

**Análisis y evaluación de la información cartográfica temática  
referida a los aspectos físicos y biológicos con fines de  
susceptibilidad física del ámbito correspondiente al Valle del Rio  
Apurímac y Ene (VRAE).**

Primer entregable

Geog° Liliana Quispe Fabián

Noviembre 2014

*[Handwritten signature]* 1

## ÍNDICE

### INTRODUCCIÓN

#### I.- CARACTERISTICAS GENERALES

- 1.1. Ubicación Geográfica y límites
- 1.2. Ámbito de influencia
- 1.4. Potencialidades

#### II.- METODOLOGÍA

#### III.- ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA CARTOGRAFÍA ENTREGADA POR EL MINAM

- 3.1.- Información proporcionada por el MINAM
- 3.2.- Análisis y Evaluación de la información

#### IV.-CARACTERIZACIÓN FISICA

- 3.1. Geología
- 3.2. Geomorfología

## Introducción

Desde la década del 1950 y 1960 estos valles se caracterizaron por su diferente producción resaltando la extracción del cube o barbasco, en el periodo de 1960 y 1970 se resalto el cultivo del café, posteriormente en entre 1970 y 1980 la producción de cacao caracterizo estos valles, sin embargo a partir de 1985 el valle remplazo sus cultivos por coca.

El año 2012 al área del VRAE se ha agregado el área comprendida del río Mantaro ahora llamado VRAEM denominado ahora Valle del río Apurímac, Ene y Mantaro.

### I.- CARACTERISTICAS GENERALES

#### 1.1. Ubicación Geográfica y límites

El territorio del Valle del Río Apurímac, Ene y Mantaro- VRAEM, se encuentra ubicado en la selva alta conformado por los departamentos de Ayacucho, Cusco y Junín, de la zona oriental de las provincias de Huanta y la Mar del departamento de Ayacucho y al noroeste de la provincia de la Convención, Cusco. Sobre una superficie de 7,923.41 km<sup>2</sup>. Es una zona con gran diversidad ecológica y geográfica, consta con altitudes que van desde los 540 msnm. hasta los 3000 msnm.

Los distritos de Andapata, Kaquiabamba y Pacobamba en la Provincia de Andahuaylas, Chincheros, Huaccana, Ocobamba y Oncoy en la Provincia de Chincheros departamento de Apurímac.

Los distritos de Ayacucho, Huanta, Llochegua, Santillana y Sivia en la Provincia de Huanta. Distrito de Anco, Ayna, Chilcas, Chungui, Luis Carranza, San Miguel, Santa Rosa, Tambo en la Provincia de La Mar departamento de Ayacucho.

Los distritos de Echarate, Kimbiri, Pichari, Vilcabamba en la Provincia de la Convención departamento de Cusco.

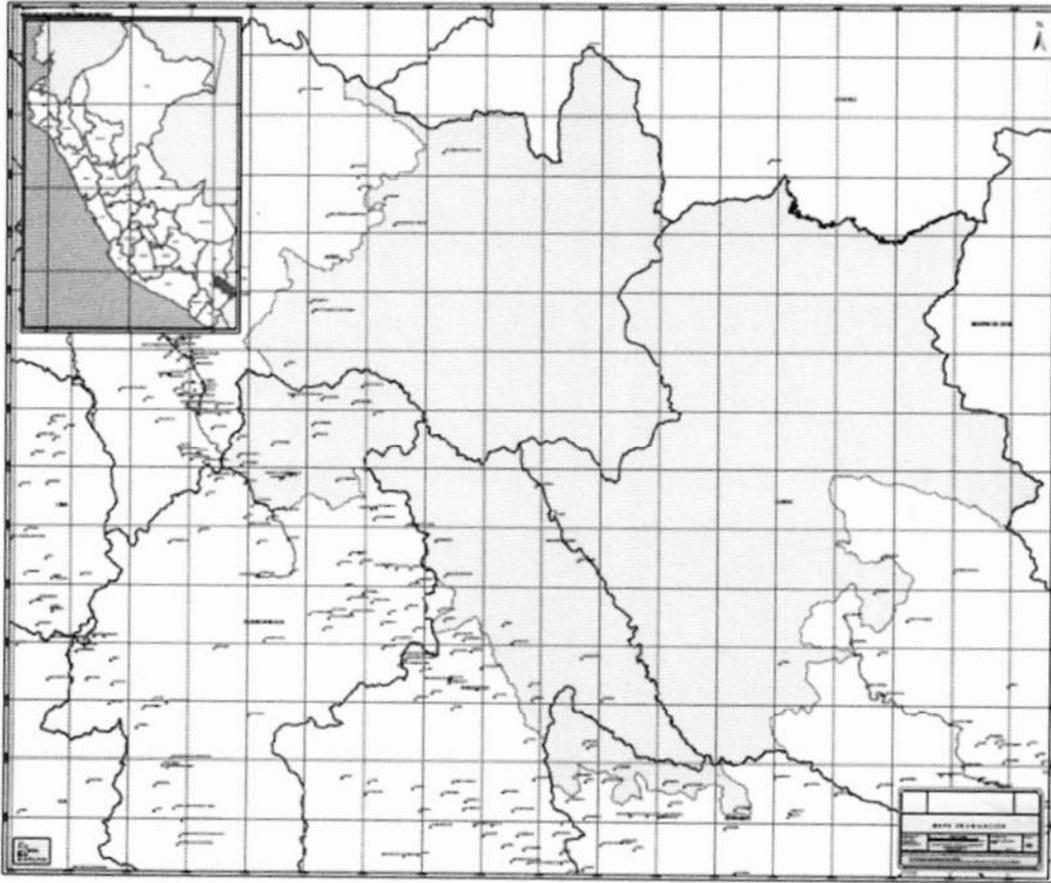
En el departamento de Huancavelica los distritos de Acostambo, Acraquia, Ahuaycha, Colcabamba, Daniel Hernandez, Huachocolpa, Huaribamba, ñahuimpuquio, Pampas, Pazos, Quishuar, Salcabamba, Salcahuasi, San Marcos de Rocchac, Surcubamba, Tintay Puncu, en la Provincia de Tayacaja.

EN el departamento de Junín el distrito de Andamarca de la Provincia de Concepción. Pariahuanca y Santo Domingo de Acobamba en la Provincia de Huancayo y finalmente Mazamari, Pangoa y Río Tambo en la Provincia de Satipo.

#### 1.2. Ámbito de influencia

El río Apurímac es la línea divisoria de los departamentos de Ayacucho y Cusco, por la margen derecha se encuentra ubicada la provincia de La Convención y en la margen izquierda, las provincias de La Mar y Huanta. El Valle está constituido por una franja territorial que se extiende de Sur a Norte desde la confluencia del río Apurímac, con el río Pampas; entre los 13° 15' de Latitud Sur, hasta la confluencia con el río Mantaro, a partir de esta unión de los ríos toma el nombre de río Ene.

La transitabilidad a nivel del valle es sumamente dificultosa, sobre todo sobre las vías de acceso, que partiendo de las troncales su uso es incierto sobre todo en la época de lluvias, el mantenimiento sobre estas carreteras consiste en posibilitar el paso con la limpieza y rose en la modalidad de faenas por parte de los usuarios, con apoyo de maquinaria por la Municipalidad correspondiente, en esas condiciones la transitabilidad es incierta.



### 1.3. Potencialidad

La potencialidad actual y la perspectiva económica del Valle se sustentan en la actividad agrícola y la posibilidad de asignarle valor agregado a sus productos como el cacao y el café, sin embargo la parte de la sierra presenta importantes reservas de minerales que de entrar en operación estos proyectos, generarían las divisas que dinamizarían la economía del valle posibilitando la adecuación del territorio para construir un destino turístico que en definitiva sería una actividad alternativa y complementaria a la agrícola generadora de empleo de manera sostenible.

Recurso suelo para agricultura Has.  
99,596  
Recurso suelo para pastos Has.  
179,657  
Recurso Bosques Has.  
111,546  
Minerales (Extensión denunciada) Has. 3,820

Es necesario resaltar la participación de cada uno de estos recursos en la economía del Valle, la realidad nos muestra que a pesar de disponer menor cantidad de tierras para la agricultura, este soporta el mayor porcentaje de la PEA, el suelo para pastos por sus características no es representativo a pesar de disponer sustancialmente el doble de Hectáreas.

La pobreza en la sierra del valle motiva desplazarse hacia la selva para practicar la agricultura migratoria y la falta de inversión para fortalecer en gran escala la reforestación. El valle a pesar de la precariedad de la infraestructura productiva y comunicacional, juega un rol importante en la dinámica económica de las ciudades capitales de las regiones que la conforman, principalmente para Ayacucho.

Dada las potencialidades de la zona, esta podría convertirse en una gran oportunidad para el desarrollo productivo y por ende de la generación de empleo para muchas familias si la consideramos como un gran nodo de articulación vial con salida directa a los mercados de la costa y a través de ella al exterior. La otra gran posibilidad económica alternativa al cultivo de la coca es la construcción de un destino turístico sobre la base de la proximidad a la Ciudad de Huamanga, a donde llegan un número importante de turistas, su potencialidad paisajística y cultural.

## II.- METODOLOGÍA

La labor de generar mapas que van a servir como insumos para la caracterización física, hace necesario una organización para la secuencia de procesos. Esta secuencia en la elaboración de los mapas es importante ya que algunos mapas son insumos de otros como es el caso de los mapas intermedios (mapas de evaluación) que tienen su origen en los mapas temáticos de las variables física, biológica, socioeconómica y cultural.

Para el análisis de la información cartográfica se pasó a revisar cada capa temática de la línea física de los departamentos de Cusco, Ayacucho, Huancavelica y Satipo. La revisión de la meta data con la finalidad de identificar los campos de cada variable: Geología, Geomorfología, Suelos, Fisiografía y pendientes

## III.- ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA CARTOGRAFÍA ENTREGADA POR EL MINAM

### 3.1 Información proporcionada por el MINAM

Entre la información cartográfica proporcionada por el MINAM para el desarrollo de la consultoría se encuentra la siguiente:

- a) Meso zonificación validada del departamento Huancavelica
- b) Meso zonificación validada del departamento Ayacucho
- c) Meso zonificación aprobada del departamento de Cusco
- d) Meso zonificación de Satipo ( información aún en proceso de validación)
- e) Información Cartográfica del VRAE realizada por el iiap
- f) Límites territoriales aprobados del VRAEM

### 3.2. Análisis y Evaluación de la Información Cartográfica

Después de revisar la cartografía proporcionada por la institución se procedió a analizar y evaluar cada una de las variables que intervienen en la susceptibilidad física, en ese sentido describiremos cada variable por departamento.

#### VARIABLE- GEOLOGÍA

##### Ayacucho

- ❖ La información geológica de la meso zonificación de Ayacucho tiene en su base de datos sólo la descripción litológica, por lo tanto es incompleta para trabajar la susceptibilidad física, faltaría describir la estratigrafía con su respectiva simbología y la simbología de la litología.
- ❖ La Hidrogeología de Ayacucho tiene una descripción de acuíferos, sin embargo no aparece un campo indicando el tipo de acuífero, por lo tanto es incompleta la información.

- ❖ Con respecto a la Metalogenia ha sido trabajada a la escala 1:100,000 la escala es muy grande deberá pasar por un proceso de acondicionamiento en base a la geología existente e imágenes satelitales.

#### Cusco

- ❖ La geología de Cusco presenta en su base de datos solo la estratigrafía sin la simbología de las unidades estratigráficas.
- ❖ No tiene en su base de datos la litología, simbología y su respectiva descripción; asimismo con respecto a la hidrología, metalogenia y fallas estructurales no presenta datos

#### Huancavelica

- ❖ La base de datos está completa solo faltaría completar un campo de la base de datos con la simbología de la litología. La información geológica encontrada en la base de datos tiene información de: era, sistema, serie, estratigrafía, simbología, litología y descripción litológica.
- ❖ Sin embargo en la base de datos no existe la información de Hidrogeología.
- ❖ La escala de la Metalogenia, es una escala macro 1:1 000 000, dicha escala es muy grande para utilizarlo como variable, deberá pasar por un proceso de acondicionamiento en base a la geología existente e imágenes de satélite.
- ❖ Fallas estructurales, contamos como varios tipos de fallas estructurales por separado, el trabajo consiste en integrar en una sola base de datos y verificar con los boletines geológicos e imágenes de satélite.

#### Satipo

- ❖ La base de datos de Geología está incompleta solo tenemos estratigrafía y descripción litológica, faltaría la simbología de la estratigrafía y litología, era, sistema, serie, litología.
- ❖ No hay información de Hidrogeología.
- ❖ Metalogenia, no hay información.
- ❖ La información de fallas estructurales, no tiene proyección, contamos como varios tipos de fallas estructurales por separado, el trabajo consiste en integrar en una sola base de datos y verificar con los boletines geológicos e imágenes de satélite.

### VARIABLE-GEOMORFOLOGÍA

#### Ayacucho

- ❖ La cartografía de la geomorfología de Ayacucho cuenta con proyección, así mismo cuenta con base de datos que describe las unidades geomorfológicas, sin embargo no hay información de pendientes, procesos, los sistemas y provincias geomorfológicas.
- ❖ Los procesos morfo dinámicos, es un tema muy importante y complementa a la geomorfología, explica los procesos de mayor intensidad en cada unidad.

#### Cusco

- ❖ La cartografía de la Geomorfología de Cusco no tiene proyección, con respecto a la base de datos cuenta con unidades geomorfológicas, sin embargo falta información de pendientes, procesos, sistemas y provincias geomorfológicas.
- ❖ La información cartográfica no presenta los procesos morfo dinámicos, este tema es muy importante puesto que complementa a la geomorfología, explica los procesos de mayor intensidad en cada unidad.

## Huancavelica

- ❖ La información cartográfica referida a la Geomorfología de Huancavelica tiene proyección, se verifico en la base de datos las unidades geomorfológicas, pendientes, procesos, etc. Sin embargo falta los sistemas y provincias geomorfológicas.
- ❖ Procesos morfo dinámicos, este tema es muy importante y complementa a la geomorfología, explica los procesos de mayor intensidad en cada unidad. Para generar esta información podremos utilizar el inventario de peligros geológicos de ingemmet (información que ya contamos), con ayuda de las imágenes de satélite y cartografía base se delimitaran los procesos más recurrentes.

## Satipo

- ❖ La base de datos cuenta con unidades geomorfológica, pero falta complementar con los sistemas y provincias geomorfológicas.
- ❖ Procesos morfo dinámicos, este tema es muy importante y complementa a la geomorfología, explica los procesos de mayor intensidad en cada unidad. Para generar esta información podremos utilizar el inventario de peligros geológicos de ingemmet y con ayuda de las imágenes de satélite y cartografía base se delimitaran los procesos más recurrentes.

## VARIABLE SUELOS

### Ayacucho

- ❖ Con proyección, en la base de datos solo tenemos el soil taxonomy, falta los parámetros físico - químicos, tales como: nombre y o serie, código, orden, sub orden, gran grupo, sub grupo, profundidad, ph, pedregosidad, drenaje, permeabilidad, erosión, materia orgánica, textura, etc.; un tema importante es falta los puntos de la calicatas.

### Cusco

- ❖ Con proyección, en la base de datos solo tenemos la serie, falta los parámetros físico - químicos, tales como: nombre y o serie, código, orden, sub orden, gran grupo, sub grupo, profundidad, ph, pedregosidad, drenaje, permeabilidad, erosión, materia orgánica, textura, etc.; un tema importante es falta los puntos de la calicatas.

### Huancavelica

- ❖ Con proyección, la base de datos para este análisis es uno de los más completos ya que ese consideran los parámetros físico - químicos, tales como: nombre y o serie, código, orden, sub orden, gran grupo, sub grupo, profundidad, ph, pedregosidad, drenaje, permeabilidad, erosión, materia orgánica, sin embargo falta uno de los más importantes la textura; un tema importante es falta los puntos de la calicatas.

### Satipo

- ❖ Con proyección, en la base de datos solo tenemos la serie y el soil taxonomy, falta los parámetros físico - químicos, tales como: nombre y o serie, código, orden, sub orden, gran grupo, sub grupo, profundidad, ph, pedregosidad, drenaje, permeabilidad, erosión, materia orgánica, textura, etc.; un tema importante es falta los puntos de la calicatas.

## VARIABLE COBERTURA Y USO ACTUAL

### Ayacucho

Con proyección, uniformizar a la metodología Corine Land Cover.

### **Cusco**

Con proyección, uniformizar a la metodología Corine Land Cover, en este caso solo se tiene la cobertura vegetal, habría que conseguir el uso actual.

### **Huancavelica**

Con proyección, uniformizar a la metodología Corine Land Cover.

### **Satipo**

Con proyección, uniformizar a la metodología Corine Land Cover.

### **VARIABLE CAPACIDAD DE USO MAYOR**

#### **Ayacucho**

Con proyección, la base de datos está completa.

#### **Cusco**

Con proyección, la base de datos está completa.

#### **Huancavelica**

Con proyección, la base de datos está completa.

#### **Satipo**

No tiene información

### **Evaluación completa de la cartografía**

Después de analizar y evaluar la información cartográfica la evaluación es la siguiente:

#### **Con respecto a la Variable Geología**

Para realizar el diagnóstico de la geología, primero se deberá acondicionar la información cartográfica, que no está descrita en los términos de referencia.

Para realizar el acondicionamiento de la información se debe adquirir los cuadrángulos geológicos del INGEMMET para generar esta información podremos utilizar el inventario de peligros geológicos y con ayuda de las imágenes de satélite y cartografía base se delimitaran los procesos más recurrentes en cada uno de los 4 departamentos( Ayacucho, Cusco, Huancavelica y Satipo) el tiempo de ejecución del acondicionamiento de la información tiene de ejecución de aproximadamente 20 días en promedio.

#### **Variable Geomorfológica**

Por otro lado, el trabajo consiste en articular la geomorfología con la geología, se ha visto que estas dos variables no conversan respecto básicamente a las líneas y/o límites.

Para completar la información que falta se debe incluir los procesos morfo dinámicos, este es un tema muy importante y complementa a la geomorfología, explica los procesos de mayor intensidad en cada unidad. Que como se explica línea s arriba no está completa la información.

Para generar esta información podremos utilizar el inventario de peligros geológicos de ingemtet, con ayuda de las imágenes de satélite y cartografía base se delimitaran los procesos más recurrentes.

El proceso de acondicionamiento toma un promedio de 10 días aproximadamente



## Variable Suelo

Se puede decir que la variable suelo es la más incompleta de toda la información proporcionada, el proceso de acondicionamiento de información es imposible solo si se cuenta con información que incluya los parámetros físico - químicos, tales como: nombre y o serie, código, orden, sub orden, gran grupo, sub grupo, profundidad, ph, pedregosidad, drenaje, permeabilidad, erosión, materia orgánica, textura, etc.; un tema importante es falta los puntos de la calicatas.

Esta información deberá ser solicitada a cada uno de los 4 departamentos que proporcione la información. Sin esta información no se puede hacer nada.

## Variable Cobertura y Uso del Suelo

El acondicionamiento de la información consiste en uniformizar toda la base de datos de cero, puesto que se utilizara la metodología de Corine land Cover. El tiempo de ejecución es de 15 días aproximadamente.

## Variable CUM

Para el acondicionamiento y desarrollo de la base de datos es necesario contar con información de suelos que como se describe anteriormente falta casi todo incluyendo en el departamento de Huancavelica que se puede decir cuenta con información casi completa. El tiempo de ejecución depende de la información de suelos.

## IV.- ASPECTOS DEL MEDIO FÍSICO.

### GEOLOGÍA

#### Caracterización de la Geología del Valle Río Apurímac

El análisis geológico desde el punto de vista bibliográfico, cartográfico e interpretación de imágenes de satélite, datos colectados de campo, permitió identificar las unidades geológicas aflorantes en la superficie del Valle del Río Apurímac. Este análisis arrojó una gran variedad de materiales litológicos compuestos por rocas metamórficas, rocas ígneas y rocas sedimentarias. De acuerdo a ello, las rocas más antiguas, se encuentran distribuidas en la Cordillera Oriental, correspondientes al: Complejo Marañón de edad Precambriana, compuestos por gneis, esquistos y cuarcitas; Grupo San José del Ordoviciano, compuestos por materiales metamorfizados esencialmente pizarras, además de anfibolitas y areniscas cuarcíferas; Formación Ananea del Siluriano, compuestos por argilitas, tillitas, esquistos y lutitas carbonosas; Grupo Cabanillas del Devoniano, presente con lutitas negras o carbonosas, limonitas y lodolitas; Grupo Ambo de edad Carbonífero inferior, con rocas detríticas y volcánicas; Plutones ígneos, compuestos por granitos, granodioritas y tonalitas producidos por un magmatismo básico de edad Carbonífero superior; Grupo Tarma, de edad Carbonífero superior, compuestas por rocas de naturaleza calcárea y esporádicas rocas detríticas; y Formación Ene del Pérmico superior con rocas esencialmente clásticas (areniscas rojizas) de tipo continental.

Las rocas relativamente jóvenes se encuentran en la Cordillera Subandina, representados por: Grupo Pucará del Triásico, compuestos por rocas esencialmente calcárea; Grupo Goyllarisquizga del Cretáceo inferior, por rocas clásticas, pelíticas y calcáreas; y cerrando la facie marina se encuentra la Formación Chulec de edad Cretáceo medio, por rocas de naturaleza calcárea, areniscas calcáreas y limoarcillitas calcáreas. En el Cretáceo superior, se suscita la emersión de este sector con etapas de esporádicas depositaciones marinas y mayormente continental, generándose de este modo sedimentos compuestos por capas rojas de la Formación Tambo. Durante el levantamiento

de los andes ocurre procesos de erosión y sedimentación continental a gran escala, constituyéndose la Formación Chambira del Oligoceno compuestos por lodolitas y areniscas rojizas compactas; la Formación Ucayali del Neógeno-Cuaternario, compuesto por materiales aluviónicos y fluviales; y por último, la erosión fluvial se manifiesta en forma intensa durante el Pleistoceno, depositando sedimentos antiguos, subrecientes y recientes representados por cantos rodados, gravas, arenas, limos y arcillas.

## Unidades Geológicas

### Unidades geológicas metamórficas

#### a. Neoproterozoico

##### a.1. Complejo Marañón (Precámbrico)

Se encuentra distribuido en el sector noroccidental del área de estudio, principalmente en los distritos de Tintaya, Huachocolpa, Llochegua, Sivia, Santa Rosa, Quimbiri y Lucma. Está comprendido dentro de la Cordillera Oriental.

Este complejo de rocas metamórficas fue denominado por Wilson y Reyes (1964) en la localidad de Pataz, como una serie metamórfica compuesta por micaesquistos, filitas y meta-andesitas, mientras que en el Perú central, Steinmann (1929) cita una secuencia formada por Gneiss y micaesquistos, calificándola de "arcaicas" debido a su antigüedad. Se estima que el 60% de los terrenos que constituyen la Cordillera Oriental corresponden al substratum Precambriano (Dalmayrac, 1986). Ocupa aproximadamente 390 328 ha, que representa el 26,14% del área total

Esta unidad ha desarrollado formas agrestes y empinadas con fuertes incisiones, conformando picos elevados, donde se muestra una seudoestratificación.

El complejo Marañón presenta secuencias litológicas compuestas por esquistos de coloración verdosa, gneis gris claro, rocas metamórficas de origen sedimentario como cuarcitas, pizarras y metavolcánicos. Reportes realizados por geólogos de INGEMMET (1995-1999) realizadas en afloramientos localizados en la Cordillera Oriental, han definido estas secuencias.

Según Dalmayrac *et, al* (1977), este complejo metamórfico tuvo dos fases bien marcadas, la primera que se origina mediante la depositación de un ciclo pelítico de aproximadamente 600 millones de años y el segundo más antiguo de naturaleza gnesítica con una edad aproximada de 2000 M.A. Por consiguiente esta secuencia se le asigna una edad Precambriana o Neoproterozoica.

### Unidades geológicas sedimentarias.

#### b. Paleozoico sedimentario

##### b.1. Grupo San José (Ordoviciano)

En el sur del territorio peruano corresponde al inicio del sistema pre-andino, denominado Grupo San José, la cual sobreyace discordantemente al basamento. Esta unidad esta constituida por pizarras duras laminadas de colores grises a negros, Se ha reportado para este ciclo un espesor 4500 m. máximo en la cordillera oriental del sur del Perú. Esta unidad aflora a 35 Km. al sur de los pozos de oxapampa en la parte sur y norte de la cuenca Ucayali. Definido en el valle de Sandia por Laubacher (1978), con el rango litoestratigráfico de formación en base a una litología monótona de pizarras sin cambio

litológico en toda su secuencia, posteriormente fue elevada a la categoría de Grupo por De La Cruz (1996). Ocupa aproximadamente 222 519 ha, que representa el 14,90% del área total

En el Perú central, departamento de Junín, las rocas más antiguas han sido atribuidas al Complejo Marañón (Monge *et.al.*, 1996), asumiendo tiempos del Precámbrico. Estudios sedimentológicos y estratigráficos ponen en evidencia la presencia de graptolitos del Ordovícico Bajo el análisis bioestratigráfico y estratigráfico se ha logrado establecer la Terminología y Nomenclatura del Ordovícico medio donde ha permitido definir al Grupo San José con rocas atribuibles a esta edad.

#### **a.1. Formación Ananea (Siluriano)**

Se distribuyen en la Cordillera Oriental, localizados principalmente en los distritos de Viracochan y Lucma. corresponden a secuencias clásticas monotonas que han sido descritas mediante perforaciones efectuados en los pozos Panguana 1X y Sepa 1X en la zona sur de Ucayali, donde se estima podrían representar este ciclo, aunque la data actual de estos sedimentos no es conocida. Ocupa aproximadamente 48 268 ha, que representa el 3,23% del área total

Este ciclo esta representado por más de 1000 metros de argilitas, flysch y tillitas en el sur del Perú (Laubacher, 1978). Este ciclo deposicional termina con un episodio erosional que es el resultado de los movimientos tectónicos durante la Orogenia Caledoniana/Taconiana en el oriente peruano. Este ciclo Siluriano conocido como Formación Ananea ocurre conjuntamente con el Grupo Cabanillas que ha sido depositado en las cuencas Madre de Dios, Ucayali y Marañón. La secuencia Siluriana no ha sido perforada en la cuenca Madre de Dios.

En nuestro territorio el Siluriano ha sido poco reconocido, ubicándose escasa fauna de macrofósiles. Según Laubacher (1978) enuncia para la unidad Ananea algunas relaciones actuales sobre la posición relativa de las secuencias pelíticas que suprayacen al Ordovícico superior. En primer lugar, la base esta constituida por un "nivel guía" llamado "Formación Zapla" hallado en Calca, Carcelpunco y Urubamba con una litología que corresponde a bancos de areniscas cuarzosas intercaladas con pizarras en la secuencia inferior y seguido de diamictitas (roca sedimentaria con granos gruesos en forma de cantos y matriz arcillosa), los que luego pasan a bancos de microconglomerados cuarzosos que tienen una matriz arenosa, intercalándose cuarcitas y pizarras; predominando éstas últimas, hacia el techo. Laubacher en 1974, menciona esta unidad en el Cañón de Carcelpunco, como un nivel cuarzoso detrítico gris verduzco de 120 a 150 m. de grosor, cuyo contenido de Histrochosferas y Chitinosferas lo atribuyeran a un depósito marino y Silúriano.

#### **a.1. Grupo Cabanillas (Devónico)**

Se distribuyen en el sector noroccidental dentro de la Cordillera Oriental, en los distritos de LLochegua, Sivia, Santa Rosa, Quishuar, Colcabamba, entre los más importantes. La presencia de rocas del Grupo Cabanillas, ha sido reportado y reconocida en los alrededores del lago Titicaca (Newell, 1949). Su mejor distribución se le encuentra en el sector sur del Perú, donde alcanzan espesores de más de 2000 m, mientras que en el norte del Perú, el máximo espesor alcanzado es de 1000 m. A diferencia de la Cuenca Marañón, donde también se le reporta, en la Cuenca del Ucayali es bastante extensa. Particularmente en esta mitad meridional han sido encontrados en varios pozos y secuencias espesas pueden ser identificadas sísmicamente en la Cuenca Ucayali centro-sur (INGEMMET, IIAP, BIODAMAZ, 2007). Ocupa aproximadamente 140 383 ha, que representa el 9,40% del área total

Su litología está caracterizada por mudstones gris oscuros, lutitas, limonitas y areniscas.

*[Handwritten signature]* 11

Las lodolitas son micaceas de color gris oscuro y rica en hierro, mostrando un color de intemperismo rojizo con manchas de azufre. Generalmente se considera que esta unidad se ha depositado en ambientes de aguas moderadamente profundas como turbiditas y depósitos hemipelágicos, los cuales pasan verticalmente hacia arriba a facies de aguas más someras.

Su ambiente de depositación está definido por reportes realizados en la prospección del gas de Camisea, donde se ha identificado secuencias de grano crecientes registrando episodios de progradación de una plataforma hacia una sedimentación deltaica y eventualmente hacia sedimentos representativos de un ambiente de cuenca somera. Esta unidad geológica presenta altos potenciales de hidrocarburos por tener excelentes facies de rocas fuente de hidrocarburos que han sido puestas en relieve en las perforaciones en la frontera con Bolivia mostrando facies de ambientes marinos restringidos.

#### **a.1. Grupo Ambo (Carbonífero inferior)**

Se distribuye en el sector noroccidental del área de estudio, en las proximidades de las localidades de Pichari, Lucma, Colcabamba y Lucma. Definido por Newell (1949) y Dalmayrac (1973) en la zona de Ambo, región de Huánuco, lo reporta en aparente contacto conformable e infrayacente con el Grupo Cabanillas y suprayacente en discordancia normal al Grupo Tarma (Azcu, 1992). Ocupa aproximadamente 14 983 ha, que representa el 1,01% del área total

La sedimentación en el período carbonífero comienza con la serie del Grupo Ambo, en la cual fue depositada en un ambiente continental a marino somero. El Grupo Ambo es bien conocido en el sector sur de la cuenca Ene, donde es generalmente encontrado sobreyaciendo al grupo Cabanillas y/o al basamento precambriano (Parsep, 2001). Un grueso espesor de 813 m en el sur disminuye a menos de 300 m.

Esta unidad, corresponde a una plataforma silico clástica somera desde facies mar afuera superiores a depósitos predominantes de frente deltaico (Elf, 1996). En sus facies más distales, está compuesto por tempestitas amalgamadas que contienen arenitas verdosas conteniendo restos carbonáceos.

Se distinguen areniscas terrígenas de grano fino a grueso de colores verdes a blanco friables, intercaladas con delgados niveles de limonitas y lutitas de colores grises, carbonosos o con materia orgánica; en la base ocurren areniscas conglomerádicas en capas gruesas con estratificación cruzada. Presenta restos de plantas y niveles de carbón que constituyen la transgresión inicial del Carbonífero inferior.

Por estudios palinológicos y relaciones estratigráficas se le asigna a Carbonífero inferior (Missisipiano) Azcu, 1992.

Su ambiente depositacional es mixto, pues la parte inferior incluye un ambiente interdeltico a estuarino/Tidal que pasa verticalmente hacia arriba a facies fluviodeltaicas orgánicamente ricas, tipo parálico, y hacia la parte superior condiciones interdelticas a marinas restringidas próximas a la costa (INGEMMET-BIODAMAZ-IIAP, 2007).

#### **a.1. Grupo Tarma (Carbonífero superior)**

Está representado por una delgada unidad transgresiva rica en clásticos, también denominada como la unidad arenisca verdosa. Definida por (Dumbar y Newell 1946) y (Newell, 1949), teniendo su localidad tipo a 1 Km al sur de Tarma. Ocupa

aproximadamente 238 147 ha, que representa el 15,95% del área total

El material litológico esta representada por calizas micríticas fosilífera, de aspecto masivo, de tonos claros a cristalinas con intercalaciones de lutitas gris oscuro a gris verdoso. En la parte superior se intercalan niveles evaporíticos.

Según investigaciones realizados en secuencias de la Cordillera Oriental, se reportan cefalópodos, pelecipodos, corales del tipo solitario y briozoarios, lo que ha permitido asignarle una edad Pensilvaniana (Carbonífero superior). Estudios realizados en la parte superior de esta unidad, reporta abundantes granos de polen monosacáridos y algunas miosporas. Las asociaciones de palinomorfos estudiadas dan típicamente procedencia Gondwanicas asignándole edades del Carbonífero tardío a Pérmico inferior (Azcuy, 1992).

Se interpreta un ambiente marino somero asociado a la plataforma continental, no tan lejos de la costa donde ocurrían áreas boscosas en condiciones de poca humedad.

#### **a.1. Grupo Maynique- Formación Ene (Pérmico superior)**

Su distribución se encuentra dispersa en forma de remanentes, localizadas en los distritos de San Miguel, Lucma, Huaribamba, Quishuar, Colcabamba y Pampas, continua y en franjas alargadas. Ocupa aproximadamente 81 932 ha, que representa el 5,49% del área total

Esta unidad ha sido reportada en el área de Camisea, donde se identificó secuencias de capas rojas, los cuales sobreyacen concordantemente al Grupo Tarma e infrayacen discordantemente a las secuencias del Cretáceo. También, datos sísmicos reportan que al sur de las montañas Cushabatay y al Oeste del Arco de Contaya, existe la presencia de una potente secuencia permiana, que podría corresponder a la Formación Ene. Todos estos datos fueron analizados de perforaciones realizadas en los pozos Orellana y Huaya, en la cuenca Ucayali, según análisis procesado por INGEMMET, BIODAMAZ y IAP (2007). En el trabajo de campo se ha logrado localizar y describir capas rojas compuestas por areniscas microconglomerádicas y conglomerádicas rojizas, conformando relieves muy peculiares denominados "Bosque de Piedras de Laupay"

Su definición ha sido descrita por exploración en subsuelo, en los pozos de Camisea y en varios pozos en la parte oriental de la cuenca Ucayali. Su presencia es bien conocida en los afloramientos de la cuenca Ene donde ha sido reconocida como roca fuente potencialmente petrolífera (Parsep, 2001). La presencia de la formación Ene está confirmada en afloramientos en el eje central del área de estudio, en la Cordillera Oriental. En el contexto depositacional, corresponde a un ambiente marino marginal (lagoon) a planicie costera con lutitas negras lagoonales, areniscas fluviales a estuarinas, y peritidal posiblemente una dolomita evaporítica.

#### **a.1. Grupo Pucará (Triásico)**

Su distribución se encuentra en el sector noroccidental del área de estudio, en los distritos de San Marcos de Rocca, Acostambo, Acraquia, Pazos y Colcabamba, conformando las montañas altas denudadas. Ocupa aproximadamente 35 899 ha, que representa el 2,40% del área total Fue descubierto por Advantage (2001), las secuencias Pucará, representa el evento de máxima inundación de una mega secuencia mayor, desarrolladas con las formaciones Chambara y Aramachay inferior, que forman el ciclo transgresivo inferior; y el Aramachay superior y las formaciones Condorsinga/Sarayaquillo, conforman el ciclo regresivo superior. Se trata de unidades equivalentes laterales de la serie que aflora ampliamente en la zona andina; sus contactos son concordantes.

Su litología esta compuesta por lutitas y calizas bituminosas con estratificación delgada de colores grises a negras, en la base presenta una secuencia de areniscas marrones a

gris claro con intercalaciones de lutitas negras, frecuentemente asociada a fenómenos de diapiros salinos.

Parsep (2002), considera que la mayor parte de la llamada "sal" es de origen "Sabka", relacionada a capas evaporíticas y que no es diapirica en ocurrencia y que se presenta en su posición estratigráfica original. Esta unidad representa un excelente sello para las formaciones cretácicas (Parsep, 2002). Se le ha utilizado para designar indistintamente a la secuencia calcárea Triásico - Jurásico en la región Amazónica.

#### **a.1. Grupo Goyllarisquizga (Cretáceo inferior)**

Se distribuyen en el sector central del área de estudio dentro de Cordillera Interandina, en forma de franjas alargadas. Conforman las cadenas de montañas altas y bajas estructurales, colinas altas y escarpes. Estos afloramientos se encuentran afectados por fallas y plegamientos. Ocupa aproximadamente 3 962 ha, que representa el 0,27% del área total.

INGEMMET, bol. 57 (1995), reporta en el Pongo de Rentema dos niveles, uno inferior compuesto por areniscas cuarzosas de grano medio a grueso con ciertas tonalidades rojizas, los cuales se intercalan con estratos delgados de limoarcillitas grises, mientras la parte superior presenta una intercalación de areniscas blanquecinas con estratificación sesgada y limoarcillitas grises a negras laminadas. Su edad ha sido asignada al Neocomiano-Aptiano (Cretáceo inferior) por su posición estratigráfica infrayacente con respecto al Grupo Pucará, debido a que no se ha encontrado fósiles en su interior.

#### **Formación Chulec (Cretáceo medio)**

Esta unidad se distribuye en el sector noroccidental del área de estudio, especialmente en el distrito de Acostambo. Mc Laughlin (1924) citado por INGEMMET (1995), definió a esta formación inicialmente como un miembro de la Formación Machay, compuesto por material esencialmente calcáreo entre las que afloran calizas claras con intercalaciones de limoarcillitas, cuyo afloramiento tipo se ubica en la localidad de Chulec, en la zona central del Perú. Benavides (1956), finalmente lo elevó a la categoría de Formación Chulec, debido a sus características litoestratigráficas y paleontológicas diferenciales. Algunos autores como Wilson (1984) y Reyes (1980) identificaron esta unidad en el río Utcubamba, como una continuación de la cuenca Cajamarca. Ocupa aproximadamente 5 957 ha, que representa el 0,40% del área total.

INGEMMET (1996), reporta a la Formación Chulec el curso inferior del río Chamaya, en Corral Quemado, hacia el sur en los cerros Huayanche, Pangamito, Guyuche, y al oeste, en los flancos derecho e izquierdo de los ríos Huayabamba y Huancabamba; donde describen secuencias de margas gris verdoso, que se intercalan con calizas gris olivo a gris claras en capas laminares, siendo estas últimas micríticas y biomicríticas. El ambiente de depositación de la Formación Chulec es esencialmente marino de aguas tranquilas, aunque INGEMMET, reporta fauna bentónica y nectónica con presencia de bivalvos, gasterópodos y equinoideos (aguas relativamente profundas). Los análisis de estas especies paleontológicas, especialmente ammonites (*Rengonoceras*, *Lyelliceras*) otorgan a esta unidad como de edad Albiano inferior a medio (cretáceo superior).

#### **a.1. Formación Tambo (Maestrichtiano, límite Cretáceo -Paleoceno)**

En este sector, esta unidad geológica constituye un estratotipo por corresponder al límite de las eras mesozoica y cenozoica. Se distribuye en el sector occidental del área de estudio, en los alrededores de la localidad de San Miguel y anexos. Ocupa aproximadamente 9 279

ha, que representa el 0,62% del área total.

Definida por Megard y Paredes (1972) y López et al. (1996) en las proximidades de la localidad de Tambo, cuya litología está compuesta por areniscas conglomerádicas y areniscas de grano grueso de tonalidad rojiza. Según referencias de los autores la secuencia inferior está compuesta por una intercalación de lodolitas y limoarcillitas y areniscas en capas delgadas a medianas, que se encuentran suprayaciendo a los niveles calcáreos del Grupo Tarma. Mientras la secuencia inferior reporta conglomerados polimícticos con matriz arenoso presentando clastos angulosos a subangulosos.

Según análisis paleontológicos reportados por Megard (1972) y López et al. (1996) de carofitas como *Tectochara supraplana*, *Tectochara sp* y *Toypela baycuta*; se le asigna una edad del Cretáceo superior-Paleoceno (Campaniano-Maestrichtiano)

#### **d. Cenozoico sedimentario**

##### **d.1. Formación Chambira (Neógeno-Oligoceno)**

Se distribuyen en el sector sur del área de estudio, en las proximidades de la localidad de Canaire (parte alta). Se encuentran conformando las cadenas de montañas, colinas altas y bajas, afectadas por fallas y plegamientos. Definida por Kummel, B. (1948), en los cerros Cushabatay, provincia de Ucayali como miembro del Grupo Contamana. El mismo autor redefine la unidad y lo eleva a la categoría de Formación, describiéndola litológicamente como arcillitas, lutitas y limolitas rojas, que se intercalan con areniscas marrones, delgadas capas de anhidrita, y horizontes tufáceos esporádicos. Ocupa aproximadamente 2 175 ha, que representa el 0,15% del área total

Su litología está compuesta por arcillitas abigarradas, que pueden variar de tonalidad rojiza a marrón y moteadas de color gris verdoso, en ocasiones están intercaladas con niveles de anhidrita. También presenta niveles de areniscas arcillosas de grano medio, algo calcáreas con estratificación sesgada, que se intercala con niveles carbonosos. No se le ha podido encontrar en el área de estudio, a pesar que algunos estudios sindicaron su presencia en el límite entre Satipo y el área de estudio.

La sedimentación estuvo ligada a las etapas de inundación de los principales ríos que drenaban hacia las zonas depresionadas (llanuras). Al parecer las diversas características litológicas se deben a etapas de fuerte o débil dinámica fluvial, según sea la granulometría de los sedimentos. Seminario y Guizado (1976) y Gutierrez (1982), han reportado fósiles que han permitido correlacionar y diagnosticar su edad, que data del Oligoceno al Mioceno.

##### **d.2. Formación Ucayali (Neógeno-Cuaternario)**

Su distribución se manifiesta esencialmente en el sector sur. Se localiza en la margen derecha del río Apurímac, en el distrito de Huanta, en los poblados de Sivia, Llochegua y Canaire en contacto con las formaciones paleozoicas. Se encuentran conformando las colinas bajas y sistemas de planicies antiguas, afectadas ligeramente por fallas y plegamientos ocurridos durante el cuaternario. Fue descrita por Kummel (1948) en la región de Contamana, a lo largo del río Cushabatay, donde denominó a esta unidad como depósitos aluviales horizontales; describiendo su litología en arcillas de tonalidad marrón y abigarrada intercaladas con estratos de poco espesor de arena con estratificación sesgada y lentes de gravas, englobado por capas de arcilla y arena. Ocupa aproximadamente 13 160 ha, que representa el 0,88% del área total

Presenta dos horizontes bien diferenciados, uno inferior de mayor espesor constituido por gravas polimícticas semiconsolidadas, heterométricos y matriz arenosa y otro superior, que consiste de arcillas, limos y arenas. Según Kummel, B. op. cit. contiene plantas, fragmentos de madera, gasterópodos y pelecípodos.

Esta unidad litoestratigráfica se ha desarrollado en un ambiente de sedimentación principalmente fluvial y aluvional. Fluvial por los depósitos conglomerádicos subredondeados, que han sido retrabajados por la dinámica de los sistemas hídricos y se acumulaban en las zonas depresionadas de los pequeños valles que se iban desarrollando paralelamente a la depositación. Y aluvional, por los depósitos de gravas y gravillas que eran acarreados desde la emergente Cordillera Subandina.

Sobreyace en discordancia erosional a ligeramente angular a los sedimentos del Ipururo. Se le correlaciona cronoestratigráficamente con las formaciones Satipo y Madre de Dios. Debido a estas características se le asigna de edad Plio-Pleistoceno.

#### ***d.3. Depósitos aluviales subrecientes (Holoceno inicial)***

Se distribuyen en el sector central del área de estudio y se localiza principalmente en el valle del río Apurímac, en los centros poblados San Antonio, Villa Virgen, Palmapampa, Kimbiri, San Pedro, Santa Rosa, Unión Mejorada y San Francisco entre los más importantes. Ocupa aproximadamente 13 467 ha, que representa el 0,90% del área total.

Comprende las acumulaciones fluviales y aluviónicas de edad holoceno inferior, depositadas bajo la influencia de los sistemas hídricos que drenan hacia la cuenca del Pachitea y Huallaga. Su ocurrencia esta asociada a la dinámica de las torrenteras y remoción en masa provocada por la intensa precipitación pluvial y transportada en muchas ocasiones en grandes tramos, pues los materiales acumulados presentan cierta redondez en sus aristas.

Sedimentológicamente, están constituidos por cantos rodados dispuestas en forma caótica con matriz areno arcillosa, muchas veces intercalados con arcillitas gris claro y niveles de arenitas no consolidadas lenticulares o en niveles delgados. Conforman las planicies no inundables o las llamadas terrazas medias.

En algunos sectores presenta hidromorfismo permanente donde se origina el proceso de anegamiento, coadyuvado por su relieve relativamente depresionado donde muchas veces se han almacenado y desarrollado sedimentitas de turberas y lodolitas de tonalidad gris oscura con relativa abundancia de materia orgánica.

#### ***d.4. Depósitos glaciáricos (Holoceno inferior)***

Estos depósitos litológicos se distribuyen especialmente en el Cordillera Oriental, su mayor concentración se manifiesta en el sector noroccidental, en la provincia de Tayacaja donde se encuentran conformando los valles intramontanos. Ocupa aproximadamente 16 747 ha, que representa el 1,12% del área total.

Su litología está compuesta por morrenas y tills, producidas por erosión glaciar de las rocas preexistentes como los gneis, esquistos, tonalitas y granitos cuarcíferos. Su origen está vinculado a las últimas deglaciaciones producidas durante el periodo pleistoceno a holoceno inicial. Se encuentran conformando los valles en "U" de tipo glaciar, donde discurren agua producto de la deglaciación de los nevados que circundan este sector.

### **Depósitos aluviales recientes (Holoceno)**

Se distribuyen en el sector central del área de estudio y se localizan en los valles de los ríos Mantaro, Apurímac y tributarios principales. Comprende las acumulaciones fluviales recientes y en ciertos sectores con remanentes de secuencias subrecientes, depositadas bajo la influencia de los sistemas hídricos que drenan el área de influencia de la inundación de los ríos mencionados. Ocupa aproximadamente 10 121 ha, que representa el 0,68% del área total.

Sedimentológicamente, están constituidos por arcillitas gris claro, intercalados con niveles de arenitas no consolidadas. Conforman los lechos de inundación de los ríos, las planicies de inundación o las llamadas terrazas bajas inundables.

### **Unidades geológicas ígneas**

#### **e) Paleozoico ígneo**

##### **e.1. Plutones Eohercinicos (Carbonífero inferior)**

Estos cuerpos plutónicos se encuentran en el sector sureste, en la provincia de Vilcabamba. Se encuentran conformando las montañas altas de fuerte pendiente. Estos afloramientos plutónicos se distribuyen en las cadenas montañosas de la Cordillera oriental, con rumbo noroeste a sureste. Con la información recabada en el trabajo de campo, estudios realizados por INGEMMET, ORSTOM y otras instituciones, apoyados con las interpretaciones de las imágenes de satélite, se ha logrado definir y delimitar esta unidad. Se encuentran en contacto con los cuerpos plutónicos y la serie metamorfozada del complejo Marañón, en algunos sectores se le encuentra en contacto con las secuencias de la Formación Ene, Grupo Ambo, Grupo Tarma y secuencias cretácicas y terciarias. Ocupa aproximadamente 31 121 ha, que representa el 2,08% del área total.

Según los autores, la composición de las rocas intrusivas granodiorítica se encuentra ligeramente metamorfozadas (plagioclasas ligeramente alteradas a sericitas), tal como se verificó en el análisis de campo, éstas presentan tonalidad gris a gris oscuro. Otras rocas presentes en estos stocks intrusivos son las tonalitas.

Su edad se ha estimado en el Carbonífero superior, pues intruyen a las secuencias pizarrosas del paleozoico inferior correspondiente al Grupo Cabanillas. También, se le asigna esta edad por estar en contacto con las formaciones más jóvenes (terciarias y cretácicas).

##### **e.2. Intrusivos granitos y granodioritas (Carbonífero superior)**

Se distribuye en el sector suroriental dentro de la Cordillera Oriental, donde conforma las montañas altas de fuertes pendientes. Se localiza en los distritos de Lucma, Chungui, Anco, San Miguel y Surcubamba y Huachocolpa. De acuerdo a las informaciones recabadas por estudios realizados por INGEMMET, ORSTOM y otras instituciones, apoyados con las interpretaciones de las imágenes de satélite y muestreos colectados en el área de estudio, se ha delimitado en el sector noroccidental, en las cadenas montañosas de la Cordillera Oriental. Se encuentran en contacto con las secuencias del Grupo Ambo, Tarma y principalmente con el Grupo Maynique. Ocupa aproximadamente 208 915 ha, que representa el 13,99% del área total.

Los granitos se encuentran conformando los stocks, de grano grueso y de tonalidad gris claro a ligeramente rosado. Presentan tonalidades gris a gris oscuro (mesocratas), otras rocas intrusivas asociado a este plutón se encuentran los monzogranitos, en otros con estructuras de xenolitos.

Su edad se ha estimado en el carbonífero inferior a superior (INGEMMET, 1998), pues intruyen a las secuencias pizarrosas del paleozoico inferior.

### Tectónica

La ocurrencia de eventos tectónicos en diferentes fases ha producido desde el Precámbrico hasta el Pleistoceno superior el modelado de los relieves actuales. En épocas geológicas pasadas han jugado un papel muy importante en la configuración del contexto paleogeográfico, que se asume, controlaron la sedimentación y la deformación de las unidades geológicas paleozoicas, mesozoicas y cenozoicas.

La deformación y fallamientos en el Valle del río Apurímac presentan orientaciones NW-SE paralelo al rumbo andino, siendo las estructuras principales las de tipo longitudinal y fracturamientos con menor grado de plegamiento. La primera, ha afectado y modificado la conformación de las rocas mesozoicas y cenozoicas paleógenas, reconociéndose en ellas pliegues amplios y apretados asimétricos como simétricos, cortados por fallas normales e inversas, como los reconocidos en la Formación Chonta, los grupos Oriente y Pucará todos en el sector de Acostambo, los cuales se ponen en contacto con las secuencias de los Grupos Maynique (Formación Ene) y Tarma. La segunda corresponde a las consecuencias de la tectónica Andina y Quechua, producidas durante el Cretáceo y Terciario que corresponde a un estilo diferente, pues carece de estructuras plegadas, solo afectados por fallas de rumbo. Por otro lado Existe fajas plegadas que se ubica en los ríos Mantaro y principalmente Apurímac caracterizándose por presentar pliegues y fallas inversas que se han desarrollado básicamente en rocas paleozoicas, los que nos sugiere una reactivación de fallas producidas durante esa época, estas características se han corroborado en la identificación del análisis de lineamientos y fallas identificadas sobre todo en el valle del río Apurímac, entre Quimbiri y Canaire.

### Geología histórica

El Valle del Río Apurímac, ha pasado por diferentes procesos geológicos ocurridos en diferentes periodos o épocas que han dado lugar a diversos afloramientos presentes en el área. Éstas están representadas por rocas metamórficas muy antiguas cuyo origen datan del Precámbrico (600-800 m.a), resultados de un metamorfismo regional policíclico desarrolladas sobre secuencias pelíticas y samíticas, volcánicas e intrusivas, originando rocas tipo gneis, esquistos, paragneis, metacuarcitas, filitas, micaesquistos, metasedimentitas, denominándosele "Complejo del Marañón". Durante el Cámbrico estas secuencias fueron intensamente erosionadas, como consecuencia de ella se origina una zona pleneplanizada el contacto discordante de las secuencias Paleozoicas y el Complejo Marañón. A consecuencia de las deformaciones ocurridas en el zócalo continental, se produce la ruptura de bloques originando verdaderas depresiones de amplitud megaregional, las cuales se manifiestan durante el Paleozoico, desarrollando cuencas de sedimentación marinas y continentales.

En el Paleozoico, durante el Ordovícico se produce la depositación de secuencias sedimentarias silicoclásticas dando inicio al ciclo preandino, al sur y norte de la cuenca de Ucayali originando el Grupo San José. El Siluriano desarrolla materiales tipo flisch, argilitas y tillitas al sur de la cuenca Ucayali, este ciclo deposicional finaliza con una fase erosional resultado de movimientos tectónicos producidos durante la Orogenia Caledoniana/Taconiana en el oriente peruano. En el Devoniano se suceden episodios de progradación de una sedimentación de plataforma hacia una deltaica y eventualmente hacia sedimentos representativos de un ambiente de cuenca somera dando origen a sedimentos pelíticos como lutitas, limonitas y mudstones, además de materia orgánica.

Posteriormente, a inicios del Carbonífero se produce transgresiones y regresiones marinas, asociado a la fase tectónica tardihercínica, que originan depositaciones de los Grupos Ambo del carbonífero inferior y Tarma del Carbonífero superior. En el Pérmico superior la Fase Tardihercínica (evento tectónico del Paleozoico superior) inicia un levantamiento, desarrollando y generando una cuenca de acumulación de capas rojas continentales (areniscas y conglomerados polimícticos), que conforma el Grupo Maynique (Formación Ene).

En el Mesozoico, la representación del triásico es restringida, pero, secuencias calcáreas del Grupo Pucará afloran, indicando una regresión marina y una depositación de aguas profundas. El Cretáceo representa uno de los periodos más complejos sobre todo en esta parte del área, porque es, donde se desarrolla los principales movimientos oscilatorios, que basculan en tiempos tan cortos, originando las regresiones y transgresiones marinas. Durante el Cretáceo inferior la sedimentación se inicia con las secuencias litológicas correspondientes al Grupo Goyllarisquizga, esta unidad litoestratigráfica fueron depositadas en un ambiente continental constituidas por material detrítico, en ese mismo periodo se desarrolla una ligera subsidencia (fase orogénica intercretácea), originando la depositación de una secuencia marina de tipo calcárea-arenoso y ligeramente arcillosa. Durante el Cretáceo medio ocurre una transgresión de mayor proporción y que somete a la cuenca a una sedimentación nerítica (mares profundos), originando la acumulación de sedimentos calcáreos, lutáceos y areniscosos en su última fase. A fines del Cretáceo superior se desarrolla una fase orogénica (Fase Peruana, según Steinmann, 1930), generando una cuenca emergida ligeramente donde se acumulan sedimentos continentales y marinos constituidos por lodolitas, arcillitas y areniscas de tonalidad gris a rojiza correspondiente a la Formación Tambo. El Cretáceo finaliza con la depositación de secuencias pelíticas, iniciándose de esta manera la sedimentación netamente continental.

En el Paleoceno inferior, producto de la Orogenia Andina (Fase Peruana), las secuencias anteriormente mencionadas son levantadas en forma continua dando lugar al nacimiento de la Cordillera de los Andes, generando una intensa degradación y denudación. En el Terciario inferior a superior (Oligoceno) se manifiesta la tectónica Quechua I, que origina fallamientos, compresiones y distensiones. Durante esta etapa también se desarrolla una intensa erosión, que va acompañada con una sedimentación continental a gran escala con acumulaciones de lodolitas, areniscas, y areniscas arcillosas de tonos rojizos, correspondiente a la Formación Chambira. Esta sedimentación termina en un periodo de relativa calma, en el Neógeno- Plioceno inferior se manifiesta una acumulación de tipo fluvial de intensa dinámica, producto de la activación de la fase Quechua II, el cual produce cierto desequilibrio en los patrones de drenaje y por consecuencia se desarrolla una acumulación intensa, el cual recibe aportes sedimentarios de las partes altas. Ya en el Plioceno superior y Pleistoceno, se origina una gran etapa erosiva, que alcanza principalmente las grandes estribaciones andinas de la Cordillera Oriental y Cordillera Subandina, originando grandes acumulaciones, especialmente en los conos de deyección de las montañas. Mientras tanto, la dinámica interna producida por la Tectónica Quechua III generaba ligeros movimientos oscilatorios, que repercutía en los cambios drásticos del río Apurímac y sus tributarios. Esto dio lugar a la sedimentación de secuencias detríticas compuestas por arenas, conglomerados polimícticos subredondeados a redondeados intercalados con niveles de limos y arcillas, generándose de esta manera la Formación Ucayali, las cuales se encuentran ligeramente estratificadas y ligeramente consolidadas. Finalmente en el Cuaternario-Pleistoceno superior el levantamiento de los Andes continúa y a la vez se suscita una intensa erosión, originando un ensanchamiento en los valles producto de las glaciaciones ocurridas durante el Pleistoceno, que modelan gran parte de estos relieves. En el Pleistoceno superior y Holoceno, las altas temperaturas e intensas precipitaciones originan una intensa denudación de las partes montañosas, cuyos materiales son transportados y depositados por los principales sistemas fluviales en las nacientes cuencas de sedimentación como el Apurímac.

## Geología Económica.

Los recursos minero energético del Valle del Río Apurímac, son vastos en el área. según reportes confirmados por estudios realizados por empresas mineras y petroleras se han identificado potenciales yacimientos mineralógicos e hidrocarburíferos. Existen manifestaciones mineras metálicas y no metálicas distribuidas en todo el ámbito de estudio, así como las concesiones de hidrocarburos establecidas mediante contrato de exploración y explotación efectuada por PERUPETRO y empresas petroleras privadas.

## Recursos de Hidrocarburos

Para la identificación del potencial de este recurso natural no renovable, ha sido necesario que se cumplan condiciones geológicas relevantes como la presencia de roca madre, roca reservorio, roca sello y trampas estructurales. Las unidades geológicas sedimentarias que cumplen estos considerandos son las rocas paleozoicas, como los grupos Tarma (roca sello), Ambo (roca reservorio) y la Formación Ene (roca reservorio); y las rocas mesozoicas Triásicas y Cretácicas, como el Grupo Pucara y Formación Chulec (rocas sellos) presentan condiciones favorables para la generación de petróleo.

Según reportes de INGEMMET (1998), el sector noreste del área de estudio (sur de la cuenca Ucayali) está siendo sometido a trabajos de exploración en concordancia establecidos por el ministerio de energía y minas. La Cuenca Ucayali representa un gran almacén reservorio de hidrocarburos, pues, según reportes de exploración efectuados por empresas petroleras se han obtenido resultados favorables en la etapa de exploración. Su formación esta ligado a fases carbonatadas y de transformación de la materia orgánica en diferentes periodos geológicos, lo que ha dado lugar a la generación de importantes yacimientos de petróleo, asociados a rocas sedimentarias de edades paleozoicas, triásicas, cretáceas y terciarias. Estas cuencas presentan características favorables para la ocurrencia de petróleo, debido a sus características geológicas, como la presencia de rocas madre, rocas reservorios, rocas sello y trampas estructurales.

En el valle del río Apurímac existe la concesión petrolera signada con el Lote 108, otorgada el 13 de diciembre del 2000, mediante Decreto Supremo 002-2000-EM, suscrito mediante contrato de licencia para la exploración entre Perupetro y Pluspetrol Perú Corporation, filial del grupo argentino Pluspetrol, con una extensión de 12 417 kilómetros cuadrados, este lote ocupa buena parte de la cuenca central del río Ene, abarcando los departamentos de Junín, Cusco, Ayacucho y Pasco.

## Recursos mineros

El valle del río Apurímac presenta un importante potencial de estos recursos mineros metálicos y no metálicos. La primera constituye de vital importancia por presentar numerosas empresas mineras que a través de concesiones mineras se encuentran explotando y explorando el territorio. También existen yacimientos de oro vetiforme que están siendo explotados por las comunidades e informales distribuidos principalmente en las provincias de Vilcabamba y Tayacaja, sectores donde se concentra la mayoría de estos depósitos mineralógicos. El segundo, están representados por minerales de arcillas, gravas, calizas y arenas.

### i. Recursos mineros metálicos

Los recursos mineros metálicos están comprendidos por minerales comerciales manifestados en placeres, diseminados y en vetas. En el área de estudio se concentran en su mayoría en la Cordillera Oriental, en rocas paleozoicas asociadas a intrusivos o plutones de naturaleza tonalita, granito, monzogranito y granodiorita; asimismo, se distribuyen en placeres aunque en menor escala en las cabeceras de los ríos Apurímac,

JP 20

Mantaro y otros tributarios.

- i.1) Mineral aurífero

La explotación de este recurso representa una importante actividad que está tomando fuerza en el valle del río Apurímac, sobre todo en las provincias de Vilcabamba en el departamento de Cuzco y Tayacaja en el departamento de Huancavelica. En la actualidad constituye una actividad emergente para el desarrollo de este espacio rico en este tipo de recursos.

La distribución de este mineral es amplia y se encuentra constituyendo depósitos en vetas y en forma diseminadas, tal como se mencionó su presencia está relacionada a la presencia de intrusivos en contacto con las rocas paleozoicas especialmente del Grupo Tarma y rocas triásicas del Grupo Pucará. En la provincia de vilcabamba, distrito de Lucma, en el centro poblado Choquetacarpo (*Fotos 01 y 02*) se explota oro de forma artesanal en una mina abandonada producto del conflicto social que se generó en los años 80´, donde se utiliza solo explosivos, palas y carretillas; esta mina presenta 3 niveles, de las cuales funcionan solo 2 por tener ley requerida solo para este tipo de explotación, por lo que se sugiere explotar en forma de pequeña minería para obtener mejores resultados. Todas las manifestaciones de este mineral sean lentes, filones y vetas de cuarzo aurífero se encuentran inyectados entre los paquetes de pizarras, esquistos, calcáreos, y rocas ígneas albergados en la Cordillera Oriental. Otro tanto sucede en las proximidades de Yanayacu, distrito de Colcabamba donde se encuentra una mina abandonada con canchales de mineralizaciones de cuarzo y óxidos asociados al mineral aurífero. Según referencias de las comunidades de Huachocolpa y Huarcca existen reportes de exploración de empresas mineras que concluyen con la confirmación de mineral oro nativo en las alturas de esas localidades.

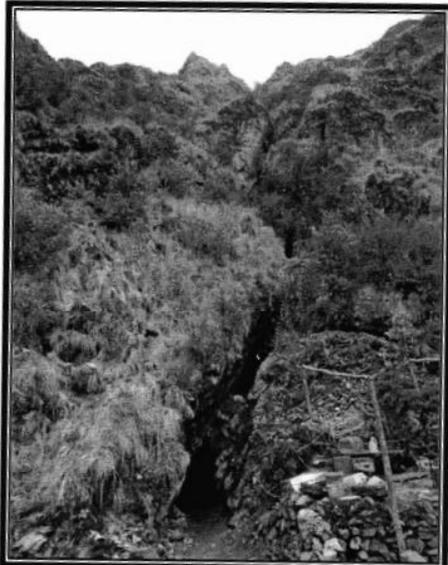
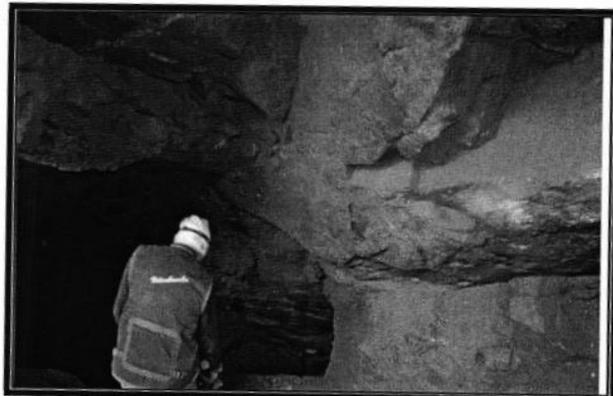


Foto 01. Mina de Choquetacarpo, explotación de oro en vetas, entrada de la mina. Proximidades de la localidad de Choquetacarpo, distrito de Lucma. Octubre 2010.

Foto 02. Labores mineras en los socavones o galerías de la Mina Choquetacarpo. Proximidades de la localidad del mismo nombre, distrito de Lucma.



- **i.2) Mineral de Cobre**

Este mineral también está muy bien distribuido en el ámbito del valle, pues una de los mejores prospectos mineros esta concentrado en Cobriza (*Foto 03*), cuya explotación se constituye en una de las principales actividades de la provincia de Tayacaja. La empresa minera que explota este recurso es DOE RUN, donde laboran más de mil obreros extrayendo este recurso en 3 turnos y a través de galerías o niveles de explotación donde se manifiesta el yacimiento en forma de vetas. Este gran prospecto, esta asociada a rocas calcáreas del Grupo Tarma en contacto con los intrusivos granitos. En las proximidades de la localidad de Salcabamba existen varias minas informales que son explotadas artesanalmente denominadas minas "Tacana" y "Toctococha", su ocurrencia esta asociada a rocas metamórficas de tipo gneis y cuarcita correspondiente al Complejo Marañón. También existen reportes de la existencia de este mineral en las proximidades de la localidad de Huachocolpa, Tintaypuncu y Cedro.

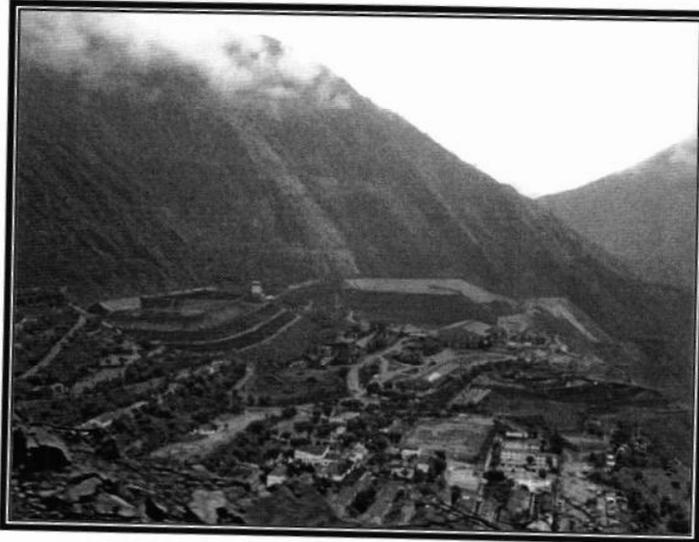


Foto 03. Mina Cobriza, centro de almacenamiento y procesamiento del mineral de cobre (relaves). Centro poblado Expansión-provincia de Tayacaja. Octubre 2010.

- **ii. Recursos mineros no metálicos**

- **ii.1. Sal**

Ancestralmente constituye uno de los minerales más representativos, su presencia esta asociado a las unidades geológicas terciarias de origen continental y marina, como la Formación Chambira y el Grupo Pucará; su origen esta asociado a los fallamientos regionales inversas y normales, además de las estructuras anticlinales desarrollados en forma singenética con las rocas de tipo areniscas de edad Oligocena. Debido a su baja densidad, estos materiales han salido a superficie aprovechando los fracturamientos y emplazándose como cuerpos inyectores, que presentan en algunos casos formas ovaladas. Estos yacimientos pueden llegar a aflorar afloran en las localidades de las proximidades del Distrito de Acostambo y Canaire. La explotación de este depósito salino puede ser de gran utilidad para la agricultura.

- **ii.2. Arcillas**

Este recurso es muy abundante en el área de estudio, distribuidas en las Cordilleras Subandina y Oriental, y en los valles interandinos, donde se presentan rocas sedimentarias de tipo arcillitas entre las secuencias paleozoicas y terciarias, especialmente en las

formaciones Ene y Chambira. Su uso depende de su nivel de pureza y plasticidad; así, las de alta pureza y plasticidad podrían orientarse a la industria de cerámica mientras que las impuras y de baja plasticidad podrían ser utilizadas en la elaboración de ladrillos y tejas. Su extracción se halla limitada por lo reducido del mercado local y lejanía de los potenciales centros de consumo. En las proximidades de Acobamba se ha identificado la existencia de una pequeña fábrica artesanal de tejas con materiales arcillosos para consumo local.

### **ii.3. Calizas**

El Valle del río Apurímac presenta un gran potencial de material calcáreo, su distribución es amplia, tanto en la Cordillera Oriental como en el Subandino. Su concentración está asociada a materiales calcáreos de las unidades geológicas como los Grupos Tarma y Pucará, que son la más ricas en diversidad de este material, así como también las formaciones Chonta y Esperanza (Grupo Oriente), entre los más importantes. Todas ellas presentan calizas fosilíferas grises a pardas, finamente estratificadas. Estas rocas podrían ser usadas en el encalamiento de los suelos ácidos y como materiales de construcción.

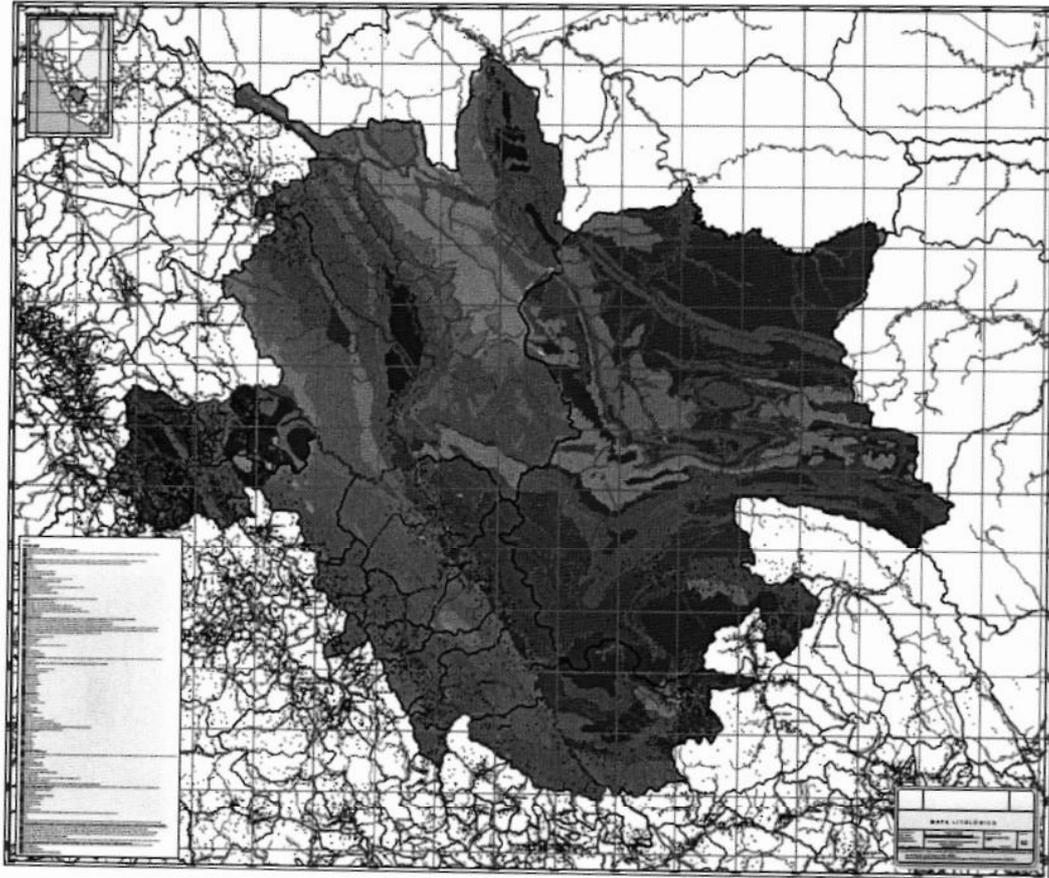
### **ii.4. Gravas u hormigón**

Su ocurrencia está ligada a los depósitos terciarios y cuaternarios, como por ejemplo los presentados por la Formación Ucayali y los Depósitos Aluviales Pleistocénicos, el cual presenta alto contenido de material gravoso y conglomerádico muy bien seleccionado. Estos materiales se concentran en grandes volúmenes de gravas, rodados y arenitas, que son extraídos para actividades de construcción y enripiado de las carreteras. En las cercanías de la localidad de Ayaccocha se observa una cantera de rocas metamórficas de esquistos y gneis que al ser extraídos de su afloramiento se convierten en pequeños bloques tipo gravas que son utilizadas para la construcción de colegios, casas y carreteras según referencias de los mismos pobladores. En la localidad de Acobamba se ha identificado una cantera de depósitos fluviales donde se obtiene el hormigón luego del proceso de chancado o trituración de los rodados. También en el trayecto San Antonio-Palmapampa se ha reportado la extracción de material hormigón, cantos rodados y arenas gruesas. Otras canteras se reportan en la localidad de Ayna con materiales aluviales con fragmentos de areniscas micáceas.

### **ii.5. Arenas**

Se manifiestan principalmente dentro de las acumulaciones fluviales en playas e islas del río Apurímac y tributarios donde se caracterizan por su buena selección y calidad. También se manifiesta en las formaciones geológicas que presentan paquetes de areniscas en forma masiva, entre ellas tenemos a la Formación Ene y Grupos Oriente y Ambo. También se podría considerar unidades potenciales a los depósitos aluviales pleistocénicos, pues, en su contenido presenta arenitas en paquetes lenticulares semiconsolidados. Su uso principal podría orientarse a obras de construcción civil. En el trayecto de Huachocolpa y Tintaypuncu se ha identificado una cantera de arenisca cuarzosa tipo cuarcitas.

MAPA N°02: GEOLOGÍA Y LITOLOGIA - VRAEM



## 2.1.1 GEOMORFOLOGÍA UNIDADES MORFOESTRUCTURALES

### Cordillera de los Andes

Constituye la unidad morfoestructural de mayor complejidad geológica y geomorfológica. Representa una de las zonas con mayor variabilidad litológica dentro del ámbito nacional, con rocas metamórficas, sedimentarias, ígneas intrusivas y extrusivas (volcánicas). Esto demuestra, que por esta región se han manifestado diferentes procesos, que han dado lugar a la formación de los diversos afloramientos litológicos, originados en diferentes facies de sedimentación, etapas de intrusión ígnea, etapas de actividad volcánica y metamorfismo regional. Estas se manifestaron desde épocas Precámbricas hasta el Cuaternario, donde continua aún la actividad con menor intensidad.

Las etapas de formación de la Cordillera comienzan en la era Precámbricas, donde se suscita una etapa de deformación y metamorfismo de las capas sedimentarias, que fueron originadas por la erosión de un zócalo siálico muy antiguo, asociados a actividades volcánicas (Dalmayrac, B., 1946). Durante el Paleozoico se desarrolla eventos tectónicos prolongados (Fase Hercínica), dando lugar a regresiones y transgresiones marinas, generando diferentes relieves formados en ambientes continentales y marinos. En el Mesozoico esta megaestructura también estuvo ligado a fases de levantamiento y hundimiento (regresión y transgresión marina), que dieron lugar a la depositación de variados sedimentos, asociados a una relativa actividad volcánica. En el Cenozoico, finaliza las etapas de sedimentación netamente marina y comienza la etapa de levantamiento continuo; paralela a ello se desarrolla una sedimentación continental a gran escala y una intensa actividad erosiva, la cual denuda gran parte de la Cordillera Oriental y ciertos sectores de la Cordillera Subandina. Estas grandes unidades morfoestructurales han sido clasificadas de la siguiente manera:

### Cordillera Oriental

Constituye una subunidad morfoestructural cuya característica principal es su geoforma montañosa discontinua que se distribuye a nivel regional, la cual se muestra en forma abrupta y accidentada. Ha sido configurado por la tectónica Hercínica, pasando por sus fases Eohercínica, Tardihercínica y Nevadiana, las cuales se desarrollaron durante la era Paleozoica.

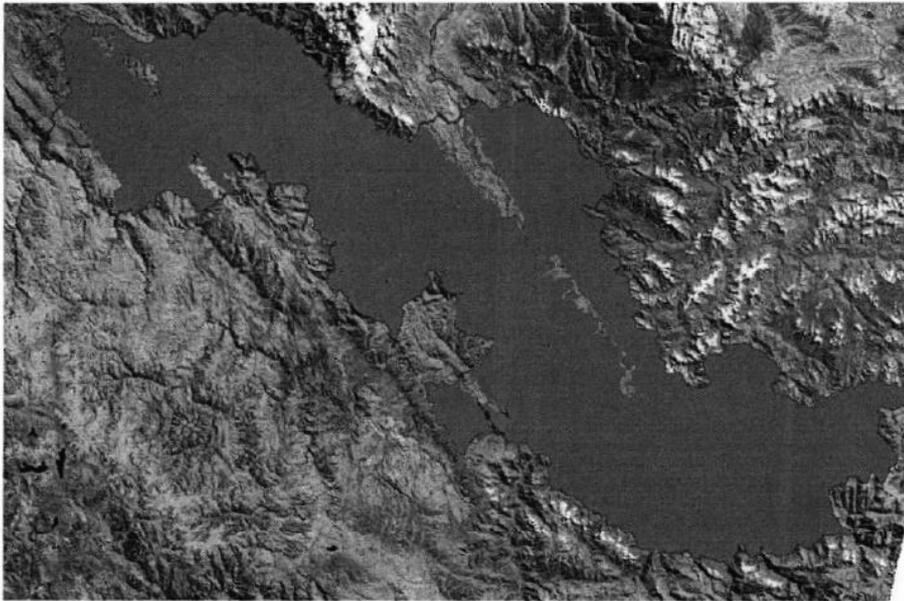


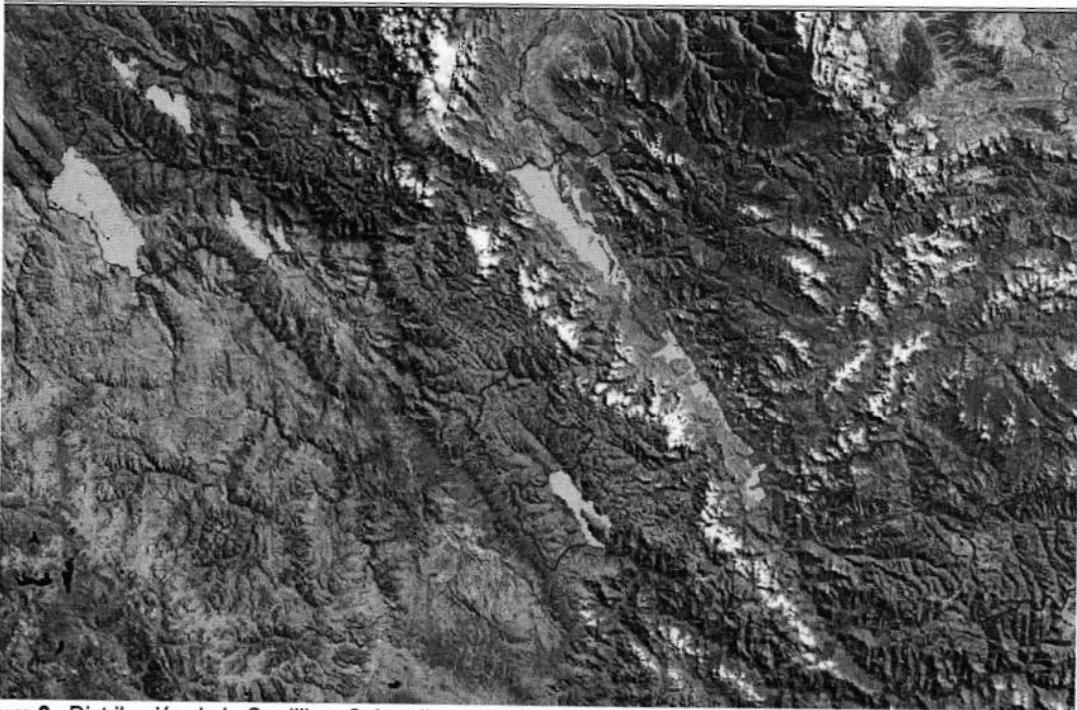
Figura 1. Distribución de la Cordillera Oriental en el ámbito de estudio.

Su configuración morfológica se inicia durante el levantamiento del bloque andino, que corresponde al Cretáceo inferior y Pleistoceno, con sucesivas transgresiones y regresiones marinas en periodos relativamente cortos. Se distribuye en el sector oriental de la Cordillera de los Andes, se extiende de sur a norte como una franja alargada relativamente (Figura 1), atravesando casi toda el área de estudio. Presenta terrenos cuya litología tuvo origen desde la era Precámbrica hasta fines del Triásico, pero en el sector está representado por secuencias carbonatadas del Grupo Copacabana y rocas metamórficas de esquistos y gneis correspondientes al Complejo Marañón. Constituyen las elevaciones más importantes del área, con alturas que sobrepasan los 3000 m. sobre la base local.

#### **Cordillera Subandina**

Esta unidad es poco representativa en el ámbito de estudio, pues se muestra en una pequeña extensión formando pequeñas franjas montañosas (Figura 2). Se extiende en el sector central de la región con dirección NO-SE, tiene forma continua y está cortada por estructuras geológicas como fallas y plegamientos. Es la unidad más afectada por la tectónica andina, ocurrida durante el cretáceo (Fase Peruana e Inca), el cual deformó las secuencias litológicas aflorantes.

Es una morfoestructura de forma alargada, constituye las últimas estribaciones de la Cordillera de los Andes. Alberga relieves de colinas y montañas, así como también llanuras aluviales y fluviales.



**Figura 2.** Distribución de la Cordillera Subandina en el ámbito de la zona de estudio

Comprende secuencias litológicas principalmente de naturaleza sedimentaria constituida por rocas Mesozoicas, cuyo desarrollo se manifestó en las últimas sedimentaciones marinas y continentales.

Su modelado externo está estrechamente vinculado a las últimas etapas de la orogenia Andina ocurridas en el Plioceno originando un estilo tectónico de pliegues apretados, con rumbos paralelos al eje andino. Su desarrollo geodinámico también está vinculado a la ocurrencia de

fallamientos inversos y normales, los cuales siguen una orientación paralela a los ejes de los principales plegamientos.

- UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS

En este capítulo se describe las diferentes formas de tierra identificadas mediante información secundaria y el reconocimiento de campo, apoyado con el análisis de las imágenes de satélite. Según este análisis las unidades geomorfológicas han sido clasificadas teniendo en cuenta su génesis, procesos geodinámicos, morfometría y morfografía (fisiografía).

Las geofomas fueron identificadas considerando los análisis comparativos de las unidades fisiográficas y geológicas con la finalidad de correlacionar los diferentes usos con los potenciales riesgos antrópicos y naturales. En base a ello se han definido 16 unidades geomorfológicas tal como se muestra en la Figura 3 y Tabla 2.

- Dominio morfoestructural oriental

Se distribuyen en todo el eje sureste, localizándose en los distritos de Lucma, Kimbiri y Pichari, provincia La Convención, departamento de Cusco; también se localiza en los distritos de Chiquintirca, San Francisco y Santa Rosa en la provincia de La Mar, departamento de Ayacucho; y en los distritos de Tintay y Huachocollpa, provincia de Tayacaja, departamento de Huancavelica (Figura 4). Ocupa un área aproximada de 384 327 ha que representa el 25,74 % del total.

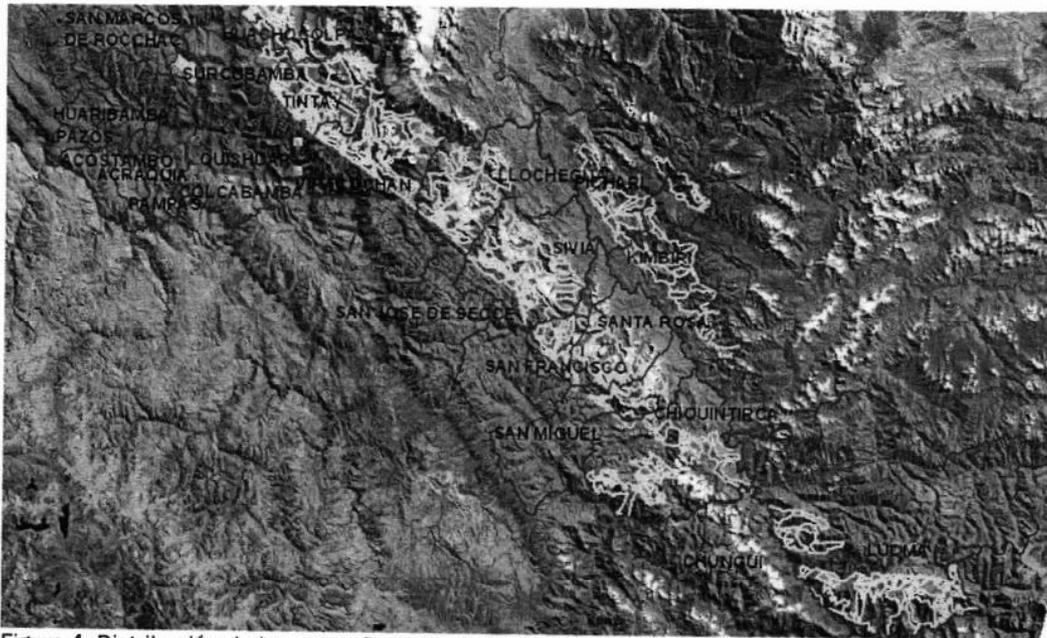


Figura 4. Distribución de las montañas metamórficas Precámbricas

Su origen está asociado a un complejo metamórfico Marañón con dos fases bien marcadas, la primera que se origina mediante la depositación de un ciclo pelítico de aproximadamente 600 millones de años y el segundo más antiguo de naturaleza gneílica con una edad aproximada de 2 000 millones de años, por consiguiente esta secuencia se le asigna una edad Precambriana o Neoproterozoica. Las rocas metamórficas resultan de la recristalización de rocas sedimentarias e ígneas preexistentes. En este caso, por la cercanía de las rocas intrusivas es probable, que este gnéis se haya formado a partir de material ígneo y granito. Las rocas metamórficas son generalmente de baja porosidad y

permeabilidad y por ello sus propiedades físicas están determinadas principalmente por las propiedades de los materiales que las constituyen.



Foto 1. Litología esquistosa de montañas metamórficas Precambrianas. Vilcabamba-Cusco. Octubre 2010.

La morfografía que presentan estas montañas metamórficas es bastante compleja, dada la multitud de fases morfogenéticas que las afectaron. Por una parte una fase endógena tectodinámica y por otra, procesos exógenos que modelaron una superficie de variaciones climáticas neohistóricas. Este origen da una morfografía compleja donde la delimitación de una u otra fase es difícilmente diferenciable, una prueba de ello es la que se aprecia en las cercanías de la localidad de Vilcabamba (Foto 1).



Foto 2. Montañas metamórficas precambrianas.. Vilcabamba (Cusco). Octubre 2010.

Existen diversos procesos geodinámicos que interactúan, pero uno de los más importantes está referido a la remoción en masa, debido a la alta precipitación anual que afecta al área, a la fuerte pendiente que predomina en estos tipos de relieves y la baja permeabilidad de los materiales. Por otro lado, también tenemos los derrumbes, que son productos de desplomes de rocas por efectos gravitatorios y por termoclastia (cambios bruscos de temperatura). Las

laderas son muy regulares (rectas) con longitud mediana y las faldas (laderas inferiores) se conectan de forma abrupta con el fondo de valle, no se acumula material arrancado, salvo algunos conos de bloques (Foto 2). Son muy característicos en la zona procesos de escorrentía concentrada en forma de cascadas y cataratas con gran capacidad erosiva pese a la resistencia del material ígneo.

- **Montañas metamórficas precámbricas**

Se distribuyen en el sector noroeste y en la franja sureste, localizándose en los distritos de Lucma, Kimbiri y Pichari, provincia La Convención, en el departamento de Cusco y en forma dispersa en los distritos de Colcabamba, Surcubamba y Tintay, provincia de Tayacaja, en el departamento de Huancavelica (Figura 5). Ocupa un área aproximada de 222 501 ha que representa el 14,90 % del total.

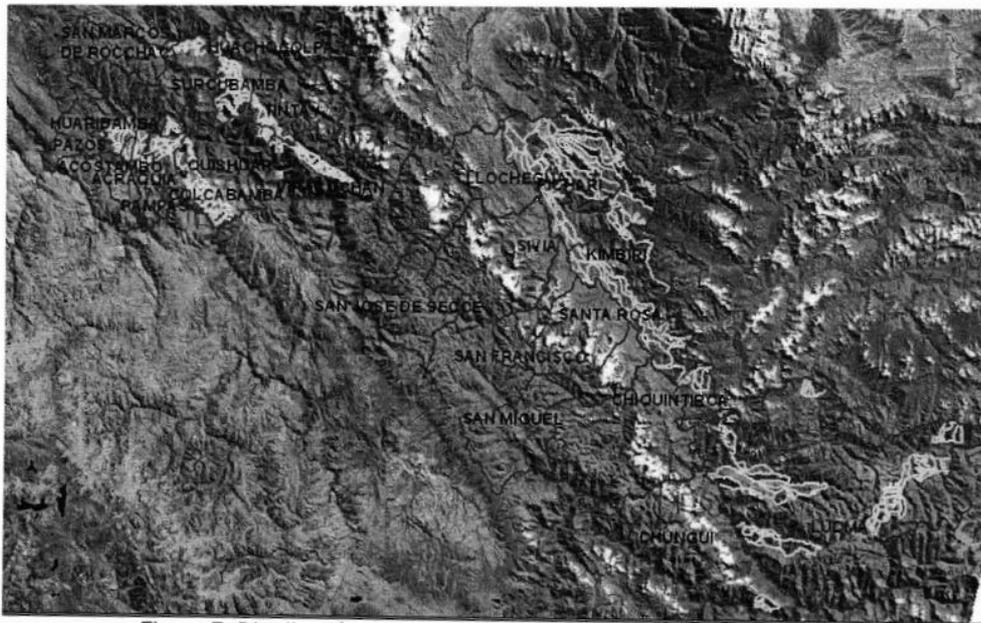


Figura 5. Distribución de las montañas metamórficas paleozoicas

Las montañas metamórficas Paleozoicas están dentro del dominio oriental, corresponden con un modelado de litofacies y han sufrido muchas etapas tectónicas, sobre todo en la fase Eoercínica. Posee muy diversos materiales; filitas, pizarras, esquistos micáceos, y algunos intrusivos metamorfizados. Sus formas son conspicuas de fuertes pendientes, laderas largas y rectas y cimas dentadas y puntiagudas.

Los procesos erosivos son diversos; va desde soliflucción, caída de bloques, deslizamientos, etc.

### MODELADO DE LITOFACIES ÍGNEO

El modelado granítico tiene unas características propias muy definidas. Los afloramientos en la mayoría de los casos presentan formas redondeadas y concentraciones de bolos. EL granito es una roca seca dada su permeabilidad es secundaria la posibilidad de encontrar agua está ligada a las fracturas, fallas y zonas de roca alterada, que por ser más porosas tiene una mayor capacidad de retención. La alteración más importante que sufre la roca granítica es la química. Los minerales esenciales son alterados en mayor o menor grado. El cuarzo es prácticamente inalterable, sin embargo el feldespato bajo la acción de

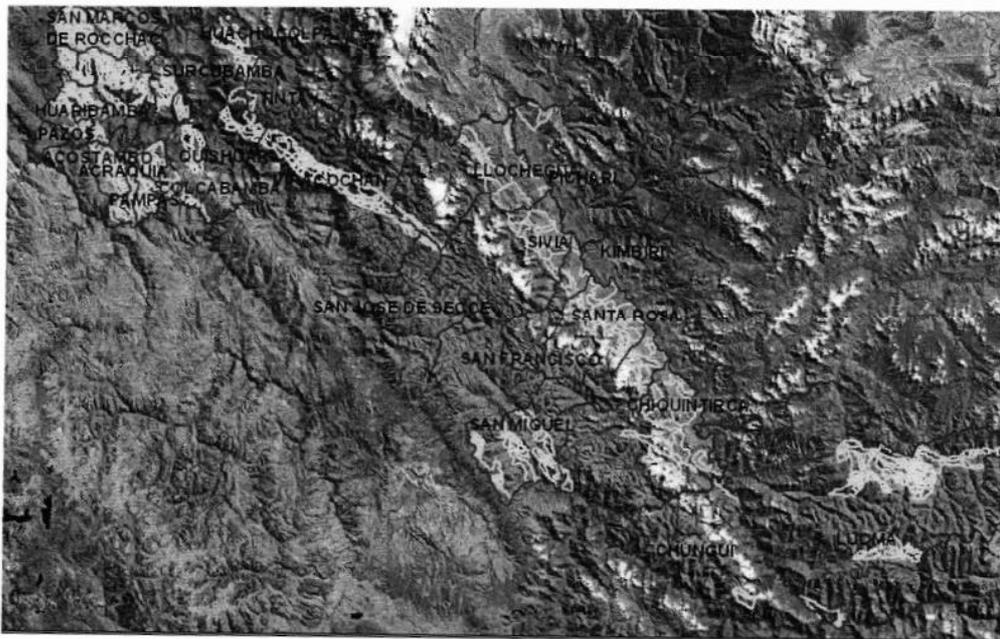
las aguas dan lugar a un mineral arcilloso, provocando alteración de las rocas, lo que es fácilmente erosionable por las aguas y el hielo.

#### Montañas denudadas Paleozoicas

Se distribuye a lo largo de toda la zona de estudio, localizándose en el departamento de Huancavelica, provincia de Tayacaja, en los distritos de San Marcos de Rocchac, Huaribamba, Pazos, Acostambo, Acraquia, Pampas, Colcabamba, Huachocolpa, Viracochan, Llochegua Sivia, Santa Rosa, San Miguel, Lucma y Chiquintirca fundamentalmente (Figura 4). Ocupa un área de 274 357 ha que representa el 18,37% del total del área de estudio.

Figura 4. Distribución de las Montañas denudativas Paleozoicas en el ámbito VRA.

Estas montañas son elevaciones del terreno que forman parte de la Cordillera Oriental y cuya altura y morfografía actual no depende del plegamiento de las rocas, ni del vulcanismo sino exclusivamente de los procesos exógenos degradacionales determinados por el agua y con fuerte incidencia de la gravedad, que hace que estos agentes geomorfológicos vayan remodelando y paulatinamente reduciendo la superficie terrestre.



Su morfogénesis se originó a partir de una primera fase de denudación con una intensa meteorización de las rocas, las corrientes de agua profundizaron intensamente los valles y posteriormente ganaron anchura gracias a la incidencia erosiva de los tributarios y al desplome gravitacional de sus paredes. De este modo, las áreas interfluviales se estrecharon cada vez más, mientras que los sistemas de drenaje aumentaron sus ramificaciones y las geoformas iniciales (pliegues) perdieron su identidad. En la siguiente fase, el relieve de las montañas denudacionales paleozoicas alcanzó su máxima expresión; los remanentes de las geoformas iniciales acabaron por quedar destruidos y las laderas de los valles se cortaron dando lugar a estrechas divisorias (Foto 2). El resultado fu la reducción constante del relieve.



Foto 2. Montañas denudativas Paleozoicas. Sector Challcha-Pampaconas. Octubre de 2010

### MODELADO CALCÁREO

Han sido clasificadas de acuerdo a su naturaleza litológica, por considerarlas de gran importancia en la formación de estos relieves. Adquiere relevancia debido a su distribución, extensión y uniformidad. Están representadas por secuencias Precámbricas y Paleozoicas, entre las que se encuentran las rocas de composición calcárea.

### Montañas calcáreas Paleozoicas

Su emplazamiento se manifiesta fundamentalmente en el sector sur de la zona de estudio, localizándose en el departamento de Ayacucho, en las provincias de La Mar y Huanta; en el primero, en los distritos de Chungui y Anco, y el segundo, en el distrito de San Jose de Secce respectivamente (Figura 5). Ocupan una extensión de 240 682 ha que representa el 16,12 % del total.

Figura 5. Distribución espacial de las Montañas calcáreas Paleozoicas.



Los materiales afectados son las calizas y mármoles del Grupo Tarma, de edad Paleozoica. Estas áreas forman una morfografía peculiar debido a la disolución superficial y subsuperficial de los materiales calcáreos producidos por las aguas pluviales, las que al concentrarse en escorrentía son llevadas por cauces subterráneos.



Foto 3. Campo de lapiaz en roca calcárea Paleozoica. Sector Challchas-Pampaconas. Octubre 2010

Los principales rasgos morfológicos de este tipo de medios son huecos y otras depresiones sobre la superficie del terreno, allí donde el agua penetra en la roca y agranda las diaclasas y fisuras mediante disolución. Los sistemas de diaclasas tienen una fuerte influencia sobre el alineamiento de los rasgos morfológicos. Como es el caso de estas montañas calcáreas paleozoicas del VRA, donde en los bancos horizontales de capas duras de calizas, muy espesas y bien diaclasadas se desarrollan campos de lapiaz (Foto 3) y formas caprichosas de precipitación del carbonato cálcico (Foto 4), en medio de vigorosos relieves.

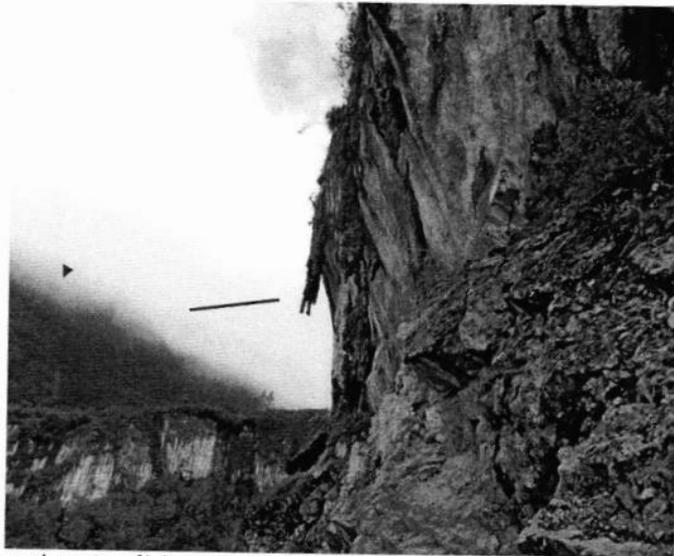


Foto 4. Detalle de carbonato cálcico precipitado. Travertino. Tramo Challcha-Pampaconas. Vilcabamba (Cusco). Octubre de 2010

Los procesos erosivos o dinámicos tienen que ver con el grado de diaclasamiento de la roca, la pendiente y el clima. En este caso pudimos observar caídas de bloques por llamada al vacío y vuelco, ya que se trata de un material expuesto durante mucho tiempo al intemperismo. En la zona de estudio nos encontramos con numerosas caídas de rocas en estos materiales. La Foto 5, muestra una caída de rocas en la carretera de penetración al distrito de Santillana que mantuvo detenido el tráfico rodado durante horas. En la Foto 6, se aprecia el cono de derrubios con materiales de menor tamaño en el ápice del cono y materiales más gruesos y heterométricos en el cuerpo y la base. Estos procesos de vertiente son favorecidos por la construcción de infraestructuras que descalzan el talud y desestabilizan la pendiente provocando vulnerabilidad a la población y a las carreteras.



Foto 5. Fuerte pendiente en roca calcárea.  
Carretera de Santillana Octubre de 2010

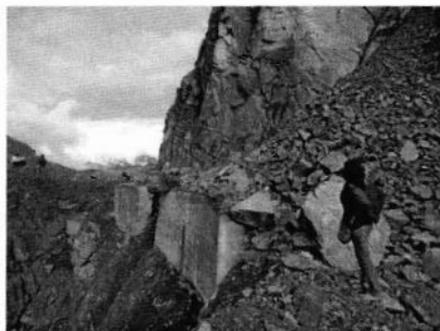


Foto 6. Proceso de caída de rocas.  
Carretera de Santillana. Octubre de 2010

#### **MODELADO GRANÍTICO**

El modelado granítico tiene unas características propias muy definidas. Los afloramientos en la mayoría de los casos presentan formas redondeadas y concentraciones de bolos. EL granito es una roca seca dada su permeabilidad es secundaria la posibilidad de encontrar agua está ligada a las fracturas, fallas y zonas de roca alterada, que por ser más porosas tiene una mayor capacidad de retención. La alteración más importante que sufre la roca granítica es la química. Los minerales esenciales son alterados en mayor o menor grado. El cuarzo es prácticamente inalterable, sin embargo el feldespato bajo la acción de las aguas dan lugar a un mineral arcilloso, provocando alteración de las rocas, lo que es fácilmente erosionable por las aguas y el hielo.

- **Montañas graníticas Paleozoicas**

Su distribución ocurre a lo largo de todo el área de estudio, sin embargo tiene mayor presencia en el sector oriental, en el distrito de Lucma, provincia de Vilcabamba, departamento de Cusco; aunque también se encuentra en menor superficie en el distrito de Surcubamba, provincia de Tayacaja, departamento de Huancavelica, y en los distritos de Chungui, San Miguel, San Francisco, provincia La Mar y Ayahuanco, provincia de Huanta, en el departamento de Ayacucho (Figura 6). Ocupa un área de 240 088 ha que representa el 16,08 % del total.



Figura 6. Distribución de las Montañas graníticas paleozoicas

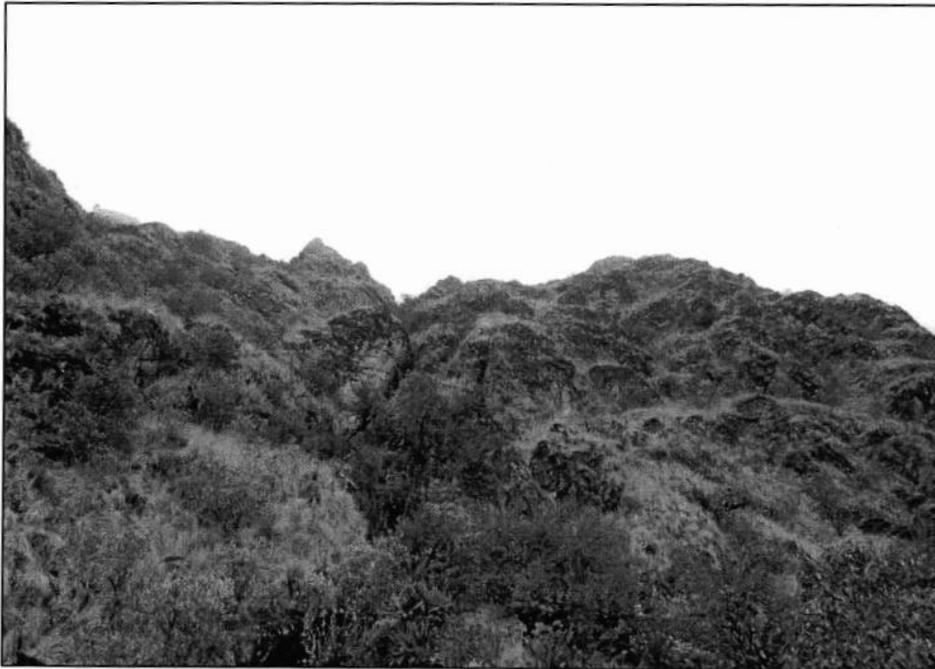


Foto 7. Montañas graníticas paleozoicas. Sector Choquetacarpo. Octubre 2010

La litología de montañas graníticas paleozoicas se originó a partir de la solidificación en profundidad de intrusiones de magma, desarrollan formas sobre rocas intrusivas que contienen granito, cuarzodiorita, granodiorita, tonalita entre otros. En estos climas húmedos y relativamente cálidos la morfografía se caracteriza por su gran uniformidad y anchura, con ejes que se extienden en diferentes direcciones y de los cuales se desprenden numerosas ramificaciones que van perdiendo altura hacia sus extremos, tal como se observó en el sector de Choquetacarpo (Foto 7). La condición de impermeabilidad de las rocas cristalinas ha

conducido a que la escorrentía esculpa una red de drenaje ramificada según la profundidad del manto de meteorización y la incidencia del diaclasamiento. Los valles principales son ensanchados y sinuosos, bastante profundos, con laderas empinadas. Los tributarios son más estrechos, con forma de V, separados por interfluvios agudos o subagudos

#### MODELADO METAMÓRFICO

Han sido clasificadas de acuerdo a su naturaleza litológica, por considerarlas de gran importancia en la formación de estos relieves. Adquiere relevancia debido a su distribución, extensión y uniformidad. Están representadas por secuencias precámbricas y paleozoicas, entre las que se encuentran rocas de tipo gneíscico, esquistoso y calcáreo.

##### 3.2.1.4. Montañas metamórficas Precámbricas

Se distribuyen en todo el eje sureste, localizándose en los distritos de Lucma, Kimbiri y Pichari, provincia La Convención, departamento de Cusco; también se localiza en los distritos de Chiquintirca, San Francisco y Santa Rosa en la provincia de La Mar, departamento de Ayacucho; y en los distritos de Tintay y Huachocollpa, provincia de Tayacaja, departamento de Huancavelica (Figura 7). Ocupa un área aproximada de 384 776 ha que representa el 25,77 % del total.



Figura 7. Distribución de las montañas metamórficas Precámbricas

Su origen está asociado a un complejo metamórfico Marañón con dos fases bien marcadas, la primera que se origina mediante la depositación de un ciclo pelítico de aproximadamente 600 millones de años y el segundo más antiguo de naturaleza gneíscica con una edad aproximada de 2 000 millones de años, por consiguiente esta secuencia se le asigna una edad Precambriana o Neoproterozoica. Las rocas metamórficas resultan de la recristalización de rocas sedimentarias e ígneas preexistentes. En este caso, por la cercanía de las rocas intrusivas es probable, que este gnéis se haya formado a partir de material ígneo y granito. Las rocas metamórficas son generalmente de baja porosidad y permeabilidad y por ello sus propiedades físicas están determinadas principalmente por las propiedades de los materiales que las constituyen.



Foto 8. Litología esquistosa de montañas metamórficas Precambianas. Vilcabamba. Cusco. Octubre 2010.

La morfografía que presentan estas montañas metamórficas es bastante compleja, dada la multitud de fases morfogenéticas que las afectaron. Por una parte una fase endógena tectodinámica y por otra, procesos exógenos que modelaron una superficie de variaciones climáticas neohistóricas. Este origen da una morfografía compleja donde la delimitación de una u otra fase es difícilmente diferenciable, una prueba de ello es la que se aprecia en las cercanías de la localidad de Vilcabamba (Foto 8).



Foto 9. Montañas metamórficas precambrianas.. Vilcabamba (Cusco). Octubre 2010.

Existen diversos procesos geodinámicos que interactúan, pero uno de los más importantes está referido a la remoción en masa, debido a la alta precipitación anual que afecta al área, a la fuerte pendiente que predomina en estos tipos de relieves y la baja

permeabilidad de los materiales. Por otro lado, también tenemos los derrumbes, que son productos de desplomes de rocas por efectos gravitatorios y por termoclastia (cambios bruscos de temperatura). Las laderas son muy regulares (rectas) con longitud mediana y las faldas (laderas inferiores) se conectan de forma abrupta con el fondo de valle, no se acumula material arrancado, salvo algunos conos de bloques (Foto 9). Son muy característicos en la zona procesos de escorrentía concentrada en forma de cascadas y cataratas con gran capacidad erosiva pese a la resistencia del material ígneo.

- **Montañas metamórficas paleozoicas**

Se distribuyen en el sector noroeste y en la franja sureste, localizándose en los distritos de Lucma, Kimbiri y Pichari, provincia La Convención, en el departamento de Cusco y en forma dispersa en los distritos de Colcabamba, Surcubamba y Tintay, provincia de Tayacaja, en el departamento de Huancavelica (Figura 8). Ocupa un área aproximada de 222 634 ha que representa el 14,91 % del total.

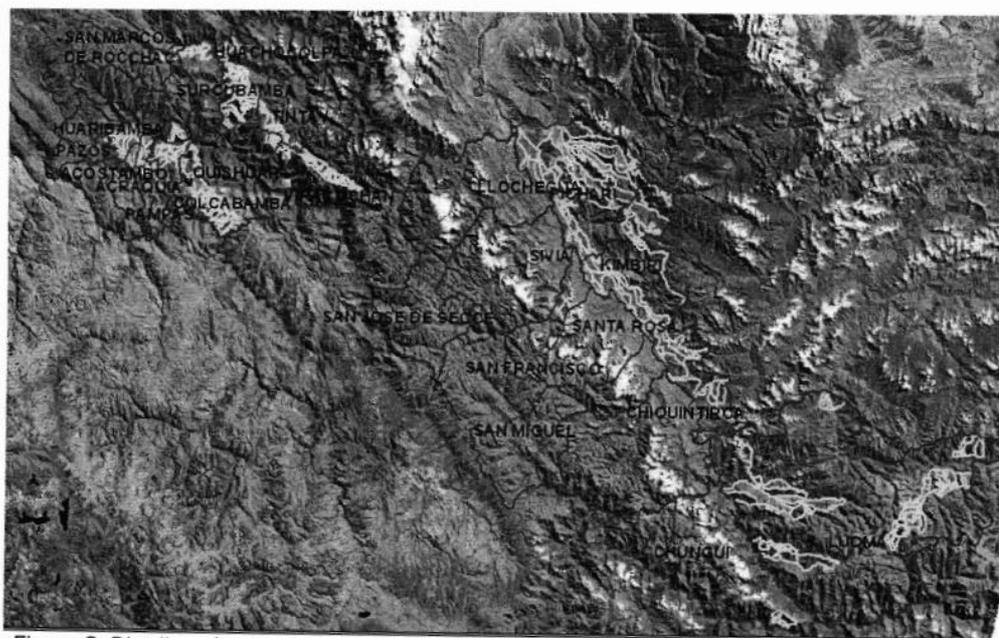


Figura 8. Distribución de las montañas metamórficas paleozoicas

Las montañas metamórficas Paleozoicas están dentro del dominio oriental, corresponden con un modelado de litofacies y han sufrido muchas etapas tectónicas, sobre todo en la fase Eoercínica. Posee muy diversos materiales; filitas, pizarras, esquistos micáceos, y algunos intrusivos metamórfizados. Sus formas son conspicuas de fuertes pendientes, laderas largas y rectas y cimas dentadas y puntiagudas.

Los procesos erosivos son diversos; va desde soliflucción, caída de bloques (Foto 10), deslizamientos, etc.

Foto 10. Montañas metamórficas paleozoicas. Vilcabamba. Octubre 2010



### MODELADO GLACIAR Y PERIGLACIAR

El modelado glaciar es el resultado de la acción de los hielos sobre el relieve. Forma parte de la geomorfología climática porque el modelado del relieve actual es el resultado de climas pasados. Las épocas más frías pasadas generaron una acumulación de hielos de gran volumen que fueron capaces de generar un tipo específico de modelado, hasta el punto que una vez pasado dicho clima (épocas glaciares), quedaron las huellas de su existencia; valles en artesa, circos glaciares, lagos, morrenas, etc. Este modelado se aprecia en el sector que circunda el nevado de Otaña (Foto 11).

Foto 11. Masas de hielo glaciar. Las flechas indican la dirección de movimiento del glaciar a través de la ladera. Nevado de Otaña. Vilcabamba (Cusco). Octubre 2010



- **Valles glaciares**

Su mayor distribución ocurre en el sector occidental donde se encuentran de formas imponentes. Se localiza en los distritos de San Marcos de Rocchac, Huaribamba y Acostambo (Figura 9), ocupando una superficie 16 349 ha, que representa el 1,09 % del total.

Los glaciares son enormes masas de hielo que pueden moverse bajo la influencia de la gravedad. En la mayoría de los ambientes los glaciares están formados de nieve que gradualmente se convierte en hielo. En los glaciares de valle mucha de la nieve que reciben se acumuló primero en las cumbres y laderas superiores de las montañas (nieves perpetuas) como el caso del nevado de Otaña o el de Chuchito, para luego ir fluyendo a través del valle que se mueve a partir de varios procesos. La erosión glaciárica se ha estimado que el socavamiento de los glaciares puede ser por varios procesos; en cualquier caso, el modelado que generan los glaciares está representado por unos valles característicos en artesa.

Figura 9. Distribución de los valles glaciares

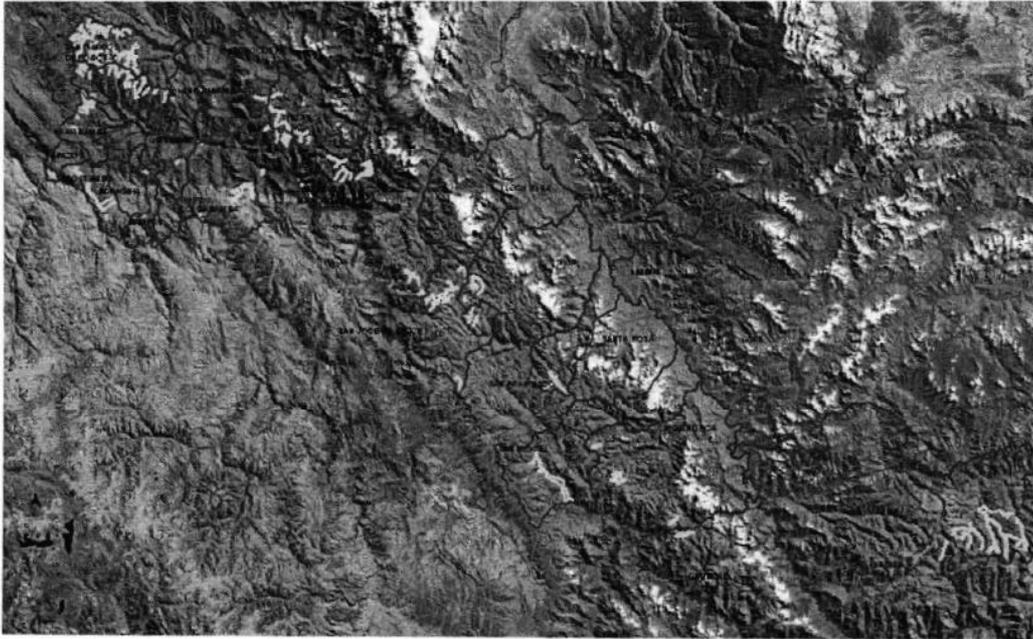


Foto 12. Circo glaciar, basin y umbral



Un valle glaciárico está constituido por varias geoformas que a continuación explicaremos a través de las fotos. El circo glaciar corresponde a la cabecera de los valles y se caracteriza por su forma semicircular cóncava, con un basin sobreexcavado y una especie de barra frontal de poca altura que puede ser de roca dura (Foto 12) llamada umbral.

La artesa glaciar es el mayor y más sobresaliente rasgo de los glaciares de valle. La mayoría de las artesas tienen un amplio y abierto piso de valle limitado por paredes abruptas. La sección completa transversal suele describirse en forma de U (Foto 13 y Figura 10) que está ajustado al máximo volumen de hielo glaciar que la excavó; por tanto, los glaciares mayores tienen las artesas más anchas.



Foto 13. Valle glaciar en Cordillera Oriental. Apacheta. Huanta. Ayacucho. Octubre 2010.

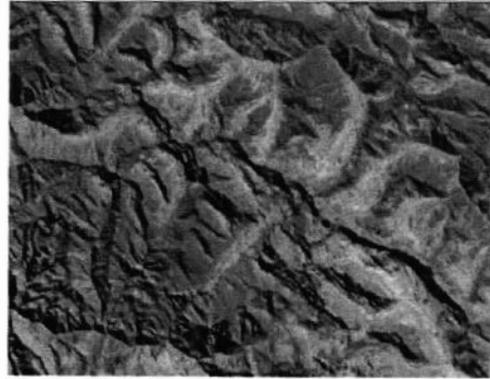


Figura 10. Valles en "U" de origen glaciar



Foto 14. Lago de origen glaciar Sector Abra Chucuito. Octubre 2010.

Las ollas glaciáricas u ombligos son áreas centrales de circo y artesas que fueron considerablemente sobreexcavadas y más tarde ocupadas por un lago, tal como se aprecia en la Foto 14 y Figura 11, el cual ha sido encerrada por los umbrales o derrubios.



Figura 11. Lago de origen glaciar

El aspecto de este tipo de montañas es el resultado de su morfogénesis de plegamiento y su modelado actual lo cual tiene un papel relevante la dinámica de vertientes.



Foto 15. Valle glaciar con cono de deyección por gelifracción en su pared. Vilcabamba. Octubre 2010.

Los conos de derrubios por gelifracción se trata de una forma de acumulación gravitacional de derrubios al pie de las paredes del valle glaciárico, los cuales están originado por meteorización mecánica (gelifracción) de las rocas de esas mismas paredes. En la Foto 15, se detecta el emplazamiento de la vegetación lo que indica una cierta edad y una mayor estabilidad.

## MODELADO FLUVIAL

El trabajo geomórfico de las corrientes fluviales consta de tres procesos estrechamente interrelacionadas; erosión, transporte y sedimentación. Respecto a la fase de erosión, decir que las corrientes jóvenes son esencialmente erosivas en todo el curso, otras maduras solo lo son en su cabecera pero paulatinamente pasan a ser agradacionales hacia el curso inferior, especialmente cuando a alcanzado su perfil de equilibrio. El trabajo denudacional de las corrientes resulta una carga de sedimentos acarreados por esta

- Valle fluvioaluvial de Pampas y San Miguel

Se distribuyen en los sectores noroeste y sureste de la zona de estudio, en el departamento de Huancavelica, provincia de Tayacaja, en los distritos de Colcabamba, Pampas y Acraquia; además, en el departamento de Ayacucho, provincia de la Mar, en el distrito de San Miguel (Figura 12). Ocupa una extensión de 3 894 ha que representa el 0,26 % del total.

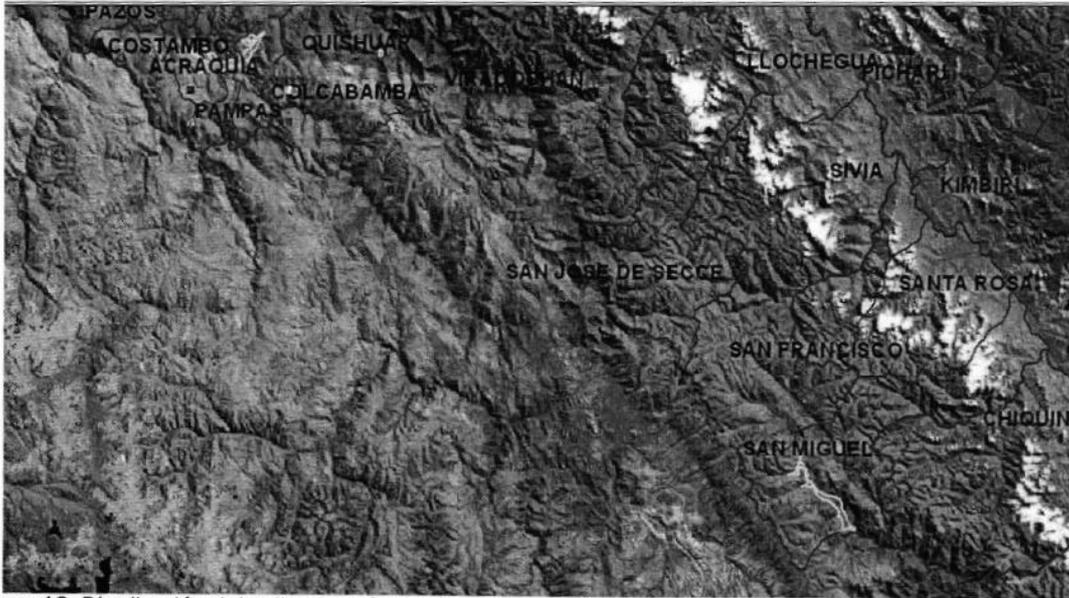


Figura 12. Distribución del valle aluviofluvial de Pampas y San Miguel

El fondo de valle fluvioaluvial se corresponde con una planicie inclinada con topografía de glacis que se extiende al pie del sistema montañoso de Pampas y que ha sido formado por la sedimentación de corrientes de agua que emergen de los terrenos más elevados hacia las zonas más bajas y abiertas.



Figura 13. Valle aluvio fluvial de Pampas

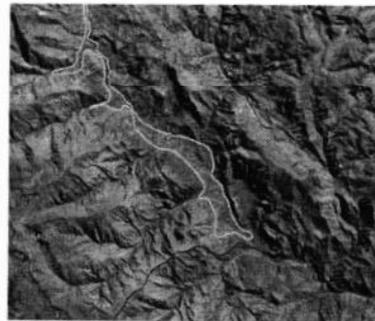


Figura 14. Valle aluvio fluvial de San Miguel

Está constituido por la coalescencia de abanicos aluviales y aluvio-diluviales. Incluidos algunos conos de deyección de diferente edad y composición litológica y granulométrica

de diversos tamaños y con pendientes regulares que oscilan entre los 2% y 15% aproximadamente (Foto 16).



Foto 16. Fondo de valle fluvioaluvial. Pampas. Tayacaja. Octubre 2010

Como puede deducirse de lo anterior la morfología de esta unidad está compuesta por abanicos aluviales, es decir, superficies en forma semicircular con su parte superior más estrecha y empinada que se extiende hacia la montaña siguiendo el cauce de la corriente que lo depositó. Más abajo aparece la proporción intermedia o cuerpo que cubre la mayor superficie de la forma y finalmente el tramo distal o base, una franja suavemente inclinada que gradualmente se confunde con la llanura contigua sobre la cual se explaya la unidad (Figuras 13 y 14). En cuanto a su génesis se originó cuando una corriente irregular con grandes fluctuaciones de caudal y con abundante carga de sedimentos emergió de las montañas metamórficas circundantes hacia un sector más bajo o abierto de piedemonte con un marcado cambio de pendiente, lo cual promovió la diseminación de las aguas y con ello la pérdida de poder de transporte y la depositación diferencial de su carga. En cuanto a los procesos erosivos, a pesar de ser una forma de agradación, se observaron incisiones y anegamientos de acuerdo a la posición y pendiente de la unidad.

#### **Dominio morfoestructural Subandino**

#### **MODELADO TECTÓNICO**

El modelado estructural se refiere al resultado de los plegamientos de los estratos por las tectónicas sufridas a lo largo de la historia geológica. Aunque el relieve que se observa en la actualidad responde a diferentes variables (climáticas, estructurales, dinámicas) siempre hay una que predomina e influencia de forma más notoria en la geoforma y ésta corresponde al modelado tectónico.

En el modelado estructural se observa "*in situ*" las deformaciones de los materiales; pliegues y fallas. Cuando más plegado y fallado esté una unidad más debilitada estará la litología y más susceptible de sufrir procesos erosivos de vertiente, tal como se observa en las cercanías de la localidad de Acostambo donde se muestra plegamientos volcados de rocas calcáreas (Foto 17).



Foto 17. Pliegue en forma anticlinal sobre rocas calizas. Octubre 2010. Cercanías de Acostambo. Octubre de 2010

### 3.2.2.1. Montañas estructurales (plegadas) y colinas estructurales denudadas

Se distribuyen en el sector central y noreste de la zona de estudio, localizándose en los distritos de Acostambo y Pazos, en la provincia de Tayacaja, departamento de Huancavelica; asimismo, se localiza en los distritos de Llochegua (provincia de Huanta) y San Miguel (provincia La Mar), en el departamento de Ayacucho, respectivamente (Figura 15). Ocupan un área de 21 783 y 19 139 has respectivamente, que representan el 1,46 % y un 1,28 % del total.

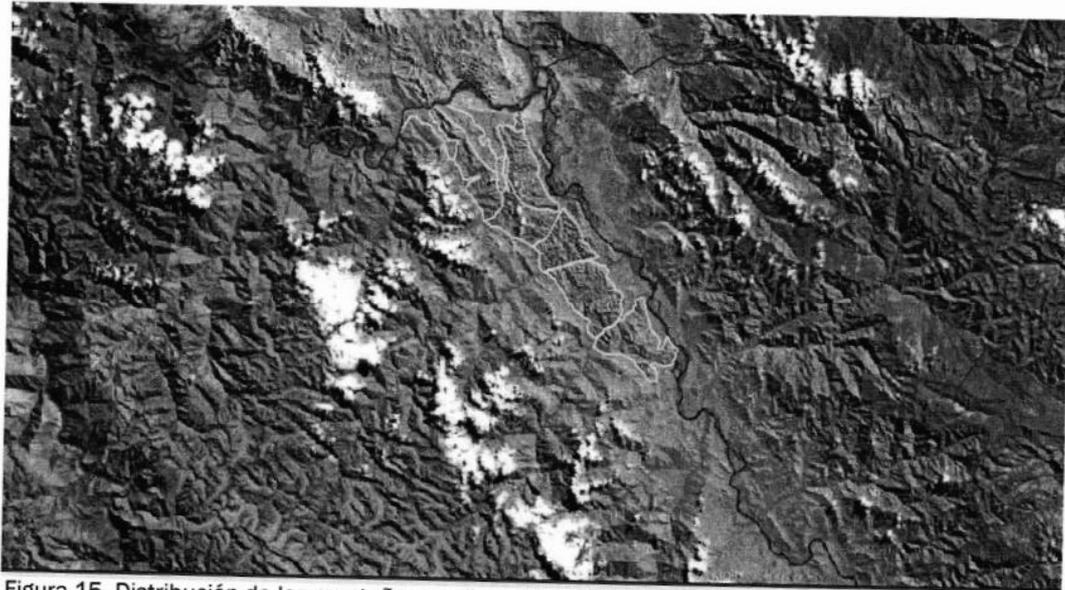


Figura 15. Distribución de las montañas y colinas estructurales erosionales.

En este grupo se incluyen montañas y colinas cuya altura y formas se deben a plegamiento de rocas superiores de la corteza terrestre y que aún conservan rasgos reconocibles de las estructuras originales a pesar de haber sido afectadas en grado variable por los procesos de denudación.

Esta unidad hace referencia a las montañas y colinas de plegamiento en rocas sedimentarias consolidadas y en algunas metamórficas de origen sedimentario como las cuarcitas, las que en su conjunto conforman un relieve de crestas paralelas separadas por depresiones igualmente paralelas, que se prolongan linealmente siguiendo un rumbo rectilíneo, prácticamente sin ramificaciones laterales (Foto 18).

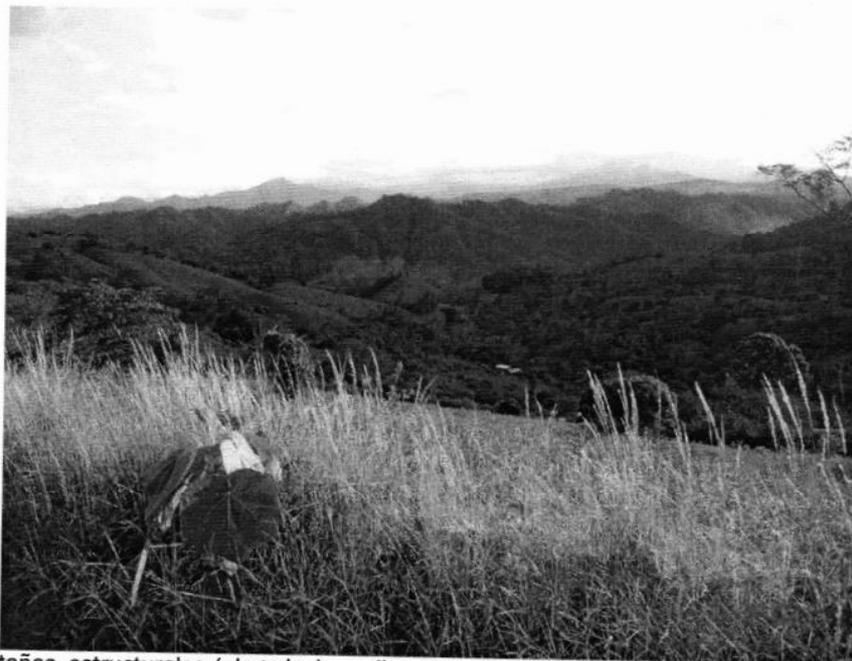


Foto 18. Montañas estructurales (plegadas) y colinas estructurales denudadas. Distrito de Llochegua. Octubre 2010

A la escala de trabajo se reconoce como un sistema de montañas plegadas sin separar geoformas sencillas. En la Foto 19, se muestran geoformas menores como chevrons y cresta monoclinial.

Morfográficamente, se define como un conjunto de estratos arqueados o en cuchilla (chevrons) con laderas divergentes a partir de un eje, presentan buzamientos diferentes según la intensidad del plegamiento. Sus cimas son estrechas y agudas, las laderas son regulares con disección superficial, puesto que se trata de rocas duras. Los procesos que se desarrollan son básicamente de vertiente; deslizamientos, caída de rocas, etc.

Corresponden a los sistemas de montañas alineadas en forma de franjas continuas, originadas por esfuerzos de tensión y distensión (eventos tectónicos). Estos han originado plegamientos y fracturas en las secuencias sedimentarias, aprovechando la naturaleza plástica de ciertos estratos rocosos (Figura 16). Estos acontecimientos se han manifestado desde el inicio del levantamiento de la Cordillera Andina, es decir, durante el Cretáceo superior. Litológicamente está representada por secuencias que datan desde el Mesozoico hasta el Terciario inferior, las primeras constituidas por sedimentos depositados en ambiente marinos neríticos a someros y continentales; mientras que el segundo, en ambiente netamente continental (capas rojas). Son considerados relieves que han sido formados a partir de los esfuerzos tectónicos y que mantienen sus estructuras plegadas y falladas.

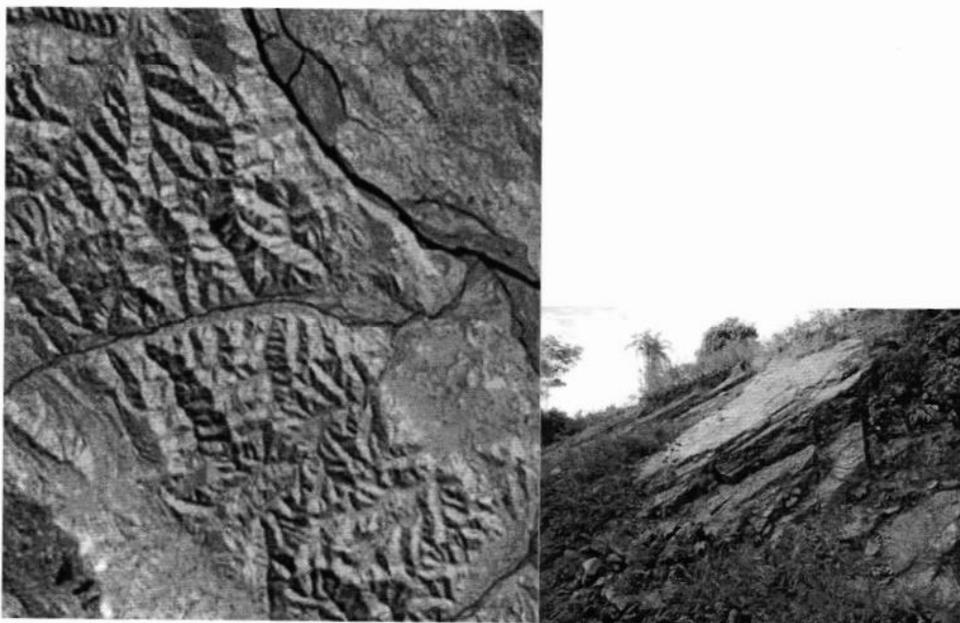


Figura 16. Detalle de la morfografía de colinas estructurales y erosionales Mesozoicas

Foto 19. Estratos de areniscas inclinados

Su representación litológica es una de las más variadas. Corresponden a sedimentos marinos y continentales del Grupo Goyllarisquizga (Cretáceo inferior) en mayor proporción, aunque también alberga esporádicamente sedimentos calcáreos de la Formación Chulec del Cretáceo medio y sedimentos areniscosos de la Formación Tambo del Cretáceo superior.

El comportamiento de los materiales es el siguiente:

Los procesos erosivos que se desarrollan en estos relieves están muy condicionados por la fuerte pendiente, que va desde el 50 al 75%, el tipo de material, que incluye materiales plásticos, otros muy fracturados y meteorizados. Además si añadimos un gran volumen de precipitación (1500-2000mm) y unos usos del suelo que deforestan, originan los más diversos y numerosos movimientos en masa. Podemos diferenciar según intensidad, frecuencia, material implicado, volumen de material, causa desencadenante, etc. En este caso hemos reportado los siguientes tipos; incisiones, reptación, debris flow, deslizamientos, caída de rocas.

En cuanto a procesos fluviales cabe citar a procesos torrenciales típicos de estas unidades de montaña: encajonamiento-profundización y erosión lateral. El aspecto de este tipo de montañas es el resultado de su morfogénesis de plegamiento y su modelado actual lo cual tiene un papel relevante la dinámica de vertientes.

#### **MODELADO DE LITOFACIES KARSTICO**

El rasgo más característico de la caliza es su propiedad de disolución a largo plazo por las aguas. Al ser una roca impermeable, el agua circula a través de las fracturas, de forma que la disolución y las formas resultantes están ligadas a la red roturas, dando lugar a estructuras muy variadas. El modelado calcáreo presenta importantes cársticos, con fuertes cantiles, estrechos cañones, grietas profundas, cuevas (Foto 20), dolinas, poljés. Superficialmente la roca puede presentar una capa tobácea que oculta grietas y roturas. En otras zonas, la disolución muy activa ha excavado pequeñas oquedades

longitudinales (Foto 21), dando lugar a surcos o acanaladuras y crestas que se conoce como lapiaz (Foto 22).

- **Montañas calcáreas Mesozoicas**

Se distribuye en el sector Occidental de la zona de estudio, localizándose en el departamento Huancavelica, provincia de Tayacaja, al noroeste en los distritos de San Marcos de Rocchac y Surcubamba y al suroeste los distritos de Huaribamba, Pazos, Acostambo, Acraquia, Pampas y Colcabamba (Figura 17). Ocupa 41 067 ha, con un 2,75% del total.

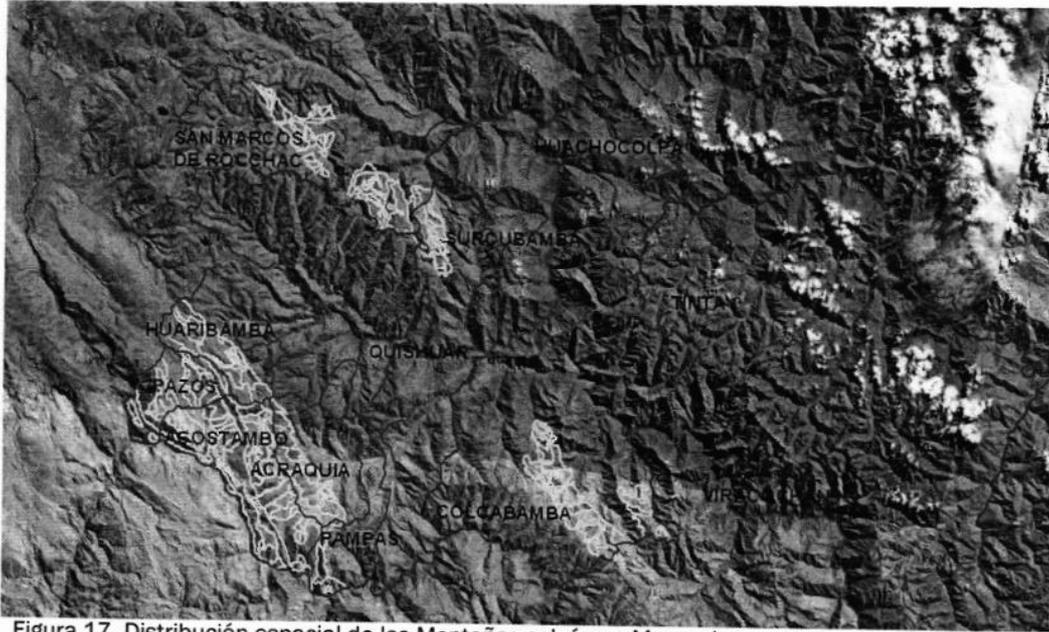


Figura 17. Distribución espacial de las Montañas calcáreas Mesozoicas

Estas geoformas han sido definidas en base a su composición principalmente calcárea, que al erosionarse por los diferentes procesos geodinámicos, configuran formas caprichosas debido a la precipitación de los carbonatos por efectos de la disolución de las rocas calcáreas (Foto 23).

Sus constituyentes litológicos están compuestos principalmente por secuencias calcáreas, conformadas por calizas bituminosas de tonalidades gris oscuro, calizas dolomíticas de tonalidad gris claro correspondiente al Grupo Pucará y a la Formación Chulec que corresponde a secuencias calizas cremas areniscas y limoarcillitas calcáreas. Otras formas de presentarse es por su alta plasticidad para plegarse dando relieves muy conspicuos (Foto 24).

Foto 21. Lapiaces de tipo acanalados Huancavelica 2010

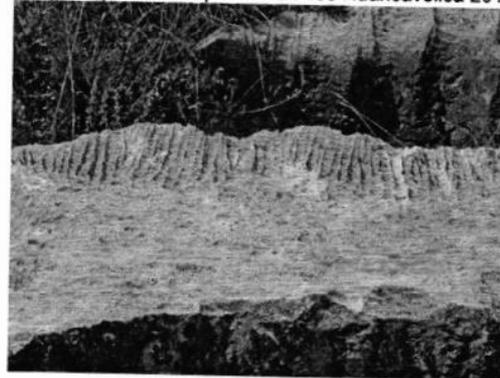




Foto 22. Lapiaces tabulares, cercanías, de Acostambo.



Foto 23. Precipitación del carbonato cálcico Puccuquio (San José).

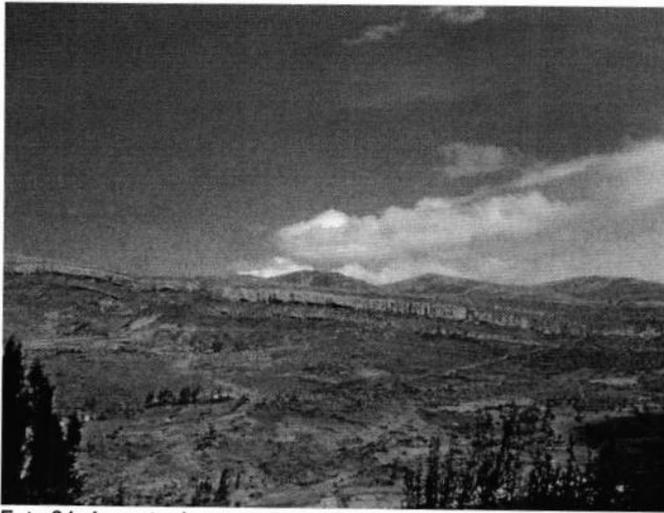


Foto 24. Aspecto de montañas calizas mesozoicas. Proximidades de Acostambo. Huancavelica. Octubre de 2010

Se suscitan procesos geodinámicos externos de movimientos rápidos como los derrumbes y deslizamientos de taludes. En algunos sectores sucede con frecuencia debido a su topografía abrupta y aunada a la intensa precipitación, que afectan estos relieves montañosos. Asimismo son frecuentes los procesos de disolución química, originado por efectos de aguas ricas en anhídrido carbónico, que atacan a las rocas de naturaleza calcárea.

Presentan laderas muy empinadas, de forma alargada con cimas suaves y caprichosas. En esta ocasión se presentan en elevaciones, que se encuentran por encima de 500 m de altitud.

## MODELADO DE DISECCIÓN

Se refiere a la remoción en masa más o menos uniforme de una lámina delgada de suelo de una superficie inclinada, sin que se formen claramente canales de desagüe. En este tipo de modelado interviene dos procesos erosivos fundamentales; el desprendimiento de partículas de suelo por la lluvia y el aislamiento de esas partículas desde su emplazamiento primitivo por escurrimiento difuso. Cuando cae el aguacero sobre un terreno desnudo, el efecto mecánico del impacto de las gotas de lluvia consiste en romper los agregados de suelo, produciendo saltación de partículas cuesta abajo, es decir, erosión pluvial. Parte del agua de la lluvia se infiltra a mayor o menor velocidad según la permeabilidad de los materiales; el resto discurre por la superficie, en canalículos independientes que pueden cambiar de cursos después de cada aguacero. Estas incisiones iniciales van tomando profundidad y anchura a medida que va pasando el tiempo presentándose diferentes grados de disección.

- Planicies erosivas pleistocénicas

Se distribuye en el sector central de la zona de estudio, localizándose en el departamento de Cusco, provincia de La Convención, en los distritos de Pichari y Kimbiri; y en el departamento de Ayacucho, provincia de Huanta, en los distritos de Sivia y Llochegua (Figura 18). Ocupa un área de 7 478 ha, con un 0,50 % del total.

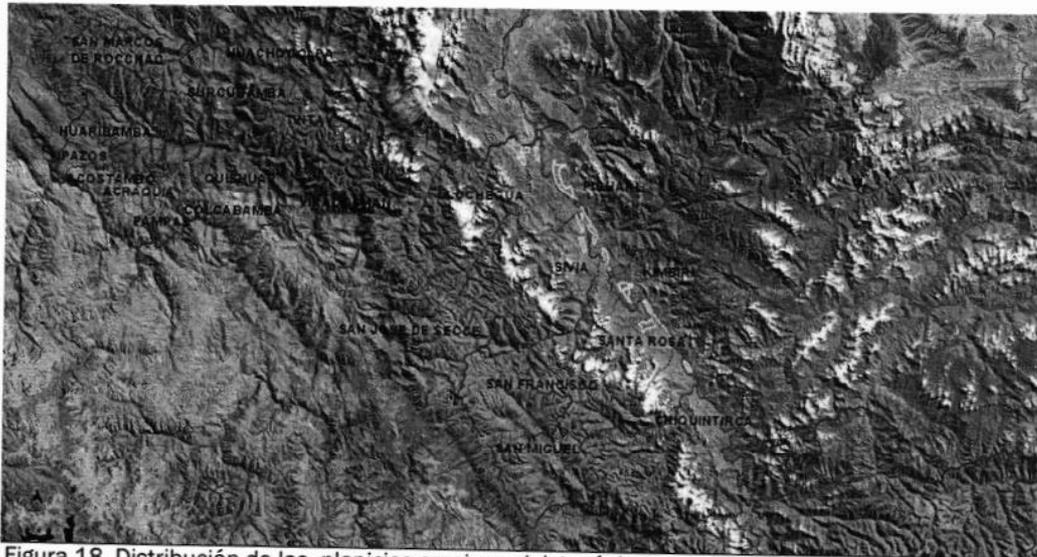


Figura 18. Distribución de las planicies erosivas pleistocénicas

Los procesos exógenos son los responsables de la génesis de la forma; en una superficie plana de material inconsolidado el agua de escorrentía fluye por las debilidades del material ahondando y abriendo camino, creando así incisiones. Poco a poco, estas incisiones van evolucionando ensanchándose y verticalizándose (Figura 19). A medida que se incrementa estas huellas erosivas, los procesos de ladera van apareciendo de forma incipiente y la litología donde se ha desarrollado generalmente no es muy consistente porque se trata de materiales inconsolidados depositados en ambientes de sedimentación tranquilos de tipo palustres y lagunares.

Se puede afirmar que las planicies erosivas son la fase inicial de las colinas erosionales, ello se explica, porque, a medida que se van ensanchando y profundizando las disecciones pasan a convertirse en incisiones, lo que hace que la planicie inicial se vaya redondeando y evolucionando hacia formas de colinas. Gracias a un material inconsolidado y a los procesos erosivos antes descritos se genera una morfografía

relativamente plana con una pequeña pendiente que hace que el agua busque su sistema de drenaje y mediante la arrollada tienda a redondear la superficie.

## MODELADO FLUVIAL

Consideramos modelado fluvial al conjunto de procesos de erosión generados a partir de la acción de los ríos. En el dominio morfoestructural amazónico hemos distinguido las unidades de llanuras de inundación fluvial, las llanuras no inundables, como formas derivadas de la acción fluvial.

A pesar del vínculo que las formas tienen entre sí, la realidad es que cada río tiene una evolución muy compleja en la que intervienen, a la vez factores diversos como la variación climática a lo largo de la geohistoria, la estructura geológica local, los movimientos tectónicos de la región y la variación litológica.

A continuación, vamos a describir las unidades de relieve del modelado fluvial más importantes encontradas en el Valle del río Apurímac, resultado de todo ese conjunto de factores que interactúan en este territorio.

- **Llanura no inundable holocénica del río Apurímac**

Se distribuye en el sector central norte de la zona de estudio. Localizándose en el departamento de Cusco, provincia La Convención, en los distritos de Pichari y Kimbiri; y en el departamento de Ayacucho. Provincia de Huanta, en los distritos de Sivia y Llochegua (Figura 20). Su extensión abarca 4 317 ha representa un 0,29% del total.

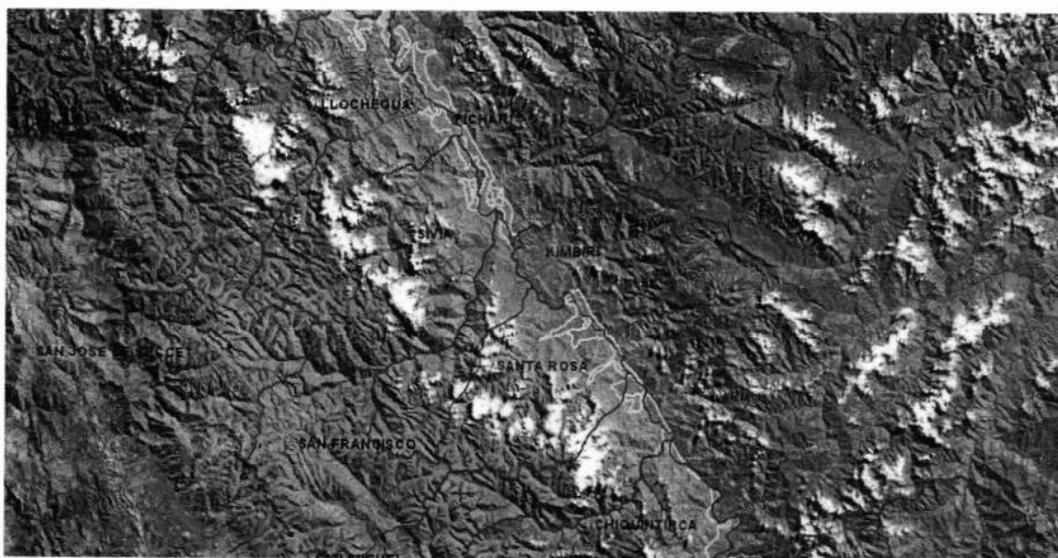


Figura 20. Distribución de la llanura no inundable del río Apurímac.

Su génesis es compleja y a veces no está clara por no estar implicado un único factor. Los procesos tectónicos han podido levantar los bloques en los que el río se vio obligado a buscar su perfil de equilibrio y responde incidiendo en el terreno, lo cual deja "colgada" su llanura de inundación, tal como se ha observado en las proximidades de la localidad de Pichari (Foto 25). En otro caso, el procesos tectónico ha podido afectar basculando la zona en donde en ese caso, el movimiento que hace el río no es vertical sino lateral. Este proceso es el principal responsable de las migraciones y avulsiones de los ríos amazónicos. En este caso las llanuras de inundación quedan alejadas del actual recorrido fluvial. En cualquiera de los casos el nivel de base local cambia y obliga a los tributarios a profundizar. Cuanto más alejadas estén del cauce principal más van a incidir.



Foto 25. Vista general de la llanura no inundable. Al fondo de la localidad de Pichari, La Convención, Cusco. Octubre de 2010

Predominan los procesos de colmatación por la intrusión excepcional del río y hundimiento por el peso de material acumulado superior a la resistencia de su base son similares en morfología a las llanuras inundables, pero los procesos erosivos no son frecuentes.

- **Abanico aluvial**

Se distribuye en el sector central de la zona de estudio, en la margen izquierda del río Apurímac. Se localiza en el departamento de Ayacucho, provincia de La Mar, en los distritos de Santa Rosa y Chinquitirca (Figura 21). Ocupa un área de 1 308 ha, con un 0,09 % del total.

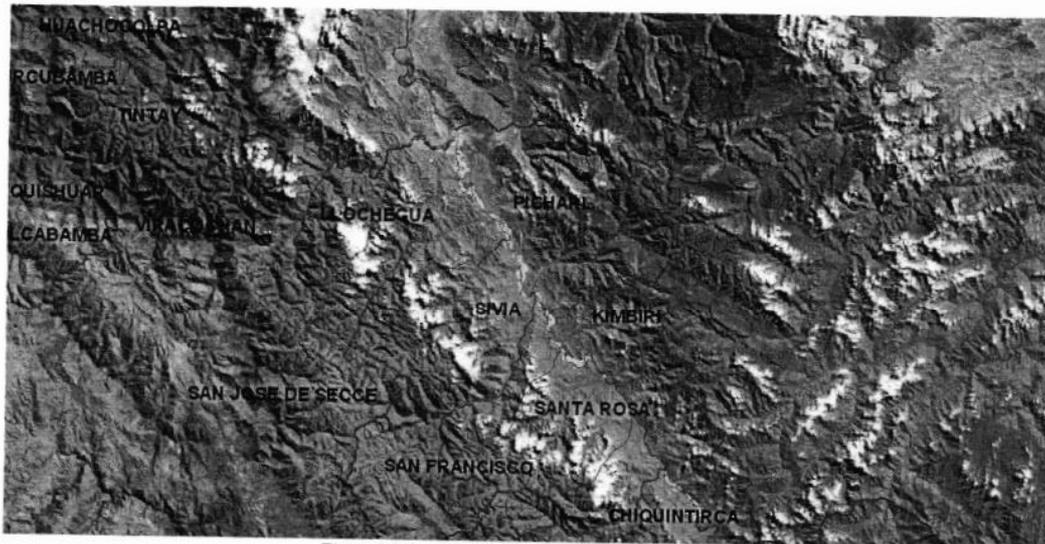


Figura 21. Distribución del Abanico aluvial

Se forma al pie del sistema montañoso subandino, se origina cuando uno o varios flujos de lodo suficientemente fluidos emergen violentamente desde sectores colindantes

más empinados, explayándose sobre terrenos más bajos en un patrón caótico, sin sorteamiento alguno. El alto contenido de agua de los lodos determina, al momento de depositarse, una relativa nivelación de la superficie de la geoforma, la cual alcanza a asentarse inclinaciones entre 3-12% aproximadamente. La falta de sorteamiento de los materiales implica la presencia de suelo, gravas, cantos y bloques en proporciones variables, en cualquier posición del abanico, es decir, en la base, ápice o cuerpo.

- **Barras e islas**

Se distribuye en el sector central de la zona de estudio, localizándose en el departamento de Cusco, provincia La Convención, en los distritos de Pichari y Kimbiri; y en el departamento de Ayacucho, provincia La Mar, en los distritos de Santa Rosa y Chiquitarqui (Figura 22). Ocupa un área de 2 820 ha y 1 063 ha respectivamente, con un 0,19% y 0,07% del total.

Se ha considerado estas unidades menores en un apartado diferente al de las llanuras de inundación, a pesar que se encuentran dentro del conjunto fluvial, porque se considera que no solo tienen importancia por su extensión, sino porque constituyen verdaderos testigos de la dinámica de las áreas aledañas pudiendo extrapolar la información que nos brindan a todo el conjunto fluvial.

Estas formas responden a los procesos de acumulación que tienen lugar entre pulsos de inundación no estacionales. Estos pulsos acarrear y depositan cantos de tamaño considerable en donde los acontecimientos de máxima magnitud son capaces de moldear las formas y trasladarlas de un lugar a otro. Apareciendo o desapareciendo en aguas bajas y altas respectivamente.

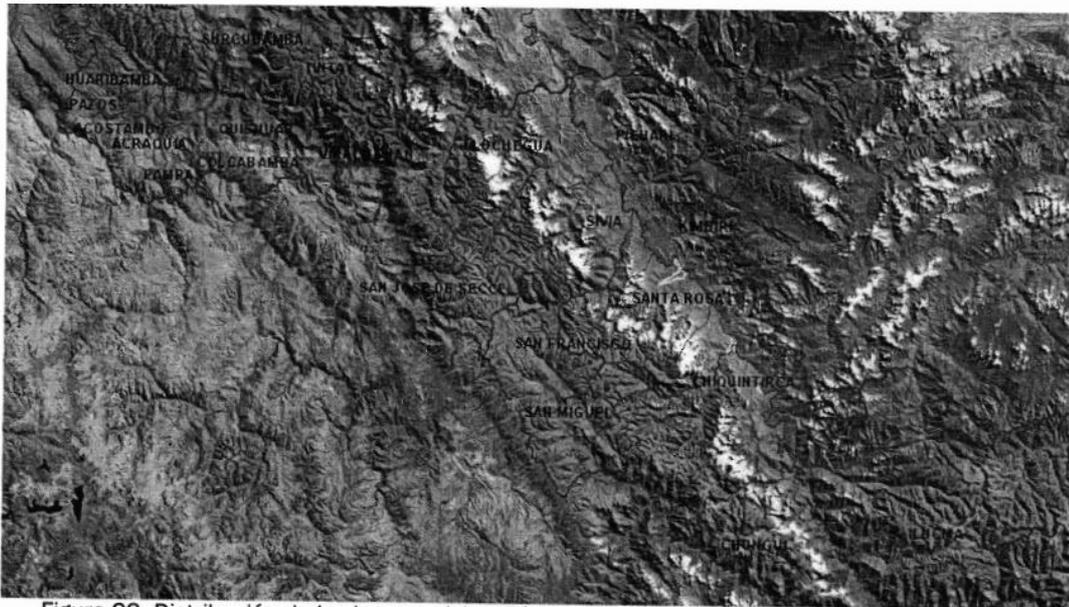


Figura 22. Distribución de las barras e islas. Río Apurímac.

En el pico de inundación, las formas permanecen sumergidas mientras dura el pulso cambiando de forma y de posición casi cada vez que se produce este evento. Por eso se denominan efímeras porque se forman y destruyen en el tiempo que dura el pulso. Esta característica junto con la escasa presencia de materiales finos capaces de sujetar las raíces hace imposible el establecimiento de la vegetación. Los materiales de mayor tamaño se acumulan en la parte más cercana al cauce y en la cabeza de la barra, produciéndose una degradación del tamaño hacia el

interior y hacia la cola de la misma. Este tipo de acumulaciones generalmente tienden a la forma longitudinal de entre 300 y 500 metros de largo por la mitad de ancho.

El tiempo en que se crean y se destruyen es tan rápido como el evento que las origina. Es decir, en unas horas que dura el pico de máxima crecida es capaz de destruirse gran parte de este tipo de formas y acumularse aguas abajo. Podemos definir como formas efímeras aquellas que por sus características se destruyen con cada pulsación (pico de crecida aguas altas). Las frecuentes desaparecen con pulsos de moderada magnitud tanto en periodos de crecida como de estiaje y las ocasionales sólo se destruyen con pulsos de máxima magnitud en periodos de máxima crecida. Aunque su morfometría pueda sufrir variaciones, el núcleo de la geoforma permanece. Allí donde no llega la inundación, es posible que permanezca vegetación en diferentes estadios sucesionales.

Las islas y barras semilunares o diques fluviales se relacionan con el régimen pulsátil fluvial, la pendiente, el tamaño del sedimento y la vegetación, generalmente se asocia al tipo de ríos trenzados y anastomosados. *Las islas* dividen al curso fluvial en varios canales secundarios creando variedad de formas y ambientes.

En la clasificación que hace Leopold 1964, entre canales rectilíneos, meandriformes y anastomosados ya incorpora implícitamente la génesis de las islas a dos procesos; uno referente a la evolución relativamente estable de las barras de tamaño medio en el que la vegetación puede establecerse en este tipo de ríos anastomosados y otro debido al aislamiento de porciones de la llanura de inundación vegetada mediante el proceso de avulsión. Si se tiene en cuenta estos dos tipos de génesis se puede establecer una primera clasificación para estas unidades fluviales.

Las que tienen el origen en los procesos de avulsión están representadas en el área de estudio las que se ubican en el río Apurímac. Nos indican los tramos muy dinámicos donde los procesos de avulsión son frecuentes. Mientras, las islas que tiene su origen en la sedimentación se definen en tramos con menor dinamismo, donde descende la pendiente como ocurre en la parte baja del río Apurímac. Diferenciar estas tipologías de islas con vegetación nos llevaría a interpretar la estabilidad de la llanura de inundación dependiendo del tipo de proceso genético dominante. Es decir, aquellos lugares donde predominan las islas creadas por avulsión serán más inestables a pesar de albergar vegetación, porque el crecimiento de la misma no es necesariamente el resultado de la estabilidad del ambiente en el que se forma la unidad, sino del aislamiento sufrido mediante un proceso erosivo activo. El tamaño del sedimento está muy vinculado a la forma de las islas y al ambiente de estabilidad en el que ha sido depositado. Pero sobre todo, responde al tipo de pulsación que provocó la movilización de esos diferentes tamaños de material. El régimen pulsátil nos da las pautas temporales en la creación y desarrollo de las formas de acumulación estacionales.

- **Llanura de inundación fluvial del río Apurímac**

Se distribuye en el sector central norte de la zona de estudio, localizándose en el departamento de Cusco, provincia La Convención, en los distritos de Pichari y Kimbiri; y en el departamento de Ayacucho, provincia de Huanta, en los distritos de Sivia y Llochegua (Figura 23). Ocupa un área de 3 423 ha, con un 0,23 % del total.

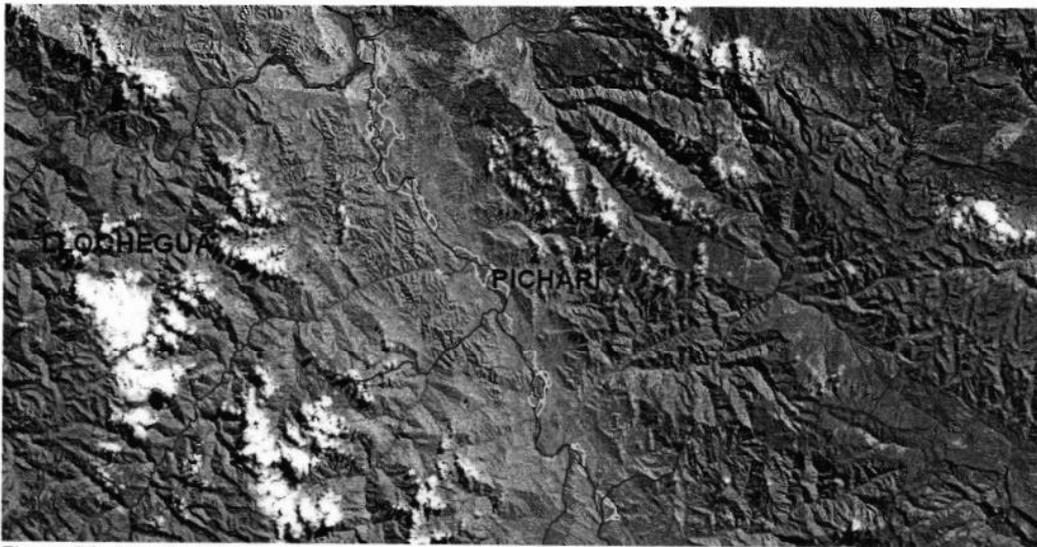


Figura 23. Distribución de las llanuras de inundación del río Apurímac.

El río Apurímac en su último tramo corresponde a un patrón de cauce con configuración trenzada (Foto 26). Se considera río trenzado porque cuando su llanura de inundación se divide en varios canales menores que suavemente se bifurcan y reúnen aguas abajo, son separados por numerosos islotes y playones llamados barras de cauce (Figura 24).

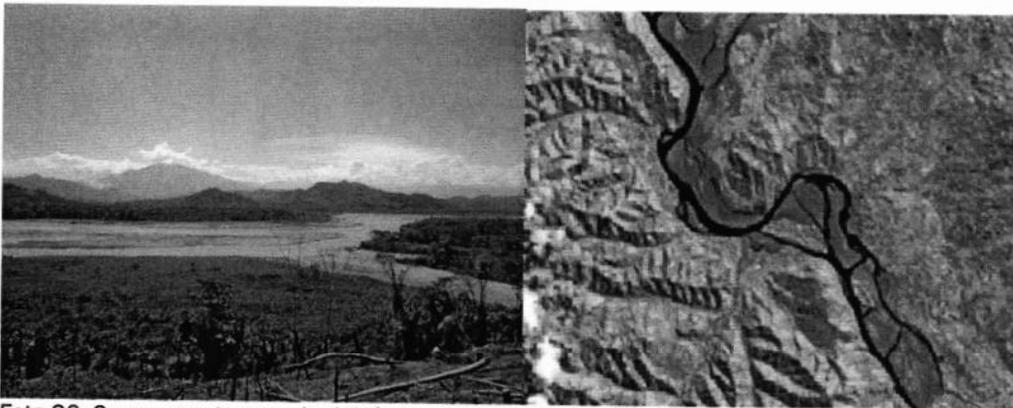


Foto 26. Cauce anastomosado del río Apurímac. Figura 24. Barras de cauce.  
Río Apurímac Barras de cauce. Pichari. Octubre 2010

Estas son producto del mismo río y están compuestas en su mayor parte por sedimentos de lecho; cantos gravas y arenas los que por su volumen, peso y tamaño sólo son arrastrados a trechos durante las crecidas. Las barras son inestables y cambian de tamaño, forma y posición después de cada crecida. Morfológicamente la llanura de inundación tiene una amplitud variada a todo lo largo de su curso, con sucesivos estrechamientos y ensanchamientos.

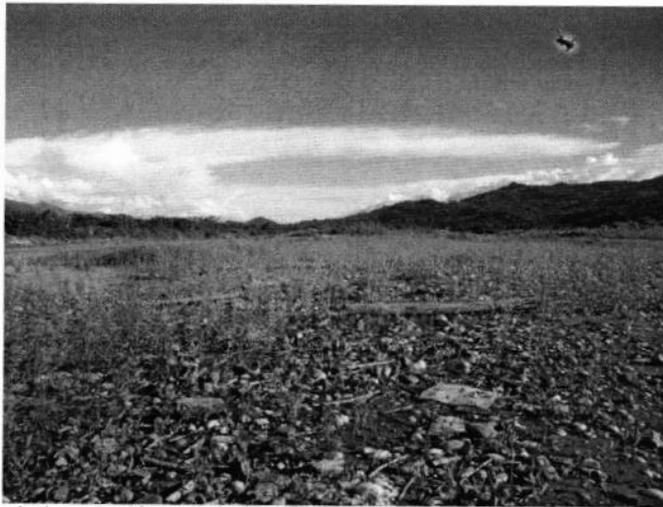


Foto 27. Llanura de inundación del río Apurímac a su paso por Pichari, aguas abajo. Octubre de 2010

Los procesos que forman esta llanura trenzada ocurren porque la pendiente longitudinal es suficientemente inclinada (1-3% aproximadamente) como para comunicar a la corriente la velocidad necesaria para acarrear su pesada carga.

Se trata de corrientes intermitentes, cuyo caudal fluctúa con tal violencia que durante el máximo pico de creciente el enorme volumen de agua que inunda casi toda la llanura se convierte en un cauce enormemente ensanchado. Tan pronto pasa la avenida las aguas de bajo caudal tienden a dividirse y volver a bifurcarse aguas abajo esquivando los materiales distribuidos irregularmente producto de la movilización tras la creciente. De este modo se origina un patrón de barras de cauce y canales de estiaje que en su conjunto constituyen la llanura de inundación del río Apurímac (Foto 27).

**MAPA N° 03: GEOMORFOLOGÍA - VRAEM**

