



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACÁDEMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE  
MINAS**

Estudio geomecánico para el uso adecuado de gaviones que requiere la  
cantera PROVEN III, Zaña - Chiclayo

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniera de Minas**

### **AUTORAS:**

Br. Gayoso Sialer Jannet Alicia (ORCID: 0000-0002-3839-8830)

Br. Rodríguez Torres Diana Carolina (ORCID: 0000-0003-1933-5110)

### **ASESOR:**

Mg. Orlando Alex Siccha Ruíz (ORCID: 0000-0002-0638-2391)

### **LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Análisis de estabilidad de taludes

**CHICLAYO – PERÚ**

**2019**

## **Dedicatoria**

La presente tesis se la dedico a mis padres William Eduardo Gayoso Zulueta y Jannet Alicia Sialer Alarcón. A mis hermanos Giordano, Jannalice, Mariana y Fiorella, por orientar mi camino con sus consejos deseando siempre los mejores éxitos. A mis amados sobrinos Joaquín y Ghia. A toda mi familia en general por otorgarme una palabra de aliento. Por último a todos mis amigos cercanos que siempre están para apoyarme.

**Alicia Gayoso S.**

A mis padres Mirta Torres Alvares y José Wilfredo Rodríguez Cáceres. A mis hermanos Robin y Rosangela, por ser mis mejores amigos y guiar mi camino con sus consejos deseándome siempre lo mejor. A mis preciados sobrinos Luciana, Estéfano y Flavia. A todos ellos por impulsarme a seguir adelante y cumplir mis metas.

**Diana Rodríguez T.**

## **Agradecimiento**

Expresamos nuestra gratitud a Dios por ser nuestra luz, guiar nuestro camino y por habernos permitido concluir nuestra carrera.

Al MSc. Orlando Alex Siccha Ruiz por el apoyo en la parte técnica que hemos requerido durante la investigación, a la MSc. Silvia Josefina Aguinaga Vásquez por su apoyo en la parte metodológica, a la Ing. Carla Mena Nevado por su apoyo en lo que respecta a geología.

A todos nuestros docentes y compañeros durante nuestra vida universitaria, y a todos nuestros familiares que con su apoyo pudimos aprender muchas cosas que nos ayudaron a terminar nuestros estudios universitarios.

**Alicia y Diana**

1038



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO



ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Chiclayo, siendo las 4:30 horas del día 05 de noviembre de 2019, de acuerdo a lo dispuesto por la Resolución de Dirección de Investigación N° 029-2019/UCV-CH, de fecha 04 de noviembre se procedió a dar inicio al acto protocolar de sustentación de la tesis "ESTUDIO GEOMECÁNICO PARA EL USO ADECUADO DE GAVIONES QUE REQUIERE LA CANTERA PROVEN III, ZAÑA - CHICLAYO", presentada por las Bachilleres: GAYOSO SIALER, JANNET ALICIA y RODRÍGUEZ TORRES, DIANA CAROLINA con la finalidad de obtener el Título de Ingeniera de Minas, ante el jurado evaluador conformado por los profesionales siguientes:


- Presidente: Ing. Carla Milagros Mena Nevado
- Secretario: Mg. Orlando Alex Siccha Ruiz
- Vocal: Mg. Javier Ángel Salazar Ipanaqué


Concluida la sustentación y absueltas las preguntas efectuadas por los miembros del jurado se resuelve:

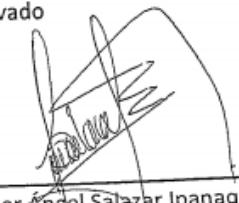
Aprobado por unanimidad

Siendo las 17:15 horas del mismo día, se dió por concluido el acto de sustentación, procediendo a la firma de los miembros del jurado evaluador en señal de conformidad.

Chiclayo, 05 de noviembre de 2019

  
Ing. Carla Milagros Mena Nevado  
Presidente

  
Mg. Orlando Alex Siccha Ruiz  
Secretario

  
Mg. Javier Ángel Salazar Ipanaqué  
Vocal

## Declaratoria de autenticidad

Gayoso Sialer Jannet Alicia y Rodríguez Torres Diana Carolina identificadas con DNI N° 72517405 y 77098011 respectivamente, de la Escuela Profesional de Ingeniería de Minas, autoras de la tesis la cual lleva como título Estudio geomecánico para el uso adecuado de gaviones que requiere la cantera PROVEN III, Zaña - Chiclayo, declaramos lo siguiente:

El contenido de esta tesis es original, es el resultado del trabajo diario, no ha sido imitado, se usaron ideas, formulaciones, imágenes, etc., propias del autor. Se ha empleado contenido importante el cual se ha extraído de libros he incluso de otros proyectos de tesis, los cuales han sido citados según los derechos de autor.

Considerando lo anterior somos responsables de que el hecho de no respetar los derechos del autor y el hacer copia, es objeto de sanciones universitarias y/o legales, por lo que tomamos cualquier responsabilidad que pudiese haber con respecto a esa tesis.

De tal modo nos hacemos responsables ante la Universidad o terceros, de cualquier anomalía que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado.

Chiclayo, 05 de julio de 2019



Rodríguez Torres Diana Carolina  
77098011



Gayoso Sialer Jannet Alicia  
72517405

## Índice

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento .....	iii
Página del jurado .....	iv
Declaratoria de autenticidad .....	v
Índice .....	vi
Índice de tablas .....	viii
Índice de figuras .....	ix
RESUMEN .....	x
ABSTRACT .....	xi
I.INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Realidad problemática .....	1
1.1.1.A nivel internacional .....	1
1.1.2.A nivel nacional.....	2
1.1.3.A nivel local .....	3
1.2.Trabajos previos .....	6
1.2.1.Internacional .....	6
1.2.2.Nacional.....	8
1.2.3.Regional.....	9
1.3.Teorías relacionadas al tema .....	9
1.3.1.Ciencias .....	9
1.3.2.Teorías de la variable independiente .....	10
1.3.3.Teorías de la variable dependiente .....	16
1.3.4.Marco legal.....	25
1.4.Formulación del problema.....	27
1.5.Justificación.....	27
1.6.Hipótesis .....	28
1.7.Objetivo .....	28
1.7.1.General .....	28
1.7.2.Específicos.....	28
II.MÉTODO .....	29
2.1.Tipo y diseño de investigación .....	29
2.2.Operacionalización de Variable.....	29
2.2.1.Definición conceptual.....	29
2.2.2.Cuadro de Operacionalización de Variables .....	30
2.3.Población y muestra .....	32
2.3.1.Población .....	32

2.3.2.Muestra .....	32
2.4.Técnicas e instrumentos de recolección de datos y validez y confiabilidad .....	32
2.4.1.Técnicas de recolección de datos.....	32
2.4.2.Instrumentos de recolección de datos .....	32
2.4.3.Validez y confiabilidad.....	33
2.5.Procedimiento .....	34
2.5.1. Diagrama de procesos.....	34
2.5.2. Descripción de procesos .....	35
2.6. Método de análisis de datos.....	40
2.6.1. Método Analítico.....	40
2.6.2. Método Sistemático .....	40
2.7. Aspectos éticos .....	40
III.RESULTADOS .....	42
3.1. Evaluación de la resistencia a la compresión uniaxial de la roca - Ensayo de compresión uniaxial.....	42
3.2. Clasificación Geomecánica del macizo rocoso en la cantera PROVEN III.....	44
3.2.1. Índice RQD (Rock Quality Designation) .....	44
3.2.2. Clasificación geomecánica RMR (Rock Mass Rating) .....	44
3.2.3. Índice geológico de resistencia (Index of Geological Resistance) .....	47
3.3 Propuesta de diseño de gaviones en la sección C de la cantera.....	48
3.3.1. Accesibilidad .....	48
3.3.2. Geología general.....	49
3.3.3. Topografía .....	50
3.3.4. Diseño de gaviones.....	51
3.4. Costos de propuesta de gaviones .....	52
3.4.1. Entrevista .....	52
3.4.2. Registro de costos.....	53
IV. DISCUSIÓN.....	57
V. CONCLUSIONES .....	58
VI. RECOMENDACIONES .....	59
REFERENCIAS .....	60
ANEXOS .....	65
Acta de aprobación de originalidad de tesis .....	98
Reporte de turnitin .....	99
Autorización de publicación de tesis en repositorio institucional ucv .....	100
Autorización de la versión final del trabajo de investigación .....	102

## Índice de tablas

Tabla 1. Coordenadas de Ubicación .....	5
Tabla 2: Resultados en MPa de la Resistencia a la compresión simple .....	43
Tabla 3. Resultado del índice RQD .....	44
Tabla 4. Resumen de la Clasificación Geomecánica.....	45
Tabla 5. Clase de masa rocosa determinadas por las valoraciones totales .....	47
Tabla 6. Significado de las clases de rocas.....	47
Tabla 7. Especificaciones del tipo de gavión utilizado .....	51
Tabla 8. Costo de mano de obra .....	54
Tabla 9. Costo de instalación total .....	54
Tabla 10. Multa por infracción .....	55
Tabla 11. Interpretación de valores de RQD (Deere, 1964).....	81
Tabla 12. Relación entre RQD y frecuencia lineal .....	81
Tabla 13. Interpretación de los valores de RMR, (Bieniawski, 1989) .....	82
Tabla 14. Alambres galvanizados.....	83



## Índice de figuras

<i>Figura 1.</i> Ubicación codificada de la cantera.....	6
<i>Figura 2.</i> Relación entre espaciamiento de discontinuidad y RQD, Bieniawski (1989)	14
<i>Figura 3.</i> Diafragmas interiores en unidad de gaviones.....	17
<i>Figura 4.</i> Muros de gaviones.....	21
<i>Figura 5.</i> RMR de la cantera PROVEN III.....	46
<i>Figura 6.</i> Accesibilidad a la cantera PROVEN III.....	48
<i>Figura 7.</i> Geología .....	50
<i>Figura 8.</i> Topografía .....	50
<i>Figura 9.</i> Malla hexagonal .....	88
<i>Figura 10.</i> Gavión Caja.....	89
<i>Figura 11.</i> Colchón Reno .....	89
<i>Figura 12.</i> Inicio del acceso a la cantera PROVEN III.....	90
<i>Figura 13.</i> Entrada a la cantera PROVEN III .....	90
<i>Figura 14.</i> Toma de datos in situ.....	91
<i>Figura 15.</i> Número de juntas.....	91
<i>Figura 17.</i> Perforadora diamantina saca testigos .....	92
<i>Figura 16.</i> Instrumentos de medición .....	92
<i>Figura 18.</i> Cierra de corte directo .....	93
<i>Figura 19.</i> Peso de los testigos.....	93
<i>Figura 21.</i> Testigos sometidos a la máquina de compresión uniaxial.....	94
<i>Figura 20.</i> Equipo de resistencia a la compresión uniaxial.....	94
<i>Figura 22.</i> Referencia para la altura del talud .....	95
<i>Figura 23.</i> Proforma de los costos de gaviones .....	96

## RESUMEN

El presente informe de investigación tuvo por finalidad el estudio geomecánico para el uso adecuado de gaviones en la cantera PROVEN III, lo cual se convierte en una herramienta fundamental para el desarrollo de la minería.

La investigación surgió de la observación de un problema vinculado con la inestabilidad del macizo rocoso lo cual ha implicado en muchas situaciones la ocurrencia de accidentes, los mismos que pueden tener consecuencias irremediables y grandes pérdidas humanas. Para dicha investigación se buscó trabajar con una muestra específica de la zona donde se desarrolla el presente proyecto de investigación utilizando como tipo de investigación cuantitativa con el diseño no experimental descriptivo transversal.

Asimismo, para el recojo de información se utilizaron métodos como es el analítico y sistemático y técnicas de observación y entrevista junto a instrumentos empleados como Guía de observación y cuestionario, además se utilizó los programas ArcGis, Geomaper, Geotable y AutoCAD Civil 3D.

Finalmente, se obtuvo resultados que afirman que la roca presente es un tipo de roca de condición buena de clase II, es decir que es una roca competente para el llenado de gaviones. El costo de los gaviones e instalación es de S/28,187.68, que se ira recuperando en el transcurso del tiempo con el ingreso mensual de la cantera. Todos estos resultados contribuyen para la comprobación de la hipótesis si se realiza un estudio geomecánico en la cantera PROVEN III, se podrá determinar el uso adecuado de gaviones llegando a la conclusión que a través de los ensayos se obtuvo el tipo de roca y también se logró determinar el uso adecuado de los gaviones en el talud del Sector C, para el beneficio de la seguridad del personal y maquinarias.

**Palabras Claves:** inestabilidad de talud, clasificaciones geomecánicas, ensayos de mecánica de rocas, gaviones

## ABSTRACT

The objective of this investigation report was the geomechanical study for the appropriate use of gabions in the quarry PROVEN III, which refers to a fundamental tool for the development of mining.

The investigation started from the observation of a problem related to the instability of the rock mass that have involved in many situations the occurrence of accidents, the same ones that have irremediable consequences and great human losses. For this investigation we sought to work with specific sample of the area where the present investigation project is carried out using a type of quantitative investigation with the non - experimental descriptive transversal design.

Likewise, to pick up information we used methods such as analytical and systematic and observation and interviewing techniques we also used instruments such as observation guide and questionnaire, and programs such as the ArcGis, Geotable, AutoCAD Civil 3D.

Finally, we obtained results that affirm that the present rock is a type of rock of good condition of class II, that is to say, a competent rock for the filling of gabions. The cost of the gabions and installation S/28,187.68 , which will be recovered in time with the monthly income of the quarry. All these results for the verification of the hypothesis if a geomechanical study is carried out in the PROVEN III quarry, the appropriate use of gabions can be determined until the conclusion that through the tests the type of rock is obtained and it is also determined. The proper use of activities in sector C, for the benefit of personal safety and machinery.

**Keywords:** slope instability, geomechanical classifications, rock mechanics tests, gabions.

# **I. INTRODUCCIÓN**

## **1.1. Realidad problemática**

### **1.1.1. A nivel internacional**

Merchán (2013). Señala que los recursos mineros pétreos son valiosos y esenciales dentro del crecimiento del país, el diseño apropiado de los taludes de las canteras para su aprovechamiento no se realiza un estudio confiable de manera que conlleve a la utilización eficaz dentro de su aprovechamiento. Tener un óptimo y adecuado estudio es totalmente conveniente para tomar una decisión correcta con respecto al abastecimiento de materiales de construcción dentro de la provincia. Los obstáculos pueden ser varios, para empezar las propiedades de las rocas que se verán afectadas deberían ser investigadas en su totalidad. Desde una apreciación de las técnicas básicas empleadas para el diagnóstico de estas propiedades, luego de ello es esencial un adecuado plan de explotación, dentro de este plan la parte que genera mayor empeño es el diseño de taludes y en el presente caso de canteras en desarrollo constante. Tiene que tener un buen diseño de ya que así nos permite tener acceso y traslado del material a través de la cantera.

Añazco (2017) Se identificó en este proyecto de investigación que la ocurrencia que perturba a la mina es la falta de un estudio geomecánico, que describa sobre la clasificación del macizo rocoso, la calidad de la maza rocosa y la resistencia del mismo para poder obtener el diseño de sostenimiento para que finalmente se pueda contar con una propuesta de diseño que ayude a ejecutar la estabilidad del talud final de la zona crítica localizada en la cantera.

Rincón (2016) Indica que en este proyecto el problema que afecta, radica principalmente en la falta de tener una fuente de caracterización geomecánica donde se clasifique e identifique el tipo de roca, el macizo rocoso donde se está trabajando y así llegar a la conclusión si es que se debe o no optar por un diseño de sostenimiento adecuado para el beneficio del proyecto y evitar todo tipo de pérdida ya sea humana, material, económica ya que actualmente todo proyecto debe regirse a las leyes y normas que se solicitan de lo contrario no tendría permiso para poder desarrollarse un proyecto en este caso el de extracción.

Velasco (2016). Indica que una labor de desarrollo se puede iniciar de manera artesanal y conforme va incrementado y su desarrollo acrecienta, esta debe regirse a los reglamentos que pide la ley protegiendo tanto la seguridad de la empresa como también la de los trabajadores principalmente, es de suma importancia que toda explotación minera se realice con el diseño de extracción de acuerdo al requerimiento del macizo rocoso en el que se va a trabajar para que se pueda aprovechar todo el mineral extraíble sin maltratar su reserva más bien para poder ampliarla en un futuro ya que esa es la finalidad principal de toda empresa minera, respetando las necesidades de la empresa y de los pobladores para que así los pobladores donde se desarrolla el proyecto puedan dar su voto de confianza.

Tigre (2016) Señala que toda localidad debería de generar su desarrollo en parte aprovechando sus recursos naturales en este caso muchas veces la población de manera desinformada rechaza a la minería porque dicen que contamina y no ven que genere desarrollo cuando, es todo lo contrario prácticamente la minería es el eje principal de la economía por ejemplo en este caso en el país y así en diversos países.

### **1.1.2. A nivel nacional**

Medina (2014). Indica que de manera frecuente se visualizan casos de mortalidad a raíz del desprendimiento de rocas, un estudio geomecánico para identificar las zonas donde se requiera mayor sostenibilidad, es fundamental, ya que se evitaría tantas pérdidas humanas como materiales muchas veces es mejor invertir en realizar un buen estudio geológico - geomecánico antes que ocurran tragedias y finalmente se gaste más de lo que se pensaba evitar, ya que un estudio del macizo rocoso nos da resultados de sus propiedades físicas y químicas, de su resistencia y a raíz de eso podemos hacer un detallado del tipo de diseño de sostenimiento que se puede utilizar.

Chura (2016) Menciona que es totalmente indispensable realizar un análisis descriptivo de la clasificación geo mecánica y del macizo rocoso, y que muchas veces por falta de conocimiento se llegan a realizar diversos tipos de operaciones mineras sin tener algún tipo de supervisión ni control

geomecánico por lo que se obtiene como resultado operaciones mineras totalmente inestables y se cometen errores irreparables ya que los trabajadores son el recurso más importante, y muchas veces el empresario con el afán de generar solamente ingresos a veces olvida que tiene que salvaguardar la integridad humana como el enfoque principal ya que son ellos los que hacen que la mina tenga vida.

Cruzado (2017) Señala que cuando se presentan este tipo de casos de infiltraciones e inestabilidad en la masa rocosa se debe realizar un estudio detallado por que los problemas de inestabilidad en el macizo rocoso pueden generar grandes pérdidas por que a medida que se va realizando el avance de la producción de la mina se encuentran con este tipo de obstáculos y eso retarda la programación de avance por eso es necesario un óptimo estudio geotécnico – geomecánico.

Tarazona (2014) Expresa que siempre se tiene que realizar una óptima interpretación de lo que podemos observar en los yacimientos mineros, luego se debe realizar un estudio de la geología regional y del efecto de la tectónica andina del lugar para poder así tener el aspecto estructural y la geología local del yacimiento y obtener finalmente como resultado el comportamiento del macizo rocoso al momento de realizar la extracción del mineral.

Caruanambo (2017) Menciona que en la construcción de una carretera existen zonas donde el macizo tiene un auto sostenimiento deficiente, por lo tanto, al realizar un estudio geomecánico vamos a localizar las zonas débiles y reforzarlas de acuerdo a su requerimiento y se evitara grandemente perjudicar a la población por las posibles caídas de rocas y deslizamientos, por ello es imprescindible precisar las características geomecánicas a medida del desarrollo de la carretera para delimitar los factores de seguridad, principalmente en los tramos críticos.

### **1.1.3. A nivel local**

La actividad minera y todo lo referente a las operaciones de producción y extracción de minerales conllevan en todas sus actividades un significativo grado de riesgo en el desarrollo del periodo de ejecución. Por lo que siempre

se han implicado accidentes, estos mismos acarrear consecuencias irreparables y grandes pérdidas como el talento entre otras. Por tales motivos es esencial tener presente el tema de la seguridad, como factor primordial, la mano de obra y diversos sectores que se comprometen con el desarrollo de la minería de deben encontrar altamente capacitados para actuar de manera responsable.

Como se sabe la tecnología avanza y también es importante contar con el valor del comportamiento del trabajador para hacerlo responsable de un actuar seguro, la innovación de nuevos métodos y procedimientos que fortalezcan y generen firmeza en los taludes y un perfeccionamiento progresivo de su diseño son indispensables para obtener un método de minería sostenible. Uno de los objetivos de vital importancia es saber la realidad de la zona donde se trabaja, la información obtenida se tiene que impartir al personal de servicio para que así ellos puedan tener conocimiento del riesgo al que están expuestos al trabajar en zonas inestables, es por tal motivo muy importante el reconocimiento de la descripción del macizo rocoso que se debe implementar a la preparación y la orientación en cada capacitación que debería ser obligatoria para los trabajadores.

La cantera PROVEN III se encuentra ubicada alrededor de 43.5 Km de la provincia de Chiclayo en la Av. San Agustín s/n sector Collique, a 100 metros de la curva la Andrea – Zaña hacia la zona de canteras.

PROVEN III inicio su concesión minera en el año 2009, actualmente la empresa se encuentra en vías de formalización, realizando actividad minera de manera artesanal superficial, empleando métodos y técnicas empíricas, dichos métodos permiten la obtención de mineral valioso en este caso la caliza, por lo que se le considera no metálica.

Los encargados de la producción del material en la mina son trabajadores que tienen el conocimiento adquirido de la práctica lo cual impide desarrollar a la mina en una postura competente hacia la pequeña o mediana minería nacional. A todo ello se le incrementa el casi nulo control de firmeza del macizo rocoso, esto es muy notorio por el resultado de lo observado

previamente en el desprendimiento de rocas causados por diversas circunstancias como la insuficiencia de un adecuado sostenimiento en los puntos críticos y sobre todo en la zona de producción donde el peligro es mayor, ya que actualmente el problema que presenta la cantera PROVEN III, radica en la falta de estudios geomecánicos.

La inestabilidad del macizo rocoso que se genera en los puntos críticos identificados en la cantera en una zona específica y los agentes geológicos que perjudican a la misma, ocasionan que las paredes se fracturen y formen grietas el momento de realizar la producción, tomando como consecuencias pérdidas económicas en la empresa y accidentes leves o graves .

Se tiene como principal yacimiento la piedra caliza, la misma que pasa por un proceso de calcinación y es transformada en Cal viva, la cual es comercializada a diferentes entidades, la cantera tiene un tiempo de explotación de 10 años, con un terreno de 100 hectáreas. La extracción se hace de manera empírica, los empleados trabajan con pico y pala y transportan el material en carretillas, se extrae de 25 a 30 toneladas diarias o según se requiera. Los obreros no tienen los equipos de protección personal (EPP) para realizar la extracción, así mismo no se tiene en cuenta las propiedades geomecánicas del macizo rocoso por ello se genera un incremento del riesgo de la inestabilidad del material.

Tabla 1. Coordenadas de Ubicación

VÉRTICE	Coordenadas WGS84	
	NORTE	ESTE
1	9,243,635.87	658,745.34
2	9,243,635.89	659,745.33
3	9,242,635.89	659,745.33
4	9,242,635.88	658,745.34

Fuente: GEOCATMIN



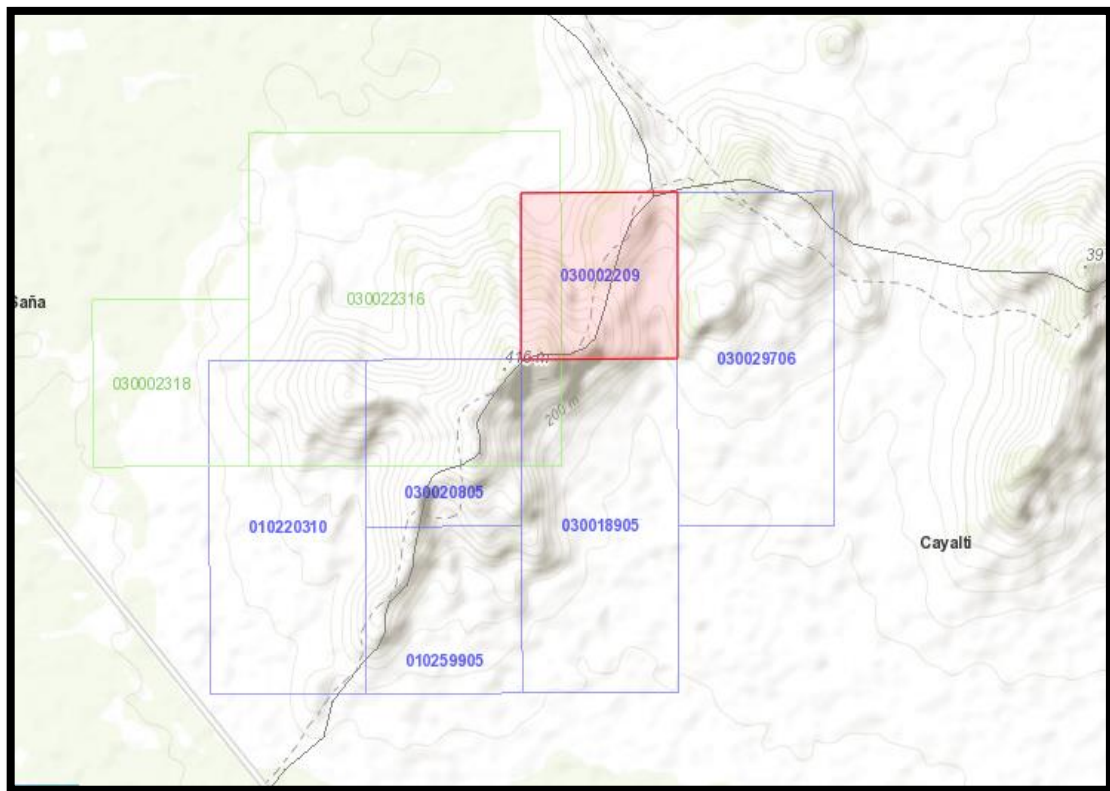


Figura 1. Ubicación codificada de la cantera

Fuente: GEOCATMIN

## 1.2. Trabajos previos

### 1.2.1. Internacional

En Chile GÁLVEZ SOTO, Patricia (2013) de la Universidad de Chile presentó su tesis para optar por el título de Geóloga. Titulada: Caracterización geológico – geotécnica de mina Carmen, región de Atacama. Tiene como objetivo principal definir la maza rocosa de Mina Carmen, identificando litología, arreglos estructurales y propiedades geotécnicas, clasificándolo de acuerdo a Q de Barton en galerías subterráneas y RMR de Laubscher (1990) en sectores subterráneos y superficie.

En Chile según THOMAS CABRERA, Carlos (2014) de la Universidad de Chile, presento su tesis para optar por el título de Ingeniero de Minas. Titulada: Estudio comparativo entre requerimientos de soporte y fortificación de túneles definidos según métodos empíricos de clasificación geomecánica versus métodos analíticos y numéricos. Tiene como objetivo principal valorar los requisitos de soporte y sostenimiento en túneles obtenidos a través del uso

de tecnologías práctica y cotejando la solución entre sí y como consecuencia de circunstancias análogas obtenidas desde diseños analíticos y numéricos.

En Chile según MORALES CÁRDENAS, Mario (2009) de la Universidad de Chile presento su tesis para optar por el título de ingeniero de Minas titulada: Caracterización geotécnica y determinación de ángulos de talud en yacimiento Franke. Tiene como objetivo principal sugerir los ángulos de talud en el periodo de ingeniería conceptual en las diversas secciones de la mina partiendo desde la elaboración de la clasificación geotécnica de la futura mina a cielo abierto Franke, y de la metodología que se propone.

En Chile DÍAZ ARACENA, Leandro (2017) de la Universidad de Chile presento su tesis para optar por el título de Ingeniero de Minas titulada: Impacto de la variabilidad geotécnica del macizo rocoso en el diseño de caserones en minería por Sublevel Stopping. Tiene como objetivo fundamental establecer el efecto de la inclusión de la variabilidad de las características geotécnicas en los macizos rocosos en el proyecto de caserones en todo lo referente a minería subterránea.

En Chile SOTO LEIVA, Camila (2012) de la Universidad de Chile presentó su tesis para optar por el título de Geóloga de Minas titulada: Modelamiento de unidades lito-geotécnicas, proyecto caracoles. Tiene como objetivo principal elaborar el modelo de unidades lito-geotécnicas del proyecto Caracoles a partir de datos geotécnicos y geológicos.

En Chile EGAÑA ERAZO, Matías (2008) de la Universidad de Chile presento su tesis para optar por el título de ingeniero civil de mina titulada: Geoestadística aplicada a parámetros geotécnicos. Tiene como objetivo principal desarrollar una apreciación geoestadística sobre diversos parámetros geotécnicos de valiosa importancia para el proyecto Chuquicamata Subterráneo, con la intención de originar un diseño geotécnico confiable del área de estudio. Los diseños que se utilizaran, deberían tener como resultado buenas medidas de la inseguridad asociada a la estimación.

### 1.2.2. Nacional

En Perú CERAS CUADROS, Fredy (2015) de la Universidad Nacional de Centro del Perú Escuela de Posgrado presento su tesis para optar el Grado Académico de Maestro en Gestión Minera titulada: Influencia del sostenimiento en el estrés de la roca en el túnel dr 09 en la empresa de generación eléctrica Cheves S.A. Tiene como objetivo principal delimitar la acerca de la relación de los diferentes tipos de sostenimiento, para disminuir la tensión de la roca en el sector DH 08.

En Perú MERCADO SALAS, Gerald y OBREGÓN RIVERA, Cecilia (2017) de la Pontificia Universidad Católica Del Perú presentaron su tesis para optar por el título de Ingeniero de Minas titulada: Modelamiento geomecánico a nivel de pre factibilidad de una mina subterránea. Tiene como objetivo principal realizar una caracterización geomecánica sobre el diseño de plan de minado tomando en cuenta el reporte elaborado de las diferentes perforaciones diamantinas y/o estudios realizados anticipadamente, para definir geomecánicamente al Macizo Rocoso que pueda permitir proyectar y elegir opciones de métodos de minado y sugerir con anterioridad el sostenimiento y refuerzo para las labores fijas y las labores provisionales.

En Perú TORRE YARANGA, Edwin (2015) de la Universidad del Centro del Perú presenta su tesis para optar por el título profesional de ingeniero de minas titulada: Sistema de carguío para la voladura eficiente en el pique 2000(-), nivel 18, zona esperanza en la compañía minera Casapalca S.A. Tiene como objetivo específico identificar de qué manera influyen los parámetros geomecánicos de la roca y de la maza rocosa en el diseño de carguío del pique 2000 del nivel 18 en la Compañía Minera Casapalca S.A.

En Perú PANTALEÓN JUNCO, Hernán y CARBAJAL ISIDORO, Christian (2017) de la Pontificia Universidad Católica Del Perú presentaron su tesis para optar por el título de Ingeniero de Minas titulada: Evaluación geomecánica para el dimensionamiento, secuencia de minado y relleno de tajeos de una mina subterránea. Tiene como objetivo principal la preparación del diseño geomecánico en tres distintos sectores para determinar una

metodología técnica, que pueda constituir diversas herramientas para estimar las dimensiones de ancho y largo de las áreas de tajeos, así como también la sucesión de minado y la optimización de relleno en pasta. Para poder cumplir este objetivo, se desarrolló una verificación y apreciación geomecánica a través de la recolección del reporte resultante de las características geomecánicas pasadas que fueron verificados a través de un análisis de brechas o “gap analysis”, este estudio dio como resultado que era indispensable un re- muestreo de testigos de perforación, mapeo de detalle de galerías y accesos, como también ensayos de laboratorio complementario.

En Perú CALCINA BEDOYA, Edwin (2018) de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa en la tesis para optar por el título de Ingeniero de Minas titulada: Diseño y sostenimiento del bypass 942 (nivel 3340) para optimizar la seguridad de las operaciones en la mina Chipmo. Tiene como objetivo principal crear un diseño y sostener el bypass 942, a través de la clasificación geomecánica y el estudio de estabilidad en el nivel 3340 de la mina Chipmo.

### **1.2.3. Regional**

Se buscó trabajos de investigación a nivel local, pero no se encontraron temas relacionadas al presente tema.

## **1.3. Teorías relacionadas al tema**

### **1.3.1. Ciencias**

#### **a. Mecánica de rocas**

Rodríguez (2012) manifiesta que la mecánica de rocas estudia esencialmente la acción de fuerzas que actúan sobre el macizo rocoso. Algunas condiciones importantes, son asociadas con las rocas sometidas a esfuerzos, las cuales propician la formación del fenómeno de fracturamiento a causa de los esfuerzos, deformación y la formación de la energía resultante.

#### **b. Geología**

Duque (2017) indica que la ciencia la cual estudia nuestro planeta en su conjunto es la geología, es decir, ayuda a la descripción de elementos que la conforman para conocer sus antecedentes, evolución y comprender cuál es el origen de los fenómenos endógenos y exógeno.

### **c. Topografía**

Fuentes (2012) indica que la ciencia geométrica que es aplicada a la descripción de una porción relativa pequeña se llama topografía. La topografía posee dos actividades, una de ellas es la medición de los diferentes puntos de un terreno a la que luego mediante un trabajo en gabinete los datos sean llevados a un plano o por el camino inverso, desde un proyecto ubicar los puntos sobre el terreno.

### **d. Física**

Inzunzam (2007) dice que la física es la ciencia fundamental que ayuda al estudio y descripción del comportamiento de fenómenos naturales que en nuestro país ocurren, esta ciencia se basa en la observación experimental y en medición.

## **1.3.2. Teorías de la variable independiente**

### **a. Teorías relacionadas a la geomecánica**

Realizar un estudio geomecánico dio como objetivo el proporcionamiento de una caracterización geomecánica del macizo rocoso que se analiza a través de ensayos simples y observaciones de campo.

La masa rocosa puede variar en diferentes zonas o áreas en minas y canteras. Las labores de extracción y producción avanzan a mayor profundidad, por lo cual se desarrollan problemas de inestabilidad en la roca. Es por ello que la clasificación de la roca permite establecer una adecuada fortificación, prevenir accidentes al personal, así como también pérdida de equipos y materiales, los siguientes parámetros geomecánicos.

## **ROCK QUALITY DESIGNATION – CLASIFICACIÓN RQD**

La clasificación RQD trata sobre la clasificación de la calidad de la roca propuesta por Deere en 1964.

Según Bongiorno (2013) señala que el RQD indica la calidad de la roca y que puede ser determinada a partir de testigos de rocas mayores a 10 cm recuperados a partir de perforaciones diamantinas o a partir de juntas  $J_v$ , las cuales indican el número de juntas por  $m^3$  que han sido observados anteriormente en un afloramiento.

La calidad de la roca (RQD) asigna una clasificación al macizo rocoso que está dado por porcentaje, podemos decir que la roca es competente cuando alcanza

un 100% y menos competente cuando posee un porcentaje de 0%. (Ver anexo n°3, tabla 11).

Este sistema se encarga básicamente de medir la frecuencia de la cantidad de fracturas que se aprecian en el macizo rocoso. El valor del RQD disminuirá si es que la frecuencia de fracturas va en aumento.

La designación del tipo de roca fue desarrollada originalmente para taladros de perforación diamantina con un diámetro mayor o igual a 5.4 cm. Pero comúnmente las perforaciones para exploración utilizan un diámetro menor de perforación, tales como diámetros de 47.6mm para BQ y 50.5mm para NQ.

Cuando realizamos una perforación diamantina menor a lo indicado es muy propenso a soportar roturas impulsadas a través del desarrollo de la perforación manipulado, según Brown (1978) indico que los diámetros de los testigos indicados con anterioridad (BQ y BN) son convenientes para la recopilación de datos geotécnicos.

Para lograr obtener un valor al RQD se realiza una relación entre la suma de las longitudes de todas sus partes mayores a 10 cm y la longitud total de la corrida de la perforación, lo cual nos arrojará en porcentaje. El RQD es medido regularmente para cada corrida de perforación. En muchas ocasiones son anotados para las diferentes longitudes de taladro, por ejemplo, cada 10 cm. Lo principal es lograr calcularlo dentro de un igual ámbito geotécnico que es descrito por el tipo litológico.

Se recomienda los siguientes parámetros para el cálculo del RQD:

- ✓ En la longitud total del testigo debe ser adjuntada la longitud del testigo no recuperado.
- ✓ Para el cálculo RQD no se debe tomar en cuenta las fracturas prolongadas en el eje del testigo.
- ✓ Debe ignorarse las roturas o fracturas mecánicas o creadas por la manipulación del testigo.
- ✓ Debe ser desechados en los cálculos las roturas impulsadas por esfuerzos.
- ✓ Los testigos deben ser frescos para evaluar el cálculo RQD, ya que

algunos suelen deteriorarse.

- ✓ Para una mejor representación del RQD se debe tener en cuenta los taladros perforados en distinto rumbo y buzamiento.
- ✓ No es recomendable para la roca poco competente ser registrada con un RQD al 100%

#### ➤ **Frecuencia lineal de discontinuidades**

Se considera una opción al RQD. La frecuencia lineal discontinuidades se considera un índice para la estimación de intensidad de juntas que posee un macizo rocoso. Tiene un cálculo simple que consiste en agregar el número de discontinuidades naturales por metro de muestreo.

Villaescusa (1992) dio una propuesta de tabla la cual relaciona distintas condiciones del macizo rocoso que se espera con el RQD y la frecuencia lineal de las discontinuidades. La tabla se puede observar en el (Ver anexo n°3, tabla 12)

En campo, el RQD con valor alto no puede ser traducido como roca de alta calidad. Es posible longuar 150 cm de salbanda arcillosa intacta y darle una descripción de 100% en su RQD. Esto llega a ser cierto porque se basa en la explicación real del RQD, pero ciertamente es engañosa pues da la sensación de que se trata de una roca apta. Para prevenir este tipo de problemas, se acoplo el parámetro de Robertson (1988) llamado HRQD. Dicho es de igual forma que el RQD después de que el testigo han sido utilizados establemente en un tanteo por fracturamiento diminutos. Mientras se realiza el proceso, el testigo se gira y dobla fijamente, pero sin emplear una fuerza substancial ni otro material

Comúnmente, se requiere una evaluación del RQD en zonas en las cuales se ha logrado realizar el mapeo lineal de detalle o mapeo por celdas. Es dichas zonas los testigos no son requeridos ya que se logra obtener una mejor visión del macizo rocoso a partir del mapeo. A diferencia de otros casos, es recomendable estimar el RQD con los siguientes métodos:

- ✓ La información del mapeo por línea es obtenida mediante un

espaciamiento promedio de juntas que consta del número de discontinuidades divididas por la longitud transversal. Bieniawski (1989) vincula el RQD con el espaciamiento promedio de las discontinuidades. Es importante indicar que el RQD máximo, retribuye a la descripción sugerida por Priest y Hudson. La estimación del RQD se da a partir del espaciamiento promedio de las discontinuidades fundamentado posteriormente en la ecuación de Priest y Hudson (1976):

$$RQD = 100 * e^{-0.1\lambda} * (1 + 0.01\lambda)$$

Donde:

$$\lambda = \frac{1}{(\text{frecuencia de discontinuidades})}$$

- ✓ Se podrá conducir a una estimación conservadora si se relaciona el espaciamiento de las discontinuidades con el RQD promedio. El uso de la ecuación es posiblemente lo más adecuado. Por lo contrario que también se debe observar que este vínculo depende del rumbo del eje de la medición. Para lograr un espaciamiento de discontinuidades promedio debe encontrarse una categoría significativa de valores RQD permisibles.



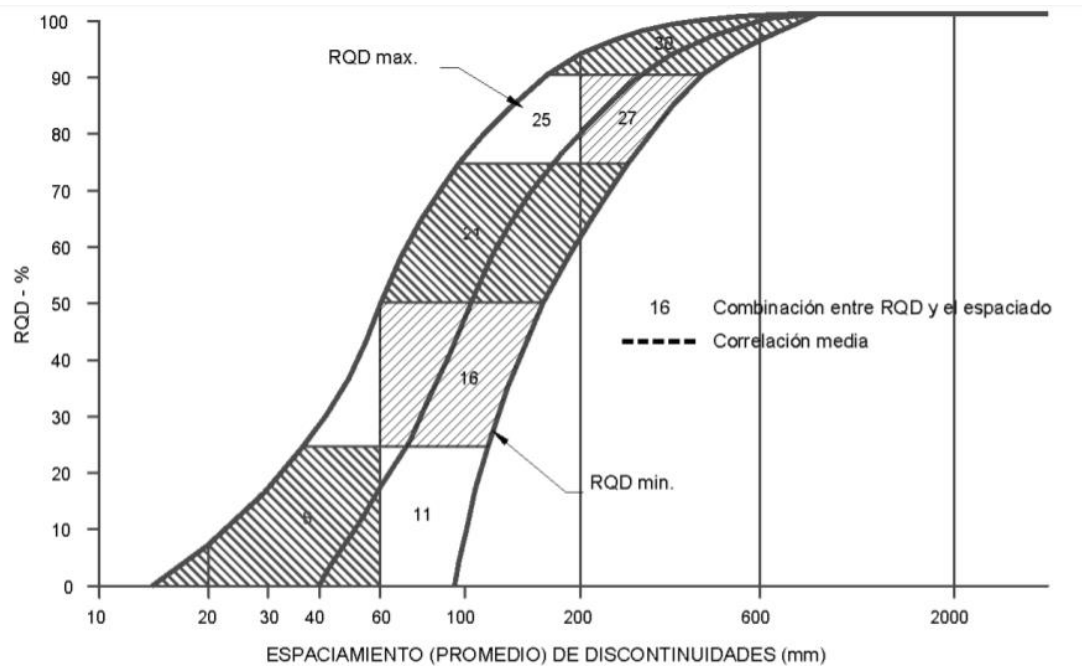


Figura 2. Relación entre espaciamiento de discontinuidad y RQD, Bieniawski (1989)

Fuente: GEOTECMIN

### ROCK MASS RAITING – CLASIFICACIÓN RMR

La clasificación del macizo rocoso – RMR fue planteada por el Ing. Bieniawski en 1973 y posteriormente fue actualizada entre los años 1976 – 1989.

Según dice OSINERGMIN (2017) en la “Guía de criterios geomecánicos” indica que la puntuación de la clasificación del macizo rocoso varía entre el 0 a 100 puntos, teniendo un valor para la roca muy mala de 0 y para la roca muy buena de 100.

Encontramos los siguientes parámetros para el sistema RMR:

- ✓ Resistencia a compresión simple del macizo rocoso
- ✓ Grado de fracturación (RQD)
- ✓ Espaciado de las discontinuidades
- ✓ Estado de las discontinuidades
- ✓ Condiciones hidrogeológicas

Se observa el análisis de los valores de RMR de Bieniawski (1989) (Ver anexo n°3, tabla 13)

La puntuación absoluta del RMR está definida por:

$$RMR = (I) + (II) + (III) + (IV) + (V) - \text{Ajustes por orientación de discontinuidades}$$

### **GEOLOGICAL STRENGTH INDEX - CLASIFICACIÓN GSI**

El índice de resistencia geológica fue propuesta por Hoek en 1994 y constituye un sistema de clasificación del macizo rocoso mediante la observación de varios factores geológicos.

Según Bazan; et al (2012) explica que el GSI considera dos parámetros fundamentales; la condición estructural del macizo rocoso y la condición superficial del mismo.

Se tiene en cuenta las condiciones en superficie, si esta se encuentra alterada o si presenta erosión, también el tipo de textura que posee y el tipo de recubrimiento que existe.

A partir de la litología, estructura y la condición de la superficie de las discontinuidades, se evalúa el valor promedio de GSI. No se intenta ser muy preciso. Si el rango se encuentra en los 33 y 37, se recomienda fijar el GSI a 35. También es necesario notar que la tabla geomecánica GSI no se aplica a mecanismos de falla controlado por estructuras.

Donde se presenta planos estructurales débiles en una orientación desfavorable con respecto a la cara de la excavación, estos dominarán el comportamiento del macizo rocoso.

La resistencia al corte de las superficies en rocas son propensas a deteriorarse como resultado de cambios en la humedad, se reducirá cuando exista presencia de agua.

Cuando se trabaje con rocas de categoría regular a muy mala, puede moverse hacia la derecha para condiciones húmedas. La presión de poros se maneja con un análisis de esfuerzos efectivos.

### **1.3.3. Teorías de la variable dependiente**

El estudio geomecánico es importante en el proceso de determinar el uso adecuado de gaviones, con el motivo de conocer el tipo de roca que se utilizara para el relleno de los gaviones. Al realizar el estudio geomecánico obtuvimos como resultado una caracterización geomecánica del macizo rocoso, que fueron analizados a través de ensayos simples. Es por ello que la clasificación de la roca permite establecer y prevenir accidentes.

#### **a. Teorías relacionadas a los gaviones**

Según Bianchini Ingeniero, S.A (2017) indica que: El Gavión se basa en una caja de estructura prismática rectangular de enrejado metálico de malla hexagonal de triple torsión, confeccionado con alambre galvanizado fortificado con Galfan. Los gaviones son rellenos con cualquier material similar a las piedras o rocas, este caso de canteras u obras similares que se encuentren aledañas a la zona de trabajo. Se utiliza en diferentes ambientes para la defensa ante deslizamientos de tierras, revestimiento de ríos, también es utilizado en barrancos, vías, carreteras, refuerzo de presas, reparación de taludes y entre otras aplicaciones

### **COMPOSICIÓN DE GAVIONES**

Los gaviones se encuentran compuestos por mallas de alambre galvanizado y están llenas de piedra caliza, estas forman cajas unidas por amarres de alambre.

#### **➤ Alambre galvanizado**

El alambre es sometido a diversos tratamientos térmicos de precocido y este da como resultado uniformidad al producto para que después sea expuesto a un baño de zinc por métodos electrolítico. A dicho recubrimiento de zinc se le llama “galvanizado”. (Ver anexo n°3, tabla 14)

#### **➤ Mallas**

Las mallas pueden ser de tipo hexagonal, eslabonado simple y electrosoldada. Para la tesis utilizamos el tipo de malla hexagonal.

La malla hexagonal es utilizada tradicionalmente alrededor del mundo, posee la forma de un hexágono. Las dimensiones dependen de la distancia ente entorchados colineales y el ancho entre los dos entorchados paralelos.

El grosor del alambre en este tipo de gaviones varía entre los calibres del 12 al 15 y dimensiones 12x14 y 8x10 cm.

Dicha malla es capaz de tolerar esfuerzos en varias direcciones, sin producirse alguna rotura y conserva una flexibilidad para movimientos en cualquier dirección. (Ver anexo n°4, Figura 9)

#### ➤ **Unidades de gaviones**

Los gaviones para muro de contención tienen como unidades 1.0 m de ancho, altura entre 30 y 100 cm, y largo entre 150 y 4.0 cm.

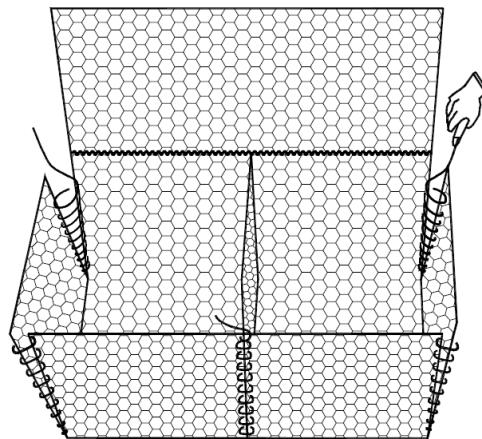
Para su fabricación se utiliza mallas:

- ✓ De triple torsión, en calibres 11 y 13 y escuadrías 8 x 10 a 10 x 12 relativamente.
- ✓ Electrosoldadas de 10 o 12 con espaciamientos de 10 y 7.5 cm relativamente.

### **PROCESO CONSTRUCTIVO DE LOS GAVIONES**

#### ➤ **Rellenado de gaviones**

Los gaviones fueron rellenos con piedra caliza con un tamaño menor a los 10 cm (en ciertos casos acepta un diámetro de 8 centímetros).



*Figura 3.* Diafragmas interiores en unidad de gaviones

Fuente: erosion.com.co

Para una buena instalación de gaviones se recomienda seguir los siguientes pasos:

- ✓ Diseño de gaviones dependiendo de estándares de fabricación.
- ✓ Se debe fabricar los gaviones de todos sus lados, de modo que las tapas y diafragma logren acoplarse en el lugar de construcción.

- ✓ Si es que la longitud de los gaviones excede en 1.5 veces, se debe realizar una división de diafragmas en el ancho horizontal del gavión con igual calibre y malla del cuerpo del gavión.
- ✓ Al momento de colocar las unidades en primer lugar debe ser de las esquinas cociéndose correctamente y después se realiza la colocación de los diafragmas.
- ✓ Las aristas de los gaviones serán cocidas con alambre, de tal manera que todos los espacios de gavión sean cocidos.
- ✓ Los gaviones son anclados para ser aseguradas y que el desclasamiento no logre arruinar la cimentación del gavión. Es recordable indagar un metro bajo el nivel de fondo de la corriente.
- ✓ Antes de proceder al llenado de los gaviones, debe de ser estiradas correctamente para que las uniones puedan cerrarse y asegurar todas las aristas y caras.
- ✓ Lo primero que se debe realizar para el relleno es colocar una capa de 30 cm de altura y de inmediato se debe colocar enlaces de alambre al interior para unir las caras opuestas del gavión. Es recomendable instalar uniones cada 30 cm de longitud de gavión.
- ✓ Se coloca la segunda capa de también 30 cm y nuevamente se colocará los conectores de alambre. Terminado esto se procede a la realización de la tercera capa.
- ✓ Es recomendable utilizar rocas de tamaño apropiado y de acuerdo a los diseños. El diámetro de la piedra entre los 7 a 13 cm para recubrimiento y de 10 a 30 cm para muros.
- ✓ Ya llenado la caja con piedras se procede a tapar los gaviones y coser todas las aristas y así como también los espacios del gavión haciendo una alteración con costuras sencillas y dobles.
- ✓ Por último, se realiza el cosido de los gaviones entre las caras verticales y en sus aristas. Se coloca las nuevas unidades que se encuentran desocupadas y se cosen unas con otras en todas sus aristas.

➤ **Flexibilidad**

La flexibilidad va a depender de:

- ✓ Tipo de malla
- ✓ Calibre y Dimensiones
- ✓ Tamaño de los cantos
- ✓ Forma de los cantos
- ✓ Número de Tirantes y separadores
- ✓ Altura del gavión

La malla hexagonal es la segunda malla más flexible. Si el diámetro del alambre es superior, también lo será su rigidez. Los gaviones que poseen cantos menores son más flexibles que uno con cantos mayores. Cuanto sea superior el número de tirantes será superior la rigidez. Los gaviones que poseen menor altura, es decir de 10 a 50 cm, poseerán una flexibilidad mayor que las de 100 cm de altura.

## **ESPECIFICACIONES PARA GAVIONES**

Se tomó en cuenta una marca específica “MACCAFERRI” y sus especificaciones son las siguientes:

➤ **Descripción general**

Los gaviones de tipo estándar serán fabricados con refuerzos de los bordes y malla. El gavión se divide mediante diafragmas si es que el largo supera a una vez y medio el ancho del gavión.

➤ **Malla**

La malla ha sido de tipo hexagonal a doble torsión. La malla tendrá una medida de 8 x 10 cm.

➤ **Alambre**

Todo alambre utilizado en la elaboración de gaviones se basa conforme a normas como las B.S.S. 1052/1942 “Mild Steel Wire”, también el alambre dependerá la carga de rotura que posee una medida de 18-50 kg/mm<sup>2</sup>. Por otro lado el diámetro del alambre que es utilizado en la confección de la red y debe ser de 0.27 o 0.30 cm.

➤ **Estiramiento de alambre**

El estiramiento no debe ser inferior al 12%. Se realiza una prueba en una muestra de alambre de 30 cm de largo.

➤ **Galvinación**

Todo alambre utilizado para los gaviones y amarres debe ser galvanizado acorde a las normas B.S.S 443/1969 “Galvanized Costing On Wire”.

➤ **Refuerzo de los bordes**

Absolutamente todos los bordes de los gaviones deben reforzarse mecánicamente y así impedir un deshile de la red y que pueda adquirir la misma resistencia de la malla.

El diámetro deberá ser menor al alambre utilizado en los bordes, es decir, para un tipo de malla 8 x 10 con alambre y un Ø de 0.3 cm, el diámetro en los esfuerzos de los bordes será igual o superior a:

- 0.39 cm
- 0.34 cm
- 0.30 cm

➤ **Dimensiones de los gaviones**

Medidas de los gaviones

- Ancho = 100 cm
- Largo = 200 cm, 300 cm o 400 cm
- Alto = 50 cm o 100 cm

➤ **Alambre de amarre**

Se provee cerca a los gaviones una proporción de alambre para poder efectuar todas las operaciones. La medida de hilo de atadura se aproxima al 5% del peso del gavión.

El alambre de amarre tendrá un diámetro de:

- Gaviones con alambre de 0.24 cm y un Ø de 0.30 cm.
- Gaviones con alambre de 0.24 cm y un Ø de 0.27 cm.
- Gaviones con alambre de 0.24 cm y un Ø de 0.24 cm.

➤ **Diafragmas**

Es utilizada en los gaviones, sobre todo cuando se quiere realizar una división entre ellas, mediante una intersección de los diafragmas que forman celdas de largo superior a una vez y medio el ancho del gavión.

➤ **Flexibilidad**

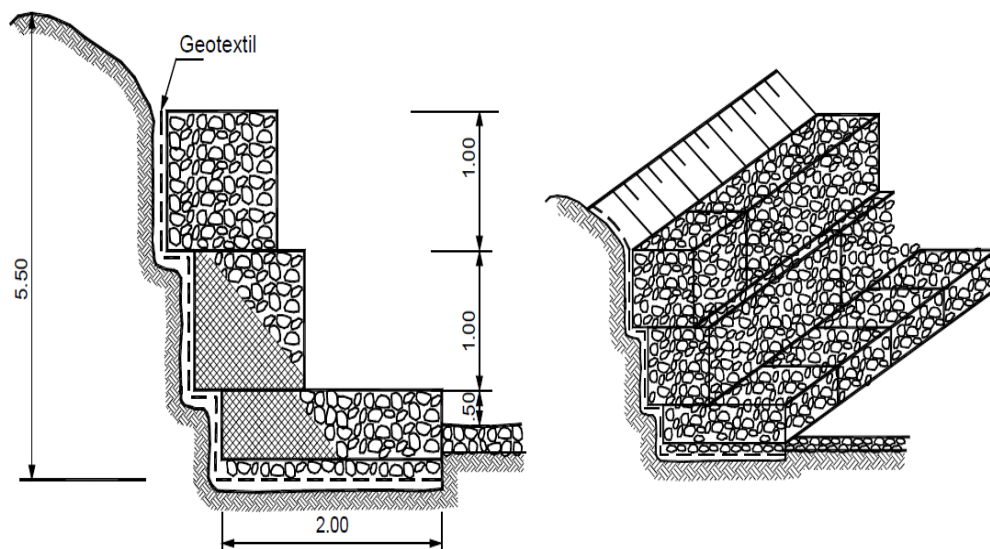
- Alambre: la flexibilidad admitida es de  $\pm 2.5\%$  sobre el diámetro de los alambres conforme a la norma B.S.S 1052/42; el peso del gavión está sometido a una tolerancia de  $\pm 5\%$ .
- Gaviones: la flexibilidad admitida es de  $\pm 5\%$  sobre el alto y ancho de gaviones y una flexibilidad de  $\pm 3\%$  sobre el largo.

## MUROS DE GAVIONES

Constan de estructuras de gravedad y su diseño sigue la práctica standard de la Ingeniería Civil. La flexibilidad el muro de gaviones puede desproporcionarse sin esfuerzo al ser impuesto a presiones.

Si se desea una estructura rígida deberá emplearse mallas electrosoldada y rellenar los gaviones con cantos grandes y angulosos.

Por otro lado, la malla de doble o triple torsión tolera una flexibilidad superior a comparación de la malla electrosoldada.



*Figura 4.* Muros de gaviones

Fuente: erosion.com.co



## **ESTABILIDAD DEL MURO DE GAVIÓN**

Para los muros de gaviones se considera dos tipos de escalones que los internos y externos. El primero muchas veces es preferido solo por razones de estética, pero para que el gavión sea estático se recomienda el escalón externo ya que resultan generalmente más adecuados

Para la estabilidad de muros de gaviones consideramos el factor de seguridad al deslizamiento, al volteo y a la distribución de presiones.

El deslizamiento posee un factor de seguridad menor al 1.5 para relleno de baja cohesión y para rellenos cohesivos cerca de 2.0.

$$F_{\text{deslizamiento}} = \frac{\sum \text{Fuerza resistentes}}{\sum \text{Fuerza actuales}}$$

El vuelco posee un factor de seguridad de 1.5 y 2.0 como valor sugerido para suelos cohesivos.

$$F_{\text{volcamiento}} = \frac{\sum \text{Momentos resistentes al volcamiento}}{\sum \text{Momento de volcamiento}}$$

## **PROTECCIÓN Y ESTABILIDAD DE TALUDES**

Los muros son utilizados para la protección de taludes ya que son creados para dicha función, en muchos casos debe operarse en terrenos inseguros. Se debe tener en cuenta los materiales para la construcción de muros de gaviones y estas serán de muy buena resistencia, para así poder tener y garantizar mayor vida útil de la estructura y ofrecer garantía ante cualquier fenómeno natural.

## **VENTAJAS DEL USO DE GAVIONES**

Decidimos utilizar los gaviones como método de sostenimiento ya que entre sus múltiples ventajas encontramos las siguientes:

- Los gaviones como muros de contención se adaptan cómodamente al medio ambiente, proporcionando una rehabilitación del paisaje a diferencia del hormigón que posee incapacidad del impacto visual final.
- En el caso del relleno de los gaviones se utilizaría la roca meteorizada que se encuentra en la superficie de los sectores de producción A y B ya que estaríamos dándole una reutilización a esa roca que solo es almacenada en la cantera generando contaminación y sin ningún propósito.
- Con lo que respecta a los materiales para el armado del gavión son completamente sencillos y prácticos de transportar a los diferentes sitios que los requieren, fáciles de descargar, puesto que los entregan como si fueran láminas y se arman en el lugar de la construcción de los mismos.
- En la actualidad existen diversos tamaños que varían de uno a cuatro metros de longitud, de cincuenta centímetros a un metro de alto y semejantes proporciones para el ancho, también se permiten curvas con un radio amplio. Es favorable realizar la construcción de gaviones a medida para cualquier tipo de necesidades, como en este caso para prevenir el deslizamiento del talud.
- Sobre todo, los gaviones en este caso tienen un tiempo de vida de 60 a 80 años y también resalta que son altamente resistentes a la corrosión gracias al recubrimiento de Galvan.
- Los gaviones no requieren bases de cimentación gracias a que estos se logran soportar sobre el terreno sin la necesidad de utilizar otro tipo de estructura, en su naturaleza trabajan a gravedad.
- Las ejecuciones de construcciones de gaviones no necesitan una mano de obra especializada, ya que se puede capacitar a personal y realizar el trabajo bajo supervisión.
- En el caso de ocurrir un cambio por ejemplo por hundimiento de su base, esto vendría a ser una característica funcional y no un defecto, manteniendo su solidez estructural sin fracturas.

Las ventajas de este método son múltiples, en las que encontramos las siguientes: reducir el tiempo de ejecutar la construcción de los gaviones, su armazón flexible puede permitir ajustarse a los diversas inclinaciones o desniveles y asentamientos fijos del terreno, se ajusta adecuadamente con el medio ambiente, posee buena fijación a los variados tipos de suelos, y también posee una magnífica versatilidad

arquitectónica, ya que estamos hablando de una estructura monolítica que trabaja por gravedad.

Podemos decir que los gaviones cuentan con un sistema de mantenimiento ya que están conformadas por una malla la que, inciertamente, podría padecer cortes ocasionados por las piedras. Ventajosamente las mallas pueden ser reparables o reemplazables, depende de cual sea la situación, se sustituye parte del paño de malla.

Claramente, los gaviones poseen capacidades técnicas y económicas en comparación a soluciones como las del enrocado que es una solución mucho más costosa. Se reafirma así que la selección del material es de suma importancia, incluso para poder disminuir los costos integrales de construcción.

### **COMPLEJIDAD DE LOS GAVIONES EN EL MEDIO AMBIENTE**

Los gaviones complacen las posibilidades de una ejecución apropiada y satisfacen no solo con la estética del medio ambiente, sino que también en este caso nos ayudan a darle utilidad a la roca meteorizada que no cumplía ninguna función todo lo contrario estaba generando un acopio, los gaviones también nos presentan una larga vida útil sobrepasando los 50 años tiempo suficiente para recuperar la inversión, se caracterizan también por una construcción sencilla, económica y rápida.

La estructura de alambre de los gaviones se fabricada de fuerte galvanizado, puede contener o no revestimiento de PVC, se puede trabajar como una unidad individual o conjuntarse con otras para elaborar una gran estructura, de asentamiento, monolítica.

Los gaviones son provechosos para una secuencia de diversas utilidades, equivalente a un muro de contención, también se puede utilizar para la estabilidad de taludes; entre sus múltiples usos tenemos que pueden ser utilizados para preservar alcantarillas, orillas de los arroyos, y diversos canales de alta velocidad contra el escurrimiento fluvial, inclusive pueden formar una compleja variedad de estructuras tanto estética y estáticamente agradables.

La habilidad y capacidad que nos muestran las estructuras o armazones de

gaviones interviniendo como barreras para evitar los ruidos que se generan al explotar el material de la cantera debe ser notoriamente destacada, esto ocurre gracias a los vacíos de las rocas, podemos finalizar diciendo que así aportamos grandemente evitando la contaminación acústica tanto para los trabajadores como para los pobladores que habitan cerca de la cantera, las estructuras de gaviones son excelentes para absorber ruidos.

Si se desea aportar mucho más al medio ambiente se podría optar por la opción de hacer crecer vegetación en la superficie de los muros de gaviones, las variedades seleccionadas de plantas se pueden plantar con un procedimiento planificado. La utilidad propone diversas virtudes y ventajas discrepando con otros modelos de estructuras.

Se puede utilizar como una opción agradable al medioambiente la vegetación recurriendo al limo con el cual se podría llenar vertiginosamente las cavidades intersticiales que se encuentran en el relleno de rocas de los gaviones, agregando fuerza y atractivo al resultado final de los gaviones

Una vez que se realiza toda la ejecución de construcción de los muros de gaviones, las armazones de los gaviones son ventajosamente libres de mantenimiento, se recalca que, como opción y propuesta, pueden ser cubiertos con tierra y vegetación para mejorar el aspecto. Estético sin ser esta una necesidad obligatoria.

#### **1.3.4. Marco legal**

##### **a. Normativa ambiental**

DECRETO SUPREMO N° 022-2002 - EM, Reglamento para la protección ambiental en la actividad MINERO – METALURGICO en el capítulo II, Artículo 10 (2002):

“PAMA (programa de adecuación y manejo ambiental) “

##### **b. Normativa de seguridad**

DECRETO SUPREMO N° 024 – 2016, REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL EN MINERIA en el CAPITULO 1, ARTÍCULO 33 (2017) expresa que:

“Para la realización de alguna actividad minera debe contar principalmente con estudios y actualización geológicas, geomecánicas, geotécnicas, hidrogeológicas, estabilidad de taludes, parámetros de diseño, técnicas de explosivos y voladura, transporte, sostenimiento, ventilación y relleno, según corresponda”

### **c. Normativa legal**

DECRETO SUPREMO N° 006 – 2014 – TR LEY N° 29783 y su modificatoria la LEY N° 30222, “LEY DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO (2016), señala que:

“Se encarga de promover una cultura de prevención de riesgos laborales en el país, basándose en la observación de los trabajadores, el rol de fiscalización, control del Estado y la colaboración de los empleadores y sus organizaciones sindicales”

### **d. Normativa técnica**

NORMA CE. 020 ESTABILIDAD DE SUELOS Y TALUDES (2012), tiene como objetivo:

“Mejoramiento solicitado de la resistencia de suelos y estabilidad de los taludes mediante las condiciones técnicas mínimas, además de los métodos químicos, mecánicos o topográficos”

### **e. Normativa de gestión y prevención de desastres**

DECRETO SUPREMO N° 048 – 2011 – PCM, LEY N° 29664, “SISTEMA NACIONAL DE GESTION DEL RIESGO DE DESASTRES” (2014), indica que:

“El SINAGERD, ha sido designado como sistema internacional, sinérgico descentralizado, trasverla y participativo, con el objetivo de la educación e identificación de riesgos asociados a peligros, así como también evitar que se generen nuevos riegos y sobretodo estar preparados y atentos a situaciones futuras de desastres mediante el establecimiento de principios, lineamientos políticos, integrantes, desarrollo e instrumentos de la gestión

#### 1.4. Formulación del problema

¿Cómo determinar el uso adecuado de gaviones que requiere la cantera PROVEN III de acuerdo al estudio Geomecánico?

#### 1.5. Justificación

- a. **En lo social:** la presente investigación servirá para que los trabajadores puedan desarrollarse en un ambiente seguro y puedan desempeñarse sus labores con total tranquilidad ya que se tiene antecedentes de dos casos de fatales ocurridos en la zona por motivo de falta de señales de seguridad y sobre todo de capacitación de seguridad.
- b. **En lo económico:** la presente investigación es de suma importancia porque servirá de ejemplo para que empresas relacionadas al rubro tengan una guía y puedan elegir un sostenimiento adecuado dependiendo del tipo de roca, para que puedan obtener un mayor beneficio en el rendimiento al momento de extraer la roca y sobre todo evitar pérdidas humanas las cuales generan un costo a la empresa que pueden evitar capacitando al personal de manera adecuada ya que el recurso humano es irrecuperable.
- c. **En lo tecnológico:** se desea que la extracción de la piedra caliza sea de manera razonable y se aproveche en su totalidad la producción de acuerdo a la vida útil median uso de tecnología y convertirla de una extracción empírica a una mecanizada.
- d. **En lo ambiental:** El macizo rocoso de la cantera estudiada tiene alteraciones en su estructura debido a los agentes geológicos externos como las lluvias, vientos y los cambios de temperatura, los cuales generan inestabilidad en la roca que se encuentra muy degradada y esto ha provocado diversos desprendimientos por tal motivo hemos recurrido a un estudio geomecánico para que a través de dicho estudio se pueda proponer un sostenimiento adecuado en la cantera. Las inestabilidades de las canteras son solucionadas con un adecuado sostenimiento y con una previa evaluación geomecánica que supere al factor de seguridad.

## **1.6. Hipótesis**

Si se realiza un estudio geomecánico en la cantera PROVEN III, se podrá determinar el uso adecuado de gaviones.

## **1.7. Objetivo**

### **1.7.1. General**

- Realizar un estudio geomecánico para determinar el uso adecuado de gaviones que requiere la cantera PROVEN III.

### **1.7.2. Específicos**

- Realizar ensayo en laboratorio de Mecánica de Rocas
- Determinar la calidad del macizo rocoso y el tipo de roca en base a la clasificación geomecánica.
- Proponer un diseño de gaviones para la zona crítica de la cantera
- Estimar costos de gaviones

## **II. MÉTODO**

### **2.1. Tipo y diseño de investigación**

Según la naturaleza de la investigación, los objetivos formulados y la hipótesis planteada, el tipo de investigación es cuantitativa con el Diseño No experimental Descriptivo transversal porque solo se recolectará y se analizará datos en un periodo de tiempo específico. Según Hernández, Fernández y Batista (2014) las investigaciones transversales son datos recolectados en un único tiempo. Su principal propósito es la descripción de variables y así poder analizar si acontece o corresponde a un momento dado.

### **2.2. Operacionalización de Variable**

#### **2.2.1. Definición conceptual**

##### **a. Variable independiente**

##### **ESTUDIO GEOMECÁNICO**

La geomecánica es una ciencia utilizada para el estudio de la maza rocosa y también para conocer la calidad de roca por medio de parámetros geomecánicos como el RMR, RQD y el GSI. Su objetivo principal la estabilidad de taludes.

##### **b. Variable dependiente**

##### **USO DE GAVIONES**

Los gaviones un tipo de muro de contención con forma de prisma rectangular, constituida por alambre galvanizado reforzado con Galfan que forman una malla hexagonal de triple torsión, los cuales son rellenos con piedras de canteras, en este caso se utilizó la piedra caliza.



### 2.2.2. Cuadro de Operacionalización de Variables

VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	SUB INDICADORES	ÍNDICE	TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN
Estudio geomecánico	Clasificación geomecánica	Índice de Calidad de la Roca (RQD)	Calidad de Roca	Porcentaje	Observación	Guía de observación	Tablas RQD
		Clasificación del macizo rocoso (RMR)	Tipo de la roca	Escala			Tablas RMR
		Índice de Resistencia Geológica (GSI)	Tipo de Roca	Escala			Tablas GSI

<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>SUB INDICADORES</b>	<b>ÍNDICE</b>	<b>TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN</b>	<b>INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN</b>	<b>INSTRUMENTO DE MEDICIÓN</b>	
Gaviones	Tipo de Gaviones	Gavión colchón	Geología regional	Rasgos Litológicos	Observación	Guía de Observación	Carta Geológica Nacional	
			Topografía general	Coordenadas			GPS - Cinta métrica - Brújula	
			Diseño	Razón				
	Estimar Costos	Costo de Gaviones			\$	Observación	Guía de Observación	Registro de costos
						Entrevista	Cuestionario	

## **2.3. Población y muestra**

### **2.3.1. Población**

Como población se abarcará a la cantera PROVEN III se encuentra ubicada entre los distritos de Cayaltí – Zaña – Pucalá, con una extensión de 100 hectáreas (Ver anexo n°5, Figura 13)

### **2.3.2. Muestra**

Como muestra se especifica en el talud de Sector C donde se desarrolla la propuesta de diseño de gaviones (Ver anexo n°5, Figura 22)

## **2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos y validez y confiabilidad**

### **2.4.1. Técnicas de recolección de datos**

Las técnicas para poder recolectar datos, realizadas en la caracterización geomecánica del macizo rocoso, fueron las siguientes:

- Observación
- Entrevista

### **2.4.2. Instrumentos de recolección de datos**

#### **a. Guía de observación**

##### **➤ Guía de observación de laboratorio**

Se empleó el formato de observación de laboratorio con el objetivo de descifrar al detalle los datos obtenidos en el ensayo a la compresión uniaxial que fue realizado en el laboratorio de mecánica de rocas. (Ver anexo n°2 - a)

##### **➤ Guía de observación de clasificación geomecánica**

Se utilizó un formato en donde se describió y se caracterizó al macizo rocoso geomecánicamente y tomando en cuenta la clasificación geomecánica RQD, RMR y GSI. (Ver anexo n°2 - a).

##### **➤ Guía de observación geológica**

Se empleó el formato en donde se describió el estudio geológico regional según la información de la zona del proyecto por medio un diagnóstico del macizo rocoso. (Ver anexo n°2 - a).

➤ **Guía de observación topográfica**

Se empleó un formato mediante el cual se describe las coordenadas WGS84 y se utilizó un GPS. (Ver anexo n°2 - a).

➤ **Guía de observación de registro de costos para gaviones**

En este caso se empleó un registro de costos hecho en el Microsoft Excel, con el fin de conocer los costos de gaviones dependiendo del grosor de alambre, tipo de malla, costo de instalación. (Ver anexo n°2 - a).

**b. Entrevista**

➤ **Cuestionario**

El formato de cuestionario se empleó para que sea respondida por el gerente general de la cantera para saber el conocimiento que tiene sobre la importancia de sostenimiento en minería, en este caso los gaviones y el ingreso mensual de la cantera. (Ver anexo n°2 - a).

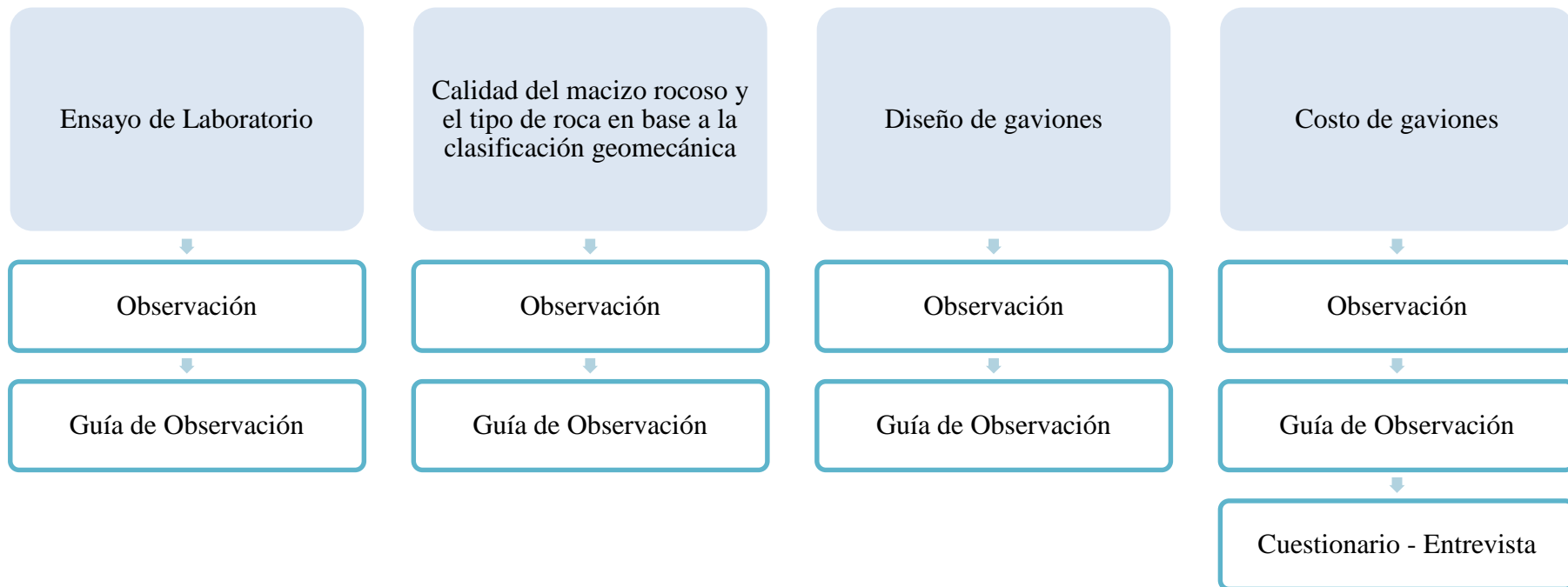
**2.4.3. Validez y confiabilidad**

En la presente investigación se ha utilizado para la primera variable (Estudio geomecánico) los instrumentos como la guía de observación. Para la segunda variable (Uso adecuado de gaviones) se ha utilizado el instrumento de guía de observación y entrevista.

Dichos instrumentos presentan un alto grado de confiabilidad teniendo en cuenta la problemática presente en la cantera PROVEN III, conlleva esta investigación a presentar una validez con la ayuda de especialistas metodológicamente y expertos en nuestra línea de investigación que en este caso es análisis de estabilidad de taludes, enfocados para el buen desarrollo de este informe de tesis, aclarando que la elaboración de estos instrumentos es de nuestra autoría. (Ver anexo n°2 - b).

## 2.5. Procedimiento

### 2.5.1. Diagrama de procesos



## 2.5.2. Descripción de procesos

### ➤ Realizar ensayos en el laboratorio de Mecánica de Rocas

Se realizó un tipo de ensayo para poder identificar las características del tipo de rocas; el ensayo de resistencia a la compresión uniaxial mediante el equipo de compresión uniaxial.

#### A. Principio

El ensayo servirá para calcular la resistencia a compresión uniaxial de una muestra extraída en la cantera PROVEN III. También servirá para determinar su resistencia, este ensayo proporciona constantes elásticas de la roca intacta. La importancia de este ensayo radica primordialmente en que a partir de la resistencia a la compresión uniaxial de la roca intacta permita clasificar los diferentes tipos de rocas a grandes rasgos. Además, se sabe que en la práctica no siempre es posible obtener una muestra de testigo exactamente de 50mm de diámetro, es por esa razón que se debe realizar factores de corrección para estandarizar los resultados que se obtendrán

#### B. Objetivo

El objetivo del presente ensayo es la determinación de la resistencia a la compresión uniaxial de la roca intacta.

#### C. Materiales

La roca caliza se define como un tipo de roca sedimentaria compuesta por carbonato de calcio, generalmente calcita. También presenta traza de magnesita y otros carbonatos.

#### D. Equipo:

- ✓ Equipo de compresión uniaxial
- ✓ Perforadora diamantina saca testigos
- ✓ Máquina de corte directo
- ✓ Equipo de protección personal

#### E. Procedimiento

- ✓ Se asegura la base de acero para poder dar vuelta libremente encima de su base.
- ✓ Se limpian ambas caras de los bloques del testigo.
- ✓ Después se coloca al testigo en la base inferior y la base superior se acerca hacia el testigo de manera graduada para luego obtener un asentamiento homogéneo de la carga sobre el testigo.
- ✓ Muchas muestras fallan por la resistencia a la compresión de manera brusca. Se coloca una malla para proteger alrededor del testigo para prever daños por fragmentos de roca voladas.
- ✓ El peso de la carga se aplicará de forma secuencial, con una razón firme de modo que la falla ocurra en el intervalo de 5 y 10 minutos posteriores a la iniciación de la carga.
- ✓ Se registrará la carga máxima superior aplicada sobre el testigo.

#### F. Normativa

Normas: ASTM D4543, D3148, D29938

Son métodos sugeridos que nos sirven como dato tanto para la resistencia a compresión y también para deformabilidad uniaxial en los diferentes rocosos en donde se trabaja. El ensayo uniaxial es llevado a cabo aplicando cargas crecientes a velocidades de tensión constantes entre 0.5 MPa/s y 1.0 MPa/s. Los valores de deformación radial y axial son medidos con gran presión.

#### G. Costo

En costo del ensayo de compresión uniaxial es de s/.700.00 y se realizará en el laboratorio de mecánica de roca de la Universidad Cesar Vallejo.

#### H. Tiempos

Realizar un ensayo de carga puntual toma aproximadamente 45 minutos.

➤ **Determinar la calidad del macizo rocoso y el tipo de roca en base a la clasificación geomecánica.**

A. Principio

El estudio geomecánico es importante en el proceso para determinar el uso adecuado de gaviones, por el motivo de conocer el tipo de roca que se utiliza para el llenado de los gaviones, debido a que estos deben ser competentes capaces de soportar cargas mayores.

B. Objetivo

El objetivo del presente estudio es el conocimiento del tipo de roca y la caracterización del macizo rocoso en la cantera PROVEN III.

C. Materiales

Se utilizó las tablas geomecánicas del RQD, RMR Y GSI.

D. Equipo:

- ✓ Equipo de protección personal
- ✓ Brújula
- ✓ Picota
- ✓ Cinta métrica

E. Procedimiento

La minería, tanto subterránea como superficial, está constituida por estructuras complejas; para la ejecución de estas labores mineras, es de vital importancia conocer al macizo rocoso. Para el conocimiento del macizo rocoso existen diversas clasificaciones geomecánicas que nos ayudaran a especificar la calidad del macizo rocoso con el que se está trabajando. En el presente proyecto de investigación se estudiará al macizo rocoso y calidad y tipo de roca, utilizando tablas geomecánicas como el caso del RQD, RMR y el GSI.

F. Tiempos

El estudio geomecánico se realizó en un lapso de 3 días.



➤ **Proponer de un diseño de gaviones para la zona crítica de la cantera**

A. Principio

Para el diseño de gaviones tuvimos que realizar un estudio in situ, obteniendo primero la accesibilidad a la cantera, la geología regional y la topografía local. Estos son parámetros importantes para el diseño de gaviones, por lo tanto, son requisitos indispensables para el diseño de gaviones.

B. Objetivo

El objetivo del diseño de gaviones es la protección del personal y las maquinarias.

C. Materiales

- ✓ Software Geomaper
- ✓ Software ArcGis
- ✓ Software AutoCAD Civil 3D

D. Equipo:

- ✓ Cinta métrica
- ✓ GPS
- ✓ Brújula
- ✓ Equipo de protección personal
- ✓ Laptops

E. Procedimiento

Identificaremos la zona crítica, con ayuda de la geología regional y un levantamiento topográfico. Se desarrolla una propuesta en el software AutoCAD Civil 3D donde se dibujó el talud inestable de la zona C y la cantidad de gaviones que se utilizó en toda el área del talud.

F. Tiempos

Realizar el diseño de gaviones toma aproximadamente 3 semanas.

➤ **Estimación de costos de gaviones**

A. Principio

Es importante conocer los costos de gaviones y su respectiva instalación, para su posible realización, ya que el gerente debe tener el conocimiento si es recomendable implementar este tipo de sostenimiento en la cantera PROVEN III

B. Objetivo

El objetivo es conocer los posibles costos para la instalación de gaviones en el Sector C

C. Materiales

- ✓ Microsoft Excel

D. Equipo:

- ✓ Laptops

E. Procedimiento

Se desarrollará un registro de costos, para conocer el precio de gaviones en el mercado y poder elegir el precio que sea más rentable para el dueño de la cantera. Por esa razón también se realizará un cuestionario para saber el conocimiento que tiene el dueño de cantera PROVEN III sobre gaviones.

F. Tiempos

Realizar la estimación de costos de gaviones toma un tiempo aproximado de 3 semanas.

**NORMATIVA**

- ✓ Norma C.E.020 SUELOS Y TALUDES – DS N°017-2012
- ✓ DS 024 – 2016 EM
- ✓ Norma ASTM

## **2.6. Método de análisis de datos**

### **2.6.1. Método Analítico**

Se encarga de separar o descomponer en diferentes partes un todo con la finalidad de analizar las causas y efectos que están presentes en la zona que se está estudiando, por esa razón fue necesario conocer en un ámbito in situ lo que se acontece. Este método ayuda a comprender el objeto de estudio con la finalidad de llegar a la conclusión deseada para tener una comprensión mejorada del comportamiento del problema.

### **2.6.2. Método Sistemático**

Este método de investigación se centra en algo más general, a diferencia de método analítico. Se entiende como un proceso de razonamiento en el cual se hace un breve resumen de lo planeado en vez de separar los componentes, es decir realiza una reconstrucción del todo.

## **2.7. Aspectos éticos**

Conforme a lo establecido por la Universidad y a la naturaleza de la investigación los aspectos éticos a estimar en el presente trabajo de investigación son los siguientes: Claridad de objetivos en la investigación, el manejo de fuentes de consulta, la transparencia de los datos obtenidos, confidencialidad y profundidad en el desarrollo del tema.

### **➤ Manejo de fuentes de consulta**

Se utilizó fuentes bibliográficas, archivos y documentos con fuentes consultadas. Se refirió las citas textuales y no textuales. Se interpretó y diferencio las contribuciones de distintos autores con la interpretación propia.

### **➤ Claridad en los objetivos de investigación**

Para cualquier investigación de deben tener los objetivos bien planteados desde un principio relacionado a la problemática del proyecto de investigación; se deben exponer los objetivos que se quieren llegar a demostrar en el campo e investigación; siempre tener en cuenta que los

objetivos deben relacionarse de manera adecuada a la claridad del proceso de investigación.

➤ **Transparencia de los datos obtenidos**

En este punto se descifrarán las actividades tal y como se realizan en el campo de trabajo. Tener precaución que las ideas, explicaciones e interpretaciones personales no sean confundidas, se establecerá los límites del proyecto de investigación y por último no será manipulada la información a conveniencia personal.

➤ **Confidencialidad**

Se respetará el anónimo del proyecto de investigación si es que se requiere, no se expondrá los datos obtenidos a través de lo investigado, se prohibirá la divulgación de los resultados logrados a personas no pertenecientes a la investigación.

➤ **Análisis aplicativo en el desarrollo del tema**

Revisar y considerar las distintas ideas; reflejar los conocimientos y datos obtenidos referentes al tema de investigación.

### **III. RESULTADOS**

#### **3.1. Evaluación de la resistencia a la compresión uniaxial de la roca - Ensayo de compresión uniaxial**

Para el ensayo de resistencia a la compresión uniaxial se utilizó el Equipo de compresión uniaxial, Normado por ASTM D4543, D3148, D2938. Se utilizó para la determinación de la resistencia a la compresión simple de testigos cilíndricos, el procedimiento es realizar la caracterización del testigo, es decir, conocer la longitud, diámetro y peso. (Ver anexo n°5, Figura 17-18-19).

Se recolecto una muestra de campo en la cual fue sometida a perforaciones diamantinas para la obtención de 3 testigos, los cuales fueron cortados por el equipo de sierra de corte directo con una longitud determinada basándose en la relación de longitud/diámetro que debe encontrarse entre 2 y 2.5. Después se pesa el testigo antes de ser ensayada y se procedió a colocar el testigo dentro del equipo de tal manera que quede centrada en la pletina inferior y la platina superior y dar inicio a la compresión aplicando la carga de tal manera que se produzca una deformación axial. (Ver anexo n°5, Figura 20-21)

Para la muestra extraída de la cantera PROVEN III el promedio de la Resistencia a la Compresión Uniaxial es de 54.79 Mpa.

A continuación, se mostrará los datos obtenido de los tres testigos en el laboratorio de mecánica de rocas:

Tabla 2: Resultados en MPa de la Resistencia a la compresión simple

COMPRESIÓN SIMPLE								
DESCRIPCIÓN	FORMA DE MUESTRA	TESTIGOS	D	L	(D) <sup>2</sup>	ÁREA	P	UCS
			mm	mm	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	kN	MPa
Piedra Caliza	Cilíndrica	T1	54	12500	2916	2290, 221	145.614	63.581
		T2	54	12500	2916	2290, 221	123.187	53.788
		T3	54	12500	2916	2290, 221	107.668	47.012

Fuente: elaboración propia

### 3.2. Clasificación Geomecánica del macizo rocoso en la cantera PROVEN III

Para determinar la calidad del macizo rocoso y el tipo de roca se requiere de una clasificación geomecánica, en donde se ejecutó un estudio del macizo rocoso de la cantera PROVEN II, se evaluó las propiedades del macizo rocoso:

- DESIGNACIÓN DE LA CALIDAD DE LA ROCA (RQD – ROCK QUALITY DESIGNATION).
- CLASIFICACIÓN DEL MACIZO ROCOSO (RMR – ROCK MASS RAITING).
- ÍNDICE DE RESISTENCIA GEOLÓGICA (GSI –INDEX OF GEOLOGICAL RESISTANCE)

#### 3.2.1. Índice RQD (Rock Quality Designation)

La ecuación de PRIEST & HUDSON (1976) ayudo a conocer la calidad de la roca, en la cual se relaciona el número de discontinuidades por unidad lineal ( $\lambda$ ). (Ver anexo n°2 - a / anexo n°5, Figura 15).

Dicha ecuación es igual a:

$$RQD = 100 * e^{-0.1\lambda} * (1 + 0.01\lambda)$$

Tabla 3. Resultado del índice RQD

	% RQD
PROVEN III	85%

Fuente: Elaboración Propia

Se observó que el porcentaje del RQD es de 85% y con este resultado podemos afirmar que la roca es de calidad buena.

#### 3.2.2. Clasificación geomecánica RMR (Rock Mass Rating)

Se determinó las características que presenta la matriz rocosa, las cuales fueron utilizados para el cálculo del RMR según Bieniawski. Se empleó el software libre de clasificación geomecánica GEOTABLE.

La clasificación geomecánica RMR consiste en la integración de diversos parámetros que están fundados en propiedades geológicas y de mecánica de roca. (Ver anexo n°2 - a / anexo n°5, Figura 14).

El software libre GEOTABLE nos permitió realizar el cálculo de las clasificaciones geomecánicas, RQD, RMR y GSI. Los datos se obtienen in-situ, el programa nos ayudara a conocer el tipo de roca y la calidad de la roca.

Tabla 4. Resumen de la Clasificación Geomecánica

	<b>RMR</b>	<b>CLASE</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE LA ROCA</b>
<b>PROVEN III</b>	69	II	Roca Buena

Fuente: Elaboración propia

### ➤ **Parámetros**

Se describirá los parámetros obtenidos in-situ para la Clasificación Geomecánica RMR:

- ✓ Se colocan los resultados que se han obtenido en el ensayo de resistencia a la compresión uniaxial, en el cual se obtuvo una puntuación que varía entre los 50 – 100 MPa
- ✓ Se incluye el parámetro RQD, que mediante la tabla de PRIEST & HUDSON obtenemos un RQD recomendado de 85%, es decir es una roca buena.
- ✓ Continuamos con el parámetro de “Condición de discontinuidades”, en la cual se encuentra en un rango de 60 – 200mm.
- ✓ En el parámetro de “Condición de discontinuidades” tenemos: persistencia menos a 1 m, apertura en el rango de 0.1 – 1 mm, muy rugosa, relleno suave menor a 5mm y ligeramente meteorizado.
- ✓ Continuamos con la aparición de agua en el sector y no se encontró presión de agua, y su estado es totalmente seco.



- ✓ Se trabajó con un talud en la evaluación de la corrección por orientación de las discontinuidades.

**Rock Mass Rating (Calidad del Macizo Rocoso)**

**Resistencia de la Roca Inalterada**

Indice de Carga Puntual (MPa)  > 10MPa  4-10MPa  2-4MPa  1-2MPa

Resistencia a la compresión uniaxial (MPa)  > 250MPa  100-250MPa  50-100MPa  25-50MPa  5-25MPa  1-5MPa  < 1MPa

**Rating** 7

**RQD (Indice de calidad de la roca)**

%

**Rating** 17

**Espaciamiento de discontinuidades**

**Rating** 8

**Condición de discontinuidades**

Persistencia  Apertura  Rugosidad

Relleno  Meteorización

**Rating** 22

**Corrección por orientación de las discontinuidades**

**Rumbo perpendicular al eje**

A favor del Buzamiento

En contra del Buzamiento

**Rumbo paralelo al eje del túnel**

Túnel o minas

Cimentaciones

Taludes

**Rating**

**Presencia de agua**

Caudal en 10m túnel (l/min)  Gw/G3 (Presión del agua/esfuerzo principal)

Estado  **Rating** 15

**RMR** 69

Figura 5. RMR de la cantera PROVEN III

Fuente: Geotable

Como se puede observar en la figura, el RMR es de 69 y varía entre los 0-100. Y de acuerdo a esta puntuación podemos decir que en la cantera PROVEN III se presenta una roca de clase Buena.

Se pudo obtener un informe del software, de acuerdo a los datos ingresados:

Tabla 5. Clase de masa rocosa determinadas por las valoraciones totales

<b>Valoración</b>	80-61
<b>Número de clase</b>	II
<b>Descripción</b>	Roca buena

Fuente: GEOTABLE

Tabla 6. Significado de las clases de rocas

<b>Número de clase</b>	II
<b>Tiempo de auto sostenimiento</b>	1 año span 10m
<b>Cohesión de la masa rocosa KPa</b>	300 – 400
<b>Ángulo de fricción de masa rocosa</b>	35° - 45°

Fuente: GEOTABLE

### 3.2.3. Índice geológico de resistencia (Index of Geological Resistance)

Describe las condiciones estructurales y superficiales de la masa rocosa. Se determinó el promedio que también es apoyada por lo calculado anteriormente (RQD Y RMR) y el ensayo de laboratorio.

#### ➤ **Cantera PROVEN III**

De acuerdo a los datos obtenidos en campo y gracias a la tabla GSI, se pudo determinar que:

- El macizo rocoso se encuentra levemente fracturado, es decir que cuenta con menos de tres sistemas de discontinuidades, ya que presenta un RQD en el rango de 75 – 90 %.
- La roca es Buna (resistente y ligeramente descompuesta), posee superficies rugosas, levemente alteradas, manchas de oxidación y ligeramente abiertas.
- El rango de resistencia geológica que se indica en el cuadro es de 100 – 250 MPa.

Por último obtuvimos un Índice de Calidad Geológica 64 de puntuación. (Ver anexo n°2 - a)

### 3.3 Propuesta de diseño de gaviones en la sección C de la cantera

#### 3.3.1. Accesibilidad

El acceso a la cantera “PROVEN III”, comienza de Chiclayo a Cayalti, recorriendo una distancia de 53.7 km de distancia y posterior a eso se da inicio a una vía de carretera afirmada de 4 km de distancia, para luego pasar a una trocha de 6 km con dirección Nor-Este hasta la zona de la cantera. (Ver anexo n°4, Figura 12)

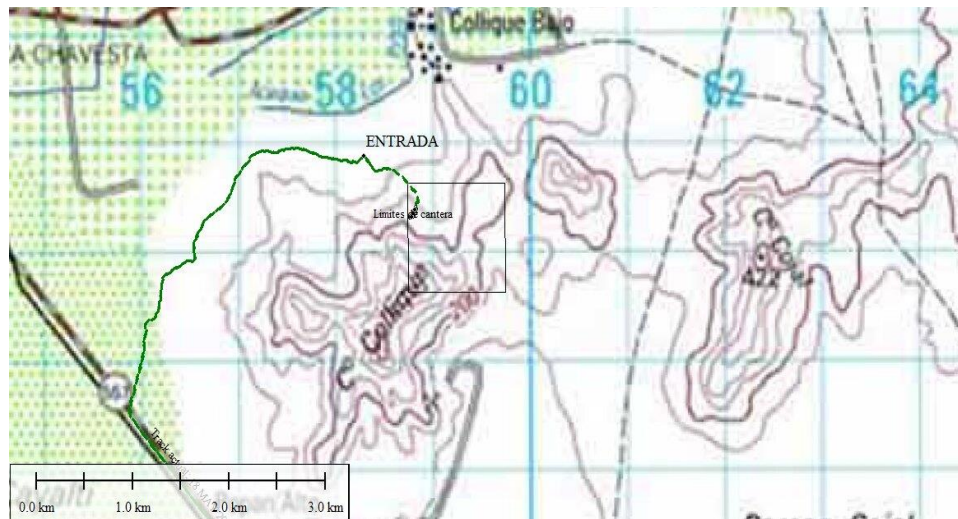


Figura 6. Accesibilidad a la cantera PROVEN III

Fuente: Geomaper

### 3.3.2. Geología general

Se describirá a continuación los más importantes aspectos geológicos que comprende la zona de estudio.

Podemos opinar desde una perspectiva geológica que la zona donde se está estudiando se encuentran distintas formaciones que poseen calizas de la formación La leche en franjas costeras y por la formación de Oyotún se observa derramen piroclásticos, andesíticos y dacíticos de la cual la edad es del Jurásico superior.

Se depositan lititas, areniscas y algunas calizas durante el Neoconiano Aptiano, los cuales pertenecen a la formación de Goyllarisquizga.

La formación de los depósitos continentales mencionados con anterioridad es originaria del levantamiento del Cretáceo terminal.

Los Batolitos de la Costa poseen rocas intrusivas que ocurren en plutones, y posee una litología que va del grabo al granito, pertenece a la edad ente el Cretáceo medio – Terciario inferior.

En Zaña presenta una litología en la que predomina la caliza arcillosa con características de colores claros, oscuros y oxidados.

La cantera PROVEN III viene realizando sondeos, en los cuales se obtuvo un análisis químico y se determinó valores promedios de 98% de carbonato de calcio y un promedio de 58% de óxido de calcio, con el cual se concluyó que es un depósito no metálico.

El cuadrángulo Chiclayo 14-d nos brinda la información geológica de la zona de estudio, así como también la estratigrafía de la zona. (Ver anexo n°4, Lamina 2)

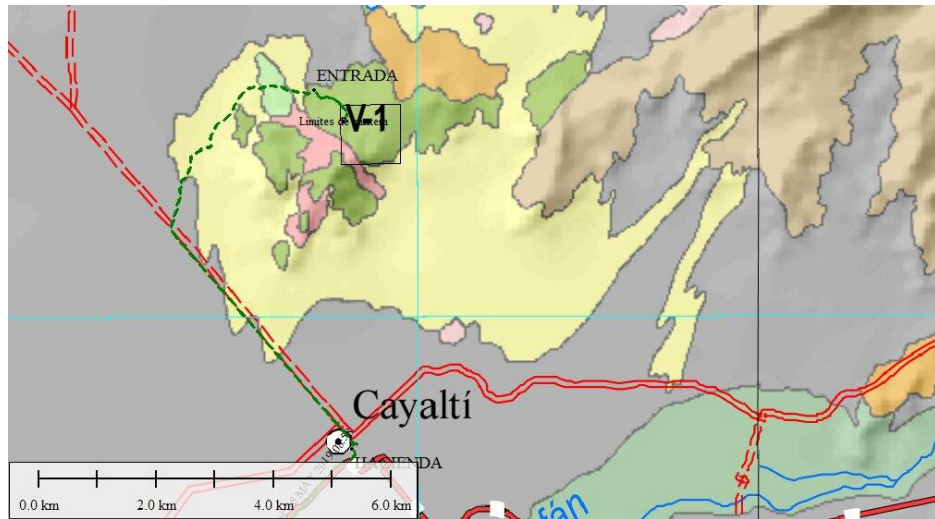


Figura 7. Geología

Fuente: Geomaper

### 3.3.3. Topografía

En el área de la cantera se observó una topografía con variedades de paisajes provenientes de la costa, posee características morfológicas suaves con pequeñas colinas y pampas. También se recolectó una topografía tradicional en las estibaciones y región cordillera.

En la imagen se puede observar las curvas de nivel modeladas cada 10 m y fue elaborado gracias a las coordenadas obtenidos en campo con el uso del instrumento del GPS – Garmin Etrex 30X y con la ayuda de cinta métrica y libreta de apuntes se realizó la toma de las coordenadas.

Estos datos fueron importados al software libre Geotable.

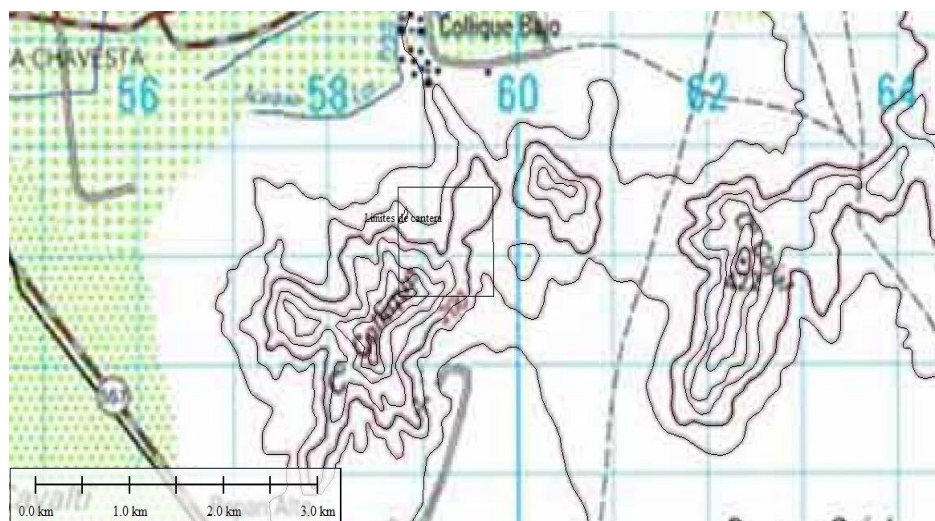


Figura 8. Topografía

Fuente: Geomaper

### 3.3.4. Diseño de gaviones



Para el diseño de gaviones se tomó en cuenta la zona más vulnerable de la cantera PROVEN III, el talud de la zona C presentaba material meteorizado y con posible deslizamiento, lo cual puede alterar la seguridad de los trabajadores y la continuidad de la cantera.

Para la propuesta del diseño de gaviones se tomó en cuenta la altura del talud, para eso se tomó como referencia a una persona. (Ver anexo n°5, Figura 22).

La imagen fue exportada al AutoCAD, para determinar el alto (10m) y el ancho (20m) por escala y dio como resultado 200 m<sup>2</sup> de área del talud.

Se utilizaron dos tipos de gaviones, uno es el gavión caja y el otro el colchón reno. (Ver anexo n°5, Figura 10-11).

Tabla 7. Especificaciones del tipo de gavión utilizado

TIPO	L	A	H	VOL (m <sup>3</sup> )	TIPO DE MALLA	DIAMETRO DEL ALAMBRE
Gavión Tipo A	5.0	1.0	1.0	5.00	10 x 12	Ø 2.7 mm
Gavión Tipo B	5.0	1.5	1.0	7.50		
Gavión Tipo C	5.0	2.0	0.5	5.00		

Fuente: Elaboración propia

En el diseño en AutoCAD Civil 3D se instalación de 44 gaviones alterando los tipos de gaviones, lo cual fueron rellenas con la piedra caliza de menor calidad que varía entre los 6 a 8 pulgadas de diámetro, los gaviones son aseguradas con alambres galvanizados, el proceso se repite hasta que los gaviones queden unos sobre otros.

La propuesta del diseño de gaviones se puede observar es un plano impreso del AutoCAD Civil 3D. (Ver anexo n°4, Lamina 1)

### 3.4 Costos de propuesta de gaviones

#### 3.4.1 Entrevista

Se optó por realizar una entrevista al señor Jonny Apaestegi Muro gerente general de la cantera PROVEN III para saber el conocimiento básico de cómo se trabaja en dicha cantera.

La entrevista consta de un cuestionario con 10 preguntas referentes al material que se extrae, ingreso económico de la cantera y también referente al uso de gaviones en la cantera PROVEN III.

A continuación, se mostrará la pregunta y respuesta del entrevistado.

#### **Cuestionario:**

1. ¿La información y la recolección de datos en campo son aptos para la determinación del tipo de roca en el área de donde se realiza la investigación?  
✓ Si, por que con la muestra obtenida de la cantera pueden hacer su respectivo análisis para la determinación del tipo de roca.
2. ¿Qué opina usted a cerca de la construcción de gaviones en la cantera PROVEN III como método de sostenimiento?  
✓ De acuerdo a lo explicado, es una excelente idea colocar gaviones para evitar el deslizamiento del talud y a su vez se puedan realizar los trabajos de extracción de manera segura.
3. El tipo de roca según su origen es:  
✓ El tipo de roca presente en la cantera es sedimentaria
4. El macizo rocoso presenta:  
✓ El macizo rocoso presenta rugosidad y discontinuidades.
5. ¿Cuáles son las propiedades de la maza rocosa?  
✓ Se puede decir que la roca caliza es de origen sedimentaria, también encontramos entre sus propiedades que es una roca permeable y que contiene silicatos y sílice.

6. ¿Qué medidas se debe tener para realizar la construcción de gaviones en la cantera PROVEN III?
  - ✓ Para optar por un método de sostenimiento en una cantera es importante tener en cuenta el tiempo de vida ya que sería completamente ilógico invertir en un método de sostenimiento sumamente costoso cuando el tiempo de vida de la cantera es corto. Además, también se debe tener en cuenta la inversión que la cantera esté dispuesta a dar para que la propuesta de gaviones se ejecute.
7. ¿En su opinión se reduciría los riesgos con la construcción de gaviones en la cantera PROVEN III?
  - ✓ Sí, ya que al realizar la ejecución de la construcción de gaviones se evitaría el riesgo de que ocurra cualquier accidente sobre todo que el área donde se pretenden construir los gaviones es una zona que está cerca de las áreas de producción y es por lo tanto transitada constantemente
8. ¿Qué medidas se debe tener en cuenta para la construcción de gaviones en la cantera PROVEN III?
  - ✓ Se debe tener en cuenta si la inversión en la construcción de los gaviones es rentable de acuerdo a su vida útil.
9. ¿Cuánto es el ingreso mensual de la cantera PROVEN III?
  - ✓ El ingreso mensual de la cantera es de 7000 nuevos soles.
10. ¿Cree usted que es conveniente invertir en Gaviones?
  - ✓ Por supuesto, es necesario implementarlo para la seguridad de mis trabajadores, de mí depende su bienestar y seguridad a cualquier costo y mejor si es un tipo de sostenimiento más económico comparado a otros tipos.

### **3.4.2 Registro de costos**

Desde el panorama económico, podemos decir que los gaviones no necesitan mano de obra especializada ya que podemos capacitar a obreros y estos pueden realizar el trabajo bajo una supervisión óptima, pues el armado de la estructura no es complicado; se pueden armar utilizando herramientas totalmente básicas y simples como la cizalla y alicate. Las



rocas de relleno muchas veces son extraídas del mismo lugar donde se efectúa la instalación, influyendo a favor de la reducción del costo final de la obra como es el caso de cantera PROVEN III ya que le vamos a dar utilidad a la roca meteorizada, disminuyendo notablemente los costos, económicamente hablando estamos reduciendo la problemática de dos temas como es la inestabilidad y reutilizar a la roca meteorizada.

Tabla 8. Costo de mano de obra

<b>COSTO DE MANO DE OBRA</b>					
<b>MANO DE OBRA</b>	<b>Und</b>	<b>Cdr</b>	<b>Cant.</b>	<b>P.U.</b>	<b>Parcial</b>
Capataz	hh	1	10d	S/ 60.00	S/ 600.00
Oficial	hh	2	10d	S/ 40.00	S/ 800.00
Peón	hh	3	10d	S/ 20.00	S/ 600.00
TOTAL EN SOLES					S/ 2,000.00
TOTAL EN DOLARES					\$ 598.89

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior se puede observar la cantidad total en de \$598.89 que se invertirá en mano de obra para la instalación de los gaviones en el talud inestable del Sector C de la cantera PROVEN III.

Tabla 9. Costo de instalación total

<b>COSTO DE INSTALACIÓN TOTAL</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>Und</b>	<b>Cant</b>	<b>P.U.</b>	<b>VALOR TOTAL</b>
Gavión tipo caja 5,0 X 1,0 X 1,0	PIEZA	44	\$80.98	\$3,563.12
Gavión tipo Colchón 5,0 X 2,0 X 0.30	PIEZA	44	\$67.98	\$2,991.12
Mano de obra	PERSONAS	6		\$598.89
SUBTOTAL				\$ 7,153.13
IGV 18%				\$ 1, 287.56
TOTAL				\$8,440.69

Fuente: Elaboración propia

Para el costo de instalación total del gavión tipo caja y colchón reno es de \$6,554.24, ha esto se le sumo el costo de mano de obra que es de \$598.89 dando un resultado total de \$8,440.69 (sumado el 18% de IGV) que es soles seria S/28,187.68

Se solicitó una proforma específicamente de los costos de gaviones a la empresa Geosistemas & tecnología del Perú S.A.C. (Ver anexo n°5, Figura 23). Para poder realizar un registro de costos donde analizamos lo invertido si se llegara a ejecutar nuestra propuesta de colocar gaviones en el talud para evitar cualquier desprendimiento de rocas que pueda ocasionar perdidas ya que el sector C de la cantera es altamente transitado por el personal de trabajo y por la maquinaria

La empresa debe tener cocimiento que si no se logra establecer el talud por medio de gaviones, este puede deslizarse ocasionando accidentes humanos. También se debe tener en cuenta que la roca meteorizada extraída junto con la roca caliza comercial no tiene ninguna función por la que su uso traería depósitos no necesarios en donde la empresa cometería una infracción al medio ambiente, es por eso que los gaviones serian llenados con este tipo de material para su reutilización.

Al no realizar un sostenimiento al talud inestables, los costos de perdida serían mayores que los de la inversión en la construcción de los gaviones, es por eso que la empresa correría el riesgo de ser multado por la Unidad Impositiva Tributaria, el valor actual del UIT en el Perú es de S/4,200. Se observa en la siguiente tabla el valor de las multas por infracción.

Tabla 10. Multa por infracción

	<b>SANCIÓN PECUNIARIA</b>	<b>VALOR REAL</b>
Accidente Falta	30 UIT	S/ 126,000
Infracción al medio ambiente	10 UIT	S/ 42,000
	<b>TOTAL</b>	<b>S/ 168,000</b>

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la tabla el total a pagar por 40 UIT es de S/ 168,000, una cifra elevada comparada con los S/28,187.68 que sería el total a invertir lo cual es sumamente económico ya que la duración de los gaviones se estima aproximadamente de 60 a 80 años, y en este sentido la propuesta también se enfoca en realizar un área de almacenamiento una vez que estén contruidos los gaviones y se convierta en una zona segura, para los trabajados y maquinaria, así como también poder reutilizar el material para el llenado de gaviones.

Tomando en cuenta que la cantera recauda mensualmente S/ 7,000 nuevos soles y trabaja 9 meses al año, se estima que en 12 meses aproximadamente se recuperaría la inversión de la construcción de los gaviones.

#### **IV. DISCUSIÓN**

A partir de los hallazgos encontrados, aceptamos la hipótesis general que establece que al realizar un estudio geomecánico en la cantera III, se podrá determinar el uso adecuado de gaviones. En vista que para que se pueda proponer la construcción de los gaviones en la zona crítica de la cantera, se comparó los resultados con antecedentes que discuten la semejanza como lo descrito por Gálvez (2013) en la que dedujo que se tiene que realizar la identificación y la clasificación de las propiedades geomecánicas de acuerdo al Q de Barton en sectores superficiales.

Se relaciona por lo descrito por Bazán (2017) con respecto a realizar ensayos en el laboratorio mediante lo cual menciona que es importante identificar la resistencia del macizo rocoso a comprensión simple, para así poder determinar la calidad de la roca y el tiempo de rotura.

Según el desarrollo descrito por Zamora (2017) en relación a las clasificaciones geomecánicas realizadas a sectores de superficie, se determina al macizo rocoso como resultado de tipo bueno usando las tablas de RMR y de mala calidad identificándolo con el índice Q de Barton.

Según lo propuesto por Farroñay (2017) relacionado con la propuesta de gaviones es indispensable tener en cuenta la vulnerabilidad del tránsito al que afectaría a la población de trabajadores que es predispuesto a ser perjudicada por deslizamientos o derrumbes, por lo que se requiere la creación de un conjunto de muro de gaviones que sirva como sistema de defensa y soporte. Esto no concuerda en su totalidad con la afirmación que el investigador señala debido a que una propuesta de muro de gaviones sirve ampliamente tanto para sostener un talud, pero también para liberar una zona y que esta pueda ser utilizada tanto para preservar la seguridad y también dale múltiples funciones como un área de almacenamiento.

Se estimó la inversión que se va a realizar en la construcción de los gaviones, donde se pudo constatar de acuerdo al precio y el tiempo de duración que es beneficioso, ya que, de no realizar un soporte en el punto crítico, puede suceder en cualquier momento un desprendimiento de rocas de acuerdo a Soto (2017) el diseño de la propuesta de gaviones para remediar el problema que se presenta en la cantera, ya que la propuesta es aceptable desde el punto de vista técnico.

## V. CONCLUSIONES

- ✓ De acuerdo a los datos logrados a través de los ensayos se obtuvo el tipo de roca mediante cuadros geomecánicos, así como también se logró determinar el uso adecuado de los gaviones en el talud del Sector C, para el beneficio de la seguridad del personal
- ✓ Se realizó el ensayo con el equipo de compresión uniaxial para obtener el parámetro de la resistencia del macizo rocoso. Se determinó el promedio a la resistencia a la compresión uniaxial de la muestra extraída de la cantera PROVEN III y esta tiene un promedio de 54.79 Mpa.
- ✓ De acuerdo al estudio geomecánico realizado, se determinó que la muestra extraída de la cantera PROVEN III posee un RQD de 85% por lo que podemos afirmar que la roca es de calidad buena, el RMR es de 69 por consiguiente se considera un tipo de roca buena de clase II. Para el GSI se observó que el rango de resistencia geológica es de 100 – 250 MPa, el macizo rocoso se encuentra levemente fracturado, la roca es buena, posee superficies rugosas, levemente alteradas, manchas de oxidación y ligeramente avientas, por último, obtuvimos un Índice de Calidad Geológica con puntuación de 64
- ✓ Se propuso un diseño de gaviones con los requisitos de la accesibilidad, geología y topografía, todos estos datos ayudaron a diseñar los gaviones en el talud del sector C por medio del software Auto CAD Civil 3D, es decir conocer la cantidad de gaviones que vamos a utilizar y el material con el que vamos a rellenarlo para eso se seccionó el área donde se colocaran los gaviones para poder lograr un muro de seguridad para desarrollar las labores futuras, que en este caso será una extracción de nort – este.
- ✓ Se realizó el registro de costos de los gaviones donde se estimó la inversión de la ejecución de los mismos, donde pudimos constatar el beneficio de realizar la propuesta de gaviones, ya que de no realizar un sostenimiento en el punto crítico se correría el riesgo de un posible deslizamiento del talud generando mayores costos irre recuperables como la vida de los operarios. El total de nuestra inversión en soles vendría a ser S/28,187.68 una inversión sumamente económica ante una posible multa que constaría de 40 UIT (S/ 168,000).

## VI. RECOMENDACIONES

- ✓ De acuerdo al estudio geomecánico realizado, que dio como resultado Roca buena, se recomienda a la cantera PROVEN III respaldar el estudio geomecánico del macizo rocoso para controlar la estabilidad del Sector C que se encuentra propenso a un deslizamiento.
- ✓ Se sugiere al gerente de la Cantera PROVEN III el alquiler de una nueva maquinaria como es el Martillo Hidráulico CAT H55E, con la finalidad de optimizar la demolición del talud por bloques y lograr la reducción de costos de voladura.
- ✓ Es totalmente recomendable realizar la ejecución de la construcción de muros de gaviones para evitar el deslizamiento del talud, pérdidas materiales, pérdidas humanas, sanciones y paralizaciones realizadas por la supervisión del estado.
- ✓ Se recomienda que los gaviones posicionado en el Sector C del área de la cantera sean llenados con el material que se está extrayendo, es decir que sean llenados con la roca caliza que encuentra en la parte superior de los sectores de producción A y B la cual es roca meteorizada dándole así una utilidad.
- ✓ Es totalmente recomendable realizar los gaviones como método de sostenimiento ante un posible deslizamiento del talud, ya que se ahorrarían costos y evitarían pérdidas.

## REFERENCIAS

AÑAZCO, Luis Andrés. Caracterización geomecánica y diseño de taludes en la cantera "Calizas Huayco". Tesis (Título de Ingeniero de minas). Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2017. Disponible en <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/41146>

BAZAN, Orlando, y otros. Caracterización del Macizo Rocoso. Tesis (Título de Ingeniero de minas). Cajamarca : Universidad Nacional de Cajamarca. 2012. Disponible en <https://docs.google.com/viewer?a=v&pid=sites&srcid=dW5jLmVkdS5wZXxvcmJhc2F8Z3g6M2NlZW1ODI1YTMwNTU1NA>

BONGIORNO, Francisco. Índice de calidad de la roca RQD. Tesis (Título de Ingeniero de minas). Huancayo: Universidad de los Andes. 2013. Disponible en <https://docs.google.com/viewer?a=v&pid=sites&srcid=dW5jLmVkdS5wZXxvcmJhc2F8Z3g6MWUyZjQ0YjFIMzNkNDI5MQ>

CALCINA, Edwin. Diseño y sostenimiento del bypass 942 (Nivel 3340) para optimizar la seguridad de las operaciones en la mina Chipmo. 2018. Tesis (Título de Ingeniero de minas). Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. 2018. Disponible en [http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/5055/MIcabee.pdf?sequence=1&fbclid=IwAR30VuVaYLVuFvnSK3kKzzHN9eJWhClgFMeKsgRWNLUtQCZeDDYCPR6w\\_Hg](http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/5055/MIcabee.pdf?sequence=1&fbclid=IwAR30VuVaYLVuFvnSK3kKzzHN9eJWhClgFMeKsgRWNLUtQCZeDDYCPR6w_Hg)

CARUANAMBO, Yovany Marisol. Evaluación geomecánica de los taludes de la carretera Encañada – Celendín en el tramo Km. 32+000 - Km. 46+000. Tesis (Título de Ingeniero de minas). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca. 2017. Disponible en <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1662>.

CERAS, Fredy Amilcar. Influencia del sostenimiento en el estrés de roca en el tunel Dr 09 en la empresa de generación eléctrica Cheves S.A. Tesis (Grado de maestro). Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú escuela de posgrado . 2015. Disponible en <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/2154/Ceras%20Cuadros.pdf?sequence=1&isAllowed=y&fbclid=IwAR0EYIvu1dF3ShXWcHcWWiBCEXKQk6WQmeGShTzQFzaAgC1T4eolKlyav34>.

CHANQUÍN, Edy Rolando. Diversas aplicaciones de gaviones para la protección y estabilidad de taludes. Tesis (Título de Ingeniero de minas). Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala. 2004. Disponible en [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_2461\\_C.pdf?fbclid=IwAR0ug3yDId-nBaDxy4rLxToQUOj7BrgHViWgsnPCwBuXvtf9Lp7d38j\\_aRk](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2461_C.pdf?fbclid=IwAR0ug3yDId-nBaDxy4rLxToQUOj7BrgHViWgsnPCwBuXvtf9Lp7d38j_aRk).

CHURA, Wilberth. Caracterización geomecánica del macizo rocoso y su aplicación en el diseño de sostenimiento en labores de desarrollo de la unidad económica administrativa Ana María – La Rinconada. Tesis (Título de Ingeniero de minas). Puno: Universidad Nacional Del Altiplano. 2016. Disponible en <http://tesis.unap.edu.pe/handle/UNAP/4489>.

CÓRDOVA, Sméykal Fiorella. Estudio geológico – geotécnico para la aplicación del método natm en la excavación y sostenimiento del túnel Wayrasencca del corredor vial Interoceánico Sur, Perú – Brasil. Tesis (Título de Ingeniero de minas). Tacna: Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. 2017. Disponible en <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/2493>.

CRUZADO, Paul Belizari. Evaluación geomecánica del túnel de la central hidroeléctrica Potrero - San Marcos - Cajamarca. Tesis (Título de Ingeniero de minas). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca. 2017. Disponible en <http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/1420/TESIS%20PA%C3%9AL%20CRUZADO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

DÍAZ, Leandro Jesús. Impácto de la variabilidad geotécnica del macizo rocoso en el diseño de caserones en minería por sublevel stoping. Tesis (Título de Ingeniero Civil de Minas). Santiago de Chile: Universidad de Chile. 2017. Disponible en <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/146328/Impacto-de-la-Variabilidad-Geot%C3%A9cnica-del-Macizo-Rocoso-en-el-Dise%C3%B1o-de-Caserones-en-Miner%C3%ADa-por-Sublevel-Stoping.pdf?sequence=1&fbclid=IwAR14RVc6de0VqnCkY6qROWEaz6hSobpi0RSNIB21Shiw>.

DÍAZ, Mario Alexander y RODRÍGUEZ, Jean Geyler. Estudio de la estabilidad de taludes en roca entre los kilómetros 95 al 97 de la carretera Ciudad de Dios - Cajamarca. Tesis (Título de Ingeniero de minas). Cajamarca: Universidad Privada del Norte. 2017. Disponible en <http://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/12738/D%c3%adaz%20Rodas%2c%20Mario%20Alexander%3b%20Rodr%c3%adguez%20Salazar%2c%20Jean%20Geyler.pdf?sequence=4&isAllowed=y>.

DUQUE, Gonzalo. Manual De Geología Para Ingenieros. Medellín: Universidad Nacional De Colombia. 2017. Disponible en <http://www.bdigital.unal.edu.co/1572/396/manualgeo.pdf>.

EDMUNDO, Guzman Jose. Red Tercer Milenio. Topografía [en línea]. Estado de México: Red Tercer Milenio, 2012 [fecha de consulta: 18 de octubre de 2018] Disponible en <http://www.aliat.org.mx/BibliotecasDigitales/ingenieria/Topografia.pdf>. ISBN 978-607-733-036-3

EGAÑA, Matías José. Geoestadística aplicada a parámetros geotécnicos. Tesis (Título de Ingeniero civil de minas). Santiago de Chile: Universidad De Chile. 2008. Disponible en <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/103282?show=full>.

FARRONAY, Pedro Antonio. Propuesta de diseño de muros mixtos de gaviones y de mampostería de piedra para la defensa ribereña del río Rimac en los kilómetros 34-35 Lurigancho - Chosica. Tesis (Título de Ingeniero civil). Lima: Universidad San Martín de Porres. 2017. Disponible en [http://www.repositorioacademico.usmp.edu.pe/bitstream/usmp/3365/1/farronay\\_spa.pdf](http://www.repositorioacademico.usmp.edu.pe/bitstream/usmp/3365/1/farronay_spa.pdf)

GONZÁLES, Luis. Las Clasificaciones geomecánicas para túneles [en línea]. Madrid: Ingeo Túneles, 1998. [fecha de consulta: 10 de octubre de 2018] Disponible en [https://webs.ucm.es/info/geodina/curriculums/LGV/pdf\\_articulos/1998%20Ingeotuneles](https://webs.ucm.es/info/geodina/curriculums/LGV/pdf_articulos/1998%20Ingeotuneles)



.pdf?fbclid=IwAR2x78-YvQ3k5olgHQjv2EOi6Oo9-6DScVYCURigD9ftgKplkIn03r\_WK10.

GONZALES, Luis. Ingeniería Geológica [en línea]. Madrid: Ingeo Túneles, 2002. [Fecha de consulta: 10 de octubre de 2018]. Disponible en [https://www.u-cursos.cl/usuario/c19094b1ea89f1f08e243796b671e2e5/mi\\_blog/r/Ingenieria\\_Geologica\\_-\\_Gonzalez\\_de\\_Vallejo.pdf](https://www.u-cursos.cl/usuario/c19094b1ea89f1f08e243796b671e2e5/mi_blog/r/Ingenieria_Geologica_-_Gonzalez_de_Vallejo.pdf).

INZUNZA, Juan. Introducción a la Mecánica [en línea]. Universidad de Concepción. Concepción 2007. [Fecha de consulta: 20 de octubre de 2018]. Disponible en <http://www2.dgeo.udec.cl/juaninzunza/docencia/docencia.html>.

LUJÁN, José Luis. Uso de gaviones para mejorar la defensa ribereña del Rio Huaycoloro, zona de Huachipa distrito de Lurigancho, Lima 2017. Tesis (Título de Ingeniero civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo. 2017. Disponible en [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/12598/Luj%C3%A1n\\_LJL.pdf?sequence=1&isAllowed=y&fbclid=IwAR2jCTAR57qM02pZtz\\_CsI6ovxd4wDwDMopNqnextyBAyF-bNKCoEh3hP30](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/12598/Luj%C3%A1n_LJL.pdf?sequence=1&isAllowed=y&fbclid=IwAR2jCTAR57qM02pZtz_CsI6ovxd4wDwDMopNqnextyBAyF-bNKCoEh3hP30).

MEDINA, Rolando. Caracterización Geomecánica del proyecto de exploración minera chanca provincia de Cajatambo- Departamento de Lima. Tesis (Título de Ingeniero geólogo). Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín. 2014. Disponible en <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/41/B2-M-17664.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

MERCADO, Gerald Enrique y OBREGÓN, Cecilia Jasmin. Modelamiento Geomecánico a nivel de prefactibilidad de una mina subterránea. Tesis (Título de Ingeniero de minas). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú. 2017. Disponible en [http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/8712/MERCADO\\_OBREGON\\_MODELAMIENTO\\_GEOMECANICO\\_TESIS.pdf?sequence=1&fbclid=IwAR0BTJ9C9dIDpB8VtLan-GYq0SBV5hu0VNWUJGwIvTMylvbOEeQY7CdAhs8c](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/8712/MERCADO_OBREGON_MODELAMIENTO_GEOMECANICO_TESIS.pdf?sequence=1&fbclid=IwAR0BTJ9C9dIDpB8VtLan-GYq0SBV5hu0VNWUJGwIvTMylvbOEeQY7CdAhs8c).

MINISTERIO DE ECONOMIA Y FINANZAS. Ley del sistema nacional de gestión del riesgo de desastres y el plan nacional de gestión del riesgo de desastres – Planagerd 2014-2021. [en línea]. Lima 2014. [Fecha de consulta: 15 de octubre de 2018]. Disponible en [https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv\\_publica/docs/eventos-taller/taller-internacional-03y04-julio-2014/files/segundo-dia/04-Ley-Sinagerd-y-el-Planagerd.pdf](https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/eventos-taller/taller-internacional-03y04-julio-2014/files/segundo-dia/04-Ley-Sinagerd-y-el-Planagerd.pdf).

MONTOYA, Franklin Ricardo. Evaluación Geotécnica de los taludes de la carretera Cruz Blanca - El Gavilán. Tesis (Título de Ingeniero geólogo). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca. 2014. Disponible en <http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/118/T%20551%20M798%202014.pdf?sequence=1>.

MORALES, Mario Orlando. Caracterización geotécnica y determinación de ángulos de talud en yacimiento Franke. Tesis (Título de Ingeniero civil de minas). Santiago de Chile: Universidad de Chile. 2009. Disponible en [http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/103406/morales\\_m.pdf?sequence=3&isAllowed=y](http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/103406/morales_m.pdf?sequence=3&isAllowed=y).

NUÑEZ, Ricardo Alex y SÁNCHEZ, Iván Jonathan. Riesgo a deslizamiento en taludes

del sistema vial Lampa - Pariahuanca, Huancayo. Tesis (Título de Ingeniero forestal y ambiental). Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú. 2016. Disponible en <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/3474/Nu%C3%B1ez%20Romero-Sanchez%20Llacta.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

OSINERGMIN. Guía de criterios geomecánicos para diseño, construcción, supervisión y cierre de labores subterráneas. [en línea]. Lima: Guía de criterio geomecánico para el diseño, construcción, supervisión y cierre de labores subterráneos, 2017. [Fecha de consulta: 12 de octubre de 2018]. Disponible en [https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro\\_documental/mineria/Documentos/Publicaciones/Guia-Criterios-Geomecanicos.pdf](https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/mineria/Documentos/Publicaciones/Guia-Criterios-Geomecanicos.pdf).

PANTALEÓN, Hernán Junior y CARBAJAL, Christian Jhonor. Evaluación geomecánica para el dimensionamiento, secuencia de minado y relleno de tajeos de una mina subterránea. Tesis (Título de Ingeniero de minas). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú. 2017. Disponible en <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/8689>.

PIÑAR, Rafael. Proyecto de construcción de un muro de gaviones de 960 m<sup>3</sup>. Tesis (Grado de Licenciatura en Ingeniería en Construcción). Costa Rica: Instituto Tecnológico de Costa Rica. 2008. Disponible en [https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6034/construcci%C3%B3n-muro-gaviones.pdf?sequence=1&isAllowed=y&fbclid=IwAR0ov9IGJNpqpZZfW1uAqUTIN6mwxZRMqg2IRjK5ylR-jw\\_FmjMIEimO8o](https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6034/construcci%C3%B3n-muro-gaviones.pdf?sequence=1&isAllowed=y&fbclid=IwAR0ov9IGJNpqpZZfW1uAqUTIN6mwxZRMqg2IRjK5ylR-jw_FmjMIEimO8o).

RODRIGUEZ, Reinaldo. Mecánica de Rocas. [en línea]. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, 2012. [Fecha de consulta: 17 de octubre de 2018]. Disponible en <https://docs.google.com/viewer?a=v&pid=sites&srcid=dW5jLmVkdS5wZXxvcmJhc2F8Z3g6MmZiNTU1NmNmMjU3OWFl>.

SÁNCHEZ, Marco. Modelo de aplicaciones para la protección de taludes deslizados por el exceso de humedad en el distrito metropolitano de Quito a fin de disminuir la accidentalidad y gestión vehicular. Tesis (Título de Magister en vías terrestres). Ambato: Universidad Técnica de Ambato. 2009. Disponible en <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/2745/1/Maestr%C3%ADa%20V.%20T.%2039%20-%20S%C3%A1nchez%20Villafuerte%20Marco%20Antonio.pdf>.

SOTO, Jaime. Presupuesto para muro en gavión a gravedad para protección de la rivera del río Magdalena en el corregimiento de puerto Bogotá Municipio de Guaduas Cundunamarca. Tesis (Título de Ingeniero). Bogotá: Universidad Católica de Colombia. 2017. Disponible en <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/16402/1/TRABAJO%20DE%20GRADO%20GAVIONES%20final.pdf>.

SOTO, Camila. Modelamiento de unidades lito-geotécnicas, proyecto Caracoles. Tesis (Título de Geólogo). Santiago de Chile: Universidad de Chile. 2012. Disponible en [http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/130472/cf-soto\\_cl.pdf?sequence=1&fbclid=IwAR2jzfn4Kn\\_hNYTgpqdXphvduIAeSEifykGwej0x59EwO6qEwzjc0OWjW1w](http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/130472/cf-soto_cl.pdf?sequence=1&fbclid=IwAR2jzfn4Kn_hNYTgpqdXphvduIAeSEifykGwej0x59EwO6qEwzjc0OWjW1w).

TARAZONA, Adolfo Santos. Descripción geomecánica de La Rampa 626 – 1 Mina

Socorro – Oyon - Lima. Tesis (Título de Ingeniero geólogo). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería. 2014. Disponible en [http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/10283/1/tarazona\\_ra.pdf](http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/10283/1/tarazona_ra.pdf).

THOMAS, Carlos Enrique. Estudio comparativo entre requerimientos de soporte y fortificación de túneles definidos según métodos empíricos de clasificación geomecánica versus métodos analíticos y numéricos. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Santiago de Chile: Universidad de Chile. 2014. Disponible en <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/132024>.

TIGRE, Martha Teolinda. Estudio De las características geomecánicas del macizo rocoso en la construcción del túnel Papallacta del Proyecto Hidroeléctrico Quijos. Tesis (Título de Ingeniería en geología y minas). Macas: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 2016. Disponible en <http://dspace.espace.edu.ec/handle/123456789/4907>.

TORRE, Edwin. Sistema de carguío para la voladura eficiente en el pique 2000(-), Nivel 18, zona Esperanza en la compañía minera Casapalca S.A. Tesis (Título de Ingeniería de minas). Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú. 2015. Disponible en [http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/3857/Torre%20Yaranga.pdf?sequence=1&isAllowed=y&fbclid=IwAR0M-Y4sM\\_2Fjv3aMVKcAPXNvdsBPKJ3eMjUj2U8jRJfJGBf\\_EefLYzbowo](http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/3857/Torre%20Yaranga.pdf?sequence=1&isAllowed=y&fbclid=IwAR0M-Y4sM_2Fjv3aMVKcAPXNvdsBPKJ3eMjUj2U8jRJfJGBf_EefLYzbowo).

VALERIANO, Fredy Alonso. Caracterización geotécnica y modos de fallas estructurales en el talud en roca del cerro Espinal Juliaca. Tesis (Título de Ingeniería de minas). Puno: Universidad Nacional del Altiplano. 2015. Disponible en [http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/2297/Veleriano\\_Nina\\_Fredy\\_Alonso.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/2297/Veleriano_Nina_Fredy_Alonso.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

VARGAS, Esaú. Ensayos en Mecánica de Rocas. [en línea]. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2014. [Fecha de consulta: 05 de octubre de 2018]. Disponible en <https://es.slideshare.net/Evargs1992/ensayos-en-mecnica-de-rocas?fbclid=IwAR1LD8vpVxJ48qLLxBB5g4MpXJREXIIEzw5vB5-IC3kGUA44UFu1iFds4LM>.

VELASCO, Enrique Mauricio. Diseño de sostenimiento en base a la caracterización geomecánica del macizo rocoso en el sector Vetilla 1 subniveles 1 Y 2 de sociedad minera Liga De Oro. Tesis (Título de Ingeniería de minas). Quito: Universidad Central del Ecuador. 2016. Disponible en [http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/6292/1/T-UC-0012-8.pdf?fbclid=IwAR2m\\_S2ldxSDLj639JYN3d8CrXq5gfip2\\_JzGNImaINZeenvKVOFxQ9Jstw](http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/6292/1/T-UC-0012-8.pdf?fbclid=IwAR2m_S2ldxSDLj639JYN3d8CrXq5gfip2_JzGNImaINZeenvKVOFxQ9Jstw).

# ANEXOS

**ANEXO N°1**

Matriz de consistencia

TÍTULO	PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	DISEÑO	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
<p>Estudio geomecánico para el uso adecuado de gaviones que requiere la cantera PROVEN III, Zaña - Chiclayo</p>	<p>¿Cómo determinar el uso adecuado de gaviones que requiere la cantera PROVEN III de acuerdo al estudio Geomecánico?</p>	<p>O. GENERAL: Realizar un estudio geomecánico para determinar el uso adecuado de gaviones que requiere la cantera PROVEN III.</p> <p>O. ESPECÍFICO:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar ensayo en laboratorio de Mecánica de Rocas</li> <li>• Determinar la calidad del macizo rocoso y el tipo de roca en base a la clasificación geomecánica.</li> <li>• Proponer un diseño de gaviones para la zona crítica de la cantera</li> <li>• Estimar costos de gaviones</li> </ul>	<p>Si se realiza un estudio geomecánico en la cantera PROVEN III, se podrá determinar el uso adecuado de gaviones.</p>	<p>No experimental. Descriptivo transversal</p>	<p>Técnicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Observación</li> <li>- Entrevista</li> </ul> <p>Instrumentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Guía de observación de laboratorio</li> <li>- Guía de observación de clasificación geomecánica (tablas RQD, RMR, GSI)</li> <li>- Guía de observación geológica</li> <li>- Guía de observación topográfica</li> <li>- Guía de observación de registro de costos.</li> <li>- Cuestionario</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

## **ANEXO N° 2**

### **Anexo 2 – a Instrumentos de recolección de datos**

- ✓ Guía de observación de laboratorio
- ✓ Guía de observación de clasificación geomecánica
- ✓ Guía de observación geológica
- ✓ Guía de observación topográfica
- ✓ Guía de observación de registro de costos para gaviones
- ✓ Cuestionario

### **Anexo 2 – b Validación de instrumentos de recolección de datos**

Anexo 2 – a Instrumentos de recolección de datos



Chiclayo, 2019

ESTUDIO GEOMECÁNICO PARA EL USO ADECUADO DE GAVIONES QUE REQUIERE LA CANTERA PROVEN III, ZAÑA - CHICLAYO

Guía de Observación de laboratorio

COMPRESIÓN UNIAXIAL								
DESCRIPCIÓN	FORMA DE MUESTRA	TESTIGOS	D mm	L mm	(D) <sup>2</sup> mm <sup>2</sup>	ÁREA mm <sup>2</sup>	P KN	UCS MPa

OBSERVACIÓN:.....  
 .....  
 .....

Fuente: Elaboración propia

Guía de Observación de clasificación geomecánica

Designación de la calidad de la roca (RQD)

<b>ECUACIÓN DE PRIEST Y HUDSON (1976) RELACIÓN                      ENTRE <math>\lambda</math> Y RQD  <math>RQD = 100 * e^{(0.1 * \lambda)} * (0.1 * \lambda + 1)</math> </b>		
$\lambda$	<b>RQD</b>	<b>RQD redondeado</b>
1	99.5	100
2	98.2	100
3	96.3	95
4	93.8	95
5	91.0	90
6	87.8	90
7	84.4	85
8	80.9	80
9	77.2	80
10	73.6	75
11	69.9	70
12	66.3	65
13	62.7	65
14	59.2	60
15	55.8	55
16	52.5	50
17	49.3	50
18	46.3	45
19	43.4	45
20	40.6	40
21	38.0	40
22	35.5	35
23	33.1	35
24	30.8	30
25	28.7	30
26	26.7	25
27	24.9	25
28	23.1	25
<b>NOTA: <math>\lambda</math> = Número de discontinuidades por unidad lineal (m)</b>		

Fuente: GEOTECMIN



## Clasificación del macizo rocoso (RMR)

### SISTEMA CSIR DE CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA - ÍNDICE "RMR" (SEGÚN BIENIAWSKI - 1989)

#### Parámetros de clasificación

1	Resistencia de la roca intacta (MPa)	Índice de carga puntual	> 10	10 - 4	4 - 2	2 - 1	No se usa; es preferible emplear UCS		
		Resistencia a la compresión uniaxial UCS	> 250	250 - 100	100 - 50	50 - 25	25 - 5	5 - 1	< 1
		Valuación	15	12	7	4	2	1	0
2		RQD (%)	> 90	90 - 75	75 - 50	50 - 25	< 25		
		Valuación	20	17	13	8	3		
3		Espaciamiento entre discontinuidades (m)	> 2.00	2.00 - 0.60	0.60 - 0.20	0.20 - 0.06	< 0.06		
		Valuación	20	15	10	8	5		
4	Estado de las discontinuidades:	Persistencia (m)	< 1	1 - 3	3 - 10	10 - 20	> 20		
		Valuación	6	4	2	1	0		
		Abertura (mm)	Cerrada	< 0.1	0.1 - 10	10 - 5.0	> 5.0		
		Valuación	6	5	4	1	0		
		Rugosidad	Muy rugosa	Rugosa	Ligeramente rugosa	Lisa	Lustrosa		
		Valuación	6	5	3	1	0		
		Relleno	Sin relleno	Relleno duro (< 5 mm)	Relleno duro (> 5 mm)	Relleno blando (< 5 mm)	Relleno blando (> 5 mm)		
		Valuación	6	4	2	2	0		
		Descomposición	Fresca	Levemente descompuesta	Moder. descompuesta	Altamente descompuesta	Extrem. descompuesta		
		Valuación	6	5	3	1	0		
5	Agua freática	Caudal por 10 m de excavación (lt/min)	0	0 - 10	10 - 25	25 - 125	> 125		
		Presión de agua / Esfuerzo principal mayor $\sigma$	0.0	0.0 - 0.1	0.1 - 0.2	0.2 - 0.5	> 0.5		
		Condición general	Completamente seco	Ligeramente húmedo	Húmedo	Goteando	Fluyendo		
		Valuación	15	10	7	4	0		

#### Corrección por orientación de discontinuidades (6)

Dirección y buzamiento		Muy favorables	Favorables	Regulares	Desfavorables	Muy desfavorables
Valuación	Túneles y labores mineras	0	-2	-5	-10	-12
	Cimentaciones	0	-2	-7	-15	-25
	Taludes	0	-5	-25	-50	-60

#### Calificación

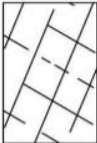




Clase	I	II	III	IV	V
Calidad	Muy buena	Buena	Regular	Pobre	Muy pobre
Valuación	100 - 81	80 - 61	60 - 41	40 - 21	≤ 20

#### Características geotécnicas

Clase	I	II	III	IV	V
Tiempo de Auto Soporte (T. A. S.) y Vano	20 años para 15 m	1 año para 10 m	1 semana para 5 m	10 horas para 2.5 m	30 minutos para 1 m
Cohesión (Kp/cm <sup>2</sup> )	> 4	4 - 3	3 - 2	2 - 1	< 1
Ángulo de fricción interna	> 45°	45° - 35°	35° - 25°	25° - 15°	< 15°

Fuente: GEOTECMIN

# Índice de resistencia geológica "GSI"

<p><b>ÍNDICE DE RESISTENCIA GEOLÓGICA "GSI"</b></p> <p>A partir de los códigos de caracterización que describen las condiciones estructural y superficial de la masa rocosa, escoger la casilla que le corresponde en esta tabla. Estimar el valor promedio del Índice de Resistencia Geológica "GSI" desde los contornos.</p>		CONDICIÓN SUPERFICIAL O DE DISCONTINUIDADES.				
CONDICIÓN ESTRUCTURAL.		CONDICIÓN SUPERFICIAL O DE DISCONTINUIDADES.				
 <p><b>LEVEMENTE FRACTURADA.</b> MENOS DE TRES SISTEMAS DE DISCONTINUIDADES, MUY ESPACIADAS ENTRE SÍ (RQD 75 % ~ 90 %, donde RQD = 115 - 3.3 x Jn).</p>	<p>MUY BUENA (MUY RESISTENTE, FRESCA). SUPERFICIES DE LAS DISCONTINUIDADES MUY RUGOSAS, INALTERADAS, CERRADAS (Rc &gt; 250 MPa).</p>					
 <p><b>FRACTURADA.</b> MASA ROCOSA MUY BIEN TRABADA, NO DISTURBADA, CONSISTENTE DE BLOQUES CÚBICOS FORMADOS POR TRES SISTEMAS DE DISCONTINUIDADES ORTOGONALES, SIN FINOS (RQD 50 % ~ 75 %).</p>	<p>BUENA (RESISTENTE, LEVEMENTE DESCOMPUESTA). SUPERFICIES RUGOSAS, LEVEMENTE ALTERADAS, MANCHAS DE OXIDACIÓN, LIGERAMENTE ABIERTAS (Rc 100 ~ 250 MPa).</p>					
 <p><b>MUY FRACTURADA.</b> MASA ROCOSA TRABADA, PARCIALMENTE DISTURBADA, CON MÚLTIPLES BLOQUES ANGULOSOS FORMADOS POR CUATRO O MÁS SISTEMAS DE DISCONTINUIDADES, CON UNA MUY BAJA PROPORCIÓN DE FINOS (RQD 25 % ~ 50 %).</p>	<p>REGULAR (RESISTENCIA REGULAR, DESCOMPUESTA). SUPERFICIES LISAS, ALTERADAS A MODERADAMENTE ALTERADAS, LIGERAMENTE ABIERTAS (Rc 50 ~ 100 MPa).</p>					
 <p><b>INTENSAMENTE FRACTURADA.</b> PLEGAMIENTO Y FALLAMIENTO, CON MUCHAS DISCONTINUIDADES INTERSECTADAS FORMANDO BLOQUES ANGULOSOS, CON UNA BAJA PROPORCIÓN DE FINOS (RQD 10 % ~ 25 %).</p>	<p>POBRE (SUAVE, ALTAMENTE DESCOMPUESTA). SUPERFICIES ESTRIBADAS, ALTAMENTE ALTERADAS, CON RELLENOS O RECUBRIMIENTOS COMPACTOS CONTENIENDO FRAGMENTOS ANGULARES DE ROCA, MUY ABIERTAS (Rc 25 ~ 50 MPa).</p>					
 <p><b>TRITURADA O BRECHADA.</b> MASA ROCOSA POBREMENTE TRABADA, EXTREMADAMENTE QUEBRADA, CON UNA COMBINACIÓN DE FRAGMENTOS ANGULOSOS Y REDONDEADOS, CON UNA PROPORCIÓN CADA VEZ MAYOR DE FINOS (SIN RQD).</p>	<p>MUY POBRE (MUY SUAVE, EXTREMADAMENTE DESCOMPUESTA). SUPERFICIES ESTRIBADAS, ALTAMENTE ALTERADAS, CON RELLENOS O RECUBRIMIENTOS SUAVES DE ARCILLAS, MUY ABIERTAS (Rc &lt; 25 MPa).</p>					

JALP - 2007

Fuente: GEOTECMIN



**ESTUDIO GEOMECÁNICO PARA EL USO ADECUADO DE GAVIONES QUE REQUIERE LA CANTERA PROVEN  
III, ZAÑA – CHICLAYO**

Guía de Observación geológica

<b>ESTUDIO GEOLÓGICO</b>		
<b>ITEM</b>	<b>OBSERVACIÓN</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>GEOLOGÍA REGIONAL</b>		

Fuente: Elaboración propia



ESTUDIO GEOMECÁNICO PARA EL USO ADECUADO DE GAVIONES QUE REQUIERE LA CANTERA PROVEN III, ZAÑA - CHICLAYO

Guía de Observación topográfica

TOPOGRAFÍA GENERAL		
PUNTO °	COORDENADAS WGS 84	
	NORTE	ESTE
1		
2		
3		
4		

Fuente: Elaboración propia



ESTUDIO GEOMECÁNICO PARA EL USO ADECUADO DE GAVIONES QUE REQUIERE LA CANTERA PROVEN III, ZAÑA - CHICLAYO

Guía de Observación registro de costos para gaviones

COSTO DE GAVIONES					
ITEM	UNIDAD DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	VALOR UNITARIO \$	VALOR TOTAL \$
				<b>SUB TOTAL \$</b>	
				<b>IGV 18%</b>	
				<b>TOTAL \$</b>	

Fuente: Elaboración propia



Estudio geomecánico para el uso adecuado de gaviones que requiere la cantera PROVEN  
III, Zaña – Chiclayo

Estimado Entrevistado:

Las preguntas que se presentan a continuación son efectuadas con el propósito de identificar el tipo de roca, caracterizar el macizo rocoso y reconocer el sistema de gaviones.

Apellidos y Nombre: \_\_\_\_\_

Empresa: \_\_\_\_\_

Cargo: \_\_\_\_\_

**Cuestionario:**

1. ¿La información y datos recolectados en campo son aptas para la determinación del tipo de roca en el área donde se realiza la investigación?

---

---

2. ¿Qué opina usted a cerca de la construcción de gaviones en la cantera PROVEN III como método de sostenimiento?

---

---

3. El tipo de roca según su origen es:

- a) Ígnea                      b) Metamórfica                      c) Sedimentaria

4. El macizo rocoso presenta:

- a) discontinuidades      b) relleno      c) rugosidad

5. ¿Cuáles son las propiedades de la maza rocosa?

---

---

6. ¿Qué medidas se debe tener para realizar la construcción de gaviones en la cantera PROVEN III?

---

---

7. ¿En su opinión se reduciría los riesgos con la construcción de gaviones en la cantera PROVEN III?

---

---

8. ¿Qué medidas se debe tener en cuenta para la construcción de gaviones en la cantera PROVEN III?

---

---

9. ¿Cuánto es el ingreso mensual de la cantera PROVEN III?

---

---

10. ¿Cree usted que es conveniente invertir en Gaviones?

---

---

## Anexo 2 – b Validación de instrumentos de recolección de datos

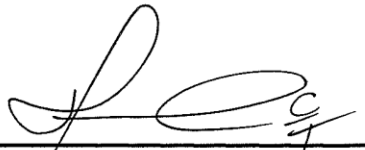
### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

El docente y especialista que suscribe el documento es: Marco Antonio Cotrina Teatino con DNI: 41872247 de la especialidad de: Ingeniería de Minas da conformidad a los instrumentos: Guía de observación, guía de registro de costos y Cuestionario que a continuación se presentan y que fueron sometidos a una evaluación y validación, con la finalidad de que sean aplicados por los estudiantes responsables: Gayoso Sialer Jannet Alicia y Rodríguez Torres Diana Carolina en la investigación titulada: ESTUDIO GEOMECÁNICO PARA EL USO ADECUADO DE GAVIONES QUE REQUIERE LA CANTERA PROVEN III, ZAÑA – CHICALYO

Dejamos evidencia de lo evaluado firmando el presente documento para los fines que sean necesarios

Chiclayo, 25 de mayo del 2019

Atentamente,



Mg. Ing. Marco Antonio Cotrina Teatino  
DNI 41872247



## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

El docente y especialista que suscribe el documento es: Mg. Rosa Eliana Salazar Cabrejos con DNI: 41661370 de la especialidad de Lengua y Literatura da conformidad a los instrumentos: Guía de observación, guía de registro de costos y Cuestionario que a continuación se presentan y que fueron sometidos a una evaluación y validación, con la finalidad de que sean aplicados por los estudiantes responsables: Gayoso Sialer Jannet Alicia y Rodríguez Torres Diana Carolina en la investigación titulada: ESTUDIO GEOMECÁNICO PARA EL USO ADECUADO DE GAVIONES QUE REQUIERE LA CANTERA PROVEN III, ZAÑA – CHICALYO

Dejamos evidencia de lo evaluado firmando el presente documento para los fines que sean necesarios

Chiclayo, 26 de mayo del 2019

Atentamente,



Mg. Rosa Eliana Salazar Cabrejos  
DNI 41661370

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

El docente y especialista que suscribe el documento es: Wilder Ángel Alvarado Castillo con DNI: 17531294 de la especialidad de: Licenciado en Estadística da conformidad a los instrumentos: Guía de Observación, Guía de registro de costos y Cuestionario que a continuación se presentan y que fueron sometidos a una evaluación y validación, con la finalidad de que sean aplicados por los estudiantes responsables: Gayoso Sialer Jannet Alicia y Rodríguez Torres Diana Carolina en la investigación titulada: ESTUDIO GEOMECÁNICO PARA EL USO ADECUADO DE GAVIONES QUE REQUIERE LA CANTERA PROVEN III, ZAÑA - CHICLAYO

Dejamos, evidencia de lo evaluado firmando el presente documento para los fines que sean necesarios.

Chiclayo, 10 de mayo de 2019

Atentamente,



---

Wilder Ángel Alvarado Castillo  
DNI 17531294

## ANEXO N° 3

### Tablas

- ✓ Interpretación de valores de RQD (Deere, 1964)
- ✓ Relación entre RQD y frecuencia lineal
- ✓ Interpretación de los valores de RMR, (Bieniawski, 1989)
- ✓ Alambres galvanizados

Tabla 11. Interpretación de valores de RQD (Deere, 1964).

Fuente: GEOTECMIN

<b>DESCRIPCIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DE ROCA</b>	<b>VALOR DEL RQD</b>
Muy Pobre	0 – 25
Pobre	25 – 50
Regular	50 – 75
Buena	75 – 90
Excelente	90 – 100

Tabla 12. Relación entre RQD y frecuencia lineal

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>RMR</b>	<b>CLASE DEL MACIZO ROCOSO</b>
Roca Muy Buena	81 -100	I
Roca Buena	61 - 80	II
Roca Regular	41 – 60	III
Roca Mala	21 – 40	IV
Roca Muy Mala	0 – 20	V

Fuente: GEOTECMIN

Tabla 13. Interpretación de los valores de RMR, (Bieniawski, 1989)

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>RMR</b>	<b>CLASE DEL MACIZO ROCOSO</b>
Roca Muy Buena	81 -100	I
Roca Buena	61 - 80	II
Roca Regular	41 – 60	III
Roca Mala	21 – 40	IV
Roca Muy Mala	0 – 20	V

Fuente: GEOTECMIN

Tabla 14. Alambres galvanizados

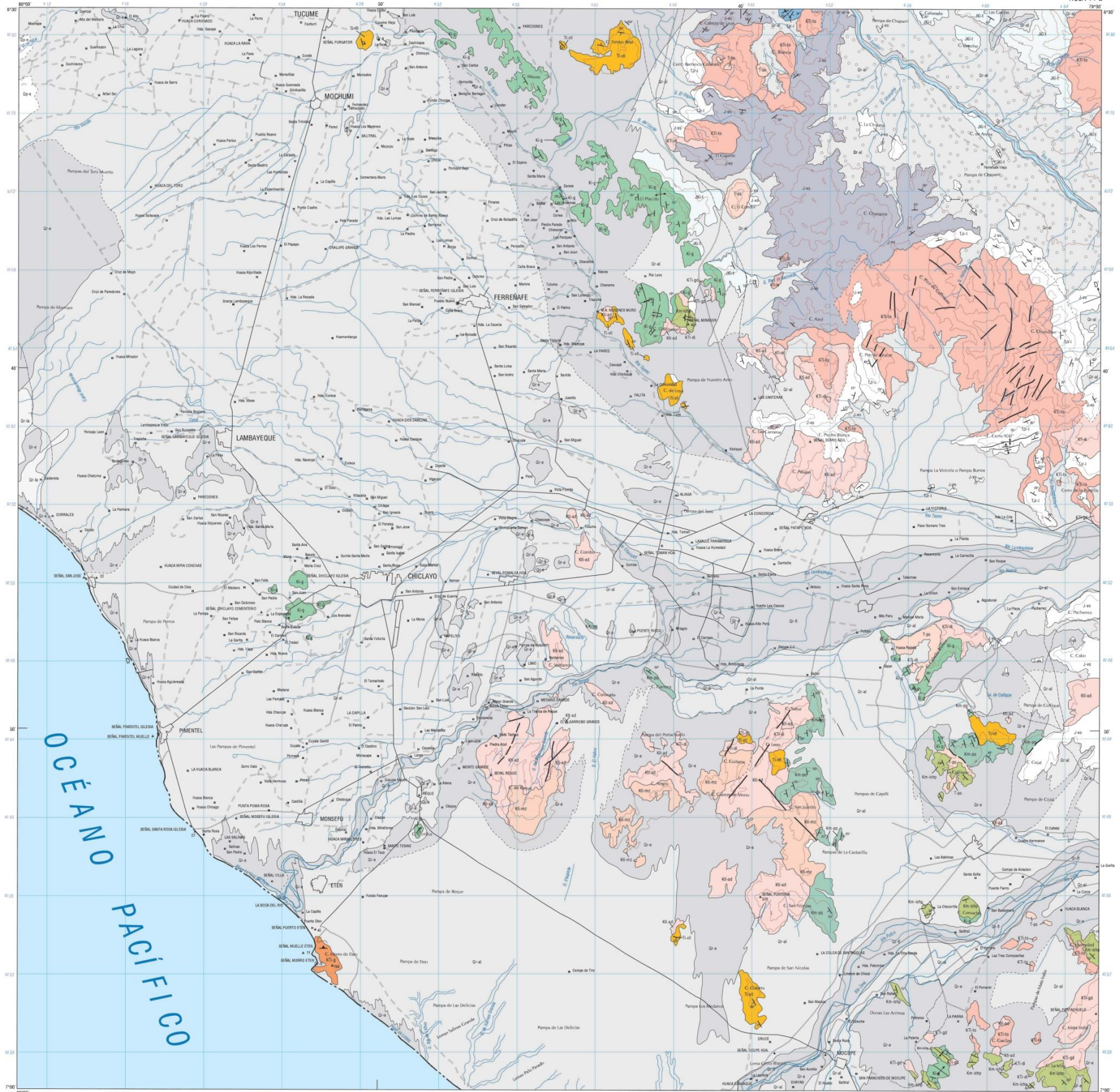
CALIBRE BWG	Diámetro		Sección mm <sup>2</sup>	Longitud y peso	
	mm.	Pulg.		m/Kg	Gr/m
1	7.62	0.300	45.60	2.79	358
2	7.21	0.284	40.83	3.12	321
3	6.58	0.259	34.00	3.74	267
3 1/2	6.35	0.250	31.67	4.02	249
4	6.04	0.230	28.65	4.44	225
5	5.59	0.240	24.54	5.20	193
5 1/2	5.50	0.217	23.75	5.36	186
6	5.16	0.203	20.91	6.10	164
7	4.57	0.180	16.40	7.77	129
8	4.19	0.165	13.79	9.24	208
9	3.76	0.148	11.10	11.47	87
9 1/2	3.60	0.141	10.18	12.51	80
10	3.40	0.134	9.08	14.02	71
11	3.05	0.120	7.30	17.45	57
12	2.77	0.109	6.02	21.16	47
12 1/2	2.50	0.098	4.91	25.94	38
13	2.41	0.095	4.56	27.93	36
14	2.11	0.082	3.50	36.39	27
15	1.83	0.072	2.65	48.43	21
16	1.65	0.065	2.14	59.52	17
17	1.47	0.056	1.70	74.93	13
18	1.24	0.049	1.20	106.15	9
19	1.07	0.042	0.90	141.54	7
20	0.89	0.035	0.62	205.46	5
21	0.81	0.032	0.51	249.78	4
22	0.71	0.028	0.40	318.47	3

Fuente: erosion.com.co

## ANEXO N° 4

### Láminas

- ✓ Mapa geológico cuadrángulo de Chiclayo – 14d
- ✓ Detalles de muros de gaviones



**LEYENDA**

ERATEMA	SISTEMA	SERIE	PISO	UNIDADES ESTRATIGRAFICAS	ROCAS INTRUSIVAS
CENOZOICO	CUATERNARIO	RECIENTE		Depositos fluviales aluviales y aluviales Depositos lacustres y grandes lagos Depositos eólicos	
		PLEISTOCENO			Andesita Pórfido Cuarcífero
		TERCIARIO	INFERIOR	Vic. Llama	T-10 T-20
MESOZOICO	CRETACEO	SUPERIOR			Adamella Grandiorita
		MEDIO	Turoniano Cenomaniano	Bn. Pucallpa y Balapitan Km-04	40 45 50 55 60
		INFERIOR	Albano	Fm. Inca Chico y Paratambo Km-03	65 70
			APURIMAC	Sbc. Píral	75 80
	JURÁSICO	SUPERIOR		Sbc. Píral	85 90
		INFERIOR		Vic. Oyón	95 100
	TRIÁSICO	SUPERIOR	Norian	Fm. La Leche	105 110

REPUBLICA DEL PERU  
SECTOR ENERGIA Y MINAS  
INSTITUTO GEOLOGICO MINERO Y METALURGICO  
**MAPA GEOLÓGICO DEL CUADRÁNGULO DE CHICLAYO**  
DEPARTAMENTO: LAMBAYEQUE  
POR: JORJIL WILSON  
SUPERVISADO POR: CARLOS GUEVARA R.  
Escala 1:100,000

BASE TOPOGRÁFICA:  
LEVANTAMIENTO AEROFOTOGRAFICO POR EL INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR, LIMA, PERU 1964

**INDICE DE CUADRANGULOS**

Las Ollas	Jayra	Inchasi
13-a	13-b	13-c
Morras	Chiclayo	Chongoyape
14-a	14-b	14-c
Pozuzo	15-a	Dreng
15-b		15-c

VERSION DIGITAL, 1998

DECLINACION MAGNETICA APROXIMADA EN 1998  
PARA TODO EL CUADRANGULO  
MINUS ANUALMENTE 5.5 SEG.

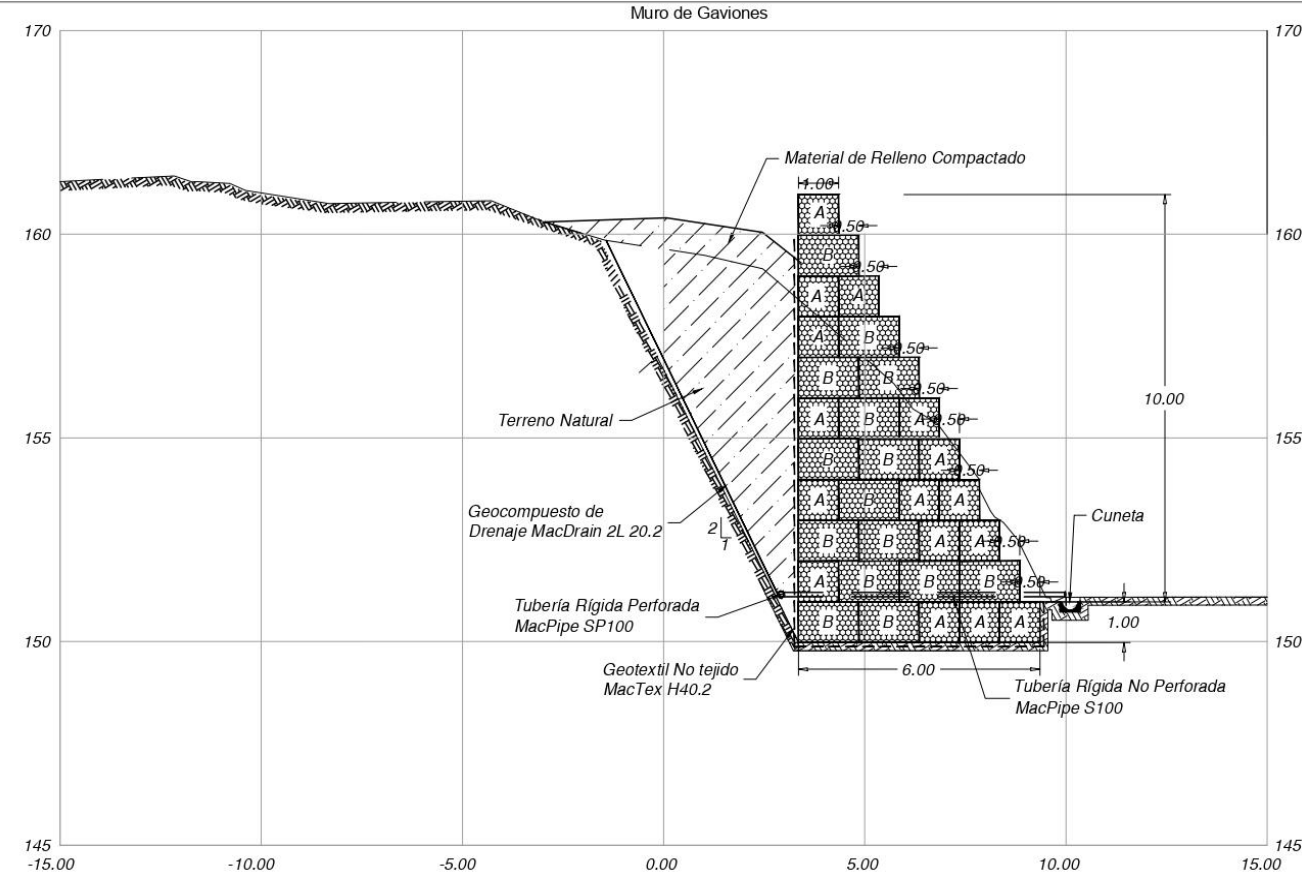
UBICACION DEL AREA DE ESTUDIO

- SIMBOLOS**
- Contacto conocido
  - Contacto cubierto
  - Eje de anticlinal invertido
  - Rumbo y buzamiento de estratos
  - Rumbo y buzamiento de estratos invertido
  - Falla conocida
  - Falla probable
  - Eje de anticlinal
  - Eje de sinclinal
  - Mesa en trabajo
  - Línea de perfil-sección
  - Carretera asfaltada
  - Camino carrozable
  - Camino de herradura
  - Señal geodésica
  - Cota

Fuente: Ingemmet



Sección Típica:  
Escala 1/150



Los Gaviones Caja GalMac® 4R-P Maccaferri son elementos prismáticos rectangulares, confeccionados con malla hexagonal de doble torsión, producida con alambres de acero de bajo contenido de carbono, con aleación GalMac 4R y adicionalmente revestidos con polímero especialmente desarrollado para las obras de ingeniería.

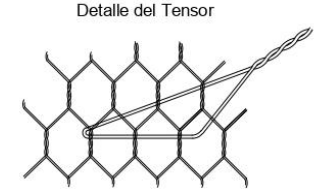
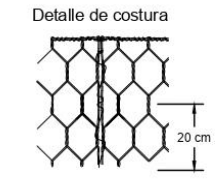
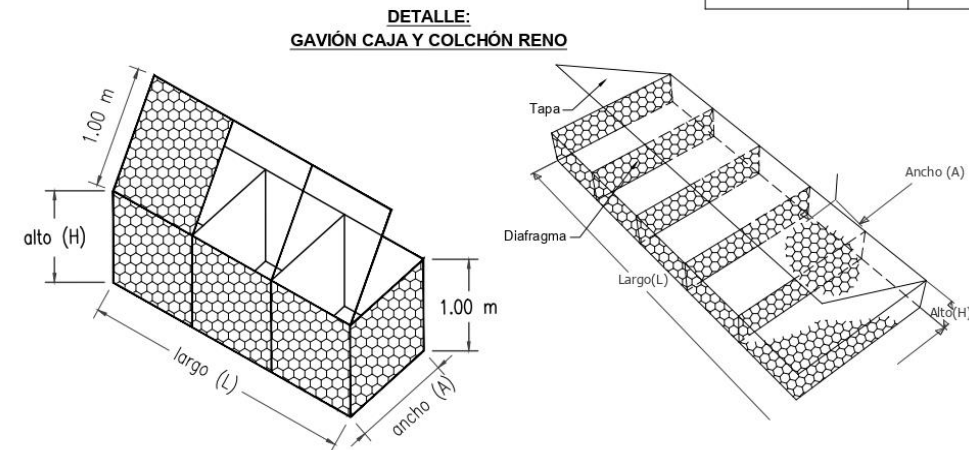
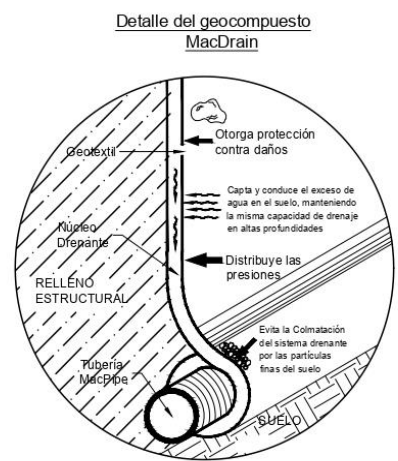
TABLA DE MEDIDAS STANDARD GAVIÓN CAJA Y COLCHÓN RENO						
TIPO	L(m)	A(m)	H(m)	VOL.(m3)	TIPO DE MALLA	DIÁMETRO DEL ALAMBRE
Gavión Tipo A	5.0	1.0	1.0	5.00	10X12	Ø 2.7 mm
Gavión Tipo B	5.0	1.5	1.0	7.50		Galmac 4R(Zn-Al 10%-MM)+PVC
Colchón Tipo D	5.0	2.0	0.5	5.00		
DIÁMETRO DE LA PIEDRA : 6"@8"						

TUBERÍA MACPIPE S100		
Propiedades	Unidad	Valor
Diámetro Nominal	mm (pulg)	100 (4)
Diámetro Externo (D)	mm	122
Diámetro Interno (d)	mm	101
Rigidez mínima al 5% de deformación	kPa	345
Área	mm <sup>2</sup> /mm	2.04
Momento de Inercia (I)	cm <sup>4</sup> /cm	0.03

TUBERÍA MACPIPE SP100		
Propiedades	Unidad	Valor
Diámetro Nominal	mm (pulg)	100 (4)
Diámetro Externo (D)	mm	122
Diámetro Interno (d)	mm	101
Rigidez mínima al 5% de deformación	kPa	345
Tipo de Perforación		Ranura
Área Abierta Perforada	cm <sup>2</sup> /m	183
Cantidad de Perforaciones	und/m	366
Perforación ancho x longitud	mm x mm	2.0 x 25
Distribución de perforaciones	perf/corruga	6

MACDRAIN 2L 20.2		
Propiedades	Unidad	Valor
Abertura de Filtración	mm	0.145
Permisividad	s <sup>-1</sup>	1.51
Pemeabilidad	cm/s	0.11
Resistencia - Tracción Longitudinal	kN/m	14.21
Resistencia - Tracción Transversal	kN/m	8.57
Deformación Rotura Longitudinal	%	33.23
Deformación Rotura Transversal	%	37.33
Espesor	mm	11.0
Gramaje	gr/m <sup>2</sup>	700.0

GEOTEXTIL NO TEJIDO MACTEX H 40.2		
Propiedades	Unidad	Valor
Resistencia a la tracción tira ancha - Sentido longitudinal	kN/m	10
Elongación tira ancha	%	50
Resistencia a la tracción GRAB - Sentido longitudinal	N	710
Resistencia al punzonamiento CBR	kN	1.5
Resistencia al desgarre trapezoidal - Sentido longitudinal	N	350
Permeabilidad normal	cm/s	0.36
Permisividad	s <sup>-1</sup>	2.8
Abertura aparente (AOS)	mm	0.18
Gramaje	gr/m <sup>2</sup>	200



<b>ucv</b>									
PROYECTO: MURO GAVIONES									
PLANO CLAVE KM. 0+000 - KM. 0+200									
PROYECTISTA: RODRIGUEZ TORRES DIANA CAROLINA GAYOSO SIALER JANNET ALICIA		LÁMINA: PC - 01							
LICENCIADO: GAYO COLLAJUA	ESTADO: MARIANO GAVIONES	<table border="1"> <tr> <td>DISERIDO: JANN</td> <td>ESCALA: INDICADA</td> <td>FECHA: JUNIO - 2019</td> </tr> <tr> <td>PROYECTISTA: LAMBA YEBRA</td> <td>ESTUDIO: PROYECTO DEL 1305</td> <td></td> </tr> </table>		DISERIDO: JANN	ESCALA: INDICADA	FECHA: JUNIO - 2019	PROYECTISTA: LAMBA YEBRA	ESTUDIO: PROYECTO DEL 1305	
DISERIDO: JANN	ESCALA: INDICADA			FECHA: JUNIO - 2019					
PROYECTISTA: LAMBA YEBRA	ESTUDIO: PROYECTO DEL 1305								
PROYECTISTA: LAMBA YEBRA	ESTUDIO: PROYECTO DEL 1305								

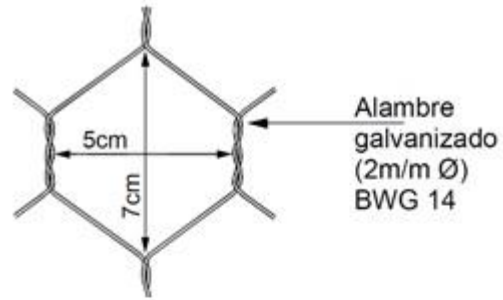
Fuente: Elaboración propia – AutoCAD Civil 3D

## ANEXO N° 5

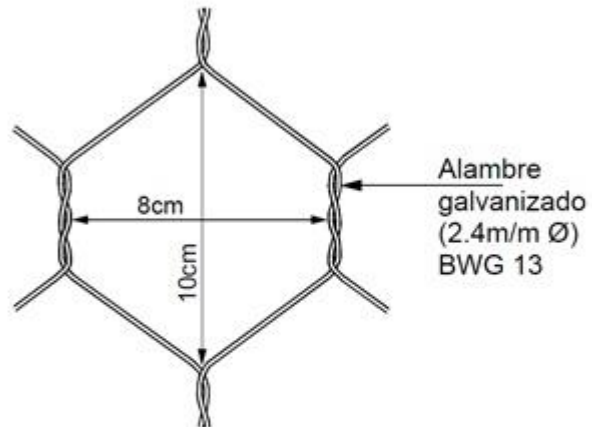
### Figuras

- ✓ Malla hexagonal
- ✓ Gavión Caja
- ✓ Colchón Reno
- ✓ Inicio del acceso a la cantera PROVEN III
- ✓ Entrada a la cantera PROVEN III
- ✓ Toma de datos in situ
- ✓ Número de juntas
- ✓ Instrumentos de medición
- ✓ Perforadora diamantina saca testigos
- ✓ Sierra de corte directo
- ✓ Peso de los testigos
- ✓ Equipo de resistencia a la compresión uniaxial
- ✓ Testigos sometidos a la máquina de compresión uniaxial
- ✓ Referencia para la altura del talud
- ✓ Proforma de los costos de gaviones

a) Escuadría 5 x 7 - BWG 14



b) Escuadría 8 x 10 - BWG 13



c) Escuadría 12 x 14 - BWG 11

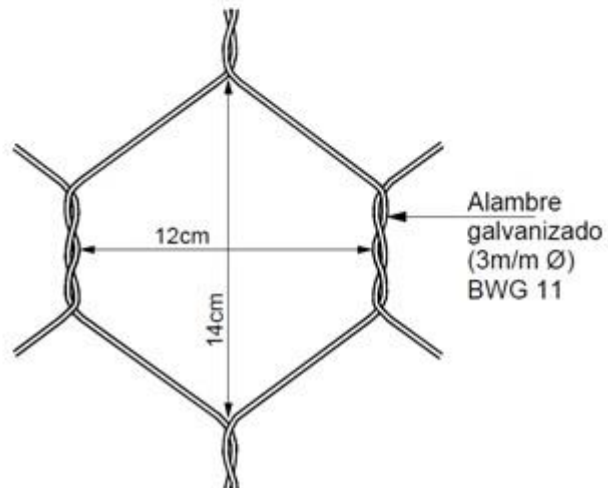
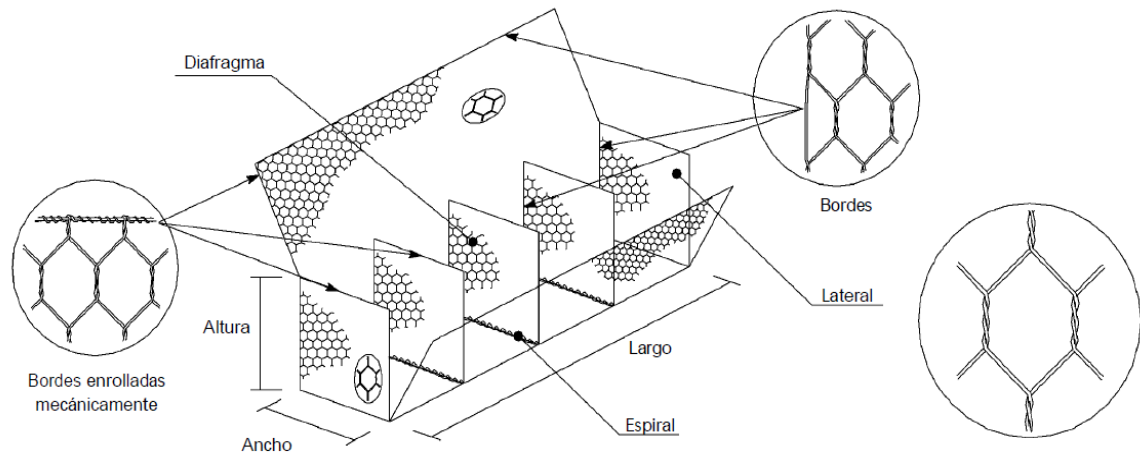


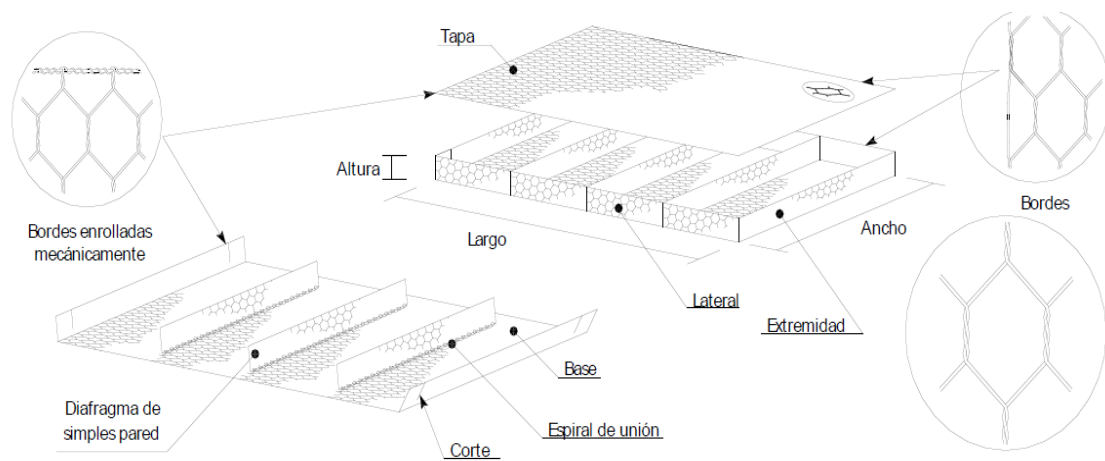
Figura 9. Malla hexagonal

Fuente: erosion.com.co



*Figura 10. Gavión Caja*

Fuente: MACCAFERRI



*Figura 11. Colchón Reno*

Fuente: MACCAFERRI



*Figura 12.* Inicio del acceso a la cantera PROVEN III

Fuente: Elaboración propia



*Figura 13.* Entrada a la cantera PROVEN III

Fuente: Elaboración propia



*Figura 14.* Toma de datos in situ

Fuente: Elaboración propia



*Figura 15.* Número de juntas

Fuente: Elaboración propia



*Figura 17.* Instrumentos de medición

Fuente: Elaboración propia



*Figura 16.* Perforadora diamantina saca testigos

Fuente: Elaboración propia



*Figura 18.* Sierra de corte directo

Fuente: Elaboración propia



*Figura 19.* Peso de los testigos

Fuente: Elaboración propia





*Figura 20.* Equipo de resistencia a la compresión uniaxial  
Fuente: Elaboración propia



*Figura 21.* Testigos sometidos a la máquina de compresión uniaxial  
Fuente: Elaboración propia



*Figura 20.* Referencia para la altura del talud

Fuente: Elaboración propia



GEOSISTEMAS & TECNOLOGÍA DEL PERÚ S.A.C.  
GEOSINTÉTICOS Y SISTEMA DE RIEGO

COTIZACION Nº 00-0791

20 de Junio del 2019

DATOS DEL CLIENTE

Cal. Arequipa Mza. A Lote 11 A.H. P.I.  
Nuevo San Juan SCT. Chavin de Huantar  
Lima - Lima - San Juan de Lurigancho  
RUC: 20604368091

RAZON SOCIAL: APAESTEGUI LLATAS IRMA  
RUC / DNI: 10166389891  
DIRECCION : COLLIQUE - BAIJO - LAMBAYAQUE

Web : [www.geosistemasperu.com](http://www.geosistemasperu.com)

CORREO(S) : [dianarodrigueztorres3024@gmail.com](mailto:dianarodrigueztorres3024@gmail.com)

Presente.-

TELEFONO: 945236192 - DIANA RODRIGUEZ

Atención :

Sirva la presente la hacerle llegar nuestra cotizacion por lo solicitado :

ITEM	UND. MEDIDA	DESCRIPCION	CANT	VALOR VTA UNIT \$	VALOR VTA TOTAL \$
1.00	PIECE	GAVION 5,0 X 1,0 X 10 10/2,40 4R+ PVC	44	80.98	3,563.12
2.00	PIECE	COLCHON 5,0 X 2,0 X 0.30 10/2,70 4R + PVC	44	67.98	2,991.12
				SUB TOTAL \$	6,554.24
				IGV 18%	1,179.76
				<b>TOTAL \$</b>	<b>7,734.00</b>

Los precios indicados son por el suministro del total de lo ofertado. Cambio en las cantidades o reducción de la O/C puede originar una revisión de los precios.

CONDICIONES DE PAGO Y ENTREGA

MONEDA DOLARES  
FORMA DE PAGO 00 DIAS - AL CONTADO  
TIEMPO ESTIMADO DE ENTREGA 20 DIAS DESPUES DE CONFIRMAR DEPOSITO.  
LUGAR DE ENTREGA PUESTO EN AGENCIA - LIMA  
VALIDEZ DE OFERTA 7 DIAS

CUENTAS BANCARIAS

CUENTAS CORRIENTES BCP  
SOLES: 191-2579482-0-72  
DOLARES: 191-2575196-1-89  
CUENTA DETRACCION  
S/: 00-004-15053

IMPORTANTE

Para el recojo de mercadería en nuestros almacenes, deben acercarse con lo siguiente:  
✓ G.R. en blanco (Cliente / Transportista) - Copia de O.C.  
✓ Voucher de depósito.  
✓ Aceptada la propuesta, las Facturas y GR se emitirán con el mismo detalle de este documento.

Sarith Chavez G.

Ejecutiva de ventas

email: [schavezgeosistemaperu.com](mailto:schavezgeosistemaperu.com)

cel: 946272824

Figura 21. Proforma de los costos de gaviones

Fuente: Geosistemas & tecnología del Perú S.A.C

## ANEXO N° 6

### Autorización de la empresa

Zaña, 15 de Mayo del 2019

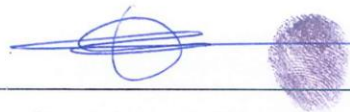
Dr. Humberto Llampén Coronel

RECTOR DE LA UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

YO Jhonny Apaestegui Muro, identificado con DNI N°08695355, en calidad de general de la empresa PROVEN III, AUTORIZO a las señoritas Gayoso Sialer Jannet Alicia y Rodríguez Torres Diana Carolina, estudiantes del X ciclo de la especialidad de Ingeniería de Minas, en la Universidad César Vallejo (filial Chiclayo) para que realicen la recolección de información UNICA Y EXCLUSIVAMENTE que se encuentre relacionado con el trabajo de investigación titulado: "ESTUDIO GEOMECÁNICO PARA EL USO ADECUADO DE GAVIONES QUE REQUIERE LA CANTERA PROVEN III, ZAÑA – CHICLAYO" el mismo que viene desarrollando para la obtención de su título profesional en dicho centro de estudios.

Además, dicha autorización comprende la divulgación y comunicación pública del citado trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la UCV.

Atentamente




Jhonny Apaestegui Muro

DNI: 08695355



JHONYMANUEL S.R.L.  
Jhonny Apaestegui Muro  
GERENTE

## ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS</b>	Código : F06-PP-PR-02.02
		Versión : 09
		Fecha : 23-03-2018
		Página : 1 de 1

Yo, MSc. Aguinaga Vásquez Silvia Josefina, docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería de Minas. De la Universidad César Vallejo Chiclayo, revisora de la tesis titulada "Estudio Geomecánico para el uso adecuado de gaviones que requiere la cantera PROVEN III, Zaña - Chiclayo", de las estudiantes Gayoso Sialer Jannet Alicia y Rodríguez Torres Diana Carolina, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 12% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

Las suscritas analizaron dicho reporte y concluyeron que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Chiclayo, 18 de julio del 2019



Firma

MSc. Silvia Josefina Aguinaga Vásquez

16790469

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante del SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	-----------------------	--------	---------------------------------

## REPORTE DE TURNITIN

### ESTUDIO GEOMECÁNICO PARA EL USO ADECUADO DE GAVIONES QUE REQUIERE LA CANTERA PROVEN III, ZAÑA - CHICLAYO

#### INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>12%</b>	<b>6%</b>	<b>1%</b>	<b>11%</b>
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

#### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>Submitted to Universidad Cesar Vallejo</b> Trabajo del estudiante	<b>6%</b>
<b>2</b>	<b>Submitted to Universidad Alas Peruanas</b> Trabajo del estudiante	<b>1%</b>
<b>3</b>	<b>Submitted to Universidad Continental</b> Trabajo del estudiante	<b>1%</b>
<b>4</b>	<b>repositorio.ucv.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>repositorio.uncp.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>repositorio.unsa.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>7</b>	<b>docplayer.es</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>8</b>	<b>Submitted to Universidad Católica de Santa María</b>	<b>&lt;1%</b>

**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO  
INSTITUCIONAL UCV**

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE          TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL          UCV</b>	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	--	---

Yo GAYOSO SIALER JANNET ALICIA, identificado con DNI N° 72517405 egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería de Minas, de la Universidad César Vallejo, autorizo (X) , No autorizo ( ) la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado "ESTUDIO GEOMECÁNICO PARA EL USO ADECUADO DE GALIONES QUE REQUIERE LA CANTERA PROVEN III, ZAJA-CHICLAYO."

" en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Alicia Gayoso  
 \_\_\_\_\_  
 FIRMA

DNI: 72517405

FECHA: 03 de Julio del 2019.

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	-----------------------------------	--------	---------------------------------



**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE  
TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL  
UCV**

Código : F08-PP-PR-02.02  
Versión : 09  
Fecha : 23-03-2018  
Página : 1 de 1

Yo Rodríguez Torres Diana Cordina identificado con DNI N° 77098011  
egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería de Minas de la  
Universidad César Vallejo, autorizo (X) , No autorizo ( ) la divulgación y  
comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado  
"ESTUDIO GEOMECÁNICO PARA EL USO ADECUADO DE GALIONES  
QUE REQUIERE LA CANTERA PROVENIR DE ZANA CHICLAYO"

" en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo  
estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art.  
33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

  
FIRMA

DNI: 77098011

FECHA: 08 de Julio del 2019

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	-----------------------------------	--------	---------------------------------



**AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE  
INVESTIGACIÓN**



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE

EP. DE INGENIERÍA DE MINAS

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

GAYOSO SIALER JANNET ALICIA

INFORME TITULADO:

ESTUDIO GEOMECÁNICO PARA EL USO ADECUADO DE  
GRADONES QUE REQUIERE LA CANTERA PROVEN III,  
ZANA-CHICLAYO

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERA DE MINAS

SUSTENTADO EN FECHA: 05/11/2019

NOTA O MENCIÓN: Aprobado por excelencia



FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE

EP. DE INGENIERÍA DE MINAS

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

Rodríguez Torres Diana Carolina

INFORME TITULADO:

ESTUDIO GEOMECÁNICO PARA EL USO ADECUADO DE  
GAVIONES QUE REQUIERE LA CANTERA PROVEN III,  
ZARZA - CHICLAYO

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERA DE MINAS.

SUSTENTADO EN FECHA: 05 / 11 / 2019

NOTA O MENCIÓN: Aprobado por excelencia

FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN