este de la asociación, cuando ésta empezó a sacar materia prima del talud para la elaboración de ladrillos; sin embargo tal como concluye los informes de la Oficina de Defensa Civil de la Municipalidad Distrital de San Jerónimo, el factor que se habría sumado a la acción de la ladrillera es que en la zona de deslizamiento discurría agua proveniente de desagües y posiblemente de fugas de agua de tuberías dañadas del sistema de agua, hecho que la mayoría de la población no reporta al momento de responder a la pregunta ¿Por qué cree de ocurrió el deslizamiento?. Además, que en la asociación no existe un sistema de evacuación de aguas pluviales lo cual también habría contribuido en la ocurrencia del desastre.

Por otro lado, los nuevos habitantes que se instalaron en el ámbito de estudio en calidad de inquilinos después de la ocurrencia del desastre, desconocen las causas y consecuencias del desastre por lo que en los lotes donde se asienta esta población el valor del peso específico es de 0.503.

### **c.- Existencia de Normatividad Política y Local**

El año 2011 se emite la Ley del SINAGERD - Ley N°29664 como parte de la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, donde también se propone de manera general la Estrategia Financiera para la gestión del riesgo de desastres que queda a cargo del Ministerio de Economía y Finanzas, institución que en adelante implementaría los Planes de Incentivo Municipal que considerarían dentro de sus metas temas relacionados a la Gestión de Riesgo de Desastres.

Adicionalmente, en el nivel local provincial, el año 2013 se actualiza el Plan de Desarrollo Urbano de la Provincia del Cusco que considera en sus lineamientos la gestión del riesgo de desastres.

Si bien en la actualidad existen estos instrumentos que contribuirían en el desarrollo sostenible de las ciudades, es importante que la población conozca su contenido y sus lineamientos, de ahí la necesidad de socializar los estudios o los planes territoriales existentes para evitar la ocupación informal y sin planificación del territorio, afin de evitar situaciones similares a lo ocurrido en la Asociación de Vivienda Altiya Canas el año 2013.

### **d.- Actitud Frente al Riesgo**

Respecto de la actitud que muestran las familias frente al riesgo, en 20 de ellas hay quienes manifiestan que no se puede hacer nada frente al peligro y otros que no saben qué hacer, asignándoles el peso específico 0.503, debido a que son las más vulnerables porque no sabrán cómo responder en situaciones de emergencia.

Por otro lado, hay familias que muestran una escasa actitud previsor, ya que ante posibles emergencias ellos evacuarían de la vivienda inmediatamente; sin embargo para realizar tal acción la familia tendría que estar mejor organizada de tal manera que cada miembro del hogar tenga que asumir responsabilidades para responder adecuadamente ante situaciones de emergencia, situación que no se ha dado al interior de las mismas, por ello el calificativo para estas familias (lotes) es de 0.260 por mostrar una escasa actitud previsor ante el riesgo.

Finalmente, existen 11 familias que muestran una actitud parcialmente previsoras ante el riesgo, que proponen algunas medidas de reducción e incluso proponen trasladarse de la zona, aunque manifiestan que ello también implica un costo (Ver Anexo N°10 y Mapa 13).

## **6.2.2 Análisis de la Dimensión Socio Económica**

### **6.2.2.1 Fragilidad Socio Económica**

Para el presente estudio el análisis de la fragilidad socioeconómica se realizó utilizando las siguientes variables:

1. Material de construcción
2. Estado de conservación
3. Incumplimiento de procedimientos
4. Topografía
5. Configuración de la elevación

No fue considerada la antigüedad de la edificación debido a que la mayor parte de las viviendas apenas están dentro del rango más bajo que es menor o igual a 10 años, por otro lado las edificaciones más recientes usan cada vez muros más delgados, uso inadecuado de la tecnología constructiva derivado de la inaplicación de la norma del adobe y por la falta de supervisión por parte de las entidades competentes, en conclusión no siempre las construcciones más recientes tienen un coeficiente más bajo es decir ( 0.035), es por ello que no es considerado en el cálculo del mapa de vulnerabilidad física. (Ver Mapa 11)

#### **a.- Material de Construcción de la Edificación**

El área de estudio presenta las siguientes características: Predomina el adobe en un 94% seguido del ladrillo o bloque de cemento en un 6%, por último un 1% de madera que no es representativo, lo cual nos permite tener una aproximación clara del nivel de vulnerabilidad de las estructuras (Ver Figura N° 6.1).



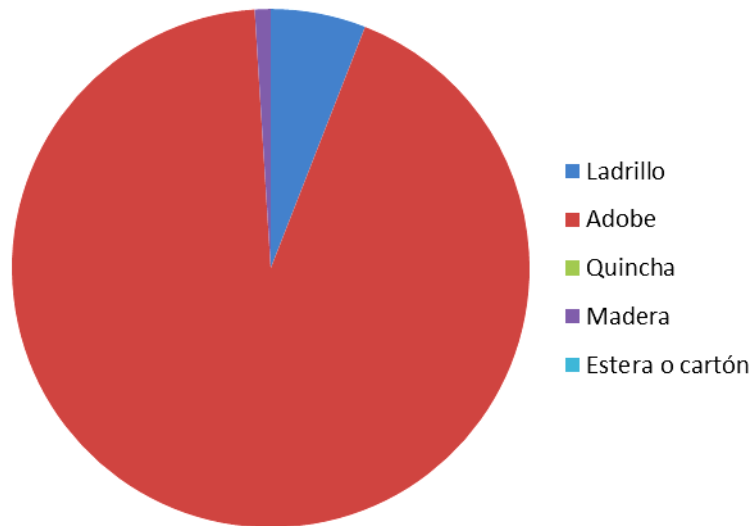


Figura N° 6.1.- Material de construcción de las viviendas en el área de estudio.

Fuente: Equipo consultor Allin Puriy, 2014

### b.- Estado de Conservación de la Edificación

Según la evaluación realizada se tiene que el 71% de las viviendas presentan un regular estado de conservación, seguido de un 21% en mal estado, 5% en muy mal estado y 4% en buen estado de conservación (Ver Figura N° 6.2). Este resultado esta correlacionado con las características de formalidad en el proceso tanto de habilitación urbana como en el de edificación.

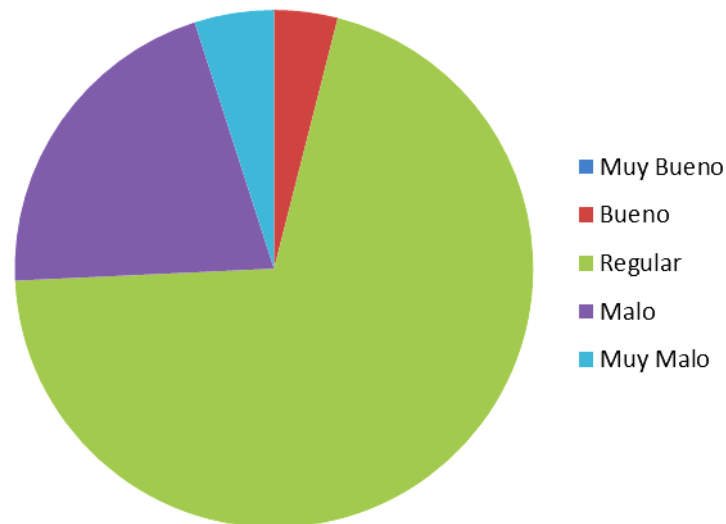


Figura N° 6.2.- Estado de conservación de las viviendas en el área de estudio.

Fuente: Equipo consultor Allin Puriy, 2014.

Por ser una zona de afectación parcial por el deslizamiento del 2013 se ha adicionado a la norma del descriptor de estado de conservación la característica de afectación por el propio proceso activo del deslizamiento que recae en la estabilidad de la edificación, así de acuerdo al trabajo de campo efectuado en el mes de enero del 2014 se han identificado fisuramiento en edificaciones y pisos de los lotes del área de estudio. Así se ha determinado que las manzanas “T”, “S” y “R” presentan la mayor cantidad de fisuras en paredes con orientación paralela a la pendiente de la ladera que colinda con la ladrillera Sarita Colonia.

Las fisuras mencionadas como antecedentes en noviembre del 2012 por la División de Defensa Civil con el informe N 243-2012 DDC-GDUR-MDSJ/C son en los lotes S-9, T-7, T-10, los mismos que colapsaron en enero del 2013 (dos meses más tarde). El mismo informe refiere la existencia de traslados de tierras por parte de la ladrillera utilizando las vías del extremo Este de la Asociación Altiva Canas motivo por el cual se refiere que para compensar dicho problema se empezó a rellenar la zona a manera de estabilizar el talud, pero que al no tener estructuras de contención no evitó el deslizamiento..

Por otro lado las fisuras registradas en pisos en el proceso de verificación de campo son menos perceptibles por cuanto los suelos son cubiertos por la tierra, sin embargo guarda un patrón parecido al de las fisuras en muros (Ver Mapa M - 09).

#### **c.- Antigüedad de Construcción de la Edificación**

La característica principal del asentamiento es que es de reciente data, es decir que su proceso de ocupación y consolidación se ha dado entre los últimos 10 años en un 100%, apreciándose actualmente 12 viviendas en proceso de construcción.

#### **d.- Incumplimiento de Procedimientos Constructivos de acuerdo a la Normativa Vigente**

El 100% de las edificaciones no han cumplido con las condiciones y requisitos de licencia de construcción, es más, no han podido obtener el

requisito principal para el diseño de sus edificaciones que es la obtención de los parámetros de urbanísticos y edificatorios que estipula la Ley de Regularización de Habilitaciones Urbanas y Edificaciones N° 29090.

Las edificaciones no han tenido supervisión de obra tanto privada como por la dependencia de Desarrollo Urbano Municipal, por lo tanto carecen en su mayoría de calidad arquitectónica que comprende variables de funcionalidad y distribución, diseño estructural, asoleamiento, ventilación, acabados, entre otros.

Por otro lado, carecen de posibilidad inmediata de inscripción registral por no se tener la resolución de recepción de obras debidamente sellada por la municipalidad, que daría mérito a su inscripción registral y la inscripción individualizada de los predios urbanos generados durante el proceso. Asimismo, la inscripción individualizada de un predio urbano es requisito para la conformidad de obras de edificación. A todo ello se suma la poca capacidad de la población para asumir los gastos que representan dichos trámites.

#### **e.- Topografía del Terreno**

La topografía en el lugar es muy variada, de pendiente moderada desde la cabecera de la terraza hacia ambos flancos noroeste y sureste y abrupta hacia esta última, la ladrillera. A nivel de lote presenta un 75% de pendientes que son menores al 10%, 18.24% de lotes que están en el rango del 10% al 20%; 4.37% de lotes en un rango de entre 20% a 30% y apenas un 1.45% entre el rango de 30 a 50% de pendiente.

#### **f.- Configuración de Elevación de las Edificaciones**

De las 101 viviendas existentes en el área de estudio, 75% son de 2 pisos y 30 % de 1 piso, no existen edificaciones de más niveles como se encuentran en otras zonas de la Asociación en donde existe mejor estructura de suelos.

### **6.2.2.2 Resiliencia Socio Económica**

#### **a.- Población Económicamente Activa Desocupada**

Para el tratamiento de la resiliencia socio económica se considera la condición de ocupación y actividad económica de los jefes de hogar de la Asociación de Vivienda Altiva Canas y la ponderación se realiza a nivel de lote. En algunos casos las jefas de hogar mujeres son amas de casa que no generan ingresos económicos, pero sus parejas de alguna manera tienen

ocupación o desempeñan alguna actividad, aunque esta no sea estable. En general los jefes de hogar, tanto varones como mujeres realizan actividades económicas no estables, lo cual incide en su nivel de ingreso económico, su capacidad adquisitiva y en consecuencia en sus condiciones de vulnerabilidad.

En ese sentido en 19 lotes existen familias con un escaso acceso y la no permanencia a un puesto de trabajo, que constituyen familias con ciertas limitaciones socio económicas y se califican con el peso específico de 0.503 por ser las más vulnerables.

Además, en 40 lotes se registra a familias con bajo acceso y la no permanencia a un puesto de trabajo asignándoles el peso específico 0.260. Por otro lado, en 10 familias se registra a jefes de hogar con regular acceso y permanencia a un puesto de trabajo, quienes se constituyen en familias con regulares posibilidades socioeconómicas, consideradas con el peso específico 0.134. Finalmente, en 6 lotes se registra a familias con acceso y permanencia a un puesto de trabajo, que corresponderían a familias con posibilidades económicas con un peso específico 0.068.

#### **b.- Ingreso Familiar Promedio Mensual**

Respecto a los pesos específicos para la calificación del ingreso familiar promedio mensual propuestos en el manual del CENEPRED (2013), el 0.503 indica mayor vulnerabilidad y corresponde a familias con acceso a ingresos mayores a 3000.00 nuevos soles, mientras que a las familias con acceso a ingresos económicos menores a 149 soles se les asigna 0.35 de ponderación siendo consideradas como menos vulnerables. Por ello, asumimos que hubo un error en la definición de estos ponderados y para el presente trabajo los asumimos de manera invertida.

Bajo esa consideración, se sabe que para 01 familia el ingreso económico es de entre 149 y 264 nuevos soles que corresponde a un peso específico de 0.260, para 35 familias el ingreso promedio mensual se encuentra entre los 265.00 y 1199.00 nuevos soles, a las que se les asigna el peso específico de 0.134. Así mismo, en 37 lotes el ingreso promedio mensual de las familias es entre 1200.00 y 2999.00 nuevos soles, siendo calificados con el peso

específico de 0.068. Solo en dos familias el ingreso mensual es mayor a 3000.00 nuevos soles siendo consideradas con el peso específico de 0.035.

### **c.- Capacitación en Temas de Gestión de Riesgos**

No se registra experiencias de capacitación en temas de gestión del riesgo de desastres relacionados a la resiliencia económica. Por lo que consideramos que los lotes con ocupación humana tienen un peso específico de 0.503.

## **6.2.3 Análisis de la Dimensión Ambiental**

### **6.2.3.1 Exposición Ambiental**

#### **a.- Deforestación, especies de flora y fauna.**

Luego de analizar las fotografías aéreas y fotografías satelitales desde el año 1962 se concluye que en la zona de estudio no existieron plantaciones forestales (Ver Figuras 4.16 a 4.20), asimismo en la actualidad se puede comprobar que toda el área fue ocupada por la población por tanto tampoco hay especies de flora y fauna silvestre importantes para su conservación (Ver punto 5.1.3.2 Cobertura vegetal).

#### **b.- Pérdida de Suelo.-**

Ver punto 5.1.3.1 Suelos Erosionados

#### **c.- Pérdida de Agua**

La presencia del agua en forma natural en el área de estudio se presenta a través de las precipitaciones pluviales y la existencia de surgencias de agua (manantes) ubicadas en la Ladrillera Sarita Colonia. Esta agua discurre con una orientación NO-SE favorecida por la pendiente que llega a más de 40° en algunos sectores, desembocando en la canalización del río Pumayoc Huayco para luego dirigirse al río Huatanay ubicado al NE del área de estudio.

Adicionalmente, la población de este sector cuenta con servicio de agua que atraviesa dicha asociación, al no contar con vías asfaltadas y estar ubicado en una zona compuesta por intercalación de arenas, limos y arcillas, además de existir zonas de relleno, son probables las roturas y/o fisuras en dichas redes de distribución.

### **6.2.3.2 Fragilidad Ambiental**

### **a.- Características Geológicas del Suelo**

El suelo está compuesto por material suelto no consolidado, arenas, limos y arcillas de origen lacustre (Ver Anexos N° 04, 05 y Mapas 03, 04 y 05); con un valor de capacidad portante que va de 0.47 a 1.3 (Ver 4.4.1.2 Geología).

### **b.- Explotación de Recursos Naturales**

#### **Análisis de foto aérea y fotografías satelitales.-**

En la Figura 4.16 se puede apreciar la forma natural que tenía el área de estudio, con relieve ondulado y sin presencia de carreteras ni construcciones, también se observa la presencia de dos cárcavas con orientación NO-SE, la más clara, cárcava 01 al centro delo que hoy vendría a ser la ladrillera Sarita Colonia y al NE de esta la cárcava 02 con menor grado de erosión, (Ver Anexo 02 y Mapa M-09); por otro lado hacia el SO se ve circular al río Pumayoc Huayco en forma natural con un drenaje sinuoso con dirección al río Huatanay.

En la Figura 4.17 se distingue claramente la existencia de la ladrillera Sarita Colonia que inicio sus actividades el año 2000 a partir de la construcción de instalaciones con techos de calamina, se puede apreciar también su franco proceso extractivo que avanza hacia el NO; no existen construcciones en la Asociación de Vivienda Sarita Colonia; el relieve cambia ligeramente a medida que se extrae material; aun se distingue la cabecera de la cárcava 01 mientras que la cárcava 02 casi desapareció. El río Pumayoc Huayco atraviesa la nueva zona urbana de la APV Oscollapampa canalizado en forma lineal con dirección SO-NE en dirección al río Huatanay.

En la Figura 4.18 podemos distinguir el incremento de las instalaciones de la ladrillera, especialmente hacia el NE, se aprecia claramente la construcción de una trocha carrozable dentro de la ladrillera con dirección ENE –OSO, el avance en la extracción del material se da hacia el NO; se distingue la construcción de las viviendas de la Asociación de Viviendas Altiva Canas particularmente las MZs R,S y T, las mismas que fueron afectadas con más intensidad el año 2013 por el deslizamiento; el relieve sigue cambiando

conforme se sigue extrayendo material; las cárcavas 01 y 02 desaparecen por completo; El río Pumayoc Huayco se presenta igual que en el año 2002.

En la Figura 4.19 se distingue la consolidación de la carretera ubicada al NO de la ladrillera ENE –OSO, las construcciones de la ladrillera llegan a su máximo grado de expansión; se nota en forma dramática la cantidad de material removido entre el 2008 y el 2011; se distingue el acelerado crecimiento urbano de la Asociación de Vivienda Altiva Canas en todas sus manzanas así como en el resto de APVs, también se observa la construcción de la loza deportiva y la existencia del terminal de la Empresa de transporte urbano Tupac Amaru; el relieve cambia drásticamente mostrándose pendientes más pronunciadas producto de la extracción del material; El río Pumayoc Huayco es canalizado en forma recta con dirección al río Huatanay.

En la Figura 4.20 a, se aprecia la totalidad de las construcciones de la ladrillera; el avance en la extracción disminuye y contrariamente aparece una mayor cantidad de material en la zona erosionada, esto debido al material vertido por el gobierno regional, prueba de ello lo constituye la disminución en la cobertura vegetal y la diferencia de las líneas amarilla y verde; el relieve vuelve a tener una cierta ondulación, se distingue la canalización del río Pumayoc Huayco con dirección al río Huatanay.

En la Figura 4.20 b, a comparación del año 2012 se nota la disminución del área construida dentro de la ladrillera, no existe extracción importante de material; se distingue la afectación de la carretera colindante entre la Asociación de Vivienda Altiva Canas y la Ladrillera, así como las viviendas colapsadas en enero del 2013, existe un desplazamiento de terreno hacia el SE, además de observarse algunas grietas en el terreno.

### **6.3 MAPA DE VULNERABILIDAD**

El mapa de vulnerabilidad física en función a los descriptores utilizados resulta en una concentración de vulnerabilidad en aquellas viviendas localizadas en el extremo oriental de la Asociación de Vivienda Altiva Canas, aquellos niveles de vulnerabilidad dispersas en la asociación responden a

variables no tanto de localización sino de estado y materiales de construcción (Ver Anexo N° 14).

**Análisis de Vulnerabilidad.-** Previo un análisis de campo y de información secundaria a nivel de lote, se han analizado la exposición, la fragilidad y la resiliencia dentro de cada una de las dimensiones social, económica y ambiental. Así mismo, para determinar los valores de vulnerabilidad en cada dimensión se aplicó la metodología dada por el CENEPRED, para mayor detalle ver el Anexo 08 Cuadro de vulnerabilidades

Luego de procesar la información de acuerdo a las dimensiones, descriptores y/o indicadores se procede a la elaboración del Mapa de Vulnerabilidad, que viene a ser la suma de los Mapas de vulnerabilidad parciales. (Ver Mapas M-11, M-12, M- 13 y M-14).

#### 6.4 ESTRATIFICACION DE LA VULNERABILIDAD

Según los parámetros establecidos en el Manual para la Evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales del CENEPRED (2013), el análisis de vulnerabilidad para el área de estudio considera 3 niveles: Muy alta, Alta y Media vulnerabilidad, como se muestra en el siguiente cuadro:

**Cuadro N°6.1.- Estratificación de la Vulnerabilidad en el área de estudio.**

Nivel	Descripción	Rango
<b>Vulnerabilidad Muy Alta</b>	Constituye el área perteneciente a la fábrica de ladrillos Sarita Colonia, se caracteriza por presentar edificaciones en muy mal estado de conservación, materiales de estera o cartón y otros de menor resistencia, en estado de conservación malo o muy malo, topografía mayor a 30%, incumplimiento de procedimientos constructivos de acuerdo a la normativa mayor a 60% , localización muy cercanas al peligro de 0 a 0.20 km.; servicio básico de agua potable y saneamiento mayor a 75% expuesto; Servicio de las empresas eléctricas expuestas mayor a 75%; Servicio de las empresas de distribución de combustible y gas y de servicio de transporte mayor a 75% expuestas.	De 0.260 a 0.503
<b>Vulnerabilidad Alta</b>	Conformados por todos los lotes ocupados de la Asociación de Vivienda Altiva Canas, así como la manzana "E" de la APV. Vallecito, sus capacidades para la respuesta son bastante limitadas al no contar con planes familiares de respuesta para situaciones de emergencia, la mayoría de ellas son familias cuyas	De 0.134 a 0.260



	<p>actividades económicas no son estables, giran en torno a la prestación de servicios en el sector construcción, manufactura, pequeños actividades comerciales y otros; el 1,3% de familias tienen ingresos económicos familiares entre 149 y 264 nuevos soles mensuales, en el 46,7% de familias sus ingresos económicos son de 265.00 a 1199.00 nuevos soles, en el 49,3% de familias sus ingresos económicos van de 1200.00 a 2999.00 nuevos soles y en el 2,7% de familias el ingreso económico familiar es de 3000.00 nuevos.</p> <p>Edificaciones en regular estado de conservación, materiales de adobe, topografía de 20 a 30%. configuración de fachadas de 2 pisos, incumplimiento de procedimientos constructivos de acuerdo a la normativa entre 40% a 60% localización cercanas al peligro de 0.20 km a 1 Km.; servicio básico de agua potable y saneamiento entre 50% a 75% expuesto. ; Servicio de las empresas eléctricas entre 50% a 75% expuesto; Servicio de las empresas de distribución de combustible y gas y de servicio de transporte entre 50% a 75% expuesto; Servicio de telecomunicaciones entre 50% a 75% expuesto.</p>	
<p><b>Vulnerabilidad Media</b></p>	<p>Se consideran únicamente los lotes U-3, P-13, P-5 y O-6-2 de la Asociación de vivienda Altiva Canas, estas edificaciones se encuentran en buen estado de conservación, materiales de madera, topografía de 10 a 20%. configuración de fachadas de 2 pisos, incumplimiento de procedimientos constructivos de acuerdo a la normativa entre 20% a 40%; localización muy cercanas al peligro de 0 a 0.20 km. localización medianamente cercana al peligro de 1 a 3 km. ; servicio básico de agua potable y saneamiento entre 25% a 50% expuesto. Servicio básico de las empresas eléctricas entre 25% a 50% expuesto; Servicio de las empresas de distribución de combustible y gas y de servicio de transporte entre 25% a 50% expuesto; Servicio de telecomunicaciones entre 25% a 50% expuesto.</p>	<p>De 0.068 a 0.134</p>

Fuente: Equipo técnico Corporación Allin Puriy, 2014.

## CAPITULO VII

### ANALISIS DE RIESGOS

#### 7.1 DETERMINACION DE LOS NIVELES DE RIESGOS

Dependerá del análisis previo del peligro por movimientos en masa (suceptibilidad, factores condicionantes y desencadenantes) y de la vulnerabilidad (fragilidad exposición y resiliencia de acuerdo a los enfoques social-economico y ambiental ), a partir de estos análisis y utilizando la metodología del CENEPRED es que generamos los mapas respectivos según los cuales se logra determinar en forma espacial los lugares que están con una mayor probabilidad de sufrir daños por movimientos en masa en la Asociación de Vivienda Altiva Canas.

A continuación mostramos la estratificación del riesgo a partir del análisis previo antes mencionado.

**Cuadro N° 7.1.- Estratificación del Riesgo en el área de estudio.**

Nivel	Descripción	Rango
<b>Riesgo Muy Alto</b>	Además de las instalaciones de la ladrillera Sarita Colonia, 6 lotes de vivienda en las manzanas "S" y "T" se encuentran en riesgo muy alto de los cuales, 4 han colapsado en el año 2013, sus habitantes en la actualidad viven en habitaciones alquiladas y 2 de las viviendas que se consideran en riesgo muy alto aún están siendo habitadas por 12 personas en total.	De 0.260 a 0.503
<b>Riesgo Alto</b>	62 lotes en donde viven 416 personas se encuentran en situación de riesgo alto ante movimientos en masa. Por lo general estas familias realizan actividades económicas no estables y en ocasiones llegan a obtener hasta 1200.00 nuevos soles de ingresos económicos al mes, habiendo algunas familias incluso que tienen como ingreso mensual aproximado menos de 500.00 nuevos soles. Esta situación influirá negativamente en las posibilidades de obtener terrenos o vivienda en otros lugares con mejores condiciones de seguridad ante la pérdida de su vivienda en situaciones de desastre.	
<b>Riesgo Medio</b>	Únicamente están considerados 3 lotes U-3 (cancha de fútbol) P-5 y P-13	De 0.068 a 0.134

Fuente: Equipo técnico Corporación Allin Puriy, 2014.

## **7.2 ANALISIS DE RIESGOS EN FUNCION A LOS MOVIMIENTOS EN MASA Y A LA VULNERABILIDAD FISICA**

De la combinación de los factores de riesgo, se obtiene el mapa de riesgo ante movimientos en masas, el cual muestra que el lote de terreno de la ladrillera Sarita Colonia y 6 lotes de la Asociación de Vivienda Altiva Canas se encuentran en riesgo muy alto, exceptuando del análisis aquellos lotes vacíos y aquellos en los que sus habitantes no quisieron ser entrevistados para el análisis de la vulnerabilidad. 62 lotes de la Asociación de vivienda Altiva Canas y 7 lotes de la APV. Vallecito se encuentran en alto riesgo. 03 lotes del total se encuentran en riesgo medio y ningún lote en riesgo bajo.

Se puede concluir que las condiciones de riesgo del lote de la ladrillera Sarita Colonia ha afectado el nivel de riesgo de la zona contigua de la Asociación de Vivienda Altiva Canas por las características propias de los fenómenos de remoción de masas presentes en el área de estudio. Esta característica de dicho lote hace que se condicione el uso futuro del sitio y las medidas estructurales y no estructurales que debe adoptar la población en cada lote así como las medidas que desde la gestión municipal o regional deban programarse a fin de reducir el riesgo de desastres por este tipo de peligro.

El riesgo es muy alto en el lote de la ladrillera debido a las condiciones de peligrosidad muy alto y alto y las condiciones de vulnerabilidad muy alta que presenta. Esta es graficada en la totalidad de color rojo por constituirse en una unidad funcional y de propiedad, bajo el concepto de unidad de análisis a nivel de lote.

En función a la zonificación territorial del riesgo, establecido en el manual de Evaluación de Riesgos del CENEPRED (2013), el resultado del presente estudio recomienda los usos de suelo del **Área de Reglamentación Especial en Zonas y Sitios Arqueológicos**, que corresponde al área estudiada, con un plan específico, reglamentación propia y parámetros urbanísticos especiales que en su momento determinaran las entidades competentes.

Para las áreas de **muy alto riesgo** resultante en el área central del área de estudio, corresponderá una zona de prohibición no apta para la instalación, expansión urbana o densificación de asentamientos humanos, donde las áreas edificadas tanto de la ladrillera como de las viviendas comprometidas en la parte alta con riesgo muy alto deben ser reasentados siendo estos trece lotes los siguientes: Q-8, Q-9, Q-10, S-7, S-8, S-9, S-10, S-11, T-6, T-7, T-8, T-9 y T-10. Se corrobora esta acción en función al origen de los fenómenos de movimientos en masa identificados ( Ver Mapa M-01) y las evidencias de fallas y fisuras en las edificaciones existentes ( Ver Mapa M-09) y al Mapa de peligros (ver mapa M-08), Cabe mencionar que los lotes en color blanco del mapa de riesgos no tienen un color rojo que los identifique como de alto riesgo debido a que estos están vacíos o a que los pobladores no desearon ser encuestados, imposibilitando de esta forma el análisis de las vulnerabilidades según la normativa existente.

Las zonas de **riesgo alto** que corresponden al mayor porcentaje del área de estudio como resultado del análisis efectuado, excepto los lotes P-5, P-13 y U-3 pueden permitir la densificación de edificaciones de manera restringida, importantes obras de protección, gestión reactiva del riesgo y medidas estructurales que reduzcan el riesgo.

Los lotes de **riesgo medio** correspondiente a los lotes P-5, P-13 y U-3 que al no ser representativos respecto al total de lotes estudiados y al no tener una ubicación concentrada ni exenta del asentamiento se someten a los parámetros edificatorios recomendados para peligro alto. (Ver Mapa 15)

Elaborar la reglamentación específica y parámetros urbanísticos especiales para esta zona de Reglamentación Especial ZRE- SA. Conventomocco, cuya reglamentación del uso de suelo, parámetros urbanísticos (alturas, retiros, coeficiente de edificación, etc.), intervención, restricciones, programas y proyectos que serán formulados conjuntamente por la Dirección Desconcentrada de Cultura Cusco, la Municipalidad Provincial del Cusco y la Municipalidad Distrital según su competencia territorial.

## 7.3 MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES

### 7.3.1 DE RIESGOS EXISTENTES Y FUTUROS

#### 7.3.1.1 DE ORDEN ESTRUCTURAL

1.- Formular un PIP de “creación del sistema de protección ante movimientos en masa de la Asociación de Vivienda Altiva Canas del distrito de San Jerónimo”, el cual deberá incluir las medidas de estabilización y prevención ante movimientos en masa (Ver Anexo 09) y solicitar inicialmente una inspección a fin de saber los requisitos necesarios exigibles por el Ministerio de Cultura como por ejemplo la incorporación y costeo de un plan de monitoreo arqueológico con un periodo de aprobación de 10 días y un costo de implementación de S/. 4,500 aproximadamente al mes por cuanto dure la ejecución del proyecto. Así mismo, la obtención del CIRA (Certificado de Inexistencia de Restos Arqueológicos) Decreto Legislativo N°1105, con una duración de aprobación en 20 días. Se sugiere que este PIP deba estabilizar el terreno mediante banquetas, tomando en cuenta el drenaje de aguas pluviales con tubería cribada a tres metros de profundidad en la parte superior, uso de geotextiles y la construcción de canales en las calles 15, 16, 20, 21, 22, Calle Ilusiones, Calle Girasoles y Calle Jazmines, con sistemas de captación en la parte baja a través de un canal de coronación que conduzca los flujos hacia la parte baja empalmado adecuadamente al sistema de aguas pluviales hacia el colector principal sin que esto signifique el incremento en el peso, también deberá incluir la plantación de especies nativas y la construcción de canchas deportivas y un salón multiusos en la parte baja donde actualmente se encuentra la ladrillera Sarita Colonia.

2.- Permitir acciones de **reforzamiento estructural** preventivo de aquellas edificaciones ocupadas que se encuentran en el área de estudio. Se recomienda en todas las edificaciones la colocación de malla de alambre electro soldada de 1”x1” exterior e interiormente aplicado sobre la superficie del muro y anclado adecuadamente a él (preferir clavo de 4” o para calamina) por debajo del alfeizar de las ventanas y en esquinas con

una longitud mínima de 1.50 m a cada lado del muro. Igualmente en los segundos pisos por encima de los dinteles de las puertas. (Ver Anexo 11).

3.-Sensibilizar a la población para que tomen medidas estructurales tendientes a reducir el riesgo ante movimientos en masa en la zona, estas deben contemplar las siguientes consideraciones (Ver Anexo 11):

- a) Evitar sobrecargar con cargas vivas las edificaciones hacia el sector involucrado como pueden ser almacenamiento de materiales de construcción como ladrillos o adobes, desmontes, mobiliario pesado, vehículos de alto tonelaje, etc.
- b) Evitar la acumulación de desechos que generen humedad en muros y reduzcan la evo transpiración dentro de las viviendas.
- c) Eliminar áreas de cultivo en algunas viviendas ya que aceleran la infiltración de agua en el suelo.
- d) Eliminar aquellas áreas verdes pegadas a los muros como jardines o patios sin tratamiento de pisos ya que humedecen los muros sobrecargándolos y debilitando las estructuras.
- e) En los techos deben considerarse las pendientes, las características de impermeabilidad y por sobre todo la longitud de los aleros de 0.40 cm para un nivel como mínimo y 60 cm. para dos niveles.
- f) Mejoramiento de pisos en patios a través de emboquillados en pisos de piedra existentes, vaciado de pisos con cemento y aditivos impermeabilizantes de bajo costo existentes en el mercado con pendiente mínima de 3%, con evacuación al sistema de alcantarillado.
- g) Impermeabilización de zócalos a una altura de 1.00 m. en muros de adobe con cemento y arena en proporción 1:2 con acabado pulido.
- h) Revestir los muros de adobe con una primera capa de barro de 1.5 cm de espesor preparada con tierra cernida con paja picada. Una segunda capa a los 7 días con la misma mezcla.

En el Anexo 11 se hace mención por lote en especial del plan familiar de emergencias.

4.- Diseño de un sistema de drenaje del área de estudio a fin de garantizar la menor infiltración en el suelo a nivel de cada lote y a nivel del espacio público.

5.- Se plantea momentáneamente definir zonas seguras con apoyo de la municipalidad distrital de San Jerónimo y con la participación de la población. Así como implementar obras de emergencia como la limpieza, señalización y mejora de las rutas de evacuación en caso de emergencias o desastres en coordinación con la oficina de Defensa Civil.

6.- Realizar acciones de apuntalamientos de muros que han perdido plomada así como la señalización de la zona de prohibición de paso peatonal cercanas al deslizamiento.

7.- El monitoreo mediante el uso de puntos de control y uso de GPS diferenciales de las cárcavas 1 y 2 especialmente en el deslizamiento inactivo y en la parte alta del deslizamiento rotacional Mz Q, R, S y T de la Asociación de vivienda Altiva Canas.

8.- Colocar en las zonas urbanas y de expansión urbana ubicadas dentro de los niveles de peligro Muy Alto y Alto, letreros de prohibición para construcción de viviendas o compra y venta de terrenos, como una medida de prevención, usar el mismo criterio en las fajas marginales cuando la Autoridad Local del Agua así lo determine definitivamente.

### **7.3.1.2 DE ORDEN NO ESTRUCTURAL**

1.-A través de un proyecto de inversión pública fortalecer las capacidades de la población para la reducción de riesgos de desastres a nivel familiar en los siguientes temas:

- Marco conceptual sobre gestión del riesgo de desastres
- Marco legal de la gestión del riesgo de desastres
- Componentes de la gestión del riesgo de desastres
- Procesos de la gestión del riesgo de desastres
- Análisis del riesgo
- Herramientas de la gestión reactiva: Los planes de contingencia familiar y comunal.
- El plan de evacuación, plan familiar de emergencias y normas de conducta como medidas de preparación y respuesta que contemplen el uso de mochilas de emergencia en cada vivienda (Ver Figura N° 7.1).



Figura N° 7.1.- Mochila de emergencia

Fuente: [https://www.facebook.com/photo.php?fbid=716667601706174&set=np.132403320.100000088296223&type=1&theater&notif\\_t=notify\\_me](https://www.facebook.com/photo.php?fbid=716667601706174&set=np.132403320.100000088296223&type=1&theater&notif_t=notify_me)

- Los instrumentos de gestión territorial (Importancia de los planes de desarrollo urbano y de ordenamiento territorial).
- Simulacros.
- Sistemas de evacuación de aguas pluviales en la vivienda
- Mantenimiento de techos y zócalos de la vivienda.

2.- Realizar un plan de contingencia frente a movimientos en masa.

Con el uso de los Mapas de Movimientos en Masa, de Peligros y de Riesgos limitar las construcciones nuevas, ampliaciones y remodelaciones de las edificaciones actuales.

3.- Elaborar la Reglamentación Especial ZRE- SA. Conventomocco, cuya reglamentación del uso de suelo, parámetros urbanísticos, intervención, restricciones, programas y proyectos serán formulados conjuntamente por la



Dirección Desconcentrada de Cultura Cusco, la Municipalidad Provincial del Cusco y la Municipalidad Distrital de San Jeronimo según su competencia territorial.

3.-Capacitar a la población para el mejoramiento en las construcciones de adobe, de esta forma disminuir la vulnerabilidad física.

4.-Elaborar y poner en marcha planes de prevención que contemplen medidas de evacuación así como lugares seguros con sus respectivos simulacros.

5.-Prohibir la explotación del recurso natural suelo principalmente para la fabricación de ladrillos.

6.-Preparar un plan de contingencia en casos de emergencia a nivle de la Asociacion de Vivienda en coordinación con la Oficina de Defensa Civil Distrital.

7.-Elaborar material de información con los resultados del estudio con fines de sensibilización e información de la población, especialmente las presentadas en el Anexo 11 del presente estudio.

8.-Difundir medidas de preparación ante emergencias por movimientos en masa y peligros sísmicos, considerando que las viviendas han sido dañadas en sus estructuras con la ocurrencia del deslizamiento en enero del año 2013.

## CONCLUSIONES

1. Geomorfológicamente, en un contexto regional, el área de estudio se encuentra ubicado en la depresión del río Huatanay, presenta una litología conformada por material de relleno, suelos y rocas pertenecientes a la Formación San Sebastian conformada por trípoli calcáreo y roca en la base, intercalación de estratos de limo, arenas y arcillas con diferentes porcentajes de humedad hacia el techo.
2. Geotécnicamente el suelo muestra valores de capacidad de carga por debajo de  $1,3 \text{ kg/cm}^2$ , con asentamientos de hasta 12,34 cm y filtraciones de agua producto de las lluvias y de la deficiente red de agua y desagüe (con humedad natural hasta de 26.73%), debido a factores como el relleno de cárcavas, lentes de arena y la pendiente, que le dan al terreno la característica de no ser el más apto para cualquier construcción por las propiedades geotécnicas deficientes que presenta.
3. Existen 12 Movimientos en Masa ubicados en la parte central del área de estudio (cuatro caídas de suelo, un deslizamiento rotacional, cuatro flujos de tierra y tres flujos de lodo), que afectan directamente a la Ladrillera Sarita Colonia y a las Mzs. Q,R,S,T y U de la Asociación de Vivienda Altiva Canas. El más importante es el deslizamiento rotacional que el 3 de enero del 2013 generó el colapso de 4 viviendas y afectó a otras 12. Adicionalmente existen indicios sobre un deslizamiento inactivo que de reactivarse afectaría 23 lotes de las Mz P, Q, R y S de la Asociación de Vivienda Altiva Canas.
4. Los factores condicionantes del deslizamiento rotacional son:
  - a. El relieve conformado por 07 terrazas.
  - b. El tipo de suelo que presenta gran cantidad de material de relleno, debido a que entre las décadas del 70 y 80 la cárcava 01 fue tapada y encima de esta se asentó la población de la Asociación de Vivienda Altiva Canas, posteriormente, el año 2012 la ladrillera Sarita Colonia en coordinación con el Gobierno Regional Cusco depositó material de relleno en el área erosionada por la fábrica debido a la extracción de

- materia prima para la fabricación de ladrillos, que provoco un incremento en el peso e intensifico el movimiento de suelos.
- c. Cobertura vegetal casi nula debido a la ocupación urbana.
  - d. Uso actual del suelo caracterizado por una ocupación urbana y de uso industrial sin planificación carente de saneamiento físico legal.
  - e. Sobreexplotación del recurso suelo por parte de la Ladrillera Sarita Colonia sin un estudio previo de riesgos, que desestabilizo el talud natural del área de estudio y puso en peligro tanto las viviendas como las vías de transporte y servicios basicos de la Asociacion de Vivienda Altiva Canas.
5. Los factores desencadenantes del deslizamiento rotacional son:
- a. Las precipitaciones pluviales acumuladas entre el 01 de octubre del 2012 y el 03 de enero del 2013 que incrementaron el peso del suelo por sobresaturación en 3,625.34 kilos, aproximadamente, esto sin considerar el incremento de material de relleno transportado por el Gobierno Regional del Cusco a solicitud de la Ladrillera Sarita Colonia.
  - b. La presencia de la falla inferida Cusco, ubicada a 100 mts al SSO, y la evidencia de fallas locales relacionadas a esta, que se corrobora por la existencia de surgencias de agua, por el alineamiento de fisuras en las viviendas y un sistema de fallas encontradas entre la via Red Energia del Peru y la Mz S de la Asociacion de Vivienda Altiva Canas, lo que hace suponer que esta area se encuentra en una zona de intenso fallamiento. Asi mismo, existe un reporte sísmico de 5.2 grados el 30 de diciembre del 2012 a las 3:49 pm, a una distancia de 54 km al NE del Cusco y una profundidad de 169 km; cuatro días antes de la ocurrencia del deslizamiento. Este hecho junto a las precipitaciones pluviales intensificaron el movimiento de suelos del 3 de enero del 2013.
6. A consecuencia del deslizamiento, 24 personas actualmente viven en habitaciones alquiladas debido al colapso de sus viviendas, y 70 personas que habitan las viviendas afectadas, conforman la población en riesgo muy alto, asi como las instalaciones de la fabrica de ladrillos Sarita Colonia, 294.64 m. de vías afirmadas y 190.98 m de líneas eléctricas. El

Programa No Escolarizado de Educación Inicial – PRONOEI, en la Mz. T Lote N° 12, que alberga a 28 niños menores de 3, 4 y 5 años de edad, así como 154.46 m de vías afirmadas y 410.61 m. de líneas eléctricas se encuentran expuestas a peligro alto. El 505.81 m. de vías afirmadas y 353.22 m. de líneas eléctricas están expuestas a peligro medio.

7. La condición de habilitación urbana de la Asociación de Vivienda Altiva Canas actualmente está en espera de la opinión técnica del Ministerio de Cultura a cambio de zonificación del predio La Rinconada APV Altiva Canas con Expediente N° 101127-10 como requisito para proceder al trámite de Regularización de la habilitación urbana, debido a que ninguna edificación tiene licencia de construcción, sin embargo la Asociación está comprendida dentro de una Zona de Reglamentación Especial (ZRE) según el Plan de Desarrollo Urbano de la Provincia 2013-2023 aprobado recientemente, por tanto no tiene una calificación de tipo residencial ni menos la definición de número de niveles, categorización vial ni de equipamientos urbanos.
8. De acuerdo con el Plan de Desarrollo Urbano provincial 2013-2023 y concordante con el Reglamento Nacional de Construcciones se establece que el uso de Ladrillera Sarita Colonia se encuentra dentro del borde urbano por tal razón no puede tener licencia de funcionamiento.
9. Gran parte de las edificaciones han sido construidas con adobe (94%), en estas se han identificado deficiencias en los procesos constructivos caracterizados principalmente por:
  - a. La humedad y la erosión producidas en los muros son el principal causante del deterioro de las construcciones siendo necesaria su protección.
  - b. Las juntas verticales no cuentan con mortero de barro, con poco componente de paja, estos espacios son cubiertos exteriormente lo que no garantiza un buen comportamiento en la estructura frente a esfuerzos de corte o sismos, de igual modo frente al deslizamiento, puesto de que esta condición de vulnerabilidad favorece a la formación de fisuras en muros transversales al deslizamiento. Se considera según la norma E.080 que las juntas de la albañilería

constituyen zonas críticas, en consecuencia ellas deben contener un mortero tipo I o II de buena calidad: Tipo I en base a tierra con algún aglomerante como cemento, cal, asfalto, etc. Tipo II en base a tierra con paja.

- c. Si bien no se pudo verificar la estructura de cimentación, los pobladores mencionan que la cimentación por lo general es de 50 a 60 cm. De profundidad de piedra grande con mortero de barro. El 80% de las edificaciones de adobe no cuentan con sobre cimentación o estas son insuficientes en altura lo que genera la absorción de la humedad del suelo por capilaridad, más aun por que se ha usado mortero de barro en su construcción.
- d. Las edificaciones más grandes tienen techos de tijerales con teja y torta de barro lo cual representa un peso adicional sobre las edificaciones.
- e. Menos del 5% de las edificaciones cuentan con machones o arriostres en los muros. Esto está ligado a la existencia de fisuras en las esquinas no pudiéndose verificar la calidad de las trabas.
- f. Ninguna edificación ha tenido supervisión de obra, por cuanto carecen en su mayoría de calidad arquitectónica que comprende variables de funcionalidad y distribución, diseño estructural, asoleamiento y ventilación.
- g. Todas las edificaciones carecen de viga collar en el entrepiso y entretecho aspecto que no garantiza un comportamiento adecuado en las estructuras frente a sismos.
- h. Respecto a la evacuación de aguas pluviales el 70% de las edificaciones no cuentan con adecuados sistemas de evacuación debido a que no poseen canatelas o montantes de agua, o pisos de tierra, conexión a la red de desagüe, etc.
- i. Algunas viviendas tienen puerta de garaje con una luz superior a los 2.20 y sin machones en los extremos lo que ha provocado el pandeo de los dinteles de madera que no tiene relación con el deslizamiento materia del estudio.

10. En espacios públicos urbanos que corresponden a vías y parques proyectados como aporte, la problemática radica en la falta de condiciones de accesibilidad adecuadas tanto peatonal como vehicular debido a que no existe tratamiento de pistas ni veredas excepto las escalinatas ubicadas en la manzana de la APV. Vallecito.
11. Desde el punto de vista patrimonial las unidades de excavación de los lotes R3, U3, T9, T5, T10, que comprometen directamente al deslizamiento no presentaron evidencia arqueológica, lo cual posibilita la intervención futura en la reducción física del riesgo de desastres que garantizaría la estabilidad del conjunto.
12. La población necesita conocer mejor su territorio y los peligros que existen en él.
13. La desarticulación de las entidades involucradas en la gestión del riesgo de desastres no coadyuva a una gestión concertada del territorio que apunte a la disminución de riesgos.
14. La ocupación informal y crecimiento desordenado de Asociación de Vivienda Altiva Canas, APV. Vallecito y de la fabrica de ladrillos Sarita Colonia ubicadas dentro del área de estudio ponen en riesgo la seguridad de la población.
15. Según los parámetros establecidos en el Manual para la Evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales del CENEPRED (2013), el 20% del área de estudio se encuentra en la zona de peligro muy alto, el 43% en la zona con peligro alto y 37% en la zona de peligro medio, no existen zonas de peligro bajo.

La fábrica de ladrillos Sarita Colonia se localiza en un nivel de vulnerabilidad muy alto con edificaciones en muy mal estado de conservación, topografía mayor a 30%, incumplimiento de procedimientos constructivos de acuerdo a la normativa mayor a 60%, localización muy cercana al peligro de 0 a 0.20 km.; servicio básico de agua potable y saneamiento mayor a 20% expuesto. Así mismo todos los lotes habitados de la Asociación de Vivienda Altiva Canas y la manzana "E" de la APV. Vallecito se encuentran dentro del nivel de vulnerabilidad alta, con capacidades de respuesta bastante limitadas al no contar con planes

familiares ante situaciones de emergencia, en la mayoría de familias las actividades económicas no son estables (giran en torno a la prestación de servicios en el sector construcción, manufactura, pequeños actividades comerciales y otros), el 1,3% de familias tienen ingresos económicos familiares entre 149 y 264 nuevos soles mensuales, el 46,7% entre 265.00 y 1199.00 nuevos soles, el 49,3% entre 1200.00 y 2999.00 nuevos soles y en el 2,7% el ingreso económico familiar es de 3000.00 nuevos soles; edificaciones en regular estado de conservación, construidas con material de adobe; topografía de 20 a 30%, configuración de fachadas de 2 pisos; incumplimiento de procedimientos constructivos de acuerdo a la normativa entre 40% a 60%; localización cercana al peligro de 0.20 km a 1 Km.; servicio básico de agua potable y saneamiento entre 43% expuesto. En las zonas con vulnerabilidad media se consideran únicamente los lotes U-3, P-13, P-5 y O-6-2 de la Asociación de vivienda Altiva Canas, con buen estado de conservación, topografía de 10 a 20%, configuración de fachadas de 2 pisos, incumplimiento de procedimientos constructivos de acuerdo a la normativa entre 20% a 40%; localización muy cercanas al peligro de 0 a 0.20 km.; servicio básico de agua potable y saneamiento 37% expuesto.

16. Los lotes ubicados dentro del nivel de muy alto riesgo deben ser reasentados en función a la presencia de los movimientos en masa identificados tomando en cuenta el análisis de los Mapas 01, 08 y 15. La zona que ocupan estos lotes, deberá ser prohibida para la instalación, expansión urbana o densificación de asentamientos humanos, que corresponde a áreas edificadas tanto de la ladrillera como de las viviendas. Las zonas de riesgo alto, excepto los lotes P-5, P-13 y U-3 pueden permitir la densificación de edificaciones de manera restringida, siendo necesario la construcción de obras de protección, gestión reactiva del riesgo y medidas estructurales que reduzcan el riesgo. Los lotes de riesgo medio correspondiente a los lotes P-5, P-13 y U-3 que al no ser representativos respecto al total de lotes estudiados y al no tener una ubicación concentrada ni exenta del asentamiento se someten a los parámetros edificatorios recomendados para peligro alto.

## **RECOMENDACIONES**

Cumplir con las medidas de prevención de riesgos de desastres existentes y futuros, de orden estructural y no estructural, propuestas en el presente estudio en el punto 7.4 del Capítulo VII.