

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Minas

Tesis

**Diagnóstico de las canteras de travertino de la
provincia de Tarma, región Junín**

Jim Anderson Acuña Condori
Marco Antonio Gomez Cunyas

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero de Minas

Huancayo, 2024

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

A : Decano de la Facultad de Ingeniería
DE : Rafael Carrasco Soto
Asesor de trabajo de investigación
ASUNTO : Remito resultado de evaluación de originalidad de trabajo de investigación
FECHA : 31 de Agosto de 2024

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para informar que, en mi condición de asesor del trabajo de investigación:

Título:

DIAGNOSTICO DE LAS CANTERAS DE TRAVERTINO DE LA PROVINCIA DE TARMA, REGION JUNIN

Autores:

1. Jim Anderson Acuña Condori – EAP Ingeniería de Minas
2. Marco Antonio ~~Gomez Curvas~~ – EAP Ingeniería de Minas

Se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 19 % de similitud sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- Filtro de exclusión de bibliografía SI NO
- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores
N° de palabras excluidas (20): SI NO
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante SI NO

En consecuencia, se determina que el trabajo de investigación constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad Continental.

Recae toda responsabilidad del contenido del trabajo de investigación sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos conducentes a Grados y Títulos – RENATI y en la normativa de la Universidad Continental.

Atentamente,



Rafael Carrasco Soto
Asesor de trabajo de investigación

ASESOR

Ing. Rafael Carrasco Soto

AGRADECIMIENTO

A nuestra *alma mater*: Universidad Continental.

A los catedráticos de Ingeniería de Minas, por sus valiosas enseñanzas.

DEDICATORIA

Yo, Jim Anderson, agradezco a Dios por permitirme haber logrado este objetivo con éxito, también por otorgarme una maravillosa familia, y su ejemplo de superación, humildad y sacrificio. A todos ellos, mi gratitud, porque fueron puntos clave para mis deseos de superación y triunfo en la vida. Siempre contare con el apoyo valioso e incondicional de ellos.

Yo, Marco Antonio, dedico esta tesis a mi madre y a mis hermanos: Ana Luz Cunyas Borja, Jhon Gómez Cunyas, Brayan Gómez Cunyas, quienes me apoyaron emocional, económica y emocionalmente en toda mi formación profesional. Todos los desafíos, se superaron por el apoyo moral y psicológico para cumplir mi meta.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ASESOR	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA	vi
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vii
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiv
RESUMEN	xv
ABSTRACT.....	xvi
INTRODUCCIÓN	xvii
CAPÍTULO I	18
PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	18
1.1 Planteamiento y formulación del problema.....	18
1.1.1 Planteamiento del problema	18
1.1.2 Formulación del problema.....	18
1.2 Objetivos.....	19
1.2.1. Objetivo general	19
1.2.2. Objetivos específicos	19
1.3 Justificación	19
1.4 Hipótesis	19
1.4.1 Hipótesis general	19
1.4.2 Hipótesis específicas.....	19
1.5 Identificación de la variable.....	19
1.5.1 Variable	19
1.5.2 Matriz de operacionalización de variables.....	20
CAPÍTULO II	21
MARCO TEÓRICO.....	21
2.1. Antecedentes de la investigación.....	21
2.1.1. Antecedentes nacionales.....	21
2.1.2. Antecedentes internacionales.....	23
2.2. Generalidades	23
2.2.1 Ubicación y acceso	23
CAPÍTULO III.....	25
MÉTODOLOGÍA.....	25

3.1	Método y alcances de la investigación	25
3.1.1	Método de la investigación.....	25
3.1.2	Alcances de la investigación.....	25
3.1.3	Diseño de la investigación.....	25
3.1.4	Población y muestra.....	25
3.2	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	26
3.2.1.	Técnicas utilizadas en la recolección de datos.....	26
3.2.2.	Instrumentos utilizados en la recolección de datos.....	26
CAPÍTULO IV		27
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		27
4.1.	Cantera Bety.....	27
4.1.1.	Ubicación	27
4.1.2.	Accesibilidad.....	27
4.1.3.	Propiedad minera	27
4.1.4.	Situación legal.....	27
4.1.5.	Antecedentes	28
4.1.6.	Recursos naturales y humanos	28
4.1.7.	Geología.....	28
4.1.8.	Propiedades físicas del travertino de la cantera Bety	28
4.1.8.1.	Color	28
4.1.8.2.	Textura	29
4.1.8.3.	Capacidad de pulimento.....	29
4.1.8.4.	Dureza	29
4.1.8.5.	Densidad.....	29
4.1.9.	Propiedades químicas del travertino de la cantera Bety.....	29
4.1.10.	Reacción con distintos ácidos	29
4.1.11.	Recursos geológicos.....	29
4.1.12.	Vida de la cantera.....	29
4.1.13.	Oferta y precio	30
4.1.14.	Costo de explotación \$/m ³	30
4.1.15.	Utilidad bruta \$/m ³	30
4.1.16.	Estado actual de la cantera	30
4.1.17.	Conclusiones	30
4.1.18.	Recomendaciones.....	30
4.1.19.	Fotografía de la cantera.....	31
4.1.20.	Fotografías de las muestras pulidas.....	31

4.2.	Cantera Flinstone	33
4.2.1.	Ubicación	33
4.2.2.	Accesibilidad.....	34
4.2.3.	Propiedad minera	34
4.2.4.	Antecedentes	35
4.2.5.	Recursos y suministros.....	35
4.2.5.1	Agua.....	35
4.2.5.2	Mano de obra	35
4.2.5.3	Suministros.....	35
4.2.5.4	Energía eléctrica.....	35
4.2.5.5	Campamentos.....	36
4.2.6.	Geología regional	36
4.2.6.1	Q-tr: Travertinos.....	36
4.2.6.2	Tr-ch: Formación Chambará	36
4.2.7.	Geología local.....	37
4.2.7.1.	Rocas	37
4.2.7.2.	Estratigrafía	37
4.2.7.3.	Afloramiento	37
4.2.8.	Recursos geológicos	37
4.2.9.	Vida de la cantera	37
4.2.10.	Colores del travertino	37
4.2.11.	Oferta y precio.....	37
4.2.12.	Costo de explotación \$/m ³	38
4.2.13.	Utilidad bruta \$/m ³	38
4.2.14.	Conclusiones	38
4.2.15.	Recomendaciones	38
4.2.16.	Fotografía de la cantera	38
4.2.17.	Fotografía de la muestra representativa.....	39
4.3.	Cantera Ico	39
4.3.1	Ubicación	39
4.3.2	Accesibilidad.....	40
4.3.3	Propiedad minera	40
4.3.4	Situación legal.....	40
4.3.5	Estado actual de la cantera	40
4.3.6	Recursos naturales y humanos	41
4.3.7	Hidrografía.....	41

4.3.8	Geología general	41
4.3.8.1.	Marco geológico regional.....	41
4.3.8.2.	Geología local.....	41
4.3.9	Muestreo.....	42
4.3.10	Especificaciones técnicas de los travertinos Ico	43
4.3.10.1.	Características físicas.....	43
4.3.10.2.	Análisis químico	43
4.3.10.3.	Colores del travertino	43
4.3.11	Recursos geológicos.....	43
4.3.12	Vida de la cantera.....	43
4.3.13	Oferta y precio	44
4.3.14	Costo de explotación \$/m ³	44
4.3.15	Utilidad bruta \$/m ³	44
4.3.16	Conclusiones	44
4.3.17	Recomendaciones.....	45
4.3.18	Fotografías de la cantera	45
4.3.19	Fotografías de las muestras representativas	46
4.4.	Cantera Señor de los Milagros uno.....	47
4.4.1.	Ubicación.....	47
4.4.2.	Accesibilidad.....	48
4.4.3.	Propiedad minera.....	48
4.4.4.	Situación legal	49
4.4.5.	Antecedentes	49
4.4.6.	Recursos y suministros.....	49
4.4.6.1.	Agua	49
4.4.6.2.	Mano de obra.....	49
4.4.6.3.	Suministros	49
4.4.6.4.	Energía eléctrica	50
4.4.6.5.	Campamentos	50
4.4.7.	Geología regional	50
4.4.7.1.	Q-tr: Travertinos.....	50
4.4.7.2.	Tr-ch: Formación Chambará	50
4.4.8.	Geología local.....	51
4.4.8.1.	Rocas	51
4.4.8.2.	Estratigrafía	51
4.4.8.3.	Afloramiento	51

4.4.9.	Colores del travertino	52
4.4.10.	Recursos geológicos	52
4.4.11.	Vida de la cantera	52
4.4.12.	Oferta y precio.....	52
4.4.13.	Costo de explotación \$/m ³	52
4.4.14.	Utilidad bruta \$/m ³	52
4.4.15.	Conclusiones	52
4.4.16.	Recomendaciones	53
4.4.17.	Fotografías de la cantera.....	53
4.4.18.	Fotografías de las muestras representativas.....	54
4.5.	Cantera Julián I.....	55
4.5.1	Ubicación	55
4.5.2	Accesibilidad.....	56
4.5.3	Propiedad minera	56
4.5.4	Situación legal.....	57
4.5.5	Antecedentes	57
4.5.6	Recursos y suministros.....	57
4.5.6.1	Agua.....	57
4.5.6.2	Mano de obra	57
4.5.6.3	Suministros.....	57
4.5.6.4	Energía eléctrica.....	58
4.5.6.5	Campamentos.....	58
4.5.7	Geología regional	58
4.5.7.1.	Q-tr: Travertinos.....	58
4.5.7.2.	Tr-ch: Formación Chambará	58
4.5.7.3.	Cs-t: Grupo Tarma.....	59
4.5.8	Geología local	59
4.5.8.1.	Rocas	59
4.5.8.2.	Estratigrafía	59
4.5.8.3.	Afloramiento	59
4.5.9	Recursos geológicos.....	59
4.5.10	Vida de la cantera.....	59
4.5.11	Oferta y precio	59
4.5.12	Costo de explotación \$/m ³	60
4.5.13	Utilidad bruta \$/m ³	60
4.5.14	Conclusiones	60

4.5.15	Recomendaciones.....	60
4.5.16	Fotografía de la cantera.....	60
4.5.17	Fotografía de las muestra representativa.....	61
4.6.	Otras canteras	61
4.6.1.	Zona Tarmatambo	61
4.6.2.	Zona Huasqui	62
4.6.3.	Zona carretera antigua de Tarma - La Oroya	63
4.6.4.	Zona Cochas	64
4.6.5.	Zona San Pedro de Cajas.....	65
	CONCLUSIONES	67
	RECOMENDACIONES.....	68
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	69
	ANEXOS	70

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Matriz de operacionalización de variables.....	20
Tabla 2. Accesibilidad a la cantera Flinstone	34
Tabla 3. Coordenadas de la ubicación de la Cantera Flinstone.....	35
Tabla 4. Accesibilidad a la cantera Ico	40
Tabla 5. Coordenadas de la ubicación de la Cantera Ico	40
Tabla 6. Muestreo realizado en la Cantera Ico.....	42
Tabla 7. Análisis químico	43
Tabla 8. Accesibilidad a Cantera Señor de los Milagros uno	48
Tabla 9. Coordenadas de la ubicación de la Cantera Señor de los Milagros uno	49
Tabla 10. Accesibilidad a la Cantera Julián I.....	56
Tabla 11. Coordenadas de la ubicación de la Cantera Julián I.....	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa región Junín	23
Figura 2. Mapa provincia Tarma	24
Figura 3. Afloramientos de travertino	31
Figura 4. Travertino marrón taruma.....	31
Figura 5. Travertino inca gold.....	32
Figura 6. Travertino crema rosalbina	32
Figura 7. Travertino beige pintado	33
Figura 8. Cantera Flinstone	34
Figura 9. Geología de la Cantera Flinstone	36
Figura 10. Afloramientos de travertino	39
Figura 11. Travertino color perlato.....	39
Figura 12. Plano geológico regional Palcapacchca	42
Figura 13. Labores de cateo.....	45
Figura 14. Levantamiento topografico en la Cantera Ico	46
Figura 15. Travertino crema claro 1.....	46
Figura 16. Travertino crema claro 2.....	47
Figura 17. Ubicación de la cantera Flinstone	48
Figura 18. Geología de Señor de los Milagros uno	51
Figura 19. Estratos de travertino	53
Figura 20. Estratos de travertino	54
Figura 21. Travertino gris marrón	54
Figura 22. Travertino gris marrón	55
Figura 23. Cantera Julián I	56
Figura 24. Geología de la Cantera Julián I.....	58
Figura 25. Afloramiento de travertino.....	61
Figura 26. Travertino perlato	61
Figura 27. Afloramientos de travertino de Tarmatambo	62
Figura 28. Afloramientos de travertino de Huasqui.....	63
Figura 29. Afloramientos de caliza en la carretera antigua Tarma - La Oroya	64
Figura 30. Formación de travertino de Cochás	65
Figura 31. Afloramientos de travertino en San Pedro Cajas	66

RESUMEN

En esta investigación se realizó un análisis de las canteras de travertino (roca ornamental) ubicadas en la provincia de Tarma para poder identificar sus recursos geológicos, calidad, etc., y concluir si es posible la producción de todas ellas. Como método de investigación, se empleó el método deductivo y método analítico. El tipo de investigación que se empleó fue la aplicada. El nivel de investigación responde a: ¿qué, quién, dónde, cuándo y cómo? y se empleó el descriptivo. Se utilizó el diseño descriptivo. La presente investigación presenta cuatro capítulos. En el Capítulo I se presenta el planteamiento y formulación del problema, los objetivos y las hipótesis. En el capítulo II se detalla el marco teórico. El capítulo III contiene la metodología. En el capítulo IV, los resultados y discusión. Finalmente, se presentan las conclusiones, recomendaciones y referencias bibliográficas.

Palabras clave: diagnostico, canteras, travertino.

ABSTRACT

In this research, an analysis of the travertine (ornamental rock) quarries located in the province of Tarma was carried out in order to identify their geological resources, quality, etc., and conclude if the production of all of them is possible. As a research method, the deductive method and analytical method were used. The type of research used was applied. The level of investigation responds to: what, who, where, when and how? and the descriptive was used. The descriptive design was used. This research presents four chapters. Chapter I presents the approach and formulation of the problem, the objectives, and hypotheses. Chapter II details the theoretical framework. Chapter III contains the methodology. In chapter IV, the results and discussion. Finally, the conclusions, recommendations and bibliographic references are presented.

Keywords: Diagnosis, quarries, travertine.

INTRODUCCIÓN

Este estudio analiza las canteras de travertino (roca ornamental) de la provincia de Tarma para concluir si es o no viable su producción.

Se describe toda la información de las mencionadas canteras. También la información *in situ* obtenida, el método empleado para desarrollar este trabajo.

Se describen los recursos geológicos, calidad de los travertinos de cada cantera, la geología y mineralización de cada cantera.

Luego, se detallan las conclusiones y recomendaciones de cada una de ellas.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1 Planteamiento y formulación del problema

1.1.1 Planteamiento del problema

Todos los días aumenta la necesidad de más materias primas (metálicas y no metálicas en todo el mundo, por esta razón es necesaria la búsqueda de materias primas minerales y de rocas y minerales industriales para descubrir y explotar los yacimientos de no metálicos.

Por ello, este trabajo de investigación, diagnostica las diversas canteras de travertino de la provincia de Tarma, para saber si estas canteras tienen o no valor.

1.1.2 Formulación del problema

1.1.2.1. Problema general

¿Será viable diagnosticar las canteras de travertino de la provincia de Tarma?

1.1.2.2. Problemas específicos

- a) ¿Será viable diagnosticar las canteras de travertino de la provincia de Tarma para evaluar sus recursos geológicos?

- b) ¿Será viable diagnosticar las canteras de travertino de la provincia de Tarma para evaluar su calidad?

1.2 Objetivos

1.2.1.Objetivo general

Diagnosticar las canteras de travertino de la provincia de Tarma.

1.2.2.Objetivos específicos

- a) Diagnosticar las canteras de travertino de la provincia de Tarma para evaluar sus recursos geológicos.

- b) Diagnosticar las canteras de travertino de la provincia de Tarma para evaluar su calidad.

1.3 Justificación

La justificación de este trabajo de investigación es evaluar los recursos geológicos de las canteras de travertino de la provincia de Tarma para ver si más adelante se puede efectuar más estudios, darles más valor a estas canteras, y saber si es posible o no, inversiones de empresas más grandes y, por lo tanto, poner en producción estas canteras, y generar empleo en la provincia de Tarma.

1.4 Hipótesis

1.4.1 Hipótesis general

Es viable diagnosticar las canteras de travertino de la provincia de Tarma.

1.4.2 Hipótesis específicas

- a) Es viable diagnosticar las canteras de travertino de la provincia de Tarma para evaluar sus recursos geológicos.

- b) Es viable diagnosticar las canteras de travertino de la provincia de Tarma para evaluar su calidad.

1.5 Identificación de la variable

1.5.1 Variable

Diagnóstico de las canteras de travertino.

1.5.2 Matriz de operacionalización de variables

Tabla 1. Matriz de operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Dimensión	Indicadores
V.I.: Diagnóstico de las de las canteras de travertino	Son los estudios por efectuarse, para tener conocimiento de las dimensiones de las canteras de travertino, sus recursos geológicos, la calidad de los travertinos, etc. Se realiza sobre la base de información levantada en campo.	Recursos geológicos de las canteras de la provincia de Tarma Calidad de los travertinos Mercado	<ul style="list-style-type: none"> • TM o m³. • Propiedades físicas: Color, dureza, brillo. • Oferta y demanda de los travertinos.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes nacionales

- Tesis titulada: "*Diagnóstico de las canteras de travertino de la provincia de Chupaca, región Junín*". La investigación trata del diagnóstico de las canteras de travertino de la provincia de Chupaca, región Junín, para conocer sus recursos minerales, calidad del travertino, accesibilidad, producción, precios, rentabilidad, etc. y determinar hasta qué punto es factible su explotación. El método de la investigación, fue el deductivo y analítico. El tipo de investigación es la aplicada o tecnológica, que es la utilización de los conocimientos en la práctica (1).

- Tesis titulada: "*Evaluación de las canteras de travertino de la provincia de Huancayo, región Junín*". La investigación tiene el objetivo de evaluar técnicamente las canteras de travertino de la provincia de Huancayo, región Junín, para saber sus recursos minerales, calidad del travertino, accesibilidad, producción, precios, rentabilidad, etc. y determinar hasta qué punto es factible su explotación. Asimismo, el método de la investigación utilizado fue el método deductivo y analítico. En tanto, el tipo de investigación es la aplicada o tecnológica, que es la utilización de los conocimientos en la práctica. Además, el nivel de investigación es descriptiva, también conocido como investigación estadística, pues se describen los datos y características de la población o fenómeno en estudio. Este nivel de investigación responde a las preguntas: ¿qué, quién, dónde, cuándo y cómo? De la misma manera, el diseño de la investigación es descriptivo, porque se plantean a manera de objetivos (2).

- Tesis titulada: “*Prospectiva del sector minería no metálica, importación y venta con valor agregado: mármol y travertino en el período 2015 – 2016*”. En la investigación se muestra que el sector minería no metálica, en la actualidad, tiene una tendencia de crecimiento, lo que amerita el estudio de las posibilidades para poder conocer cuál será el comportamiento de la adopción de demanda para los próximos años. Esta investigación muestra y analiza dicho comportamiento mediante la herramienta de la prospectiva, para poder conocer cuál es el posible escenario al que los empresarios de este rubro se van a afrontar. La metodología aplicada es de carácter cualitativa, el objeto de estudio son los empresarios y artesanos de mármol presentes en la región Lambayeque que fueron entrevistados, dando como resultado indicadores que abren posibilidades como la de encadenamiento productivo, a raíz de que las empresas presentes en Lambayeque, puedan mediante una inversión de capital, ser parte de las empresas importadoras del país convirtiéndose en una de las principales empresas abastecedoras de la macro región norte. Los escultores y artesanos juegan un rol importante ya que mediante la asociatividad pueden ser el eje comercializador que Lambayeque necesita mediante la venta de artículos de regalo y decoración elaborados a base de mármol nacional o importado (3).
- Tesis doctoral titulada: “*Estrategias ambientales en la explotación de canteras de mármol y su influencia en el desarrollo sostenible de comunidades de la región Junín*”. El objetivo de la investigación fue determinar la relación entre las estrategias ambientales en la explotación de canteras de mármol y el desarrollo sostenible de las comunidades de influencia de la región Junín. La metodología fue de tipo aplicada; diseño no experimental, nivel descriptiva, correlacional y explicativa; la población fue constituida por 120 pobladores de comunidades de influencia de 12 canteras mineras de mármol de la región Junín, con una muestra de 40 pobladores del Barrio 8 de Diciembre del centro poblado de Chala; a quienes se aplicó dos cuestionarios de preguntas, previamente dada la fiabilidad con el Alfa de Crombach (coeficiente $\alpha=0.7741$, evaluado como “bueno”)La investigación llega a la conclusión que existe alta relación significativa entre las estrategias ambientales para la explotación de canteras de mármol con tecnología limpia y el desarrollo sostenible de las comunidades de influencia de la región Junín; por consiguiente, se aceptó la hipótesis alterna H1 y se rechazó la hipótesis nula (H0); debido a que el valor $t_c=1.64$, se encuadra en las zonas de rechazo de la Curva Simétrica de Gauss, de significancia $t=1.98$; por consiguiente se aceptó la segunda hipótesis específica planteada en la investigación y se rechazó la primera hipótesis, por no existir relación significativa entre la explotación de canteras de mármol con tecnología tradicional y el desarrollo sostenible. Como resultados de la investigación experimental, se determinó contaminantes en agua, suelo, por ruido,

escombros, visión paisajística, que van en contra de la salud humana y por ende del desarrollo sostenible (4).

2.1.2. Antecedentes internacionales

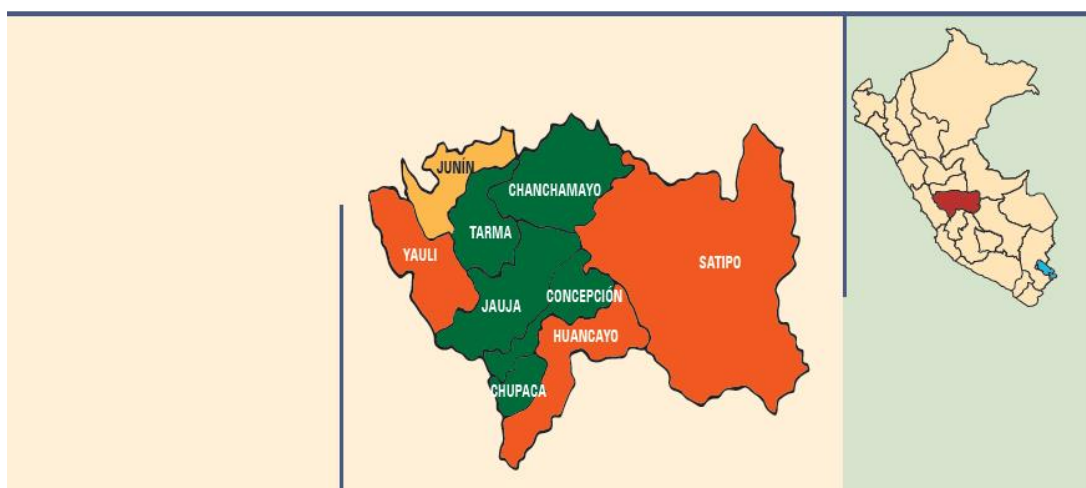
- El informe titulado: “*Estudio de la cadena productiva del mármol*” tiene el propósito fundamental de detectar los pormenores que enmarcan el proceso de extracción, beneficio y comercialización del mármol en México. Debido a la gran similitud que entrañan las tareas de obtención y procesamiento de esta roca en las regiones marmolíferas de nuestro país, se creyó pertinente abordar el análisis desde la perspectiva conceptual de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI) define como minicadena productiva (5).

2.2. Generalidades

2.2.1 Ubicación y acceso

Las canteras estudiadas, políticamente están ubicadas en los distritos de Huaricolca, Tarma, Acobamba, La Unión, y San Pedro de Cajas, provincia Tarma. Estos lugares tienen yacimientos de rocas ornamentales (travertino, mármol y caliza marmolizada).

La accesibilidad desde Lima, hasta Huaricolca, Tarma, Acobamba, La Unión, y San Pedro de Cajas, es mediante carreteras asfaltadas, y de estos distritos a las canteras, en algunos casos es asfaltada, y en otras, es afirmada.



*Figura 1. Mapa región Junín
Tomada de CHS*



*Figura 2. Mapa provincia Tarma
Tomada de Turismo Junín*

CAPÍTULO III

MÉTODOLOGÍA

3.1 Método y alcances de la investigación

3.1.1 Método de la investigación

En el presente trabajo se utilizó el método científico, porque comprende normas que regulan el proceso de cualquier investigación.

3.1.2 Alcances de la investigación

a) Tipo de investigación

Fue la aplicada, porque sus fines son de aplicación directa sobre una realidad circunstancial.

b) Nivel de investigación

Fue explicativo.

3.1.3 Diseño de la investigación

Fue preexperimental, porque determina el grado de influencia de la variable.

3.1.4 Población y muestra

a) Población

Las canteras de travertino (roca ornamental) de la región Junín.

b) Muestra

Únicamente, las canteras de la provincia de Tarma.

3.2 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.2.1. Técnicas utilizadas en la recolección de datos

Observación: para identificar las canteras de travertino.

Recopilación de datos de campo *in situ*.

3.2.2. Instrumentos utilizados en la recolección de datos

- ✓ Informes
- ✓ Tesis
- ✓ Mapas
- ✓ Internet

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.Cantera Bety

4.1.1.Ubicación

Paraje	:	Marjasha
Distrito	:	Huaricolca
Provincia	:	Tarma
Departamento	:	Junín

4.1.2.Accesibilidad

Lima-La Oroya-Tarma:	244 km	asfaltada
Tarma-Huaricolca-Marjasha:	28 km	asfaltada
Total:	272 km	

4.1.3.Propiedad minera

La cantera es de propiedad de Eduardo Pando Pacheco y se encuentra vigente a la fecha.

4.1.4.Situación legal

La cantera tiene título de concesión minera.

No tiene los documentos solicitados por la autoridad competente para iniciar la explotación de la cantera.

4.1.5. Antecedentes

La cantera únicamente tiene trabajos preliminares de muestreo. No tiene ningún trabajo de exploración y explotación.

4.1.6. Recursos naturales y humanos

En la zona donde se encuentra la cantera, la actividad agrícola es predominante, en las propiedades agrícolas se siembran primordialmente papas.

No existe en la zona mano de obra semicalificada para extracción de bloques de travertino,. Tiene que llevarse desde Pachacayo (Jauja).

4.1.7. Geología

Las concesiones mineras fueron solicitadas sobre los afloramientos calcáreos de la formación Condorsinga.

El término de calizas Condorsinga fue empleado por Mc Laughlin, para describir calizas liásicas, y reemplazar la formación Llacuaripampa usada por la empresa norteamericana Cerro de Pasco Corporation, cuando hizo la geología del centro del Perú.

La formación Condorsinga está expuesta prominentemente en toda lo extensión de las altas mesetas, consta de calizas con algunas intercalaciones de cinerita, y menos contenido de shert.

Esta secuencia tiene una gran potencia, alrededor de 1,000 m y sin embargo se depositó en un tiempo relativamente corto, la facie es nerítica, de un mar poco profundo.

El mármol de esta cantera es semejante al famoso mármol Solnhofen Limestone de Alemania, y data de la misma era del Jurásico Inferior.

4.1.8. Propiedades físicas del travertino de la cantera Bety

4.1.8.1. Color

Varía dependiendo fundamentalmente de las impurezas que contiene.

En la cantera Bety, se tienen los siguientes colores:

- ✓ Marrón Taruma
- ✓ Inca Gold
- ✓ Crema Rosalbina
- ✓ Beige Pintado

4.1.8.2. Textura

El travertino de esta cantera, es de textura cristalina.

4.1.8.3. Capacidad de pulimento

La calidad de estos travertinos permite un gran lustre luego de su pulimento. El grano de estos materiales varía entre fino, lo que le da gran dureza, a grano medio, dando diferentes texturas al material pulido.

4.1.8.4. Dureza

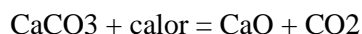
La alta densidad de los travertinos de la zona y su resistencia a la abrasión les dan características de primera calidad como roca ornamental.

4.1.8.5. Densidad

Es de 2.73.

4.1.9. Propiedades químicas del travertino de la cantera Bety

Fundamentalmente este tipo de roca se transforma en óxidos por calcinación, según la siguiente reacción química.



4.1.10. Reacción con distintos ácidos

La caliza rica en calcio se disuelve con bastante facilidad en ácidos fuertes, con desprendimiento de CO₂, esta reacción se puede verificar in situ (en la misma cantera).

4.1.11. Recursos geológicos

Largo estimado:	500 m
Ancho estimado:	150 m
Altura estimada:	10 m
Recursos geológicos:	750 000 m ³

4.1.12. Vida de la cantera

Considerando una producción mensual de 1000 m³, y una recuperación pesimista de 50% para la obtención de bloques de travertino, la vida de la cantera, sería de:

$$(750\,000 * 50\%) / 1000 = 375 \text{ meses} = 31 \text{ años}$$

4.1.13. Oferta y precio

Debido a las dimensiones de este yacimiento (recursos geológicos), esta cantera puede producir hasta 1000 m³/mes,

El precio del travertino (en forma de bloques) de esta cantera, aproximadamente es de \$ 200/m³, en la cancha de carguío de la cantera.

4.1.14. Costo de explotación \$/m³

El costo de explotación sería de:

Extracción	110 +
Costos administrativos	<u>30</u>
Total	140

4.1.15. Utilidad bruta \$/m³

Precio puesto en la cancha de carguío de la cantera	200 -
Costo de explotación	<u>140</u>
Utilidad bruta	60

4.1.16. Estado actual de la cantera

La cantera únicamente tiene trabajos preliminares de muestreo. No tiene ningún trabajo de exploración y explotación.

4.1.17. Conclusiones

- Las características físicas (color, brillo y dureza) del travertino de la cantera Bety, son buenas, por lo tanto, tiene aceptación en el mercado nacional.
- Los recursos geológicos que tiene (750 000 m³) permitiría cualquier inversión inicial, considerando el estudio de mercado.

4.1.18. Recomendaciones

- Tramitar los documentos solicitados por la autoridad competente, para iniciar la explotación de la cantera.

4.1.19. Fotografía de la cantera



Figura 3. Afloramientos de travertino

4.1.20. Fotografías de las muestras pulidas



Figura 4. Travertino marrón taruma



Figura 5. Travertino inca gold



Figura 6. Travertino crema rosalbina



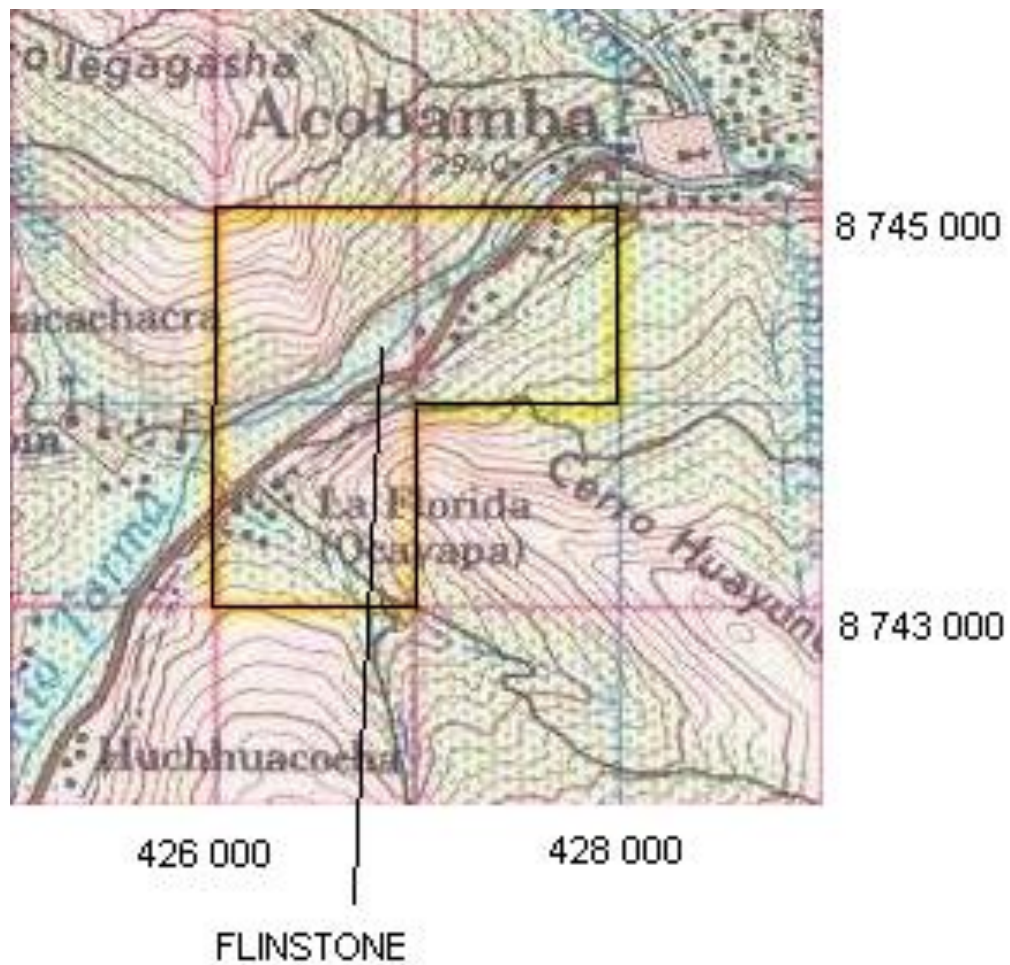
Figura 7. Travertino beige pintado

4.2.Cantera Flinstone

4.2.1.Ubicación

La Cantera Flinstone está ubicada en el anexo Matara, distrito Acobamba, provincia Tarma. A 3010 m s. n. m.

El travertino, está en terreno eriazo, de propiedad de comunidad campesina de Acobamba.



*Figura 8. Cantera Flinstone
Tomada de Geocatmin*

4.2.2. Accesibilidad

Tabla 2. Accesibilidad a la cantera Flinstone

Tramo	km
Lima - La Oroya	175
La Oroya - Tarma	60
Tarma - Matara	8
Matara - Cantera	1
Total Lima-Cantera	244

4.2.3. Propiedad minera

El titular de la Cantera Flinstone es Luis José Paredes Gómez.

Tabla 3. Coordenadas de la ubicación de la Cantera Flinstone

Vértice	Coordenadas UTM (expresada en miles)	
	N	E
1	8 745	428
2	8 744	428
3	8 744	427
4	8 743	427
5	8 743	426
6	8 745	426

La cantera tiene título de concesión minera. No tiene los documentos solicitados por la autoridad competente para iniciar su explotación.

4.2.4. Antecedentes

La cantera todavía no está siendo trabajada, pues el dueño está evaluando la posibilidad de extraer bloques de travertino tal como lo hacen otras empresas. Para ello, está haciendo la carretera que falta a la cantera (aproximadamente 500 m)

4.2.5. Recursos y suministros

4.2.5.1 Agua

En la cantera no hay presencia de agua para los diversos usos. Tendría que llevarse el agua en cilindros.

4.2.5.2 Mano de obra

Trabajadores semicalificados para extracción de bloques de travertino, no existe en la zona. Tiene que llevarse desde Pachacayo (Jauja), en donde están las canteras de rocas ornamentales.

4.2.5.3 Suministros

Todo lo que necesitara la cantera (víveres, combustibles, insumos, etc.) se compraría en la ciudad de Tarma, que está a 9 km de la cantera.

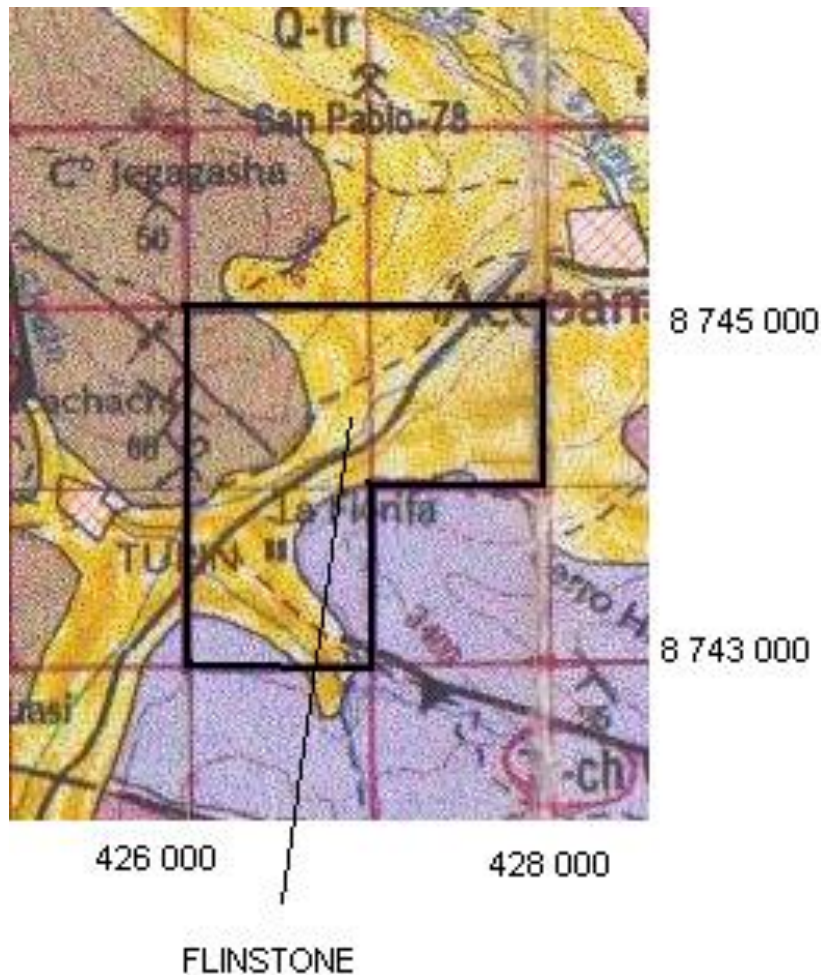
4.2.5.4 Energía eléctrica

No existe instalaciones eléctricas en la cantera. En vista de que no se utilizara maquinaria y equipos eléctricos, no se necesitara de energía eléctrica en la cantera.

4.2.5.5 Campamentos

En la cantera no hay campamentos, pero el personal viviría en Matara, pues en este lugar hay muchas casas, con agua, luz, TV, internet

4.2.6. Geología regional



FLINSTONE
*Figura 9. Geología de la Cantera Flinstone
Tomada de Geología de los cuadrángulos de Tarma, La Oroya y Yauyos.*

4.2.6.1 Q-tr: Travertinos

Fueron depositados por manantiales. Están en los fondos de los valles.

4.2.6.2 Tr-ch: Formación Chambará

Consta de miembro inferior, con características litológicas variables; miembro superior, con plataforma carbonatada. Descansa encima del grupo Mitu.

Su grosor oscila entre 100 metros a 1000 metros.

4.2.7. Geología local

4.2.7.1. Rocas

Son rocas calcáreas

4.2.7.2. Estratigrafía

El travertino de esta cantera está en terrazas semihorizontales y plegadas, su potencia (altura) es desde 1 m hasta 30 m.

4.2.7.3. Afloramiento

El afloramiento apropiado (terrazas semihorizontales) para ser extraído como roca ornamental tiene una longitud estimada de 200 m ancho estimado de 100 m y una altura estimada de 10 m.

4.2.8. Recursos geológicos

Los recursos geológicos son de: $200 \text{ m} \times 100 \text{ m} \times 10 \text{ m} = 200\,000 \text{ m}^3$

4.2.9. Vida de la cantera

Por las características del travertino (terrazas semihorizontales) que dificultarían su extracción, la producción mensual sería de únicamente hasta 300 m³, con una recuperación de 40% (por la presencia de desmonte).

Entonces, tendría recursos, para:

$$(200\,000 * 40\%) / 300 = 266 \text{ meses} = 22 \text{ años}$$

4.2.10. Colores del travertino

El principal color, es perlato, de buena calidad, con alto contenido de CaCO₃.

4.2.11. Oferta y precio

Los bloques de travertino, que sacaría el titular de esta cantera, los vendería a las diferentes empresas: Marmolería Gallos S.A., Minera Deisi, etc., aproximadamente 200 m³/mes, al precio de \$ 150/m³, puesto en cantera.

4.2.12. Costo de explotación \$/m³

Su costo, según manifestación del propietario de esta cantera, a todo costo sería de:

Preparación y extracción (mediante contratista a todo costo)	100 +
Gastos administrativos	<u>10</u>
Total	110

4.2.13. Utilidad bruta \$/m³

Precio en cantera	150 -
Costo de explotación	<u>110</u>
Utilidad bruta	40

4.2.14. Conclusiones

- La Cantera Flinstone tiene el color perlato, aceptable en el mercado.
- No tiene estratos horizontales de travertino, pero si semihorizontales que permitirían limitadamente su extracción en bloques.
- Sus recursos geológicos de 200 000 m³ satisfacen cualquier inversión, teniendo en cuenta el estudio de mercado respectivo.

4.2.15. Recomendaciones

Efectuar trincheras de exploración, para determinar la continuidad del travertino.

- Continuar con la carretera hacia los estratos semihorizontales para, a futuro, extraer bloques de travertino.

4.2.16. Fotografía de la cantera



Figura 10. Afloramientos de travertino

Se aprecian los estratos semihorizontales de travertino.

4.2.17. Fotografía de la muestra representativa



Figura 11. Travertino color perlato

4.3. Cantera Ico

4.3.1 Ubicación

Paraje Palcapaccha, distrito y provincia de Tarma, entre 3690 y 3900 m s. n. m.

4.3.2 Accesibilidad

El acceso se realiza de la siguiente manera:

Tabla 4. Accesibilidad a la cantera Ico

Tramo	Km	Vía	Tiempo
Lima - La Oroya	191.0	Carretera central	3 h 30 min.
La Oroya - Desvío	44.0	Carretera central	40 min.
Desvío - Cantera	7.3	Afirmada	40 min.
Total	242.3		

4.3.3 Propiedad minera

La cantera Ico de 300 has es de la Cía. Minera Bunyacc SAC.

Tabla 5. Coordenadas de la ubicación de la Cantera Ico

Vértice	Coordenadas UTM (expresada en miles)	
	N	E
1	8 736	413
2	8 733	413
3	8 733	412
4	8 736	412

4.3.4 Situación legal

La cantera tiene título de concesión minera.

No tiene los documentos solicitados por la autoridad competente para iniciar la explotación de la cantera.

4.3.5 Estado actual de la cantera

La cantera solamente tiene algunas labores de cateo y prospección. Ninguna labor de exploración, menos de explotación.

4.3.6 Recursos naturales y humanos

Predomina la actividad agrícola, en las propiedades agrícolas se siembran primordialmente hortalizas.

Personal adecuado para los fines de extracción minera existe, es más, los campesinos que tomaron contacto con nosotros, manifestaron su deseo esperanzador en que se inicien actividades mineras a fin de lograr empleo y mejorar su nivel económico.

4.3.7 Hidrografía

En la zona de la cantera Ico discurre la quebrada Palcapaccha que conduce un buen volumen de agua captada de las partes altas y que satisface plenamente las necesidades de las pequeñas comunidades de la zona, especialmente la agricultura.

4.3.8 Geología general

4.3.8.1. Marco geológico regional

La columna estratigráfica de la zona dentro de la cual se encuentra la cantera Ico está constituida por un dominio pleno de rocas sedimentarias que conforman un enorme grupo calcáreo denominado grupo Pucará, como se refleja en el plano geológico regional.

Hay bastante presencia de calizas correspondientes a las formaciones Chambará, Aramachay y Condorsinga.

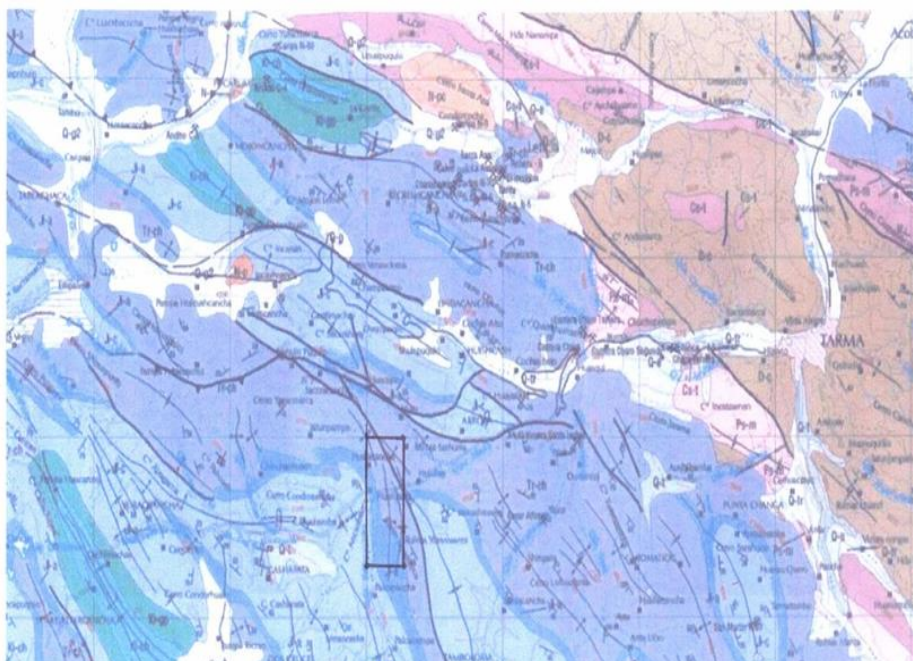
4.3.8.2. Geología local

Los afloramientos dominantes en toda la zona La Oroya-Tarma y alrededores, son las calizas en la que está comprendida la cantera Ico; y son estas calizas las que en contacto con las aguas de fuentes termales y por evaporación, proporcionan los elementos básicos, proceso en el que también participan activamente los microorganismos, sustancias que mantenidas en suspensión formaron los travertinos calcáreos.

Estos travertinos calcáreos, con la migración de sus elementos constitutivos desde La Oroya, Paccha, Sacco, Yauli, se extendieron hasta lo que hoy es la cantera Ico, favorecidos por la pendiente que en contacto con las calizas allí ya existentes, las generaron en gran magnitud.

En la formación de estos travertinos calcáreos, es característica su expansión longitudinal ayudado por la pendiente favorable, elevándose escalonadamente en forma de murallas como grandes repisas de 8 a 9 m. tal como podemos apreciar en las fotografías.

Estas reservas así generadas en la cantera Ico constituyen por su alto grado de pureza, un especial interés económico en yacimientos calizos tradicionales, ya que sus reservas y calidad garantizan un manejo empresarial mucho más tecnificado y sostenido, para operar a una escala que permita reducir los costos operativos a montos favorables.



**Figura 12. Plano geológico regional Palcapaccha
Tomada de Geología de los cuadrángulos de Tarma, La Oroya y Yauyos**

4.3.9 Muestreo

Considerando que el tipo de yacimiento calcáreo depositado en la Cantera Ico, se determina que tiene una gran extensión a partir de la quebrada de Palcapaccha en sucesivas capas escalonadas, se hicieron muestreos en 5 puntos.

Tabla 6. Muestreo realizado en la Cantera Ico

Punto de muestreo	Coordenadas UTM	
	N	E
M-1	8,733.424	412.166
M-2	8,733.312	412.034
M-3	8,733.360	411.958
M-4	8,733.537	411.982
M-5	8,733.619	412.033

4.3.10 Especificaciones técnicas de los travertinos Ico

4.3.10.1. Características físicas

El color predominante en la cantera es el crema claro, habiendo zonas donde puede encontrarse tonalidades más claras.

Su dureza es la típica de los travertinos calcáreos.

4.3.10.2. Análisis químico

Tabla 7. Análisis químico

		M1	M2	M3	M4	M5
Humedad	%	0.85	0.62	0.63	0.54	0.55
Calcio total	%	38.29	39.42	38.11	38.86	38.91
Alcalinidad total	%	95.75	98.50	94.65	98.15	97.47
CaCO ₃	%	94.76	97.64	94.52	96.34	96.72
MgCO ₃	%	0.72	0.72	0.71	0.71	0.71
CaSO ₄	%	1.11	1.04	0.86	0.91	0.57
Hierro	%	0.08	0.07	0.13	0.04	0.04

4.3.10.3. Colores del travertino

El color predominante de esta cantera es crema claro.

4.3.11 Recursos geológicos

Largo estimado:	400 m
Ancho estimado:	100 m
Altura estimada:	10 m
Recursos geológicos:	400 000 m ³

4.3.12 Vida de la cantera

De acuerdo a las características del yacimiento, podría extraerse hasta 400 m³/mes de bloques de travertino. Su recuperación sería de 40 % (hay bastante presencia de diaclasas en el yacimiento)

Entonces, tendría recursos, para:

$$(400\ 000 * 40\%) / 400 = 400 \text{ meses} = 33 \text{ años.}$$

4.3.13 Oferta y precio

Por lo mencionado anteriormente, podría extraerse hasta 400 m³/mes. El precio de este travertino es de aproximadamente \$ 150/m³, en la cancha de carguío de la cantera.

4.3.14 Costo de explotación \$/m³

Extracción	110 +
Costos administrativos	<u>20</u>
Total	130

4.3.15 Utilidad bruta \$/m³

Precio en la cancha de carguío de la cantera	150 –
Costo de explotación	<u>130</u>
Utilidad bruta	20

4.3.16 Conclusiones

1. La cantera Ico tiene el color crema claro de bastante demanda en el mercado nacional.
2. Tiene 400 000 de m³ recursos geológicos que permitiría cualquier inversión inicial, teniendo en cuenta el estudio de mercado respectivo.
3. Otros usos que tendría este travertino es para la industria de la cal.
4. Personal adecuado para los fines de extracción minera existe, es más, los campesinos que tomaron contacto con nosotros manifestaron su deseo esperanzador en que se inicien actividades mineras a fin de lograr empleo y mejorar su nivel económico.
5. Los afloramientos dominantes en toda la zona La Oroya-Tarma y alrededores son las calizas en la que está comprendido la Cantera Ico y son estas calizas, las que en contacto con las aguas de fuentes termales y por evaporación, proporcionan los elementos básicos, proceso en el que también participan activamente los microorganismos, sustancias que mantenidas en suspensión formaron los travertinos calcáreos.

4.3.17 Recomendaciones

- Tramitar los documentos solicitados por la autoridad competente para iniciar la explotación de la cantera.
- Buscar mercados dentro y fuera del país, pues este travertino crema claro, bastante comercial.
- De lo evaluado en el campo y la interpretación sustentada por los análisis químicos, es recomendable la explotación de la cantera.

4.3.18 Fotografías de la cantera



Figura 13. Labores de cateo



Figura 14. Levantamiento topografico en la Cantera Ico

4.3.19 Fotografias de las muestras representativas



Figura 15. Travertino crema claro 1



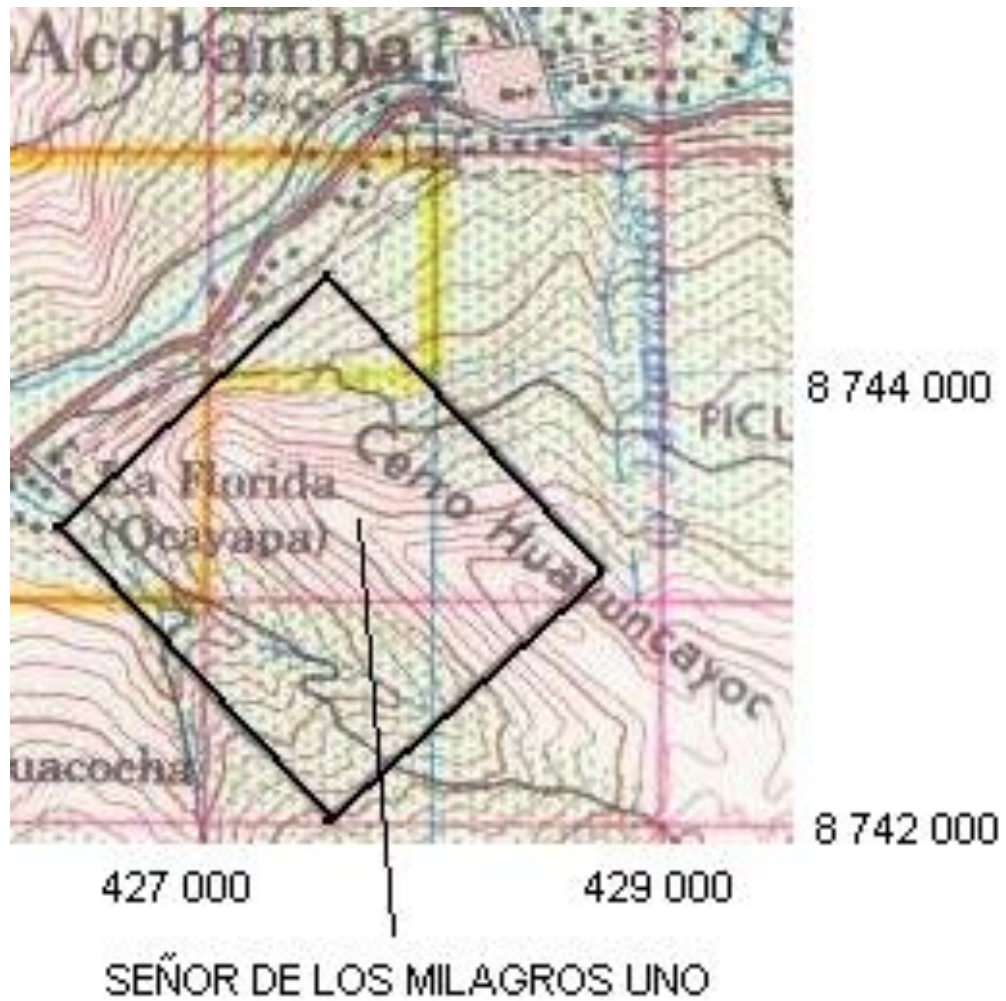
Figura 16. Travertino crema claro 2

4.4. Cantera Señor de los Milagros uno

4.4.1. Ubicación

Anexo La Florida, distrito Acobamba, provincia Tarma, a 3010 m s. n. m.

El terreno superficial es eriazo y es de la comunidad campesina de Acobamba.



*Figura 17. Ubicación de la cantera Flinstone
Tomada de Geocatmin*

4.4.2. Accesibilidad

Tabla 8. Accesibilidad a Cantera Señor de los Milagros uno

Tramo	km
Lima-La Oroya	175
La Oroya-Tarma	60
Tarma-La Florida	8
La Florida-Cantera	3
Total Lima-Cantera	246

4.4.3. Propiedad minera

La cantera es de propiedad de Luis Paredes Gómez.

Tabla 9. Coordenadas de la ubicación de la Cantera Señor de los Milagros uno

Vértice	Coordenadas UTM (expresada en miles)	
	N	E
1	8 744 437.73	427 455.86
2	8 743 165.90	428 717.49
3	8 742 039.09	427 581.57
4	8 743 310.92	426 319.94
5	8 743 447.19	426 457.31
6	8 743 595.26	426 310.43
7	8 743 868.14	426 585.52
8	8 743 720.08	426 732.40

4.4.4. Situación legal

La cantera tiene título de concesión minera.

No tiene los documentos solicitados por la autoridad competente para iniciar la explotación de la cantera.

4.4.5. Antecedentes

La cantera todavía no está siendo trabajada, pues el dueño está evaluando la posibilidad de extraer bloques de travertino, tal como lo hacen otras empresas del rubro.

4.4.6. Recursos y suministros

4.4.6.1. Agua

En la cantera no hay ninguna quebrada ni manantial de agua.

4.4.6.2. Mano de obra

No existe en la zona trabajadores semi calificados para extracción de bloques de travertino, tiene que llevarse desde Pachacayo (Jauja).

4.4.6.3. Suministros

La compra de víveres, insumos, etc., podría hacerse en la ciudad de Tarma, ubicada a 11 km de la cantera.

4.4.6.4.Energía eléctrica

En la cantera no se cuenta con energía eléctrica. La línea de alta tensión está a 1 km.

4.4.6.5.Campamentos

No hay campamentos en la cantera. Los trabajadores vivirán en La Florida, ubicada a 3 km. Aquí hay muchas casas, con agua, luz, TV e internet.

4.4.7. Geología regional

4.4.7.1.Q-tr: Travertinos

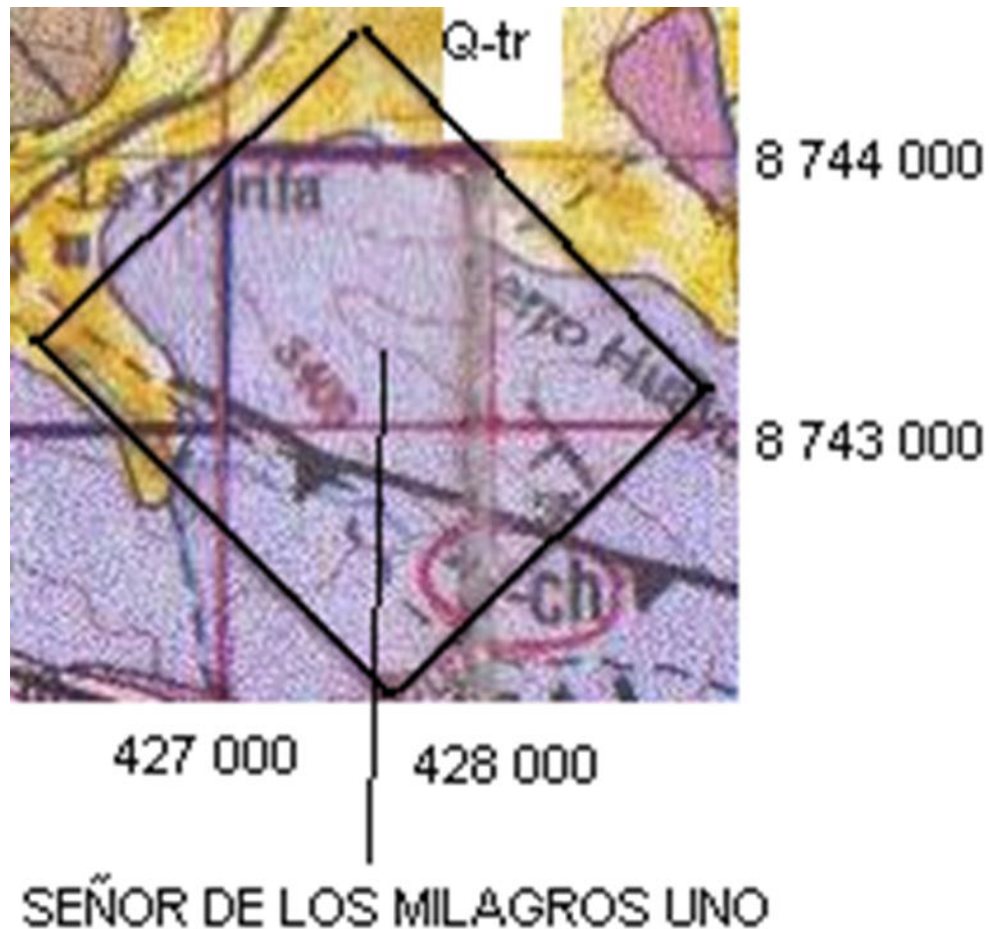
Se encuentran en lo profundo de los valles.

Se encararon de depositarlos, los manantiales.

4.4.7.2.Tr-ch: Formación Chambará

Consta de:

- Miembro inferior, con características litológicas variables.
- Miembro superior, con plataforma carbonatada. Descansa encima del grupo Mítu.
- Su grosor oscila entre 100 metros a 1000 metros.



*Figura 18. Geología de Señor de los Milagros uno
Tomado de Geología de los cuadrángulos de Tarma, La Oroya y Yauyos*

4.4.8. Geología local

4.4.8.1. Rocas

Son rocas calcáreas.

4.4.8.2. Estratigrafía

El travertino, tiene la forma de terrazas semihorizontales y plegadas. Su altura, es desde 1 m hasta 25 m.

4.4.8.3. Afloramiento

El afloramiento para extraerse como travertino tiene:

- ✓ Largo estimado: 220 m
- ✓ Ancho estimado: 90 m
- ✓ Altura estimada: 11 m.

4.4.9. Colores del travertino

El color principal, es gris marrón, de regular aceptación en el mercado.

4.4.10. Recursos geológicos

Son de: 220 m X 90 m X 11 m = 217 800 m³

4.4.11. Vida de la cantera

Der esta cantera, podría extraerse hasta 300 m³/mes. Pero por la presencia de arcillas (desmante), su recuperación seria únicamente de 40 %.

Entonces, tendría recursos, para:

$$(217\ 800 * 40\%) / 300 = 290 \text{ meses} = 24 \text{ años}$$

4.4.12. Oferta y precio

Los bloques de travertino, que sacaría el propietario de esta cantera, los vendería a las diferentes empresas: marmolería Gallos, minera Deisi, etc., pero, por el color , que es oscuro, lo máximo que podrían pagarle, seria de \$ 150/por m³ en la cancha de carguío de la cantera.

4.4.13. Costo de explotación \$/m³

El costo de explotación aproximadamente es de:

Extracción (mediante contratista)	110 +
Costos administrativos	<u>15</u>
Total	115

4.4.14. Utilidad bruta \$/m³

Precio en la cancha de carguío	150 -
Costo de explotación	<u>115</u>
Utilidad bruta	35

4.4.15. Conclusiones

La Cantera Señor de los Milagros uno es regular. No tiene estratos horizontales, pero si semi horizontales que permitirían su extracción en bloques. Su color gris marrón no es tan comercial.

Sus recursos geológicos de 217 800 m³ permitirían alguna inversión, previo estudio de mercado.

4.4.16. Recomendaciones

- Tramitar los documentos solicitados por la autoridad competente para iniciar la explotación de la cantera.
- Buscar mercados dentro y fuera del país.

4.4.17. Fotografías de la cantera



Figura 19. Estratos de travertino



Figura 20. Estratos de travertino

4.4.18. Fotografías de las muestras representativas



Figura 21. Travertino gris marrón



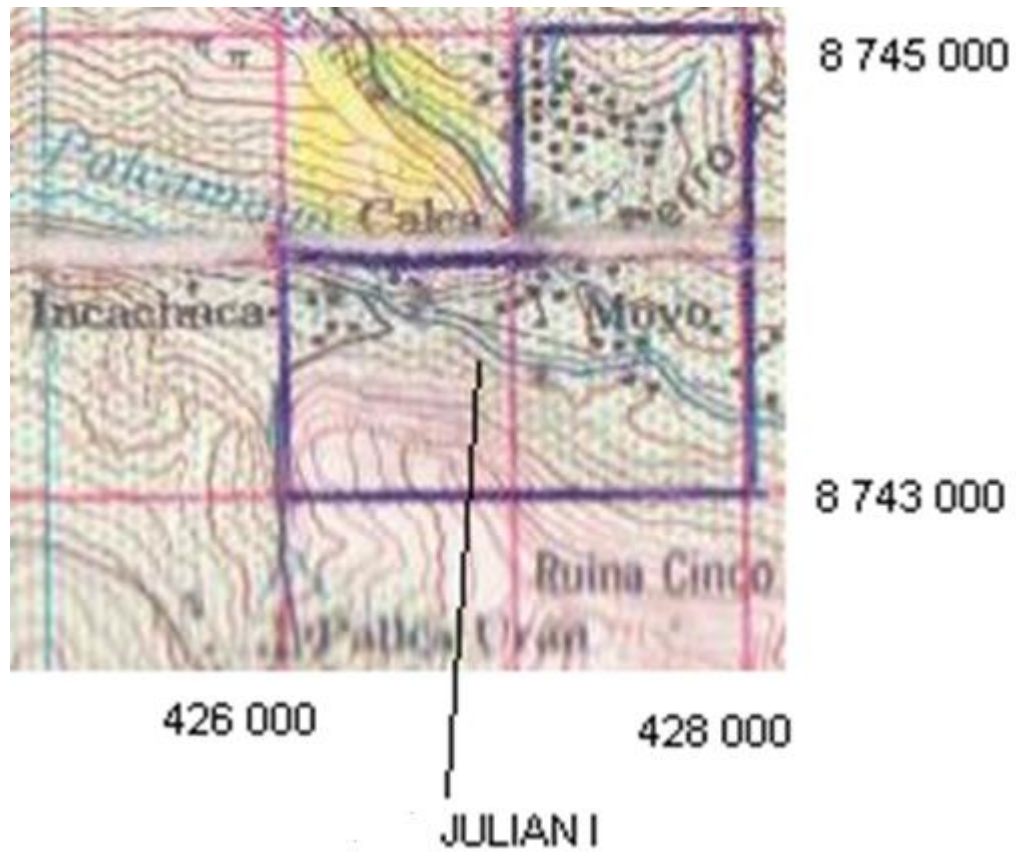
Figura 22. Travertino gris marrón

4.5.Cantera Julián I

4.5.1 Ubicación

Anexo Calca, distrito Acobamba, provincia Tarma, región Junín. A 3200 m s. n. m.

El terreno superficial en parte es agrícola y en parte eriazo, de propiedad de la comunidad campesina de Calca.



*Figura 23. Cantera Julián I
Tomado de Geocatmin*

4.5.2 Accesibilidad

Tabla 10. Accesibilidad a la Cantera Julián I

Tramo	km
Lima-La Oroya	175
La Oroya-Tarma	55
Tarma-Acobamba	8
Acobamba-Cantera	12
Total Lima-Cantera	250

4.5.3 Propiedad minera

El titular de la cantera es Julián Collachagua Huamán.

Tabla 11. Coordenadas de la ubicación de la Cantera Julián I

Vértice	Coordenadas UTM (expresada en miles)	
	N	E
1	8 745	428
2	8 744	428
3	8 744	427
4	8 743	427
5	8 743	426
6	8 745	426

4.5.4 Situación legal

La cantera tiene título de concesión minera.

No tiene los documentos solicitados por la autoridad competente para iniciar la explotación de la cantera.

4.5.5 Antecedentes

La cantera todavía no está siendo trabajada, pues el dueño está evaluando la posibilidad de extraer bloques de travertino, y con los trozos pequeños (escalla) elaborar cal.

4.5.6 Recursos y suministros

4.5.6.1 Agua

En la cantera no hay agua. Por el lado norte discurre la quebrada Calca y el río Palcamayo.

4.5.6.2 Mano de obra

No hay en este lugar trabajadores calificados y semi calificados para cantera, tendría que llevarse de la zona de Pachacayo (Jauja), pues en esta zona, están las canteras de travertino de diversas empresas y de pequeños productores mineros.

4.5.6.3 Suministros

Si a futuro se trabajaría esta cantera, los víveres podrían comprarse en el distrito de Acobamba, que está a 8 km. Los combustibles, insumos, etc., sería en la ciudad de Tarma, que está a 20 km.

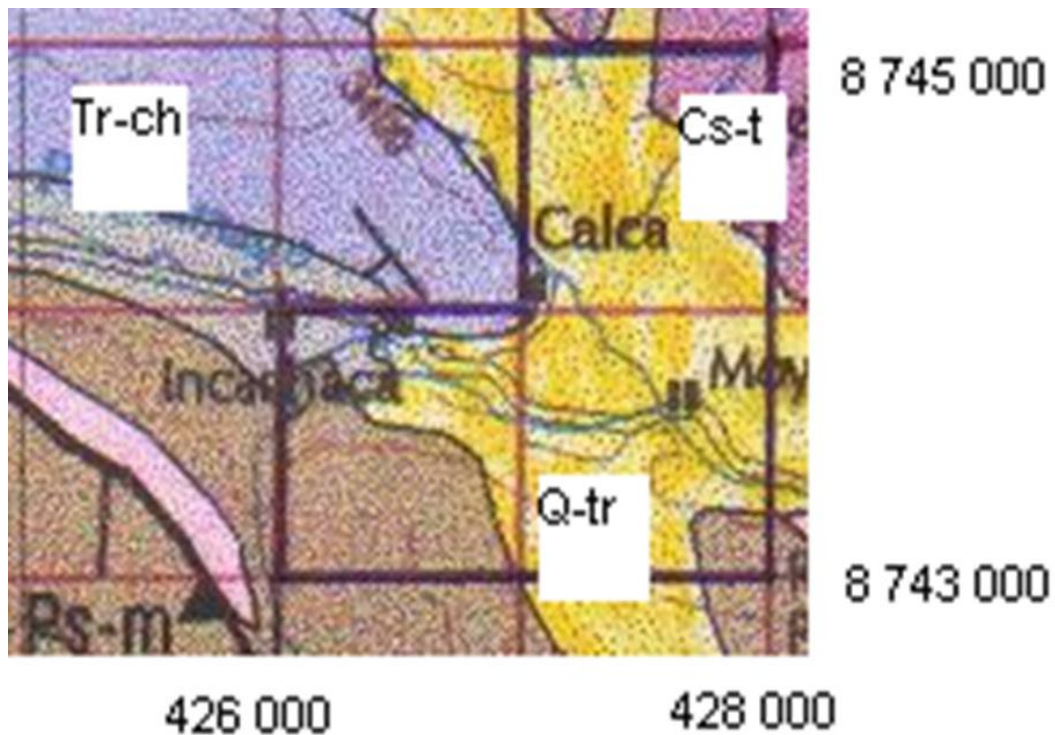
4.5.6.4 Energía eléctrica

En la cantera no existe energía eléctrica, la línea de alta tensión está pasando a 200 m de la cantera.

4.5.6.5 Campamentos

La cantera no tiene campamentos. Los trabajadores vivirían en el poblado de Calca, que está ubicado a 500 m. Este lugar tiene muchas casas, agua, luz, TV.

4.5.7 Geología regional



*Figura 24. Geología de la Cantera Julián I
Tomado de Geología de los cuadrángulos de Tarma, La Oroya y Yauyos*

4.5.7.1.Q-tr: Travertinos

Fueron depositados por manantiales. Están en los fondos de los valles.

4.5.7.2.Tr-ch: Formación Chambará

Consta de:

- Miembro inferior con características litológicas variables.
- Miembro superior con plataforma carbonatada. Descansa encima del grupo Mitu.
- Su grosor oscila entre 100 metros a 1000 metros.

4.5.7.3.Cs-t: Grupo Tarma

Su grosor es de 300 m y está compuesta, por las siguientes rocas:

- Lutitas y limolitas
- Calizas grises
- Areniscas
- Conglomerados

4.5.8 Geología local

4.5.8.1.Rocas

Rocas calcáreas

4.5.8.2.Estratigrafía

El travertino se presenta en terrazas semihorizontales y plegadas. Su altura es desde 1 m hasta 30 m.

4.5.8.3.Afloramiento

El afloramiento de travertino tiene:

- ✓ Largo estimado: 200 m
- ✓ Ancho estimado: 50 m
- ✓ Altura estimada: 10 m.

4.5.9 Recursos geológicos

Son de: $200 \text{ m} \times 50 \text{ m} \times 10 \text{ m} = 100\,000 \text{ m}^3$

4.5.10 Vida de la cantera

De esta cantera, podría extraerse hasta $300 \text{ m}^3/\text{mes}$. Considerando la presencia de areniscas y conglomerados (desmonte), se recuperaría únicamente hasta 50 %.

Entonces, tendría recursos, para:

$(100\,000 * 50\%) / 300 = 166 \text{ meses} = 14 \text{ años}$

4.5.11 Oferta y precio

El color perlato de esta cantera tiene un precio de aproximadamente \$ 150 por m^3 en la cancha de carguío de la cantera. Y podría venderse hasta 300 m^3 por mes.

4.5.12 Costo de explotación \$/m³

El costo de explotación estimado es de:

Extracción	110 +
Costos administrativos	<u>15</u>
Total	125

4.5.13 Utilidad bruta \$/m³

Precio	150 -
Costo de explotación	<u>125</u>
Utilidad bruta	25

4.5.14 Conclusiones

- El color perlato de esta cantera tiene regular demanda.
- Los recursos geológicos de 100 000 m³ podrían sustentar cualquier inversión, teniendo en cuenta el estudio de mercado respectivo.

4.5.15 Recomendaciones

- Tramitar los documentos solicitados por la autoridad competente, para iniciar la explotación de la cantera.
- Ofrecer el travertino en el mercado nacional.
- Instalar en la Cantera, un horno artesanal, para elaborar cal, a partir del travertino de esta cantera, para que pueda vender a los agricultores de esta zona, pues hay bastante agricultura en esta zona.
- También podría vender la cal, a los agricultores de la selva central, para bajar la acidez de los terrenos agrícolas, pues en la selva hay bastante terreno agrícola.

4.5.16 Fotografía de la cantera



Figura 25. Afloramiento de travertino

4.5.17 Fotografía de las muestra representativa



Figura 26. Travertino perlato

4.6. Otras canteras

4.6.1. Zona Tarmatambo

En la zona de Tarmatambo (distrito de Huaricolca), en la ruta Tarma-Huaricolca, también hay afloramientos de travertino. No se pudo entrar, ni siquiera a coger muestras, porque ese lugar está declarado como área de no admisión de petitorios ANAP, porque están dentro de los restos arqueológicos incas de Tarmatambo.



Figura 27. Afloramientos de travertino de Tarmatambo

4.6.2. Zona Huasqui

En la salida de la carretera de Tarma a La Oroya, en el km 7, en el lugar denominado Huasqui, también existen afloramientos de travertino, en forma de terrazas, los cuales fueron explotados hace muchos años, incluso hay una planta de calcinación de travertino para la obtención de cal. Dicha planta está inoperativa. También no hay, actualmente, ninguna labor de extracción de travertino.

Se buscó durante algunos días a las personas que podrían darnos información al respecto, sin ningún resultado positivo.

Consultando en el catastro Geocatmin de propiedad de Ingemmet, se informó que esos afloramientos de travertino están dentro de las concesiones mineras de la empresa Unacem S.A., propietaria de Cemento Andino S.A.



Figura 28. Afloramientos de travertino de Huasqui

4.6.3. Zona carretera antigua de Tarma - La Oroya

Terceras personas, también informaron que en la parte alta de la carretera antigua de Tarma - La Oroya Antigua, existe travertino. Lamentablemente, no se encontró ninguna formación de travertino. Toda esa parte alta de dicha carretera tiene únicamente calizas, arcillas y un poco de arenisca.



Figura 29. Afloramientos de caliza en la carretera antigua Tarma - La Oroya

4.6.4. Zona Cochabambas

En la ruta de la carretera Tarma – Las Vegas (en la carretera hacia La Oroya), aproximadamente en el km 19, se encuentra una formación de travertino de aproximadamente de 200 m de largo estimado, 100 m de ancho estimado y 15 m de altura estimada, en el lugar denominado Cochabambas que pertenece políticamente al distrito de Leticia (provincia de Tarma).

Consultando con el catastro Geocatmin de propiedad de Ingemmet, se determina que ese travertino es una concesión de la empresa Unacem S.A., propietaria de Cemento Andino.

Se consultó con algunos pobladores del lugar, manifestaron que nunca dejarán extraer el travertino a Cemento Andino porque son terrenos agrícolas.

Dicha formación de travertino no tiene ninguna labor de extracción, únicamente tiene algunos cateos.

Cemento Andino usa caliza y travertino para la elaboración de cemento y en esa zona tiene miles de hectáreas en concesiones mineras.



Figura 30. Formación de travertino de Cochas

4.6.5. Zona San Pedro de Cajas

En la ruta de la carretera Acobamba – San Pedro Cajas (cerca de San Pedro Cajas) también existen pequeños afloramientos de travertino, totalmente alterados con grava y arcillas, que no tienen ningún valor económico.

Están en la parte alta del manantial de agua salada Cachipozo, situado al oeste de San Pedro Cajas.



Figura 31. Afloramientos de travertino en San Pedro Cajas

CONCLUSIONES

1. En el Ministerio de Energía y Minas no tiene registrado la cantidad de canteras de travertino en la provincia de Tarma (que hayan estado o estén en producción), por lo tanto se hizo difícil identificar a los dueños de estas canteras.
2. Únicamente estuvieron en explotación las terrazas de travertino que se encuentran en el km 5 de la carretera Tarma - Las Vegas.
3. Las Canteras Bety e Ico, únicamente, tienen algunos cateos.
4. Las Canteras Flinstone y Señor de Los Milagros tienen algunas labores de extracción. El travertino que extraían de estas canteras lo vendían como áridos (agregados) para la construcción de casas en Acobamba y Tarma. Incluso, por información de terceras personas, se informó que estas canteras tenían instaladas una pequeña chancadora para la obtención de áridos de diferentes tamaños.
5. Actualmente, estas canteras no están siendo explotadas. Están esperando posibles inversiones de terceros, previa búsqueda de mercado para sus travertinos.
6. Las canteras visitadas, tienen diferentes colores de travertino desde crema hasta oscuros.

RECOMENDACIONES

1. Las canteras visitadas para que tengan más valor tendrían que efectuar sondajes diamantinos, de esta manera, se obtendría información real del yacimiento (dimensiones, calidad, colores, etc. En caso contrario, ningún inversionista se interesará en explotar la cantera, pues se necesita de bastante inversión.
2. El travertino es una de las rocas más bellas que hay en la Tierra, la región Junín es la primera productora de esta roca en todo el Perú, por lo tanto el gobierno de la región debería difundir el uso masivo del travertino en las obras que realiza en la región, de similar manera, como se hace en otros países.
3. El gobierno de nuestra región Junín debería incentivar el uso del travertino, se utilice (20, 30, 40 %) en las obras que ejecuta. De esa manera, los dueños de estas canteras de roca ornamental tendrían producciones continuas y sostenidas, creando polos de desarrollo en las zonas que tienen travertino, generando mucha mano de directa e indirecta en la región Junín.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BARRIENTOS, Brayans, CHAVEZ, Joel y VILLAR, Mark. Diagnóstico de las canteras de travertino de la provincia de Chupaca, región Junín. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Huancayo : Universidad Continental, 2021, 113 pp.
2. CALDERÓN, Aníbal, HUAMÁN, Miguel y SEGURA, Julio. Evaluación de las canteras de travertino de la provincia de Huancayo, región Junín. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Huancayo : Universidad Continental, 2021, 105 pp.
3. GUTIERREZ, Virginia y OJEDA, Jhonatan. Prospectiva del sector minería no metálica, importación y venta con valor agregado: mármol y travertino en el período 2015 – 2016. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Pimentel : Universidad Señor de Sipán, 2021.
4. QUISPEALAYA, Luis. Estrategias ambientales en la explotación de canteras de mármol y su influencia en el desarrollo sostenible de comunidades de la región Junín. Tesis (Título de Doctor en Ingeniería Ambiental). Lima : Universidad Nacional Federico Villarreal, 2019, 281 pp.
5. MINERO, DIRECCIÓN GENERAL DE DESARROLLO. *Estudio de la Cadena Productiva del Mármol*. México : Secretaría de Economía, 2022. págs. Volumen 2: 25-41.

ANEXOS

Anexo 1
Matriz de consistencia

Diagnóstico de las canteras de travertino de la provincia de Tarma, región Junín

Problema general	Objetivo general	Hipótesis general
¿Sera viable diagnosticar las canteras de travertino de la provincia de Tarma?	Diagnosticar las canteras de travertino de la provincia de Tarma.	Es viable diagnosticar las canteras de travertino de la provincia de Tarma.
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas
¿Sera viable diagnosticar las canteras de travertino de la provincia de Tarma, para evaluar sus recursos geológicos?	Diagnosticar las canteras de travertino de la provincia de Tarma, para evaluar sus recursos geológicos.	Es viable diagnosticar las canteras de travertino de la provincia de Tarma, para evaluar sus recursos geológicos.
¿Sera viable diagnosticar las canteras de travertino de la provincia de Tarma, para evaluar su calidad?	Diagnosticar las canteras de travertino de la provincia de Tarma, para evaluar su calidad.	Es viable diagnosticar las canteras de travertino de la provincia de Tarma, para evaluar su calidad.