

**INGEMMET, Boletín Serie B: Geología Económica  
N° 62**



**Estudio de recursos de rocas y minerales  
industriales para la inclusión económica  
social y desarrollo en la región Cusco:  
sector meridional**

**Lima, Perú  
2019**



INGEMMET, Boletín Serie B: Geología Económica  
N° 62

# **Estudio de recursos de rocas y minerales industriales para la inclusión económica social y desarrollo en la región Cusco: sector meridional**

**Dirección de Recursos Minerales y Energéticos**

## **Equipo de Investigación:**

**Elmer Boulanger Rondoy  
Lily May Chong Kam  
Christian Sipión Baltodano**

Lima, Perú  
2019



INGEMMET, Boletín Serie B: Unidad de Recursos Minerales y Energéticos  
N° 62

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2019-12036

Razón Social: Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET)

Domicilio: Av. Canadá N° 1470, San Borja, Lima, Perú

Primera Edición, INGEMMET 2019

Se terminó de imprimir el 14 de octubre del año 2019 en los talleres de INGEMMET

Tiraje: 50

© **INGEMMET**

Derechos Reservados. Prohibida su reproducción

Presidente Ejecutivo: Henry Luna Córdova.

Gerente General (e): Yelena Alarcón Butrón.

Comité Editor: Jorge Chira Fernández, Jorge Acosta Ale, Verónica Falcone Mispireta.

#### **Dirección encargada del estudio**

Dirección de Recursos Minerales y Energéticos: Jorge Acosta Ale.

#### **Unidad encargada de edición**

Unidad de Relaciones Institucionales: Verónica Falcone Mispireta.

**Revisión Técnica:** Jorge Chira Fernández, Lionel Fidel Smoll, Hugo Rivera Mantilla.

**Revisor Externo:** Rolando Carrascal Miranda.

Corrección gramatical y de estilo: Marco Pinedo Salazar.

Diagramación: Erick Rodríguez Zelada.

Fotografía de la carátula: Sal de Maras, vista mirando al NE, distrito de Maras, provincia de Urubamba.

#### **Referencia bibliográfica**

Boulangger, E.; Chong, L. & Sipión C. (2019) - Estudio de recursos de rocas y minerales industriales para la inclusión económica social y desarrollo en la región Cusco: sector meridional. *INGEMMET, Boletín, Serie B: Geología Económica*, 62, 157p., 1 mapa.

Publicación disponible en libre acceso en la página web ([www.ingemmet.gob.pe](http://www.ingemmet.gob.pe)). La utilización, traducción y creación de obras derivadas de la presente publicación están autorizadas, a condición de que se cite la fuente original ya sea contenida en medio impreso o digital (GEOCATMIN - <http://geocatmin.ingemmet.gob.pe>).

Los términos empleados en esta publicación y la presentación de los datos que en ella aparecen son de exclusiva responsabilidad del equipo de investigación.

## Contenido

RESUMEN.....	5
ABSTRACT .....	7
INTRODUCCIÓN.....	9
<b>CAPÍTULO I .....</b>	<b>11</b>
1.1 ANTECEDENTES .....	11
1.2 OBJETIVOS .....	11
1.3 CONCEPTOS BÁSICOS .....	12
1.4 METODOLOGÍA DE TRABAJO .....	13
1.5 UBICACIÓN Y ACCESIBILIDAD .....	14
1.6 DIVISIÓN POLÍTICA .....	15
1.7 SUPERFICIE, POBLACIÓN Y CLIMA.....	15
1.8 GEOMORFOLOGÍA.....	19
1.9 HIDROGRAFÍA .....	21
<b>CAPÍTULO II .....</b>	<b>25</b>
2.1 MARCO GEOLÓGICO.....	25
2.1.1 Unidades litoestratigráficas .....	25
2.1.2 Rocas ígneas .....	27
<b>CAPÍTULO III .....</b>	<b>31</b>
3.1 SITUACIÓN DE LAS ROCAS Y MINERALES INDUSTRIALES EN EL SECTOR MERIDIONAL DE LA REGIÓN CUSCO .....	31
3.2 UNIDADES GEOLÓGICAS FAVORABLES PARA ROCAS Y MINERALES INDUSTRIALES EN EL SECTOR MERIDIONAL DE LA REGIÓN CUSCO .....	36
3.3 UNIDADES GEOLÓGICAS FAVORABLES EN LA PROVINCIA DE ACOMAYO .....	38
3.3.1 Rocas y minerales industriales identificados en la provincia de Acomayo.....	38
3.4 UNIDADES GEOLÓGICAS FAVORABLES EN LA PROVINCIA DE ANTA .....	45
3.4.1 Rocas y minerales industriales identificados en la provincia de Anta .....	45
3.5 UNIDADES GEOLÓGICAS FAVORABLES EN LA PROVINCIA DE CALCA.....	51
3.5.1 Rocas y minerales industriales identificados en la provincia de Calca .....	51
3.6 UNIDADES GEOLÓGICAS FAVORABLES EN LA PROVINCIA DE CANAS .....	57
3.6.1 Rocas y minerales industriales identificados en la provincia de Canas.....	57
3.7 UNIDADES GEOLÓGICAS FAVORABLES EN LA PROVINCIA DE CANCHIS .....	67
3.7.1 Rocas y minerales industriales identificados en la provincia de Canchis .....	67
3.8 UNIDADES GEOLÓGICAS FAVORABLES EN LA PROVINCIA DE CHUMBIVILCAS .....	77
3.8.1 Rocas y minerales industriales identificados en la provincia de Chumbivilcas.....	77
3.9 UNIDADES GEOLÓGICAS FAVORABLES EN LA PROVINCIA DE CUSCO .....	91
3.9.1 Rocas y minerales industriales identificados en la provincia de Cusco .....	92

3.10 UNIDADES GEOLÓGICAS FAVORABLES EN LA PROVINCIA DE ESPINAR .....	97
3.10.1 Rocas y minerales industriales identificados en la provincia de Espinar .....	97
3.11 UNIDADES GEOLÓGICAS FAVORABLES EN LA PROVINCIA DE PARURO.....	101
3.11.1 Rocas y minerales industriales identificados en la provincia de Paruro.....	101
3.12 UNIDADES GEOLÓGICAS FAVORABLES EN LA PROVINCIA DE PAUCARTAMBO.....	107
3.12.1 Rocas y minerales industriales identificados en la provincia de Paucartambo .....	107
3.13 UNIDADES GEOLÓGICAS FAVORABLES EN LA PROVINCIA DE QUISPICANCHI.....	113
3.13.1 Rocas y minerales industriales identificados en la provincia de Quispicanchi.....	114
3.14 UNIDADES GEOLÓGICAS FAVORABLES EN LA PROVINCIA DE URUBAMBA.....	123
3.14.1 Rocas y minerales industriales identificados en la provincia de Urubamba.....	123
<b>CAPÍTULO IV.....</b>	<b>131</b>
4.1 SITUACIÓN ECONÓMICO-SOCIAL DE LA REGIÓN CUSCO .....	131
4.1.1 Principales indicadores macroeconómicos de la región Cusco .....	131
4.2 ÍNDICE DE POBREZA EN LA REGIÓN CUSCO .....	137
4.3 INFRAESTRUCTURA VIAL EN LA REGIÓN CUSCO .....	138
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	143
BIBLIOGRAFÍA .....	145
ANEXO .....	149
RELACIÓN DE MAPAS E ILUSTRACIONES.....	153



## RESUMEN

El presente “Estudio de recursos de rocas y minerales industriales para la inclusión económica social y desarrollo en la región Cusco: Sector Meridional” consta de cuatro capítulos y quince mapas, el cual ha sido elaborado con información de fuentes oficiales y privadas, tanto nacionales como internacionales; además con información recolectada durante los trabajos de campo.

El estudio tiene como objetivo la identificación de rocas y minerales industriales (RMI) que tengan posibilidades económicas para su aprovechamiento como materias primas que podrían contribuir al mejoramiento y/o reemplazo de los materiales actualmente usados escasamente en la región y, por consiguiente, generar nuevas fuentes de trabajo y mejorar la economía y bienestar de la población.

En el capítulo I se presenta información sobre los antecedentes, objetivos, conceptos básicos de rocas y minerales industriales, desarrollo económico, desarrollo sostenible, incidencia de pobreza, inclusión económica y social, pobreza y pobreza extrema. Se incluye la metodología de trabajo del estudio, ubicación y accesibilidad de la región, su división política, superficie, población y clima.

En el capítulo II se hace una descripción del marco geológico de la región Cusco, que data desde el Neoproterozoico hasta el Cuaternario reciente y que comprende rocas metamórficas, sedimentarias e ígneas.

En el capítulo III se toca la situación de las 58 RMI en la región, se realiza una definición de las únicas que ocurren, como son:

yeso (19), agregados o áridos (18), calizas (10), toba volcánica (sillar) (4), sal (3), travertino (2), piedra laja volcánica (1) y arcilla común (1). Todas con posibilidades económicas de extracción. También se presenta la evaluación e interpretación de los resultados de los análisis de laboratorio de las muestras de rocas y minerales industriales identificadas y seleccionadas a partir de los requerimientos y especificaciones técnicas requeridas para su uso en diferentes industrias.

En el capítulo IV se analiza la situación económica y social de la región a partir de los principales indicadores macroeconómicos. El PBI de la región Cusco en los diez últimos años ha experimentado un crecimiento promedio anual de 9.9 %. Según datos de INEI, el índice de pobreza registrado en el año 2009 fue de 63.5 % y para el año 2012 fue entre 21.9 % y 30.6 %. En el año 2009 las provincias con mayor índice de pobreza fueron Canas y Chumbivilcas, con 83.5 % y 85.7 %, respectivamente; mientras que la provincia con mejor estatus social fue el Cusco, con 24.7 %.

La provincia con mayor población estimada, al año 2017, es la del Cusco y la de menor población es la de Acomayo. Los indicadores de vivienda y servicios básicos señalan que el 76.60 % de las viviendas están construidas de adobe y tapia, el 4.82 % de madera y el 4.16 % de piedra con barro, en consecuencia representan un riesgo ante cualquier evento geológico. Las viviendas con disponibilidad de alumbrado eléctrico por red pública representan el 64.37 % del total, el 30.73 % no dispone de luz ni agua.



## ABSTRACT

The present “Study of resources of industrial minerals and rocks for social economic inclusion and development in the Cusco region: Southern Sector” consists of four chapters and fifteen maps, which has been prepared with information from official and private sources, both national and international, also with information collected during field work.

The objective of the study is the identification of industrial minerals and rocks (RMI) that have economic possibilities for their use as raw materials that could contribute to the improvement and / or replacement of materials currently scarcely used in the region and therefore generate new sources to work and improve the economy and welfare of the population.

Chapter I presents background information, objectives, basic concepts of industrial minerals and rocks, economic development, sustainable development, incidence of poverty, economic and social inclusion, poverty and extreme poverty. It includes the work methodology of the study, location and accessibility of the region, its political division, area, population and climate.

In chapter II, a description is given of the geological framework of the Cusco region, which dates from the Neoproterozoic to the recent Quaternary and that includes metamorphic, sedimentary and igneous rocks.

In chapter III the situation of the 58 RMI in the region is touched, a definition is made of the only ones that occur, such as: gypsum

(19), aggregates (18), limestones (10), volcanic tuff (sillar) (4), salt (3), travertine (2), volcanic flagstone (1) and common clay (1). All of them with economic extraction possibilities. It also presents the evaluation and interpretation of the results of the laboratory analysis of the samples of industrial rocks and minerals identified and selected based on the requirements and technical specifications required for their use in different industries.

Chapter IV analyzes the economic and social situation of the region, based on the main macroeconomic indicators. The GDP of the Cusco region in the last ten years has experienced an average annual growth of 9.9%. According to data from INEI, the poverty index registered in the year 2009 was 63.5% and for the year 2012, it was between 21.9% and 30.6%. In 2009, the provinces with the highest poverty index were Canas and Chumbivilcas, with 83.5% and 85.7%, respectively; while the province with the best social status it was the Cusco, with 24.7%.

The province with the highest estimated population in 2017 is Cusco and the one with the lowest population is Acomayo. The indicators of housing and basic services indicate that 76.60% of the houses are built of adobe and mud, 4.82% of wood and 4.16% of stone with mud, consequently they represent a risk before any geological event. The houses with availability of electric lighting by public network represent 64.37% of the total, 30.73% have no electricity and water.





## INTRODUCCIÓN

Para la elaboración del presente informe se han utilizado minerales industriales. Productos químicos elaborados a partir de otros minerales industriales, como yeso y caliza, son utilizados para hacer tinta y papel, respectivamente. Sin minerales industriales no habría carreteras, líneas de ferrocarril o aeropuertos para trasladar diversos productos. Tampoco habría cimientos para las casas, escuelas, hospitales y edificios comerciales; así como paredes aislantes para proteger del frío, pinturas, neumáticos, fertilizantes para el agro y, ciertamente, tampoco equipos de computación y electrónica. En otras palabras: el mundo está hecho de rocas y minerales industriales.

Los minerales industriales han sido explotados por el hombre por miles de años y contribuyeron a algunos de los más importantes desarrollos culturales. En períodos iniciales de la historia, las personas utilizaron pigmentos y rocas duras para molienda y corte. Desde entonces la tecnología ha avanzado en las mejores formas; sin embargo, materiales similares son todavía utilizados para aplicaciones similares. Hoy en día, las rocas y minerales industriales son las materias primas más importantes para la mayoría de países industrializados.

El uso de las rocas y minerales industriales en nuestro país se ha dado desde la época Preinca, destacando su utilización en las culturas Chavín y Tiahuanaco. También se empleó durante la época Incaica, en construcciones de Macchu Picchu, Cusco, Cajamarca, entre otros. Se usaron también durante la Colonia, llegando a emplearse hasta nuestros días.

En el ámbito mundial, en las últimas décadas la tendencia por el mejor aprovechamiento de las rocas y minerales industriales es creciente, lo cual ha motivado el auge en el desarrollo de las investigaciones de mercados y, por ende, de las actividades de prospección, exploración y desarrollo industrial de las mismas.

Una ventaja principal para la explotación de las rocas y minerales industriales es que los depósitos se encuentran cerca a los centros poblados o de consumo, en consecuencia sus costos de operación son más económicos. La industrialización de algunas sustancias se hace en nuestro país ya que se cuenta con la suficiente tecnología para parámetros no muy exigentes.

Con las rocas y minerales industriales se puede promover la inclusión social y el desarrollo económico en las regiones, sobre todo en las que tienen mayor índice de pobreza, según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), tal como la región Cusco, que está conformada por comunidades, centros poblados, distritos y provincias.

Con el presente estudio se han identificado zonas donde existen rocas y minerales industriales para ser aprovechados por la población menos favorecida del sector meridional de la región Cusco, ubicada en el quinto lugar de mayor pobreza, (según la Encuesta Nacional de Hogares – INEI, 2014). Por lo tanto, se hace necesario aprovechar los recursos de RMI de la región y promover el desarrollo para beneficio de las personas.

De acuerdo con las estadísticas mineras anuales del Ministerio de Energía y Minas, la región Cusco reportó en el año 2016 una producción minera no metálica de piedra (áridos) de 50 TM y de yeso de 149 TM. Verónica S.A. y Morro Blanco Tercero fueron las unidades, respectivamente (Perú. Ministerio de Energía y Minas, 2017). Las concesiones o derechos mineros no metálicos llegaron a 190 (Ingemmet, 2017).

La provincia de Anta es la que cuenta con más concesiones o derechos mineros no metálicos en una cantidad de 57, seguida por la provincia de Quispicanchi con 40.

Las autoridades distritales, provinciales y regionales deben promover el aprovechamiento de las RMI identificadas y así contribuir con el desarrollo y generar fuentes de trabajo en la región Cusco.





# CAPÍTULO I

## 1.1 ANTECEDENTES

El proyecto “Estudio de recursos de rocas y minerales industriales para la inclusión económica social y desarrollo en la región Cusco: Sector Meridional” se ha elaborado como parte del programa de *Rocas y Minerales Industriales* (RMI) de la Dirección de Recursos Minerales y Energéticos (DRME) del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico – Ingemmet, y es el cuarto en su categoría ya que se han realizado estudios anteriores en las regiones de Huancavelica (2014), Ayacucho (2015) y Apurímac (2016).

El Ingemmet también ha realizado estudios enfocados en rocas y minerales industriales como geológicos económicos, de prospección, de mercado, compendios, entre otros.

En la etapa preliminar del presente proyecto se tomó como base de información cualitativa y cuantitativa datos recopilados del Ingemmet, del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), del Instituto Peruano de Economía (IPE), entre otros.

Entre las principales investigaciones sobre rocas y minerales industriales (RMI) realizadas por el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico - Ingemmet, y que han servido de base para la realización del presente estudio, se tiene:

- Rocas ornamentales en el Perú, año 2001.
- Compendio de Rocas y Minerales Industriales en el Perú, año 2009.
- Estudio Geológico-Económico de Rocas y Minerales Industriales de Arequipa y Alrededores, año 2010.
- Estudio Geológico Económico de las Rocas y Minerales Industriales en las Regiones de Moquegua y Tacna, año 2011.
- Estudio Geológico Económico de Rocas y Minerales Industriales en la Región de Puno, año 2012.
- Estudio Geológico Económico de Rocas y Minerales Industriales en la Región Madre de Dios, año 2013.
- Prospección de Recursos de Rocas y Minerales Industriales: Regiones La Libertad y Ancash, año 2013.
- Prospección de Recursos de Rocas y Minerales Industriales: Regiones Huánuco y San Martín, año 2014.

- Estudio de Rocas y Minerales Industriales para la Inclusión Económica Social y Desarrollo en la Región Huancavelica, año 2014.
- Estudio de Rocas y Minerales Industriales para la Inclusión Económica Social y Desarrollo en la Región Ayacucho, año 2015.
- Estudio de Rocas y Minerales Industriales para la Inclusión Económica Social y Desarrollo en la Región Apurímac (en edición), año 2016.
- Estudio Geológico Económico de Rocas y Minerales Industriales en la Región Cajamarca, año 2015.
- Prospección de Recursos de Rocas y Minerales Industriales: Regiones Tumbes, Piura y Lambayeque, año 2015.
- Prospección de Recursos de Rocas y Minerales Industriales: Regiones Pasco y Junín, año 2018.

También se cuenta con el Plan Nacional de Diversificación Productiva (PNDP), aprobado por Decreto Supremo N° 004-2014-PRODUCE, en el marco del cual se estaría implementando una mesa técnica destinada a desarrollar la *minería no metálica* en el país, “un sector productivo que tiene la característica de ser un gran generador de mano de obra”.

## 1.2 OBJETIVOS

### Objetivo general

Conocer la situación y perspectivas de desarrollo de las rocas y minerales industriales del sector meridional de la región Cusco, que comprende doce provincias, con la finalidad de contribuir con los gobiernos locales y provinciales e incentivar la inversión en actividades relacionadas con el aprovechamiento de estos recursos, promoviendo la inclusión económica y social de las poblaciones menos favorecidas.

### Objetivos específicos

- Ubicar y caracterizar las zonas de interés de por lo menos cinco sustancias de rocas y minerales industriales económicamente explotables, de manera que su desarrollo genere trabajo y beneficio a la región.

- Conjugar los intereses locales con el potencial de sus recursos y las posibilidades de desarrollo futuro.
- Conocer la situación actual y la perspectiva de desarrollo de las rocas y minerales industriales existentes en el sector meridional de la región para incentivar el interés en proyectos de inversión.

### 1.3 CONCEPTOS BÁSICOS

#### Minerales industriales

Roca, mineral o producto natural susceptible de adquirir, mediante tratamiento, un valor añadido en el mercado donde son usados como materia prima o aditivos en un amplio rango de manufacturas u otras industrias (Industrial Minerals Association, 2014).

Aquellas sustancias minerales utilizadas en procesos industriales, directamente o mediante una preparación adecuada en función de sus propiedades físicas y/o químicas, más que por las sustancias, elementos o energía que se puedan extraer de ellas (Regueiro, 2013).

Son materiales de la tierra que son utilizados por sus características y propiedades físicas y/o químicas y no por su contenido de metal y las cuales no son fuentes de energía (Christidis, 2011).

Son una amplia gama de minerales naturales, rocas, derivados y minerales sintéticos, explotados por su valor no metalúrgico (O'Driscoll, 2015).

Los minerales industriales son valiosas materias primas económicas, que no son usados en la producción de metales o energía. En comparación con los metales y otros recursos no metálicos, se procesan principalmente por métodos físicos (Pohl, 2011).

#### Sustancias

En el contexto del presente informe, es la manera general de llamar a los distintos materiales de interés económico dentro del rubro de rocas y minerales industriales, sin hacer referencia a una clasificación.

#### Economía

Ciencia que estudia la forma de asignar una serie de recursos entre los individuos, por lo general limitados, para la satisfacción de sus necesidades. Intenta resolver las cuestiones básicas sobre qué producir, cómo producirlo y para quién (producción, distribución y consumo).

#### Desarrollo económico

Como desarrollo económico se designa el crecimiento continuo y sostenido de la capacidad de un país o región para generar

riqueza, así como para mantener e incrementar su capital financiero, todo lo cual se traduce en la posibilidad de ofrecer a sus ciudadanos óptimos niveles de prosperidad y bienestar. Las acciones del mundo, por lo general, persiguen el desarrollo económico como primer objetivo hacia un desarrollo integral (humano, social) de sus países, para lo cual, desde luego, es fundamental contar con una economía fuerte y próspera como base.

#### Desarrollo humano

Es el proceso de aumentar y ampliar las opciones que tienen las personas. Las tres opciones básicas son: tener una vida prolongada y saludable, adquirir conocimientos y tener acceso a los recursos necesarios para mantener un nivel de vida digno. Hay otras opciones a las que la gente asigna un alto valor, como la libertad política, económica y social; así como la oportunidad de ser creativos, productivos y de gozar de la autoestima personal y de unos derechos humanos garantizados.

#### Desarrollo sostenible

Desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer las suyas. Presupone la conservación de los activos naturales para el crecimiento y desarrollo futuros.

#### Incidencia de pobreza

Porcentaje de la población que es considerada pobre, según el criterio de satisfacer las necesidades alimentarias y no alimentarias (Instituto Peruano de Economía – IPE, 2016).

#### Inclusión económica

La inclusión económica se refiere a aquellos esfuerzos realizados para fomentar la participación activa de los sectores más pobres de nuestros países en las economías locales, nacionales e internacionales. Por medio de la inclusión económica se busca la manera de realizar negocios rentables para el segmento de bajos ingresos en sus operaciones empresariales, de forma tal que se beneficie a estas comunidades y creando medios de vida sostenibles.

#### Inclusión social

Es la situación que asegura que todos los ciudadanos, sin excepción, puedan ejercer sus derechos, aprovechar sus habilidades y tomar ventaja de las oportunidades que encuentran en su medio.

#### Mapa de pobreza

Ordenamiento jerárquico del territorio nacional, ya sea en el ámbito departamental, provincial o distrital, y en base a un indicador o grupo de indicadores que se considera representan

el concepto de pobreza. En el Perú, el Banco Central de Reserva elaboró dos mapas de pobreza basados en los Censos Nacionales de Población y Vivienda de 1972 y de 1981. El de 1972 (mapa de pobreza no monetario) utilizó indicadores referidos a las características de las viviendas y el acceso a servicios de educación y salud de los hogares, entre otros. El de 1981 incluyó además un indicador de ingreso promedio por persona ocupada mayor de 15 años de edad. El Fondo de Compensación y Desarrollo Social elaboró, en 1993 y 2006, mapas de pobreza teniendo en cuenta índices de carencias en servicios básicos y de vulnerabilidad con información del Censo de Población y Vivienda 2005 y el Censo de Talla Escolar 2005.

Posteriormente, el Ministerio de Economía y Finanzas elaboró un mapa de pobreza monetaria a escaladistrital adecuando información de la Encuesta Nacional de Hogares y Condiciones de Vida (ENAHO) 1997 con el Censo de Población y Vivienda de 1993 (Mapa de Pobreza para la Asignación de Recursos 2000 y actualizado en el 2001). En el 2007, el Instituto Nacional de Estadística elaboró el Mapa de Pobreza Distrital de 2007 para lo cual desarrolló indicadores de pobreza para los distritos del país, bajo dos enfoques: el de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) y el de pobreza monetaria. La información se obtuvo mediante la combinación de la información proveniente del Censo de Población y Vivienda de 2007 y de la ENAHO 2007.

### **Pobreza**

La pobreza es una condición en la cual una o más personas tienen un nivel de bienestar inferior al mínimo socialmente aceptado.

En una primera aproximación, la pobreza se asocia con la incapacidad de las personas para satisfacer sus necesidades básicas de alimentación. Luego, se considera un concepto más amplio que incluye la salud, las condiciones de vivienda, educación, empleo, ingresos, gastos y aspectos más extensos como la identidad, los derechos humanos, la participación popular, entre otros (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2017).

### **Pobreza extrema**

Situación en la cual un hogar no cuenta con los ingresos suficientes para adquirir los alimentos que satisfagan los requerimientos mínimos nutricionales en términos de calorías y proteínas de sus miembros. Está expresado en porcentaje de los hogares.

## **1.4 METODOLOGÍA DE TRABAJO**

Para consolidar conceptos y datos relacionados al presente estudio, se ha realizado lo siguiente:

### **Trabajos de gabinete**

- Recopilación de información de entidades públicas y privadas que sirvieron como base para preparar los trabajos en gabinete y campo.
- Creación de base de datos con recopilación y análisis de ocurrencias y canteras reportadas en el Ingemmet.
- Ingreso, revisión y análisis de la información bibliográfica sobre aspectos geológicos de la región Cusco.
- Recopilación y análisis de la información social y económica de la región Cusco.
- Revisión y análisis de la información bibliográfica y mapas geológicos de los cuadrángulos publicados por Ingemmet, que pertenecen a la región Cusco a escala 1:50 000 y 1:100 000.
- Elaboración de mapas temáticos.
- Estudio de la situación y perspectiva de las RMI por provincias.

### **Trabajos de campo**

- Coordinación con autoridades regionales, provinciales, distritales y comunales para explicar los fines del proyecto.
- Identificación y reconocimiento de RMI por provincias y distritos.
- Caracterización de las RMI reconocidas, de acuerdo con el contexto geológico.
- Recolección de muestras en las ocurrencias y canteras de RMI para análisis de laboratorio.

### **Trabajos de gabinete final**

- Análisis y procesamiento de la información geoeconómica de campo.
- Procesamiento e interpretación de los resultados de análisis químico por ICP-OES, mineralógico por DRX y estudios de secciones delgadas, realizados en el laboratorio del Ingemmet.
- Elaboración de mapas temáticos.
- Redacción del informe final.

Los mapas geológicos de la Carta Geológica Nacional, elaborados por Ingemmet, utilizados en los trabajos de campo y para elaborar el dominio de rocas y minerales industriales fueron los siguientes:

Mapas a escala 1:50 000:

- Abancay (28-q-I) por: Valdivia y La Torre, 2002.
- Cusco (28-s-I, 28-s-II, 28-s-III y 28-s-IV) por: Carlotto, Cardenas y Carlier, 2011.



- Santo Tomás (29-r-I y 29-r-II) por: Galdos y Carrasco, 2001.
- Tambobamba (28-r-I) por: Galdos y Carrasco, 2002.

Mapas a escala 1:100 000:

- Urubamba (27-r), Calca (27-s) y Ocongate (28-t) por: Sánchez y Zapata, 2002.
- Sicuani (29-t), Nuñoa (29-u), Yauri (30-t) y Condoroma (31-t) por: Sánchez y Zapata, 2001.
- Livitaca (29-s) y Vellile (30-s) por: Quispesivana y Navarro, 2001.
- Cayarani (30-r) por: Salas y Chávez, 2001.

Los análisis químicos se realizaron por el método ICP-OES (Plasma de Acoplamiento Inductivo – Espectrofotómetro de Emisión Óptico) y los mineralógicos por Difracción de Rayos X (DRX) en el laboratorio del Ingemmet.

Los estudios petrográficos estuvieron a cargo de la Dra. Carmen Juli Sucapuca, geóloga petromineralogista de la Dirección de Recursos Minerales y Energéticos del Ingemmet.

## 1.5 UBICACIÓN Y ACCESIBILIDAD

La región Cusco está ubicada en la parte sur oriental del territorio peruano, exactamente en la parte occidental del valle del río Watanay; cuenta con una extensión territorial de 71 986.5 km<sup>2</sup>, lo que representa el 5.6 % del territorio nacional. Por su

ubicación, tiene un territorio muy heterogéneo con alineamientos montañosos, nudos, altiplanos, mesetas, profundos valles y cañones. Limita por el norte con las selvas de Junín y Ucayali, por el sur con Arequipa y Puno, por el este con el gran llano amazónico de Madre de Dios y por el oeste con la sierra de Apurímac y la selva de Ayacucho (Mapa 01) (Perú. Ministerio de Comercio Exterior y Turismo, 2005).

En la actualidad existen muchas opciones para llegar al Cusco, ya sea de manera terrestre o aérea. A continuación, se indican algunas de ellas:

- En auto: Lima-Arequipa-Cusco, 1650 km, 24 horas aproximadamente.
- En auto: Lima-Nazca-Puquio-Abancay-Cusco, 1136 km, 26 horas aproximadamente.
- En auto: Lima-Ayacucho (por la ruta de Los Libertadores)-Cusco.
- Vía Férrea: Existe un servicio de tren que une las ciudades de Cusco, Puno y Arequipa. La ruta es Arequipa-Juliacaca-Puno-Cusco; cubre 750 km, 17 horas aproximadamente.
- Vía Aérea: De Lima parten vuelos diarios a la ciudad del Cusco, 1 hora aproximadamente.
- La distancia y tiempo de viaje desde el distrito de Cusco hasta las capitales provinciales se muestran en la Tabla 1.1.

Tabla 1.1

Tramo, distancia y tiempo estimado de viaje desde el distrito de Cusco hacia las capitales provinciales

Tramo	Provincia	Distancia	Tiempo de viaje
Cusco-Acomayo	Acomayo	105 km	3 h
Cusco-Anta	Anta	26 km	30 min
Cusco-Calca	Calca	50 km	1 h 15 min
Cusco-Yanaoca	Canas	165 km	3 h
Cusco-Sicuani	Canchis	138 km	2 h
Cusco-Santo Tomás	Chumbivilcas	240 km	10 h
Cusco-Yauri	Espinar	241 km	7 h
Cusco-Quillabamba	La Convención	210 km	6 h
Cusco-Paruro	Paruro	64 km	2 h
Cusco-Paucartambo	Paucartambo	109 km	3 h
Cusco-Urcos	Quispicanchi	46 km	40 min
Cusco-Urubamba	Urubamba	78 km	1 h 25 min

Fuente: Perú. Ministerio de Comercio Exterior y Turismo, 2005

## 1.6 DIVISIÓN POLÍTICA

Cusco está conformado por 13 provincias, 112 distritos y 8968 centros poblados (Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI, 2017).

Tabla 1.2

### Distritos y centros poblados por provincia

Provincia	Distritos	Centros poblados
Acomayo	7	319
Anta	9	583
Calca	8	477
Canas	8	467
Canchis	8	822
Chumbivilcas	8	1270
Cusco	8	159
Espinar	8	1397
La Convención	14	1380
Paruro	9	412
Paucartambo	6	504
Quispicanchi	12	862
Urubamba	7	316
<b>REGIÓN CUSCO</b>	<b>112</b>	<b>8968</b>

Fuente: INEI, 2017

## 1.7 SUPERFICIE, POBLACIÓN Y CLIMA

### Superficie

La altitud de la región Cusco está entre los 277 m s.n.m. (Isla Mishahua, distrito Echarate - provincia La Convención) y los 6372 m s.n.m. (Nevado Auzangate, distrito Ocongate – provincia de Quispicanchi). La capital provincial que alcanza mayor altitud es la de Espinar (3924 m s.n.m.); mientras que la capital provincial con menor altitud es La Convención (1063 m.s.n.m.) (Tabla 1.3; Figura 1.1).

Tabla 1.3

### División política de la región Cusco

Provincia	Capital Prov.	Altitud
Acomayo	Acomayo	3221
Anta	Anta	3345
Calca	Calca	2925
Canas	Yanaoca	3910
Canchis	Sicuani	3546
Chumbivilcas	Santo Tomás	3678
Cusco	Cusco	3414
Espinar	Espinar	3924
La Convención	Quillabamba	1063
Paruro	Paruro	3068
Paucartambo	Paucartambo	3005
Quispicanchi	Urcos	3158
Urubamba	Urubamba	2869

Fuente: Perú. Ministerio de Comercio Exterior y Turismo, 2005

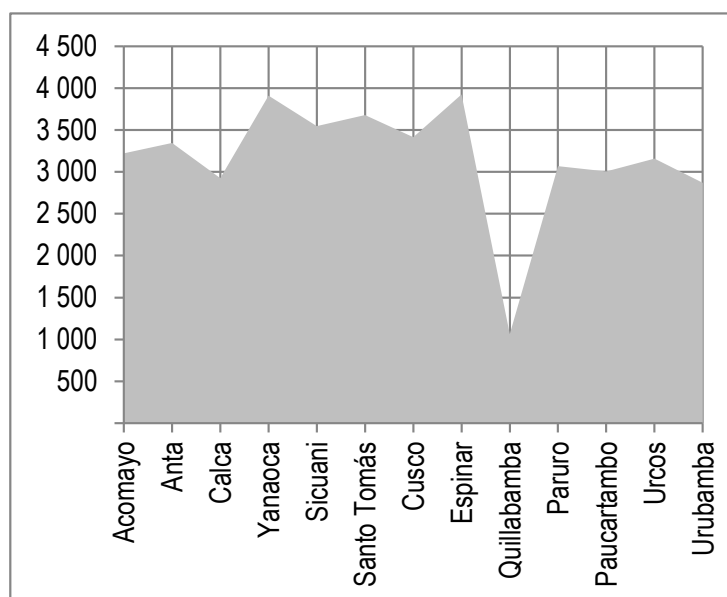


Figura 1.1 Gráfica de altitudes por provincias

Fuente: Perú. Ministerio de Comercio Exterior y Turismo, 2005

La capital es la ciudad del Cusco (3414 m s.n.m.), que cuenta con dos importantes cumbres: hacia el norte llamada Salkantay y hacia el sur, Ausangati. Está rodeada por los cerros Sacsayhuaman, Pukamoqo, Socorro, Pícol, Pachatusan, Muyuq Orqo, Condoroma, Choqo y Qachona, Puquín, Killke, Picchu, Senqa, Mama Simona, Wanacauri y Mama Anawarque (Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI, 2001).

La superficie de la región Cusco es de 71 986.50 km<sup>2</sup>; en ella, la provincia de La Convención es la más grande, con 30 061.82

km<sup>2</sup>, y una ocupación del 41.76 % de la superficie total de la región, aproximadamente; por otro lado, la provincia de Cusco es la más pequeña y abarca una superficie de 617.00 km<sup>2</sup>, equivalente al 0.86 % del territorio regional (Tabla 1.5).

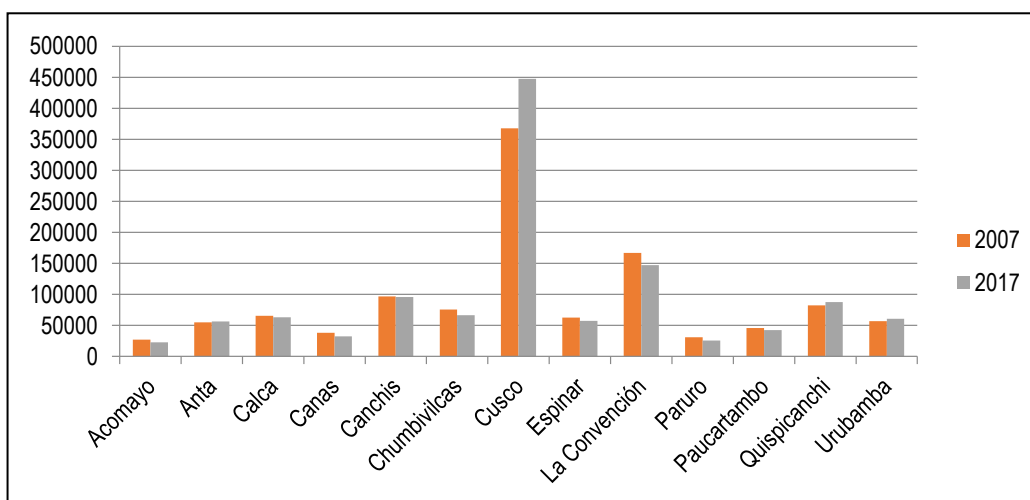
### Población

De acuerdo con los resultados del censo 2017, la población en la región Cusco es de 1 205 527 habitantes; la mayor población se encuentra en la provincia de Cusco y la menor en la de Acomayo (Tabla 1.4; Figura 1.2).

**Tabla 1.4**  
**Población de los años 2007 y 2017**

Provincia	Censos	
	2007	2017
Acomayo	27 357	22 940
Anta	54 828	56 206
Calca	65 407	63 155
Canas	38 293	32 484
Canchis	96 937	95 774
Chumbivilcas	75 585	66 410
Cusco	367 791	447 588
Espinar	62 698	57 582
La Convención	166 833	147 148
Paruro	30 939	25 567
Paucartambo	45 877	42 504
Quispicanchi	82 173	87 430
Urubamba	56 685	60 739
<b>REG. CUSCO</b>	<b>1 171 403</b>	<b>1 205 527</b>

Fuente: INEI - Censos Nacionales, 2007 y 2017



**Figura 1.2** Gráfica de la población según los censos de 2007 y 2017

La densidad poblacional, medida en habitantes por kilómetro cuadrado, es de 16.75 en la región; la provincia de Cusco es la más densa, con 725.43 habitantes por km<sup>2</sup>, y la menos densa es La Convención, con 4.89 habitantes por km<sup>2</sup> (Tabla 1.5).

**Tabla 1.5**  
**Datos generales de la región Cusco**

Provincia	Capital Prov.	Altitud	Distritos	Superficie (km <sup>2</sup> )	% Territorial	Habitantes 2017	Densidad poblacional (Habitantes por km <sup>2</sup> )
Acomayo	Acomayo	3221	7	948.22	1.32	22 940	24.19
Anta	Anta	3345	9	1876.12	2.61	56 206	29.96
Calca	Calca	2925	8	4414.49	6.13	63 155	14.31
Canas	Yanaoca	3910	8	2103.76	2.92	32 484	15.44
Canchis	Sicuani	3546	8	3999.27	5.56	95 774	23.95
Chumbivilcas	Santo Tomás	3678	8	5371.08	7.46	66 410	12.36
Cusco	Cusco	3414	8	617	0.86	447 588	725.43
Espinar	Espinar	3924	8	5311.09	7.38	57 582	10.84
La Convención	Quillabamba	1063	14	30 061.82	41.76	147 148	4.89
Paruro	Paruro	3068	9	1984.42	2.76	25 567	12.88
Paucartambo	Paucartambo	3005	6	6295.01	8.74	42 504	6.75
Quispicanchi	Urcos	3158	12	7564.79	10.51	87 430	11.56
Urubamba	Urubamba	2869	7	1439.43	2	60 739	42.2
<b>REGIÓN CUSCO</b>			<b>112</b>	<b>71 986.50</b>	<b>100</b>	<b>1 205 527</b>	<b>16.75</b>

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI, 2017  
Perú. Ministerio de Comercio Exterior y Turismo, 2005  
Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI, 2001

### Clima

El clima de la región es muy variado, existe un total de 13 estaciones meteorológicas. En zonas de selva baja el clima es cálido y húmedo, con temperaturas promedio de 30.5 °C; en la zona de selva alta es muy cálido y húmedo, con una temperatura promedio anual de 23 °C; en la zona de valles interandinos presenta una transición entre el templado de quechua y el frío

de puna, con una temperatura promedio de 19.4 °C; finalmente, en la zona altoandina el clima es subhúmedo y frío, con una temperatura promedio de 15.7 °C. Respecto a la precipitaciones, se observa que estas presentan una mayor intensidad en los meses de diciembre y marzo, las cuales se vuelven mínimas entre los meses de mayo a septiembre (Perú. Ministerio de Comercio Exterior y Turismo, 2005).

**Tabla 1.6**  
**Temperatura media por año: 2006 – 2016**

Año	Temperaturas medias (°C)		
	Anual	Máxima anual	Mínima anual
2006	12	20.8	5.4
2007	12.1	20.8	5.5
2008	11.9	20.8	5.3
2009	12.2	21.1	5.5

2010	12.7	21.2	6.3
2011	12.2	20.5	3.2
2012	12.1	20.8	5.6
2013	12	20.6	5.6
2014	12.1	21.3	5.5
2015	12.3	21.5	5.6
2016	12.7	22.2	5.5
<b>Promedio</b>	<b>12.2</b>	<b>21.1</b>	<b>5.4</b>

La temperatura promedio de la región Cusco, teniendo como referencia las temperaturas medias desde el 2006 hasta el 2016, es de 12.2 °C. Asimismo, la temperatura máxima promedio es de 21.1 °C y la mínima de 5.4 °C (Tabla 1.6; Figura 1.3).

Entre abril y septiembre es soleado y seco, pero frío en las noches. Entre octubre y marzo es variable y lluvioso (Tabla 1.7; Figuras 1.4 y 1.5).

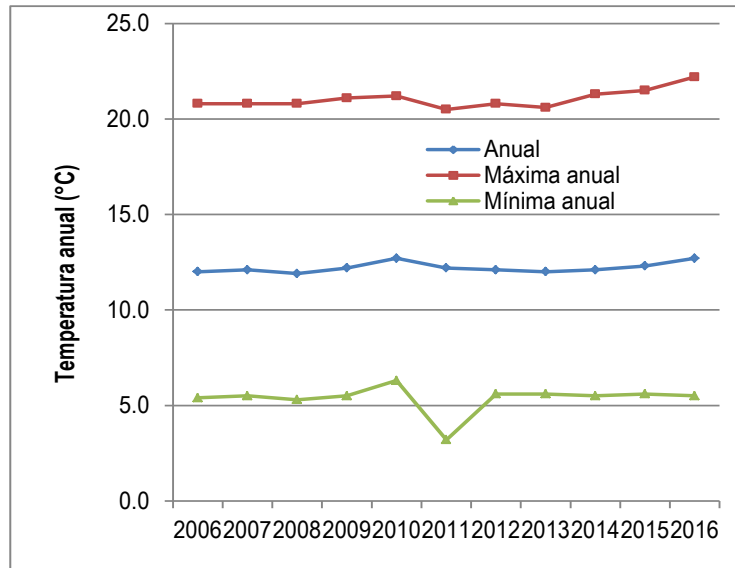


Figura 1.3 Gráfica de la temperatura media por año: 2006 – 2016

Tabla 1.7

Tabla climática según datos históricos del tiempo de la región Cusco por mes

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
T. Media (°C)	12.1	11.9	12	11.5	10.3	9.1	8.9	9.9	11.3	12.5	12.6	12.2
T. Mínima (°C)	5.8	5.9	5.7	4.2	2	-0.2	-0.3	0.6	3.4	4.7	5.2	5.6
T. Máxima (°C)	18.5	18	18.4	18.9	18.7	18.5	18.1	19.3	19.2	20.3	20	18.8
Precipitación (mm)	154	119	101	40	6	3	3	8	25	47	75	112

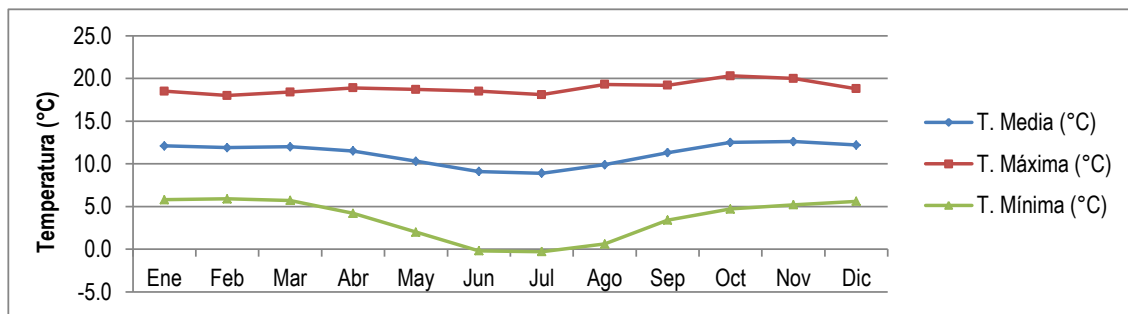


Figura 1.4 Gráfica de las temperaturas mensuales de la región Cusco

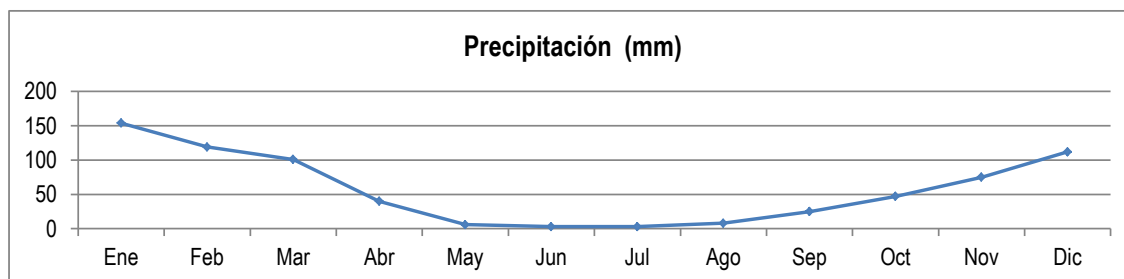


Figura 1.5 Gráfica de las precipitaciones mensuales de la región Cusco

## 1.8 GEOMORFOLOGÍA

En la región Cusco se pueden diferenciar unidades geomorfológicas importantes, de acuerdo con Acosta, Rodríguez, Villarreal y Huanacuni (2011):

### Cordillera Oriental

La Cordillera Oriental es una zona morfo-estructural fuertemente individualizada. Esta unidad ha sido dividida en: Cordillera de Vilcabamba, Vertiente norte, Valles Transversales, Valles Intracordilleranos, Montañas de Mesapelada, borde sur de la Cordillera Oriental y borde norte de las Altiplanicies.

### Cordillera de Vilcabamba

La Cordillera de Vilcabamba ocupa gran parte del cuadrángulo de Machupicchu. Limita al suroeste con el río Apurímac, desarrollando una vertiente bien abrupta; mientras que al norte el paso es gradual hacia la vertiente norte de la Cordillera Oriental. Desde el punto de vista morfológico, la Cordillera de Vilcabamba se caracteriza por presentar terrenos elevados y accidentados, formando nevados que sobrepasan los 5000 m s.n.m., entre los que resalta el nevado de Salcantay, con 6264 m s.n.m. Por una parte, las principales formas desarrolladas en esta unidad son circos y valles glaciares; por otra parte, morrenas que corresponden a formas de acumulación muy frecuentes, que se encuentran distribuidas a lo largo de las cadenas de nevados.

#### Cadena de nevados Salcantay - Corihuayrachina

Se ubica al sureste de la Cordillera de Vilcabamba y está conformada por los siguientes nevados: Salcantay (6264 m s.n.m.), Corihuayrachina (5404 m s.n.m.), Paljay (5422 m s.n.m.), Tocoahuay (5910 m s.n.m.), Amparay (5418 m s.n.m.), Huamantay (5473 m s.n.m.), Chaupiloma (5339 m s.n.m.) y Padreyoc (5771 m s.n.m.). Esta cadena, de dirección E - O, se ha desarrollado principalmente en rocas metamórficas del Paleozoico inferior.

#### Cadena de nevados Sacsarayoc - Pumasillo

Esta cadena, de dirección E - O, se localiza en la parte central de la Cordillera de Vilcabamba y está conformada por los nevados: Sacsarayoc (5994 m s.n.m.), Pumasillo (5104 m s.n.m.)

y Choquetacarpo (5512 m s.n.m.), con una cobertura de glaciér de aproximadamente 25 km. Las rocas que componen esta cadena son principalmente intrusivas del Batolito de Pumasillo.

#### Cadena de Nevados Huayanay - Paljay

Se ubica al sur del río Urubamba, en el extremo occidental del cuadrángulo y está conformada por los nevados de Huayanay (5308 m s.n.m.), Cielo Rumioc (5345 m s.n.m.), Moyoc (5210 m s.n.m.), Chaquile (5090 m s.n.m.), Ocobamba (5126 m s.n.m.), Esquina (5024 m s.n.m.) y Paljay (5125 m s.n.m.). Esta cadena está compuesta por rocas intrusivas del Batolito de Machu Picchu, rocas metamórficas del Paleozoico inferior y en su borde sur por rocas sedimentarias del Grupo Yuncaypata y del Grupo San Jerónimo.

#### Cadena de Nevados de Pituisiray - La Verónica

Esta cadena, de dirección NO - SE, se encuentra al norte del río Urubamba y está conformada por los nevados de Chaiñapuerto, Pituisiray (5100 m s.n.m.), Canchacanchajasa (4984 m s.n.m.), Chicón (5530 m s.n.m.), Sirihuani (5399 m s.n.m.), Capacsaya (5044 m s.n.m.), Pumahuancca (5330 m s.n.m.), Halamcoma (5367 m s.n.m.), Verónica (5682 m s.n.m.), Huajayhuilca (5361 m s.n.m.) y el Bonanta (5319 m s.n.m.).

#### Cadena de Nevados de Terijuay - Quilloc

Se ubica en el extremo norte del Cuadrángulo de Urubamba y se halla separada de la Cadena de Chicón - Verónica por una zona intermedia relativamente más baja. Está conformado por los nevados Terijuay (5330 m s.n.m.) y Quilloc (4990 m s.n.m.), que se encuentran emplazadas sobre rocas intrusivas. Estos nevados constituyen las estribaciones orientales de la Cordillera Oriental.

### Vertiente Norte de la Cordillera de Vilcabamba

Esta vertiente se caracteriza por zonas altas, controladas por rocas intrusivas del macizo de Quillabamba; disminuye progresivamente hacia el norte, donde afloran rocas Paleozoicas.

Hidrográficamente, esta vertiente está cortada por ríos y valles transversales que drenan sus aguas hacia la cuenca del río Urubamba.

### *Meseta de Alto Quiteni*

Es una zona con relieve suave, cuya altitud varía entre los 2200 y 2500m s.n.m. Se ha formado sobre rocas intrusivas del macizo de Quillabamba. Esto puede ser explicado por la forma del plutón, así como por las condiciones climáticas húmedas y calientes de la Ceja de Selva por lo cual se ha meteorizado fácilmente la parte superior del macizo.

### *Meseta de Alto Coribeni*

Es otra zona con relieve relativamente suave, cuya altitud varía entre 1700 y 2100 m s.n.m.

Desarrollada sobre rocas intrusivas del macizo de Quillabamba, esta meseta corresponde a la prolongación de la meseta de Alto Quiteni, separadas por el valle del río Cirialo.

### *Meseta de Anchiuay*

Su altura varía entre 1700 y 1800 m s.n.m. Se diferencia de las dos mesetas anteriores por presentar afloramientos de esquistos y pizarras del Paleozoico inferior.

Entre la depresión del río Huatanay y las zonas montañosas, los controles son inicialmente estructurales, básicamente litológicos, ya que en estas zonas las rocas aflorantes son menos competentes que las rocas conformantes de las montañas; por consiguiente, son producto de erosión diferencial limitados a veces por contactos fallados entre rocas de diferentes compatibilidad, finalmente cubiertos en su mayor parte por suelo Cuaternario. En las zonas de mesetas afloran mayormente rocas Mesozoicas que pertenecen a la Formación Yuncaypata y Huancané debido a la competencia de estos. Entre las cuales se distinguen las siguientes mesetas:

### *Meseta de Sacsayhuaman*

Ubicada hacia el NE de la ciudad del Cusco; es una gran llanura limitada por las elevaciones de Ccorao. Hacia el NE, ambas unidades geomorfológicas están separadas por una gran falla denominada "Falla de Tambomachay"; hacia el SO, límite con la Depresión del Cusco, se supone un contacto también fallado.

### *Meseta de Huacoto*

Ubicada al NE de la ciudad del Cusco, situada entre los 4000 y 4200 m s.n.m. Es menos extensa en comparación con la Meseta de Sacsayhuaman; está conformada por rocas Cretácicas de naturaleza detrítica, entre estas tenemos areniscas cuarzosas y rocas volcánicas Cuaternarias.

## **Valles Transversales**

La Cordillera Oriental se encuentra disectada por valles de diferentes direcciones que originan una topografía muy variada y

de fuerte relieve. La pendiente de los valles de la vertiente norte es relativamente más suave, en comparación con los valles situados en la vertiente sur, que presenta un declive fuerte y sus laderas son mucho más empinadas. Entre los principales valles se tienen:

### *Valle del río Chuyapi*

Tiene tributarios que han desarrollado un drenaje dendrítico. El río Chuyapi recorre aproximadamente entre los 3800 y 1000 m s.n.m. y atraviesa extensos afloramientos de rocas intrusivas del Macizo de Quillabamba y rocas del Paleozoico inferior, formando valles transversales muy empinados en sus nacientes y poco empinados cerca de su desembocadura en el río Urubamba. Por su evolución este valle es del tipo juvenil.

### *Valle del río Yanatile*

En la zona de estudio tiene una dirección general E - O a NE - SO y se ubica entre los 1300 y 900 m s.n.m. Es el principal tributario del río Urubamba, el que constituye su nivel de base local.

### *Valle del río Coribeni*

Este valle se encuentra entre los 2800 y 800 m s.n.m. y tiene una dirección general de sur a norte y de este a oeste. El río Coribeni resulta de la confluencia de los ríos San Juan y San Jacinto; además de numerosos afluentes que han desarrollado un drenaje dendrítico.

### *Valle del río Cirialo*

Este valle se emplaza aproximadamente entre los 4600 y 800 m s.n.m., sigue una dirección general de sur a norte. Las aguas del río Cirialo nacen en las alturas del nevado Cirialo en la Cordillera de Vilcabamba. Posteriormente, este río recibe las aguas de afluentes que nacen en las mesetas de Alto Quiteni y Alto Coribeni. En general, este valle es del tipo juvenil.

### *Valle del río Santa Teresa*

Tiene un recorrido de sur a norte, entre los 4400 y 1500 m s.n.m. El río Santa Teresa atraviesa rocas intrusivas y Paleozoicas, desarrolla fuertes pendientes en ambos flancos. El afluente principal lo constituye el río Sacsara, cuya confluencia se encuentra próxima al poblado de Santa Teresa. El río Santa Teresa tiene sus nacientes en los deshielos del nevado Salcantay; en tanto que el río Sacsara, en los deshielos del nevado Sacsarayoc.

### *Valle del río Santa María (Lucuma)*

El río Santa María (Lucuma) es considerado como uno de los principales tributarios del río Urubamba. A una altitud aproximada de 1900 m s.n.m. y su desembocadura se halla a 1100 m s.n.m. Se caracteriza por ser profundo y encañonado. Las nacientes se

encuentran aproximadamente a 4400 m s.n.m. en los nevados Pumasillo y Choquetacarpó. La dirección del río es inicialmente N - S y luego E - O hasta la confluencia con el río Urubamba.

#### *Valle del río Aobamba*

Se caracteriza por presentar un alineamiento general de sur a norte. Las aguas del río Aobamba nacen de la confluencia de los ríos Orcospampa y Rayancancha, que son producto de deshielos de los nevados Salcantay, Paljay, Huamantay y otros adyacentes. Recorre un alineamiento de dirección promedio NO - SE, entre los 4800 y 2400 m s.n.m. Este valle se puede considerar como perteneciente a un estadio juvenil.

#### *Valle del río Arma*

Se encuentra entre los 3600 y 1200 m s.n.m. El origen de las aguas del río Arma se encuentra en la parte alta de los nevados Panta - Otaña. El valle del río Arma es característico del tipo juvenil.

### **Valles Intracordilleranos**

Consideramos valles intracordilleranos a los que atraviesan la Cordillera Oriental, tanto en la vertiente norte, así como en la vertiente sur.

#### *Valle del río Apurímac*

El valle del río Apurímac es considerado como el principal valle interandino; tiene una dirección general SE a NO y en una longitud cercana a los 40 km. El río se desarrolla aproximadamente entre los 1900 a 1400 m s.n.m.

#### *Valle del río Urubamba*

El valle del río Urubamba es considerado como el más amplio e importante de la vertiente norte de la Cordillera Oriental. Se encuentra entre los 2200 m s.n.m. y 1200 m s.n.m., en una longitud aproximada de 45 km.

#### *Valle del río Paucartambo*

Este valle se desarrolla dentro la Cordillera Oriental, la cual atraviesa en una dirección NO - SE. Este valle tiene un piso algo plano y amplio. En las cabeceras de este valle, que resulta de la confluencia de los ríos Mapacho y Quencomayo, la morfología es más encajonada. El valle de Paucartambo se ubica entre los 2900 y 2600 m s.n.m. y se ha desarrollado sobre pizarras y esquistos del Paleozoico inferior.

### **Altiplanicies**

Esta unidad corresponde a una zona con relieves relativamente planos, cuyas altitudes varían entre 4200 y 4300 m s.n.m. El límite es bastante irregular y se hace a través de varias geoformas. Se han diferenciado las siguientes geoformas: la Depresión de Anta, la Pampa de Maras, las Montañas de Cusco y la Depresión de Limatambo. Las geoformas pueden estar separadas, en algunos casos, por fallas NO - SE.

#### *Pampa de Piuray - Maras*

Se trata de un relieve algo plano que se halla a una altura mayor que la Depresión de Anta, variando entre 3600 y 3750 m s.n.m. Esta unidad limita al norte con el río Urubamba mediante de una ladera escarpada en la parte oriental y una pendiente suave en el sector occidental. Al este limita con las Montañas del Cusco por intermedio de fallas N - S.

En esta unidad se ubican las lagunas de Piuray y de Huaypo, que abastece de agua a la ciudad del Cusco. En la pampa sobresalen algunas lomas intermedias, entre las que destacan el cerro Yanaorcco (4101 m s.n.m.), cerro Huanacaure (3850 m s.n.m.), cerro Arhuayro (3720 m s.n.m.), cerro Llutopuquio (4000 m s.n.m.) y el cerro Sacro (3876 m s.n.m.).

#### *Valle del Vilcanota Urubamba*

Es considerado como un valle interandino que se puede dividir en dos segmentos: el primero que va de San Salvador a Pachar, donde constituye el límite entre las Altiplanicies y la Cordillera Oriental; en tanto, el segundo que va de Pachar a Machu Picchu, corta la Cordillera Oriental separando la Cadena de Huayanay - Paljay de la Cadena Verónica - Bonanta.

Los principales afluentes del río Urubamba lo constituyen los ríos Jochoc, Huaynapata, Carmen, Patacancha en su parte septentrional; mientras que en su parte meridional lo constituyen los ríos Pahuayoc, Huarcocondo, Silque y Cusichaca, los que presentan un drenaje subparalelo. Los afluentes de estos ríos secundarios presentan un drenaje dendrítico.

### **Depresión del Cusco**

Alargada en dirección NO - SE comprende todo el recorrido del río Huatanay; tiene una forma bastante irregular con anchos desde 200 m (angostura) hasta 3 km (San Jerónimo, Cusco) y con una longitud aproximada de 25 km. Esta depresión está constituida por el lecho del río Huatanay, los conos aluviales y sus respectivos afluentes, con una altitud promedio de 3250 m s.n.m.

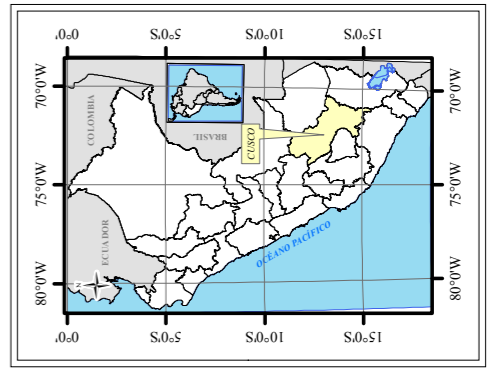
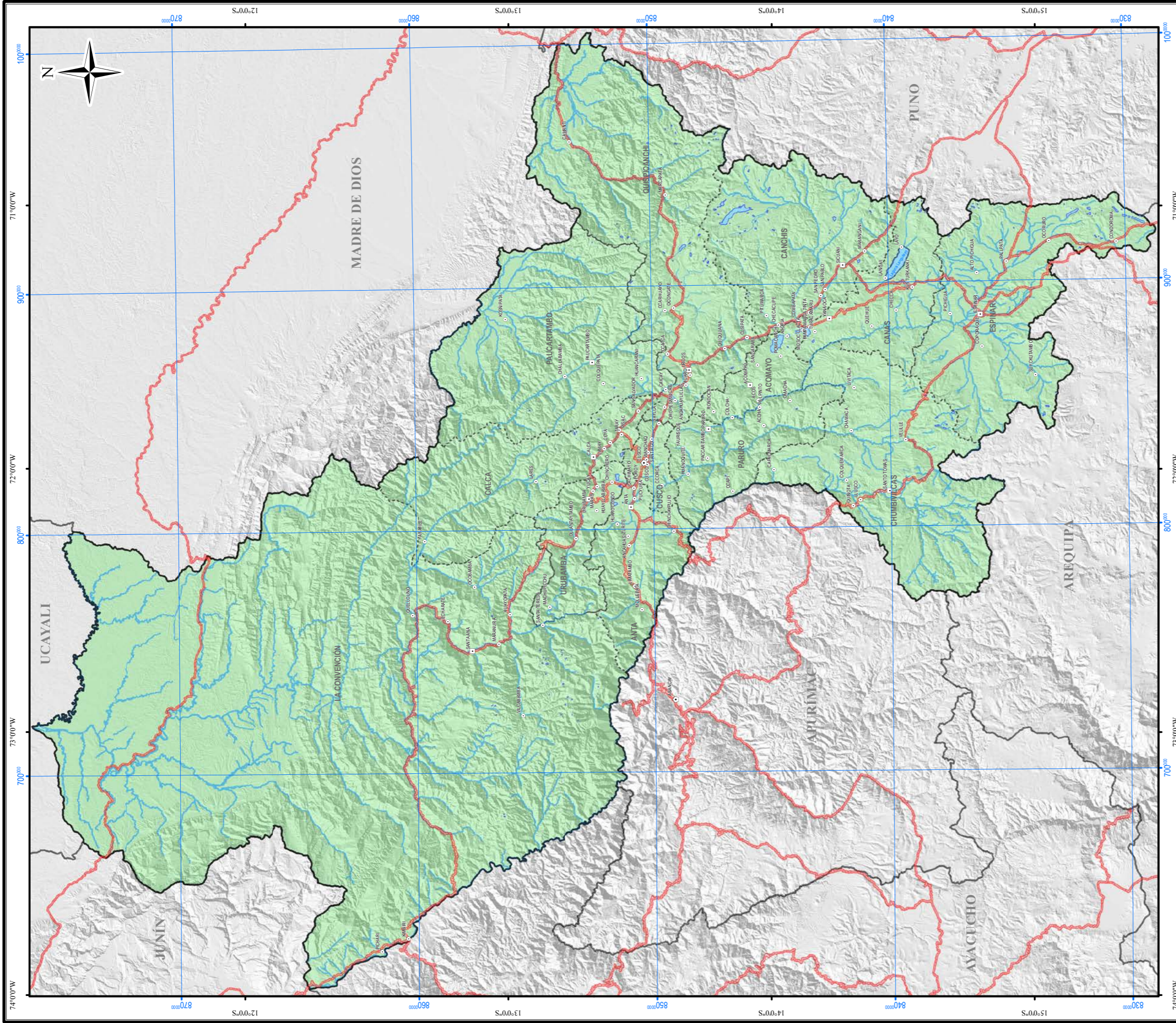
## **1.9 HIDROGRAFÍA**

La Cordillera Oriental de los Andes, que es columna vertebral de esta región, ha sido erosionada por el complejo sistema de surcos de agua que drenan hacia la selva. La Cordillera forma tres cadenas de montañas que en líneas generales se orientan de sur-este a nor-oeste. Estas cadenas son las siguientes: Vilcabamba, que se localiza al nor-oeste del territorio; define los sistemas hidrográficos del Urubamba y del Apurímac. Vilcanota, se desarrolla al nor-este del río Urubamba. Y Paucartambo, que se levanta al este del río del mismo nombre; se halla en la parte más oriental del departamento y en las cercanías de los límites con el departamento de Madre de Dios (Perú. Congreso de la República, 2016).



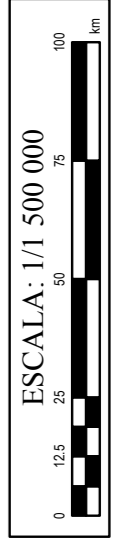






**SÍMBOLOS**

- Capital regional
- Capital provincial
- Capital distrital
- Limite regional
- .-.- Limite provincial
- Via nacional
- Red de drenaje



REPÚBLICA DEL PERÚ SECTOR ENERGÍA Y MINAS INSTITUTO GEOLOGICO MINERO Y METALURGICO Dirección de Recursos Minerales y Energéticos 	
PROYECTO GE34B4 "ESTUDIO DE RECURSOS DE ROCAS Y MINERALES INDUSTRIALES PARA LA INCLUSIÓN ECONÓMICA-SOCIAL Y DESARROLLO EN LA REGIÓN CUSCO: SECTOR MERIDIONAL"	
<b>MAPA DE UBICACIÓN Y MAPA VIAL DE LA REGIÓN CUSCO</b>	
MAPA N° 01 MAP-GE34B4-17	FUENTE: Ingemmet, 2017 MTC, 2017
ESCALA: 1:1 500 000	FECHA: Octubre 2017
ELABORADO POR: C. SIPIÓN REVISADO POR: E. BOULANGGER PROYECCIÓN: UTM WGS 84 - ZONA 18	





# CAPÍTULO II

## 2.1 MARCO GEOLÓGICO

La geología de la región Cusco data desde el Neoproterozoico hasta el Cuaternario reciente (Mapa 02 y Figura 2.1). Las estructuras tienen dirección NO-SE y cambian a E-O al nivel de la Deflexión Abancay (Acosta et al., 2011).

### 2.1.1 Unidades litoestratigráficas

#### Formación Ollantaytambo

Marocco (1978) define una serie de rocas metamórficas que son atribuidas al Cámbrico por su posición estratigráfica, al que denomina Serie Ollantaytambo. La parte inferior está compuesta de brechas y conglomerados, seguida por areniscas cuarcíticas, la que es suprayacida por andesitas (ignimbritas), de color oscuro, que afloran al pie de las ruinas de Ollantaytambo, aquí se observa una disyunción en láminas plegadas. El espesor aflorante es de aproximadamente 1000 m.

#### Formación Verónica

Esta formación aflora en el Nevado Verónica, de donde toma su denominación y se prolonga hacia el este, pasando por la carretera Ollantaytambo - Abra de Málaga hasta cerca de la quebrada Patacancha. Al oeste del Nevado Verónica se halla truncada por el Batolito de Machu Picchu. La Formación Verónica está constituida por 480 m de conglomerados, los que están compuestos casi exclusivamente por cantos de cuarcita bien redondeados, con matriz arenosa. Esta unidad, por su posición estratigráfica, se le atribuye al Ordoviciano basal. La Formación Verónica se puede correlacionar con los conglomerados de Huacar y Alcacocha del centro del Perú y con series del Anticlinal de Shira de la zona subandina.

#### Grupo San José

El Grupo San José está compuesto por pizarras, esquistos grises, verdes y negros con pirita diseminada y cristalizada, cuarcitas que contienen granate. El origen de los sedimentos del Grupo San José es marino y poco profundo. El grosor estimado de esta unidad es de 2000 m. A partir de fósiles y por las correlaciones se le asigna una edad Arenigiana Llanvirniana para el Grupo San José. Esta unidad se correlaciona con el Grupo San José de la Cordillera Oriental de la región Puno.

#### Formación Sandia

La Formación Sandia está compuesta por cuarcitas, pizarras y microconglomerados. El paso del Grupo San José a la Formación Sandia es en concordancia y en aparente continuidad estratigráfica.

En esta unidad no se han encontrado fósiles debido a que es una secuencia netamente arenosa y porque sufrió una fuerte deformación y metamorfismo. Esta unidad posee las mismas características que las areniscas Caradocianas fosilíferas de la Formación Sandia de la Cordillera Oriental de la región de Puno y de la región de Cusco, por lo que se le atribuye una edad Caradociana. Esta formación se correlaciona con la Formación Sandia de la Cordillera Oriental de Puno, con la Formación Calapuja inferior del Altiplano y con parte de la Formación Contaya de la zona Subandina.

#### Formación San Gabán

La Formación San Gabán está compuesta por micaesquistos de andalucita, esquistos, microconglomerados, pizarras y cuarcitas; tiene un espesor aproximado de 700 m. La Formación Zapla o San Gabán, de la región de Cusco, ha sido considerada anteriormente como de edad Siluriana, sobre la base de dataciones de quitinozoarios. Esta formación fue puesta en evidencia en el Pongo de Carcelpunko, zona Subandina de Puno.

#### Formación Urcos

La Formación Urcos está representada por pizarras, pizarras lutáceas, esquistos pizarrosos, cuarcitas y arenas cuarzosas. El espesor de esta unidad es desconocido, por la naturaleza estructural, aunque es posible indicar que sobrepasa los 1000 m. En Huaylla – Huaylla, situada a 2.5 km al este de Quiquijana, en las pizarras negruzcas se han encontrado fósiles que fueron estudiados por Eva Villavicencio y que dio un rango de edad del Siluro - Devoniano. A la Formación Urcos se le correlaciona con la Formación Ananea de la Cordillera Oriental de Puno y con la Serie Silurica aluminosa de la Cordillera de Vilcabamba, con parte del Grupo Cabanillas del Lago Titicaca; así como la Formación Chagrapi de los alrededores de Juliaca.

### **Formación San Salvador**

Litológicamente se caracteriza por la abundancia de calizas y en pequeña proporción se tiene lutitas. Los estratos van de 3 m hasta 15 m y llegan a formar estratos continuos hasta de 300 m. El espesor en San Salvador llega a los 400 m. Dentro de esta unidad se ha encontrado la mayor cantidad de fósiles que pueden representar al Wolfcampiano medio.

### **Formación Quillabamba - Ananea**

La Formación Quillabamba está compuesta principalmente por esquistos, esquistos calcáreos, pizarras grises y negras, cuarcitas y niveles de calizas. La presencia de fósiles y la posición estratigráfica de la Formación Quillabamba permite considerarla como del Siluro - Devoniano. La Formación Quillabamba se correlaciona con la Formación Paucartambo de los cuadrángulos de Calca y Urubamba, con la Formación Quillabamba de los cuadrángulos de Chuanquiri y Pacaypata, además con la Formación Ananea (Siluro - Devoniano) de la Cordillera Oriental de la región Puno.

### **Grupo Ambo**

Litológicamente este grupo está conformado por conglomerados, areniscas y lutitas negras; el grosor promedio de los afloramientos es de 1000 m. En las lutitas negras muestreadas en Salinas se han encontrado restos de plantas que indican que la edad del grupo es Misisipiana como en gran parte del territorio peruano, particularmente en el centro y sur del Perú.

### **Grupo Tarma - Copacabana**

Esta unidad puede ser dividida en dos secuencias, una detrítica y otra calcárea. La base detrítica (10 - 30 m) está constituida por areniscas y la secuencia calcárea (50 - 100 m) presenta calizas. El grosor de este grupo varía entre los 500 y 1000 m que describen al Grupo Tarma de edad Pensilvaniano medio - superior. Del mismo modo, en el Grupo Copacabana los restos fósiles indican la parte basal del Wolfcampiano o Sakmariano.

### **Grupo Mitu**

La litología es principalmente volcánica, con basaltos, riolitas, gabrodioritas y brechas volcánicas, con escasas intercalaciones de conglomerados, areniscas. El grosor de estos niveles varía entre 1000 m y 1200 m. En la región de Puno, dataciones radiométricas Rb/Sr en rocas volcánicas del Grupo Mitu dan edades entre los 270 y 210 Ma. Una datación K/Ar, obtenida sobre una colada (Juliaca), da una edad K/Ar sobre roca total de  $272 \pm 10$  Ma y por isocronas Rb/Sr de  $245 \pm 42$  Ma. Todos estos datos confirman, en general, una edad Permiana superior - Triásica inferior para el Grupo Mitu de la zona de estudio y del sur del Perú.

### **Formación Huambutío**

Esta unidad está compuesta principalmente de conglomerados con clastos de cuarcitas, pizarras, volcánicos, areniscas y calizas. El grosor varía entre 100 y más de 300 m. La Formación Huambutío no ha proporcionado fósiles, por lo que se correlaciona a esta unidad con otras similares del sur del Perú y de Bolivia. Los miembros inferiores, medio y superior son correlacionables con las formaciones Chupa, Sipin y Muni del Altiplano sur del Perú, atribuyéndoles una edad Kimmeridgiana Berriasiana.

### **Formación Huancané**

La Formación Huancané está dividida en dos miembros. El Miembro inferior, compuesto esencialmente por areniscas cuarzosas de color blanco que corresponden a secuencias de origen fluvial. El Miembro superior está constituido por conglomerados, areniscas conglomerádicas intercaladas con lutitas rojas; todos de origen fluvial y llanuras de inundación. El grosor de esta formación varía entre 50 y más de 150 m. La edad de esta formación, según su posición estratigráfica, está comprendido entre el Hauteriviano y Albiano - Cenomaniano. Regionalmente se le correlaciona en parte con el Grupo Goyllarisquizga del centro del país.

### **Formación Maras**

Se ha considerado como Formación Maras a todos los afloramientos sean estratificados o caóticos de yesos y lutitas que aparecen dentro del Grupo Yuncaypata, incluidos los yesos que han sufrido removilizaciones por efectos tectónicos y diapíricos.

Litología y ambiente de sedimentación. La Formación Maras está compuesta básicamente por mezclas de yesos y lutitas rojas y más escasamente por lutitas verdes y algunos niveles de calizas de espesores delgados (3 a 7 m) o calizas más gruesas, que en realidad corresponden a las calizas deslizadas de la Formación Ayabacas. Las lutitas parecen ser de origen lacustre, los yesos de sabkha y las calizas marinas de muy poca profundidad. En la mayoría de los casos, las relaciones de contacto indican su emplazamiento por efectos de diapirismo o tectónico, como se aprecia en las fallas en el límite Altiplano-Cordillera Oriental o en Occopata, donde corta el anticlinal del mismo nombre. Sin embargo, gran parte de estos afloramientos son originalmente olistolitos de la Formación Ayabacas que se han deslizado durante la sedimentación y han involucrado su substrato de lutitas y yesos.

Es difícil calcular el espesor total de esta unidad por la forma caótica de presentarse; pero se puede estimar entre 100 y 400 m, aunque en algunos lugares pueden sobrepasar estos valores por repeticiones tectónicas o por diapirismo (Carlotto et al., 2011).

### **Formación Ayabacas**

Calizas dolomitizadas, facies margosas gris oscuras, facies mudstone bioturbadas, facies wackestone - packstone más o menos bioclásticas y facies grainstone con oolitos de bioclastos o granos de cuarzo. Algunas facies aparecen con figuras de emersión (disolución), con aspecto de brechas y figuras de estructuras de tipo slump (Carlotto et al., 2011). Su edad va del Albiano superior hasta el Turoniano.

### **Formación Arcurquina**

Calizas gris oscuras micríticas y bioclásticas que afloran en la parte suroccidental del distrito de Marangani. Sigue un rumbo general sureste-noroeste y anteriormente se le denominó Formación Ayabacas (Sánchez & Zapata, 2003a). Su edad va del Albiano superior hasta el Turoniano.

### **Formación Quilque - Chilca**

Es un conjunto de 170 m de areniscas de color rojo, escasamente conglomerados y lutitas rojo ladrillo. La discordancia de base de esta unidad sobre el Grupo Yuncaypata pone en evidencia la existencia de eventos tectónicos, que también son conocidos en la región de Cusco, donde una importante erosión se produce al límite Maestrichtiano - Paleoceno. La Formación Quilque - Chilca es sobreyacida en discordancia erosional por la Formación Ccollpaccasa, marcando otro suceso tectónico al límite Paleoceno - Eoceno o en el Eoceno inferior.

### **Formación Ccollpaccasa**

Litológicamente está compuesta por conglomerados con clastos de cuarcitas, volcánicos, cuarzo y areniscas rojas, con clastos mayores de 10 cm, subangulosos a subredondeados, envueltos en una matriz arenosa. Luego, es seguida por intercalaciones de areniscas cuarzosas feldespáticas pardas y limolitas rojas. El grosor estimado es de 700 a 1000 m. Por sobreyacer a la Formación Quilque - Chilca que contienen carofitas Paleoceno-Eocenas y por correlación con las capas rojas del Grupo San Jerónimo, se le asume la edad Eocena - Oligocena inferior.

### **Depósitos morrénicos**

Los depósitos morrénicos de la zona de estudio se localizan principalmente en las partes altas de las montañas. Estos depósitos se presentan aproximadamente a partir de los 3300 m s.n.m. en el fondo de los valles glaciares. Las morrenas están constituidas por acumulaciones de bloques y gravas, principalmente de rocas intrusivas o metamórficas, en una matriz areno - arcillosa.

### **Formación Rumicolca**

Conjunto de cuerpos volcánicos andesíticos de textura rugosa. Los análisis químicos globales de las rocas permiten clasificar las lavas de la Formación Rumicolca como andesita, dacita y traquita ricas en potasio, así como shoshonita (Carlotto et al., 2011).

### **Depósitos de Travertinos**

Asociados a fuentes termominerales: Se presentan en placas delgadas en pequeños "volcanes de lodos calientes". También como domos a veces de color rojo (antimonio microcristalino) o amarillos (limonita). Asociados a circulaciones de aguas: Costras calcáreas inclinadas, en algunos casos parcialmente detríticos con moldes de plantas.

### **Depósito Aluvial**

Estos conos están adosados principalmente a la desembocadura de las quebradas adyacentes a los principales ríos. Los conos están conformados por bloques y gravas de calizas, cuarcitas, areniscas, rocas volcánicas, etc., envueltos por una matriz areno-arcillosa.

### **Depósito Lacustre**

Alcanzan hasta 200 m de espesor, constituidas por areniscas rojas o amarillentas, arcillas y limolitas blancas o rojas, lodolitas y tufos redepositados, intercalados con limolitas, arcillas y diatomitas impuras.

## **2.1.2 Rocas ígneas**

### **Macizo de Panta**

El cuerpo central intruye rocas metamórficas de la Formación Quillabamba (Siluro - Devoniano) y a su vez es intruido por rocas del macizo de Pumasillo (Permo - Triásico). Macroscópicamente, las muestras del stock de Cayara son masivas de textura afanítica y fanerítica en menor proporción, de color verde oscuro. En el nevado Panta, en 1960, se muestrearon cuarzodioritas y cuarzomonzodioritas.

### **Macizo de Machupicchu**

Este macizo tiene una forma alargada de dirección N - S, con una superficie aproximada de 244 km<sup>2</sup>. Su borde norte corta rocas metamórficas del Grupo San José; mientras que sus bordes oeste y sur intruyen rocas metamórficas del Cambriano(?) y del Grupo San José, respectivamente.

Macroscópicamente, las rocas son masivas, con textura fanerítica a veces pegmatítica de grano grueso, leucócratas, compuesto principalmente por ortoclasa, plagioclasa, cuarzo y hornblenda. Por dataciones radiométricas, por el método Rb/Sr sobre biotitas, se le asigna una edad Permo - Triásica ( $246 \pm 10$  Ma).

#### **Macizo de Pumasillo**

Este cuerpo intrusivo tiene una superficie de  $536 \text{ km}^2$ . La característica petrográfica macroscópica de este macizo es la textura fanerítica de grano grueso y leucócrata, se ha clasificando como monzogranito.

#### **Macizo de Quillabamba**

Ocupa una superficie aproximada de  $792 \text{ km}^2$ . Son rocas faneríticas de grano grueso, se trata esencialmente de granitos y cuarzomonzodioritas. También es conocido con el nombre de macizo de Concevidayoc - Alto Quiteni. En sus bordes sur y este intruye a rocas metamórficas de las formaciones Quillabamba, Sandía y del Grupo San José; en el borde norte está en contacto no claro con las rocas volcánicas del Grupo Mitu. Las dataciones radiométricas, por el método U/Pb sobre circones, da una edad Permo – Triásica ( $257 \pm 3$  Ma).

#### **Macizo de Mesapelada**

Tiene un área de  $181 \text{ km}^2$ . Este macizo intruye rocas del Grupo San José y de las formaciones Quillabamba y Sandía. Estas rocas tienen textura fanerítica de grano grueso y son leucócratas.

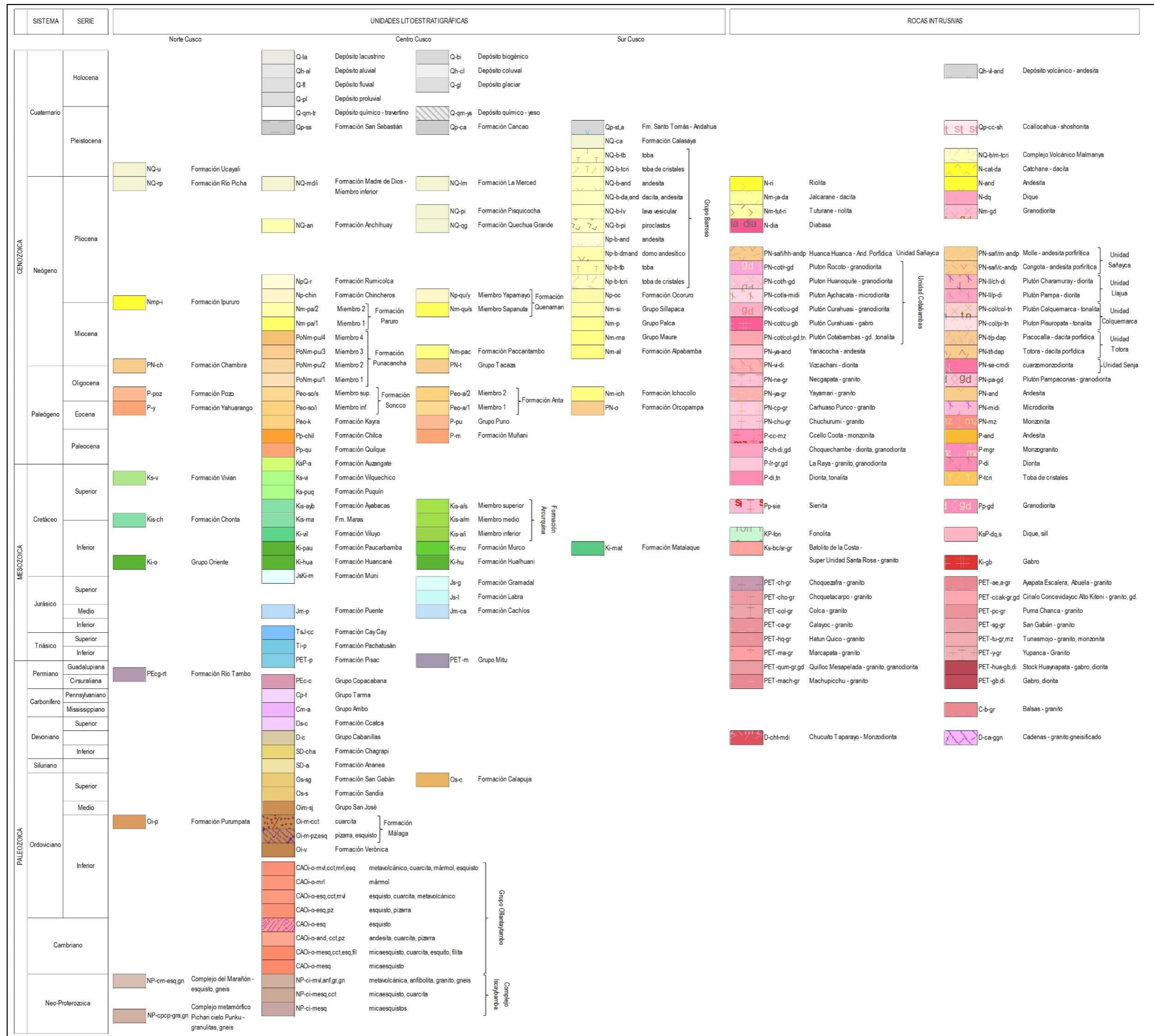


Figura 2.1 Columna de unidades litoestratigráficas y rocas intrusivas de la región Cusco (elaborado en base a la información de la Carta Geológica Nacional, escala 1: 100,000)





## CAPÍTULO III

### 3.1 SITUACIÓN DE LAS ROCAS Y MINERALES INDUSTRIALES EN EL SECTOR MERIDIONAL DE LA REGIÓN CUSCO

Según la base de datos del Ingemmet, a diciembre del 2016 se cuenta con 131 ocurrencias de rocas y minerales industriales reportadas y distribuidas de la siguiente manera:

- Andesita: 11
- Arcilla común: 11
- Áridos: 31
- Caliza: 8
- Diatomita: 1
- Mármol: 2
- Piedra laja: 3
- Sal común: 10
- Sillar: 1
- Travertino: 1
- Yeso: 52

Sobre las rocas y los minerales industriales reportados en la base de datos del Ingemmet, solo se tienen las descripciones de algunas de ellas debido a que se presentan en tablas por sustancias con los nombres de ocurrencias y coordenadas.

La región Cusco solamente reporta producción minera no metálica por yeso y piedra (construcción), según las estadísticas del Ministerio de Energía y Minas correspondientes al año 2016 (Perú. Ministerio de Energía y Minas, 2017).

De acuerdo con el presente estudio, la región Cusco posee las siguientes rocas y minerales industriales: arcilla común, áridos, caliza, piedra laja, sal común, toba volcánica (sillar), travertinos y yeso.

A continuación, se definen teóricamente y de manera breve las rocas y los minerales industriales identificados durante los trabajos de campo en el sector meridional de la región Cusco y las ocurrencias de estas se describen con mayor detalle en cada provincia donde se presentan.

#### A. Arcilla común (Christidis, 2011)

Las arcillas comunes y lutitas son usadas para la fabricación de ladrillos de construcción e ingeniería, azulejos y drenes de tierra agrícola. Los productos finales de arcilla son cocidos, sin esmaltar, cerámica estructural. Estos materiales se utilizan para la construcción. Por lo tanto, a menudo se les llama “productos estructurales de arcilla” y las materias primas son llamadas “arcillas estructurales”, “arcillas pesadas” o “arcillas de ladrillo”, aunque los productos manufacturados no incluyen solo ladrillos. Las arcillas y las lutitas comunes son sedimentos que consisten en minerales arcillosos y otros silicatos, carbonatos, sulfuros, sulfatos y óxidos-oxihidróxidos. El tipo y abundancia de los diversos minerales, que ocurren en las arcillas comunes y lutitas, dependen de la naturaleza de las rocas madres, del clima, del ambiente deposicional y de la diagénesis.

Hay tres tipos principales de ladrillos dependiendo de sus propiedades y usos finales. Los ladrillos comunes (conocidos como “comunes” en el Reino Unido), que son adecuados para propósitos de construcción general, “ladrillos de revestimiento” (o revestimientos) especialmente hechos por su apariencia atractiva, que es logrado por variaciones en color y textura superficial y finalmente “ladrillos de ingeniería”, que muestran alta resistencia y baja absorción de agua.

#### Arcilla común (Murray, 2007)

El término “arcillas comunes” es utilizado por el Servicio Geológico de los Estados Unidos y la Sociedad de Minería, Metalurgia y Exploración para arcillas, lutitas, arcillas del suelo y arcillas glaciales que se utilizan primordialmente para productos estructurales de arcilla. Estas arcillas son de grano fino y típicamente muestran un comportamiento plástico cuando están mojadas. Este material de arcilla plástica puede formarse en muchas formas deseadas, secarse y quemarse para producir productos con una dureza similar a la roca. Los productos que se fabrican a partir de estas arcillas comunes incluyen ladrillos estructurales y faciales, baldosas de drenaje, tuberías vitrificadas, baldosas de cantera, baldosas de humos, baldosas para conductos, cerámica y baldosas para techos.

## B. Áridos

¿Qué son los Áridos?

Materiales granulares inertes formados por fragmentos de roca o arenas utilizados en la construcción (edificación e infraestructuras) y en numerosas aplicaciones industriales. Se dice que es la primera materia prima consumida por el hombre después del agua.

La arena y la piedra triturada están entre los minerales más familiares que se utilizan en la vida cotidiana y juntas son las fuentes principales del árido o agregado (Langer, 2006).

¿Cómo se obtienen?

La concepción y el diseño de las explotaciones así como la técnica operativa empleada varían cuando se trata de extraer a partir de rocas masivas (canteras) o materiales sin consolidar, en vía seca o en vía húmeda, como son las gravas y arenas (graveras).

Gravera:

Extracción de arenas y gravas (materiales sin consolidar), con equipos de arranque mecánico (excavadora, pala cargadora, dragas, buldózer).

Cantera:

Cuando se trata de roca triturada (materiales consolidados), la extracción se realiza mediante la voladura con explosivos, para la fragmentación controlada del macizo rocoso.

La trituración permite disminuir, en sucesivas fases, el tamaño de las partículas, empleando para ello equipos de trituración (chancadoras y molinos) de características diferentes.

El transporte a la planta de tratamiento es mediante camiones, dumpers o cintas transportadoras.

Proceso de tratamiento:

La clasificación se realiza con cribas, donde se separan los áridos por su tamaño. En ciertos casos, se realizan operaciones de lavado del material que permiten obtener áridos limpios para responder a las necesidades de ciertas aplicaciones. El movimiento de los áridos entre los distintos equipos de la planta de tratamiento se realiza mediante un sistema de cintas transportadoras.

En las etapas de almacenamiento y envío, gracias al control del proceso de fabricación, altamente automatizado, se dispone ya de productos de calidad clasificados según su granulometría, que se almacenan en silos o en apilamientos a la intemperie o cubiertos.

¿Dónde se utilizan?

Aplicaciones de construcción:

Sin áridos no tendríamos viviendas, carreteras o autopistas, aeropuertos, vías de ferrocarril, puertos, hospitales, colegios, etcétera.

Los morteros son empleados para unir ladrillos o revestir paredes. Un metro cúbico de mortero contiene 1.3 toneladas de áridos.

Los hormigones, que pueden ser estructurales (cimientos, vigas y pilares) o en masa (pavimentos, etc.). Para la fabricación de 1 metro cúbico de hormigón son necesarias entre 1.8 y 1.9 toneladas de áridos.

Balasto para construcción de vías férreas y sobre el que se apoyan las traviesas y los railes. Un kilómetro de vías de ferrocarril requiere unas 10 000 toneladas de áridos.

Piedras y bloques de escollera para puertos.

Prefabricados como ladrillos, bloques, vigas, bordillos, aceras, tuberías, etc.

Cada persona consume, en su vida, cerca de 850 000 kilogramos de áridos, más de 100 veces su peso.

Bases, subbases y aglomerados asfálticos, que son los elementos que componen las carreteras, autopistas, calles, aparcamientos, pistas, etc. Para 1 kilómetro de autopista son necesarias unas 30 000 toneladas de áridos.

## C. Caliza

Las calizas son rocas sedimentarias formadas por acumulación de caparazones de organismos calcáreos y/o por precipitación química de carbonato de calcio (calcita, aragonito, Mg-calcita y dolomita), acompañado de cantidades menores de arcillas, cuarzo, hematita, siderita, etc. (Chirif, 2009).

“Calizas” es un término usado para aquellas rocas en las cuales la fracción del carbonato está compuesta principalmente por calcita o aragonita; este es un mineral inestable y rápidamente es reemplazado por la calcita (hexagonal). Este cambio de cristalización deja vacíos por donde el agua meteórica se infiltra y crea la porosidad kárstica (secundaria).

Los minerales esenciales son: calcita, aragonito, dolomita, con un poco de ankerita y siderita. Los más abundantes son calcita y dolomita. Todos, excepto la aragonita son hexagonales, uniáxicos, negativos y con un cruceo rombohedral con alta birrefringencia y relieve variable. Como muchas calizas están compuestas de estructuras esqueléticas y residuos derivados de ellas, la composición de tales rocas es una expresión de

la composición de las conchas, las partes duras varían con la naturaleza del organismo y las condiciones bajo las cuales vive. Por ejemplo, las rocas calcáreas son más ricas en  $MgCO_3$  por los moluscos. Los caparazones de los crustáceos son fosfáticos, etc. También el contenido de magnesio disminuye con el incremento de organismos, así como de la temperatura de formación siendo más alta en aguas caliente (Vásquez, 2016).

La caliza y la dolomía constituyen un grupo de materias primas comúnmente referidas como rocas carbonatadas. Representan las materias básicas con las cuales se producen: cemento, cal, mayoría de piedra de construcción y un porcentaje significativo de piedra triturada. Las rocas carbonatadas y sus productos derivados son usados como agregados, flujos, materia prima para vidrio, refractarios, rellenos, agentes reactivos en remover azufre-óxido, abrasivos, acondicionadores de suelo y en una variedad de otras aplicaciones del mercado.

Las rocas carbonatadas forman cerca del 15 % de la corteza sedimentaria de la tierra y son ampliamente adecuadas para su explotación. Se encuentran extensamente en todos los continentes, ellas son extraídas y minadas de formaciones que van desde el Precambriano al Holoceno (Freas, Hayden & Pryor, 2006).

La caliza, químicamente pura, consiste en un 100 % de calcita y/o aragonita, los dos minerales tienen la misma fórmula química  $CaCO_3$  (56.2 % CaO, 43.8 %  $CO_2$ ). La mayoría de las calizas industrialmente usadas tienen un contenido de  $CaCO_3$  de 70-80 %, muchas con más del 90 % (Lorenz & Gwosdz, 2004).

Prácticamente, todas las calizas contienen impurezas tales como arcilla, cuarzo, dolomita, así como otros componentes numerosos (Lorenz, 1996).

### Origen de las calizas

Muchas calizas de importancia económica fueron en forma parcial o total biológicamente derivadas de agua marina y acumuladas en un ambiente marino relativamente poco

profundo. El material esquelético en las calizas habla de un origen biológico, pero incluso el material de grano fino indefinido puede derivar de la vida de organismos.

El ambiente depositacional es importante porque determina el tamaño, forma, pureza y otras características económicamente significantes del depósito de roca carbonatada. Las calizas que se forman en zonas de alta energía generalmente contienen poco material no carbonatado y, por lo tanto, puede ser la fuente de material carbonatado de alta pureza. La micrita, que se acumula en zonas de baja energía, es más probable que sea diluida por arcilla y material no carbonatado del tamaño de limo (Freas et al., 2006).

### Clasificación de las calizas

Numerosos esquemas de clasificación han emergido basados en nueva información encontrada, así las descripciones de rocas carbonatadas son ahora más explícitas y más conducentes a la interpretación genética.

Muchos aspectos de las rocas carbonatadas pueden ser usadas como la base de un esquema de clasificación; pero tal vez los más usadas son la composición y la textura. La composición puede ser pensada en términos de mineralogía, tipos de fósiles, granos o constituyentes químicos. La textura se refiere a características depositacionales y postdepositacionales tales como proporciones relativas de estructura de los granos y lodo limoso, tamaño de grano, cemento y poros (Freas et al., 2006).

Una clasificación muy práctica de pureza de la caliza se basa en el contenido de  $CaCO_3$ . También se utilizan como criterios de calidad los contenidos de MgO,  $SiO_2$  y  $Fe_2O_3$ . La evaluación de laboratorio de la caliza incluye el análisis químico y mineralógico, así como el ensayo de propiedades físicas. La evaluación se basa en las necesidades de la industria y en la disponibilidad de fichas técnicas y especificaciones (Mitchell, 2014).

La Tabla 3.1 muestra la clasificación del grado de pureza de las calizas de acuerdo con la composición química.

Tabla 3.1

Clasificación de pureza de caliza

Clasificación de pureza	CaO	CaCO <sub>3</sub>	MgO (%)	SiO <sub>2</sub> (%)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)
	(%)	(%)			
Muy alta	> 55.2	> 98.5	< 0.8	< 0.2	< 0.05
Alta	54.3 – 55.2	97.0 – 98.5	< 1.0	< 0.6	< 0.1
Media	52.4 – 54.3	93.5 – 97.0	< 3.0	< 1.0	< 1.0
Baja	47.6 – 52.4	85.0 – 93.5	> 3.0	< 2.0	> 1.0
Impura	< 47.6	< 85.0		> 2.0	

Fuente: Mitchell, 2014

El factor de conversión utilizado para la interpretación del análisis químico de rocas calcáreas, según Lorenz y Gwosdz (2004), es:  $\text{CaO} \times 1.785 = \text{CaCO}_3$ . Este factor también está de acuerdo con el United States Department of Agriculture (NRCS) y Laboratorios ACTLABS (Activation Laboratories, 2013).

La Tabla 3.2 es un intento de proporcionar una idea de los tonelajes de lo que generalmente se entiende como depósitos de caliza pequeños, medianos o grandes, de acuerdo al uso. Como regla general, las reservas de calizas para abastecer a las fábricas de cemento o de cal deben ser suficientes para cerca de 25 años de operación (Lorenz, 1996).

**Tabla 3.2**

**Clasificación de depósitos de caliza en categorías de tamaño (en millones de toneladas)**

Categoría de tamaño	Uso		
	Cemento	Cal	Relleno, químicos
Pequeño	< 10	< 1	< 0.5
Medio	Oct-50	1-Oct	0.5-5
Grande	> 50	> 10	> 5

La caliza es considerada como un producto de bajo valor, razón por la cual los depósitos deben estar ubicados cerca de las industrias consumidoras (por lo general < 50 a 100 km para cemento y para la de cal < 20-30 km). Sin embargo, las condiciones geológicas y/o económicas dan lugar a numerosas excepciones a esta regla (Lorenz, 1996).

La "roca de cemento", ideal con 77 % a 78 %  $\text{CaCO}_3$ , 14 %  $\text{SiO}_2$ , 2.5 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$  y 1.75 %  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , con <3 %  $\text{MgCO}_3$ , <0.4 %  $\text{Na}_2\text{O}$ , y 0.3 %  $\text{K}_2\text{O}$ , es raramente encontrada pero es altamente deseada (Macfadyen, 2006).

La caliza para la fabricación de cemento debe contener más del 45 % de  $\text{CaO}$  y el contenido de magnesio de la caliza debería ser idealmente inferior al 3 %, aunque la industria del cemento puede utilizar hasta 5 % de  $\text{MgO}$  (Rao, Vijayakumar, Prabhakar & Bhaskar Raju, 2011).

#### Técnicas de evaluación de las calizas

Para evaluar las propiedades de la caliza deben realizarse: análisis de la composición química por elementos mayores, composición mineralógica por difracción de rayos X, análisis petrográfico en secciones delgadas y blanca (Mitchell, 2011).

#### D. Piedra laja

La piedra laja consiste de delgadas planchas irregulares usadas para pavimentación, pasarelas y revestimiento de pared. La roca adecuada se rompe muy fácilmente en una dirección y produce lajas. Cualquier roca fisible puede ser usada, pero la arenisca (planos de estratificación) y la pizarra (superficies de clivaje) son las mejores y dominan el mercado. La piedra laja de arenisca de hasta 0,5 m<sup>2</sup> puede ser dividida a un grosor de 3 cm o menos. Planchas de laja de arenisca de 3 a 10 cm de grosor son usadas para calzadas en zonas de alto tráfico ya que deben ser resistentes a la abrasión y tener bajo relieve en la superficie de desgaste para minimizar tropiezo. Si se utiliza

en las calzadas, estas lajas delgadas deben establecerse sobre una base muy firme. Lajas más gruesas de arenisca o granito pueden ser usadas en paredes o en los bordes como freno (Austin, Barker & Lardner, 2006).

En el Perú existen varios tipos de rocas que se encuadran en esta denominación, como las areniscas, pizarras y algunas rocas volcánicas (Díaz, Carpio & Ramírez, 2015).

#### E. Sal

Sal (cloruro de sodio,  $\text{NaCl}$ ), ocurre en la naturaleza en forma sólida como sal de roca (halita) o en solución como salmuera. La sal de roca ocurre en estratos, comúnmente asociada con lodolita, variando desde unos cuantos centímetros hasta varios cientos de metros en grosor (British Geological Survey, Salt, Mineral Planning Factsheet, 2006).

El nombre mineralógico para la sal es halita y tal vez sea el único mineral en el mundo que es utilizado por prácticamente todo ser humano. El cloruro de sodio puro contiene en peso 39.34 % de sodio y 60.66 % de cloro (Feldman, 2006).

La sal tiene brillo vitreo, su coloración normalmente varía de incolora a blanca. Ocasionalmente presenta color rojo, amarillo, rosa o azul. Entre sus características conviene resaltar que es altamente diatérmica, plástica, viscosa y fluye a grandes presiones; esto la habilita como sello en fracturas y fisuras de las rocas que la circundan. Puede contener otras sustancias como: sulfato de calcio, cloruro de calcio, sulfato de magnesio, cloruro de magnesio, sulfato de sodio, bicarbonato de calcio, cloruro de potasio y bromuro de magnesio. Presenta una densidad de 2.17, puede ser transportada, su dureza es de 2.5 en escala de Mohs y ocurre en forma de cristales. Abunda en la naturaleza formando grandes masas sólidas (sal gema) o disuelta en el agua de mar (sal marina) y de algunos manantiales (México. Secretaría de Economía. Coordinación General de Minería, 2016a).

El agua de mar tiene porciones de sal, contiene un promedio (en peso) de NaCl de 2.7 % o 78 millones de toneladas métricas por kilómetro cúbico, una fuente inagotable (el agua de mar también contiene otros sólidos disueltos, la sal representa cerca del 77 % de los sólidos disueltos totales).

Principales usos de la sal:

- a) Tratamiento de aguas.
- b) Industria química.
- c) Explotación de petróleo y gas, procesado de metales, celulosa, textiles, colorantes y curtidurías.
- d) Consumo humano (carnes, pan, lácteos, harinas, otros alimentos).
- e) Control de hielo y estabilización de carreteras.
- f) Pecuario.
- g) Otros usos industriales (limpieza, sodio líquido, sodio metálico, cloruro, sosa cáustica, sulfato de sodio, carbonato de sodio, ácido clorhídrico, bicarbonato de sodio, nitrato de sodio, etc.).

#### F. Toba

Tobas son productos consolidados de diversos tamaños. Minerales secundarios como zeolitas, feldespatos, biotita, escapolita y otros, que se forman por la meteorización de la fase hialina; conducen a resistencias parcialmente notables. Tobas densas de grano muy fino pueden confundirse con arcillas. Muchas tobas se denominan según el grupo volcánico al cual pertenecen petrográficamente; por ejemplo, toba fonolítica, porfirítica, andesítica, diabásica, basáltica (Lorenz & Gwosdz, 2004).

#### Origen de las tobas volcánicas

El origen de tobas está relacionado con acontecimientos eruptivos y explosivos y desgasificaciones rápidas en conductos volcánicos, que produjeron cenizas. La estructura, el color, la porosidad y otras propiedades de las cenizas volcánicas están determinados por la intensidad de los procesos de sinterización, la cantidad de los diferentes materiales eyectados y la velocidad del enfriamiento. Como consecuencia de posibles cambios petrográficos por meteorización, se pueden aplicar solo a rocas con edades geológicas jóvenes (Cenozoico).

La formación de rocas tobáceas se origina en erupciones volcánicas explosivas. Las tobas presentan a menudo distintas pseudoestratificaciones y otras estructuras sedimentarias que son el resultado de la clasificación aérea de las partículas volcánicas durante la caída.

El uso principal de la toba es como baldosas y revestimiento de pared. La toba varía en color, predominando los pasteles. La roca está caracterizada por muchas inclusiones de grandes fragmentos de piedra pómez (hasta un 30 %) y fenocristales de hasta 50 mm de diámetro, de cuarzo, biotita, feldespato, magnetita y fragmentos de roca tal como granito o basalto. La alta porosidad de la toba hace que esta roca sea adecuada cuando el bajo peso es un factor. Además, la porosidad da a la roca una textura que es visualmente atractiva para aplicación rústica (Austin et al., 2006).

#### G. Travertinos

El travertino, que consiste en carbonato de calcio casi puro, puede también contener cuarzo detrítico y arcilla. Su color es muy claro, a menos que contenga componentes de hierro u otras impurezas que le den color.

Está formado por cristales pequeños de calcita que unen entre sí otras partículas sedimentarias. En muchos casos, el travertino se encuentra en estratos. Frecuentemente, el travertino está asociado con manantiales que provienen de fuentes profundas. Esto ocurre en muchas fuentes termales, especialmente en regiones volcánicas.

#### H. Yeso

El yeso es un sulfato de calcio dihidratado ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), se presenta en cristales tabulares exfoliables en láminas, generalmente incoloros. Tiene una dureza de 2 en la escala de Mohs y una gravedad específica de 2.32. Su color generalmente varía de blanco a blanco grisáceo; sin embargo, puede tener diversas tonalidades de amarillo, rojizo, castaño, azul grisáceo, rosa o amarillo como consecuencia de impurezas. Es suave y plástico; a altas temperaturas de calcinación pierde toda el agua.

El yeso en estado natural contiene 79.07 % de sulfato de calcio anhidro y 20.93% de agua, es incoloro o blanco en estado puro; sin embargo, generalmente presenta impurezas que le confieren variadas coloraciones, entre las que encontramos la arcilla, óxido de hierro, sílice y caliza, entre otras. Presenta lustre de vítreo a aperlado, especialmente en superficies de clivaje, sus cristales van de transparentes a translúcidos, cristaliza en el sistema monoclinico. Sus cristales delgados son flexibles pero no elásticos. Tiene muy baja conductividad térmica, por lo que se usa en paneles de yeso como un relleno aislante.

El yeso es uno de los minerales más comunes en ambientes sedimentarios. Es un mineral constituyente de rocas que producen lechos masivos, generalmente a partir de la precipitación de aguas altamente salinas (México. Secretaría de Economía. Coordinación General de Minería, 2016b).

Otras variedades del mineral que también se usan ampliamente en la actividad industrial son:

- Selenita, es la variedad incolora y transparente que se presenta con brillo o lustrosidad perla.
- Espato satinado, es un agregado de fibras compactas, tiene una apariencia muy satinada que por sus cristales fibrosos proyecta juegos de luces.
- Alabastro, es un fino material masivo granulado, es una piedra ornamental usada desde la antigüedad en finas esculturas (Perales, Gagluffi & Quiñones, 2000).

#### **Variedades comerciales:**

##### **Yeso sin calcinar**

Es un mineral constituido principalmente por sulfato de calcio dihidratado, tal como se encuentra en los yacimientos.

Actividades consumidoras: cemento, agroquímicos, pinturas, obras mineras y tratamiento del agua.

##### **Yeso calcinado**

Es el sulfato de calcio, hemihidratado, obtenido del yeso natural mediante deshidratación parcial por calentamiento.

Actividades consumidoras: construcción (productos prefabricados), cerámica, fundición, medicina (ortopedia) dental y agricultura.

El proceso productivo es el siguiente:

- a. Extracción.
- b. Trituración.
- c. Secado.
- d. Calcinación.

e. Molienda.

f. Producto.

























Para una explotación económica de una cantera de yeso es necesario que el yacimiento se halle a poca profundidad, tal que no se encarezcan los gastos de excavación.

### **3.2 UNIDADES GEOLÓGICAS FAVORABLES PARA ROCAS Y MINERALES INDUSTRIALES EN EL SECTOR MERIDIONAL DE LA REGIÓN CUSCO**

Las unidades geológicas favorables para rocas y minerales industriales en el sector meridional de la región Cusco han sido seleccionadas tomando como base los mapas geológicos de la Carta Geológica Nacional, elaborados por Ingemmet, separándolas por cada provincia, teniendo en cuenta las formaciones geológicas, que comprenden rocas sedimentarias, rocas metamórficas e ígneas intrusivas y volcánicas. Las unidades geológicas se han considerado como dominio de rocas y minerales industriales específicos ya que pueden ser delineados basados en mapas geológicos disponibles (Mathers & Scott, 2002).

Se realiza una descripción por edades geológicas con los tipos de rocas y minerales industriales que se pueden encontrar en las provincias del sector meridional de la región Cusco. Para el presente estudio, las unidades geológicas se han colocado para cada provincia. Asimismo, se describen las rocas y los minerales industriales identificados y considerados de interés económico durante los trabajos de campo.

La Figura 3.1 presenta las unidades litoestratigráficas en las cuales se encuentran las rocas y minerales industriales reconocidos e identificados en los trabajos de campo.

ERATEMA	SISTEMA	SERIE		UNIDAD LITOESTRATIGRAFICA			SUSTANCIA	SIMBOLOGIA	
CENOZOICA	CUATERNARIO	Holocena	Recientes	Depósito Aluvial		Qh-al	Áridos		
				Depósito Fluvial		Q-fl	Sal Común		
				Depósito Fluvioglacial		Q-flgl	Áridos		
				Depósitos químico - travertino		Q-qm-tr	Travertino		
		Pleistocena	Formación Santo Tomás		Qp-st	Sillar			
	NEÓGENO	Pliocena	Formación Rumicolca		NpQ-r	Piedra Laja			
			Formación Vilcarani		NQ-vi/vs,tbl,bi	Sillar			
	PALEÓGENO	Oligocena Inf.	Grupo San Jerónimo	Formación Kayra		Peo-k	Áridos		
							Yeso		
	MESOZOICA	CRETÁCEO	Superior	Turoniano	Formación Arcurquina [Kis-a]			Áridos	
Albiano Sup.				Grupo Yuncaypata		Formación Ayabacas	Kis-ayb	Yeso	
Inferior			Albiano Med.		Formación Maras		Kis-ma	Caliza	
							Áridos		
						Sal Común			
						Yeso			
				Caliza					
			Fm. Murco [Ki-mu]	Formación Huancané	Ki-hua	Yeso			
			Formación Huambutio	JsKi-hm	Árido				
JURÁSICO		Superior					Yeso		
TRIÁSICO		Inferior		Grupo Mitu [PET-m]	Formación Pachatusan	Ti-p	Yeso		
PALEOZOICA		PERMIANO	Guadalupiana				PET-m	Árido	
			Cirsuraliana		Grupo Copacabana		PEc-c	Yeso	
	DEVONIANO			Grupo Cabanillas		D-c	Yeso		
							Arcilla Común		

Fuente: Mapas geológicos de los cuadrángulos del Ingemmet 1:100 000 y 1:50 000

Figura 3.1 Columna estratigráfica con RMI identificadas en la región Cusco



### 3.3 UNIDADES GEOLÓGICAS FAVORABLES EN LA PROVINCIA DE ACOMAYO

La provincia de Acomayo está enmarcada en las siguientes edades geológicas y unidades litoestratigráficas (Mapa 3.1).

#### Mesozoico

Grupo Yuncaypata (Cretácico inferior-superior): Comprende las formaciones Maras y Ayabacas.

Cretácico inferior. Formación Maras (Kis-ma), está compuesta básicamente por mezclas de yesos, lutitas rojas, más escasamente de lutitas verdes y algunos niveles de calizas de espesores delgados (3 a 7 m) o calizas más gruesas que en realidad corresponden a las calizas deslizadas de la Formación Ayabacas. Las lutitas parecen ser de origen lacustre, los yesos de sabkha y las calizas marinas de muy poca profundidad. En la mayoría de los casos, las relaciones de contacto indican su emplazamiento por efectos de diapirismo o tectónico, como se aprecia en las fallas en el límite Altiplano-Cordillera Oriental, o en Occopata, donde corta el anticlinal del mismo nombre. Sin embargo, gran parte de estos afloramientos son originalmente olistolitos de la Formación Ayabacas, que se deslizaron durante la sedimentación y han involucrado su substrato de lutitas y yesos, tal como se puede apreciar en el cuadrante II en los alrededores de la laguna Huacocha (Carlotto et al., 2011).

La Formación Maras aflora de acuerdo con su dimensión en los distritos de Sangarará, Acomayo, Acos y Pomacanchi.

Cretácico inferior-superior. Formación Ayabacas (Kis-ayb), está compuesta por calizas que se hallan frecuentemente dolomitizadas; sin embargo, se ha podido reconocer facies margosas gris oscuras, facies mudstone bioturbadas o no, facies wackestone-packstone más o menos bioclásticas y menos frecuentemente facies grainstone con oolitos de bioclastos o granos de cuarzo. Algunas facies aparecen con figuras de emersión (disolución), con aspecto de brechas y figuras de estructuras de tipo slump. El análisis de facies ha permitido determinar que las Calizas Ayabacas se han formado en una plataforma carbonatada poco profunda. Los medios varían de infratidal a intertidal y hasta supratidal. La sedimentación ha sido controlada por las variaciones eustáticas del mar. La repartición de facies y las discontinuidades sedimentarias permitieron definir cuatro secuencias transgresivas-regresivas que pueden correlacionarse con secuencias equivalentes bien datadas de la cuenca occidental sur peruana, donde son conocidas como Formación Ferrobamba o Arcurquina (Carlotto et al., 2011).

La Formación Ayabacas aflora solamente en los distritos de Acomayo, Sangarará y Acos; en orden de sus dimensiones.

Cretácico inferior-superior. Formación Arcurquina (Kis-a), consiste de calizas gris oscuras micríticas y bioclásticas con dolomías, margas y algunos horizontes de lutitas. Están ampliamente expuestas en gran parte del distrito de Mosoc Llacta y en menor proporción en el distrito de Acopia.

#### Cenozoico

Cuaternario Holoceno. Depósitos de travertinos, que son acumulaciones de travertinos asociados a fuentes hidrotermales y fallamiento. Afloran en los distritos de Mosoc Llacta y Acopia.

#### 3.3.1 Rocas y minerales industriales identificados en la provincia de Acomayo

En la provincia de Acomayo hay escasas posibilidades económicas de desarrollar rocas y minerales industriales ya que solamente presenta afloramientos de algunos pequeños cuerpos de yeso muy caóticos mezclados con lutitas, así como escasos cuerpos de calizas. En esta provincia se han identificado dos canteras de áridos, dos ocurrencias de calizas y una de yeso: todos con fácil acceso.

Las unidades estratigráficas de las rocas y minerales industriales identificadas pertenecen a la Formación Maras (yeso y calizas) y depósitos glaciofluviales y aluviales (áridos).

La provincia de Acomayo cuenta con tres concesiones o derechos mineros no metálicos, de acuerdo con la información disponible en el Ingemmet, siendo estas las siguientes:

- Yeso Andina en el distrito de Acomayo.
- Acopia N° 1 y Qochapata en el distrito de Mosoc Llacta.

#### Descripción de canteras de áridos

##### Piedra triturada

##### Áridos Acopia

La cantera de áridos Acopia se encuentra en el distrito de Acopia, provincia de Acomayo, a 7.7 km al suroeste de Mosoc Llacta con dirección hacia la localidad de Acopia, accesible por medio de carretera asfaltada. Sus coordenadas UTM son: 8441520 N y 231640 E, con una altitud de 3826 m s.n.m.

El depósito consiste de calizas muy fracturadas de la Formación Arcurquina (Kis-ar) que se explotan de manera semimecanizada utilizando una chancadora para la trituración del material en diferentes tamaños y una faja transportadora para ubicar en diferentes lugares la roca triturada de diversas dimensiones (Fotografía 3.1).

El material explotado y seleccionado es utilizado en obras civiles, principalmente para construcción de carreteras.

### Áridos Acos

La cantera de áridos Acos se localiza en el distrito de Acos, provincia de Acomayo, a 9.3 km al este de la localidad de Acos, accediéndose por trocha carrozable. Sus coordenadas UTM son: 8456816 N y 206432 E, con una altitud de 3042 m s.n.m.

Se trata de un depósito fluvial constituido mayormente por gravas y en menor proporción por arenas gravosas que se ubican en las riberas del río Acomayo (Fotografía 3.2).

El material explotado de forma semimecanizada, y seleccionado en diferentes tamaños, es usado en construcción.



**Fotografía 3.1** Áridos Acomayo, vista mirando al SO



**Fotografía 3.2** Áridos Acos, vista mirando al sur

### Descripción de ocurrencias de caliza

#### Ccayropata

Se encuentra ubicada a 22.6 km al noroeste de Acomayo, en el distrito de Acos y provincia de Acomayo. Es accesible partiendo desde la localidad de Acomayo por una carretera asfaltada. Sus coordenadas UTM son: 8464646 N y 202841 E, a 4037 m s.n.m. En el área y muy cerca a la carretera afloran cuerpos de calizas micríticas de forma irregular de la Formación Maras (Kis-ma) de color gris oscuro con venillas submilimétricas de calcita, las que se rompen fácilmente al golpe de la picota. Se observan algunos lentes parduzcos por presencia de limonita y la roca tiene fractura tipo concooidal.

A pesar de ser cuerpos de caliza, el fácil acceso hace apropiada su extracción a muy pequeña escala para la fabricación de cal.

La ocurrencia tiene un frente aproximado de 100 m de grosor y de 100 m de longitud (Fotografía 3.4).

Se recolectó una muestra (28-s-II-RNM-026) para realizar un estudio petrográfico para determinar sus características y clasificación de las calizas de la Formación Maras (Fotografía 3.3).

#### Descripción microscópica de la caliza de Ccayropata

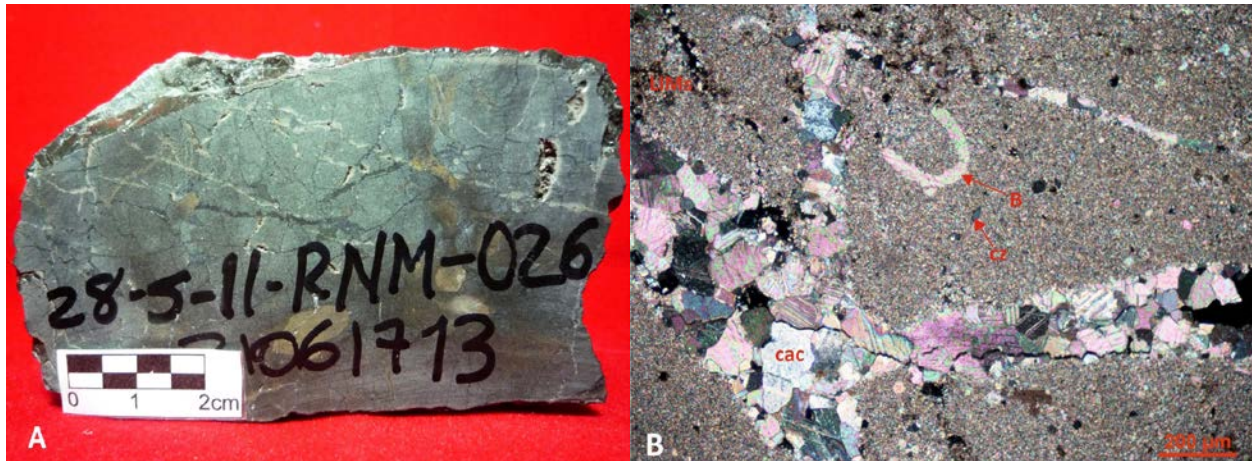
Minerales principales: micrita (70.12 %), dol (18.00 %).

Minerales accesorios: cac (4.0 %), cac-v (3.0 %), B (3.0 %).

Minerales traza: esparita. Cz, Ops, LIMs.

**Clasificación:** Caliza micrita (*Folk*).

Mudstone (*Dunham*) dolomítica.



**Fotografía 3.3** (A) Muestra de mano caliza Ccayropata. (B) Fotomicrografía en luz transmitida y nicoles cruzados: se destaca bioclasto con forma de "U" inmerso en micrita. Obsérvese también el tamaño de grano mayor de la calcita en venillas comparada con la micrita.

El depósito de caliza puede servir para uso local en la fabricación de cal y aplicarla en silos de los pobladores rurales.

Recursos estimados: 1 350 000 TM.

#### Chosecani

Se localiza a 300 m de la Plaza de Armas del centro poblado Chosecani, en el distrito de Pomacanchi y provincia de Acomayo. Es accesible por trocha carrozable. Sus coordenadas UTM son: 8452746 N y 219315 E, a 3738 m s.n.m.

Son calizas mudstone afloran en un cuerpo de forma irregular de la Formación Maras (Kis-ma) de color gris oscuro; tiene un frente aproximado de 30 m de grosor y de 50 m de longitud (Fotografía 3.5).

No se pudo recolectar muestras para realizar análisis ni estudio petrográfico como se tenía programado ya que los comuneros manifestaron su oposición a cualquier actividad dentro de la comunidad de Chosecani. Las calizas lo extraen los mismos comuneros para la fabricación de cal a pequeña escala.

Recursos estimados: 202 500 TM.





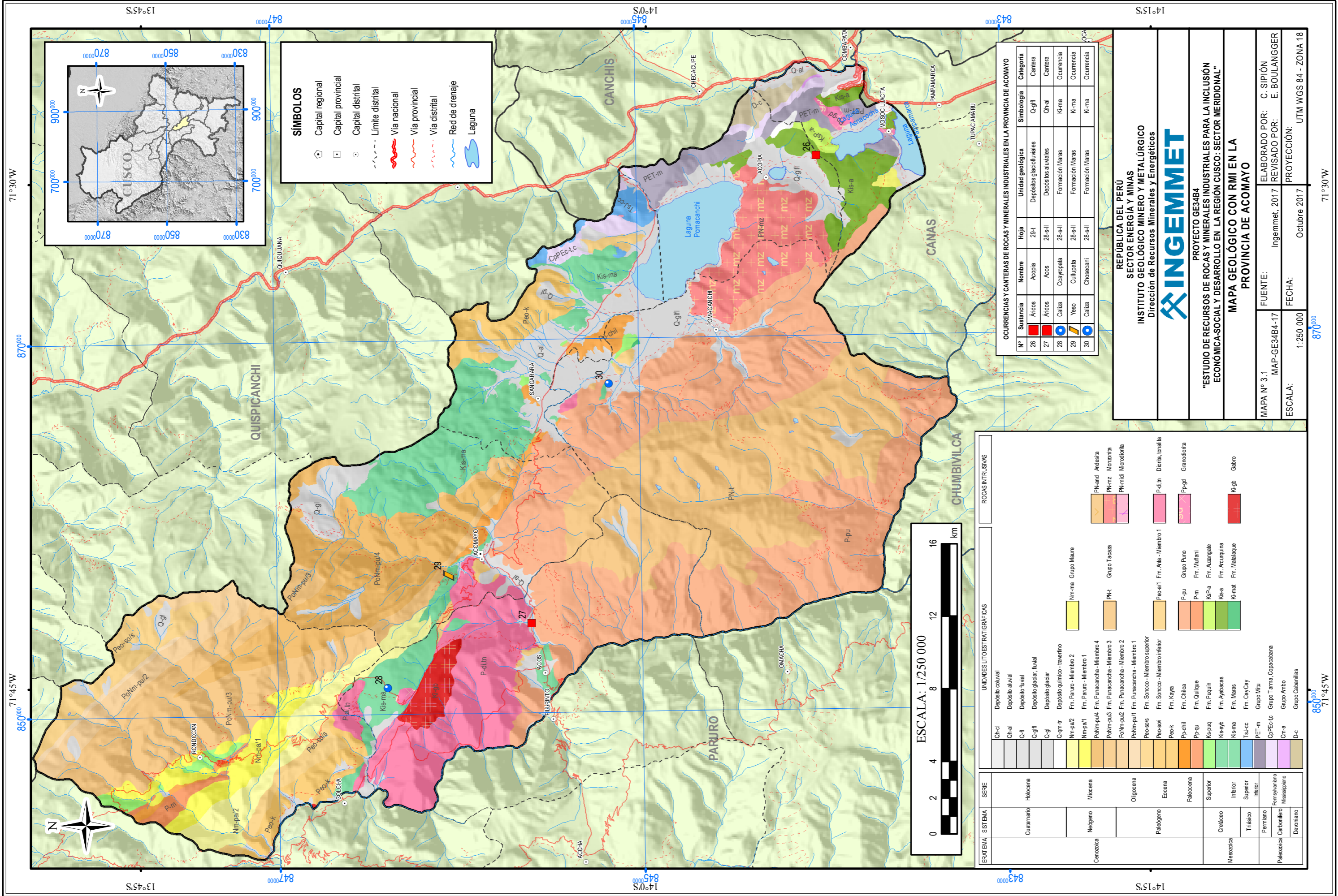
**Fotografía 3.4** Calizas Ccayropata, vista mirando al sur



**Fotografía 3.5** Calizas Chosecani, vista mirando al SE





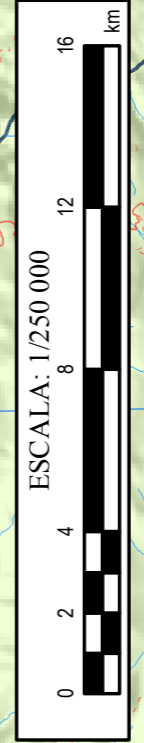


**SÍMBOLOS**

- Capital regional
- Capital provincial
- Capital distrital
- Limite distrital
- Via nacional
- Via provincial
- Via distrital
- Red de drenaje
- Laguna

**OCURRENCIAS Y CANTERAS DE ROCAS Y MINERALES INDUSTRIALES EN LA PROVINCIA DE ACOMAYO**

N°	Sustancia	Nombre	Hoja	Unidad geológica	Simbología	Categoría
26	Áridos	Acopia	29-t	Depósitos glacioluviales	Q-gli	Cámara
27	Áridos	Acos	28-s-ii	Depósitos aluviales	Qh-al	Cámara
28	Caliza	Cayapala	28-s-ii	Formación Maras	Ki-ma	Ocurrencia
29	Yeso	Cullipala	28-s-ii	Formación Maras	Ki-ma	Ocurrencia
30	Caliza	Chosecani	28-s-ii	Formación Maras	Ki-ma	Ocurrencia



ERATEMA	SISTEMA	SERIE	UNIDADES LITOSTRATIGRÁFICAS	ROCAS INTRUSIVAS		
Cuaternario	Holocena	Qh-cl	Depósito coluvial			
		Qh-al	Depósito aluvial			
Cenozoico	Neógeno	Q-gli	Depósito fluvial			
		Q-gli	Depósito glacial, fluvial			
		Q-gi	Depósito glacial			
		Q-gm-tr	Depósito químicico - laealtrfo			
		Nm-pa2	Fm. Paruro - Miembro 2	Nm-ma Grupo Maure		
		Nm-pa1	Fm. Paruro - Miembro 1			
		PoNm-pu4	Fm. Punacancha - Miembro 4	PN-h Grupo Tacaza		
		PoNm-pu3	Fm. Punacancha - Miembro 3			
		PoNm-pu2	Fm. Punacancha - Miembro 2			
		PoNm-pu1	Fm. Punacancha - Miembro 1			
		Peo-sol3	Fm. Songo - Miembro superior	Peo-e11 Fm. Anta - Miembro 1		
		Peo-sol1	Fm. Songo - Miembro inferior			
Mesozoico	Cretáceo	Peo-k	Fm. Kayra	Po-lth Doria, tonallia		
		Pp-chili	Fm. Chilca	Pp-gd Granodionta		
		Pp-qu	Fm. Quilque			
		Ks-puq	Fm. Puquín			
		Ks-afb	Fm. Ayabacas			
		Ks-ma	Fm. Maras			
		Ts-j-co	Fm. CayCay			
		PET-m	Grupo Mllu			
		CpPEc-lc	Grupo Tarma, Copacabana			
		Paleozoico	Carbonífero	Cm-a	Grupo Anbo	Ki-gb Gabro
				D-c	Grupo Calanillas	

REPUBLICA DEL PERÚ  
 SECTOR ENERGÍA Y MINAS  
 INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO  
 Dirección de Recursos Minerales y Energéticos

**INGEMMET**

PROYECTO GE34B4  
 "ESTUDIO DE RECURSOS DE ROCAS Y MINERALES INDUSTRIALES PARA LA INCLUSIÓN ECONÓMICA-SOCIAL Y DESARROLLO EN LA REGIÓN CUSCO: SECTOR MERIDIONAL"

MAPA GEOLÓGICO CON RMI EN LA  
 PROVINCIA DE ACOMAYO

MAPA N° 3.1  
 MAP-GE34B4-17  
 ESCALA: 1:250 000

FUENTE: Ingemmet, 2017  
 FECHA: Octubre 2017

ELABORADO POR: C. SÍPIÓN  
 REVISADO POR: E. BOULANGGER  
 PROYECCIÓN: UTM WGS 84 - ZONA 18



### 3.4 UNIDADES GEOLÓGICAS FAVORABLES EN LA PROVINCIA DE ANTA

La provincia de Anta se encuentra dentro de las siguientes edades geológicas y unidades litoestratigráficas (Mapa 3.2).

Mesozoico

Cretácico inferior-superior

Formación Arcurquina:

a) Formación Arcurquina, miembro inferior (kis-a/i), secuencia que destaca por sus estratos de caliza micrita con grosores hasta de 2 m.

b) Formación Arcurquina, miembro medio (kis-a/m), es una intercalación de estratos delgados de caliza micrita con niveles esporádicos de dolomía.

Las calizas del miembro inferior y medio de la Formación Arcurquina afloran en la parte sureste del distrito de Limatambo; mientras que en la parte noroeste del distrito de Chinchaypujio solamente afloran calizas del miembro medio.

La Formación Arcurquina es de origen marino y fue depositada en ambiente marino abierto y relativamente somero en el cual existieron las condiciones favorables para el desarrollo de abundante vida bentónica y, al mismo tiempo, condiciones de intensa agitación y actividad que dieron lugar a la trituración y desmenuzamiento de detritus calcáreo formador de las calizas (Galdos & Carrasco, 2002).

Formación Maras (Kis-ma), litológicamente está compuesta por una mezcla caótica de yesos, intercalados con pelitas y

areniscas de grano fino, rojas y verdes; además de calizas grises y negras en bancos medianos que se hacen más frecuentes hacia el techo.

La Formación Maras aflora en gran proporción en los distritos de Huarcocondo, Mollepata y Cachimayo; en menor proporción aflora en los distritos de Limatambo, Ancahuasi, Anta y Pucyura.

#### 3.4.1 Rocas y minerales industriales identificados en la provincia de Anta

En la provincia de Anta se extraen rocas y minerales industriales a pequeña escala. Las sustancias aprovechadas son el yeso en cuerpos pequeños caóticos y la sal, ambas correspondientes a la Formación Maras (Kis-ma).

La sal se extrae de manera intermitente en el distrito de Limatambo y se utiliza para alimentación del ganado.

De acuerdo con la data del Ingemmet, existen 67 concesiones o derechos mineros no metálicos en la provincia de Anta.

##### Descripción de canteras de yeso

El yeso se presenta de manera caótica y disperso en pequeños cuerpos muy irregulares, los que se pueden aprovechar en el ámbito local y regional para el estucado de paredes, tal como se usa por ahora, y también como fertilizante en el agro para beneficio de los pobladores y agricultores locales.

Se reportan dos canteras de yeso (Tabla 3.3) tipo sacaroide y cristalizado de color gris blanquecino, ambas ubicadas muy cerca de la carretera, con diámetros aproximados de los cuerpos de 2 a 5 m. El yeso es de características similares, tanto en la cantera Samuel Gabino III como en la de Cimatauca.

Tabla 3.3

Canteras de yeso en provincia de Anta

N°	Cantera	Distrito	Hoja		Coordenadas UTM	
					Norte	Este
1	Samuel Gabino III	Huarcocondo	Urubamba	27-r	8521345	799049
2	Cimatauca	Cachimayo	Urubamba	27-r	8510476	818056

El yeso de Samuel Gabino III se ubica 20 km de la localidad de Ollantaytambo y el de Cimatauca (Fotografía 3.6), a 13 km del distrito de Chinchero y corresponden a la Formación Maras (Kis-ma). En ambas canteras la explotación es a pequeña escala y de manera artesanal.

Se recolectaron muestras de yeso de las dos canteras para realizar análisis químicos (ICP-OES) y mineralógicos (DRX) para determinar la calidad de estos. Los resultados del análisis químico se presentan en la Tabla 3.4.



Tabla 3.4

## Análisis químicos de yesos de la provincia de Anta

Cantera	Código	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	MnO	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	SO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> O (180°C)
		%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Samuel Gabino III	27-r-RNM-039	0.12	32.4	0.08	<0.01	0.11	<0.01	<0.02	<0.01	<0.01	<0.01	46.2	20.21
Cimatauca	27-r-RNM-043	<0.01	32.34	0.03	<0.01	0.07	<0.01	<0.02	<0.01	<0.01	<0.01	46.35	20.63

De acuerdo con los resultados del análisis químico y aplicando el factor de conversión  $SO_3 \times 2.146 = CaSO_4 \cdot 2H_2O$ , para la interpretación de yesos (Lorenz y Gwosdz, 2004), se concluye que las purezas son las siguientes:

Samuel Gabino III:  $46.20 \times 2.146 = 99.14\%$   $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ .

Cimatauca:  $46.35 \times 2.146 = 99.47\%$   $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ .

Asimismo, el análisis mineralógico por DRX reportan los siguientes resultados:

Samuel Gabino III: yeso: 100.00 %.

Cimatauca: yeso: 100.00 %.

Los posibles usos del yeso de ambas canteras, según Díaz y Ramírez (2009), son los siguientes:

- Construcción, por ejemplo yeso cartonado con >70 % de  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ .

- Industria cerámica como moldes y modelos para vajillas, utensilios sanitarios, entre otros con >95 % de  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ .
- Industria química cuyo valor de  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$  debe ser >95 %.
- Productos farmacéuticos como cosméticos con  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$  >96 %.
- Industria de prefabricados para construcción, como cartón enyesado para revestir casas y tablas de fibra prensada para paredes con >85 % de  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ .
- Industria agrícola con  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$  >85 %.
- Fundición de metales con  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$  >95 %.
- Industria de alimentos con  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$  >97 %.

Los recursos estimados de yeso para cada cantera son los siguientes:

Samuel Gabino III: 1200 TM.

Cimatauca: 1200 TM.



Fotografía 3.6 Cantera de yeso Cimatauca, vista mirando al SE

### Descripción de cantera de sal común

#### Mamipaviad

Se ubica a 11 km al suroeste de la localidad de Limatambo, distrito del mismo nombre, provincia de Anta. Sus coordenadas UTM son: 8504848 N y 769944 E, a 2282 m s.n.m.

Es una cantera explotada a pequeña escala por temporadas; está dentro de material limoso de la Formación Maras (Kisma). La sal se encuentra con el material limoso en mantos subhorizontales, la producción se destina para el consumo animal sin tratamiento alguno, específicamente de ganado (Fotografía 3.7).

Para el consumo humano, la sal tiene que pasar por un proceso de purificación ya que si se utilizara pura puede representar un problema para la salud de las personas; además, una purificación resultaría antieconómica para los extractores. Por ello, se recomienda que sea utilizada solamente para consumo de los animales. Presenta un grosor de 5 m y 80 m de longitud.

La pequeña cantera de sal común de Mamipaviad está dentro del derecho minero no metálico titulado y vigente Mamipaviad de 51 ha de extensión, cuyo titular es la empresa Arvores Para o Planeta Perú Importaciones y Exportaciones S.R.L.

Se analizó químicamente (ICP-OES) una muestra que reportó los valores de la Tabla 3.5.

Tabla 3.5

#### Análisis químicos de la sal común de Mamipaviad

Código	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	MnO	Na	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Cl	H <sub>2</sub> O (105°C)
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
28-q-I-RNM-044	4.3	0.84	1.57	1.19	2.32	<0.01	27.71	0.09	14.12	0.26	42.38	0.52

Se trata de sal común (halita) de acuerdo con los porcentajes de Cl y Na, pero con alto contenido de SiO<sub>2</sub> que también se aprecia en el análisis mineralógico.

El análisis mineralógico por DRX reporta los valores de la Tabla 3.6.

Tabla 3.6

#### Análisis mineralógico de la sal común de Mamipaviad

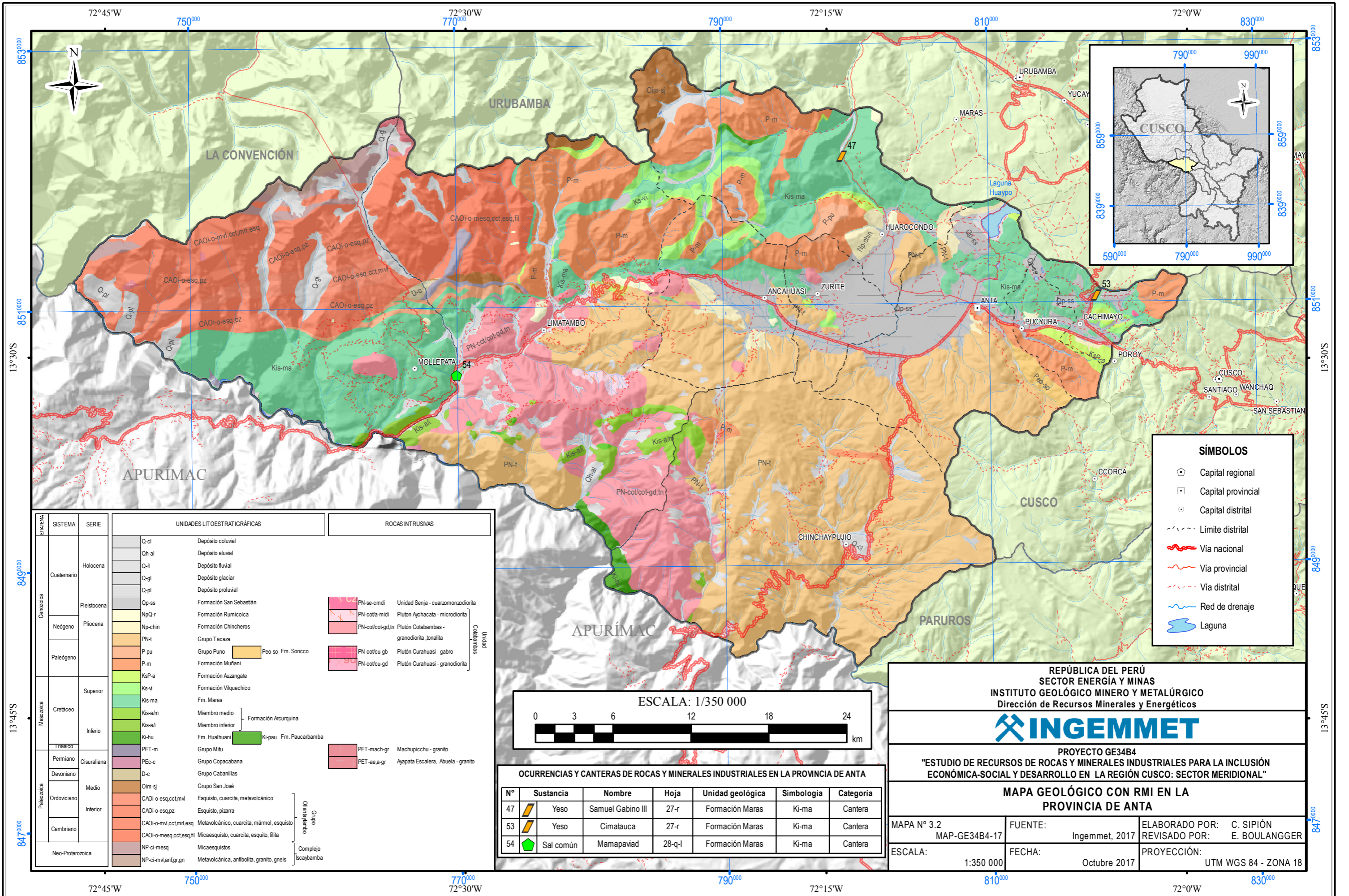
Código de muestra: 28-q-I-RNM-044			
N°	Mineral	Fórmula	%
1	Halita	NaCl	81.3
2	Cuarzo	SiO <sub>2</sub>	7.81
3	Anhidrita	CaSO <sub>4</sub>	4.32
4	Clorita	(Mg <sub>5</sub> Al)(Si,Al) <sub>2</sub> O <sub>10</sub> (OH) <sub>8</sub>	2.78
5	Magnesita	MgCO <sub>3</sub>	1.27
6	Hematita	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.17
7	Calcita	CaCO <sub>3</sub>	0.46
8	Muscovita	(K,Na)(Al,Mg, Fe) <sub>2</sub> (Si <sub>3,1</sub> Al <sub>0,9</sub> )(OH) <sub>4</sub>	0.46
9	Witherita	BaCO <sub>3</sub>	0.43

Recursos estimados: 17 500 TM.

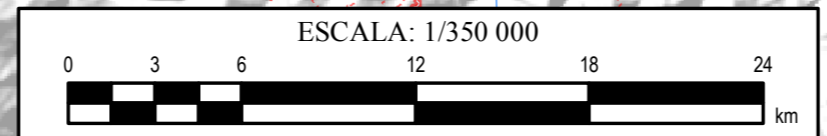


**Fotografía 3.7** Cantera de sal Mamipaviad





ERA	SISTEMA	SERIE	UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS	ROCAS INTRUSIVAS	
Cenozoica	Cuaternario	Holocena	Q-cl Depósito coluvial		
			Qh-al Depósito aluvial		
			Q-fl Depósito fluvial		
			Q-gl Depósito glaciar		
			Q-pl Depósito proluvial		
	Pleistocena		Qp-ss Formación San Sebastián	PN-se-cmdi Unidad Senja - cuarzonandiorita	
			NpQ-r Formación Runcicolca	PN-cot/a-midi Pluton Aychacata - microdiorita	
		Neógeno	Pliocena	Np-chin Formación Chincheros	PN-cot/cot-gd.tn Plutón Cotabambas - granodiorita, tonalita
				PN-t Grupo Tacaza	
		Paleógeno		P-pe Grupo Puno	Peo-so Fm. Soncco
	P-m Formación Muñani		PN-cot/cu-gb Plutón Curahuasi - gabro		
	KsP-a Formación Auzangate		PN-cot/cu-gd Plutón Curahuasi - granodiorita		
Superior			Ks-vi Formación Vilquechico		
			Kis-ma Fm. Maras		
Mesozoica	Cretáceo		Kis-alti Miembro medio	Formación Arcuquina	
			Kis-alti Miembro inferior		
	Inferio		Ki-hu Fm. Hualhuani		Ki-pau Fm. Paucarbamba
		Triásico		PET-m Grupo Mitu	PET-mach-gr Machupicchu - granito
				PET-c Grupo Copacabana	PET-ae-a-gr Ayapata Escalera, Abuela - granito
Paleozoica	Permiano	Cisuraliana	D-c Grupo Cabanillas		
			Oim-sj Grupo San José		
	Devoniano		CAOI-o-esq.cct.mvl Esquistos, cuarcita, metavolcánico	Grupo Ollantaytambo	
			CAOI-o-esq.pz Esquistos, pizarra		
			CAOI-o-mvl.cct.mrf.esq Metavolcánico, cuarcita, mármol, esquistos		
Ordoviciano		CAOI-o-mesq.cct.esq.fil Micaesquistos, cuarcita, esquistos, filita	Complejo Iscayamba		
		NP-ci-mesq Micaesquistos			
Cambriano		NP-ci-mvl.anf.grn Metavolcánica, anfrolita, granito, gneis			
	Neo-Proterozoica				



OCURRENCIAS Y CANTERAS DE ROCAS Y MINERALES INDUSTRIALES EN LA PROVINCIA DE ANTA

N°	Sustancia	Nombre	Hoja	Unidad geológica	Simbología	Categoría
47	Yeso	Samuel Gabino III	27-r	Formación Maras	Ki-ma	Cantera
53	Yeso	Cimatauca	27-r	Formación Maras	Ki-ma	Cantera
54	Sal común	Mamapavád	28-q-l	Formación Maras	Ki-ma	Cantera

**SÍMBOLOS**

- Capital regional
- Capital provincial
- Capital distrital
- Límite distrital
- Vía nacional
- Vía provincial
- Vía distrital
- Red de drenaje
- Laguna

REPÚBLICA DEL PERÚ  
SECTOR ENERGÍA Y MINAS  
INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO  
Dirección de Recursos Minerales y Energéticos

**INGEMMET**

PROYECTO GE34B4  
"ESTUDIO DE RECURSOS DE ROCAS Y MINERALES INDUSTRIALES PARA LA INCLUSIÓN ECONÓMICA-SOCIAL Y DESARROLLO EN LA REGIÓN CUSCO: SECTOR MERIDIONAL"

**MAPA GEOLÓGICO CON RMI EN LA PROVINCIA DE ANTA**

MAPA N° 3.2 MAP-GE34B4-17	FUENTE: Ingemmet, 2017	ELABORADO POR: C. SIPIÓN REVISADO POR: E. BOULANGGER
ESCALA: 1:350 000	FECHA: Octubre 2017	PROYECCIÓN: UTM WGS 84 - ZONA 18





### 3.5 UNIDADES GEOLÓGICAS FAVORABLES EN LA PROVINCIA DE CALCA

La provincia de Calca se enmarca dentro de las siguientes edades geológicas y unidades litoestratigráficas (Mapa 3.3).

#### Paleozoico

Pérmico inferior. Grupo Copacabana (PEc-c), compuesto principalmente por calizas y lutitas marinas. Las calizas son de varios tipos, de grano fino, oolíticas o nodulosas de color gris blanquecino a negro. Las lutitas son negras y carbonosas y contienen restos de plantas.

El Grupo Copacabana aflora solamente en el distrito de San Salvador.

#### Mesozoico

Cretácico inferior-superior. Formación Maras (Kis-ma), sus afloramientos corresponden a inyecciones dómicas de evaporitas; que engloban limoarcillitas, areniscas y calizas caóticas de las formaciones Paucarbamba y Ayabacas.

Los afloramientos son de considerable distribución en los distritos de Coya y Lamay.

Cretácico inferior-superior. Formación Ayabacas (Kis-ayb), esta unidad también es llamada calizas Yuncaypata. Litológicamente está formada por calizas replegadas ampliamente desarrolladas; en otros sectores se presentan caóticamente en forma restringida. Las calizas corresponden a calizas dolomíticas y calizas bioclásticas. Es frecuente observar intercalaciones de limoarcillitas rojas y calacarenitas.

Las calizas Ayabacas se presentan en el distrito de Coya, con dimensiones pequeñas en varios lugares.

#### 3.5.1 Rocas y minerales industriales identificados en la provincia de Calca

La provincia de Calca desarrolla una mínima actividad en rocas y minerales industriales. Las sustancias aprovechables son el

yeso a pequeña escala ya que se presenta en diminutos cuerpos irregulares y los áridos presentes en algunos cursos de ríos. Se han identificado dos zonas para aprovechar los yesos, los que se encuentran en relieve relativamente moderado y son de fácil acceso.

Las unidades estratigráficas de calizas y yeso son el Grupo Copacabana (PEc-c) y en menor extensión la Formación Ayabacas. La Formación Maras también alberga cuerpos pequeños de yesos caóticos e irregulares. Los áridos corresponden a material Cuaternario (Qh-al).

Según la data del Ingemmet, existen diez concesiones o derechos mineros no metálicos en la provincia de Calca.

#### Descripción de canteras de yeso

##### Morro Blanco

Es una cantera de yeso localizada 45 km al noroeste de la ciudad de Urcos con dirección a Pisac, distrito de San Salvador y provincia de Calca; está al lado de la carretera asfaltada. Las coordenadas UTM del punto central son 8510296 N y 194283 E, a una altura de 2998 m s.n.m.

Es un pequeño depósito con cuerpos de yeso de tipo sacaroides de color gris blanquecino y que es explotado esporádicamente de forma artesanal y comercializado para ser utilizado como estuco para viviendas.

El depósito se encuentra en calizas del Grupo Copacabana (PEc-c); se observa un frente de explotación de 20 m de grosor y de 50 m de longitud (Fotografía 3.8).

Se recolectó una muestra de yeso tipo rock chip de la cantera para realizar los análisis químicos (ICP-OES) (Tabla 3.7) y mineralógico (DRX) con la finalidad de determinar la calidad del yeso.

Tabla 3.7

Análisis químicos del yeso Morro Blanco

Código	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	MnO	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	SO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> O (180°C)
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
27-s-RNM-036	0.06	32.56	0.07	<0.01	2.52	<0.01	<0.02	0.04	<0.01	<0.01	46.07	18.53

Con los resultados obtenidos del análisis químico, y aplicando el factor de conversión  $\text{SO}_3 \times 2.146 = \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  para la interpretación de yesos (Lorenz & Gwosdz, 2004), se puede interpretar que la pureza en la muestra de Morro Blanco es de 98.87 %.

El análisis mineralógico por DRX da como resultado: yeso ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) al 100 %.

La cantera de yeso Morro Blanco se encuentra dentro de la concesión o derecho minero no metálico vigente Morro Blanco Tercero; pertenece a Mariano Visitación Mayta Farfán, de 44.03 ha de extensión.

Recursos estimados: 70 000 TM.

Pincullunca

Es una cantera de yeso ubicada cerca al centro poblado Ccaccacollo, 27 km al suroeste de la ciudad de Pisac, distrito de San Salvador y provincia de Calca. Sus coordenadas UTM del punto central son 8511021 N y 187288 E, a una altura de 3678 m s.n.m.

Es un depósito de tamaño pequeño de yeso tipo sacaroide de color gris blanquecino, con textura terrosa y muy suave de partir; presenta mayor dureza en ciertas zonas. Se encuentra estratificado con rumbo N70°O y buzamiento 28°NE, con intercalación de material limoso color beige con ligero plegamiento.

En el lugar hay tres hornos y un molino un poco deteriorados, pero la explotación se encuentra paralizada; esta es de forma artesanal y la producción se comercializa para material de construcción en estuco de viviendas (comunicación oral de poblador).

El depósito está ubicado en las calizas de la Formación Ayabacas (Kis-ayb); tiene un frente de explotación de 20 m de grosor y de 50 m de longitud (Fotografía 3.9).

Se recolectó una muestra de yeso tipo rock chip de la cantera para realizar análisis químicos (ICP-OES) (Tabla 3.8) y mineralógico (DRX) (Tabla 3.9) a fin de determinar la calidad del yeso.

**Tabla 3.8**

**Análisis químicos del yeso Pincullunca**

Código	$\text{Al}_2\text{O}_3$	CaO	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{K}_2\text{O}$	MgO	MnO	$\text{Na}_2\text{O}$	$\text{P}_2\text{O}_5$	$\text{SiO}_2$	$\text{TiO}_2$	$\text{SO}_3$	$\text{H}_2\text{O (180°C)}$
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
27-s-RNM-037	0.05	32.26	0.06	<0.01	0.02	<0.01	<0.02	<0.01	<0.01	<0.01	47.05	20.06

Con los resultados obtenidos del análisis químico, y aplicando el factor de conversión  $\text{SO}_3 \times 2.146 = \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  para la interpretación de yesos (Lorenz & Gwosdz, 2004), se puede

interpretar que la pureza en la muestra de Pincullunca es de 100.00 %.

**Tabla 3.9**

**Análisis mineralógico del yeso de Pincullunca**

Código de muestra: 27-s-RNM-037			
N°	Mineral	Fórmula	%
1	Yeso	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	90.14
2	Anhidrita	$\text{CaSO}_4$	8.74
3	Vaterita	$\text{CaCO}_3$	0.7
4	Cuarzo	$\text{SiO}_2$	0.42

Recursos estimados: 70 000 TM.

Los posibles usos de los yesos de Morro Blanco y Pincullunca, según Díaz & Ramírez (2009), son los siguientes:

- Construcción, por ejemplo yeso cartonado con >70 % de  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .
- Industria cerámica como moldes y modelos para vajillas, utensilios sanitarios, entre otros con >95 % de  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .
- Industria química cuyo valor de  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  debe ser >95 %.
- Productos farmacéuticos como cosméticos con  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  >96 %.
- Industria de prefabricados para la construcción como cartón enyesado y revestir casas, tablas de fibra prensada para paredes con >85 % de  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .
- Industria agrícola con  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  >85 %.
- Fundición de metales con  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  >95 %.
- Industria de alimentos con  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  >97 %.



Fotografía 3.8 Cantera de yeso Morro Blanco, vista mirando al NO



Fotografía 3.9 Cantera de yeso Pincullunca, vista mirando al NE



**Descripción de cantera de áridos****Macay**

La cantera de áridos Macay se encuentra en el distrito de Coya, provincia de Calca, a 12 km de Pisac, accediendo por carretera

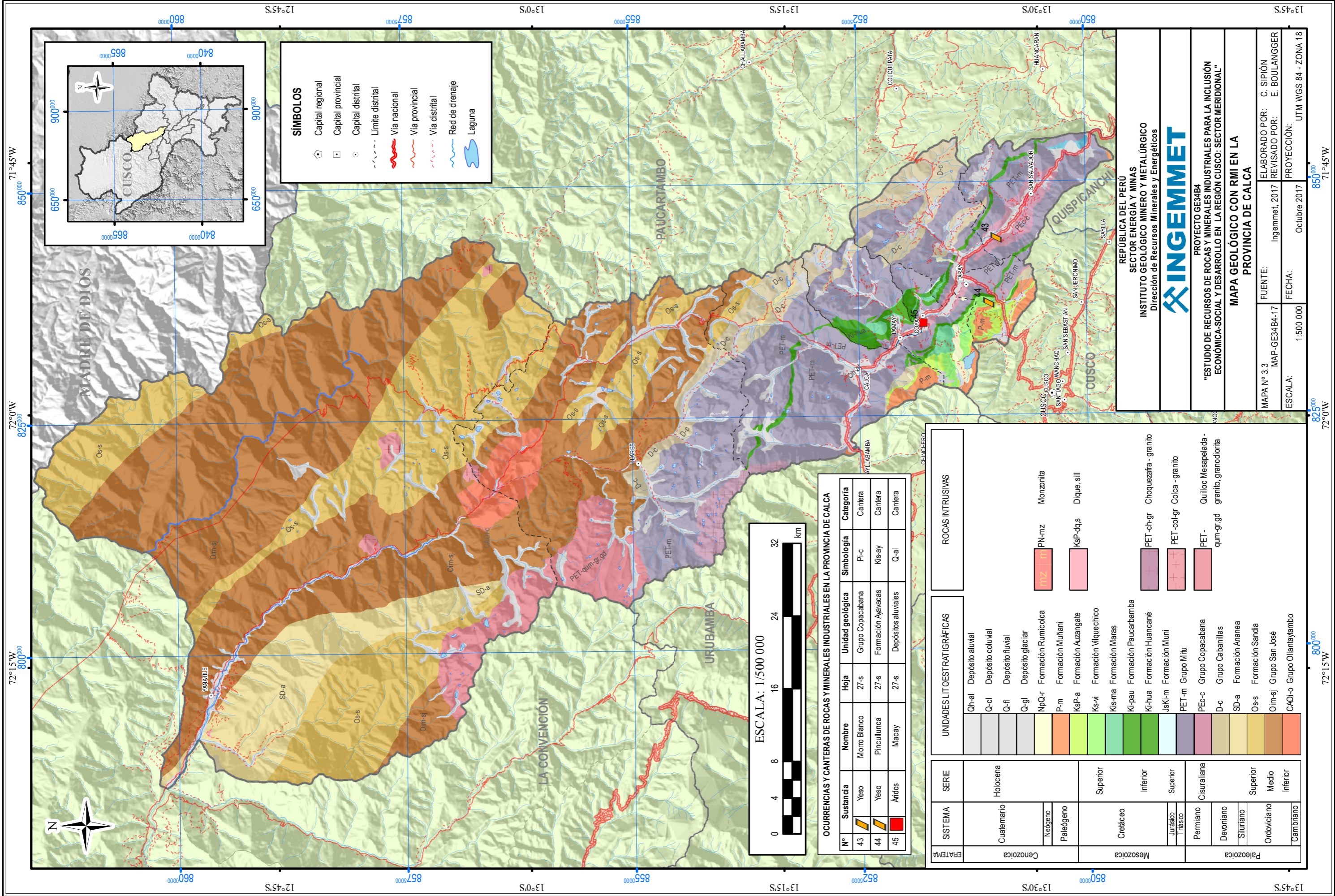
asfaltada y afirmada. Sus coordenadas UTM son: 8518141 N y 185074 E, con una altitud de 2966 m s.n.m.

Se trata de un depósito aluvial conformado por bancos de arena con conglomerados que se ubican en el lecho del río y que son explotados con maquinaria pesada y seleccionados en zarandas para ser usados en construcción (Fotografía 3.10).



**Fotografía 3.10** Áridos Macay, vista mirando al este





**SÍMBOLOS**

- Capital regional
- Capital provincial
- Capital distrital
- Limite distrital
- Via nacional
- Via provincial
- Via distrital
- Red de drenaje
- Laguna

**OCCURENCIAS Y CANTERAS DE ROCAS Y MINERALES INDUSTRIALES EN LA PROVINCIA DE CALCA**

N°	Sustancia	Nombre	Hoja	Unidad geológica	Simbología	Categoría
43	Yeso	Monro Blanco	27-s	Grupo Copacabana	Pl-c	Cantera
44	Yeso	Pircullunca	27-s	Formación Ayavacas	Kis-ay	Cantera
45	Áridos	Macay	27-s	Depósitos aluviales	Q-al	Cantera

SISTEMA	SERIE	UNIDADES LITOSTRATIGRAFICAS	ROCAS INTRUSIVAS
Cenozoica	Cuaternario	Qh-al Depósito aluvial	Monzonita
		Q-c-l Depósito coluvial	
		Q-f-l Depósito fluvial	
Neógeno	Paleógeno	Q-gl Depósito glacial	Dique, sill
		NpQ-r Formación Rumicolcha	
Mesozoica	Superior	P-m Formación Muñani	Choquezafra - granito
		KsP-a Formación Auzangate	
		Ks-vi Formación Viquechico	
		Kis-ma Formación Maras	
		Ki-pau Formación Paucarbamba	
Triásico	Superior	Ki-hua Formación Huancané	Colca - granito
		JskI-m Formación Muni	
Paleozoica	Cisuraliana	PET-m Grupo Mitu	Quilloc Mesapelada - granito, granodiorita
		PEC-c Grupo Copacabana	
		D-c Grupo Cabanillas	
		SD-a Formación Ananea	
		Os-s Formación Sandía	
Cambriano	Interior	Oim-sj Grupo San José	
		CAOI-o Grupo Ollantaytambo	

REPÚBLICA DEL PERÚ  
 SECTOR ENERGÍA Y MINAS  
 INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO  
 Dirección de Recursos Minerales y Energéticos

**INGEMMET**  
 PROYECTO GE34B4  
 "ESTUDIO DE RECURSOS DE ROCAS Y MINERALES INDUSTRIALES PARA LA INCLUSIÓN ECONÓMICA-SOCIAL Y DESARROLLO EN LA REGIÓN CUSCO- SECTOR MERIDIONAL"

**MAPA GEOLÓGICO CON RMI EN LA PROVINCIA DE CALCA**

MAPA N° 3.3	FUENTE:	ELABORADO POR:	C. SIPIÓN
MAP-GE34B4-17	Ingemmet, 2017	REVISADO POR:	E. BOULLANGER
ESCALA:	FECHA:	PROYECCIÓN:	UTM WGS 84 - ZONA 18
1:500 000	15 de Octubre 2017		





### 3.6 UNIDADES GEOLÓGICAS FAVORABLES EN LA PROVINCIA DE CANAS

La provincia de Canas se enmarca dentro de las siguientes edades geológicas y unidades litoestratigráficas e intrusivas (Mapa 3.4).

#### Mesozoico

Cretácico inferior-superior. Formación Arcurquina (Kis-a), consiste de calizas gris oscuras micríticas y bioclásticas ampliamente expuestas en los distritos de Layo, Yanaoca y Kunturkanki; así como en menor proporción en los distritos de Túpac Amaru, Pampamarca y Langui. Sigue un rumbo general sureste-noroeste y anteriormente se le denominó Formación Ayabacas (Sánchez & Zapata, 2003a).

#### Cenozoico

Paleógeno. Unidad La Raya, son cuerpos plutónicos en forma de stock, apófisis que han sido considerados como (P-Ir/gr,gd) y corresponden a granitos y granodioritas.

#### Cuaternario Holoceno

Depósitos de travertinos (Q-qm-tr), que son acumulaciones de travertinos asociados a fuentes hidrotermales y fallamiento. Los travertinos afloran en los distritos de Yanaoca (mayor afloramiento) y Pampamarca.

#### 3.6.1 Rocas y minerales industriales identificados en la provincia de Canas

En la provincia de Canas hay buenas posibilidades económicas para desarrollar rocas y minerales industriales como calizas,

áridos y travertinos. En esta provincia se han identificado tres ocurrencias de calizas y cuatro canteras de áridos, todos de fácil acceso. Los granitos/granodioritas de la Unidad La Raya se pueden aprovechar como áridos.

Las unidades estratigráficas de las rocas y minerales industriales identificadas (calizas y áridos) pertenecen a la Formación Arcurquina.

La provincia de Canas cuenta con 13 concesiones o derechos mineros no metálicos, de acuerdo con la información disponible en el Ingemmet.

#### Descripción de ocurrencias de caliza

##### Vaquería

Se localiza a 13.2 km al noroeste de la localidad de Layo, en el distrito del mismo nombre y provincia de Canas. Se accede desde la localidad de Layo por carretera afirmada. Sus coordenadas UTM son: 8388196 N y 273688 E, a 4227 m s.n.m. En la zona y en la margen de la carretera afloran estratos de calizas micríticas color beige oscuro con venillas de calcita de la Formación Arcurquina (Kis-a).

Los estratos tienen un rumbo N330° y buzamiento 22°SO; están ampliamente expuestos en la zona y son fácilmente explotables para beneficio de las poblaciones cercanas como para producir cal. La ocurrencia tiene un frente aproximado de 50 m de grosor y de 120 m de longitud (Fotografía 3.12).

Se realizó un perfil de muestreo tipo rock chip para realizar los análisis químicos (ICP-OES) (Tabla 3.10), así como mineralógico (DRX) (Tabla 3.11); el punto de inicio es: 8388195 N; 273686 E y el punto final: 8388232 N; 273719 E.

Tabla 3.10

#### Análisis químicos de calizas de Vaquería

Código	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	MnO	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	LOI
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
30-t-RNM-007	0.61	52.95	0.38	0.36	0.46	0.02	<0.02	<0.01	1.89	0.04	42.91

Las calizas de Vaquería son de media pureza por contener 52.95 % de CaO, equivalente a 94.52 % en CaCO<sub>3</sub>. De los otros elementos mayores solo destaca el 1.89 % de SiO<sub>2</sub>.

Tabla 3.11

#### Análisis mineralógico de calizas Vaquería

Código de muestra: 30-t-RNM-007			
N°	Mineral	Fórmula	%
1	Calcita	CaCO <sub>3</sub>	98.46
2	Cuarzo	SiO <sub>2</sub>	1
3	Microclina	KAlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	0.54

### Estudio petrográfico de la caliza de Vaquería

Para realizar el estudio petrográfico se recolectó una muestra (30-t-RNM-008) (Fotografía 3.11) de caliza en las coordenadas 8388199 N y 273710 E.

#### Descripción microscópica

Minerales principales: micrita (61.7 %), calcita (cac-L) (18.73 %), bioclastos (10.0 %), dismicrita (5.45%).

Minerales accesorios: calcita (cac-a), cuarzo (cz), feldespatos (FPs).

Minerales traza: limonitas (LIMs), peloides (p), oolitos (o).

Clasificación: Caliza micrita fosilífera (*Folk*).  
Wackstone (*Dunham*).



**Fotografía 3.11** (A) Muestra de mano caliza Vaquería. (B) Fotomicrografía en luz transmitida y nicoles cruzados: se destaca bioclasto (B) de forma alargada (zona inferior) y otros más pequeños inmersos en micrita. También se observa peloides (p) y hacia la derecha oolito. Hacia la izquierda al parecer estilolito compuesto por granos de calcita (cac) de tamaño menor, pigmentado en sus bordes por limonitas (LIMs).

Con el contenido de 94.52 % de  $\text{CaCO}_3$ , las calizas de Vaquería se pueden utilizar para: *fundentes, fibra de vidrio, papel, mejorador de suelos, fertilizantes, fabricación de azúcar y soda,*

*neutralización de aguas servidas, agricultura y cemento portland* (Lorenz y Gwosdz, 2004).

Recursos estimados: 810 000 TM.



**Fotografía 3.12** Calizas Vaquería, vista mirando al sur

### Lim bani

Está ubicada 14.7 km al noroeste de la localidad de Layo, en el distrito del mismo nombre y provincia de Canas. Se accede desde la localidad de Layo por carretera afirmada. Sus coordenadas UTM son: 8388588 N y 272496 E, a 4225 m s.n.m. En el área afloran calizas micritas color gris claro con venillas milimétricas de calcita de la Formación Arcurquina (Kis-a).

La forma del depósito es irregular y no se pueden distinguir estratos guías como para tomar datos de rumbo y buzamiento. La ocurrencia tiene un frente aproximado de 60 m de grosor y de 130 m de longitud (Fotografía 3.14).

Se realizó un perfil de muestreo tipo rock chip para realizar análisis químicos (ICP-OES) (Tabla 3.12), así como mineralógicos (DRX) (Tabla 3.13); el punto de inicio es: 8388588 N; 272496 E y el punto final: 8388665 N; 272466 E.

Tabla 3.12

#### Análisis químicos de calizas de Lim bani

Código	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	MnO	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	LOI
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
30-t-RNM-009	0.57	54.68	0.43	0.28	0.4	<0.01	<0.02	<0.01	1.85	0.03	41.24

Las calizas de Lim bani son de alta pureza por contener 54.68 % de CaO, que equivalen a 97.60 % en CaCO<sub>3</sub>. De los otros

elementos mayores solo destaca el 1.85 % de SiO<sub>2</sub> en poca proporción.

Tabla 3.13

#### Análisis mineralógico de calizas Lim bani

Código de muestra: 30-t-RNM-009			
N°	Mineral	Fórmula	%
1	Calcita	CaCO <sub>3</sub>	97.62
2	Cuarzo	SiO <sub>2</sub>	1.92
3	Microclina	KAlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	0.46

### Estudio petrográfico de la caliza de Lim bani

Para realizar el estudio petrográfico se recolectó una muestra (30-t-RNM-010) (Fotografía 3.13) de caliza en las coordenadas 8388621 N y 272483 E.

#### Descripción microscópica

Minerales principales: micrita (66.8 %), dolomita (12.0 %), calcita (cac-v (5.7 %)).

Minerales accesorios: Limonitas (LIMs-v), bioclasto, esparita, cuarzo (cz).

Minerales traza: feldespatos (FPs), yeso (ys).

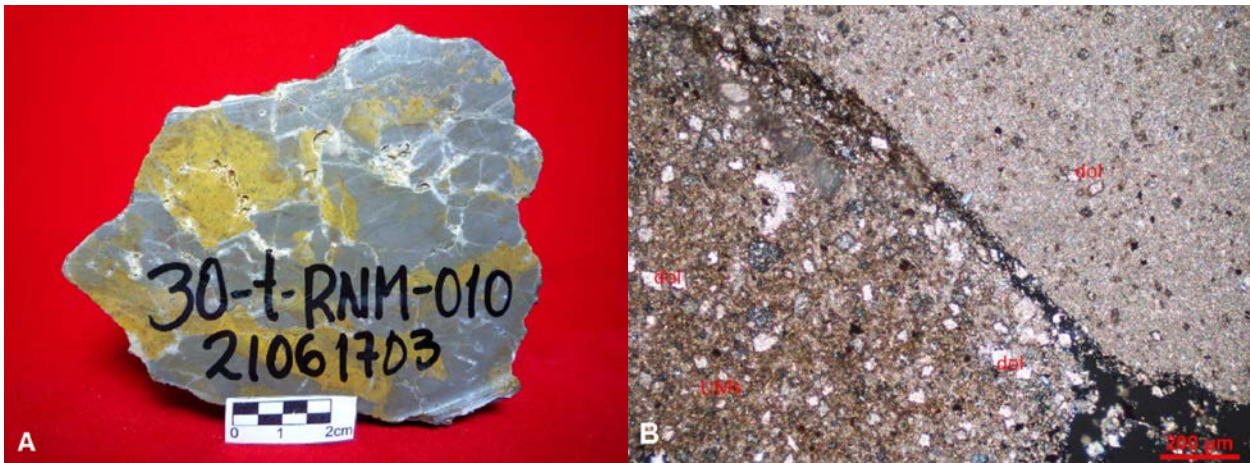
Clasificación: Caliza micrita dolomítica (Folk).

Mudstone (Dunham).

Con el contenido de 97.60 % de CaCO<sub>3</sub>, las calizas de Vaquería se pueden utilizar para: *fundentes, fibra de vidrio, papel, mejorador de suelos, fertilizantes, fabricación de azúcar y soda, polvo blanqueador, cerámica, neutralización de aguas servidas, lecho de filtro, agricultura, nitrato de amonio y calcio y cemento portland* (Lorenz y Gwosdz, 2004).

Recursos estimados: 1 685 000 TM.





**Fotografía 3.13** (A) Muestra de mano caliza Limbani. (B) Fotomicrografía en luz transmitida y nicoles cruzados: detalle de zonas con tamaño de grano más grueso, débilmente pigmentada por limonitas (izquierda), confirniéndole macroscópicamente un color crema parduzco. Nótese que la presencia de dolomitización es más abundante en esta zona comparada con el agregado masivo de carbonatos (derecha).



**Fotografía 3.14** Calizas Limbani, vista mirando al sur

### Yanaoca

Esta ocurrencia se sitúa a 10.8 km al noroeste de la localidad de Yanaoca, en el distrito del mismo nombre y provincia de Canas. Se accede desde la localidad de Yanaoca por carretera asfaltada; el afloramiento se encuentra aledaño a la carretera. Sus coordenadas UTM son: 8417518 N y 235915 E, a 4149 m s.n.m.

Se trata de un afloramiento de color gris oscuro con abundantes venillas de calcita entrecruzadas de la Formación Arcurquina

(Kis-a); los estratos tienen un grosor entre 30 y 50 cm, un rumbo N280° y buzamiento 50°SO.

La ocurrencia tiene un frente aproximado de 20 m de grosor y de 120 m de longitud (Fotografías 3.16).

Se realizó un perfil de muestreo tipo rock chip para realizar análisis químicos (ICP-OES) (Tabla 3.14), así como mineralógicos (DRX) (Tabla 3.15); el punto de inicio es: 8417519 N; 235920 E y el punto final: 8417532 N; 235991 E.

Tabla 3.14

Análisis químicos de calizas de Yanaoca

Código	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	MnO	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	LOI
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
29-t-RNM-023	0.51	53.93	0.37	0.09	0.79	0.02	<0.02	0.02	2.23	0.03	41.37

Las calizas de Yanaoca son de pureza media por contener 53.93 % de CaO, equivalente a 96.26 % en CaCO<sub>3</sub>. De los otros elementos mayores solo destaca el 2.23 % de SiO<sub>2</sub>.

Tabla 3.15

Análisis mineralógico de calizas Yanaoca

Código de muestra: 29-t-RNM-023			
N°	Mineral	Fórmula	%
1	Calcita	CaCO <sub>3</sub>	94.16
2	Cuarzo	SiO <sub>2</sub>	2.99
3	Dolomita	CaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	2.85

Estudio petrográfico de la caliza de Yanaoca

Para realizar el estudio petrográfico se recolectó una muestra (29-t-RNM-024) (Fotografía 3.15) de caliza en las coordenadas 8417528 N y 235967 E.

Descripción microscópica

Minerales principales: micrita (61.7 %), calcita (cac-v (18.73 %)), aloquímicos (13.7 %), dismicrita (5.45 %).

Minerales accesorios: calcita (cac-a), cuarzo (cz).

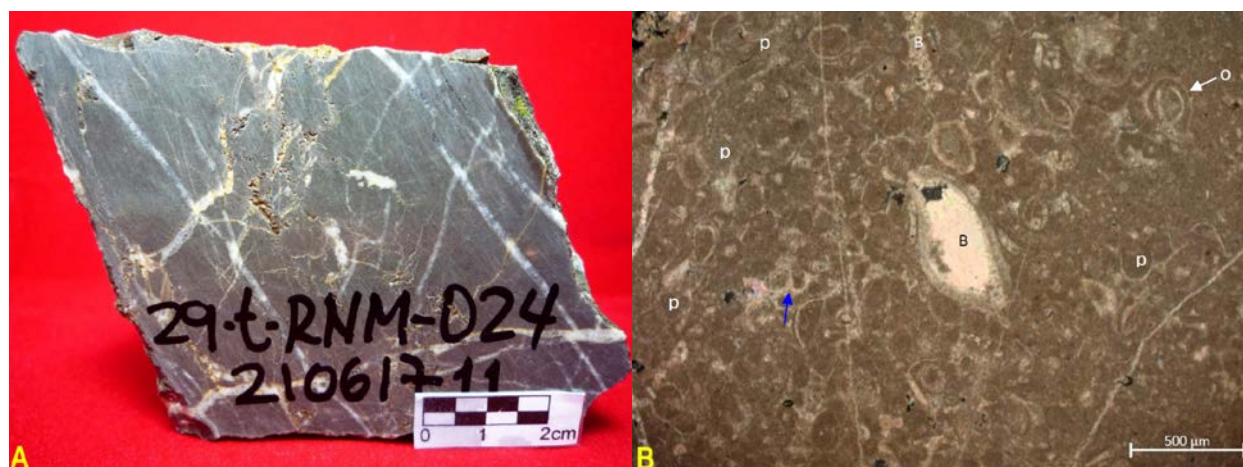
Minerales traza: yeso (ys), dolomita (dol).

Clasificación: Caliza biopelmicrita (Folk).

Wackstone (Dunham).

Con el contenido de 96.26 % de CaCO<sub>3</sub>, las calizas de Yanaoca se pueden utilizar para: *fundentes, fibra de vidrio, papel, mejorador de suelos, fertilizantes, fabricación de azúcar y soda, polvo blanqueador, cerámica, neutralización de aguas servidas, lecho de filtro, agricultura, nitrato de amonio y calcio y cemento portland* (Lorenz & Gwosdz, 2004).

Recursos estimados: 650 000 TM.



Fotografía 3.15 (A) Muestra de mano caliza Yanaoca. (B) Descripción: Se destacan bioclastos (B) de forma lenticular (parte central) y alargado (centro superior) rellenos por carbonatos (calcita), además de peloides (p) y oolitos (o) los cuales presentan borde fino de microesparita o desmicrita. Nótese que solo en algunos sectores es posible observar al parecer cemento (flecha azul).





**Fotografía 3.16** Calizas Yanaoca, vista mirando al SO

### **Descripción de canteras de áridos**

#### **Piedra Triturada**

En los distritos de Yanaoca, Tungasuca y Pampamarca se reportan cuatro canteras de piedra triturada; todas ellas constituidas por calizas micritas de color gris oscuro, muy fracturadas y con venillas de calcita de la Formación Arcurquina (Kis-a).

La cantera Yanaoca, en el distrito de Yanaoca, se ubica a 5.1 km de la localidad del mismo nombre; tiene las siguientes coordenadas UTM: 8425845 N y 237433 E. Está a una altura de 3907 m s.n.m. (Fotografía 3.17). El frente de explotación tiene aproximadamente 20 m de grosor y una longitud de 90 m.

La cantera Tungasuca, en el distrito de Tungasuca, se ubica a 10 km de la localidad de Yanaoca, siguiendo la

ruta rumbo a Tungasuca; tiene como punto central las siguientes coordenadas UTM: 8433894 N y 233182 E. Está a una altura de 3798 m s.n.m. (Fotografía 3.18). El área de explotación tiene un frente aproximado de 15 m de grosor y una longitud de 100 m.

Las canteras Pampamarca I (8431464 N y 235351 E) y Pampamarca II (8431150 N y 234715 E), en el distrito de Pampamarca, se ubican a 5.1 km de la localidad de Yanaoca; ambas están a una altura de 3846 m s.n.m. En la cantera Pampamarca II se extrae el material mediante un sistema de bancos de varios niveles (Fotografías 3.19 y 3.20).

El frente de explotación de Pampamarca I es de 40 m de grosor y 300 m de longitud; mientras que en Pampamarca II es de 100 m de grosor y 200 m de longitud.



**Fotografía 3.17** Áridos Yanaoca, vista mirando al NO



**Fotografía 3.18** Áridos Tungasuca, vista mirando al NE



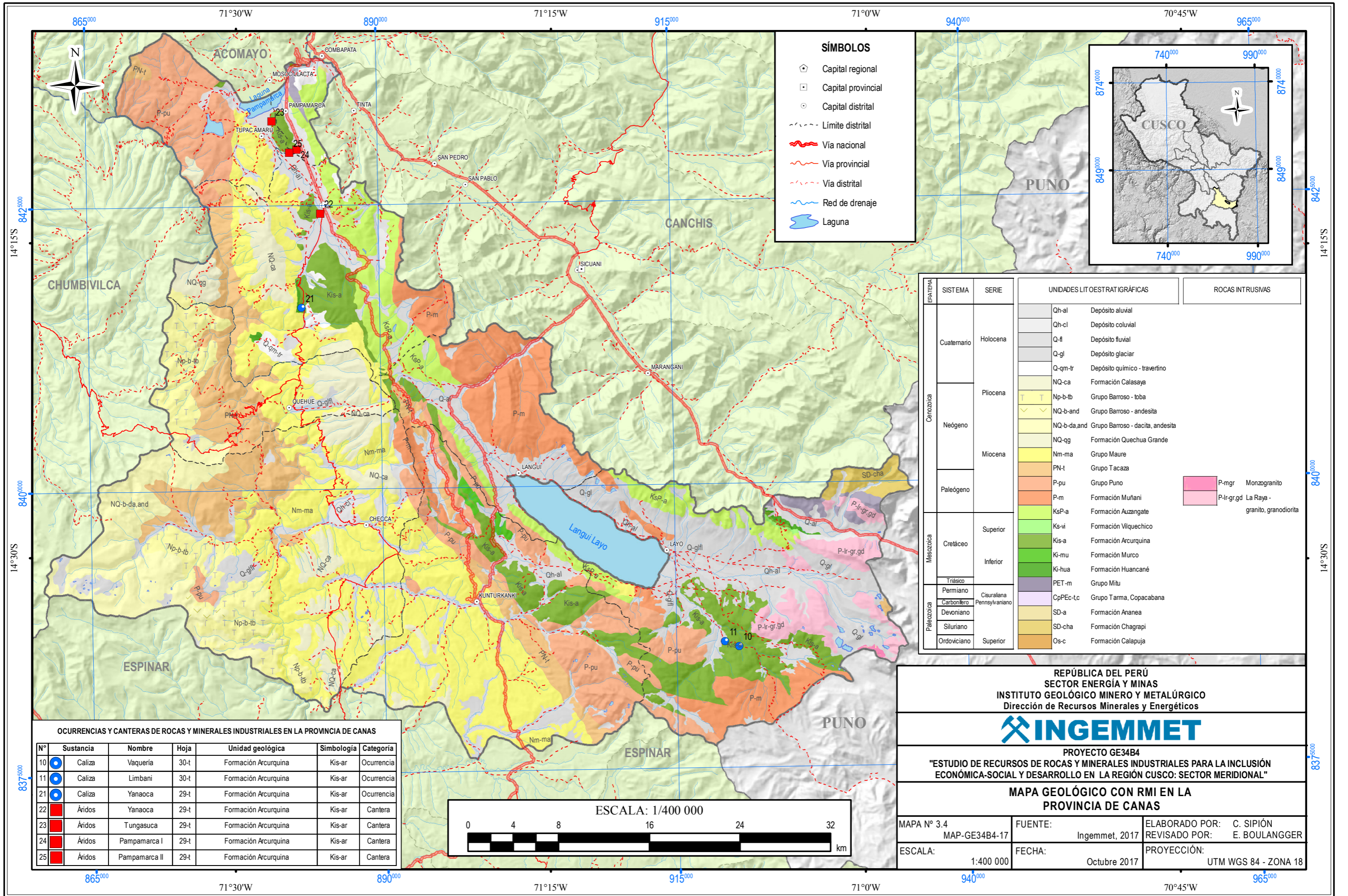


**Fotografía 3.19** Áridos Pampamarca I, vista mirando oeste



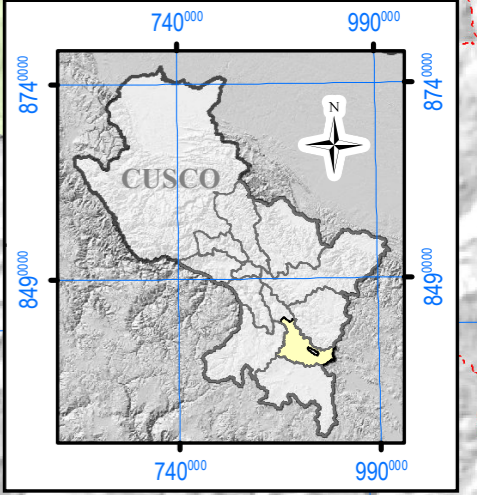
**Fotografía 3.20** Áridos Pampamarca II, vista mirando al NO





**SÍMBOLOS**

- ◻ Capital regional
- ◻ Capital provincial
- ◻ Capital distrital
- - - Limite distrital
- Via nacional
- Via provincial
- Via distrital
- Red de drenaje
- Laguna

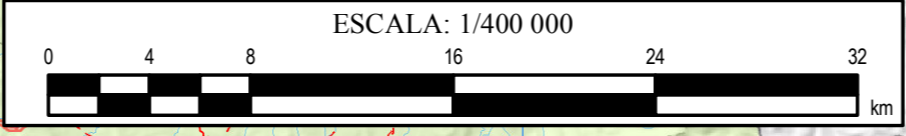


EPATEMA	SISTEMA	SERIE	UNIDADES LIT. ESTRATIGRÁFICAS	ROCAS INTRUSIVAS	
Cenozoica	Cuaternario	Holocena	Qh-al	Depósito aluvial	
			Qh-cl	Depósito coluvial	
			Q-fl	Depósito fluvial	
			Q-gl	Depósito glaciar	
			Q-qm-tr	Depósito químico - travertino	
	Neógeno	Pliocena	NQ-ca	Formación Calasaya	
			Np-b-tb	Grupo Barroso - toba	
			NQ-b-and	Grupo Barroso - andesita	
			NQ-b-da-and	Grupo Barroso - dacita, andesita	
			NQ-qg	Formación Quechua Grande	
Paleógeno	Miocena	Nm-ma	Grupo Maure		
		PN-t	Grupo Tacaza		
		P-pu	Grupo Puno		
		P-m	Formación Muñani		
		KsPa	Formación Auzangate		
Mesozoica	Cretáceo	Superior	Ks-vi	Formación Vilquechico	
			Kis-a	Formación Arcurquina	
	Inferior	Ki-mu	Formación Murco		
		Ki-hua	Formación Huancané		
		PET-m	Grupo Mitu		
		CpPEC-t-c	Grupo Tarma, Copacabana		
Paleozoica	Triásico	Cisuraliana	SD-a	Formación Ananea	
			SD-cha	Formación Chagrapí	
	Carbonífero	Pennsylvaniano	Os-c	Formación Calapuja	
Devoniano					
Siluriano					
Ordoviciano	Superior				

P-mgr Monzogranito  
P-lr-gr.gd La Raya - granito, granodiorita

**OCURRENCIAS Y CANTERAS DE ROCAS Y MINERALES INDUSTRIALES EN LA PROVINCIA DE CANAS**

N°	Sustancia	Nombre	Hoja	Unidad geológica	Simbología	Categoría
10	Caliza	Vaqueria	30-t	Formación Arcurquina	Kis-ar	Ocurrencia
11	Caliza	Limbani	30-t	Formación Arcurquina	Kis-ar	Ocurrencia
21	Caliza	Yanaoca	29-t	Formación Arcurquina	Kis-ar	Ocurrencia
22	Áridos	Yanaoca	29-t	Formación Arcurquina	Kis-ar	Cantera
23	Áridos	Tungasuca	29-t	Formación Arcurquina	Kis-ar	Cantera
24	Áridos	Pampamarca I	29-t	Formación Arcurquina	Kis-ar	Cantera
25	Áridos	Pampamarca II	29-t	Formación Arcurquina	Kis-ar	Cantera



REPÚBLICA DEL PERÚ  
SECTOR ENERGÍA Y MINAS  
INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO  
Dirección de Recursos Minerales y Energéticos

**INGEMMET**

PROYECTO GE34B4  
"ESTUDIO DE RECURSOS DE ROCAS Y MINERALES INDUSTRIALES PARA LA INCLUSIÓN ECONÓMICA-SOCIAL Y DESARROLLO EN LA REGIÓN CUSCO: SECTOR MERIDIONAL"

**MAPA GEOLÓGICO CON RMI EN LA PROVINCIA DE CANAS**

MAPA N° 3.4 MAP-GE34B4-17	FUENTE: Ingemmet, 2017	ELABORADO POR: C. SipiÓN REVISADO POR: E. BOULANGGER
ESCALA: 1:400 000	FECHA: Octubre 2017	PROYECCIÓN: UTM WGS 84 - ZONA 18





### 3.7 UNIDADES GEOLÓGICAS FAVORABLES EN LA PROVINCIA DE CANCHIS

La provincia de Canchis se enmarca dentro de las siguientes edades geológicas y unidades litoestratigráficas (Mapa 3.5).

#### Paleozoico

Permiano Triásico (PET-m). Grupo Mitu, constituido por areniscas arcósicas de grano medio a conglomerádicas en los niveles inferiores seguido de lavas andesíticas y dacíticas, brechas y lavas basálticas de color rojizo.

#### Mesozoico

Cretácico inferior-superior. Formación Maras (Kis-ma), sus afloramientos corresponden a inyecciones dómicas de evaporitas; que engloban limoarcillitas, areniscas y calizas caóticas de las formaciones Paucarbamba y Ayabacas.

Los afloramientos son de considerable distribución en los distritos de Coya y Lamay.

Cretácico inferior-superior. Formación Ayabacas (Kis-ayb), esta unidad litológicamente consiste de calizas micríticas bioclásticas y dolomías intercaladas con calizas margosas que se presentan mayormente en los distritos de Sicuani, San Pablo, Combapata, Checacupe y Pitumarca, con una dirección sureste-noroeste.

Cretácico inferior-superior. Formación Arcarquina (Kis-a), está conformada por calizas gris oscuras micríticas y bioclásticas que afloran en la parte suroccidental del distrito de Marangani. Sigue un rumbo general sureste-noroeste, anteriormente se le denominó Formación Ayavacas (Sánchez & Zapata, 2003a).

#### Cenozoico

##### Cuaternario Holoceno

Depósitos de travertinos (Q-qm-tr), que son acumulaciones de travertinos asociados a fuentes hidrotermales y fallamiento. Los

mayores afloramientos están en el distrito de Tinta y en menor cantidad en el distrito de Sicuani.

### 3.7.1 Rocas y minerales industriales identificados en la provincia de Canchis

La provincia de Canchis tiene buenas posibilidades económicas de desarrollar rocas y minerales industriales como travertinos, yesos y áridos. En esta provincia se ha identificado una cantera de arcilla común, dos de áridos y tres de yeso; asimismo, dos ocurrencias de travertino y una de sal común.

La provincia de Canchis cuenta con 15 concesiones o derechos mineros no metálicos, de acuerdo con la información disponible en el Ingemmet.

#### Descripción de cantera de arcilla común

##### Checacupe

Es una cantera paralizada que se localiza en el distrito de Checacupe, provincia de Canchis, a 0.8 km al norte de la localidad de Checacupe, accediendo por trocha carrozable. Sus coordenadas UTM son: 8448296 N y 234952 E, con una altitud de 3322 m s.n.m. (Fotografía 3.21).

Son unos cuerpos muy pequeños que están constituidos por capas de arcilla de color beige claro, con buena plasticidad, en estratos horizontales que pertenecen al Grupo Cabanillas (D-c). El grosor de los horizontes es de 3 m, su longitud es de 5 m y están cubiertos por un metro de material Cuaternario.

Este material se explotaba por temporadas de manera muy artesanal con herramientas manuales para la fabricación de ladrillos para uso local.

Se realizó un perfil de muestreo para análisis químicos (ICP-OES) (Tabla 3.16), así como mineralógico (DRX) (Tabla 3.17).

Recursos estimados: 200 T.M.

Tabla 3.16

#### Análisis químicos de arcilla común Checacupe

Código	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	MnO	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	LOI
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
29-t-RNM-001	8.07	8.98	4.62	1.8	1.43	0.05	0.8	0.22	63.51	0.83	9.33

**Tabla 3.17**  
**Análisis mineralógico de arcilla común Checacupe**

Código de Muestra: 29-t-RNM-001			
N°	Mineral	Fórmula	%
1	Cuarzo	SiO <sub>2</sub>	79.06
2	Albita	NaAlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	11.2
3	Calcita	CaCO <sub>3</sub>	2.51
4	Hematita	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.38
5	Ortoclasa	(K,Ba,Na)(Si,Al) <sub>4</sub> O <sub>8</sub>	2.3
6	Caolinita	Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (OH) <sub>4</sub>	1.34
7	Muscovita	(K,Na)(Al,Mg, Fe) <sub>2</sub> (-Si <sub>3.1</sub> Al <sub>0.9</sub> )(OH) <sub>4</sub>	1.21



**Fotografía 3.21** Arcilla común Checacupe, vista mirando al NE

#### **Descripción de canteras de áridos**

Se ha identificado una cantera de áridos en el distrito de Combapata y otra en el distrito de Marangani.

La cantera Combapata se localiza a 1 km de la localidad de Combapata, sus coordenadas UTM son: 8440145 N y 236836 E; está a una altura de 3480 m s.n.m. (Fotografía 3.22). Se trata de un depósito aluvial (Qh-al), constituido por arenas que son tamizadas y gravas, las cuales son chancadas y seleccionadas en diferentes tamaños para su uso en obras locales y provinciales.

La cantera Cerro Larancota se encuentra a 15 km de la localidad de Marangani, siguiendo la vía hacia Puno; tiene las siguientes coordenadas UTM: 8401600 N y 276050 E; se encuentra a una altura de 4071 m s.n.m. (Fotografía 3.23). El depósito está constituido por material suelto de diferente granulometría, destacan las areniscas muy alteradas del Grupo Mitu (PET-m). El área donde se realiza la explotación tiene un frente aproximado de 200 m de grosor y una longitud de 150 m. Se cuenta con chancadora, zarandas y fajas transportadoras para la clasificación del material.





Fotografía 3.22 Áridos Combapata, vista mirando al oeste



Fotografía 3.23 Áridos Cerro Larancota, vista mirando al este

### Descripción de ocurrencias de travertinos

#### Cerro Ranchupata

Se sitúa a 15 km al sur de la localidad de Tinta, distrito del mismo nombre, provincia de Canchis. Sus coordenadas UTM son: 8431162 N y 239438 E, a 4215 m s.n.m.

Los afloramientos de travertinos son de gran extensión y de color beige amarillento que presentan cavidades. Los estratos tienen grosores que van de 0.20 m a 2.00 m en promedio; presentan un rumbo de N329° con un buzamiento de 11°NE.

Los travertinos están asociados a circulaciones de aguas termales y corresponden a la Unidad Depósitos de travertinos (Q-qm-tr); tienen un frente con grosor de 50 m y longitud de 180 m (Fotografía 3.24). Estos cuentan con una extensión considerable para su aprovechamiento económico en beneficio de la población de Tinta, Acomayo y otras poblaciones.

Se realizó un perfil de muestreo tipo rock chip para realizar análisis químicos (ICP-OES) (Tabla 3.18), así como mineralógicos (DRX) (Tabla 3.19); el punto de inicio es: 8431165 N; 239439 E y el punto final: 8431227 N; 239369 E.

Tabla 3.18

## Análisis químicos de travertinos Cerro Ranchupata

Código	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	MnO	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	LOI
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
29-t-RNM-003	0.18	54.61	0.14	<0.01	0.19	<0.01	<0.02	0.07	<0.01	<0.01	43.97

Los travertinos de Cerro Ranchupata son de alta pureza  $\text{CaCO}_3$ . Los otros elementos mayores están por debajo por contener 54.61 % de CaO, equivalente a 97.48 % en de 1.00 %.

Tabla 3.19

## Análisis mineralógico de travertinos Cerro Ranchupata

Código de muestra: 29-t-RNM-003			
N°	Mineral	Fórmula	%
1	Calcita	$\text{CaCO}_3$	100

Con el contenido de 97.48 % de  $\text{CaCO}_3$ , los travertinos de Cerro Ranchupata se pueden utilizar para: *fundentes, fibra de vidrio, papel, mejorador de suelos, fertilizantes, fabricación de carburo de calcio, azúcar y soda; polvo blanqueador, cerámica, neutralización de aguas servidas, lecho de filtro, agricultura,*

*nitrate de amonio y calcio y cemento portland* (Lorenz & Gwosdz, 2004). También puede ser utilizado como roca ornamental en paredes y/o pisos.

Recursos estimados: 2 430 000 TM.



Fotografía 3.24 Travertinos Cerro Ranchupata, vista mirando al SE

### Tinta

Se localiza a 5 km al sur de la ciudad de Tinta, distrito del mismo nombre, provincia de Canchis. Sus coordenadas UTM son: 8432664 N y 240068 E, a 3742 m s.n.m.

Los afloramientos de travertinos son de gran extensión, al igual que los travertinos del Cerro Ranchupata y de color beige amarillento que presentan cavidades. Tienen forma irregular casi masiva y están asociados a circulaciones de aguas termales. Corresponden a la Unidad Depósitos de travertinos (Q-qm-tr) y tienen un frente con grosor de 40 m y longitud de 170 m

(Fotografía 3.25). Por su considerable extensión se recomienda su aprovechamiento económico en beneficio de la población de Tinta y otras poblaciones.

Se realizó un perfil de muestreo tipo rock chip para realizar análisis químicos (ICP-OES) (Tabla 3.20), así como mineralógicos (DRX) (Tabla 3.21); el punto de inicio es: 8432658 N; 240070 E y el punto final: 8432667 N; 240142 E.

Los travertinos de Tinta son de pureza media por contener 52.41 % de CaO, equivalente a 93.55 % en CaCO<sub>3</sub>. De los otros elementos mayores solo destaca el 1.89 % de SiO<sub>2</sub>.

Tabla 3.20

#### Análisis químicos de travertinos Tinta

Código	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	MnO	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	LOI
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
29-t-RNM-004	0.74	52.41	0.45	<0.01	0.3	0.02	<0.02	0.07	1.89	0.04	43.32

Tabla 3.21

#### Análisis por DRX de travertinos Tinta

Código de muestra: 29-t-RNM-004			
N°	Mineral	Fórmula	%
1	Calcita	CaCO <sub>3</sub>	98.72
2	Cuarzo	SiO <sub>2</sub>	1.28

Con el contenido de 93.55 % de CaCO<sub>3</sub>, las calizas de Vaquería se pueden usar para: fundentes, fibra de vidrio, papel, mejorador de suelos, fertilizantes, fabricación de azúcar y soda,

neutralización de aguas servidas, agricultura y cemento portland (Lorenz & Gwosdz, 2004); asimismo, como roca ornamental.

Recursos estimados: 1 850 000 TM.



Fotografía 3.25 Travertinos Tinta, vista mirando al oeste



### Descripción de canteras de yeso

En la provincia de Canchis se extrae yeso a pequeña escala y de manera artesanal, que solamente se utiliza para consumo básicamente local en Checacupe y Marangani (Tabla 3.22); su único uso es para estucado de viviendas.

La cantera Checacupe está situada a 1 km al sureste del distrito de Checacupe; las canteras Jerusalén y Hanccohcca se ubican en el distrito de Marangani, a 4.0 km y 1.5 km de este, respectivamente.

El yeso se presenta en cuerpos muy irregulares, de color gris blanquecino; es cristalino y en algunas zonas está mezclado con material arcilloso. Este se puede seguir aprovechando a escala local en el estucado de paredes para viviendas, tal como se hace actualmente.

Los cuerpos de yeso de Checacupe pertenecen al Grupo Cabanillas (D-c), constituido por areniscas cuarzosas intercaladas con lutitas y limolitas (Fotografía 3.26). El yeso de Jerusalén se emplaza en calizas de la Formación Arcurquina (Kis-a) (Fotografía 3.27); el yeso de Hanccohcca se encuentra dentro de areniscas arcóscicas a conglomerádicas del Grupo Mitu (PET-m) (Fotografía 3.28).

Las dimensiones aproximadas de los cuerpos de yeso en Checacupe son de 12 m x 20 m; en Jerusalén son de 30 m x 30 m. Asimismo, en Hanccohcca son de 30 m x 25 m. La relación de canteras de yeso se muestra en la Tabla 3.22.

Se recolectaron muestras de yeso de las tres canteras para realizar análisis químicos (Tabla 3.23) y difracción de rayos X, de tal manera que se pueda determinar la calidad de los yesos en la provincia de Canchis.

Tabla 3.22

Relación de canteras de yeso identificadas en la provincia de Canchis

N°	Cantera	Distrito	Hoja		Coordenadas UTM	
					Norte	Este
1	Checacupe	Checacupe	Sicuani	29-t	8447807	235319
2	Jerusalén	Marangani	Sicuani	29-t	8409124	264336
3	Hanccohcca	Marangani	Sicuani	29-t	8410647	265993

Tabla 3.23

Análisis químicos de los yesos de la provincia de Canchis

Nombre	Código	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	MnO	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	SO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> O (180°C)
		%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Checacupe	29-t-RNM-002	0.41	35.72	0.26	<0.01	1.49	<0.01	<0.02	<0.01	0.7	<0.01	42.52	18.22
Jerusalén	29-t-RNM-005	<0.01	33.36	0.03	<0.01	0.27	<0.01	<0.02	<0.01	<0.01	<0.01	46.38	19.65
Hanccohcca	29-t-RNM-006	0.02	35.96	0.03	<0.01	<0.01	<0.01	<0.02	<0.01	<0.01	<0.01	44.19	19.12

De acuerdo con los resultados del análisis químico, y aplicando el factor de conversión  $SO_3 \times 2.146 = CaSO_4 \cdot 2H_2O$  para la interpretación de yesos (Lorenz & Gwosdz, 2004), se concluye que las purezas de estos son las siguientes:

Checacupe:  $42.52 \times 2.146 = 91.25 \% CaSO_4 \cdot 2H_2O$ .

Jerusalén:  $46.38 \times 2.146 = 99.53 \% CaSO_4 \cdot 2H_2O$ .

Hanccohcca:  $44.19 \times 2.146 = 94.83 \% CaSO_4 \cdot 2H_2O$ .

El análisis mineralógico por DRX de las muestras de yeso de las canteras Checacupe, Jerusalén y Hanccohcca se presentan en las Tablas 3.24; 3.25 y 3.26.

Tabla 3.24

**Análisis por DRX del yeso Checacupe**

Código de muestra: 29-t-RNM-002			
N°	Mineral	Fórmula	%
1	Yeso	CaSO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O	67.36
2	Dolomita	CaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	32.49
3	Albita	(Na,Ca)Al(Si,Al) <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	0.15

Tabla 3.25

**Análisis por DRX del yeso Jerusalén**

Código de muestra: 29-t-RNM-005			
N°	Mineral	Fórmula	%
1	Yeso	CaSO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O	99.41
2	Dolomita	CaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	0.59

Tabla 3.26

**Análisis por DRX del yeso Hanccohcca**

Código de muestra: 29-t-RNM-006			
N°	Mineral	Fórmula	%
1	Yeso	CaSO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O	75.21
2	Calcita	CaCO <sub>3</sub>	24.79

**Interpretación de resultados de laboratorio:**

**Checacupe:**

Análisis químico 42.52 x 2.146 = 91.25 % CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O.

Análisis mineralógico por DRX: yeso = 67.36 %.

**Jerusalén:**

Análisis químico 46.38 x 2.146 = 99.53 % CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O.

Análisis mineralógico por DRX: yeso = 99.41 %.

**Hanccohcca:**

Análisis químico 44.19 x 2.146 = 94.83 CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O.

Análisis mineralógico por DRX: yeso = 75.21 %.

La pureza de los yesos de la provincia de Canchis es en promedio de 95.20 %; sus posibles usos, según Díaz & Ramírez (2009), son los siguientes:

- Construcción, por ejemplo yeso cartonado con >70 % de CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O.
- Industria cerámica como moldes y modelos para vajillas, utensilios sanitarios, entre otros con >95 % de CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O.
- Industria química cuyo valor de CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O debe ser >95 %.
- Industria de prefabricados para construcción como cartón enyesado para revestir casas y tablas de fibra prensada para paredes con >85 % de CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O.
- Industria agrícola con CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O >85 %.
- Industria minera como sellador para fugas y otros con CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O >85 %.

**Recursos estimados:**

- Yeso Checacupe: 11 200 TM.
- Yeso Jerusalén: 18 600 TM.
- Yeso Hanccohcca: 35 000 TM.



**Fotografía 3.26** Cantera de yeso Checacupe, vista mirando al sur

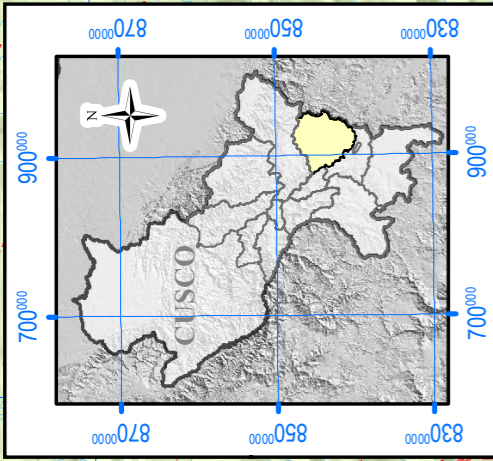
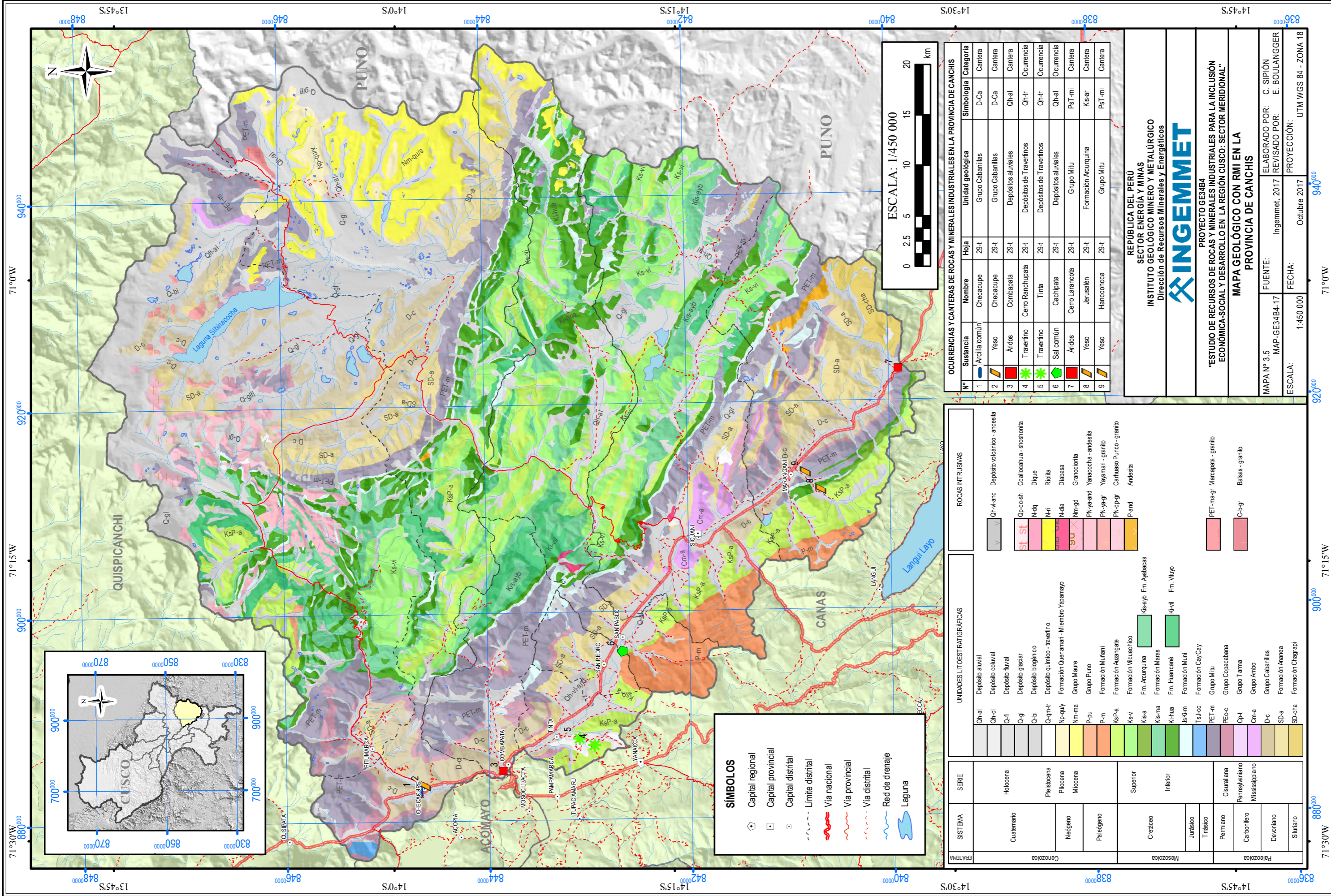


**Fotografía 3.27** Cantera de yeso Jerusalén, vista mirando al este



**Fotografía 3.28** Cantera de yeso Hanccohcca, vista mirando al SE (segundo de la derecha es el Presidente de la Comunidad Campesina Hanccohcca)





**SIMBOLOS**

- Capital regional
- Capital provincial
- Capital distrital
- Limite distrital
- Via nacional
- Via provincial
- Via distrital
- Red de drenaje
- Laguna

SISTEMA	SERIE	UNIDADES LITOSTRATIGRAFICAS	ROCAS INTRUSIVAS
Eratema	Cuaternario	Qh-al	Qh-v-and
		Qh-cl	Deposito volcanico - andesita
		Qh-fl	Deposito volcanico - andesita
Cenozoica	Neógeno	Q-gl	Op-cc-sh
		Q-bi	N-dq
		Q-qm-tr	N-ri
Paleógeno	Mioceno	Np-quly	N-dia
		P-pu	Nm-gd
		P-m	PN-ya-and
Mesozoica	Cretáceo	KsP-a	PN-ya-gr
		Ks-v	PN-ya-gr
		Ks-a	PN-cp-gr
Jurásico	Triásico	Ks-ma	P-and
		Ks-hua	
		Jsk-m	
Paleozoica	Devoniano	Ts-j-cc	PET-ma-gr
		PET-m	
		PEC-c	
Siluriano	Carbonífero	Cp-t	
		Cm-a	
		D-c	

**OCURRENCIAS Y CANTERAS DE ROCAS Y MINERALES INDUSTRIALES EN LA PROVINCIA DE CANCHIS**

Nº	Sustancia	Nombre	Hoja	Unidad geológica	Simbología	Categoría
1	Arcilla común	Checacupe	29-t	Grupo Cabanillas	D-ca	Cantera
2	Yeso	Checacupe	29-t	Grupo Cabanillas	D-ca	Cantera
3	Áridos	Combapata	29-t	Depósitos aluviales	Oh-al	Cantera
4	Travertino	Cerro Ranchupata	29-t	Depósitos de Travertinos	Oh-tr	Ocurrencia
5	Travertino	Tinta	29-t	Depósitos de Travertinos	Oh-tr	Ocurrencia
6	Sal común	Cachipata	29-t	Depósitos aluviales	Oh-al	Ocurrencia
7	Áridos	Cerro Larancota	29-t	Grupo Mitu	PS-t-mi	Cantera
8	Yeso	Jerusalén	29-t	Formación Acurjuna	Kis-ar	Cantera
9	Yeso	Hancococca	29-t	Grupo Mitu	PS-t-mi	Cantera

REPÚBLICA DEL PERÚ  
 SECTOR ENERGÍA Y MINAS  
 INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO  
 Dirección de Recursos Minerales y Energéticos

**INGEMMET**  
 PROYECTO GE34B4  
 "ESTUDIO DE RECURSOS DE ROCAS Y MINERALES INDUSTRIALES PARA LA INCLUSIÓN ECONOMICA-SOCIAL Y DESARROLLO EN LA REGIÓN CUSCO: SECTOR MERIDIONAL"

**MAPA GEOLÓGICO CON RMI EN LA PROVINCIA DE CANCHIS**

FUENTE: Ingemmet, 2017  
 ELABORADO POR: C. SIPÓN  
 REVISADO POR: E. BOULANGER

ESCALA: 1:450 000  
 FECHA: Octubre 2017  
 PROYECCIÓN: UTM WGS 84 - ZONA 18





### 3.8 UNIDADES GEOLÓGICAS FAVORABLES EN LA PROVINCIA DE CHUMBIVILCAS

La provincia de Chumbivilcas se enmarca dentro de las siguientes edades geológicas y unidades litoestratigráficas (Mapa 3.6).

#### Mesozoico

Cretácico inferior: Formación Hualhuani (Ki-hu), litológicamente en el nivel superior se observan areniscas cuarzosas con una matriz madura en estratos métricos a submétricos de color blanco y rojizo intemperizado. En la parte media de la secuencia se observa una intercalación de limoareniscas subcentimétricas y areniscas blanquecinas cuarzosas de grosor submétrico. Hacia la parte inferior se observan estratos hasta de 0.50 m de areniscas blancas cuarzosas de grano fino a medio.

La unidad es de origen continental, en un ambiente de alta energía (Galdos & Carrasco, 2003).

Cretácico inferior-superior. Formación Arcurquina (Kis-a), consiste en una secuencia calcárea de calizas gris oscuras, intercaladas con dolomías, margas y algunos horizontes de lutitas (Quispesivana & Navarro, 2003).

#### Cenozoico

##### Neógeno Cuaternario

Complejo Volcánico Vilcarani, depósito piroclástico de caída moderadamente soldada (toba lapilli, ceniza y biotita) de color gris blanquecino y estructura columnar visible.

##### Cuaternario Pleistoceno

Formación Santo Tomás (Qp-st), aflora en los alrededores del pueblo de Santo Tomás; consiste de lavas afaníticas. El análisis geoquímico muestra claramente un rango de shoshonitas a latitas. La parte inferior corresponde a niveles Shoshoníticos y la parte superior a latitas. En la parte superior muestra una textura vesicular y en la parte inferior disyunción columnar.

#### Cuaternario Aluvial

Los depósitos aluviales están constituidos principalmente por gravas, cantos angulosos de diferentes tipos de roca en matriz arenoarcillosa. Se hallan formando terrazas antiguas y recientes.

### 3.8.1 Rocas y minerales industriales identificados en la provincia de Chumbivilcas

La provincia de Chumbivilcas tiene buenas posibilidades económicas de desarrollar rocas y minerales industriales como tobas (sillar), calizas y áridos. En esta provincia se ha identificado una cantera de áridos y cuatro de tobas (sillar); también dos ocurrencias de calizas.

La provincia de Chumbivilcas cuenta con tres concesiones o derechos mineros no metálicos, de acuerdo con la información disponible en el Ingemmet. Son las siguientes:

1. Clavalel cuyo titular es Rafael Gabriel Neira Vargas de 100 ha.
2. Inmaculada Concepción I de José Valencia Monterola de 300 ha.
3. San Sebastián de Santo Tomás II de 100 ha.

#### Descripción de cantera de áridos

##### Áridos Alcapi

La cantera de áridos Alcapi se ubica en el distrito de Colquamarca, provincia de Chumbivilcas, a 35 km de la localidad de Colquamarca; se accede por medio de carretera afirmada. Sus coordenadas UTM son: 8430491 N y 823178 E, con una altitud de 4205 m s.n.m. La explotación es en un depósito aluvial (Qh-al) que está constituido principalmente por gravas, cantos angulosos de diferentes tipos de roca en una matriz arenoarcillosa. Se hallan formando terrazas antiguas y recientes. También se extrae material de la tonalita colindante con el depósito aluvial y que se encuentra alterada y muy fracturada (Fotografía 3.29).

El material seleccionado se destina a obras civiles en construcción de carreteras. El frente de explotación tiene un grosor de 25 m y una longitud de 150 m.



Fotografía 3.29 Áridos Alcapi, vista mirando al NO

### Descripción de ocurrencias de caliza

#### Cancahuaycco

Se localiza a 27.4 km de Colquamarca, en el distrito de Chamaca y provincia de Chumbivilcas. Es accesible desde la localidad de Colquamarca por carretera afirmada. Sus coordenadas UTM son: 8416680 N y 184385 E, a 3886 m s.n.m.

Es un afloramiento de calizas masivas de color gris claro, cristalizadas con cuerpos muy irregulares de la Formación Arcurquina (Kis-a) y con fuerte bandeamiento (Fotografía 3.31).

Se recolectó una muestra (29-s-RNM-019) (Fotografía 3.30) para realizar estudio petrográfico ya que el afloramiento es

muy pequeño y no justifica muestreo para análisis químico ni de difracción de RX.

#### Estudio petrográfico de la caliza de Cancahuaycco

##### Descripción microscópica

Minerales principales: calcita (cac (97.0 %)).

Minerales accesorios:

Minerales traza: opacos (OPs), Limonitas (LIMs), calcedonia (ccd?), diópsido (dp?), muscovita (mus).

Clasificación: Mármol.

Recursos estimados: 216 000 TM.



Fotografía 3.30 (A) Muestra de mano caliza de Cancahuaycco. (B) Fotomicrografía en luz transmitida y nicoles cruzados: se destaca cristales euhedrales de diópsido (dp) en agregado de calcita (cac). Obsérvese hacia el lado inferior derecho granoblasto de calcita con maclado polisintético.



Fotografía 3.31 Calizas de Cancahuaycco, vista mirando al sur

### Livitaca

La ocurrencia se localiza a 13.1 km al oeste de la localidad de Livitaca, en el distrito del mismo nombre y provincia de Chumbivilcas. El acceso se realiza desde Livitaca por carretera afirmada con dirección a la localidad de Yanaoca. Sus coordenadas UTM son: 8414444 N y 202022 E, a 4242 m s.n.m.

Las calizas son de color gris oscuro cristalizadas en un 60 %, aproximadamente de la Formación Arcurquina (Kis-a) con granos aislados de pirita y venillas milimétricas de calcita; los estratos tienen un grosor entre 20 y 30 cm, un rumbo N74° y buzamiento 78°SE.

El afloramiento de calizas corresponde a un depósito de tamaño grande, con un frente aproximado de 80 m de grosor y de 600 m de longitud (Fotografía 3.33); se encuentra aledaño a la carretera, lo que hace factible su extracción para beneficio de las poblaciones locales y provinciales.

Se realizaron dos perfiles de muestreo tipo rock chip para realizar análisis químicos (ICP-OES) (Tabla 3.27), así como mineralógicos (DRX) (Tablas 3.28 y 3.29), con los siguientes datos:

Perfil 1: punto inicial: 8414477 N; 202018 E y punto final: 8414432 N; 202035 E. Muestra 29-s-RNM-020.

Perfil 2: punto inicial: 8414438 N; 202041 E y punto final: 8414415 N; 202076 E. Muestra 29-s-RNM-021.

Tabla 3.27

#### Análisis químicos de la caliza de Livitaca

Código	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	MnO	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	LOI
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
29-s-RNM-020	0.23	54.17	0.18	<0.01	0.89	<0.01	<0.02	0.2	1.31	0.02	42.24
29-s-RNM-021	0.28	53.57	0.15	<0.01	1.1	<0.01	<0.02	0.21	2.47	0.02	41.64



En cuanto a la clasificación, las calizas de Livitaca son de pureza media por los contenidos de 54.17 % de CaO, equivalente a 96.69 % en CaCO<sub>3</sub>, en el perfil de muestreo 1, y de 53.57 % de CaO, equivalente a 95.62 % en CaCO<sub>3</sub>, en el perfil de muestreo 2. Ambas están en el rango de 93.5 % y 97.0 % de CaCO<sub>3</sub> (calizas de pureza media).

De acuerdo con los resultados del análisis químico, las calizas tienen en promedio 53.87 % de CaO, equivalente a 96.16 % de CaCO<sub>3</sub>. Del resto de elementos mayores destaca el promedio de 1.89 % de SiO<sub>2</sub>.

Tabla 3.28

## Análisis mineralógico de calizas de Livitaca (muestra 29-s-RNM-020)

N°	Mineral	Fórmula	%
1	Calcita	CaCO <sub>3</sub>	97.8
2	Cuarzo	SiO <sub>2</sub>	1.4
3	Magnesiohorblenda	Ca <sub>2</sub> (Mg,Fe <sup>+2</sup> ) <sub>4</sub> Al(Si <sub>7</sub> Al)O <sub>22</sub> (OH,F) <sub>2</sub>	0.8

Tabla 3.29

## Análisis mineralógico de calizas de Livitaca (muestra 29-s-RNM-021)

N°	Mineral	Fórmula	%
1	Calcita	CaCO <sub>3</sub>	95.04
2	Cuarzo	SiO <sub>2</sub>	2.08
3	Magnesiohorblenda	Ca <sub>2</sub> (Mg,Fe <sup>+2</sup> ) <sub>4</sub> Al(Si <sub>7</sub> Al)O <sub>22</sub> (OH,F) <sub>2</sub>	1.61
4	Muscovita	(K,Na)(Al,Mg,Fe) <sub>2</sub> (Si <sub>3.1</sub> Al <sub>0.9</sub> )(OH) <sub>4</sub>	0.79
5	Montmorillonita	Ca <sub>0.2</sub> (Al,Mg) <sub>2</sub> Si <sub>4</sub> O <sub>10</sub> (OH) <sub>2</sub> ·4H <sub>2</sub> O	0.48

## Estudio petrográfico de la caliza de Livitaca

Para realizar el estudio petrográfico se recolectó una muestra (29-s-RNM-022) de caliza en las coordenadas 8414435 N y 202041 E (Fotografía 3.32).

## Descripción microscópica

Minerales principales: calcita (cac (96.0 %)).

Minerales accesorios:

Minerales traza: calcita en venillas (cac-v), anfíboles (ANFs), piroxeno (PXs), cuarzo (cz), opacos (OPs).

Clasificación: caliza marmolizada.



Fotografía 3.32 (A) Muestra de mano caliza de Livitaca. (B) Fotomicrografía en luz transmitida y nicoles cruzados: Se destaca fina venilla de calcita (cac-v), atravesando microagregado de cuarzo (cz). Obsérvese también minerales opacos (OPs)

De acuerdo con los resultados del análisis químico, las calizas de Livitaca son utilizables para: *fundente, fibra de vidrio, papel, mejorador de suelos, fertilizantes, fabricación de azúcar, fabricación de soda, neutralización de aguas servidas, lecho*

*de filtro, agricultura, barrera de harina de roca en minas de carbón, nitrato de amonio y calcio, y cemento portland* (Lorenz & Gwosdz, 2004).

Recursos estimados: 13 000 000 TM.



Fotografía 3.33 Calizas de Livitaca, vista mirando al SO

### Descripción de canteras de toba (sillar)

#### Llusco I y Llusco II

En el distrito de Llusco se han identificado dos canteras de tobas volcánicas (sillar): la cantera Llusco I se encuentra 3 km al sureste de la localidad de Quiñota con dirección a Llusco. Sus coordenadas UTM son: 8413826 N y 809113 E, a una altura de 3625 m s.n.m. La cantera Llusco II se localiza 4 km al sureste, también con dirección a la localidad de Llusco. Sus coordenadas UTM son: 8414379 N y 809848 E, a 3573 m s.n.m.

Son dos canteras de toba volcánica moderadamente compacta color gris blanquecino, constituida por toba lapilli, ceniza y biotita, con fragmentos piroclásticos de aproximadamente 0.5 cm de diámetro. Se observan fragmentos líticos subangulosos

y submilimétricos de color pardo rojizo, presentan fractura irregular. Estratigráficamente pertenece al Grupo Barroso, Complejo Volcánico Vilcarani (NQ-vi/vs, tbl, bi).

Comercialmente el material extraído que se presenta en estructura columnar se conoce como roca ornamental, en este caso “sillar”, ya que ha sido seleccionada, cortada en determinada forma con una o más superficies elaboradas mecánicamente (Arias, 2015). Llusco I tiene un frente de 10 m de grosor y 200 m de longitud (Fotografías 3.35 y 3.36) y Llusco II tiene 10 m de grosor y 150 m de longitud (Fotografía 3.37).

Se realizó un muestreo tipo rock chip en Llusco I para realizar análisis químicos (ICP-OES) (Tabla 3.30), así como mineralógicos (DRX) (Tabla 3.31). En Llusco II no se recolectaron muestras por presentar las mismas características que Llusco I.

Tabla 3.30

#### Análisis químicos de las tobas de Llusco I

Código	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	MnO	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	LOI
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
29-r-II-RNM-011	12.5	<0.01	1.56	7.67	0.14	0.04	3.15	0.05	70.9	0.29	2.86

**Tabla 3.31**  
**Análisis mineralógico de las tobas de Llusco I**

Código de muestra: 29-r-II-RNM-011			
N°	Mineral	Fórmula	%
1	Cristobalita	SiO <sub>2</sub>	54.77
2	Hialofana	(K,Ba)(Al,Si) <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>8</sub>	28.52
3	Adularia	K <sub>20</sub> Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 6SiO <sub>2</sub>	9.25
4	Rodocrosita	MnCO <sub>3</sub>	3.67
5	Sanidina	KO <sub>47</sub> (NaO.43CaO.10Al <sub>11</sub> Si <sub>2,9</sub> O <sub>8</sub>	3.43
6	Hematita	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.32

#### Estudio petrográfico de las tobas de Llusco I

Para realizar el estudio petrográfico se recolectó una muestra (29-r-II-RNM-012) de toba en las coordenadas 8413826 N y 809113 E (Fotografía 3.34).

#### Descripción microscópica

Minerales principales: Matrix vítrea (Mx (75.6%)), feldespato potásico (FPKs-vidrio (9.8%)), plagioclasa (PGLs (5.2%)).

Minerales accesorios:

Minerales traza: biotita (bt), opacos (OPs), fragmento lítico (FL), anfíboles (ANFs), piroxenos (PXs), cuarzo (cz).

Clasificación: toba vítrea.



**Fotografía 3.34** (A) Muestra de mano toba Llusco I. (B) Fotomicrografía en luz transmitida y nicoles paralelos: Se observa fragmentos líticos (FL), plagioclasas (PGLs) y biotita (bt) en matriz fina.

Las tobas "sillar" son fáciles de cortar y tallar; se explotan artesanalmente y se emplean principalmente como bloquetas de construcción en los distritos de Quiñota y Llusco, así como en poblaciones aledañas.

Recursos estimados:

Llusco I: 60 000 TM.

Llusco II: 45 000TM.





**Fotografía 3.35** Cantera de tobas Llusco I, vista panorámica mirando al SO



**Fotografía 3.36** Frente de explotación de Llusco I, vista mirando al SO





Fotografía 3.37 Cantera de tobas Llusco II, vista mirando al SO

### Santo Tomás I

Esta cantera se encuentra ubicada 2.3 km al noroeste de la localidad de Santo Tomás, en el distrito del mismo nombre y provincia de Chumbivilcas. Sus coordenadas UTM son: 8401356 N y 813998 E, con una altura de 3619 m s.n.m.

Las tobas volcánicas de este depósito se presentan al igual que las del distrito de Llusco, moderadamente compactas de color pardo rosáceo con fragmentos de cristales de feldespatos, ferromagnesianos y fragmentos líticos de color gris. Los fragmentos de feldespatos, así como los fragmentos líticos pueden llegar a medir 2 milímetros; mientras que el tamaño

promedio de los de biotita son menores a 1 mm. Se presentan en estructura columnar con fractura irregular y pertenecen a la Formación Santo Tomás (Qp-st).

La cantera tiene un frente de 30 m de grosor y 600 m de longitud (Fotografías 3.39 y 3.40). Se explota artesanalmente por pobladores de la comunidad de Santo Tomás y destinados a usos locales de acuerdo con los pedidos.

Se realizó muestreo tipo rock chip en Santo Tomás I para realizar análisis químicos (ICP-OES) (Tabla 3.32), así como mineralógicos (DRX) (Tabla 3.33).

Tabla 3.32

#### Análisis químicos de las tobas de Santo Tomás I

Código	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	MnO	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	LOI
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
29-r-II-RNM-014	13.34	<0.01	1.38	5.89	<0.01	0.03	2.63	0.04	71.77	0.22	4.18

Tabla 3.33

Análisis mineralógico de las tobas de Santo Tomás I

Código de muestra: 29-r-II-RNM-014			
N°	Mineral	Fórmula	%
1	Hialofana	$(K,Ba)(Al,Si)_2 Si_2 O_8$	43.04
2	Cristobalita	$SiO_2$	41.09
3	Adularia	$K_{20}Al_2O_3 6SiO_2$	11.86
4	Rodocrosita	$MnCO_3$	3.33
5	Hematita	$Fe_2O_3$	0.5
6	Crisocola	$CuSiO_3 \cdot XH_2O$	0.18

Estudio petrográfico de las tobas de Santo Tomás I

Para realizar el estudio petrográfico se recolectó una muestra (29-r-II-RNM-015) de toba en las coordenadas 8401356 N y 813998 E (Fotografía 3.38).

Descripción microscópica

Minerales principales: matriz vítrea (Mx (86.0%)), Fv (8.0%).

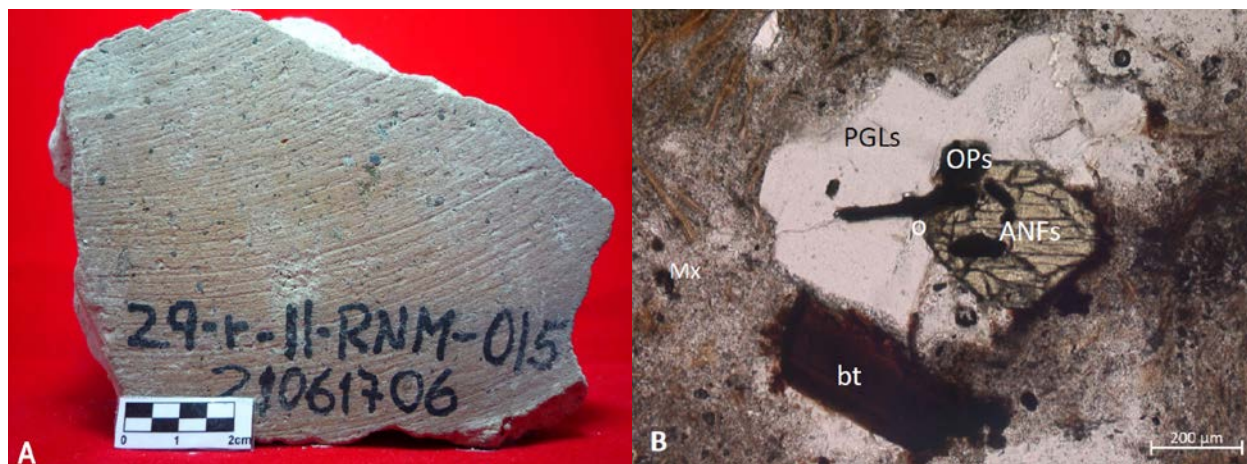
Minerales accesorios: plagioclasa (PGLs).

Minerales traza: fragmentos líticos (FL), biotita (bt), limonitas (LIMs), opacos (OPs), anfíbol (ANFs), CLOs, ap.

Clasificación: Toba vítrea.

Las tobas "sillar" son fáciles de cortar y tallar, se explotan artesanalmente y se emplean principalmente como bloquetas de construcción en los distritos de Santo Tomás, Quiñota y Llusco, así como en poblaciones aledañas.

Recursos estimados: 1 350 000 TM.



Fotografía 3.38 (A) Muestra de mano toba Santo Tomás I. (B) Fotomicrografía en luz transmitida y nicoles paralelos: Se observa plagioclasa (PGLs), anfíbol (ANFs), biotita (bt) y minerales opacos (OPs) inmersos en matriz (Mx) vítrea



**Fotografía 3.39** Cantera de tobas Santo Tomás I, vista panorámica mirando al SO



**Fotografía 3.40** Frente de explotación de Santo Tomás I, vista mirando al SO

### **Santo Tomás II**

Esta cantera se encuentra ubicada 6.3 km al noreste de la localidad de Santo Tomás, en el distrito del mismo nombre y provincia de Chumbivilcas. Sus coordenadas UTM son: 8402623 N y 815350 E, con una altura de 3617 m s.n.m.

Las tobas volcánicas de este depósito se presentan al igual que las de la cantera Santo Tomás I, moderadamente compactas de color pardo rosáceo y en estructura columnar. Están compuestas por fragmentos de cristales de feldspatos, ferromagnesianos y fragmentos líticos inmeros en matriz afanítica. Los fragmentos líticos son angulosos de colores

grises y pardos, pueden llegar a medir 7 mm; mientras que los fragmentos de fenocristales presentan tamaños submilimétricos menores a 1 mm. Se encuentran dentro del Complejo Volcánico Vilcarani (NQ-vi/vs, tbl, bi).

La cantera tiene un frente de 8 m de grosor y 20 m de longitud (Fotografía 3.42); se explota artesanalmente por pobladores de la comunidad de Santo Tomás y destinados a usos locales de acuerdo con los pedidos.

Se realizó muestreo tipo rock chip en Santo Tomás I para realizar análisis químicos (ICP-OES) (Tabla 3.34), así como mineralógicos (DRX) (Tabla 3.35).



Tabla 3.34

Análisis químicos de las tobas de Santo Tomás II

Código	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	MnO	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	LOI
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
29-r-II-RNM-017	12.86	<0.01	1.45	5.22	0.08	0.03	3.09	0.04	73.22	0.28	3.28

Tabla 3.35

Análisis mineralógico de las tobas de Santo Tomás II

Código de muestra: 29-r-II-RNM-017			
N°	Mineral	Fórmula	%
1	Cristobalita	SiO <sub>2</sub>	51.28
2	Hialofana	(K,Ba)(Al,Si) <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>8</sub>	23.31
3	Sanidina	KO <sub>47</sub> NaO <sub>43</sub> CaO.10Al <sub>11</sub> Si <sub>2,9</sub> O <sub>8</sub>	11.13
4	Adularia	K <sub>20</sub> Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 6SiO <sub>2</sub>	9.65
5	Rodocrosita	MnCO <sub>3</sub>	3.96
6	Hematita	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.67

Estudio petrográfico de las tobas de Santo Tomás II

Para realizar estudio petrográfico se recolectó una muestra (29-r-II-RNM-018) de toba en las coordenadas 8402623 N y 815350 E (Fotografía 3.41).

Descripción microscópica

Minerales principales: matriz vítrea (Mx (81.0%)), pagioclasa (PGLs (8.0%)), Fv (7.0%).

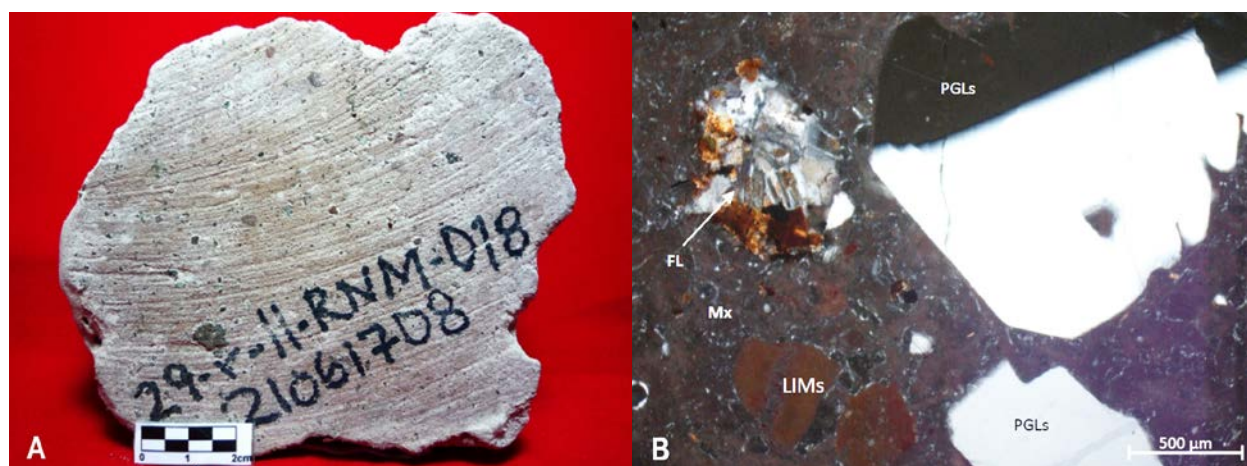
Minerales accesorios: fragmentos líticos (FL (3.0%)).

Minerales traza: biotite (bt), opacos (Ops), anfíbol (ANFs), Limonitas (LIMs), ap.

Clasificación: Toba vítrea.

Las tobas "sillar" son fáciles de cortar y tallar; se explotan artesanalmente y se emplean principalmente como bloquetas de construcción en los distritos de Santo Tomás, Quiñota y Llusco, así como en poblaciones aledañas.

Recursos estimados: 5000 TM.



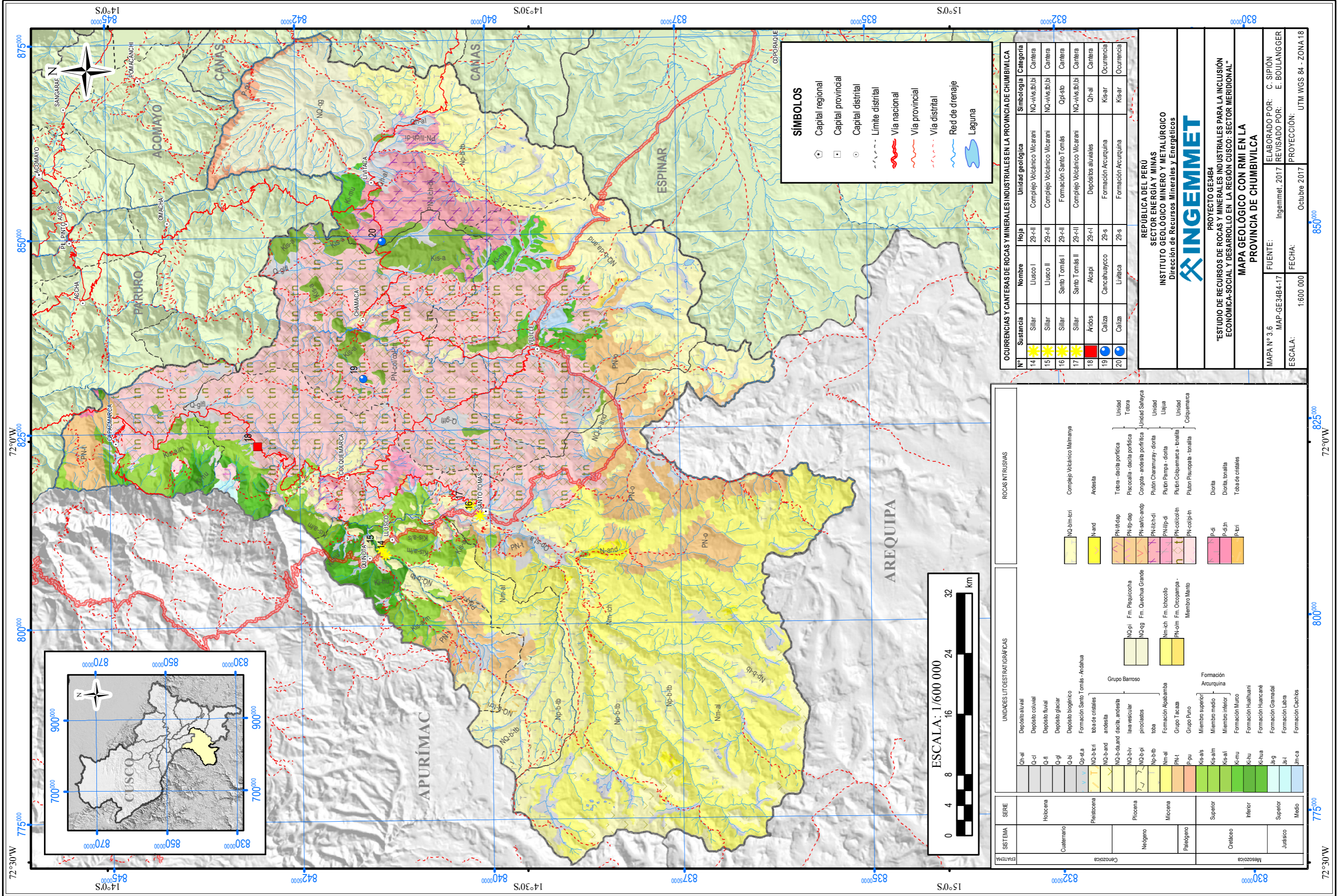
Fotografía 3.41 (A) Muestra de mano toba Santo Tomás II. (B) Fotomicrografía en luz transmitida y nicoles cruzados: se observa dos fenocristales de plagioclasas (PGLs) maclados inmersos en matriz (Mx) vítrea. A la izquierda fragmento lítico con textura granular compuesto por cristales de plagioclasa (PGLs) y biotita (bt).





**Fotografía 3.42** Cantera de tobas Santo Tomás II, vista mirando al SO





**SÍMBOLOS**

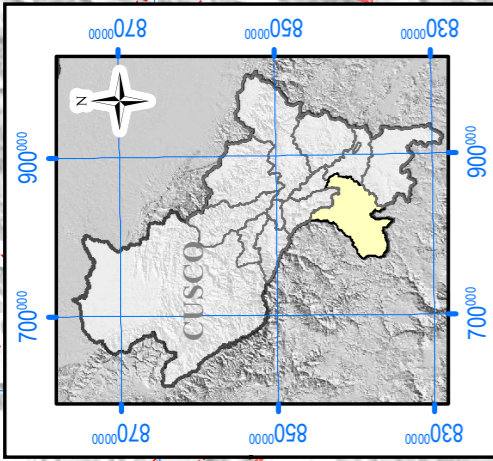
- Capital regional
- Capital provincial
- Capital distrital
- Limite distrital
- Via nacional
- Via provincial
- Via distrital
- Red de drenaje
- Laguna

N°	Sustancia	Nombre	Hoja	Unidad geológica	Categoría
14	Sillar	Lusco I	29-II	Complejo Volcánico Vicarani	Carrera
15	Sillar	Lusco II	29-II	Complejo Volcánico Vicarani	Carrera
16	Sillar	Santo Tomás I	29-II	Formación Santo Tomás	Carrera
17	Sillar	Santo Tomás II	29-II	Complejo Volcánico Vicarani	Carrera
18	Áridos	Alcapi	29-I	Depósitos aluviales	Carrera
19	Caliza	Canchahuaycco	29-s	Formación Acurquina	Occurencia
20	Caliza	Livitaca	29-s	Formación Acurquina	Occurencia

REPÚBLICA DEL PERÚ  
 SECTOR ENERGÍA Y MINAS  
 INSTITUTO GEOLOGICO MINERO Y METALURGICO  
 Dirección de Recursos Minerales y Energéticos

**INGEMMET**  
 PROYECTO GE3484  
 "ESTUDIO DE RECURSOS DE ROCAS Y MINERALES INDUSTRIALES PARA LA INCLUSIÓN ECONOMICA-SOCIAL Y DESARROLLO EN LA REGIÓN CUSCO: SECTOR MERIDIONAL"  
 MAPA GEOLOGICO CON RMI EN LA PROVINCIA DE CHUMBIVILCA

ELABORADO POR: C. SIPÓN  
 REVISADO POR: E. BOULANGER  
 FUENTE: Ingemmet, 2017  
 MAPA N° 3.6  
 MAP-GE3484-17  
 ESCALA: 1:600 000  
 FECHA: Octubre 2017  
 PROYECCIÓN: UTM WGS 84 - ZONA 18



SISTEMA	SERE	UNIDADES LITOSTRATIGRAFICAS	ROCAS INTRUSIVAS
Cuaternario		Depósito fluvial	Complejo Volcánico Mamanya
		Depósito coluvial	Andesita
Pleistoceno		Depósito glacial	TOBRA - dacita porfida
		Depósito biogénico	Piscocalla - dacita porfida
		Formación Santo Tomás - Andahuay	Congota - andesita porfida
		taba de cristales	Puñón Charamuru - diorita
		andesita	Puñón Pampa - diorita
		NO-b-and dacita andesita	Puñón Coqueamarca - bnallita
		NO-b-lv lava vesicular	Puñón Pisacopata - tonallita
		NO-b-pl piroclastos	Diorita
		NO-b-bb toba	Diorita tonallita
		Nm-al	Toba de cristales
Plioceno		Formación Apabamba	
		Grupo Tacaza	
		Grupo Puno	
		Formación Barroso	
Neógeno		Formación Apabamba	
		Formación Acurquina	
Mioceno		Formación Huailuani	
		Formación Huancané	
Paleógeno		Formación Gemadali	
		Formación Labra	
Superior		Formación Cuestes	
Inferior			
Superior			
Medio			





### 3.9 UNIDADES GEOLÓGICAS FAVORABLES EN LA PROVINCIA DE CUSCO

La provincia de Cusco se enmarca dentro de las siguientes edades geológicas y unidades litoestratigráficas (Mapa 3.7).

#### Paleozoico

Permiano Triásico (PET-m). Grupo Mitu, constituido por areniscas arcósicas de grano medio a conglomeráticas en los niveles inferiores, seguido de lavas andesíticas y dacíticas, brechas y lavas basálticas de color rojizo.

#### Mesozoico

Cretácico inferior-superior. Formación Maras (Kis-ma), está compuesta básicamente por mezclas de yesos y lutitas rojas y más escasamente lutitas verdes y algunos niveles de calizas de espesores delgados (3 a 7 m) o calizas más gruesas que en realidad corresponden a las calizas deslizadas de la Formación Ayabacas. Las lutitas parecen ser de origen lacustre, los yesos de sabkha y las calizas marinas de muy poca profundidad. En la mayoría de los casos, las relaciones de contacto indican su emplazamiento por efectos de diapirismo o tectónico, como se aprecia en las fallas en el límite Altiplano-Cordillera Oriental, o en Occopata, donde corta el anticlinal del mismo nombre. Sin embargo, gran parte de estos afloramientos son originalmente olistolitos de la Formación Ayabacas, que se han deslizado durante la sedimentación e involucrado su substrato de lutitas y yesos, tal como se puede apreciar en el cuadrante II en los alrededores de la laguna Huacochoa.

Cretácico inferior-superior. Formación Ayabacas (Kis-ayb), compuesto por calizas que se hallan frecuentemente dolomitizadas; sin embargo, se ha podido reconocer facies margosas gris oscuras, facies mudstone bioturbadas o no, facies wackestone-packstone más o menos bioclásticas y menos frecuentemente facies grainstone con oolitos de bioclastos o granos de cuarzo. Algunas facies aparecen con figuras de emersión (disolución), con aspecto de brechas y figuras de estructuras de tipo slump. El análisis de facies ha permitido determinar que las Calizas Ayabacas se han formado en una plataforma carbonatada poco profunda. Los medios varían de infratidal a intertidal y hasta supratidal. La sedimentación ha sido controlada por las variaciones eustáticas del mar. La repartición de facies y las discontinuidades sedimentarias han permitido definir cuatro secuencias transgresivas-regresivas que pueden correlacionarse con secuencias equivalentes bien datadas de la cuenca occidental sur peruana, donde son conocidas como Formación Ferrobamba o Arcurquina.

Las diferencias de espesores, la presencia de fallas normales sinsedimentarias, slumps y los niveles de brechas sugieren que el relieve era ligeramente accidentado y que durante la sedimentación ocurrían deslizamientos importantes. Esto explicaría por qué las calizas se hallan concentradas solamente en algunos lugares. Fenómenos similares han sido descritos en las Calizas Ayabacas de la región de Sicuani y también en las calizas Ferrobamba de la Cordillera Occidental (Carlotto et al., 2011).

Cretácico inferior-superior. Formación Arcurquina (Kis-a). Esta formación suprayace concordantemente a la Formación Murco. Aflora principalmente en la zona suroeste del distrito de Ccorca. Estos afloramientos rocosos constituyen las cumbres de una serie de cerros con una morfología suave. Litológicamente se le distingue tres secuencias estratificadas de calizas micríticas grises. Se distinguen tres divisiones: La secuencia inferior destaca por sus estratos de caliza con grosores hasta de 2 m. La parte media es una intercalación de estratos delgados de caliza con niveles esporádicos de dolomía. En la parte superior se observan estratos de caliza de grosores hasta de 3 m que alternan con niveles de caliza submétricos. Infrayace a unidades volcánicas del Grupo Tacaza y al Grupo Puno todas en discordancia.

La Formación Arcurquina es de origen marino y fue depositada en ambiente marino abierto y relativamente somero en el cual había las condiciones favorables para el desarrollo de abundante vida bentónica y, al mismo tiempo, condiciones de intensa agitación y actividad que dieron lugar a la trituración y desmenuzamiento de detritus calcáreo formador de las calizas.

Se correlaciona con las calizas de la Formación Ayabacas del Grupo Moho(?), que aflora en el área del lago Titicaca, y con la Formación Arcurquina de Arequipa; así como también con las formaciones Inca, Chúlec y Pariatambo, con la parte inferior de la Formación Jumasha y los grupos Quilquiñan y Pulluicana del norte y centro del Perú.

#### Cenozoico

##### Neógeno-Plioceno-Cuaternario

Formación Rumicolca (NpQ-r). Las lavas de la Formación Rumicolca son generalmente de color oscuro, de negro a gris. En el cuadrángulo de Cusco, la composición mineralógica es constante de un afloramiento a otro. Se trata de andesitas, dacitas y traquitas ricas en potasio, así como shoshonitas (Carlotto et al., 2011).



### 3.9.1 Rocas y minerales industriales identificados en la provincia de Cusco

En la provincia de Cusco hay escasas posibilidades económicas de desarrollar rocas y minerales industriales ya que existen muchas áreas con rocas y minerales industriales que se encuentran cubiertas por poblaciones. En esta provincia se ha identificado una cantera de piedra laja volcánica y otra de yeso.

La provincia de Cusco cuenta con 12 concesiones o derechos mineros no metálicos, de acuerdo con la información disponible en el Ingemmet.

#### Descripción de cantera de piedra laja volcánica

##### Huaccoto

Está a 30 km de la ciudad de Cusco y al noreste de San Jerónimo, conectada por carretera asfaltada y afirmada. Se encuentra ubicada en el distrito del mismo nombre, provincia de Cusco. Sus coordenadas UTM son: 8503800 N y 192300 E, a 4160 m s.n.m.

Es una cantera de lajas donde aflora roca volcánica andesítica color gris claro de la Formación Rumicolca (NpQ-r); son de diverso tamaño y su grosor va desde 3 hasta 10 centímetros. Cerca a la cantera de laja volcánica hay talleres de donde se corta la roca y en los cuales se fabrican esculturas (Fotografías 3.43 y 3.44).

Recursos estimados para Huaccoto: 13 000 TM.



Fotografía 3.43 Vista de la cantera de lajas Huaccoto, mirando al SE



Fotografía 3.44 Vista de talleres de piedra laja Huaccoto

**Descripción de cantera de yeso**

**Occopata**

Se ubica 20 km al este de la ciudad de Cusco, muy cerca a la localidad de Occopata, distrito de Santiago, provincia de Cusco. Sus coordenadas UTM son: 8494834 N y 177004 E, a 3947 m s.n.m. En el área aflora yeso en bolsonadas cristalizado a

sacaroide de color gris blanquecino con bandeamientos y yeso hialino en pátinas que se presenta en forma caótica dentro de material conglomerádico y lodolítico. Es una cantera muy pequeña cuyo frente de explotación tiene un grosor de 2 m y una longitud de 4 m (Fotografía 3.45).

El afloramiento pertenece a la Formación Maras (Kis-ma).

Los resultados del análisis químico se presentan en la Tabla 3.36.

**Tabla 3.36**

**Análisis químicos del yeso de Occopata**

Código	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	MnO	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	SO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> O (180°C)
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
28-s-IV-RNM-045	<0.01	33.04	0.02	<0.01	<0.01	<0.01	<0.02	0.02	<0.01	<0.01	44.51	21.62

El factor de conversión útil para la interpretación del análisis químico de yesos según Lorenz y Gwosdz (2004) es:

$$SO_3 \times 2.146 = CaSO_4 \cdot 2H_2O$$

Aplicando el factor de conversión para la interpretación de análisis químicos de yesos, se tiene que la pureza del yeso de Occopata es de 95.52 %.

El análisis mineralógico mediante DRX reporta el resultado en la Tabla 3.37.

Los posibles usos del yeso de Occopata según Díaz & Ramírez (2009), son los siguientes:

- Construcción, por ejemplo yeso cartonado con >70% de CaSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O.
- Industria de prefabricados para construcción como cartón enyesado para revestir casas y tablas de fibra prensada para paredes con >85% de CaSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O, siendo lo ideal >94-95% de CaSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O.
- Industria minera como sellador para fugas y otros con CaSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O >85%.
- Industria agrícola con CaSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O >85%.

Recursos estimados: 100 TM.

**Tabla 3.37**

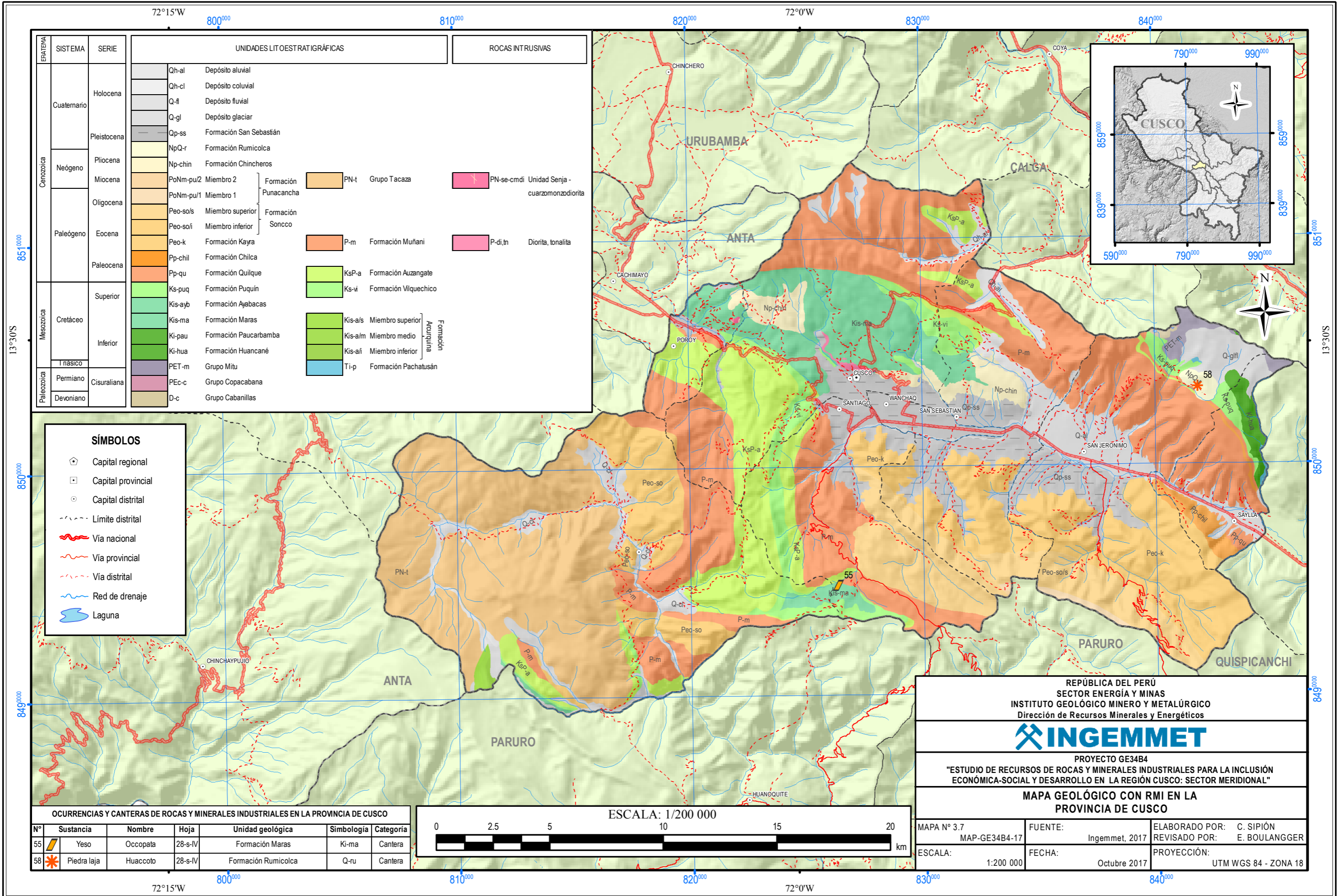
**Análisis por DRX del yeso Occopata**

Código de muestra: 28-s-IV-RNM-045			
N°	Mineral	Fórmula	%
1	Yeso	CaSO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O	95.73
2	Calcita	CaCO <sub>3</sub>	4.27



Fotografía 3.45 Vista del yeso Occopata, mirando al SE

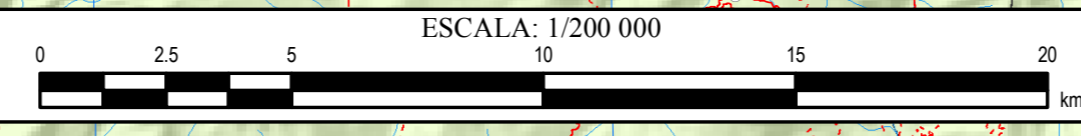




SISTEMA		SERIE	UNIDADES LITOSTRATIGRÁFICAS		ROCAS INTRUSIVAS						
Cenozoica	Cuaternario	Holocena	Qh-al	Depósito aluvial	ROCAS INTRUSIVAS						
			Qh-cl	Depósito coluvial							
			Q-fl	Depósito fluvial							
			Q-gl	Depósito glaciar							
			Qp-ss	Formación San Sebastián							
	Neógeno	Pliocena	NpQ-r	Formación Rumicolca							
			Np-chin	Formación Chincheros							
	Miocena	Oligocena	PoNm-pu/2	Miembro 2			Formación Punacancha	PN-t	Grupo Tacaza	PN-se-cmdi	Unidad Senja - cuarzomonzodiorita
			PoNm-pu/1	Miembro 1							
	Paleógeno	Eocena	Peo-so/s	Miembro superior			Formación Soncco	P-m	Formación Muñani	P-di,tn	Diorita, tonalita
Peo-so/i			Miembro inferior								
Paleocena	Superior	Peo-k	Formación Kayra	Formación Auzangate	KsP-a	Formación Auzangate	Ks-vi	Formación Vilquechico			
		Pp-chil	Formación Chilca								
Mesozoica	Cretáceo	Inferior	Pp-qu	Formación Quilque	Formación Aucorquina	Kis-a/s	Miembro superior	Kis-al/m	Miembro medio		
			Ks-puq	Formación Puquin							
			Kis-ayb	Formación Ayabacas							
			Kis-ma	Formación Maras							
			Ki-pau	Formación Paucarbamba							
	Terciario	Cisuraliana	Ki-hua	Formación Huancané	Miembro inferior	Ti-p	Formación Pachatusán				
			PET-m	Grupo Mitu							
			PEc-c	Grupo Copacabana							
			D-c	Grupo Cabanillas							

SÍMBOLOS	
	Capital regional
	Capital provincial
	Capital distrital
	Límite distrital
	Vía nacional
	Vía provincial
	Vía distrital
	Red de drenaje
	Laguna

OCURRENCIAS Y CANTERAS DE ROCAS Y MINERALES INDUSTRIALES EN LA PROVINCIA DE CUSCO					
N°	Sustancia	Nombre	Hoja	Unidad geológica	Categoría
55	Yeso	Occopata	28-s-IV	Formación Maras	Cantera
58	Piedra laja	Huaccoto	28-s-IV	Formación Rumicolca	Cantera



REPÚBLICA DEL PERÚ  
SECTOR ENERGÍA Y MINAS  
INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO  
Dirección de Recursos Minerales y Energéticos

**INGEMMET**

PROYECTO GE34B4  
"ESTUDIO DE RECURSOS DE ROCAS Y MINERALES INDUSTRIALES PARA LA INCLUSIÓN ECONÓMICA-SOCIAL Y DESARROLLO EN LA REGIÓN CUSCO: SECTOR MERIDIONAL"

**MAPA GEOLÓGICO CON RMI EN LA PROVINCIA DE CUSCO**

MAPA N° 3.7 MAP-GE34B4-17	FUENTE: Ingemmet, 2017	ELABORADO POR: C. SipiÓN REVISADO POR: E. BOULANGGER
ESCALA: 1:200 000	FECHA: Octubre 2017	PROYECCIÓN: UTM WGS 84 - ZONA 18



### 3.10 UNIDADES GEOLÓGICAS FAVORABLES EN LA PROVINCIA DE ESPINAR

La provincia de Espinar se enmarca dentro de las siguientes edades geológicas y unidades litoestratigráficas (Mapa 3.8).

#### Mesozoico

##### Formación Hualhuani (Ki-hu)

La Formación Hualhuani (Ki-hu) está constituida por areniscas cuarzosas blanquecinas de grano medio a grueso con clastos subredondeados de cuarcita, estructuralmente están obliteradas.

La mayor exposición de la secuencia sedimentaria se encuentra al sur de la mina Tintaya en el cerro Ccatum Ccoyme y en el cerro Llallahua (De La Cruz, 1995). El primero de los nombrados está formado por una secuencia monótona de cuarcitas de color blanco amarillento, grano medio a fino, en la parte media muestra un horizonte de 100 m con intercalación de estratos delgados de arenisca cuarzosa de color gris a negra con capas finas de lutita negra. Al oeste del cerro Llallahua la Formación Hualhuani está enteramente constituida por estratos delgados de cuarcita blanquecina.

##### Formación Arcurquina

La Formación Arcurquina (Kis-a) (De La Cruz, 1995) en casi la mayoría de sus afloramientos está formada por calizas gris azulinas de aspecto masivo. Los estratos de caliza de coloración blanquecina y azulina son menores a un metro de grosor y se caracterizan por presentar venillas entrecruzadas de calcita; además, las calizas están recristalizadas y marmolizadas con manchas verdosas de óxidos de cobre.

Los afloramientos de caliza Arcurquina en la provincia de Espinar se encuentran en las inmediaciones de las minas Tintaya y Coroccohuayco, al sur y sureste de la localidad de Espinar.

#### Cenozoico

##### Cuaternario Holoceno

Depósitos glaciofluviales (Q-glfl). La composición litológica de los glaciofluviales es generalmente polimíctica; en el área

de Yauri están constituidos por clastos de rocas volcánicas, sedimentarias e ígneas en menor proporción, de tamaños muy variables y matriz granulada.

Depósitos aluviales (Qh-al). Están constituidos por acumulación de materiales en el lecho de ríos y quebradas; consisten de material polimíctico de variado tamaño desde arcillas hasta gravas, moderadamente clasificados.

### 3.10.1 Rocas y minerales industriales identificados en la provincia de Espinar

La provincia de Espinar tiene considerables afloramientos de roca caliza con posibilidades económicas de explotar; pero casi en su totalidad están dentro de concesiones mineras de empresas privadas. En esta provincia, además de las calizas, se han identificado dos canteras de áridos.

La provincia de Espinar cuenta con dos concesiones o derechos mineros no metálicos, de acuerdo con la información disponible en el Ingemmet. Su ubicación coincide con las canteras de áridos ubicadas en los distritos de Velille y Espinar.

#### Descripción de canteras de áridos

En los distritos de Velille y Espinar se reportan dos canteras de áridos.

La cantera Huahuapampa, en Velille, se ubica a 3.2 km de la localidad de Espinar; está constituida por material Cuaternario (Q-glfl) conformado por rocas de diferente granulometría, las que son destinadas a obras viales y cuyo punto central tiene como coordenadas UTM: 8368080 N y 240010 E; a una altura de 3890 m s.n.m.

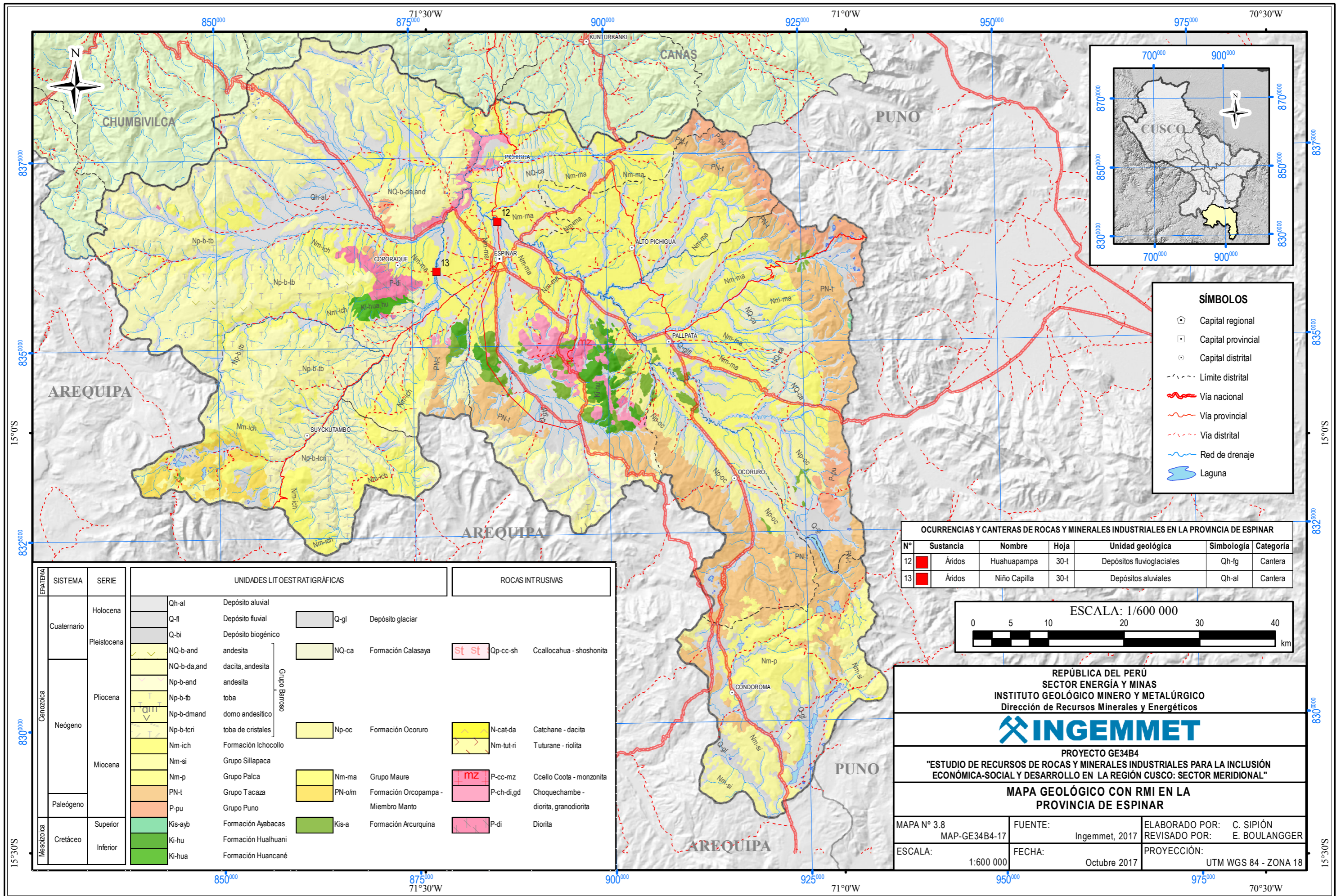
La cantera de Niño Capilla se ubica a 8.7 km del distrito Espinar; está constituida por material Cuaternario (Qh-al) de diferente litología y granulometría. Tiene como punto central las siguientes coordenadas UTM: 8361396 N y 232297 E; con una altura de 3898 m s.n.m. (Fotografía 3.46). También se utiliza para obras viales.





Fotografía 3.46 Cantera de áridos Niño Capilla, vista al NO



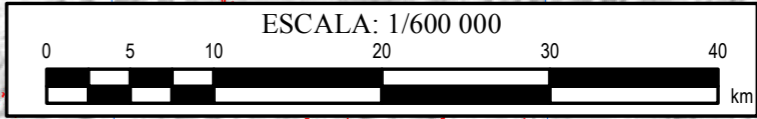


**SÍMBOLOS**

- ◊ Capital regional
- ◻ Capital provincial
- Capital distrital
- - - Límite distrital
- Via nacional
- Via provincial
- Via distrital
- Red de drenaje
- Laguna

**OCURRENCIAS Y CANTERAS DE ROCAS Y MINERALES INDUSTRIALES EN LA PROVINCIA DE ESPINAR**

N°	Sustancia	Nombre	Hoja	Unidad geológica	Simbología	Categoría
12	Áridos	Huahuapampa	30-t	Depósitos fluvio-glaciales	Qh-fg	Cantera
13	Áridos	Niño Capilla	30-t	Depósitos aluviales	Qh-al	Cantera



EPATEMA	SISTEMA	SERIE	UNIDADES LITOSTRATIGRÁFICAS		ROCAS INTRUSIVAS			
Cenozoica	Cuaternario	Holocena	Qh-al	Depósito aluvial	Q-gl	Depósito glacial		
		Pleistocena	Q-fl	Depósito fluvial				
			Q-bi	Depósito biogénico				
			NQ-b-and	andesita	NQ-ca	Formación Calasaya	st st	Qp-cc-sh Ccallocahua - shoshonita
	Pliocena	Np-b-and	dacita, andesita	Grupo Barroso				
		Np-b-tb	andesita					
		Np-b-dmand	toba					
		Np-b-dmand	domo andesítico					
		Np-b-tcri	toba de cristales		Np-oc	Formación Ocoruro	N-cat-da	Catchane - dacita
		Nm-ich	Formación Ichocollo		Nm-tut-ri	Tuturane - riolita		
Miocena	Nm-si	Grupo Sillapaca						
	Nm-p	Grupo Palca	Nm-ma	Grupo Maure	mz	P-cc-mz Ccello Coota - monzonita		
	PN-t	Grupo Tacaza	PN-o/m	Formación Orcopampa - Miembro Manto	P-ch-di,gd	Choquechambe - diorita, granodiorita		
Paleógeno	P-pu	Grupo Puno			P-di	Diorita		
	Mesozoica	Superior	Kis-ayb	Formación Ayabacas	Kis-a	Formación Arcurquina		
Cretáceo		Ki-hu	Formación Hualhuani					
		Inferior	Ki-hua	Formación Huanacán				

REPÚBLICA DEL PERÚ  
SECTOR ENERGÍA Y MINAS  
INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO  
Dirección de Recursos Minerales y Energéticos

**INGEMMET**

PROYECTO GE34B4  
"ESTUDIO DE RECURSOS DE ROCAS Y MINERALES INDUSTRIALES PARA LA INCLUSIÓN ECONÓMICA-SOCIAL Y DESARROLLO EN LA REGIÓN CUSCO: SECTOR MERIDIONAL"

**MAPA GEOLÓGICO CON RMI EN LA PROVINCIA DE ESPINAR**

MAPA N° 3.8 MAP-GE34B4-17	FUENTE: Ingemmet, 2017	ELABORADO POR: C. SIPIÓN REVISADO POR: E. BOULANGGER
ESCALA: 1:600 000	FECHA: Octubre 2017	PROYECCIÓN: UTM WGS 84 - ZONA 18





### 3.11 UNIDADES GEOLÓGICAS FAVORABLES EN LA PROVINCIA DE PARURO

La provincia de Paruro se enmarca dentro de las siguientes edades geológicas y unidades litoestratigráficas (Mapa 3.9).

#### Mesozoico

##### Formación Arcurquina

La Formación Arcurquina (Kis-a) se compone de una secuencia calcárea de calizas gris oscuras, intercaladas con dolomías, margas y algunos horizontes de lutitas. En la hoja de Livitaca (29-s) se ha mapeado solamente como Formación Arcurquina.

En la hoja de Tambobamba (28-r) la Formación Arcurquina litológicamente se distingue por tres secuencias estratificadas de calizas micríticas grises. La secuencia inferior destaca por sus estratos de caliza con grosores hasta de 2 m. La parte media es una intercalación de estratos delgados de caliza con niveles esporádicos de dolomía. En la parte superior se observan estratos de caliza de grosores hasta de 3 m alternando con niveles de caliza submétricos. Infrayace a unidades volcánicas del Grupo Tacaza y al Grupo Puno, todas en discordancia.

La Formación Arcurquina es de origen marino y fue depositada en ambiente marino abierto y relativamente somero en el cual se dieron las condiciones favorables para el desarrollo de abundante vida bentónica y, al mismo tiempo, condiciones de intensa agitación y actividad que dieron lugar a la trituración y desmenuzamiento de detritus calcáreo formador de las calizas.

Los afloramientos de las calizas Arcurquina, en la provincia de Paruro, están ampliamente distribuidas, sobre todo en los distritos de Omacha, Accha y Huanquite.

Las formaciones Maras (Kis-ma) y Ayabacas (Kis-ayb) afloran en la provincia de Paruro en una extensión no muy considerable, tal como sucede en los distritos de Huanquite, Colcha y Paccaritambo.

### 3.11.1 Rocas y minerales industriales identificados en la provincia de Paruro

En la provincia de Paruro existen considerables afloramientos de roca caliza con posibilidades económicas de ser explotadas. En esta provincia se ha identificado dos ocurrencias de caliza.

La provincia de Paruro cuenta con cuatro (4) concesiones o derechos mineros no metálicos, de acuerdo con la información disponible en el Ingemmet.

Descripción de ocurrencias de caliza

#### Loretoyoc I

La ocurrencia se encuentra a 14 km al suroeste de la localidad de Huanquite, en el distrito del mismo nombre y provincia de Paruro. El acceso se realiza desde Huanquite por carretera afirmada. Sus coordenadas UTM son: 8481829 N y 816586 E, a 4115 m s.n.m.

Las calizas son de color marrón a gris claro con venillas de calcita, corresponden a la Formación Arcurquina inferior (Kis-a/i). Los estratos son subverticales y plegados con dirección NE, constituyen un depósito de tamaño grande, con un frente aproximado de 50 m de grosor y de 500 m de longitud (Fotografía 3.47). Al estar muy cerca de la carretera, hace posible su extracción para beneficio de las poblaciones locales y provinciales.

Se realizaron dos perfiles de muestreo tipo rock chip para realizarles análisis químicos (ICP-OES) (Tabla 3.38), así como mineralógicos (DRX) (Tablas 3.39 y 3.40).

Perfil 1: punto inicial: 8481829 N; 816586 E y punto final: 8481844 N; 816648 E. Muestra 28-r-I-RNM-046.

Perfil 2: punto inicial: 8481844 N; 816648 E y punto final: 8481829 N; 816745 E. Muestra 28-r-I-RNM-047.

Tabla 3.38

Análisis químicos de la caliza de Loretoyoc I

Código	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	MnO	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	LOI
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
28-r-I-RNM-046	0.39	51.94	0.29	0.07	1.15	<0.01	<0.02	0.15	1.72	0.02	44.01
28-r-I-RNM-047	0.23	54.38	0.22	<0.01	0.47	<0.01	<0.02	0.17	0.36	0.02	43.8



En cuanto a la clasificación, las calizas de Loretoyoc son de pureza baja a media por los contenidos de 51.94 % de CaO, equivalente a 92.71 % en CaCO<sub>3</sub> en el perfil de muestreo 1 y de 54.38 % de CaO, equivalente a 97.00 % en CaCO<sub>3</sub> en el perfil de muestreo 2.

De acuerdo con los resultados del análisis químico, las calizas tienen en promedio 53.16 % de CaO, equivalente a 94.89 % de CaCO<sub>3</sub>. Del resto de elementos mayores, el promedio de 1.04 % de SiO<sub>2</sub> es bajo.

**Tabla 3.39**

**Análisis mineralógico de calizas Loretoyoc I (muestra: 28-r-I-RNM-046)**

N°	Mineral	Fórmula	%
1	Calcita	CaCO <sub>3</sub>	94.16
2	Dolomita	CaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	3.24
3	Cuarzo	SiO <sub>2</sub>	2.6

**Tabla 3.40**

**Análisis mineralógico de calizas Loretoyoc I (muestra: 28-r-I-RNM-047)**

N°	Mineral	Fórmula	%
1	Calcita	CaCO <sub>3</sub>	97.3
2	Cuarzo	SiO <sub>2</sub>	2.01
3	Yeso	CaSO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O	0.33
4	Dolomita	CaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	0.36

De acuerdo con los resultados del análisis químico, con 94.89 % de CaCO<sub>3</sub>, las calizas de Loretoyoc I se pueden usar para: *fundente, fibra de vidrio, papel, mejorador de suelos, fertilizante, fabricación de azúcar y soda, neutralización de aguas servidas,*

*agricultura, nitrato de amonio y calcio, y cemento portland* (Lorenz & Gwosdz, 2004).

Recursos estimados: 6 750 000 TM.



**Fotografía 3.47** Calizas Loretoyoc I, vista mirando al NO

### Loretoyoc II

La ocurrencia está localizada 14 km al suroeste de la localidad de Huanoquite, en el distrito del mismo nombre y provincia de Paruro. El acceso se realiza desde Huanoquite por una carretera afirmada. Sus coordenadas UTM son: 8481610 N y 8816814 E, a 4108 m s.n.m.

Se trata de un afloramiento de caliza micrita de color gris a marrón grisáceo claro con venillas de calcita, de la Formación Arcurquina medio (Kis-a/m). Al igual que en Loretoyoc, los estratos son subverticales y con plegamiento suave; constituye un depósito de tamaño grande, con un frente

aproximado de 50 m de grosor y de 400 m de longitud (Fotografía 3.48). Por encontrarse muy cerca a la carretera es muy favorable para una explotación en beneficio de las poblaciones locales y provinciales.

Se realizaron dos perfiles de muestreo tipo rock chip para realizar análisis químicos (ICP-OES) (Tabla 3.41), así como mineralógicos (DRX) (Tablas 3.42 y 3.43).

Perfil 1: punto inicial: 8481610 N; 816814 E y punto final: 8481643 N; 816822 E. Muestra 28-r-I-RNM-049.

Perfil 2: punto inicial: 8481643 N; 816822 E y punto final: 8481694 N; 816833 E. Muestra 28-r-I-RNM-050.

Tabla 3.41

Análisis químicos de la caliza de Loretoyoc II

Código	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	MnO	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	LOI
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
28-r-I-RNM-049	0.15	43.51	0.23	<0.01	9.21	<0.01	<0.02	0.18	4.13	0.02	42.37
28-r-I-RNM-050	0.27	47.79	0.19	0.02	4.55	<0.01	<0.02	0.21	4.76	0.02	42.12

Según la clasificación de Clive (2014), las calizas de Loretoyoc II son impuras por los contenidos de 43.51 % de CaO, equivalente a 77.67 % en CaCO<sub>3</sub> en el perfil de muestreo 1 y son de baja pureza con 47.79 % de CaO, equivalente a 85.31 % en CaCO<sub>3</sub> en el perfil de muestreo 2.

De acuerdo con los resultados del análisis químico, las calizas tienen en promedio 45.65 % de CaO, equivalente a 81.49 % de CaCO<sub>3</sub>, por lo que se consideran como calizas impuras ya que en el perfil 2 supera ligeramente el porcentaje mínimo para ser considerada como de baja pureza. Del resto de elementos mayores destacan el MgO con promedio de 6.88 % y en segundo lugar el SiO<sub>2</sub> con promedio de 4.45 %.

Tabla 3.42

Análisis mineralógico de calizas Loretoyoc II (muestra: 28-r-I-RNM-049)

N°	Mineral	Fórmula	%
1	Calcita	CaCO <sub>3</sub>	63.98
2	Dolomita	CaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	29.22
3	Cuarzo	SiO <sub>2</sub>	6.8

Tabla 3.43

Análisis mineralógico de calizas Loretoyoc II (muestra: 28-r-I-RNM-050)

Código de muestra: 28-r-I-RNM-050			
N°	Mineral	Fórmula	%
1	Calcita	CaCO <sub>3</sub>	77.21
4	Dolomita	CaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	16
2	Cuarzo	SiO <sub>2</sub>	6.09
3	Yeso	CaSO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O	0.7

Por los valores obtenidos en CaO, MgO y SiO<sub>2</sub>, las calizas de Loretoyoc II son calizas dolomíticas y limitan su uso solamente para mejorar los suelos, fertilizantes, agricultura y grava para

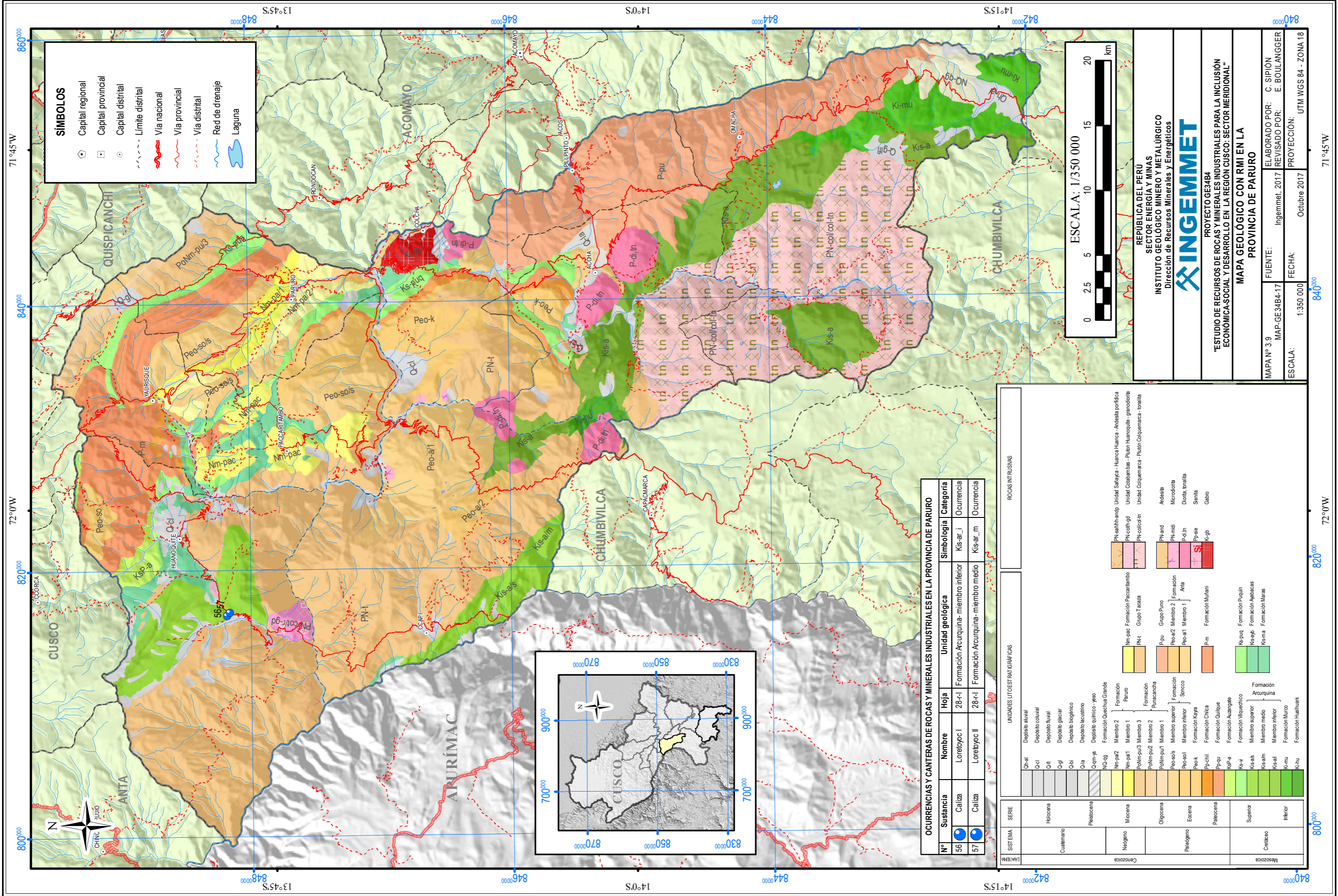
granjas avícolas. No tendría aplicación en cemento porque supera los límites permitidos en MgO (Lorenz & Gwosdz, 2004).

Recursos estimados: 5 400 000 TM.



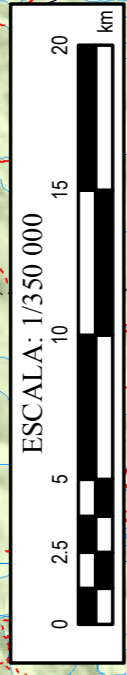
**Fotografía 3.48** Calizas Loretoyoc II, vista mirando al SE





**SÍMBOLOS**

	Capital regional
	Capital provincial
	Capital distrital
	Limite distrital
	Via nacional
	Via provincial
	Via distrital
	Red de drenaje
	Laguna



REPUBLICA DEL PERU  
 SECTOR ENERGIA Y MINAS  
 INSTITUTO GEOLOGICO MINERO Y METALURGICO  
 Dirección de Recursos Minerales y Energéticos

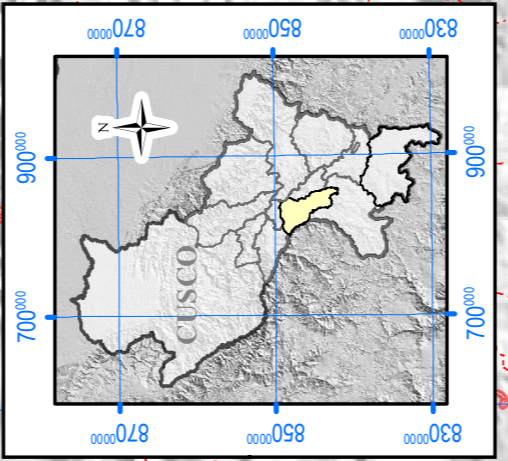
**INGEMMET**

PROYECTO GE34B4  
 "ESTUDIO DE RECURSOS DE ROCAS Y MINERALES INDUSTRIALES PARA LA INCLUSIÓN ECONOMICA-SOCIAL Y DESARROLLO EN LA REGION CUSCO: SECTOR MERIDIONAL"  
 PROVINCIA DE PARURO

MAPA N° 3.9	FUENTE: Ingemmet, 2017	ELABORADO POR: C. SIPÓN
MAP-GE34B4-17	REVISADO POR: E. BOULANGER	PROYECCIÓN: UTM WGS 84 - ZONA 18
ESCALA: 1:350 000	FECHA: Octubre 2017	

**OCURENCIAS Y CANTERAS DE ROCAS Y MINERALES INDUSTRIALES EN LA PROVINCIA DE PARURO**

N°	Sustancia	Nombre	Hoja	Unidad geológica	Simbología	Categoría
56	Caliza	Lorebyoc I	28-I-I	Formación Acuruma- miembro inferior	Kis-ar_i	Ocurencia
57	Caliza	Lorebyoc II	28-I-I	Formación Acuruma- miembro medio	Kis-ar_m	Ocurencia



SISTEMA	SERIE	UNIDADES LITOSTRATIGAFICAS	ROCAS METAMORFICAS	
Cenozoica	Holocena	Depósito aluvial	PN-sa/hi-and	
		Depósito coluvial	PN-co/hi-gd	
Cuaternario	Holocena	Depósito fluvial	PN-co/col-in	
		Depósito glaciar	Andesita	
Neógeno	Pliocena	Depósito glacial	Microdiorita	
		Depósito biogénico	Diorita, tonalita	
		Depósito lacustre	Sienita	
		Depósito químico- yeso	Gabro	
		Formación Quechua Grande		
		Miocena	Formación Paruro	PN-and
			Formación Puncancha	PN-midi
		Oligocena	Formación superior	PN-din
			Formación inferior	PN-sa
		Paleógeno	Eocena	Formación Kagra
Formación Chica				
Paleocena	Paleógeno	Formación Quilque		
		Formación Azuagato		
Cretácico	Superior	Formación Miqueliche		
		Formación Puguín		
		Formación Ayabacas		
		Formación Maras		
Mesozoica	Interior	Formación Mururi		
		Formación Hualluani		





### 3.12 UNIDADES GEOLÓGICAS FAVORABLES EN LA PROVINCIA DE PAUCARTAMBO

La provincia de Paucartambo se enmarca dentro de las siguientes edades geológicas y unidades litoestratigráficas (Mapa 3.10).

#### Mesozoico

Formación Huancané: Cretácico inferior (Carlotto et al., 2011)

La Formación Huancané (Ki-hua) reposa en discordancia erosional sobre la Formación Huambutío o directamente sobre el Grupo Mitu. Aflora entre Oropesa y Rondobamba, donde es parte de los anticlinales de Vilcanota y Rondobamba.

Igualmente, aflora ampliamente en los alrededores de Huambutío y el sitio arqueológico de Piquillakta. El espesor generalmente es pequeño y varía entre 30 y 150 m; sin embargo, en el anticlinal de Rondobamba puede sobrepasar los 300 m.

La Formación Huancané está dividida en dos miembros. El Miembro Inferior está compuesto por conglomerados, areniscas conglomerádicas y areniscas cuarzosas de color blanco, donde la base de los bancos presenta canales y la granulometría es decreciente, corresponde a secuencias de origen fluvial. El Miembro Superior está constituido localmente por un nivel calcáreo (Queqayoc, parte alta de Huancalle y norte de Pisac, Cuadrángulo de Calca 27-s) o por niveles finos de lutitas rojas o negras. La segunda unidad se compone principalmente de barras arenosas masivas con laminaciones oblicuas de origen eólico y fluvial.

Formación Maras: Cretácico inferior superior (Carlotto et al., 2011).

Se ha considerado como Formación Maras (Kis-ma) a todos los afloramientos sean estratificados o caóticos de yesos y lutitas que aparecen dentro del Grupo Yuncaypata, incluidos los yesos que han sufrido removilizaciones por efectos tectónicos y diapíricos.

La Formación Maras está compuesta básicamente por mezclas de yesos y lutitas rojas y más escasamente lutitas verdes y algunos niveles de calizas de espesores delgados (3 a 7 m) o calizas más gruesas que en realidad corresponden a las calizas deslizadas de la Formación Ayabacas. Las lutitas parecen ser de origen lacustre, los yesos de sabkha y las calizas marinas de

muy poca profundidad. En la mayoría de los casos, las relaciones de contacto indican su emplazamiento por efectos de diapirismo o tectónico. Sin embargo, gran parte de estos afloramientos son originalmente olistolitos de la Formación Ayabacas que se han deslizado durante la sedimentación y han involucrado su substrato de lutitas y yesos.

Es difícil calcular el espesor total de esta unidad por la forma caótica de presentarse, pero se puede estimar entre 100 y 400 m, aunque en algunos lugares pueden ser mayores por repeticiones tectónicas o por diapirismo.

#### 3.12.1 Rocas y minerales industriales identificados en la provincia de Paucartambo

En la provincia de Paucartambo afloran como formaciones que albergan rocas y minerales industriales, las de Huancané y Maras; se presentan únicamente en el distrito de Caicay. En esta provincia se han identificado dos canteras de yeso.

La provincia de Paruro cuenta con veintidós (22) concesiones o derechos mineros no metálicos, de acuerdo con la información disponible en el Ingemmet.

##### Descripción de canteras de yeso

En la provincia de Paucartambo se extrae yeso a pequeña escala y de manera artesanal, que solamente se utiliza para consumo básicamente local en el distrito de Caicay y en otros distritos cercanos; su único uso es para estucado de viviendas.

En la zona se han identificado dos canteras, la de Vilcabamba, situada 7.8 km de Huambutío (Fotografía 3.49), y la de San Pedro Pascual, a 28 km de Urcos (Fotografía 3.50); ambas están en el distrito de Caicay.

El yeso se presenta en cuerpos y vetas muy irregulares, de color gris blanquecino a verdoso, es cristalino, fibroso y sacaroide; bastante fracturado con presencia de arcilla limosa. El material se puede aprovechar en el ámbito local en estucado de paredes.

Los cuerpos de yeso de Vilcabamba pertenecen a la Formación Huancané (Ki-hua); mientras que el yeso de San Pedro Pascual se emplaza en la Formación Maras (Kis-ma).

Las dimensiones aproximadas de los cuerpos de yeso en Vilcabamba son de 40 m x 85 m; asimismo, en San Pedro Pascual son de 30 m x 50 m. La relación de canteras de yeso se muestra en la Tabla 3.44.



Tabla 3.44

## Relación de canteras de yeso identificadas en la provincia de Paucartambo

N°	Cantera	Distrito	Hoja		Coordenadas UTM	
					Norte	Este
1	Vilcabamba	Caicay	Cusco	28-s-I	8500070	206520
2	San Pedro Pascual	Caicay	Cusco	28-s-I	8498182	205747

Se recolectaron muestras de yeso de las dos canteras para realizar análisis químicos (Tabla 3.45) y difracción de rayos X (Tablas 3.46 y 3.47), de tal manera que se pueda determinar la calidad o pureza de los yesos en la provincia de Paucartambo.

Tabla 3.45

## Análisis químicos de los yesos de la provincia de Paucartambo

Nombre	Código	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	MnO	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	SO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> O (180°C)
		%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Vilcabamba	28-s-I-RNM-029	<0.01	32.05	0.04	<0.01	0.99	<0.01	<0.02	0.03	<0.01	<0.01	41.67	21.97
San Pedro Pascual	28-s-I-RNM-034	0.06	34.78	0.06	<0.01	0.08	<0.01	<0.02	<0.01	<0.01	<0.01	44.76	24

De acuerdo con los resultados del análisis químico, y aplicando el factor de conversión  $SO_3 \times 2.146 = CaSO_4 \cdot 2H_2O$  para la interpretación de yesos (Lorenz & Gwosdz, 2004), se concluye que las purezas son las siguientes:

Vilcabamba:  $41.67 \times 2.146 = 89.42 \% CaSO_4 \cdot 2H_2O$ .

San Pedro Pascual:  $44.76 \times 2.146 = 96.05 \% CaSO_4 \cdot 2H_2O$ .

Tabla 3.46

## Análisis por DRX del yeso Vilcabamba

Código de muestra: 28-s-I-RNM-029			
N°	Mineral	Fórmula	%
1	Yeso	CaSO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O	72.93
2	Dolomita	CaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	26.38
3	Calcantita	Cu <sup>2+</sup> SO <sub>4</sub> ·5H <sub>2</sub> O	0.69

Tabla 3.47

## Análisis por DRX del yeso San Pedro Pascual

Código de muestra: 28-s-I-RNM-034			
N°	Mineral	Fórmula	%
1	Yeso	CaSO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O	84.22
2	Calcita	CaCO <sub>3</sub>	15.78

Interpretación de resultados del laboratorio:

Vilcabamba:  $41.67 \times 2.146 = 89.42\%$   $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .

Análisis mineralógico por DRX: yeso = 72.93 %.

San Pedro Pascual:  $44.76 \times 2.146 = 96.05\%$   $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .

Análisis mineralógico por DRX: yeso = 84.22 %.

Tal como se puede apreciar en los resultados del análisis químico, el yeso de San Pedro Pascual (96.05 %) es más puro que el de Vilcabamba; pero ambos tienen como posibles usos los señalados por Díaz y Ramírez (2009).

- Construcción, por ejemplo yeso cartonado con >70 % de  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .
- Industria de prefabricados para construcción como cartón enyesado para revestir casas y tablas de fibra prensada para paredes con >85 % de  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .
- Industria agrícola con  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  >85 %.
- Industria minera como sellador para fugas y otros con  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  >85 %.

Recursos estimados:

- Yeso Vilcabamba: 240 000 TM.
- Yeso San Pedro Pascual: 105 000 TM.

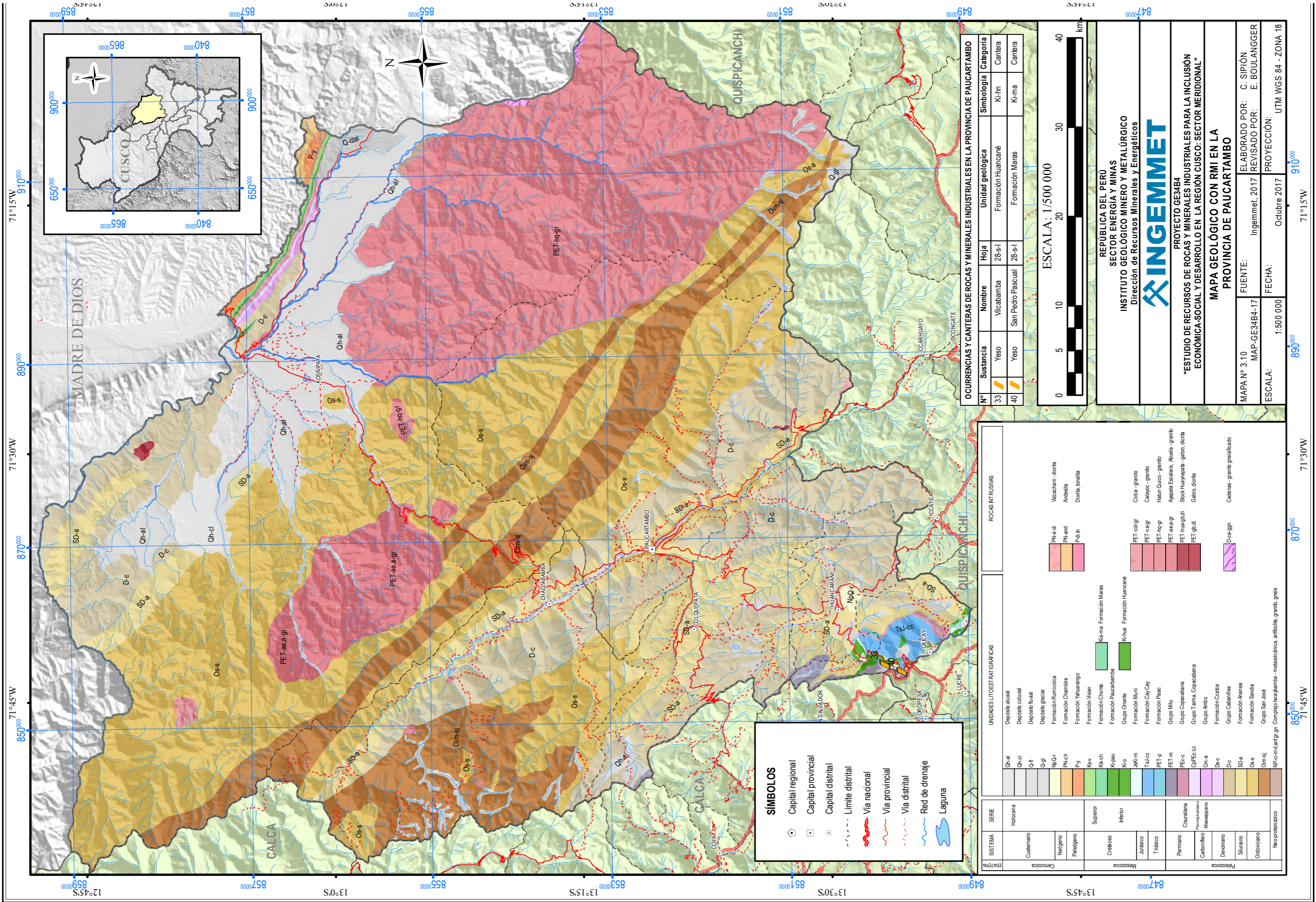


Fotografía 3.49 Cantera de yeso Vilcabamba, vista mirando al SE



**Fotografía 3.50** Cantera de yeso San Pedro Pascual, vista mirando al este





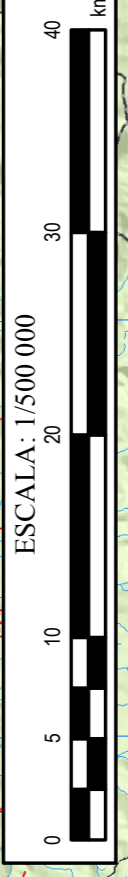
**SÍMBOLOS**

	Capital regional
	Capital provincial
	Capital distrital
	Límite distrital
	Vía nacional
	Vía provincial
	Vía distrital
	Red de drenaje
	Laguna

SISTEMA	SERE	UNIDADES LITOSTRATIGRAFICAS	ROCAS INTRUSIVAS
Cuaternario	Qh-al	Depósito aluvial	
	Qh-cl	Depósito coluvial	
	Qh-fl	Depósito fluvial	
Neógeno	Qh-gr	Depósito glaciar	
	Qh-qr	Formación Rumiñolca	
Paleógeno	Ph-ch	Formación Chimbira	
	Ph-nd	Formación Yahuayango	
Cretáceo	Py	Formación Viván	
	Ks-v	Formación Chonta	
	Ks-ch	Formación Paucartambo	
	Ks-pau	Grupo Oriente	
	Ks-o	Formación Muni	
	Jsk-m	Formación Cay Cuy	
	Ts-lcc	Formación Phac	
	PET-p	Grupo Mito	
	PET-rm	Grupo Copacabana	
	PET-c	Grupo Tarma, Copacabana	
Permiano	PET-hq-gr	Formación Huancané	
	PET-ae-gr	Formación Escalera, Auelli-granito	
Carbonífero	PET-huag-bdi	Stock Huaynabaya - gabbro, diorita	
	PET-gb-di	Gabbro, diorita	
Devoniano	Os-a	Formación Ccatca	
	Os-s	Formación Ananea	
Siluriano	SD-a	Formación Sandía	
	SD-s	Formación San José	
Ordoviciano	Os-s	Formación Huancané	
	Os-s	Formación Huancané	
Neoprotocámbico	MP-c-mw-lm-gr	Complejo Isocabamba - metacálcica, amfibolita, granito, gneis	
	Dc-agn	Cadenas - granito gneisificado	

**OCURRENCIAS Y CANTERAS DE ROCAS Y MINERALES INDUSTRIALES EN LA PROVINCIA DE PAUCARTAMBO**

N°	Sustancia	Nombre	Hoja	Unidad geológica	Simbología	Categoría
33	Yeso	Vitcabamba	Z8-s-1	Formación Huancané	Ki-hm	Cantera
40	Yeso	San Pedro Pascual	Z8-s-1	Formación Maras	Ki-ma	Cantera



REPUBLICA DEL PERÚ  
 SECTOR ENERGÍA Y MINAS  
 INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO  
 Dirección de Recursos Minerales y Energéticos

**INGEMMET**

PROYECTO GE34B4  
 "ESTUDIO DE RECURSOS DE ROCAS Y MINERALES INDUSTRIALES PARA LA INCLUSIÓN ECONÓMICA-SOCIAL Y DESARROLLO EN LA REGIÓN CUSCO: SECTOR MERIDIONAL"

MAPA GEOLÓGICO CON RMI EN LA  
 PROVINCIA DE PAUCARTAMBO

MAPA N° 3.10	FUENTE:	Ingenmet, 2017	ELABORADO POR:	C. SIPIÓN	
ESCALA:	1:500 000	FECHA:	Octubre 2017	REVISADO POR:	E. BOULANGER
			PROYECCIÓN:	UTM WGS 84 - ZONA 18	





### 3.13 UNIDADES GEOLÓGICAS FAVORABLES EN LA PROVINCIA DE QUISPICANCHI

La provincia de Quispicanchi se enmarca dentro de las siguientes edades geológicas y unidades litoestratigráficas (Mapa 3.11).

#### Mesozoico

Formación Pachatusán: Jurásico inferior (Carlotto et al., 2011)

Litología y ambiente sedimentario. La unidad está constituida por brechas, aglomerados y coladas volcánicas de basaltos, aunque también se presentan riolitas e ignimbritas. Estas rocas volcánicas se intercalan con rocas sedimentarias, que se caracterizan por su color rojo violáceo («concho de vino»), lo cual permite reconocerlas rápidamente en el campo. Los basaltos, que muchas veces se presentan como espilitas, parecen constituir su parte más importante. La Formación Pachatusán se caracteriza, además, por la presencia de conglomerados de conos aluviales y areniscas fluviales que están intercalados con las rocas volcánicas. El espesor de esta unidad varía entre 300 y 500 m.

Formación Huambutío: Kimmeridgiano-Berriasiano (Carlotto et al., 2011).

La Formación Huambutío aflora en los alrededores del poblado de Huambutío; también aflora al sur del cerro Socco Orcco y al NE de Andahuaylillas.

Litología y ambiente de sedimentación. Esta unidad ha sido dividida en tres miembros que afloran de manera completa en el cerro Chicha (UTM: 208600E-8502700N). Los conglomerados aluviales del Miembro Inferior están principalmente constituidos por clastos de rocas volcánicas que provienen de la erosión del Grupo Mitu; en algunos niveles se han encontrado clastos de cuarcitas y pizarras Paleozoicas. El espesor varía entre algunos metros y 100 m. El Miembro Medio (20 a 30 m) está representado por lutitas rojas y niveles delgados de calizas de medio lacustre, o tal vez marino, con deformación sinsedimentaria; en tanto que el Miembro Superior (50 a 100 m) está compuesto por limolitas y areniscas fluviales rojas.

La Formación Huambutío del norte de Oropesa, en el cerro Soncco Orcco, está compuesta por conglomerados, brechas y areniscas feldespáticas de color rojo violáceo, por lo que frecuentemente es confundida con el Grupo Mitu. Sin embargo, se nota claramente que son menos compactas, menos fracturadas y están en discordancia sobre niveles volcánicos del Mitu.

Formación Maras: Albiano medio (Carlotto et al., 2011)

Se ha considerado como Formación Maras a todos los afloramientos sean estratificados o caóticos de yesos y lutitas que aparecen dentro del Grupo Yuncaypata, incluidos los yesos que han sufrido removilizaciones por efectos tectónicos y diapíricos.

Litología y ambiente de sedimentación. La Formación Maras está compuesta básicamente por mezclas de yesos y lutitas rojas y más escasamente lutitas verdes y algunos niveles de calizas de espesores delgados (3 a 7 m) o calizas más gruesas que en realidad corresponden a las calizas deslizadas de la Formación Ayabacas. Las lutitas parecen ser de origen lacustre, los yesos de sabkha y las calizas marinas de muy poca profundidad. En la mayoría de los casos, las relaciones de contacto indican su emplazamiento por efectos de diapirismo o tectónico, como se aprecia en las fallas en el límite Altiplano-Cordillera Oriental, o en Occopata, donde corta el anticlinal del mismo nombre. Sin embargo, gran parte de estos afloramientos son originalmente olistolitos de la Formación Ayabacas, que se deslizaron durante la sedimentación y han involucrado su substrato de lutitas y yesos.

Es difícil calcular el espesor total de esta unidad por la forma caótica de presentarse; pero se puede estimar entre 100 y 400 m, aunque en algunos lugares pueden sobrepasar estos valores por repeticiones tectónicas o por diapirismo.

#### Genozoico

Formación Kayra: Eoceno inferior (Carlotto et al., 2011)

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

#### Cuaternario

Depósitos Fluviales

Estos depósitos han sido reconocidos en el fondo de valles, particularmente del Vilcanota y otros, donde están constituidos por bancos de gravas y arenas que forman una o varias terrazas.



### 3.13.1 Rocas y minerales industriales identificados en la provincia de Quispicanchi

La provincia de Quispicanchi tiene posibilidades económicas de desarrollar rocas y minerales industriales como yesos y áridos. En esta provincia se han identificado cuatro canteras de áridos y seis de yeso; pero existen más canteras de yeso que presentan las mismas características que las seis reportadas dentro de la misma zona y que están muy próximas unas a otras.

La provincia de Quispicanchi cuenta con cuarenta (40) concesiones o derechos mineros no metálicos, de acuerdo con la información disponible en el Ingemmet.

#### Descripción de canteras de áridos

##### Áridos Aqsusuna

La cantera de áridos Aqsusuna se encuentra en el distrito de Quiquijana, a 7.7 km al noreste de la localidad de Quiquijana. Sus coordenadas UTM son: 8471197 N y 226442 E, a una altitud de 3286 m s.n.m.

El depósito es fluvial (Q-fl) y consiste de arenas y arenas gravosas que son explotadas de manera semimecanizada para lo cual se utiliza una pala mecánica y mallas para tamizar y seleccionar el material en diferentes tamaños (Fotografía 3.51).

El material explotado y seleccionado es utilizado en obras civiles, principalmente para construcción de carreteras.

##### Áridos río Vilcanota

La cantera de áridos río Vilcanota se localiza en el distrito de Andahuaylillas, a 2 km de la misma localidad rumbo a Cusco,

se accede por carretera asfaltada. Sus coordenadas UTM son: 8488680 N y 209769 E, con una altitud de 3109 m s.n.m.

Se trata de un depósito fluvial (Q-fl) constituido mayormente por arenas y gravas que se ubican en el lecho del río Vilcanota (Fotografía 3.52). El material es explotado con maquinaria pesada por el Gobierno Regional del Cusco y utilizado para las obras de construcción, especialmente de carreteras.

##### Áridos Tres de Mayo

La cantera de áridos Tres de Mayo se ubica en el distrito de Lucre, a 20 km de la ciudad de Urcos, su acceso es por carretera asfaltada y afirmada. Sus coordenadas UTM son: 8496120 N y 206382 E, con una altitud de 3234 m s.n.m.

Es un depósito de arenas en forma de bancos subhorizontales con contenidos de cantos, color rojo violáceo de la Formación Huambutio (Fotografía 3.53). Se realiza la explotación con maquinaria pesada, transportando material a 1 km donde existen chancadoras y mallas para tamizar. Según los encargados, la producción se destina para obras civiles.

##### Áridos Piedra La Rinconada

La cantera de áridos Piedra La Rinconada está ubicada en el distrito de Urcos, a 10 km de la ciudad de Urcos camino al Cusco, su acceso es por carretera asfaltada. Sus coordenadas UTM son: 8488986 N y 209211 E, con una altitud de 3150 m s.n.m.

Es un depósito de secuencias de arenisca con niveles de material lutáceo y limoarcillos que pertenecen a la Formación Kayra (Peo-k). Su explotación es mecanizada y el material es destinado para la industria de la construcción.



Fotografía 3.51 Áridos Aqsusuna, vista mirando al SO



Fotografía 3.52 Áridos río Vilcanota, vista mirando al norte



Fotografía 3.53 Áridos Tres de Mayo, vista mirando al SO

### Descripción de canteras de yeso

En la provincia de Quispicanchi, al igual que en casi todas las provincias de Cusco, se extrae yeso a pequeña escala y de manera artesanal que solamente se utiliza para consumo básicamente distrital y provincial; su único uso es para el estucado de viviendas.

Existen más de diez canteras de yeso pero se ha considerado solamente reportar seis ya que todas tienen las mismas características geológicas.

El yeso se presenta en cuerpos muy irregulares, de color gris y gris blanquecino, también se presenta cristalino, fibroso y sacaroide; algunas coloraciones rojizas por el óxido de hierro. El material se puede aprovechar a escala distrital y provincial en estucado de paredes.

Los cuerpos de yeso de Mollebamba (Fotografía 3.54) están en la Formación Kayra (Peo-ky); los de Rumi Ccolcca (Fotografía 3.55) y Piquillakta (3.59) se emplazan en la Formación Pachatusan (PsTr-pa); los de Huaru (Fotografía 3.56) y Uribambillayo (Fotografía 3.58) en la Formación Maras (Ki-ma) y, por último, los yesos de Tres de Mayo (Fotografía 3.57) corresponden a la Formación Huambutio.

Las dimensiones aproximadas de los cuerpos de yeso son las siguientes:

Mollebamba: 30 x 40 m.

Rumi Ccolcca: 10 x 15 m.

Huaro: 60 x 90 m.

Tres de Mayo: 10 x 25 m.

Urubambillayo: 25 x 200 m. Hay varias canteras alrededor.

Piquillakta: 25 x 200 m.

La relación de canteras de yeso se muestra en la Tabla 3.48.

**Tabla 3.48**

**Relación de canteras de yeso identificadas en la provincia de Quispicanchi**

N°	Cantera	Distrito	Hoja		Coordenadas UTM	
					Norte	Este
1	Mollebamba	Urcos	Cusco	28-s-I	8482389	218505
2	Rumi Ccolcca	Lucre	Cusco	28-s-I	8492732	207137
3	Huaro	Huaro	Cusco	28-s-I	8486038	214183
4	Tres de Mayo	Lucre	Cusco	28-s-I	8496168	206172
5	Urubambillayo	Lucre	Cusco	28-s-I	8495069	207054
6	Piquillakta	Lucre	Cusco	28-s-I	8492808	207118

Se recolectaron muestras de yeso de cinco canteras para realizar análisis químicos (Tabla 3.49) y difracción de rayos X, de tal manera que se pueda determinar la calidad o pureza de los

yesos en la provincia de Quispicanchi. No se recolectó muestra de la cantera Mollebamba por encontrarse muy caótica y con fuerte pendiente que puede provocar caída de rocas.

**Tabla 3.49**

**Análisis químicos de los yesos de la provincia de Quispicanchi**

Nombre	Código	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	MnO	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	SO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> O (180°C)
		%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Rumi Ccolcca	28-s-I-RNM-030	<0.01	32.82	0.02	<0.01	<0.01	<0.01	<0.02	<0.01	<0.01	<0.01	44.31	21.82
Huaro	28-s-I-RNM-031	0.02	29.96	0.04	<0.01	0.15	<0.01	<0.02	<0.01	<0.01	<0.01	43.32	23.76
Tres de Mayo	28-s-I-RNM-032	0.02	32.53	0.03	<0.01	0.19	<0.01	<0.02	<0.01	<0.01	<0.01	46.28	20.42
Urubambillayo	28-s-I-RNM-033	<0.01	32.39	0.03	<0.01	0.1	<0.01	<0.02	<0.01	<0.01	<0.01	46.2	20.36
Piquillakta	28-s-I-RNM-035	0.09	39.84	0.08	<0.01	<0.01	<0.01	<0.02	<0.01	<0.01	<0.01	43.42	22.34

De acuerdo con los resultados de los análisis químicos, y aplicando el factor de conversión  $SO_3 \times 2.146 = CaSO_4 \cdot 2H_2O$  para la interpretación de yesos (Lorenz & Gwosdz, 2004), se concluye que las purezas son las siguientes:

Rumi Ccolcca:  $44.31 \times 2.146 = 95.09\% CaSO_4 \cdot 2H_2O$ .

Huaro:  $43.32 \times 2.146 = 92.96\% CaSO_4 \cdot 2H_2O$ .

Tres de Mayo:  $46.28 \times 2.146 = 99.32\% CaSO_4 \cdot 2H_2O$ .

Urubambillayo:  $46.20 \times 2.146 = 99.15\% CaSO_4 \cdot 2H_2O$ .

Piquillakta:  $43.42 \times 2.146 = 93.18\% CaSO_4 \cdot 2H_2O$ .

Los análisis mineralógicos por DRX de las muestras de yeso de las canteras arriba mencionadas se presentan en las Tablas 3.50; 3.51; 3.52; 3.53 y 3.54.

**Tabla 3.50**

**Análisis por DRX del yeso Rumi Ccolcca**

Código de muestra: 28-s-I-RNM-030			
N°	Mineral	Fórmula	%
1	Yeso	CaSO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O	100

**Tabla 3.51**

**Análisis por DRX del yeso Huaro**

Código de muestra: 28-s-I-RNM-031			
N°	Mineral	Fórmula	%
1	Yeso	CaSO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O	98.3
2	Dolomita	CaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	1.7



Tabla 3.52

**Análisis por DRX del yeso Tres de Mayo**

Código de muestra: 28-s-I-RNM-032			
N°	Mineral	Fórmula	%
1	Yeso	CaSO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O	100

Tabla 3.53

**Análisis por DRX del yeso Urubambillayo**

Código de muestra: 28-s-I-RNM-033			
N°	Mineral	Fórmula	%
1	Yeso	CaSO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O	100

Tabla 3.54

**Análisis por DRX del yeso Piquillakta**

Código de muestra: 28-s-I-RNM-035			
N°	Mineral	Fórmula	%
1	Yeso	CaSO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O	69.4
2	Calcita	CaCO <sub>3</sub>	30.6

**Interpretación de los resultados de laboratorio para los yesos de Quispicanchi:**

Rumi Ccolcca: Pureza según análisis químico 95.09 %. Contenido de yeso por DRX 100 %.

Huaro: Pureza según análisis químico 92.96 %. Contenido de yeso por DRX 98.30 %.

Tres de Mayo: Pureza según análisis química 99.32 %. Contenido de yeso por DRX 100 %.

Urubambillayo: Pureza según análisis química 99.15 %. Contenido de yeso por DRX 100 %.

Piquillakta: Pureza según análisis química 93.18 %. Contenido de yeso por DRX 69.40 %.

La pureza de los yesos de Quispicanchi es en promedio de 95.94 %, los de Huaro y Piquillakta son los menos puros y pueden utilizarse, según Díaz & Ramírez (2009), en lo siguiente:

- Construcción, por ejemplo yeso cartonado con >70 % de CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O.
- Industria de prefabricados para construcción como cartón enyesado para revestir casas y tablas de fibra prensada para paredes con >85 % de CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O.
- Industria agrícola con CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O >85 %.
- Industria minera como sellador para fugas y otros con CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O >85 %.

Los yesos de Rumi Ccolcca, Tres de Mayo, Urubambillayo se pueden utilizar en:

- Construcción, por ejemplo yeso cartonado con >70 % de CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O.

- Industria cerámica como moldes y modelos para vajillas, utensilios sanitarios, entre otros con >95 % de CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O.
- Industria química cuyo valor de CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O debe ser >95 %.
- Productos farmacéuticos como cosméticos con CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O >96 % y como dental con CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O >98.75 % (Rumi Ccolcca no aplica).
- Industria de prefabricados para construcción como cartón enyesado para revestir casas y tablas de fibra prensada para paredes con >85 % de CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O.
- Industria agrícola con CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O >85 %.
- Fundición de metales con CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O >95 %.
- Industria de alimentos con CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O >97 % (Rumi Ccolcca no aplica).
- En medicina como vendas, prótesis y otros con CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O >98.75 % (Rumi Ccolcca no aplica).
- Industria minera como sellador para fugas y otros con CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O >85 %.

Recursos estimados:

- Yeso Mollebamba: 56 000 TM.
- Yeso Rumi Ccolcca: 7000 TM.
- Yeso Huaro: 250 500 TM.
- Yeso Tres de Mayo: 11 600 TM.
- Yeso Urubambillayo: 350 000 TM.
- Yeso Piquillakta: 350 000 TM.



**Fotografía 3.54** Cantera de yeso Mollebamba, vista mirando al SO



**Fotografía 3.55** Cantera de yeso Rumi Ccolcca, vista mirando al NE



**Fotografía 3.56** Cantera de yeso Huaró, vista mirando al este



**Fotografía 3.57** Cantera de yeso Tres de Mayo, vista mirando al SE



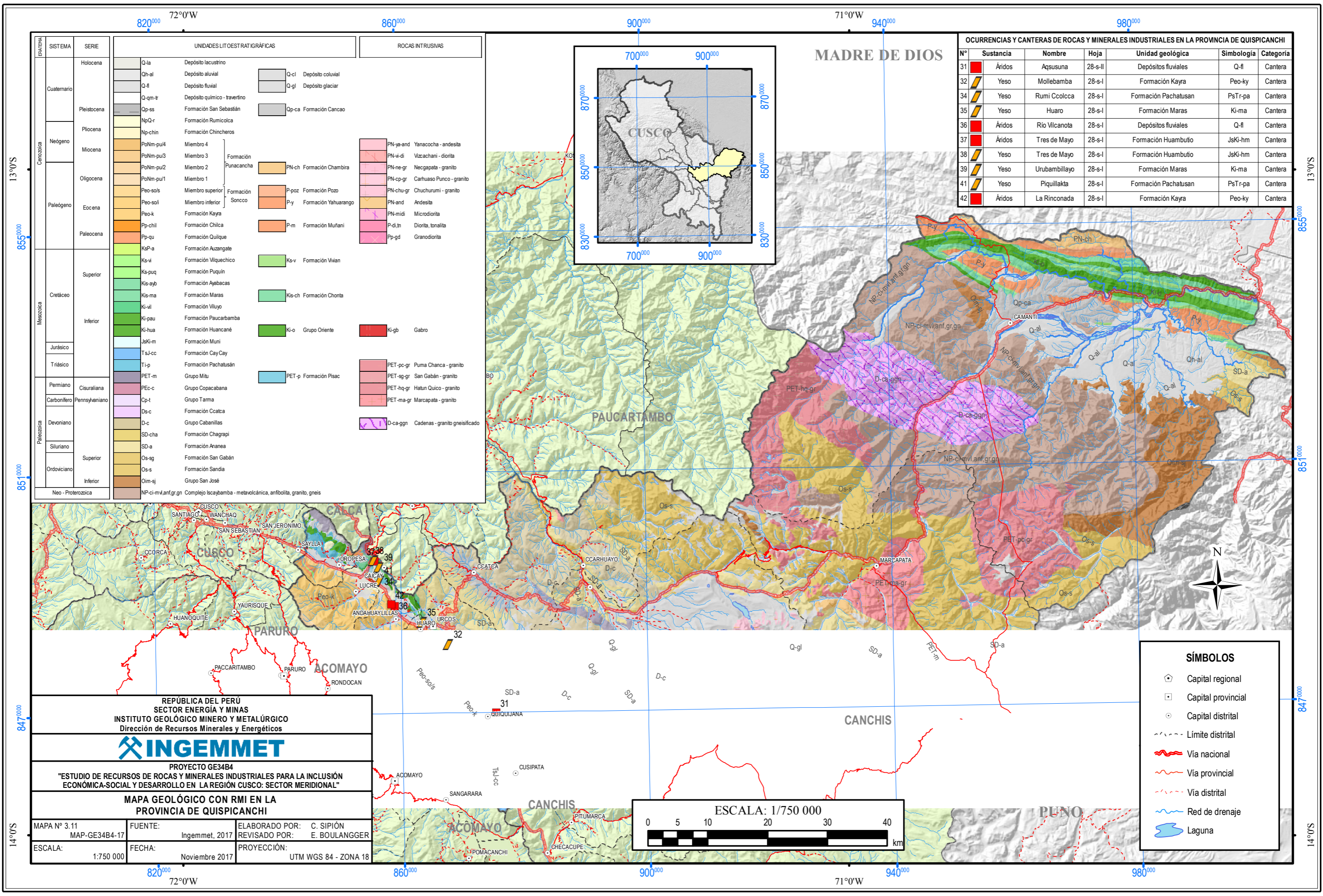


**Fotografía 3.58** Canteras de yeso Urubambillayo, vista mirando al NE



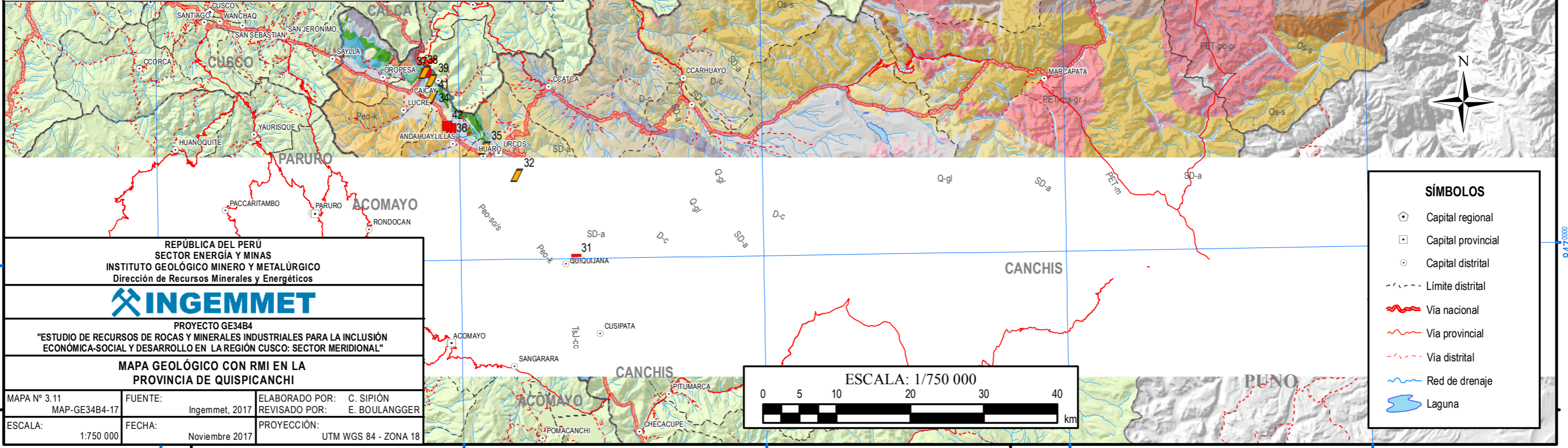
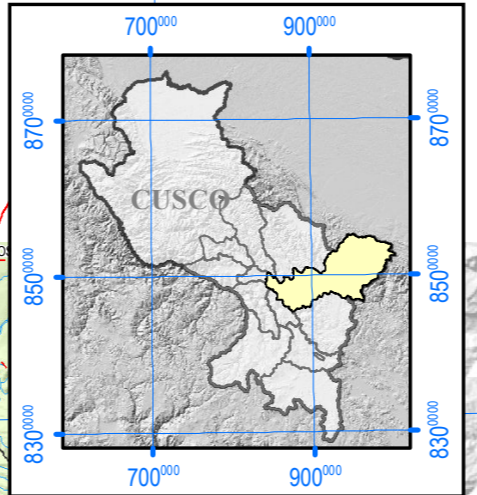
**Fotografía 3.59** Canteras de yeso en Piquillakta, vista mirando al este





SISTEMA		SERIE	UNIDADES LITOSTRATIGRÁFICAS	ROCAS INTRUSIVAS
Cenozoica	Cuaternario	Holocena	Q-1a Depósito lacustrino	
		Q-1b Depósito aluvial	Q-cl Depósito coluvial	
		Q-1c Depósito fluvial	Q-gl Depósito glaciar	
		Q-1d Depósito químico - travertino		
		Q-1e Depósito químico - travertino		
	Pleistocena	Qp-ss Formación San Sebastián	Qp-ca Formación Cancaeo	
		NpQ-r Formación Rumicolca		
		Np-chin Formación Chincheros		
		PoNm-pu4 Miembro 4		
		PoNm-pu3 Miembro 3		
	Miocena	PoNm-pu2 Miembro 2		
		PoNm-pu1 Miembro 1		
		Peo-sols Miembro superior		
		Peo-soli Miembro inferior		
		Peo-k Formación Kayra		
Paleógeno	Eocena	Pp-chil Formación Chilca		
		Pp-qu Formación Quilque		
		KsP-a Formación Auzangate		
		Ks-vi Formación Vilquechico		
		Ks-puq Formación Puquín		
	Paleocena	Ks-ayb Formación Ayabacas		
		Ks-ma Formación Maras		
		Ki-vil Formación Viluyo		
		Ki-pau Formación Paucarbamba		
		Ki-hua Formación Huancané		
Mesozoica	Superior	JsKi-m Formación Muni		
		TsJ-cc Formación Cay Cay		
		Ti-p Formación Pachatusán		
		PET-m Grupo Mitu		
		PET-c Grupo Copacabana		
	Cretáceo	Cp-t Grupo Tarma		
		Ds-c Formación Ccatca		
		D-c Grupo Cabanillas		
		SD-cha Formación Chagragi		
		SD-a Formación Ananea		
	Inferior	Os-sg Formación San Gabán		
		Os-s Formación Sandía		
		Olm-sj Grupo San José		
		NP-ci-mv/anf.grn Complejo Iscaybamba - metavolcánica, anfibolita, granito, gneis		
Paleozoica	Devoniano	PET-hq-gr Hatun Quico - granito		
		PET-ma-gr Marcapata - granito		
		PET-pc-gr Puma Chanca - granito		
		PET-sg-gr San Gabán - granito		
		PET-hq-gr Hatun Quico - granito		
	Carbonífero Pennsylvaniano	D-ca-ggn Cadenas - granito gneisificado		
Triásico				
Jurásico				

Nº	Sustancia	Nombre	Hoja	Unidad geológica	Simbología	Categoría
31	Áridos	Agusuna	28-s-11	Depósitos fluviales	Q-fl	Cantera
32	Yeso	Mollebamba	28-s-1	Formación Kayra	Peo-ky	Cantera
34	Yeso	Rumi Coolcca	28-s-1	Formación Pachatusan	PstT-pa	Cantera
35	Yeso	Huaro	28-s-1	Formación Maras	Ki-ma	Cantera
36	Áridos	Río Vicanota	28-s-1	Depósitos fluviales	Q-fl	Cantera
37	Áridos	Tres de Mayo	28-s-1	Formación Huambuto	JsKi-hm	Cantera
38	Yeso	Tres de Mayo	28-s-1	Formación Huambuto	JsKi-hm	Cantera
39	Yeso	Urubambillayo	28-s-1	Formación Maras	Ki-ma	Cantera
41	Yeso	Piquillakta	28-s-1	Formación Pachatusan	PstT-pa	Cantera
42	Áridos	La Rinconada	28-s-1	Formación Kayra	Peo-ky	Cantera



REPÚBLICA DEL PERÚ  
 SECTOR ENERGÍA Y MINAS  
 INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO  
 Dirección de Recursos Minerales y Energéticos

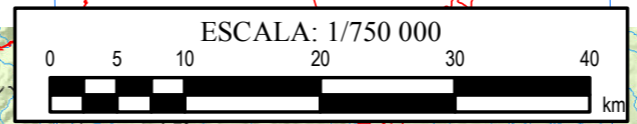
**INGEMMET**

PROYECTO GE34B4  
 "ESTUDIO DE RECURSOS DE ROCAS Y MINERALES INDUSTRIALES PARA LA INCLUSIÓN ECONÓMICA-SOCIAL Y DESARROLLO EN LA REGIÓN CUSCO: SECTOR MERIDIONAL"

**MAPA GEOLÓGICO CON RMI EN LA PROVINCIA DE QUISPICANCHI**

MAPA Nº 3.11	FUENTE:	ELABORADO POR:
MAP-GE34B4-17	Ingemmet, 2017	C. SIPIÓN
ESCALA:	FECHA:	REVISADO POR:
1:750 000	Noviembre 2017	E. BOULANGGER
	PROYECCIÓN:	
	UTM WGS 84 - ZONA 18	

SÍMBOLOS	
	Capital regional
	Capital provincial
	Capital distrital
	Límite distrital
	Vía nacional
	Vía provincial
	Vía distrital
	Red de drenaje
	Laguna









### 3.14 UNIDADES GEOLÓGICAS FAVORABLES EN LA PROVINCIA DE URUBAMBA

La provincia de Urubamba se enmarca dentro de las siguientes edades geológicas y unidades litoestratigráficas (Mapa 3.12).

#### Mesozoico

Formación Ayabacas (Kis-ayb) (Sánchez y Zapata, 2003b).

Esta unidad también es llamada calizas Yuncaypata. Litológicamente consiste de calizas replegadas ampliamente desarrolladas y en otros sectores se presentan caóticamente en forma restringida. Las calizas corresponden a micritas dolomías y calizas bioclásticas. Es frecuente observar intercalaciones de limoarcillitas rojas y calacarenitas.

Formación Maras (Kis-ma) (Sánchez & Zapata, 2003b)

Estos afloramientos corresponden a inyecciones dómicas de evaporitas, que engloban limoarcillitas, areniscas y calizas caóticas de las formaciones Paucarbamba y Ayabacas. Dichos afloramientos son de amplia distribución en el extremo sur del cuadrángulo de Urubamba (27-r). La edad de estos afloramientos está aún en discusión, pero se postula que son emplazamientos de cuerpos evaporíticos (domos) que se han emplazado con posterioridad a las formaciones Paucarbamba y Ayabacas.

#### 3.14.1 Rocas y minerales industriales identificados en la provincia de Urubamba

En la provincia de Urubamba existen posibilidades de desarrollar rocas y minerales industriales como sal común, yeso, áridos y caliza. En esta provincia se han identificado dos canteras de áridos, una de sal común y dos de yeso; asimismo, una ocurrencia de caliza.

En la provincia de Urubamba destaca la sal común de Maras, importante por su aspecto de punto de vista geológico como por su atractivo turístico ya que forma parte del circuito turístico de Urubamba.

La provincia de Urubamba cuenta con diez (10) concesiones o derechos mineros no metálicos, de acuerdo con la información disponible en el Ingemmet.

#### Descripción de canteras de áridos

En el distrito de Chinchero se reportan dos canteras de piedra triturada.

La cantera Áridos Queropata – Zona Alta se ubica a 2.4 km de la localidad de Chincheros, con dirección a Urubamba; está constituida por calizas micritas de color gris claro caóticas bastante fracturadas con venillas de calcita y oxidación de la Formación Maras (Kis-ma). Su punto central tiene como coordenadas UTM: 8519167 N y 818645 E; a una altura de 3786 m s.n.m. (Fotografía 3.60). Los estratos tienen un rumbo de N45°E y un buzamiento de 65°NO; la cantera tiene un frente de 20 m de grosor y una longitud de 1000 m.

La cantera de Áridos Chancador se encuentra a 7 km de Chinchero, yendo hacia el Cusco; está conformada, al igual que la anterior, por calizas gris a gris oscuro bastante fracturadas de la Formación Maras (Kis-ma). Tiene como punto central las siguientes coordenadas UTM: 8512426 N y 817728 E; con una altura de 3762 m s.n.m. (Fotografía 3.61). Los estratos son subhorizontales, se presenta un frente de 20 m de grosor y 1000 m de longitud. El material extraído de las canteras Queropata – Zona Alta y Chancador se utiliza como insumo para la construcción.



Fotografía 3.60 Áridos Queropata – Zona Alta, vista mirando al SE



Fotografía 3.61 Áridos Chancador, vista mirando al NO

#### Descripción de ocurrencia de caliza

#### Queropata – Zona Alta

La ocurrencia está localizada 5 km al noroeste de la localidad de Chinchero, en el distrito del mismo nombre y provincia de Urubamba. El acceso se realiza desde Chinchero hacia Urubamba por carretera asfaltada y afirmada. Sus coordenadas UTM son: 8519717 N y 819085 E, a 3889 m s.n.m.

Es un afloramiento de caliza micrita de color gris con tonalidades marrón con venillas milimétricas de calcita de la Formación

Ayabacas (Kis-ayb). La estratificación es masiva en un depósito pequeño, con un frente aproximado de 150 m de grosor y de 250 m de longitud (Fotografía 3.62). Es de fácil acceso como para aprovecharla en uso local.

Se realizó un perfil de muestreo tipo rock chip para realizar análisis químicos (ICP-OES) (Tabla 3.55), así como mineralógicos (DRX) (Tabla 3.56).

Punto inicial: 8519715 N; 819091 E y punto final: 8519711 N; 819048 E. Muestra 27-r-RNM-040.

Tabla 3.55

#### Análisis químicos de la caliza de Queropata – Zona Alta

Código	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	MnO	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	LOI
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
27-r-RNM-040	0.63	48.2	0.43	0.32	3.93	0.02	<0.02	<0.01	1.74	0.05	44.12

En cuanto a la clasificación, las calizas de Queropata – Zona Alta son de baja pureza por el contenido de 48.20 % de CaO,

equivalente a 86.04 % en CaCO<sub>3</sub>. Del resto de elementos mayores destaca el 3.93 % de MgO.

Tabla 3.56

#### Análisis mineralógico de calizas Queropata – Zona Alta

Código de muestra: 27-r-RNM-040			
N°	Mineral	Fórmula	%
1	Calcita	CaCO <sub>3</sub>	85.2
2	Dolomita	CaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	13.29
3	Microclina	KAlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	0.76
4	Cuarzo	SiO <sub>2</sub>	0.74



De acuerdo con los resultados del análisis químico, las calizas de Queropata – Zona Alta podrán ser utilizables para: *fibra de vidrio, mejorador de suelos, fertilizante, neutralización de aguas*

*servidas, agricultura, nitrato de amonio y calcio y cemento portland* (Lorenz & Gwosdz, 2004).

Recursos estimados: 1 520 000 TM.



Fotografía 3.62 Calizas Queropata – Zona Alta, vista mirando al este

### Descripción de sal común

#### Sal común de Maras

Se ubica 18 km al suroeste de la ciudad de Urubamba, distrito de Maras, provincia de Urubamba. Sus coordenadas UTM son: 8527597 N y 808222 E, a 3089 m s.n.m.

Se trata de un depósito con muchas pozas que se llenan con agua salada producto de emanaciones provenientes de la disolución de cuerpos salinos por aguas subterráneas que transportan el material disuelto a la superficie y que posteriormente precipitan por evaporación (Fotografías 3.63 y 3.64).

La explotación es realizada por comuneros de la zona; se tiene como roca hospedante las calizas de la Formación Maras (Kisma) y parte de la sal es comercializada en el mismo lugar para consumo humano y medicinal.

No se pudo recolectar muestras para análisis por indicación del gerente de la empresa para evitar confrontaciones entre los mismos comuneros ya que existe un conflicto con otras entidades.

El depósito de sal se encuentra dentro del derecho minero no metálico titulado y vigente Salinas de Maras de 72 ha de extensión, cuyo titular es la empresa QUIMPAC S.A.



Fotografía 3.63 Sal de Maras, vista mirando al NE





Fotografía 3.64 Sal de Maras, vista panorámica, mirando al norte

### Descripción de canteras de yeso

En la provincia de Urubamba se extrae yeso a pequeña escala y de manera artesanal, que solamente se utiliza para consumo básicamente distrital y provincial de Urubamba; su único uso es para el estucado de viviendas.

En la zona se identificaron dos canteras en actividad: la cantera Culebrachayoc (Fotografía 3.65) en el distrito de Urubamba, localizada a 3 km de la ciudad de Urubamba, y la de Pilliray (Fotografía 3.66) en el distrito de Chinchero, situada a 17 km de Chinchero.

El yeso se presenta como manto subhorizontal y bolsónada (cuerpo) muy irregulares, de color gris blanquecino

crystalizado. El material se puede aprovechar a escala local en el estucado de paredes.

Los yesos se encuentran dentro de la Formación Maras (Kis-ma); está constituida por material calcáreo y limoarcilloso.

Las dimensiones aproximadas del manto de yeso en Culebrachayoc son de 3 m de grosor x 50 m de longitud; asimismo, en Pilliray son de 3 m de grosor x 10 m de longitud. La relación de canteras de yeso se muestra en la Tabla 3.57.

Se recolectaron muestras de yeso de las dos canteras para realizar análisis químicos (Tabla 3.58) y difracción de rayos X (Tablas 3.59 y 3.60), de tal manera que se pueda determinar la calidad de los yesos en la provincia de Urubamba.

Tabla 3.57

Relación de canteras de yeso identificadas en la provincia de Urubamba

N°	Cantera	Distrito	Hoja		Coordenadas UTM	
					Norte	Este
1	Culebrachayoc	Urubamba	Urubamba	27-r	8526313	813227
2	Pilliray	Chinchero	Urubamba	27-r	8522850	812812

Tabla 3.58

Análisis químicos de los yesos de la provincia de Urubamba

Nombre	Código	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	MnO	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	SO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> O (180°C)
		%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Culebrachayoc	27-r-RNM-038	0.18	31.66	0.16	<0.01	1.5	<0.01	<0.02	<0.01	<0.01	<0.01	43.28	23.02
Pilliray	27-r-RNM-042	<0.01	32.45	0.02	<0.01	<0.01	<0.01	<0.02	<0.01	<0.01	<0.01	46.38	20.32

Con los resultados del análisis químico, y aplicando el factor de conversión  $\text{SO}_3 \times 2.146 = \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  para la interpretación de yesos (Lorenz & Gwosdz, 2004), se concluye que las purezas son las siguientes:

Culebrachayoc:  $43.28 \times 2.146 = 92.88 \%$   $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .

Pilliray:  $46.38 \times 2.146 = 99.53 \%$   $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .

**Tabla 3.59**  
**Análisis por DRX del yeso Culebrachayoc**

Código de muestra: 27-r-RNM-038			
N°	Mineral	Fórmula	%
1	Yeso	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	89.42
2	Calcita	$\text{CaCO}_3$	8.71
3	Cuarzo	$\text{SiO}_2$	1.87

**Tabla 3.60**  
**Análisis por DRX del yeso Pilliray**

Código de muestra: 27-r-RNM-042			
N°	Mineral	Fórmula	%
1	Yeso	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	100

Interpretación de los resultados de laboratorio:

Culebrachayoc:  $43.28 \times 2.146 = 92.88 \%$   $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .

Análisis mineralógico por DRX: yeso = 89.42 %.

Pilliray:  $46.38 \times 2.146 = 99.53 \%$   $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .

Análisis mineralógico por DRX: yeso = 100.00 %.

La pureza del yeso Pilliray es de 99.53%, sus posibles usos, según Díaz & Ramírez (2009), son los siguientes:

- Construcción, por ejemplo yeso cartonado con >70 % de  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .
- Industria cerámica como moldes y modelos para vajillas, utensilios sanitarios, entre otros con >95 % de  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .
- Industria química cuyo valor de  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  debe ser >95 %.
- Productos farmacéuticos como cosméticos con  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  >96 % y como dental con  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  >98.75 %.
- Industria de prefabricados para construcción como cartón enyesado para revestir casas y tablas de fibra prensada para paredes con >85 % de  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .
- Industria agrícola con  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  >85 %.

- Fundición de metales con  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  >95 %.

- Industria de alimentos con  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  >97 %.

- En medicina como vendas, prótesis y otros con  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  >98.75 %.

- Industria minera como sellador para fugas y otros con  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  >85 %.

La pureza del yeso Culebrachayoc es de 92.88 %, teniendo como posibles usos, los siguientes:

- Construcción, por ejemplo yeso cartonado con >70 % de  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .
- Industria de prefabricados para construcción como cartón enyesado para revestir casas y tablas de fibra prensada para paredes con >85 % de  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .
- Industria agrícola con  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  >85 %.
- Industria minera como sellador para fugas y otros con  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  >85 %.

Recursos estimados:

- Yeso Culebrachayoc: 7000 TM.
- Yeso Pilliray: 700 TM.

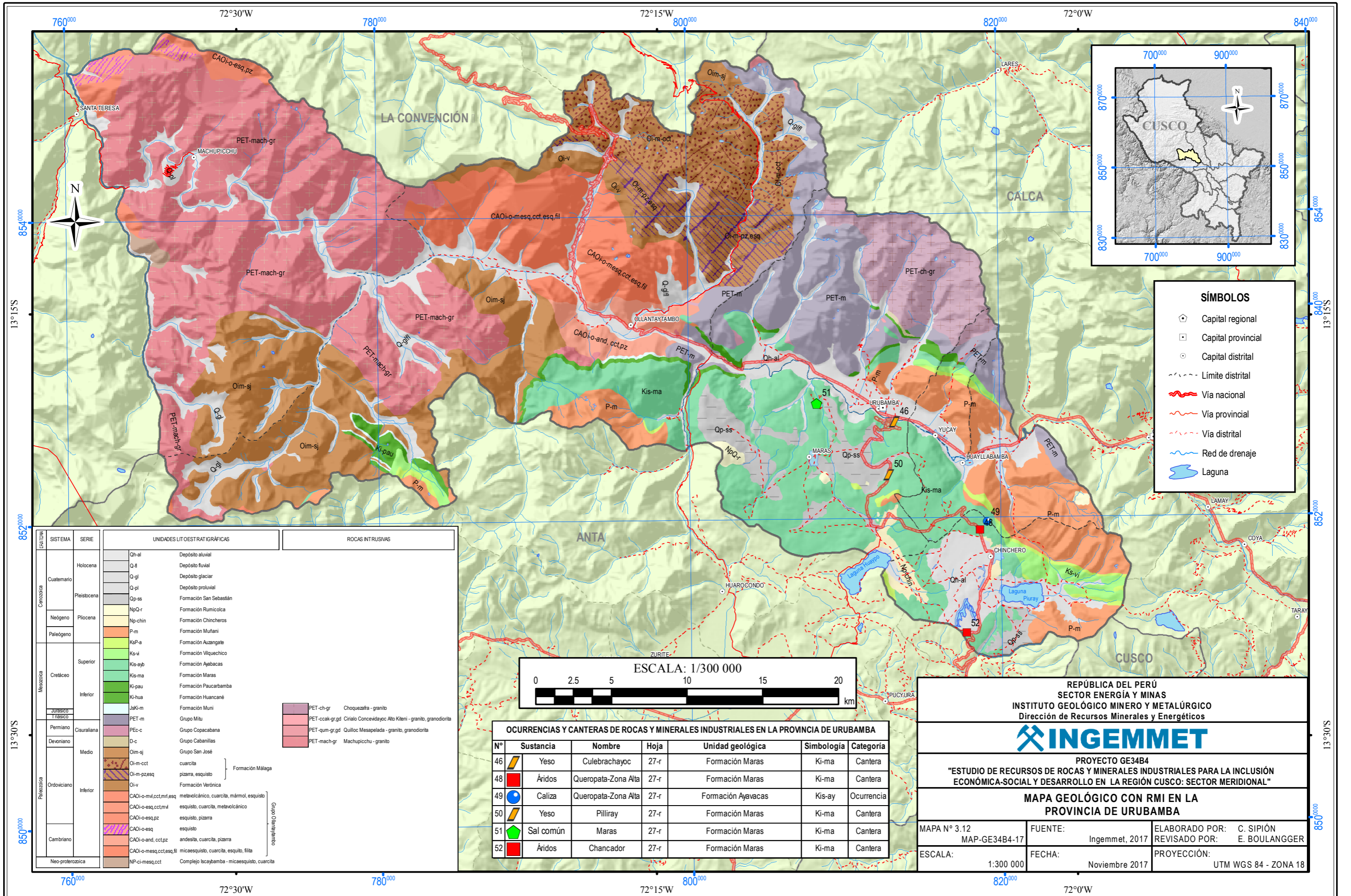


**Fotografía 3.65** Cantera de yeso Culebrachayoc, vista mirando al SO



**Fotografía 3.66** Cantera de yeso Pilliray, vista mirando al este

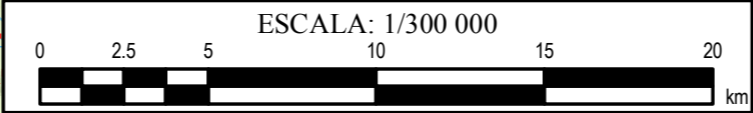




**SÍMBOLOS**

- ⬆ Capital regional
- ⬆ Capital provincial
- ⬆ Capital distrital
- Limite distrital
- Vía nacional
- Vía provincial
- Vía distrital
- Red de drenaje
- Laguna

SISTEMA	SERIE	UNIDADES LITOSTRATIGRÁFICAS	ROCAS INTRUSIVAS		
Cenozoica	Holocena	Qh-al	Depósito aluvial		
		Q-f	Depósito fluvial		
		Q-gl	Depósito glacial		
		Q-pl	Depósito proluvial		
		Q-pj	Depósito periglacial		
	Pleistocena	Qp-as	Formación San Sebastián		
		NpQ-r	Formación Runicolca		
		Np-chin	Formación Chincheros		
		P-m	Formación Muñani		
		KaP-a	Formación Auzangate		
Neógeno	Pliocena	Ks-vi	Formación Vilquechico		
		Kis-ayb	Formación Ayebacas		
		Kis-ma	Formación Maras		
		Ki-pau	Formación Paucarbamba		
		Ki-hua	Formación Huancané		
	Paleógeno	Jsk-m	Formación Muni		
		PET-m	Grupo Mita		
		PEC-c	Grupo Copacabana		
		D-c	Grupo Cabanillas		
		Dim-sj	Grupo San José		
Mesozoica	Superior	Oi-m-cct	cuarcita	Formación Málaga	
		Oi-m-pzesq	pizarra, esquistos		
		Oi-v	Formación Verónica		
		CAOI-o-mv.cct.mf.esq	metavolcánico, cuarcita, mármol, esquistos	Grupo Ollantaytambo	
		CAOI-o-esq.cct.mf	esquistos, cuarcita, metavolcánico		
	CAOI-o-esq.pz	esquistos, pizarra			
	CAOI-o-esq	esquistos			
	Inferior	CAOI-o-and.cct.pz	andesita, cuarcita, pizarra		
		CAOI-o-mesq.cct.esq.fi	micasquistos, cuarcita, esquistos, filita		
		CAOI-o-mesq.cct	Complejo Iscaybamba - micaesquistos, cuarcita		
NP-ci-mesq.cct					
Paleozoica	Ordoviciano	PET-ch-gr	Choquezaña - granito		
		PET-ccak-gr.gd	Crisalio Concevidayoc Alto Kiteni - granito, granodiorita		
		PET-quim-gr.gd	Quilloc Mesapelaeda - granito, granodiorita		
		PET-mach-gr	Machupicchu - granito		
	Devoniano				
Permiano					
Cisuraliana					
Carbonífero					
Triásico					
Jurásico					
Cretáceo					



**OCCURENCIAS Y CANTERAS DE ROCAS Y MINERALES INDUSTRIALES EN LA PROVINCIA DE URUBAMBA**

N°	Sustancia	Nombre	Hoja	Unidad geológica	Simbología	Categoría
46	Yeso	Culebrachayoc	27-r	Formación Maras	Ki-ma	Cantera
48	Áridos	Queropata-Zona Alta	27-r	Formación Maras	Ki-ma	Cantera
49	Caliza	Queropata-Zona Alta	27-r	Formación Ayavacas	Kis-ay	Ocurrencia
50	Yeso	Pilliray	27-r	Formación Maras	Ki-ma	Cantera
51	Sal común	Maras	27-r	Formación Maras	Ki-ma	Cantera
52	Áridos	Chancador	27-r	Formación Maras	Ki-ma	Cantera

REPÚBLICA DEL PERÚ  
SECTOR ENERGÍA Y MINAS  
INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO  
Dirección de Recursos Minerales y Energéticos

**INGEMMET**

PROYECTO GE34B4  
"ESTUDIO DE RECURSOS DE ROCAS Y MINERALES INDUSTRIALES PARA LA INCLUSIÓN ECONÓMICA-SOCIAL Y DESARROLLO EN LA REGIÓN CUSCO: SECTOR MERIDIONAL"

**MAPA GEOLÓGICO CON RMI EN LA PROVINCIA DE URUBAMBA**

MAPA N° 3.12 MAP-GE34B4-17	FUENTE: Ingemmet, 2017	ELABORADO POR: C. SIPIÓN REVISADO POR: E. BOULANGGER
ESCALA: 1:300 000	FECHA: Noviembre 2017	PROYECCIÓN: UTM WGS 84 - ZONA 18



# CAPÍTULO IV

## 4.1 SITUACIÓN ECONÓMICO-SOCIAL DE LA REGIÓN CUSCO

En la región Cusco, así como en todo el Perú, existe una notoria y marcada diferencia económico-social entre las zonas urbanas y rurales. Estas se ven reflejadas en la predominancia de los materiales que se utilizan para la construcción de viviendas y vías de acceso, así como en el aprovechamiento de las actividades económicas que se puedan realizar en las localidades.

La región Cusco tiene una actividad económica resaltante, sobre todo por la extracción de gas natural en la provincia de La Convención y por el potencial turístico, principalmente en las provincias de Urubamba y Cusco. A pesar de estas grandes actividades, la PEA (Población Económicamente Activa) ocupada no supera a la PET (Población en Edad de Trabajar) debido a que existen personas ocupadas; pero procedentes de diversas regiones del Perú y del extranjero empleadas especialmente en la explotación minera metálica.

También se analizó el índice de pobreza por provincia (Mapa 04); además el estado de 38 rutas departamentales y 328 rurales, de las cuales un aproximado del 80 % no se encuentran pavimentadas o están por mejorar.

### 4.1.1 Principales indicadores macroeconómicos de la región Cusco

Entre los principales indicadores macroeconómicos que se consideraron para diagnosticar la situación económico-social en la región Cusco (Tabla 4.1), se inició analizando la población existente por cada provincia, considerando de alguna manera el área superficial para encontrar una relación; es decir, la población en edad apta para trabajar (PET), la población económicamente activa (PEA), la PEA ocupada y la PEA desocupada. También se analizó la PEA que se puede involucrar con este estudio como la minería, construcción, transporte y comunicaciones. Asimismo, se analizó el PBI de la región y diferentes actividades económicas, el material de las paredes y pisos de las viviendas, el tipo de abastecimiento de agua y la disposición de alumbrado eléctrico por red pública.

Considerando que se pudiera identificar algunas rocas y minerales industriales localizadas en esta región, debido a que están estrechamente relacionadas con el desarrollo de la

población y el mejoramiento del nivel de vida de la misma, se estableció analizar los principales indicadores macroeconómicos básicos ya que representan importantes herramientas para evaluar y predecir tendencias de la situación económica y social.

#### Indicador población

Según el censo 2017, la población censada en los centros poblados urbanos de la región Cusco es de 731 mil 252 habitantes, lo que representa el 60,7 % de la población censada; mientras que, en los centros poblados rurales es de 474 mil 275 habitantes, que representa el 39,3 %.

De acuerdo con los resultados del censo 2017, la provincia que concentra el mayor número de habitantes es Cusco, con 447 mil 588 personas, agrupando poco más de la tercera parte de la población del departamento (37,2 %). Le sigue la provincia de La Convención, que alberga 147 mil 148 habitantes (12,2 %), mientras que la provincia de Acomayo es la menos poblada, con 22 mil 940 habitantes (1,9 %).

En los últimos 10 años, la región Cusco ha tenido una tasa de crecimiento promedio anual del 2.9 % de su población (Tabla 4.2). El mayor incremento de la población urbana se presenta tanto en la provincia de Cusco, al subir de 348 mil 935 personas en el 2007 a 432 mil 662 en el 2017, y la provincia de Quispicanchi, de 20 mil 15 personas a 38 mil 49 en el 2017. En el área rural, todas las provincias presentaron decrecimiento de la población; resaltando la provincia de La Convención que presentó la mayor disminución, al pasar de 121 mil 566 en el 2007 a 90 mil 129 en el 2017.

La tasa de crecimiento promedio anual es mayor en la provincia Cusco, con un aumento de la población de 21,7 %, creciendo a un ritmo promedio anual de 2,0 %. Por el contrario, las provincias de Paruro (-1,9 %) y Acomayo (-1,7 %) son las que presentan menores tasas

Según resultados del censo 2017, en la región Cusco, la Población en Edad de Trabajar ha registrado 902 mil 198 personas, las cuales representan el 74,8 % de la población total. Las provincias cuya tasa de participación superan el promedio de la región (74,8 %) son Cusco (77,4 %), Canchis (75,3 %), La Convención (75,2 %) y Urubamba (75,1 %); mientras que las provincias de Quispicanchi (69,3 %) y Paucartambo (67,6 %) presentan menores porcentajes de participación de Población en Edad de Trabajar.



Tabla 4.1  
Principales indicadores de pobreza relacionados con el estudio en la región Cusco

Indicadores	PROVINCIAS													REGIÓN CUSCO
	Acomayo	Anta	Calca	Canas	Canchis	Chumbivilcas	Cusco	Espinar	Paruro	Paucartambo	Quispicanchi	Urubamba	La Convención	
Población al 2017 (personas)**	22 940	56 206	63 155	32 484	95 774	66 410	447 588	57 582	25 567	42 504	87 430	60 739	147 148	1 205 527
Tasa de crecimiento (%)**														2.9
Superficie (m²)*	948	1 876	4 415	2 104	3 999	5 371	617	5 311	1 984	6 295	7 565	1 439	30 062	71 987
Pobreza (%)*	74	64	63	84	60	86	25	64	79	73	64	42	48	21.9 - 30.6
PET [Población en Edad de Trabajar]**	16 587	42 055	46 182	24 011	72 108	48 060	346 344	42 423	18 941	28 718	60 565	45 593	110 611	902 198
%	2	5	5	3	8	5	38	5	2	3	7	5	12	100
PEA [Población Económicamente Activa]**	8 496	20 931	25 980	9 872	43 124	23 858	228 172	24 322	9 015	14 980	29 228	27 352	68 697	534 027
PEA ocupada**	7 969	19 593	24 436	7 744	39 690	20 958	213 991	21 964	8 428	14 104	26 948	26 093	64 481	496 399
PEA desocupada**	527	1 338	1 544	2 128	3 434	2 900	14 181	2 358	587	876	2 280	1 259	4 216	37 628
PEA Explotación de minas y canteras**	21	54	54	29	179	1 434	848	1 169	15	42	246	86	248	4 425
PEA Construcción**	309	1 444	1 367	341	2 214	1 002	18 129	2 782	397	583	1 873	1 887	3 650	35 978
PEA Transporte y almacenamiento**	126	1 344	1 195	130	2 759	347	18 641	1 999	175	296	1 679	1 769	2 075	32 535
PEA Administración pública y defensa**†	269	664	907	232	1 588	385	12 273	628	195	311	1 041	1 190	4 174	23 857
PEA Agricultura, ganadería y pesca**	5 722	9 790	12 607	5 488	15 803	12 859	6 885	7 308	6 251	10 261	12 745	7 707	35 183	148 609
PEA Industrias manufactureras**	127	706	1 010	100	2 038	345	16 001	904	137	460	1 928	1 277	1 453	26 486
PEA Actividades de alojamiento y comidas**	151	1 044	1 313	149	2 079	739	21 107	1 073	179	342	1 379	3 759	2 398	35 712
PEA Enseñanza**	321	602	1 031	315	3 403	1 037	16 959	997	246	415	959	1 319	2 022	29 626
PEA Actividades financieras y de seguros**	7	82	86	5	399	32	3 311	71	3	8	111	179	201	4 495
PEA Actividades inmobiliarias**	0	13	2	0	7	1	464	5	1	0	11	15	7	526

Fuente: (\*) INEI - Perú en cifras.

(\*\*) INEI - Censos Nacionales 2017: XII de Población y VII de Vivienda.

Tabla 4.2  
Población de la región Cusco por provincia, años 2007-2017

PROVINCIA	2007R/	2008E/	2009E/	2010E/	2011E/	2012E/	2013E/	2014E/	2015E/	2016E/	2017R/
ACOMAYO	27 357	29 075	28 893	28 707	28 515	28 318	28 116	27 908	27 693	27 535	22 940
ANTA	54 828	58 365	58 105	57 835	57 555	57 262	56 957	56 638	56 302	56 083	56 206
CALCA	65 407	70 249	70 848	71 436	72 015	72 583	73 137	73 675	74 195	74 868	63 155
CANAS	38 293	40 756	40 572	40 379	40 180	39 973	39 757	39 530	39 293	39 137	32 484
CANCHIS	96 937	103 371	103 268	103 141	102 995	102 826	102 630	102 406	102 151	102 105	95 774
CHUMBIVILCAS	75 585	80 896	81 166	81 419	81 658	81 878	82 078	82 257	82 411	82 731	66 410
CUSCO	367 791	397 526	405 000	412 495	420 030	427 580	435 114	442 629	450 095	458 833	447 588
ESPINAR	62 698	67 167	67 492	67 803	68 104	68 390	68 660	68 913	69 146	69 518	57 582
LA CONVENCION	166 833	178 506	178 820	179 095	179 326	179 515	179 670	179 775	179 845	180 260	147 148
PARURO	30 939	32 821	32 501	32 178	31 852	31 521	31 186	30 847	30 501	30 221	25 567
PAUCARTAMBO	45 877	49 189	49 485	49 774	50 053	50 323	50 582	50 828	51 060	51 396	42 504
QUISPICANCHI	82 173	87 939	88 222	88 488	88 737	88 967	89 175	89 359	89 517	89 855	87 430
URUBAMBA	56 685	60 910	61 455	61 992	62 520	63 039	63 547	64 041	64 520	65 132	60 739
<b>REGIÓN CUSCO</b>	<b>1 171 403</b>	<b>1 256 770</b>	<b>1 265 827</b>	<b>1 274 742</b>	<b>1 283 540</b>	<b>1 292 175</b>	<b>1 300 609</b>	<b>1 308 806</b>	<b>1 316 729</b>	<b>1 327 672</b>	<b>1 205 527</b>

Fuente: INEI - Censos Nacionales 2017: XII de Población y VII de Vivienda [R= Real y E= Estimada].

Tabla 4.3  
Distribución de la Población en Edad de Trabajar y Población Económicamente Activa de la región Cusco por provincia

Indicador	PROVINCIAS (en personas)										REGIÓN CUSCO			
	Acomayo	Anta	Calca	Canas	Canchis	Chumbivilcas	Cusco	Espinar	Paruro	Paucartambo		Quispicanchi	Urubamba	La Convención
Población en Edad de Trabajar (PET)	16 587	42 055	46 182	24 011	72 108	48 060	346 344	42 423	18 941	28 718	60 565	45 593	110 611	902 198
PEA	8 496	20 931	25 980	9 872	43 124	23 858	228 172	24 322	9 015	14 980	29 228	27 352	68 697	534 027
PEA ocupada	7 969	19 593	24 436	7 744	39 690	20 958	213 991	21 964	8 428	14 104	26 948	26 093	64 481	496 399
PEA desocupada	527	1 338	1 544	2 128	3 434	2 900	14 181	2 358	587	876	2 280	1 259	4 216	37 628
PEA Explotación de minas y canteras	21	54	54	29	179	1 434	848	1 169	15	42	246	86	248	4 425
PEA Construcción	309	1 444	1 367	341	2 214	1 002	18 129	2 782	397	583	1 873	1 887	3 650	35 978
PEA Transporte y almacenamiento	126	1 344	1 195	130	2 759	347	18 641	1 999	175	296	1 679	1 769	2 075	32 535

Fuente: INEI - Censos Nacionales 2017: XII de Población y VII de Vivienda.

Por otro lado, la población económicamente activa (PEA), constituida por aquellas personas que se encuentran laborando (ocupados) y aquellas que se encuentran buscando activamente trabajo (desocupados), representa el 59.19 % de la PET.

La PEA está relacionada con la finalidad del presente estudio. En la actualidad tiene los siguientes registros: la PEA explotación de minas y canteras es notoriamente mayor en la provincia de Chumbivilcas y en menor escala en Espinar, Cusco, La Convención y La Convención. La PEA construcción predomina en el Cusco, seguida por La Convención y Espinar. La PEA de transporte y almacenamiento también tiene su mayor actividad en el Cusco, seguida por Canchis y La Convención.

Se puede mencionar que las actividades asociadas al turismo, como la PEA actividades de alojamiento y comidas, es alto en la provincia de Urubamba (Tabla 4.1), donde se encuentra la muy visitada ciudadela de Machu Picchu.

#### Indicadores Económicos

El crecimiento económico se puede medir mediante el valor de la producción bruta interna, es decir, se mide la evolución socioeconómica en el corto plazo en las actividades locales y/o regionales. Se tiene así que el PBI de la región Cusco en el año 2017 registró un decrecimiento de -1.4 % (Tabla 4.4), como resultado en la disminución de las actividades: construcción (-6,3%), agricultura, ganadería, caza y silvicultura (-4,4%), extracción de petróleo, gas, minerales y servicios conexos (-3,4%), y manufactura (-0,3%) entre las más importantes y que en conjunto representaron el 50,7% de la producción departamental, no pudiendo ser atenuadas por el aumento de las actividades: administración pública y defensa (6,3%), telecomunicaciones y otros servicios de información (5,5%), electricidad, gas y agua (2,8%), y otros servicios (2,7%).

El Producto Bruto Interno (PBI) de la región Cusco a precios constantes de 2007, registra un crecimiento promedio anual

de 97.7 % en el periodo 2007-2017, y registra también un crecimiento acumulado del PBI per cápita mayor al promedio del país de 85,3%.

En el año 2017, la actividad con más crecimiento es la de *extracción de petróleo, gas, minerales y servicios conexos*, con un 48.2 %, seguida por la de comercio, construcción y manufactura, con un crecimiento menor. Por otro lado, la actividad de *manufactura* muestra un descenso al analizar sus registros en los últimos años.

#### Indicador de vivienda y servicios básicos

Los materiales con los que están construidas las viviendas y los servicios básicos, de los que puedan disfrutar los hogares, reflejan el nivel de vida del ser humano. Se considera como óptimo las que se encuentran construidas con materiales saludables y seguros; como mínimo, con servicios de agua, desagüe y luz eléctrica.

Con respecto a los materiales que predominan en las paredes de los exteriores de las viviendas en la región del Cusco (Tabla 4.5), se tiene que el 66.92 % son de adobe, sin mucha diferencia entre las zonas rurales y urbanas. Las viviendas con paredes de material de ladrillo o bloqueta de cemento representan el 24.48 % de la región y pertenecen casi en su totalidad a la zona urbana. Las elaboradas con madera y piedra con barro agrupan el 4.70 % y 2.53 %, respectivamente; los sobrantes están hechas con piedra o sillar, quincha, estera, tapia, entre otros.

Los materiales predominantes de los pisos de las viviendas en la región Cusco (Tabla 4.6) son 55.16 % de tierra, de las cuales el 70.79 % están en zonas rurales y el 29.21 % en zonas urbanas. Las viviendas con pisos de cemento, madera, parquet y losetas representan el 26.34 %, 6.30 %, 3.00 % y 8.41 %, respectivamente; gran parte pertenece a la zona urbana. Las láminas asfálticas, vinílicos y otros suman el 0.79 %.



**Tabla 4.4**  
**Valor agregado bruto por año según actividades económicas en la región Cusco (valores a precios constantes de 2007, miles de soles)**

Actividades	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016P/	2017E/
Agricultura, Ganadería, Caza y Silvicultura	908 163	970 631	1 001 799	1 008 142	1 102 533	1 115 502	1 093 655	1 005 438	975 698	1 039 706	994 446
Pesca y Acuicultura	770	965	897	1 233	1 512	2 227	2 428	1 120	1 316	2 318	2 190
Extracción de Petróleo, Gas y Minerales	3 668 080	3 855 362	5 497 076	6 478 907	7 884 271	7 521 200	9 886 602	9 899 652	10 235 089	10 764 206	10 397 420
Manufactura	1 284 624	1 256 140	1 189 975	1 289 145	1 315 026	1 222 720	1 267 140	1 118 058	1 084 346	1 107 086	1 104 008
Electricidad, Gas y Agua	107 295	108 048	107 541	109 407	116 951	119 532	122 885	123 594	199 497	253 924	261 069
Construcción	667 705	847 505	1 041 172	1 364 707	1 396 697	1 749 087	1 989 125	1 928 379	1 639 933	1 503 702	1 409 188
Comercio	923 531	1 022 043	1 008 920	1 122 117	1 238 834	1 334 755	1 430 639	1 473 651	1 494 505	1 528 157	1 541 962
Transporte, Almacen., Correo y Mensajería	464 901	511 968	527 631	593 486	658 313	718 611	774 069	799 954	839 655	891 120	908 254
Alojamiento y Restaurantes	497 564	552 182	552 683	580 707	655 439	731 344	779 948	817 962	853 526	892 903	905 587
Telecom. y Otros Serv. de Información	164 004	202 926	227 345	253 664	287 869	326 108	363 840	407 623	450 326	484 937	511 381
Administración Pública y Defensa	502 169	544 932	595 168	643 326	667 554	692 076	723 510	761 439	773 408	799 568	850 313
Otros Servicios	1 724 919	1 790 984	1 881 613	1 960 618	2 059 467	2 178 170	2 274 858	2 386 180	2 521 136	2 623 977	2 693 708
<b>Valor Agregado Bruto</b>	<b>10 913 725</b>	<b>11 663 686</b>	<b>13 631 820</b>	<b>15 405 459</b>	<b>17 384 466</b>	<b>17 711 332</b>	<b>20 708 699</b>	<b>20 723 050</b>	<b>21 068 435</b>	<b>21 891 604</b>	<b>21 579 526</b>

Fuente: INEI - PBI por departamentos 2007-2017 IP=Proyectado, E=Estimado.  
Con información disponible a octubre 2018.

**Tabla 4.5**  
**Material de construcción predominante en las paredes exteriores de las viviendas en la región Cusco**

MATERIAL PREDOMINANTE EN LAS PAREDES EXTERIORES DE LAS VIVIENDAS	Ladrillo o bloque de cemento	Piedra o sillar cal o cemento	Adobe	Tapia	Quincha (caña con barro)	Piedra con barro	Madera	Triplay / calamina / estera	Otro material	TOTAL
URBANA	73 678	1 229	97 316	135	108	439	3 811	658	1	177 376
RURAL	5 529	305	119 234	1 109	292	7 757	11 381	589	1	146 197
REGIÓN CUSCO	79 207	1 534	216 550	1 244	400	8 196	15 192	1 247	2	323 572

Fuente: INEI - Censos Nacionales 2017: XII de Población y VII de Vivienda.



Al realizar un conteo de los tipos de vivienda (Tabla 4.7) se tuvo como resultado que el 90.16 % son casas independientes, el 4.37 % son departamentos en edificios, 0.82 % son viviendas en quintas, 1.90 % son viviendas en casas de vecindad, 2.35 % son chozas o cabañas, 0.31 % son viviendas improvisadas y el 0.09 % son locales no destinados para habitar. Estas tres últimas requieren de materiales para la mejora de la calidad de vida. Otra característica de estos datos es que la cantidad de viviendas por provincia es directamente proporcional a la cantidad de habitantes.

Los detalles de los servicios básicos en la región Cusco (Tabla 4.8) muestran que el 59.98 % tiene acceso al agua

por red pública dentro de la vivienda, de los cuales el 92.15 % dispone de alumbrado eléctrico por red pública y el resto no. Los que tienen acceso al agua mediante una red pública fuera de la vivienda, por pilón o pileta de usos público y camión-cisterna agrupan el 19.59 %, 4.67 %, y el 0.94 %; de los cuales el 83.46 %, 67.05 % y el 76.02 % dispone de alumbrado eléctrico, respectivamente. Los que obtienen agua de una manera natural, ya sea mediante pozo, manantial, río u otro, ocupan el 14.82 %, de los cuales solo el 45.57 % tiene alumbrado eléctrico. En general, las viviendas que tienen disponibilidad de alumbrado eléctrico por red pública representan el 82.22 % del total.

**Tabla 4.8**  
**Tipo de abastecimiento de agua y disponibilidad de alumbrado eléctrico por red pública en viviendas particulares en la región Cusco**

TIPO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA	TOTAL AGUA	DISPONE DE ALUMBRADO ELÉCTRICO POR RED PÚBLICA	
		SI	NO
Red pública dentro de la vivienda	194 078	178 846	15 232
Red pública fuera de la vivienda	63 397	52 913	10 484
Pilón o pileta de uso público	15 112	10 133	4 979
Camión - cisterna u otro similar	3 036	2 308	728
Pozo	27 745	12 865	14 880
Manantial o puquio	11 282	5 240	6 042
Río, acequia, lago, laguna	7 177	3 004	4 173
Otro	1 745	739	1 006
<b>Región Cusco</b>	<b>323 572</b>	<b>266 048</b>	<b>57 524</b>

Fuente: INEI - Censos Nacionales 2017: XII de Población y VII de Vivienda.

#### 4.2 ÍNDICE DE POBREZA EN LA REGIÓN CUSCO

La región Cusco, a pesar de la gran actividad turística en el Cusco y Urubamba y del gas natural en La Convención, que resalta no solo en el ámbito nacional sino también mundial, sigue presentando altos porcentajes de pobreza y un ineficiente abastecimiento de agua por red pública.

Cusco es la provincia con mejor estatus social, pues su índice de pobreza (24.7 %) es el más bajo de la región y tiene un porcentaje alto de viviendas que poseen el privilegio de tener agua por red pública. La Convención, con un supuesto bajo índice de pobreza (47.8 %), presenta un porcentaje elevado de viviendas sin agua por red pública (51.7 % - 71.2 %), el mismo

rango que tienen las provincias de Canas y Chumbivilcas; pero la diferencia está en que estas últimas tienen el mayor índice de pobreza, 83.5 % y 85.7 % respectivamente. De lo dicho se puede afirmar que estas dos provincias son las más pobres de la región. Acomayo tiene unos índices peculiares, pues el porcentaje de viviendas sin agua por red pública es de los más bajos; pero tiene un índice de pobreza de 74.2 %, con lo cual se rompe la creencia de que a mayor pobreza mayor viviendas sin agua.

Las provincias sin agua por red pública que tienen un índice de 37.6 % - 51.6 % son las de Paucartambo, Espinar y Calca, que tienen un índice de pobreza de 73.0 %, 64.4 % y 63.4 % respectivamente (Tabla 4.9).



**Tabla 4.9**  
**Pobreza y porcentaje de viviendas sin agua por red pública de las provincias de la región Cusco**

PROVINCIAS	POBREZA (%)**	SIN AGUA POR RED PÚBLICA (%)*
Acomayo	74.2	8.1 - 23.7
Anta	64.0	23.8 - 37.5
Calca	63.4	37.6 - 51.6
Canas	83.5	51.7 - 71.2
Canchis	59.8	8.1 - 23.7
Chumbivilcas	85.7	51.7 - 71.2
Cusco	24.7	8.1 - 23.7
Espinar	64.4	37.6 - 51.6
Paruro	78.8	23.8 - 37.5
Paucartambo	73.0	37.6 - 51.6
Quispicanchi	64.0	23.8 - 37.5
Urubamba	42.2	23.8 - 37.5
La Convención	47.8	51.7 - 71.2

Fuente: (\*) INEI - Censos Nacionales 2007: XI de Población y VI de Vivienda.

(\*\*) INEI - Perú en cifras.

### 4.3 INFRAESTRUCTURA VIAL EN LA REGIÓN CUSCO

La red vial rural de la región Cusco tiene 328 rutas. La Convención es la que tiene más rutas ya que tiene la mayor área superficial, seguida por Canas y Anta. Por otro lado, la provincia de Cusco, a pesar de su población y movimiento comercial,

solo tiene el 10 % de las rutas rurales; las provincias con menor número de rutas rurales son Acomayo, Anta, Paruro y Calca (Tabla 4.10). La región Cusco tiene 38 rutas departamentales que suman una trayectoria de 2648.8 km, de los cuales solo 554 km, que representan el 21 % del total, se encuentran pavimentados, queda aún 2094.8 km por trabajar (Tabla 4.11).

**Tabla 4.10**  
**Red vial rural de la región Cusco por provincias**

Provincia	N° de rutas
La Convención	88
Calca	8
Urubamba	7
Anta	50
Paucartambo	20
Quispicanchi	17
Cusco	34
Paruro	7
Acomayo	6
Canchis	18
Chumbivilcas	10
Canas	54
Espinar	9
<b>Región Cusco</b>	<b>328</b>

Fuente: Perú. Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013

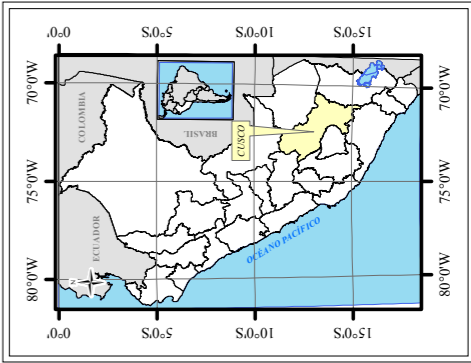
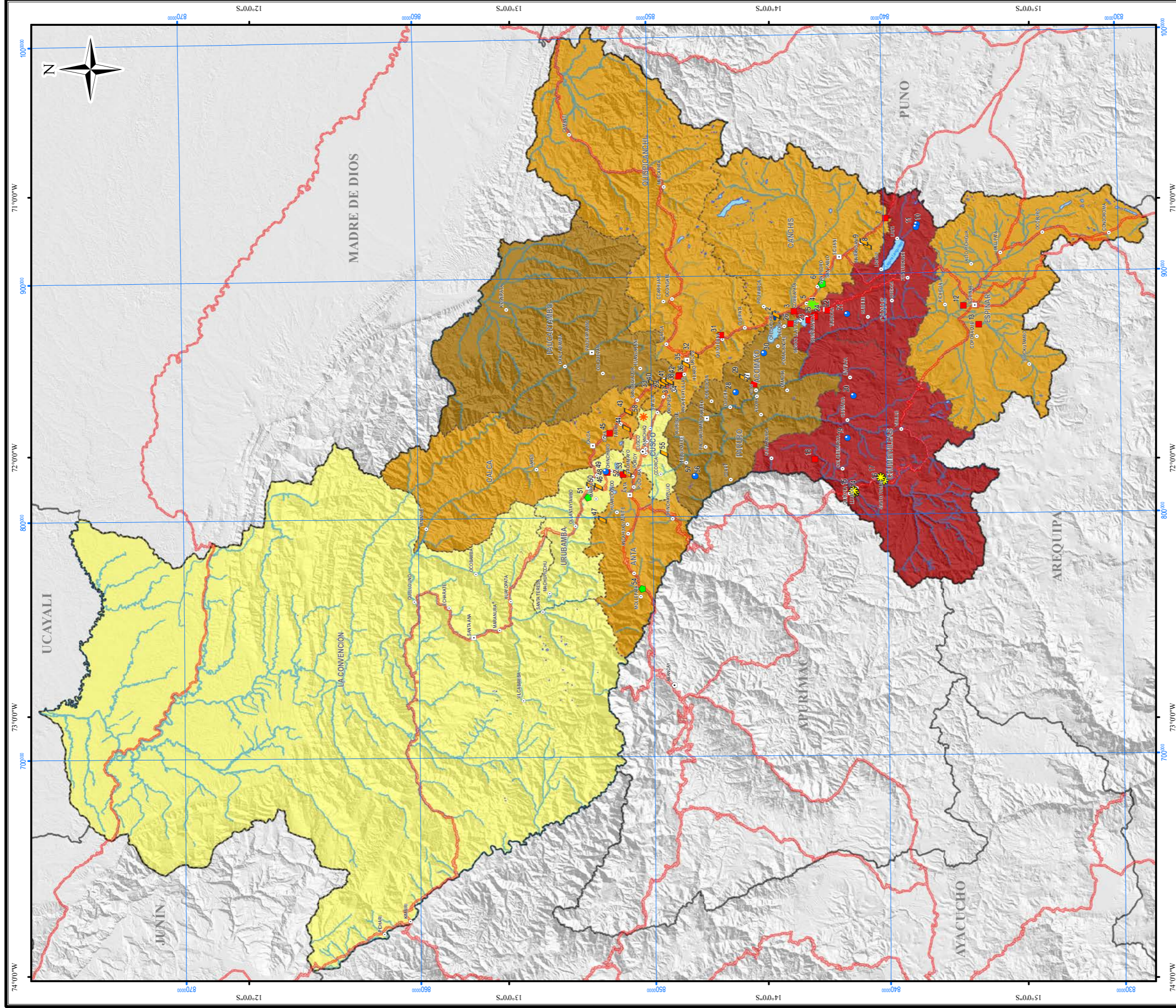
**Tabla 4.11**  
**Red vial departamental de la región Cusco**

Trayectoria	Pavimento (Km)		
	Sí	No	TOTAL
Emp. PE-28B (Chaulay) - Pte. Chaulay - Dv. San Marino – Lucma - Vilcabamba-Incahuasi-L.D. Apurimac (Pasaje, AP-100 a Tacnara Baja)	0.6	137.2	137.8
Emp. PE-28 B (Maranura) — Dv. Quillabamba - Pavayoc — Dv. Huayanay - Dormenduyoc - Echarati - Emp. PE-28 B (Cocabambilla).	0.9	46.9	47.8
Emp. PE-5S (Camisea) - Kuwait - Dv. Pongo de Mainique - Pto. Mainique - Pongo de Mainique - Ivochote - Pachiri - Emp. PE-28 B (Dv. Bajo Urubamba).	0.0	81.5	81.5
Emp. PE-28B(Kumpirushiato)-Pangoa- Pte. Mantalo – Chinguriato-Pongo de Mainique-Emp. CU-110(Dv. Pongo de Mainique).	0.0	91.7	91.7
Emp. CU-105 (Lorohuachana) - Kinkuri - Abra Reyna del Carmen - Chinguriato (Dv. Estrella) - Cumupampa - San Martín - Suyo - Hualla - Amparaes - Emp. CU-105 (Dv. Amparaes).	0.0	164.0	164.0
Emp. PE-28B(Dv. Quellouno)-Quellouno-Lorohuachana-Pte. Santiago-Pte. Quesquento - Turijhuay - Yanatile - Colea - Pte. Pacchac - Pte. Manto - Paucarpata - Dv. Amparaes - Quemopaytoc - Emp. PE-28 B (Calca).	75.7	110.6	186.3
Emp. PE-28 B (011antaytambo) - Yanamayo - Ocobamba - San Lorenzo - Emp. CU-105 (Dv. San Lorenzo).	13.5	133.0	146.5
Emp. PE-28 B (Dv. Santa Teresa) - Santa Teresa - Pte. Carrilluchayoc - Pte. Hidroeléctrica.	1.0	32.4	33.4
Pte. Ruinas Machupichu - Machupichu.	0.6	6.8	7.4
Emp. PE-3S(Dv. Mollepata)-Mollepata Emp. CU-107(Santa Teresa).	0.8	57.9	58.7
Emp. PE-3 S (Izcuchaca) - Hurocondo - Amparaqui - Emp. PE-28 B (Pte. Pachar).	10.5	19.2	29.7
Emp. PE-3S(Izcuchaca)-Huaypo Chico-Emp. PE-28 G (Cruz Pata).	2.2	11.9	14.1
Emp. PE-28B(Pisac)-Chahuaytiri-Colquepata-Emp. CU-113(Paucartambo).	7.4	67.1	74.5
Emp. PE-28B(Pte. Huambutio)-Huancarani-Paucartambo-Challabamba - Abra Acjanacu - Pillahuata - San Pedro - Pillcopata - L.D. Madre de Dios (Atalaya, MD-103 a Manu).	25.6	164.8	190.4
Emp. PE-30 C (Quince Mil) - Nusimiscate - Sabaluyoc - Emp. CU-113 (Pillcopata).	0.0	29.0	29.0
Emp. PE-30 C (Ccatca) - Corpacancha - Emp. CU-113 (Huancarani).	0.0	24.8	24.8
Emp. PE-30 C (Ocongate) - Ccarhuayo - Ccapana - Umamarca - Emp. CU- 113 (Paucartambo).	0.7	75.8	76.5
Emp. PE-3S (Cusco) - Occopata - Yaurisque - Abra Ranraccasa - Paruro - Dv. Colcha - Accha - Pillpinto - Acos - Acomayo - Sangarara - Emp. PE-3S (Chuguicahuana).	149.6	25.6	175.2
Emp. CU-117 (Occopata) - Ancaschaca - Huanquite - Abra Huillacunca - Ccapi - Pampahuata - L.D. Apurimac (río Santo Tomás).	0.6	105.5	106.1
Emp. PE-3S G (Luto) - Huayllane - Colquemarca - La Perla - Esquina - Capamarca - Abra Incacconcaina - Urhues - Pte. Tincoc - Paccarictambo - Emp. CU-117 (Abra Ranraccasa).	84.7	111.3	196.0
Emp. CU-119 (Tincoc) - Emp. CU-117 (Cusibamba).	0.0	16.0	16.0
Emp. CU-117 (Paruro) - Emp. CU-123 (Hda. Cachivay).	12.9	0.0	12.9
Emp. CU-117 (Acos) - Carma - Colcha - Saramayo - Emp. CU-117 (Pte. Huarancalle).	0.0	6.6	6.6
Emp. PE-3S (San Jerónimo) - Mayumbamba - Rondocan - Calzada - Acomayo - Emp. CU-117 (Dv. Acomayo).	42.6	58.1	100.7
Emp. PE-3S (Checacupe) - Pitumarca - Emp. CU-125 (Laguna Sibinacocha).	8.6	64.9	73.5
Emp. PE-30 C (Marcapata) - Baños Terales - Abra Chimboyo - Phinaya - Pirhua Pirhua - Sucu Pallca - Sta. Bárbara - Emp. PE-3S (Sicuani).	0.0	86.4	86.4
Emp. PE-3S G (Velille) - Dv. Chamaca - Livitaca - Pisquicocha - Abra Tocto - Sunturo - Patarancho - Emp. PE-34 F (Yanaoca).	44.1	115.9	160.0
Emp. PE-3S G (Velille) - Emp. CU-119 (Colquemarca).	0.0	41.9	41.9
Emp. CU-126 (Dv. Chamaca) - Chamaca.	0.3	3.2	3.5
Emp. CU-117(Accha)-Antapallpa-Checcapuccara-Sahua-Sahua-Emp. CU-26 (Huari)	0.9	82.5	83.4
Emp. PE-3S G(Yauri)-Pichiqua-Checca-Quehue-Emp. CU-126 (Sunturo).	70.0	1.3	71.3
Emp. PE-3S G (Yauri) - Chalqui - Pte. Central - Pte. Apachaco - Culcuyo - L.D. Arequipa (Abra Bajada, AR-110 a Chilapampa).	0.1	50.9	51.0
Emp. PE-3S G (Dv. Tintaya) - Emp. PE-3S K (Marquiri).	0.0	5.2	5.2
Emp. PE-34 F (Santa Lucía) - Abra Accocunca - Accocunca - Pte. Huichuma - Huichuma - Emp. PE-3S F (Héctor Tejada).	0.1	26.1	26.2
Emp. PE-3S G(Héctor Tejada)-Buenavista-Pallpata-L.D. Puno (PU-125 a Macari).	0.0	38.8	38.8
<b>REGIÓN CUSCO [N° de rutas 38]</b>	<b>554.0</b>	<b>2 094.8</b>	<b>2 648.8</b>

Fuente: Perú. Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013







**ROCAS Y MINERALES INDUSTRIALES**

■	Arcilla común
■	Arido
■	Caliza
■	Piedra blanda
■	Sol común
■	Tiravertino
■	Sillar
■	Yeso

**SÍMBOLOS**

○	Capital regional
□	Capital provincial
○	Capital distrital
—	Límite regional
- - -	Límite provincial
—	Vía nacional
—	Red de drenaje

**ÍNDICE DE POBREZA (%)**

■	24.7 % - 47.8 %
■	47.9 % - 64.4 %
■	64.5 % - 78.8 %
■	78.9 % - 85.7 %



REPUBLICA DEL PERÚ SECTOR ENERGÍA Y MINAS INSTITUTO GEOLOGICO MINERO Y METALURGICO Dirección de Recursos Minerales y Energéticos 	
PROYECTO GE34B4 "ESTUDIO DE RECURSOS DE ROCAS Y MINERALES INDUSTRIALES PARA LA INCLUSIÓN ECONOMICA-SOCIAL Y DESARROLLO EN LA REGION CUSCO: SECTOR MERIDIONAL"	
<b>MAPA DE POBREZA          CON ROCAS Y MINERALES INDUSTRIALES</b>	
MAPA N° 04 MAP-GE34B4-17	FUENTE: INEI, 2009
ESCALA: 1:1 500 000	FECHA: Octubre 2017
ELABORADO POR: C. SIPIÓN REVISADO POR: E. BOULANGGER PROYECCIÓN: UTM WGS 84 - ZONA 18	





## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. De acuerdo con la estadística minera del Ministerio de Energía y Minas, la región Cusco reporta producción minera no metálica solamente de áridos y yeso; las concesiones o derechos mineros no metálicos llegan actualmente a 190.
2. Los depósitos de rocas y minerales industriales identificados en la región Cusco, y que son económicamente explotables, se detallan a continuación: yeso (19), agregados o áridos (18), calizas (10), toba volcánica (sillar) (4), sal (3), travertino (2), piedra laja volcánica (1) y arcilla común (1).
3. En la provincia de Acomayo afloran calizas en pequeñas extensiones que solamente se pueden aprovechar en forma local.
4. En la provincia de Anta se identificaron pequeños cuerpos de yeso que son explotados artesanalmente; asimismo, existe un depósito de sal común apto para consumo animal.
5. En la provincia de Calca destaca la cantera de yeso de Morro Blanco, que pertenece a la concesión minera Morro Blanco Tercero. También es explotado de manera artesanal utilizando leña para la quema del mismo.
6. En la provincia de Canas se registraron ocurrencias de calizas de dimensiones considerables y canteras de áridos, ambas correspondientes a la Formación Arcurquina.
7. La provincia de Canchis presenta grandes volúmenes de travertinos en el distrito de Tinta, los que se recomienda su aprovechamiento. En el distrito de Maranganí se ubican canteras de pequeños cuerpos de yeso que se utilizan para el estucado de las viviendas.
8. En la provincia de Chumbivilcas se explota sillar para bloques de construcción en los distritos de Llusco y Santo Tomás. Afloramientos de caliza de gran extensión se encuentran mayormente en el distrito de Livitaca.
9. La provincia de Cusco se caracteriza por el aprovechamiento de yeso en pequeña escala y piedra laja volcánica.
10. La provincia de Espinar tiene recursos de caliza que se encuentran en concesiones mineras metálicas, en su mayoría de la Compañía Minera Antapaccay.
11. En la provincia de Paruro, específicamente en el distrito de Huanquite, existen grandes áreas de calizas de la Formación Arcurquina, las que se recomiendan investigar con más detalle para determinar el uso final puesto que tienen fácil acceso.
12. La provincia de Paucartambo cuenta con pequeñas canteras de yeso que se explotan artesanalmente para ser utilizadas como estucado.
13. La provincia de Quispicanchi es conocida por la presencia de yesos caóticos que son explotados a pequeña escala; así como áridos que se destinan al uso en construcción.
14. En la provincia de Urubamba se ubica la sal de Maras, famosa por formar parte del circuito turístico de Machu Picchu y por sus propiedades medicinales. También cuenta con canteras de yeso en forma de pequeños cuerpos.
15. Existen evidencias de extracción y producción de RMI como áridos (arenas, piedras para zanja, hormigón, arena gruesa y fina), yeso para la construcción (estucados), sal dirigida a la alimentación animal y las rocas calcáreas abundantes con perspectivas de convertirse en cal.
16. Los materiales que predominan en las paredes de los exteriores de las viviendas en la región del Cusco en un 76.60 % son de adobe o tapia. Las viviendas con paredes de material de ladrillo o bloqueta de cemento representan el 12.83 % de la región. Las elaboradas con madera y piedra con barro agrupan el 4.82 % y 4.16 %, respectivamente.
17. Los materiales predominantes de los pisos de las viviendas en la región Cusco son: tierra (66.70 %), cemento (19.43 %), madera (6.76 %), parquet (3.45 %) y losetas (3.15 %).
18. Las provincias de Canas y Chumbivilcas son las que presentan mayor índice de pobreza con 83.5 % y 85.7 %, respectivamente.





## BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, J.; Rodríguez, I.; Villarreal, E & Huanacuni, D. (2011) – *Memoria sobre la geología económica de la región Cusco*, informe inédito (en línea). Lima: Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, 39 p. (consulta: 7 marzo 2017). Disponible en: <[http://www.ingemmet.gob.pe/documents/73138/468768/2011\\_GE33\\_Memoria\\_Geologia\\_Economica\\_Cusco.pdf/d22a2f42-0b5b-42e5-8fe5-9fb6e737d8f2](http://www.ingemmet.gob.pe/documents/73138/468768/2011_GE33_Memoria_Geologia_Economica_Cusco.pdf/d22a2f42-0b5b-42e5-8fe5-9fb6e737d8f2)>
- Activation Laboratories (2013) - *Euro schedule of services and fees* (en línea). Ancaster, Ontario: Activation Laboratories, 36 p. (consulta: enero 2017). Disponible en: <<http://www.crs.fi/wp-content/uploads/Tarjous-7742-Actlabs-ID-15.pdf>>
- Arias, P. (2015) - *Las rocas ornamentales como material de revestimiento en edificación: reporte sobre estado actual y tendencias*. Tesis de Master, Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona, 89 p.
- Audebaud, E. (1973) - Geología de los cuadrángulos de Ocongate y Sicuani. *Servicio de Geología y Minería, Boletín 25*, 72 p.
- Austin, G.S.; Barker, J.M. & Lardner, S.C. (2006) – Decorative stone. En: Kogel, J.E.; Trivedi, N.C.; Barker, J.M. & Krukowski, S.T., eds. *Industrial minerals and rocks: commodities, markets and uses*. 7a. ed. Littleton, Colorado: Society for Mining, Metallurgy and Exploration, p. 893-906.
- British Geological Survey (2006) – *Salt* (en línea). Keyworth, Nottingham: BGS, 8 p. Mineral Planning Factsheet. (consulta: 16 febrero 2017). Disponible en: <<https://www.bgs.ac.uk/downloads/start.cfm?id=1368>>
- Carlotto, V.; Cárdenas, J. & Carlier, G. (2011) – Geología del cuadrángulo de Cusco, hoja 28-s, escala: 1:50 000. INGEMMET, *Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional*, 138, 258 p.
- Chirif, H. (2009) - *Historia de las Calizas* (PPT en línea). Lima: Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, 62 p. (consulta: 8 abril 2017). Disponible en: <<https://es.calameo.com/read/000820129b8fa61cce7f7>>
- Christidis, G. (2011) – *Advances in the characterization of industrial minerals*. London: European Mineralogical Union and Mineralogical Society of Great Britain & Ireland, 485 p. European Mineralogical Union Notes in Mineralogy, 9.
- De La Cruz, N. (1995) - Geología de los cuadrángulos de Velille, Yauri, Ayaviri y Azángaro. INGEMMET, *Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional*, 58, 144 p.
- Díaz, A. & Ramírez, J. (2009) - Compendio de rocas y minerales industriales en el Perú. INGEMMET, *Boletín, Serie B: Geología Económica*, 19, 482 p.
- Díaz, A.; Carpio, M. & Ramírez, J. (2015) - Estudio geológico económico de rocas y minerales industriales en la Región Cajamarca. INGEMMET, *Boletín, Serie B: Geología Económica*, 33, 368 p.
- Feldman, S. (2006) – Salt. En: Kogel, J.E.; Trivedi, N.C.; Barker, J.M. & Krukowski, S.T., eds. *Industrial minerals and rocks: commodities, markets and uses*. 7a. ed. Littleton, Colorado: Society for Mining, Metallurgy and Exploration, p. 793-813.
- Freas, R.; Hayden, J. & Pryor, C. (2006) – Limestone and dolomite. En: Kogel, J.E.; Trivedi, N.C.; Barker, J.M. & Krukowski, S.T., eds. *Industrial minerals and rocks: commodities, markets and uses*. 7a. ed. Littleton, Colorado: Society for Mining, Metallurgy and Exploration, p. 581-597.
- Galdos, J. & Carrasco, S. (2002) - *Memoria descriptiva de la revisión y actualización del cuadrángulo de Tambobamba (28-r)*, Escala 1:50 000, informe inédito. Lima: Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, 24 p.
- Galdos, J. & Carrasco, S. (2003) - *Memoria descriptiva de la revisión y actualización del cuadrángulo de Santo Tomás (29-r)*, Escala 1:100 000, informe inédito. Lima: Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, 32 p.
- Harrison, D.J. (1993) – *Industrial minerals laboratory manual: limestone*. Keyworth, Nottingham: British Geological Survey, 53 p. Technical Report WG/92/29.

- Industrial Minerals Association Europe (2014) - *Imagine the future with industrial minerals 2050 roadmap* (en línea). Brussels: IMA-Europe, 56 p. (consulta: diciembre 2016). Disponible en: <<http://www.imaginethefuture.eu/sites/default/files/imaginethefuture/IMA-Roadmap-2050-bleed-22092014-Web.pdf>>
- Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (2017) – *Geología 1:100 000 del Geocatmin* (en línea). Lima: Ingemmet (consulta: 3 febrero 2017). Disponible en: <<http://geocatmin.ingemmet.gob.pe/geocatmin/>>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (2001) – *Conociendo Cusco* (en línea). Lima: INEI, 167 p. (consulta: 27 marzo 2017). Disponible en: <[https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib0426/Libro.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib0426/Libro.pdf)>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (2007) – *Censos nacionales 2007: XI de población y VI de vivienda: sistema de consulta de resultados censales* (en línea). Lima: INEI (consulta: 5 diciembre 2017). Disponible en: <<http://censos.inei.gob.pe/cpv2007/tabulados/>>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (2009) – *Perú: Estimaciones y proyecciones de población por sexo, según Departamento, Provincia y Distrito, 2000-2015* (en línea). Lima: INEI, 394 p. (consulta: 30 noviembre 2017). Disponible en: <<http://proyectos.inei.gob.pe/web/biblioineipub/bancopub/Est/Lib0842/libro.pdf>>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (2015) – *Compendio estadístico Perú 2015* (en línea). Lima: INEI. (consulta: 17 octubre 2017). Disponible en: <[https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1253/compendio2015.html](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1253/compendio2015.html)>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (2017) - *Censos Nacionales 2017: XII de Población; VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas. Sistema de consulta de base de datos* (en línea). Lima: INEI. (consulta: 13 junio 2019). Disponible en: <<http://censos2017.inei.gob.pe/redatam/>>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (2018) – *Perú: Producto bruto interno por departamentos 2007-2017* (en línea). Lima: INEI, 632 p. (consulta: 18 junio 2019). Disponible en: [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1582/](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1582/)
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (s.a.) – *Índice Temático: Población y Vivienda* (en línea). Lima, INEI. (consulta: 8 febrero 2017). Disponible en: <<https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/poblacion-y-vivienda/>>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (s.a.) – *Índice Temático: Producto Bruto Interno por departamentos* (en línea). Lima, INEI. (consulta: 12 diciembre 2017). Disponible en: <<https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/producto-bruto-interno-por-departamentos-9089/>>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (s.a.) – *Perú en cifras* (en línea). Lima: INEI. (consulta: 29 noviembre 2017). Disponible en: <<https://www.inei.gob.pe/peru-en-cifras/1/0/>>
- Instituto Peruano de Economía (2016) – *Fichas regionales 2016 – Cusco* (en línea). Lima: Instituto Peruano de Economía. (consulta: 16 febrero de 2017). Disponible en: <<http://www.ipe.org.pe/portal/fichas-regionales-2016-cusco/>>
- Langer, W. (2006) – Construction sand and gravel. En: Kogel, J.E.; Trivedi, N.C.; Barker, J.M. & Krukowski, S.T., eds. *Industrial minerals and rocks: commodities, markets and uses*. 7a. ed. Littleton, Colorado: Society for Mining, Metallurgy and Exploration, p. 159-169.
- Lorenz, W. (1996) – Limestone, dolomite and their uses. En: Bose, H.R. *Limestone and dolomite resources of Africa*. Hannover: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Geologisches Jahrbuch, Reihe D, 102, p. 9-38.
- Lorenz W. & Gwosdz W. (2004) - *Manual para la evaluación geológica-técnica de recursos minerales de construcción*. Stuttgart: Schweizerbart'sche, 500 p. Geologisches Jahrbuch, Sonderhefte Reihe H, SH 17.
- Macfadyen, J. (2006) – Cement and Cement Raw Materials. En: Kogel, J.E.; Trivedi, N.C.; Barker, J.M. & Krukowski, S.T., eds. *Industrial minerals and rocks: commodities, markets and uses*. 7a. ed. Littleton, Colorado: Society for Mining, Metallurgy and Exploration, 1121-1136.
- Marocco, R. (1975) - *Geología de los cuadrángulos de Andahuaylas, Abancay y Cotabambas*. *Instituto de Geología y Minería, Boletín*, 27, 51 p.
- Mathers, S.J. & Scott, P.W. (2002) - Models and domains: tools to help realize the industrial mineral potential of the developing world. En: Scott, P.W. & Bristow, C.M., eds. *Industrial minerals and extractive industry geology*. London: The Geological Society, p. 205-220.
- México. Secretaría de Economía. Coordinación General de Minería (2016a) – *Perfil de mercado de la sal* (en línea). México: Coordinación General de Minería,



- Dirección General de Desarrollo Minero, 54 p. (consulta: 18 agosto 2017). Disponible en: <[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/185593/Perfil\\_Sal\\_2016.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/185593/Perfil_Sal_2016.pdf)>
- México. Secretaría de Economía. Coordinación General de Minería (2016b) – *Perfil de mercado del yeso* (en línea). México: Coordinación General de Minería, Dirección General de Desarrollo Minero, 53 p. (consulta: 18 agosto 2017). Disponible en: <[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/184804/Perfil\\_Yeso\\_2016.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/184804/Perfil_Yeso_2016.pdf)>
- Mitchell, C. (2011) – High purity limestone quest. *Industrial minerals*, (531): 48-51.
- Mitchell, C. (2014) - *High-purity limestone in the UAE* (en línea). Lecture in the Second International Forum for Industrial Rocks and Construction Materials 2014, Fujairah, United Arab Emirates, 3-6 Feb 2014. (consulta: 17 abril 2017). Disponible en: <<http://nora.nerc.ac.uk/id/eprint/504811/>>
- Murray, H. (2007) - *Applied clay mineralogy: occurrences, processing and application of kaolins, bentonites, palygorskite-sepiolite, and common clays*. Amsterdam: Elsevier, 180 p. *Developments in Clay Science*, 2.
- O'Driscoll M. (2015) – *Minerals matter: refractory raw material supply trends and developments* (en línea). Surrey: INFORMED Industrial Mineral Forums & Research, 44 p. Lecture in the 14th Biennial Worldwide Congress UNITECR 2015, Vienna – Austria, September 15-18. (consulta: 27 abril 2017). Disponible en: <<https://es.slideshare.net/MikeODriscoll/refractory-minerals-outlook-minerals-matter>>
- Pellant, C. (2010) – *Rocas y minerales: Manuales de identificación*. 2. ed. Barcelona: Ediciones Omega, 256 p.
- Perales, F.; Gagliuffi, P. & Quiñones, L. (2000) – Rocas y minerales industriales de Perú. En: Calvo, B.; Gajardo, A. & Maya, M., eds. *Rocas y minerales industriales de Iberoamérica*. Madrid: Instituto Tecnológico Geominero de España, p. 355-380.
- Perú. Congreso de la República (2016) – *Carpeta georeferencial región Cusco Perú* (en línea). Lima: Congreso de la República, Oficina de Gestión de la Información y Estadística, 19 p. (consulta: 17 marzo 2017). Disponible en: <<http://www.congreso.gob.pe/Docs/DGP/GestionInformacionEstadistica/files/files/2016/2.trimestre.8.cusco.pdf>>
- Perú. Ministerio de Comercio Exterior y Turismo (2005) – *Plan estratégico regional exportador: Región Cusco* (en línea). Lima: Mincetur y USAID, 89 p. (consulta: 24 marzo 2017). Disponible en: <[https://www.mincetur.gob.pe/wp-content/uploads/documentos/comercio\\_exterior/Sites/Pecex/avance\\_regiones/Cusco/PERXCusco.pdf](https://www.mincetur.gob.pe/wp-content/uploads/documentos/comercio_exterior/Sites/Pecex/avance_regiones/Cusco/PERXCusco.pdf)>
- Perú. Ministerio de Energía y Minas (2017) – *Producción minera anual: productos no metálicos 2016* (en línea). (consulta 20 junio 2017). Disponible en: <[http://www.minem.gob.pe/\\_estadistica.php?idSector=1&idEstadistica=12501](http://www.minem.gob.pe/_estadistica.php?idSector=1&idEstadistica=12501)>
- Perú. Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013) – *Registro Nacional de Carreteras: red vial departamental* (en línea). (consulta: 07 diciembre 2017). Disponible en: <[http://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/documentos/Renac/RENAC\\_RVD\\_08092015B.pdf](http://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/documentos/Renac/RENAC_RVD_08092015B.pdf)>
- Pohl, W.L. (2011) - *Economic geology principles and practice: metals, minerals, coal and hydrocarbons - introduction to formation and sustainable exploitation of mineral deposits*. Oxford: Wiley-Blackwell, 663 p.
- Quispesivana, L. & Navarro, P. (2003) - *Memoria descriptiva de la revisión y actualización de los cuadrángulos de Caravelí (32-p), Chuquibamba (32-q), Chivay (33-s), Cailloma (31-s), Velille (30-s), Livitaca (29-s) y Pacapausa (30-p), Escala 1:100 000*, informe inédito. Lima: Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, 42 p.
- Rao, D.S.; Vijayakumar, T.V.; Prabhakar, S. & Bhaskar Raju, G. (2011) – Geochemical assessment of a siliceous limestone sample for cement making. *Chinese Journal of Geochemistry*, 30(1): 33-39.
- Regueiro, M. (2013) – *Minerales en la vida cotidiana*. Madrid: Instituto Geológico y Minero de España. 126 p.
- Sánchez, A. & Zapata, A. (2003a) - *Memoria descriptiva de la revisión y actualización de los cuadrángulos de Sicuani (29-t), Nuñoa (29-u), Macusani (29-v), Limbani (29-x), Sandía (29-y), San Ignacio (29-z), Yauri (30-t), Azángaro (30-v), Putina (30-x), La Rinconada (30-y), Condoroma (31-t), Ocuwiri (31-u), Juliaca (31-v), Callalli (32-t) y Acora (32-x), escala 1:100,000*, informe inédito. Lima: Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, 52 p.

- Sánchez, A. & Zapata, A. (2003b) - *Memoria descriptiva de la revisión y actualización de los cuadrángulos de Río Picha (25-p), Timpia (25-q), Chuanquiri (26-p), Quillabamba (26-q), Quebrada Honda (26-r), Parobamba (26-s), Pacaypata (27-p), Machupicchu (27-q), Urubamba (27-r), Calca (27-s), Chontachaca (27-t), Quincemil (27-u), Ocongate (28-t), Corani (28-u) y Ayapata (28-v). Escala 1:100 000, informe inédito. Lima: Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, 51 p.*
- Valdivia, W. & Latorre, O. (2003) – *Memoria descriptiva de la revisión y actualización del cuadrángulo de Abancay (28-q), escala 1:50 000, informe inédito. Lima: Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, 30 p.*
- Vásquez, M. (2016) – *Exploración y explotación de hidrocarburos en rocas carbonatadas en las cuencas emergentes subandinas del Perú. Tesis Magister en Geología, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, 140 p.*

**ANEXO**





**ANEXO A**

**OCURRENCIAS Y CANTERAS DE ROCAS Y MINERALES INDUSTRIALES EN LA REGIÓN CUSCO**

N°	Sustancia	Nombre	Coord. Norte	Coord. Este	Hoja	Zona	Unidad geológica	Simbología	Categoría
1	Arcilla Común	Checacupe	8448296	234952	29-t	19	Grupo Cabanillas	D-Ca	Cantera
2	Yeso	Checacupe	8447807	235319	29-t	19	Grupo Cabanillas	D-Ca	Cantera
3	Áridos	Combapata	8440145	236836	29-t	19	Depósitos aluviales	Qh-al	Cantera
4	Travertino	Cerro Ranchupata	8431162	239438	29-t	19	Depósitos de Travertinos	Qh-tr	Ocurrencia
5	Travertino	Tinta	8432664	240068	29-t	19	Depósitos de Travertinos	Qh-tr	Ocurrencia
6	Sal Común	Cachipata	8428581	248500	29-t	19	Depósitos aluviales	Qh-al	Ocurrencia
7	Áridos	Cerro Larancota	8401600	276050	29-t	19	Grupo Mitu	PsT-mi	Cantera
8	Yeso	Jerusalén	8409124	264336	29-t	19	Formación Arcurquina	Kis-ar	Cantera
9	Yeso	Hancohcca	8410647	265993	29-t	19	Grupo Mitu	PsT-mi	Cantera
10	Caliza	Vaquería	8388196	273688	30-t	19	Formación Arcurquina	Kis-ar	Ocurrencia
11	Caliza	Limbani	8388588	272496	30-t	19	Formación Arcurquina	Kis-ar	Ocurrencia
12	Áridos	Huahuapampa	8368080	240010	30-t	19	Depósitos fluvio-glaciales	Qh-fg	Cantera
13	Áridos	Niño Capilla	8361396	232297	30-t	19	Depósitos aluviales	Qh-al	Cantera
14	Toba	Llusco I	8413826	809113	29-r-II	18	Complejo Volcánico Vilcarani	NQ-vi/vs,tbl,bi	Cantera
15	Toba	Llusco II	8414374	809848	29-r-II	18	Complejo Volcánico Vilcarani	NQ-vi/vs,tbl,bi	Cantera
16	Toba	Santo Tomás I	8401356	813998	29-r-II	18	Formación Santo Tomás	Qpl-sto	Cantera
17	Toba	Santo Tomás II	8402623	815350	29-r-II	18	Complejo Volcánico Vilcarani	NQ-vi/vs,tbl,bi	Cantera
18	Áridos	Alcapi	8430491	823178	29-r-I	18	Depósitos aluviales	Qh-al	Cantera
19	Caliza	Cancahuaycco	8416680	184384	29-s	19	Formación Arcurquina	Kis-ar	Ocurrencia
20	Caliza	Livitaca	8414444	202022	29-s	19	Formación Arcurquina	Kis-ar	Ocurrencia
21	Caliza	Yanaoca	8417518	235915	29-t	19	Formación Arcurquina	Kis-ar	Ocurrencia
22	Áridos	Yanaoca	8425845	237433	29-t	19	Formación Arcurquina	Kis-ar	Cantera
23	Áridos	Tungasuca	8433894	233182	29-t	19	Formación Arcurquina	Kis-ar	Cantera
24	Áridos	Pampamarca I	8431464	235351	29-t	19	Formación Arcurquina	Kis-ar	Cantera
25	Áridos	Pampamarca II	8431150	234715	29-t	19	Formación Arcurquina	Kis-ar	Cantera
26	Áridos	Acopia	8441520	231640	29-t	19	Depósitos glaciofluviales	Qpl-gf	Cantera
27	Áridos	Acos	8456816	206432	28-s-II	19	Depósitos aluviales	Q-al	Cantera
28	Caliza	Ccayropata	8464646	202841	28-s-II	19	Formación Maras	Ki-ma	Ocurrencia
29	Yeso	Cullupata	8461397	208937	28-s-II	19	Formación Maras	Ki-ma	Ocurrencia
30	Caliza	Chosecani	8452746	219315	28-s-II	19	Formación Maras	Ki-ma	Ocurrencia
31	Áridos	Aqsusuna	8471197	226442	28-s-II	19	Depósitos fluviales	Q-fl	Cantera
32	Yeso	Mollebamba	8482389	218505	28-s-I	19	Formación Kayra	Peo-ky	Cantera
33	Yeso	Vilcabamba	8500070	206520	28-s-I	19	Formación Huancané	Ki-hn	Cantera
34	Yeso	Rumi Ccolcca	8492732	207137	28-s-I	19	Formación Pachatusan	PsTr-pa	Cantera
35	Yeso	Huaro	8486038	214183	28-s-I	19	Formación Maras	Ki-ma	Cantera
36	Áridos	Río Vilcanota	8488680	209769	28-s-I	19	Depósitos fluviales	Q-fl	Cantera
37	Áridos	Tres de Mayo	8496120	206382	28-s-I	19	Formación Huambutio	JsKi-hm	Cantera
38	Yeso	Tres de Mayo	8496168	206172	28-s-I	19	Formación Huambutio	JsKi-hm	Cantera
39	Yeso	Urubambillayo	8495069	207054	28-s-I	19	Formación Maras	Ki-ma	Cantera

continuación...

N°	Sustancia	Nombre	Coord. Norte	Coord. Este	Hoja	Zona	Unidad geológica	Simbología	Categoría
40	Yeso	San Pedro Pascual	8498182	205747	28-s-l	19	Formación Maras	Ki-ma	Cantera
41	Yeso	Piquillakta	8492808	207118	28-s-l	19	Formación Pachatusan	PsTr-pa	Cantera
42	Áridos	La Rinconada	8488986	209211	28-s-l	19	Formación Kayra	Peo-ky	Cantera
43	Yeso	Morro Blanco	8510296	194283	27-s	19	Grupo Copacabana	Pi-c	Cantera
44	Yeso	Pincullunca	8511021	187288	27-s	19	Formación Ayavacas	Kis-ay	Cantera
45	Áridos	Macay	8518141	185074	27-s	19	Depósitos aluviales	Q-al	Cantera
46	Yeso	Culebrachayoc	8526313	813227	27-r	18	Formación Maras	Ki-ma	Cantera
47	Yeso	Samuel Gabino III	8521345	799049	27-r	18	Formación Maras	Ki-ma	Cantera
48	Áridos	Queropata-Zona Alta	8519167	818645	27-r	18	Formación Maras	Ki-ma	Cantera
49	Caliza	Queropata-Zona Alta	8519717	819085	27-r	18	Formación Ayavacas	Kis-ay	Ocurrencia
50	Yeso	Pilliray	8522850	812812	27-r	18	Formación Maras	Ki-ma	Cantera
51	Sal	Maras	8527597	808222	27-r	18	Formación Maras	Ki-ma	Cantera
52	Áridos	Chancador	8512426	817728	27-r	18	Formación Maras	Ki-ma	Cantera
53	Yeso	Cimatauca	8510476	818056	27-r	18	Formación Maras	Ki-ma	Cantera
54	Sal	Mamapaviad	8504848	769944	28-q-l	18	Formación Maras	Ki-ma	Cantera
55	Yeso	Occopata	8494834	177004	28-s-IV	19	Formación Maras	Ki-ma	Cantera
56	Caliza	Loretoyoc I	8481829	816586	28-r-l	18	Formación Arcurquina- miembro inferior	Kis-ar_i	Ocurrencia
57	Caliza	Loretoyoc II	8481610	816814	28-r-l	18	Formación Arcurquina- miembro medio	Kis-ar_m	Ocurrencia
58	Piedra laja	Huaccoto	8503800	192300	28-s-IV	19	Formación Rumicolca	Q-ru	Cantera



# RELACIÓN DE MAPAS E ILUSTRACIONES

## Mapas

**Mapa 2** Mapa Geológico y de ubicación de ocurrencias y canteras de RMI en la región Cusco

## Figuras

**Figura 1.1** Gráfica de altitudes por provincias

**Figura 1.2** Gráfica de la población según los censos de 2007 y 2017

**Figura 1.3** Gráfica de la temperatura media por año: 2006 – 2016

**Figura 1.4** Gráfica de las temperaturas mensuales de la región Cusco

**Figura 1.5** Gráfica de las precipitaciones mensuales de la región Cusco

**Figura 2.1** Columna de unidades litoestratigráficas y rocas intrusivas de la región Cusco

**Figura 3.1** Columna Estratigráfica con RMI identificadas en la región Cusco

## Tablas

**Tabla 1.1** Tramo, distancia y tiempo estimado de viaje desde el distrito de Cusco hacia las capitales provinciales

**Tabla 1.2** Distritos y centros poblados por provincia

**Tabla 1.3** División política de la región Cusco

**Tabla 1.4** Población de los años 2007 y 2017

**Tabla 1.5** Datos generales de la región Cusco

**Tabla 1.6** Temperatura media por año: 2006 – 2016

**Tabla 1.7** Tabla climática según datos históricos del tiempo de la región Cusco por mes

**Tabla 3.1** Clasificación de pureza de caliza

**Tabla 3.2** Clasificación de depósitos de caliza en categorías de tamaño (en millones de toneladas)

**Tabla 3.3** Canteras de yeso en provincia de Anta

**Tabla 3.4** Análisis químicos de yesos de la provincia de Anta

**Tabla 3.5** Análisis químicos de la sal común de Mamipaviad

**Tabla 3.6** Análisis mineralógico de la sal común de Mamipaviad

**Tabla 3.7** Análisis químicos del yeso Morro Blanco

**Tabla 3.8** Análisis químicos del yeso Pincullunca

**Tabla 3.9** Análisis mineralógico del yeso Pincullunca

**Tabla 3.10** Análisis químicos de la calizas de Vaquería

**Tabla 3.11** Análisis mineralógico de calizas Vaquería

<b>Tabla 3.12</b>	Análisis químicos de calizas de Limbani
<b>Tabla 3.13</b>	Análisis mineralógico de calizas Limbani
<b>Tabla 3.14</b>	Análisis químicos de calizas de Yanaoca
<b>Tabla 3.15</b>	Análisis mineralógico de calizas Yanaoca
<b>Tabla 3.16</b>	Análisis químicos de arcilla común Checacupe
<b>Tabla 3.17</b>	Análisis mineralógico de arcilla común Checacupe
<b>Tabla 3.18</b>	Análisis químicos de travertinos Cerro Ranchupata
<b>Tabla 3.19</b>	Análisis mineralógico de travertinos Cerro Ranchupata
<b>Tabla 3.20</b>	Análisis químicos de travertinos Tinta
<b>Tabla 3.21</b>	Análisis por DRX de travertinos Tinta
<b>Tabla 3.22</b>	Relación de canteras de yeso identificadas en la provincia de Canchis
<b>Tabla 3.23</b>	Análisis químicos de los yesos de la provincia de Canchis
<b>Tabla 3.24</b>	Análisis por DRX del yeso Checacupe
<b>Tabla 3.25</b>	Análisis por DRX del yeso Jerusalén
<b>Tabla 3.26</b>	Análisis por DRX del yeso Hanccohcca
<b>Tabla 3.27</b>	Análisis químicos de la caliza de Livitaca
<b>Tabla 3.28</b>	Análisis mineralógico de calizas de Livitaca (muestra 29-s-RNM-020)
<b>Tabla 3.29</b>	Análisis mineralógico de calizas de Livitaca (muestra 29-s-RNM-021)
<b>Tabla 3.30</b>	Análisis químicos de las tobas de Llusco I
<b>Tabla 3.31</b>	Análisis mineralógico de las tobas de Llusco I
<b>Tabla 3.32</b>	Análisis químicos de las tobas de Santo Tomás I
<b>Tabla 3.33</b>	Análisis mineralógico de las tobas de Santo Tomás I
<b>Tabla 3.34</b>	Análisis químicos de las tobas de Santo Tomás II
<b>Tabla 3.35</b>	Análisis mineralógico de las tobas de Santo Tomás II
<b>Tabla 3.36</b>	Análisis químicos del yeso de Occopata
<b>Tabla 3.37</b>	Análisis por DRX del yeso Occopata
<b>Tabla 3.38</b>	Análisis químicos de la caliza de Loretoyoc I
<b>Tabla 3.39</b>	Análisis mineralógico de calizas Loretoyoc I (muestra: 28-r-I-RNM-046)
<b>Tabla 3.40</b>	Análisis mineralógico de calizas Loretoyoc I (muestra: 28-r-I-RNM-047)
<b>Tabla 3.41</b>	Análisis químicos de la caliza de Loretoyoc II
<b>Tabla 3.42</b>	Análisis mineralógico de calizas Loretoyoc II (muestra: 28-r-I-RNM-049)
<b>Tabla 3.43</b>	Análisis mineralógico de calizas Loretoyoc II (muestra: 28-r-I-RNM-050)
<b>Tabla 3.44</b>	Relación de canteras de yeso identificadas en la provincia de Paucartambo
<b>Tabla 3.45</b>	Análisis químicos de los yesos de la provincia de Paucartambo
<b>Tabla 3.46</b>	Análisis por DRX del yeso Vilcabamba
<b>Tabla 3.47</b>	Análisis por DRX del yeso San Pedro Pascual
<b>Tabla 3.48</b>	Relación de canteras de yeso identificadas en la provincia de Quispicanchi
<b>Tabla 3.49</b>	Análisis químicos de los yesos de la provincia de Quispicanchi

<b>Tabla 3.50</b>	Análisis por DRX del yeso Rumi Ccolcca
<b>Tabla 3.51</b>	Análisis por DRX del yeso Huaro
<b>Tabla 3.52</b>	Análisis por DRX del yeso Tres de Mayo
<b>Tabla 3.53</b>	Análisis por DRX del yeso Urubambillayo
<b>Tabla 3.54</b>	Análisis por DRX del yeso Piquillakta
<b>Tabla 3.55</b>	Análisis químicos de la caliza de Queropata – Zona Alta
<b>Tabla 3.56</b>	Análisis mineralógico de calizas Queropata – Zona Alta
<b>Tabla 3.57</b>	Relación de canteras de yeso identificadas en la provincia de Urubamba
<b>Tabla 3.58</b>	Análisis químicos de los yesos de la provincia de Urubamba
<b>Tabla 3.59</b>	Análisis por DRX del yeso Culebrachayoc
<b>Tabla 3.60</b>	Análisis por DRX del yeso Pilliray
<b>Tabla 4.1</b>	Principales indicadores de pobreza relacionados con el estudio en la región Cusco
<b>Tabla 4.2</b>	Población de la región Cusco por provincia, años 2007-2017
<b>Tabla 4.3</b>	Distribución de la Población en Edad de Trabajar y Población Económicamente Activa de la región Cusco por provincia
<b>Tabla 4.4</b>	Valor agregado bruto por año según actividades económicas en la región Cusco (valores a precios constantes de 2007, miles de soles)
<b>Tabla 4.5</b>	Material de construcción predominante en las paredes exteriores de las viviendas en la región Cusco
<b>Tabla 4.6</b>	Material de construcción predominante en los pisos de las viviendas en la región Cusco
<b>Tabla 4.7</b>	Tipos de vivienda particular en la región Cusco por provincia
<b>Tabla 4.8</b>	Tipo de abastecimiento de agua y disponibilidad de alumbrado eléctrico por red pública en viviendas particulares en la región Cusco
<b>Tabla 4.9</b>	Pobreza y porcentaje de viviendas sin agua por red pública de las provincias de la región Cusco
<b>Tabla 4.10</b>	Red vial rural de la región Cusco por provincia
<b>Tabla 4.11</b>	Red vial departamental de la región Cusco

### **Fotografías**

<b>Fotografía 3.1</b>	Áridos Acopia, vista mirando al SO
<b>Fotografía 3.2</b>	Áridos Acos, vista mirando al sur
<b>Fotografía 3.3</b>	(A) Muestra de mano caliza de Ccayropata. (B) Fotomicrografía en luz transmitida y nícoles cruzados
<b>Fotografía 3.4</b>	Calizas Ccayropata, vista mirando al sur
<b>Fotografía 3.5</b>	Calizas Chosecani, vista mirando al SE
<b>Fotografía 3.6</b>	Cantera de yeso Cimatauca, vista mirando al SE
<b>Fotografía 3.7</b>	Cantera de sal Mamipaviad
<b>Fotografía 3.8</b>	Cantera de yeso Morro Blanco, vista mirando al NO
<b>Fotografía 3.9</b>	Cantera de yeso Pincullunca, vista mirando al NE
<b>Fotografía 3.10</b>	Áridos Macay, vista mirando al este
<b>Fotografía 3.11</b>	(A) Muestra de mano caliza Vaquería. (B) Fotomicrografía en luz transmitida y nícoles cruzados
<b>Fotografía 3.12</b>	Calizas Vaquería, vista mirando al sur



- Fotografía 3.13** (A) muestra de mano caliza Limbani. (B) Fotomicrografía en luz transmitida y nicoles cruzados
- Fotografía 3.14** Calizas Limbani, vista mirando al sur
- Fotografía 3.15** (A) muestra de mano caliza Yanaoca. (B) Descripción
- Fotografía 3.16** Calizas Yanaoca, vista mirando al SO
- Fotografía 3.17** Áridos Yanaoca, vista mirando al NO
- Fotografía 3.18** Áridos Tungasuca, vista mirando al NE
- Fotografía 3.19** Áridos Pampamarca I, vista mirando al oeste
- Fotografía 3.20** Áridos Pampamarca II, vista mirando al NO
- Fotografía 3.21** Arcilla común Checacupe, vista mirando al NE
- Fotografía 3.22** Áridos Combapata, vista mirando al oeste
- Fotografía 3.23** Áridos Cerro Larancota, vista mirando al este
- Fotografía 3.24** Travertinos Cerro Ranchupata, vista mirando al SE
- Fotografía 3.25** Travertinos Tinta, vista mirando al oeste
- Fotografía 3.26** Cantera de yeso Checacupe, vista mirando al sur
- Fotografía 3.27** Cantera de yeso Jerusalén, vista mirando al este
- Fotografía 3.28** Cantera de yeso Hancococca, vista mirando al SE
- Fotografía 3.29** Áridos Alcapi, vista mirando al NO
- Fotografía 3.30** (A) Muestra de mano caliza de Cancahuaycco. (B) Fotomicrografía en luz transmitida y nicoles cruzados
- Fotografía 3.31** Calizas Cancahuaycco, vista mirando al sur
- Fotografía 3.32** (A) Muestra de mano caliza de Livitaca. (B) Fotomicrografía en luz transmitida y nicoles cruzados
- Fotografía 3.33** Calizas de Livitaca, vista mirando al SO
- Fotografía 3.34** (A) Muestra de mano toba Llusco I. (B) Fotomicrografía en luz transmitida y nicoles paralelos
- Fotografía 3.35** Cantera de tobas Llusco I, vista panorámica mirando al SO
- Fotografía 3.36** Frente de explotación de Llusco I, vista mirando al SO
- Fotografía 3.37** Cantera de tobas Llusco II, vista mirando al SO
- Fotografía 3.38** (A) Muestra de mano toba Santo Tomás I. (B) Fotomicrografía en luz transmitida y nicoles paralelos
- Fotografía 3.39** Cantera de tobas Santo Tomás I, vista panorámica mirando al SO
- Fotografía 3.40** Frente de explotación de Santo Tomás I, vista mirando al SO
- Fotografía 3.41** (A) Muestra de mano toba Santo Tomás II. (B) Fotomicrografía en luz transmitida y nicoles cruzados
- Fotografía 3.42** Cantera de tobas Santo Tomás II, vista mirando al SO
- Fotografía 3.43** Vista de cantera de lajas Huaccoto, mirando al SE
- Fotografía 3.44** Vista de talleres de piedra laja Huaccoto
- Fotografía 3.45** Vista del yeso Occopata, mirando al SE
- Fotografía 3.46** Cantera de áridos Niño Capilla, vista al NO
- Fotografía 3.47** Calizas Loretoyoc I, vista mirando al NO
- Fotografía 3.48** Calizas Loretoyoc II, vista mirando al SE
- Fotografía 3.49** Cantera de yeso Vilcabamba, vista mirando al SE
- Fotografía 3.50** Cantera de yeso San Pedro Pascual, vista mirando al este

- Fotografía 3.51** Áridos Aqsusuna, vista mirando al SO
- Fotografía 3.52** Áridos río Vilcanota, vista mirando al norte
- Fotografía 3.53** Áridos Tres de Mayo, vista mirando al SO
- Fotografía 3.54** Cantera de yeso Mollebamba, vista mirando al SO
- Fotografía 3.55** Cantera de yeso Rumi Ccolcca, vista mirando al NE
- Fotografía 3.56** Cantera de yeso Huaro, vista mirando al este
- Fotografía 3.57** Cantera de yeso Tres de Mayo, vista mirando al SE
- Fotografía 3.58** Canteras de yeso Urubambillayo, vista mirando al NE
- Fotografía 3.59** Canteras de yeso en Piquillakta, vista mirando al este
- Fotografía 3.60** Áridos Queropata – Zona Alta, vista mirando al SE
- Fotografía 3.61** Áridos Chancador, vista mirando al NO
- Fotografía 3.62** Calizas Queropata – Zona Alta, vista mirando al este
- Fotografía 3.63** Sal de Maras, vista mirando al NE
- Fotografía 3.64** Sal de Maras, vista panorámica, mirando al norte
- Fotografía 3.65** Cantera de yeso Culebrachayoc, vista mirando al SO
- Fotografía 3.66** Cantera de yeso Pilliray, vista mirando al este







Av. Canadá 1470 - San Borja, Lima 41, Perú  
Teléfono: 051 - 1- 618 9800  
Fax: 051-1-225-3063 | 051-1-225-4540  
[www.ingemmet.gob.pe](http://www.ingemmet.gob.pe)  
[comunicacion@ingemmet.gob.pe](mailto:comunicacion@ingemmet.gob.pe)