



UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA
COMISIÓN ORGANIZADORA

**RESOLUCIÓN DE COMISIÓN ORGANIZADORA
N° 0102-2016-UNAM**

Moquegua, 11 de Julio de 2016.

VISTOS, el Informe N° 144-2016-EPIM/VIPAC/CO/UNAM de 24 de junio de 2016, Oficio N° 0269-2016-VIPAC/CO/UNAM, de 24 de junio de 2016, Acuerdo de Sesión Extraordinaria de Comisión Organizadora n.°186-2016 de 28 de Junio de 2016,

CONSIDERANDO:

Que, el párrafo cuarto del artículo 18° de la Constitución Política del Estado, concordante con el artículo 8° de la Ley N° 30220, Ley Universitaria, reconoce la autonomía universitaria, en el marco normativo, de gobierno, académico, administrativo y económico, que guarda concordancia con el artículo 6° del Estatuto Universitario y artículo 11° del Reglamento General de la UNAM;

Que, el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Moquegua, aprobado con Resolución Presidencial N° 856-2015-UNAM de 31 de Julio de 2015, establece en el Artículo 13°, que el proyecto de tesis es un trabajo de investigación individual que presentan los estudiantes del último año académico, egresados o bachilleres al Director de la Escuela Profesional, con la finalidad de resolver un problema objeto de estudio, asimismo, precisa en el Artículo 16° que todo proyecto de tesis debe tener un asesor, quien deberá ser docente ordinario de la Escuela Profesional o en forma facultativa un docente contratado en la especialidad en el área que se investiga. El jurado dictaminador del proyecto, será designado por el Comité Asesor y el Director de la Escuela Profesional, el mismo que estará compuesto por tres miembros elegidos entre los docentes ordinarios y/o contratados, conforme se indica en el artículo 19° del precitado Reglamento;

Que, con Informe N° 144-2016-EPIM/VIPAC/CO/UNAM de 24 de junio de 2016, el ingeniero Agapito Flores Justo Director de la Escuela Profesional de Ingeniería de Minas solicita a Vicepresidencia Académica la aprobación de proyecto de tesis titulado: "Diseño de malla de perforación basado en la energía de mezclas explosivas, para optimizar costos de perforación y voladura en ARUNTANI S.A.C. 2015" presentado por el bachiller Wilber Fredy Gomez Mamani, asimismo, solicita el reconocimiento oficial de los asesores de tesis y del jurado dictaminador, conforme se establece en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Moquegua, precisando que según dictamen de proyecto de investigación de 20 de junio de 2016 fue declarado apto para ser inscrito en el Libro de Proyectos de Investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería de Minas;

Con Oficio N° 0269-2016-VIPAC/CO/UNAM, de 24 de junio de 2016, la Dra. María Elena Echevarría Jaime Vicepresidenta Académica de la Universidad Nacional de Moquegua, solicita al Dr. Washington Zeballos Gámez Presidente de la Comisión Organizadora – UNAM, la emisión de acto resolutivo en atención al requerimiento realizado por el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería de Minas;

Que, en Sesión Extraordinaria de Comisión Organizadora de 28 de Junio de 2016, se acordó por UNANIMIDAD, Acuerdo n.°186-2016, aprobar el proyecto de tesis, reconocer los asesores de tesis del proyecto de tesis en referencia presentado por el bachiller Wilber Fredy Gomez Mamani, asimismo, se ratifica la propuesta de miembros de jurado dictaminador remitida por la Dirección de la Escuela Profesional de Ingeniería de Minas, que tendrá a su cargo la emisión de dictamen y evaluación del trabajo de investigación en referencia;

Por las consideraciones precedentes, en uso de las atribuciones que le concede la Ley Universitaria N°30220, el Estatuto de la Universidad Nacional de Moquegua y lo acordado en Sesión Extraordinaria de Comisión Organizadora, acuerdo N° 186-2016 de 28 de Junio de 2016;

SE RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el proyecto de tesis: "DISEÑO DE MALLA DE PERFORACIÓN BASADO EN LA ENERGÍA DE MEZCLAS EXPLOSIVAS, PARA OPTIMIZAR COSTOS DE PERFORACIÓN Y VOLADURA EN ARUNTANI S.A.C. 2015" presentado por el bachiller en Ingeniería de Minas Sr. Wilber Fredy Gomez Mamani.





UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA
COMISIÓN ORGANIZADORA

**RESOLUCIÓN DE COMISIÓN ORGANIZADORA
N° 0102-2016-UNAM**

ARTÍCULO SEGUNDO.- DESIGNAR, al Ing. ARQUIMEDES LEON VARGAS LUQUE como asesor y al Ing. JESUS ISMITH CRUCES HERRERA asesor externo del proyecto de tesis aprobado en el artículo primero de la presente resolución.

ARTÍCULO TERCERO.- DESIGNAR, al jurado dictaminador del Proyecto de Tesis: "DISEÑO DE MALLA DE PERFORACIÓN BASADO EN LA ENERGÍA DE MEZCLAS EXPLOSIVAS, PARA OPTIMIZAR COSTOS DE PERFORACIÓN Y VOLADURA EN ARUNTANI S.A.C. 2015", presentado por el bachiller en Ingeniería de Minas Sr. Wilber Fredy Gomez Mamani, conforme al siguiente detalle:

- Ing. AGAPITO FLORES JUSTO : PRESIDENTE
- Mg. CESAR AUGUSTO VILLA ALAGON : PRIMER MIEMBRO
- Ing. CHRIST JESUS BARRIGA PARIA : SEGUNDO MIEMBRO

ARTÍCULO CUARTO.- ENCARGAR, a los profesionales designados el cumplimiento de lo establecido en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Moquegua, asimismo, Vicepresidencia Académica de la Comisión Organizadora deberá adoptar las acciones administrativas necesarias, para el cumplimiento de la presente resolución.

Regístrese, Comuníquese, Publíquese y Archívese.




DR. WASHINGTON ZEBALLOS GÁMEZ
PRESIDENTE




GUILLERMO S. KUONG CORNEJO
SECRETARIO GENERAL

Presidencia
VIPAC
VIP
EPIM
Interesada
Arch. (2)



PERÚ

SUNEDU

Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria

UNAM

Universidad Nacional de Moquegua

VIPAC

Vice Presidencia Académica

EPIM

Escuela Profesional de Ingeniería de Minas



"Año de la consolidación del Mar de Grau"

INFORME N° 0144 - 2016 – EPIM/VIPAC/UNAM



A : DRA. MARIA ELENA ECHEVARRIA JAIME
Vicepresidenta Académica UNAM.

DE : ING. AGAPITO FLORES JUSTO
Director de la Escuela Profesional de Ingeniería de Minas - UNAM.

ASUNTO : SOLICITO EMISIÓN DEL ACTO RESOLUTIVO APROBATORIO DEL PROYECTO DE TESIS, LA RATIFICACIÓN DE LOS ASESORES Y EL JURADO DICTAMINADOR

REFERENCIA : INFORME N° 007-2016-AFJ-DO-EPIM/UNAM

FECHA : Moquegua, 24 de Junio del 2016.

Mediante el presente me es grato dirigirme a usted para hacerle llegar mi cordial saludo y a la vez, solicitarle la emisión del Acto Resolutivo aprobatorio del Proyecto de Tesis, Ratificación de los Asesores y el Jurado Dictaminador del proyecto de tesis el mismo que quedan inscrito en el Libro de Proyecto de Tesis de la Escuela Profesional de Ingeniería de Minas, el cual se detalla:

"DISEÑO DE MALLA DE PERFORACIÓN BASADO EN LA ENERGÍA DE MEZCLAS EXPLOSIVAS, PARA OPTIMIZAR COSTOS DE PERFORACIÓN Y VOLADURA EN ARUNTANI S.A.C. 2015"

- ✚ Tesista : Bach. Wilber Fredy Gómez Mamani
- ✚ Asesor : Ing. Arquímedes León Vargas Luque
- ✚ Asesor Externo : Ing. Jesús Ismith Cruces Herrera

Jurado Dictaminador:

- ✚ Ing. Agapito Flores Justo – Presidente
- ✚ Mag. Cesar Augusto Villa Alagón – Primer Miembro
- ✚ Ing. Christ Jesus Barriga Paria – Segundo Miembro

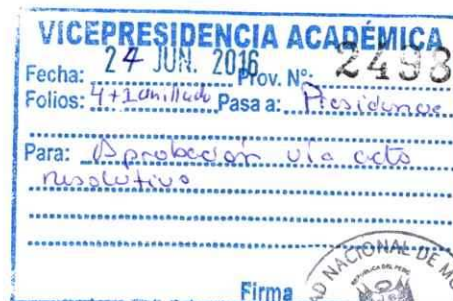
Proyecto que quedo expedido para su ejecución, y de acuerdo al reglamento vigente el tesista dispone de un plazo máximo de dos (02) años para la ejecución y sustentación del trabajo de tesis, a partir de la fecha de aprobación del proyecto.

Por tal motivo requiero sea emitido el acto resolutivo y la ratificación de los asesores y el jurado dictaminador.

Es todo en cuanto informo para su conocimiento y demás fines.

Atentamente,

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA
 EP ING MINAS DIRECTOR
AGAPITO FLORES JUSTO
 ING. MINAS CIP. 63742
 DIRECTOR E.P. ING. DE MINAS



C.c
AFJ/DEPIM.
dyc/seg.
Archivo.





PERÚ

SUNEDU

Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria

UNAM

Universidad Nacional de Moquegua

VIPAC

Vicepresidencia Académica

"AÑO DE LA CONSOLIDACIÓN DEL MAR DE GRAU"

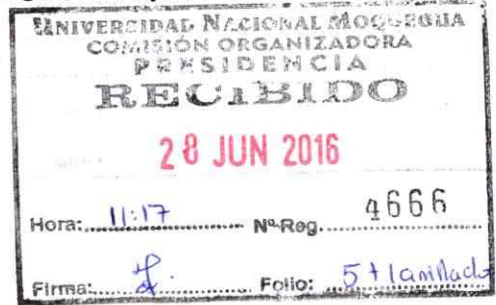
Moquegua, 24 de junio del 2016.

OFICIO N° 0269-2016-VIPAC-CO/UNAM

SEÑOR:

Dr. WASHINGTON ZEBALLOS GAMEZ
PRESIDENTE DE LA COMISIÓN ORGANIZADORA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

Presente.-



ASUNTO : SOLICITO APROBACIÓN VÍA ACTO RESOLUTIVO DEL PROYECTO DE TESIS, RATIFICACIÓN DE LOS ASESORES Y EL JURADO DICTAMINADOR DEL BACHILLER WILBER FREDY GÓMEZ MAMANI
REFERENCIA : INFORME N° 0144-2016-EPIM/VIPAC/UNAM

Mediante el presente es grato dirigirme a usted, para saludarlo cordialmente y a la vez manifestarle que visto el documento de la referencia, presentado por el Ing. Agapito Flores Justo Director de la Escuela Profesional de Ingeniería de Minas, quien solicita emisión del Acto Resolutivo aprobando el Proyecto de Tesis, Ratificación de los Asesores y el Jurado Dictaminador del proyecto de tesis el mismo que queda inscrito en el Libro de Proyectos de Tesis de la Escuela Profesional de Ingeniería de Minas el cual paso a detallar:

"Diseño de Malla de Perforación Basada en la Energía de Mezclas Explosivas, para Optimizar Costos de Perforación y Voladura en Aruntani S.A.C. 2015"

- Tesista : Bach. Wilber Fredy Gómez Mamani
- Asesor : Ing. Arquímedes León Vargas Luque
- Asesor : Ing. Jesús Ismith Cruces Herrera

Jurado Dictaminador:

- Ing. Agapito Flores Justo : Presidente
- Mag. Cesar Augusto Villa Alagón : Primer Miembro
- Ing. Christ Jesus Barriga Paria : Segundo Miembro



Por lo cual solicito a través de vuestro despacho la aprobación mediante acto resolutivo del Proyecto de Tesis, ratificación de los asesores y el jurado dictaminador.

Agradeciendo la atención al presente, hago propicia la ocasión para reiterarle los sentimientos de mi especial consideración y estima personal.

Atentamente,



UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

[Signature]
Dra. MARIA ELENA ECHEVARRIA JAIME
VICEPRESIDENTA ACADEMICA

Adjunto (04) folios + 01 anillado

MEEJ/VIPAC
kazb./sec
Cc.: Archivo.



INFORME NRO 07-2016-AFJ-DO-EPIM/UNAM

A : DIRECTOR DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA DE MINAS

DE : ING. AGAPITO FLORES JUSTO

Presidente del jurado dictaminador

REF : Memo Multiple Nro 005-2016-CA/EPIM/VIPAC/UNAM

:Citación nro 02-2016-CC-EPIM/VIPAC/UNAM

Asunto : informe del dictamen del proyecto de tesis

Fecha : Moquegua, 21 Junio del 2016

Mediante la presente me dirijo a ud a fin de informarle. Que se ha cumplido con la verificación de la absolución de observaciones del Proyecto de tesis denominado: **Diseño de malla de perforación basado en la Energía de mezclas de explosivos para Optimizar costos de perforación y Voladura en Aruntani SAC.** presentado por la Tesista: Wilber Fredy Gómez Mamani .En cumplimiento del Reglamento de grados y títulos y la norma correspondiente. En tal sentido el jurado dictaminador integrado por el Mg Ing. Cesar Augusto Villa Alagón(1er Miembro), el Ing. Christ Barriga Paria (2do Miembro) y el tesista Bach. Wilber Fredy Gomez Mamani presentes . A continuación el jurado dictaminador da por APTO el Proyecto de Tesis se adjunta el Dictamen del Proyecto de Investigación y continuar con el desarrollo del mismo.

Es cuanto informo a Ud. para los fines que crea convenientes.

Atentamente

Agapito Flores Justo
Ing. Agapito Flores Justo

Pdte del jurado dictaminador

A dj.Dictamen del Py de tesis

Ejemplares(03)



UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA DE MINAS
 COMITÉ ASESOR

DICTAMEN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

(El presente deberá ser llenado por el Jurado dictaminador del proyecto de investigación, en una reunión conjunta con todos sus miembros, después de haber compatibilizado sus sugerencias)

TITULO DEL PROYECTO DE TESIS:

"Diseño de Malla de Perforacion basado en la energia de mezclas explosivas, para optimizar costos de perforacion y voladura en Arunta, S.A.C 2015"

TESISTA: Bach. Wilber Fredy Gomez Maman

ASESOR: Ing. Arquimedes Vargas Luque

AREA/LINEA DE INVESTIGACIÓN:

Mineria - Perforación

1. ¿El título tentativo refleja el tema y problema objeto de estudio? SI (X)
NO ()

Se sugiere cambiar a:

.....

2. ¿El problema de estudio concuerda con las líneas, programas de áreas de investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería de Minas? SI (X)
NO ()

Se sugiere:

.....

3. ¿Caracteriza adecuadamente el Problema Objeto de Estudio? SI (X)
NO ()

Se sugiere:

4. ¿Justifica su proyecto de investigación? SI (X)
NO ()

Se sugiere:

.....

5. ¿Establece el Marco Teórico Referencial y Conceptual en forma ordenada con su tema de investigación? SI (X)
NO ()

Se sugiere:

.....

23

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA DE MINAS
COMITÉ ASESOR

6. ¿Plantea adecuadamente las hipótesis de acuerdo con el tema de investigación?
SI (X)
NO ()

Se sugiere:

7. ¿Determina en forma precisa los objetivos generales y específicos?
SI (X)
NO ()

Se sugiere:

8. ¿En la metodología establece el procedimiento y técnicas de investigación?
SI (X)
NO ()

Se sugiere:

9. ¿Se ha revisado suficientemente la bibliografía y fuentes de información para la elaboración del marco teórico?
SI (X)
NO ()

Se sugiere:

SEÑOR PRESIDENTE DEL COMITÉ ASESOR DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA DE MINAS.
En merito a la evaluación del Proyecto de Investigación, el Jurado declara:


APTO (X)

Por tanto debe ser inscrito en el Libro de Proyectos de Investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería de Minas.

NO APTO ()

Por tanto el tesista debe corregir las observaciones efectuadas por el Jurado Dictaminador en el presente formato y presentarlo oportunamente para una nueva revisión y evaluación.

Moquegua C.U., a los 20 días del mes de Junio del 2016...



Presidente



Primer Miembro



Segundo Miembro

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

Escuela Profesional de Ingeniería de Minas

**“DISEÑO DE MALLA DE PERFORACIÓN BASADO EN LA ENERGÍA DE
MEZCLAS EXPLOSIVAS, PARA OPTIMIZAR COSTOS DE PERFORACIÓN Y
VOLADURA EN ARUNTANI S.A.C. 2015”**

PROYECTO DE TESIS

PRESENTADO POR:

Bach. Wilber Fredy Gomez Mamani

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero de Minas

MOQUEGUA – PERÚ

2016

PROYECTO DE TESIS

I. DATOS GENERALES DE LA CARÁTULA

1.1. Título

Diseño de malla de perforación basado en la energía de mezclas explosivas, para optimizar costos de perforación y voladura en Aruntani S.A.C. 2015.

1.2. Nombre del Autor

Wilber Fredy Gómez Mamani

1.3. Localidad donde se realizará la investigación

Empresa Aruntani SAC – Unidad Tucari

1.4. Asesor

Ing. Jesús Ismith Cruces Herrera

Ing. Arquímedes León Vargas Luque

II. E I PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

Cuando se produce una variabilidad en el precio del oro producto de crisis internacionales las empresas mineras buscan minimizar el costo global de sus operaciones, entonces, es en el área de perforación y voladura donde deben realizarse los ajustes necesarios que permitan en el corto plazo reducir este costo.

La alternativa de bajar el consumo de explosivo por pozo es la primera medida que el área de perforación y voladura piensa en realizar, lo anterior se traduce a reducir en forma significativa los factores de carga, pero no es la más recomendada por el efecto que esta reducción podría tener en los índices operacionales de los equipos de carguío y transporte.

Actualmente existen alternativas que permiten reducir los costos del área de perforación y voladura sin tener que considerar esta primera medida, tal es el caso de la determinación de un nuevo diseño de malla de perforación basado en modelos matemáticos que toman en cuenta la energía de un explosivo.

En minería metálica la aplicación de este modelo matemático es importante, porque permite aprovechar al máximo la energía de cada explosivo, y así poder usar el factor de energía como una herramienta para medir el rendimiento de los explosivos.

En la mina Aruntani SAC ubicada en Moquegua no es la excepción del conjunto de empresas mineras, es decir que también busca minimizar el costo global de sus operaciones como problemática a solucionar, en tal sentido y en base al análisis de antecedentes se evaluó la factibilidad técnica de la utilización del modelo matemático propuesto por Crosby & Pinco, en la Unidad Tucari, en rocas cuya resistencia a la compresión promedió los 141 Mpa.

2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

2.2.1. Interrogante General

¿Con la aplicación de mallas de perforación, basado en la energía de mezclas explosivas se optimizará costos en perforación y voladura, en la mina Aruntani, Moquegua, 2015?

2.2.2. Interrogantes Específicas

- a. ¿Cuál es el Nivel de optimización de costos en perforación y voladura en la mina Aruntani, antes de la aplicación del nuevo diseño de mallas de perforación basado en la energía de mezclas explosivas?
- b. ¿Cuál es el Nivel de optimización de costos en perforación y voladura en la mina Aruntani, después de la aplicación del nuevo diseño de mallas de perforación basado en la energía de mezclas explosivas?

2.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

El desarrollo de este trabajo expone la situación de la mina Tucari, donde no se utiliza un diseño de mallas de perforación y voladura utilizando la energía de las mezclas explosivas, para maximizar la rentabilidad de la producción en las operaciones de la mina. Es más la actividad de perforación y voladura es el primer trabajo en la operación de la cual dependen muchos trabajos que se derivan de ella.

La implementación y aplicación del diseño de mallas de perforación y voladura basado en la energía del explosivo, tiene como objetivo exponer la factibilidad de la reducción de los costos operativos en la empresa minera Aruntani SAC, aplicando para ello el reemplazo del explosivo Anfo por otro explosivo de mayor energía (Anfo Pesado 50/50), para lograr de esta manera que la empresa minera obtenga una mayor utilidad bruta.

2.4. OBJETIVOS

2.4.1. Objetivo General

Demostrar que con la aplicación de mallas de perforación, basado en la energía de mezclas explosivas se optimiza costos en perforación y voladura, en la mina Aruntani, Moquegua, 2015.

2.4.2. Objetivos específicos

- a. Determinar el Nivel de optimización de costos en perforación y voladura en la mina Aruntani, antes de la aplicación del nuevo diseño de mallas de perforación basado en la energía de mezclas explosivas.
- b. Determinar el Nivel de optimización de costos en perforación y voladura en la mina Aruntani, después de la aplicación del nuevo diseño de mallas de perforación basado en la energía de mezclas explosivas.

2.5. HIPÓTESIS

2.5.1. Hipótesis general

La aplicación de mallas de perforación, basado en la energía de mezclas explosivas optimiza significativamente los costos en perforación y voladura, en la mina Aruntani, Moquegua, 2015.

2.5.2. Hipótesis Específicas

- a. El Nivel de optimización de costos en perforación y voladura en la mina Aruntani, antes de la aplicación del nuevo diseño de mallas de perforación basado en la energía de mezclas explosivas, es deficiente
- b. El Nivel de optimización de costos en perforación y voladura en la mina Aruntani, después de la aplicación del nuevo diseño de mallas de perforación basado en la energía de mezclas explosivas, es óptimo.

III. MARCO TEÓRICO

3.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

Algunos antecedentes de estudios realizados en diseño de mallas y optimizaciones de costos en mina, tenemos las siguientes:

Realizado por López Sánchez L, (2003), *Evaluación de la energía de los explosivos mediante modelos termodinámicos de detonación*. Universidad Politécnica de Madrid. España. p 124-125. Donde Obtiene los siguientes resultados; Los códigos termodinámicos son de gran utilidad a la hora de evaluar la energía de los explosivos. A pesar de que las propiedades de los explosivos quedan sobrestimadas al

emplear modelos ideales en el caso de modelos industriales, es muy valioso tener una herramienta que permite comparar las propiedades energéticas y de detonación de diferentes mezclas con tan solo conocer la composición y la densidad. Cuantificar la energía disponible en un explosivo es una tarea de gran dificultad, ya que ella no solo depende del explosivo en si sino de las circunstancias y condiciones de disparo. Los balances de energía que se establecen en el proceso de la voladura muestran que el calor de explosión es un parámetro que no describe correctamente la energía disponible del explosivo. El concepto de trabajo útil, cada vez más empleado en la industria del explosivo, cobra por ello gran importancia a la hora de establecer la cantidad de energía que se dispone para poder fragmentar y lanzar la roca.

Realizado por Ames, V. (2008), en su tesis *Diseño de las mallas de perforación y voladura utilizando la energía producida por las mezclas explosivas*; Universidad Nacional de Ingeniería. p 51; en la que obtiene los siguientes resultados: el cambio del ANFO PESADO por el ANFO ha llevado a obtener resultados satisfactorios en el aspecto técnico porque se puede apreciar que en la primera prueba el 69% de los fragmentos tenían dimensiones menores a 0,15 m y en la segunda prueba el 90,7% de los fragmentos eran menores que dicha tamaño, los cuales son adecuado para el tratamiento por lixiviación del mineral fragmentado en una empresa minera modelo del norte del Perú.

Realizado por Jáuregui Aquino, O. A. (2009). *Reducción de los costos operativos en mina, mediante la optimización de los estándares de las operaciones unitarias de perforación y voladura*. Empresa Minera Sur del Perú. p 94; en la que obtiene la siguiente conclusión; a través de la optimización de los estándares de las operaciones unitarias de Perforación y voladura, se logró la reducción del Costo unitario total de Mina en 1.51 \$/TM es decir un reducción del 7% en comparación con lo que se venía obteniendo. Representando esto una reducción en costos operativos de Mina de 1 359 000 \$ al año. La Reducción total en costos operativos por la optimización de las operaciones unitarias de minado y

por los ahorros en la eliminación de la voladura secundaria y el incremento en la vida de los aceros de perforación ascienden a un monto de 1 488 000 \$ al año.

Realizado por Echegaray Palma, F. A., & De la Cruz Carrasco, E. (2015). *Estudio de costos operacionales en la U.E.A. Recuperada – Huancavelica*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, p 159; en la que obtiene los siguientes resultados: En la evaluación de los costos operaciones existentes, se detectó que la estimación de los mismos no ha sido la idónea debido a que los costos unitarios existentes son más elevados que los costos unitarios propuestos, lo cual se puede observar en los apartados 6.6 y 6.8 respectivamente. Esto se debe a un mal cálculo de incidencia para cada actividad, la cual se ve mejorada por un estudio de tiempo que reduce los tiempos muertos. Observándose en este caso que los costos de operación antes de la implementación del plan de reducción de costos fueron de 248 \$/TM y posterior a la aplicación del plan antes mencionado, el costo de producción llegó a 218 \$/TM. Se encuentra, a manera de conclusión que el contraste entre los precios unitarios de operaciones propuestos son menores que los costos unitarios iniciales.

Realizado por Mendieta Britto, L. A., & Vilela Acosta, E. (2014). *Optimización de los costos operativos en la unidad Cerro Chico*, p 75; donde obtiene las siguientes conclusiones; Se concluye que es posible optimizar los costos de minado dentro de una operación, realizando estudios técnicos y orientados al constante análisis de las oportunidades de mejora.

Realizado por Llaique, A.; Sanchez, W. (2015). *Determinación del costo total de perforación para optimizar esta operación unitaria en mina tajo abierto*. Mina modelo en Cajamarca - Perú. p 118. Donde obtienen las siguientes conclusiones; Los factores que intervienen en el Costo Total de Perforación (TDC) son: precio de la broca (US\$), metros perforados (m), costo horario de la perforadora (US\$) y la velocidad de penetración

(m/h); según los resultados obtenidos en el estudio, de los cuatro factores que intervienen en la determinación del TDC, el factor de mayor incidencia es el ROP (velocidad de penetración), porque tanto el TDC y ROP son magnitudes inversamente proporcionales. Además de los resultados de la investigación se obtuvieron porcentajes significativos de reducción del TDC en comparación de los valores históricos del TDC. Para optimizar la operación unitaria, es necesario observar todo el sistema de perforación rotativa como un conjunto, es decir, realizar las mediciones de los factores que intervienen en la fórmula del TDC y llevar un control de los parámetros de perforación, los cuales conllevan a la determinación y reducción del TDC. Esto significa, que según estimaciones, por determinados periodos y cantidades de taladros, podemos obtener un ahorro mensual estimado de 48 000 US\$ para terrenos duros y 34 000 US\$ para terrenos medios, trabajando 40 000 metros perforados al mes según lo planificado en la Mina Modelo.

3.2. BASES TEÓRICAS

La tendencia a utilizar explosivos de gran potencia hace que también sea una necesidad la aplicación de nuevas técnicas para el diseño de mallas de perforación y voladura, por lo que en este trabajo se da a conocer la utilización de la potencia relativa por volumen (RBS). Esta teoría tiene el sustento en que la energía de un explosivo comparado al de otro es muy diferente, en el mismo volumen de taladro, por lo que al cambiar, en una mina en operación, de explosivo se tiene que tener en cuenta la cantidad de energía del explosivo en uso y los que se van usar. (Ames, 2008, p.3).

La potencia relativa por volumen (RBS) permite modificar rápidamente las dimensiones originales del burden y espaciamiento y de esta manera nos permite ahorrar tiempo y costos en las operaciones de perforación y voladura. (Ames, 2008, p.3).

Esto también implica que el uso del factor de energía debe ser una herramienta cotidiana para medir el rendimiento de los explosivos en vez del uso del factor de carga o factor de potencia, el cual a la fecha es utilizada en todas las unidades mineras de la empresa Aruntani SAC a pesar que el factor de energía tiene vigencia hace muchos años en los países desarrollados porque permite cuantificar correctamente el rendimiento de la energía del explosivo. Esto significa que la RBS permite diseñar las mallas de perforación y voladura mientras que el factor de energía no permite medir el rendimiento de energía de los explosivos. (Ames, 2008, p.3).

Empleando esta nueva malla de perforación, basado en la energía de mezclas explosivas optimiza los costos unitarios en el área perforación y voladura en la mina Aruntani S.A.C.

3.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

3.3.1. Combustión

Puede definirse como tal a toda reacción química capaz de desprender calor pudiendo o no, ser percibida por nuestros sentidos, y que presenta un tiempo de reacción bastante lento. (Exsa, 2008, p.9).

3.3.2. Deflagración

Es un proceso exotérmico en el que la transmisión de la reacción de descomposición se basa principalmente en la conductividad térmica. Es un fenómeno superficial en el que el frente de deflagración se propaga por el explosivo en capas paralelas, a una velocidad baja, que generalmente no supera los 1 000 m/s. (Exsa, 2008, p.9).

3.3.3. Acoplamiento

Se refiere al grado de contacto entre el explosivo en un pozo y la roca que lo rodea. Cuando el diámetro del explosivo es menor que el del pozo, se dice que la carga está desacoplada, y la razón de desacople definido como la relación entre el volumen de la carga al volumen del pozo. Los explosivos cargados a granel tienen un factor de acoplamiento igual a 1. (Enaex, 2007, p.1).

3.3.4. Burden y burden efectivo

El burden de un pozo se refiere a la dimensión lineal entre el pozo y la cara libre y se mide perpendicular a la dirección de la línea de pozos que constituyen una fila. El término burden generalmente se refiere al burden perforado, y la dimensión lineal se hace a la cara libre existente del banco. El término burden efectivo se refiere a la dimensión lineal entre el pozo y la posición de la cara libre más cercana al tiempo de la detonación del pozo, y toma en consideración la dirección de la iniciación. Para una malla equilátera de pozos, el burden es igual a 0.87 veces el

espaciamiento. Para una malla equilátera con iniciación V1, el burden efectivo es igual a 0.29 veces el espaciamiento. (*Enaex*, 2007, p.3).

3.3.5. Energía de burbuja

O energía de levantamiento, definición que se da al trabajo útil realizado por un explosivo después que la roca ha estado sujeta a la energía de choque inicial. A la energía de burbuja se le atribuye el desplazamiento de la roca después de fracturarse. Se mide en la prueba submarina de energía. (*Enaex*, 2007, p.5).

3.3.6. Energía de choque

Se define en tronadura como la energía usada para expandir un pozo. Se determina en la prueba de la energía submarina y a un equilibrio estable. Se calcula de los tiempos de pulso de presión inicial registrados por transductores de presión localizados en el agua cerca de las cargas detonantes. (*Enaex*, 2007, p.6).

3.3.7. Espaciamiento y espaciamiento efectivo

El espaciamiento para un pozo de tronadura se refiere a la dimensión lineal entre pozos de tronadura adyacentes que forman una fila, y se mide usualmente paralelo a la cara libre. El término usualmente se refiere al espaciamiento de la perforación. El término espaciamiento efectivo se refiere a la dimensión lineal entre pozos que detonan sucesivamente, y toma en consideración la dirección de la cara libre. (*Enaex*, 2007, p.6).

3.3.8. Factor de energía

Este término es similar al Factor de carga, pero la energía del explosivo se expresa en relación al peso o volumen de roca quebrada (o sea. MJ/m³ o MJ/ton o Kcal/ton). El factor de Energía es por eso el producto de Factor de Carga y la energía por peso del explosivo. (*Enaex*, 2007, p.7).

3.3.9. Potencia Relativa por Peso

Esta es la medida de la energía disponible de explosivo comparado a un peso igual de ANFO. Esta se calcula dividiendo la AWS del explosivo por la AWS del ANFO y multiplicado por 100. (Ames, 2008, p.19).

3.3.10. Potencia Relativa por Volumen

Esta es la energía disponible por volumen de explosivo comparado a igual volumen de ANFO, con una densidad de 0,85 g/cc. Esto se calcula dividiendo la ABS de un explosivo por la ABS del ANFO y multiplicado por 100. (Ames, 2008, p.19).

3.3.11. Energía explosiva requerida para la fragmentación de rocas.

La energía química de un explosivo con un determinado grado de confinamiento, y adecuadamente diseñado, se transforma a través de la detonación en productos gaseosos a altas presiones y temperaturas. Físicamente, el proceso corresponde a un choque dinámico, relacionado con la reacción termodinámica de descomposición del explosivo, y cuya acción en el entorno, es la transmisión de una onda de choque al macizo rocoso y la presión y empuje posterior de los gases.

Se ha demostrado que para quebrar una roca, es necesario emplear grandes cantidades de energía, de la cual, solo una parte se transforma en trabajo útil. Se estima que un porcentaje superior del 50 a 60% de la energía liberada por un explosivo, se pierde en forma de calor, vibraciones, y energía acústica.

La teoría termodinámica de la detonación de un explosivo, establece que los fenómenos activos (onda de choque generada durante la detonación, y la posterior presión de los gases), están en relación directa con la energía química contenida en el explosivo y con la forma de liberación de dicha energía.

V. MARCO METODOLÓGICO

4.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

Empresa Aruntani SAC – Unidad Tucari - Moquegua

4.2. TIPO Y DISEÑO

4.2.1. Tipo

- a. Investigación aplicada (Ander – Egg, 1990)
- b. Investigación explicativa (Hernández y Fernández. 2014)

4.2.1. Diseño

Diseño pre experimental. Un solo grupo con pre test y post test (Hernández y col. 2014)

G_E O_1 X O_2

Dónde:

G_E : Grupo Experimental

O_1 : Pre test

X : Malla de Perforación Basado en la Energía de Mezclas Explosivas.

O_2 : Post test

4.3. NIVEL DE INVESTIGACIÓN

Experimental - Aplicativo

4.4. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

4.4.1. Variable independiente

Malla de perforación basado en la energía de mezclas explosivas.

Definición operacional:

Situación de la mina respecto a la aplicación de mallas de perforación, basado en la energía de mezclas explosivas.

Indicadores

- a. Ausencia o presencia de mallas de perforación, basado en la energía de mezclas explosivas como recurso de optimización.
- b. Ausencia: no aplicación de MPBEME (pre test).
- c. Presencia: aplicación del MPBEME (post test).

4.4.2. Variable dependiente

Costos en perforación y voladura.

Definición operacional:

Nivel de optimización de costos en el área de perforación y voladura, en la mina Aruntani.

Indicadores

Promedio de rendimiento en el área de perforación y voladura.

- a. Maximización en función de las propiedades geo estructurales de la roca en el nivel de energía necesario para fracturar la roca.
- b. Minimización de costos unitarios de perforación y voladura.

4.5. POBLACIÓN Y MUESTRA

4.5.1. La población

Minas con áreas de perforación y voladura del grupo Aruntani SAC.

Cuadro 1. Población.

Minas	frecuencia	%
Minas con áreas de perforación y voladura del grupo Aruntani SAC.	5	100
Total	5	100

4.5.2. Muestra

La muestra se obtuvo en base al tipo no probabilístico, Área de perforación de la Mina Tucari - Moquegua en el cual se aplicó el nuevo diseño de mallas de perforación basado en la energía de mezclas explosivas.

4.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA RECOLECCIÓN DE DATOS

La técnica empleada en la presente investigación es la del registro de la base de datos obtenidos por el sistema Open Mine, otra herramienta a utilizar son las entrevistas realizadas a profesionales sobre el uso del nuevo diseño de malla de perforación y voladura.

Los principales instrumentos a utilizar son el software: SPSS V23, Split Demo, Jk Simblast.

4.7. VALIDACIÓN Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS

Los instrumentos son válidos y confiables, debido a que son software adquirido con licencia.

4.8. MÉTODOS Y TÉCNICAS PARA LA PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS

4.8.1. Análisis Descriptivo.

Se plasmará un análisis sobre el efecto que se tendrá en los parámetros de perforación y voladura (espaciamiento, burden, diseño de carga, etc.), sobre los costos de perforación y voladura.

Para lo cual se utilizará datos específicos, de algunas voladuras que se realiza en el tajo.

4.8.2. Presentación.

Se utilizará los datos de perforación y voladura de las pruebas a realizar, y se tomaran datos específicos, para realizar un análisis detallado, donde se presentarán cuadros de resumen.

Para la presentación de análisis de resultados se utilizara el software SPSS V23, Split Desktop, JK Simblast y Office 2013.

4.8.3. Prueba Estadística

Para el contraste de la hipótesis, se realizará una prueba estadística de comparación de medias, mediante la t-student.

Pre-Test	Post-Test
\bar{X}_1	\bar{X}_2
S^2_1	S^2_2
n_1	n_2

Dónde:

\bar{X} : Media (Promedio).

S^2 : Varianza.

n : Muestra.

a) Formulación de Hipótesis.

$$H_0: \bar{X}_1 - \bar{X}_2 = 0$$

$$H_a: \bar{X}_1 - \bar{X}_2 > 0$$

Donde:

H_0 = Hipótesis Nula.

H_a = Hipótesis Alterna.

b) Nivel de Significancia.

$$\alpha = 0.05$$

c) Estadística de Prueba.

$$t_c = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{(n_2 - 1)S_1^2 + (n_1 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}}$$

d) Criterio.

Rechazo la H_0 si $t_c > t_\alpha$ con $n_1 + n_2 - 2$ grados de libertad.

Donde:

t_c = t calculada.

t_α = t tabulada.

V. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

5.1. Cronograma de actividades

Cuadro 2. Cronograma de Actividades.

N°	ACTMIDADES	AÑO 2015			AÑO 2016	
		oct-15	nov-15	dic-15	may-16	jun-16
1	Revision teorica de proyecto	X	X	X	X	
2	Presentacion y aprobacion de proyecto					X
3	Ejecucion de proyecto	X	X	X	X	
4	Analisis de resultados obtenidos	X	X	X	X	X
5	Revision del borrador de tesis			X	X	X
6	Presentacion del borrador de tesis					X
7	Sustentacion de tesis					X

5.2. Recursos humanos

Cuadro 3. Mano de Obra.

Recursos Humanos	Cantidad	Unidad de Medida	Costo Unitario S/.	Costo Total S/.
Tesista	1	Und.	3,000.00	3,000.00
Ingeniero de perforacion y voladura	1	Und.	5,500.00	5,500.00
Asistentes de campo	4	Und.	1,200.00	4,800.00
Operador de camion fabrica	1	Und.	1,750.00	1,750.00
TOTAL S/.				15,050.00

5.3. Bienes

Cuadro 4. Mano de Obra.

Materiales	Cantidad	Unidad de Medida	Costo Unitario S/.	Costo Total S/.
Camara fotografica	1	Und.	400.00	400.00
Computadora portatil	1	Und.	5,200.00	5,200.00
Papel bond A4 80g	4	Millar	38.00	152.00
Impresora Epson	1	Und.	1,300.00	1,300.00
TOTAL S/.				7,052.00

5.4. Servicios

Cuadro 5. Servicios.

Servicios	Cantidad	Unidad de Medida	Costo Unitario S/.	Costo Total S/.
Alquiler de camion fabrica	1	Mes	12,500.00	12,500.00
Movilidad (camioneta)	2	Und.	250.00	500.00
Internet	1	Mes	65.00	65.00
TOTAL S/.				13,065.00

5.5. Fuentes de financiamiento y presupuesto

La colección de datos es de la operación de la Empresa Aruntani SAC, misma que autoriza el uso de datos.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ames Lara, V. A. (2008). *Diseño de las mallas de perforación y voladura utilizando la energía producida por las mezclas explosivas*. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería. P 1-30.
- Ander-Egg, E. (1990). *Técnicas de Investigación*. Buenos Aires: 21 ed. p 1-302.
- Crosby, W., & Pinco, M. (1992). *More power to the pop-when to use aluminum in bulk explosives*. E&mj-engineering and mining journal, 193(5), 28-31.
- Echegaray Palma, F., & De la Cruz Carrasco, E. (2015). *Estudio de los costos operacionales en la UEA recuperada*. Huancavelica: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. p 159.
- ENAE, S. (2007). *Manual de Tronadura Enaex SA Chile*. Santiago. p 1-205.
- EXSA, S. (2008). *Manual Practico de Voladura*. Lima: Cuarta Edición. p 1-30.
- Hernández Sampieri, R. (2014). *Metodología de la Investigación*. Sexta Edición. p 1-634.
- Jáuregui Aquino, O. (2009). *Reducción de costos operativos en mina, mediante la optimización de los estándares de las operaciones unitarias de perforación y voladura*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú. p 94.
- Llaique, A., & Sánchez, W. (2015). *Determinación del costo total de perforación para optimizar esta operación unitaria en mina modelo a tajo abierto, Cajamarca*. Universidad Privada del Norte. p 118.
- López Sanchez, L. (2003). *Evaluación de la energía de los explosivos mediante modelos termodinámicos de detonación*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid. p 124-125.
- Mendieta Britto, L., & Vilela Acosta, E. (2014). *Optimización de los costos operativos en la unidad Cerro Chilco*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú. p 75.
- Morche, W., Velasco, C., Loayza, D., & Clark, A. (2008). *Late Miocene high-sulfidation epithermal gold deposits of the Aruntani district, southern Peru*. Moquegua. p 1-32.
- Takis Katsabanis, P. (2000). *Explosives Technology, Department of Mining Engineering, Queens University*. Canada. p 1-251.

VII. ANEXOS

ANEXO N° 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA LÓGICA DE LA INVESTIGACIÓN

TÍTULO : Diseño de malla de perforación basado en la energía de mezclas explosivas, para optimizar costos de perforación y voladura en Aruntani S.A.C. 2015.

PREGUNTAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA									
<p>GENERAL</p> <p>¿Con la aplicación de mallas de perforación, basado en la energía de mezclas explosivas se optimizará costos en perforación y voladura, en la mina Aruntani, Moquegua, 2015?</p>	<p>Demostrar que con la aplicación de mallas de perforación, basado en la energía de mezclas explosivas se optimiza costos en perforación y voladura, en la mina Aruntani, Moquegua, 2015.</p>	<p>La aplicación de mallas de perforación, basado en la energía de mezclas explosivas optimiza significativamente los costos en perforación y voladura, en la mina Aruntani, Moquegua, 2015.</p>	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE: Malla de perforación basado en la energía de mezclas explosivas. Definición operacional: Situación de la mina respecto a la aplicación de mallas de perforación, basado en la energía de mezclas explosivas. Indicador: ✓ Ausencia o presencia de mallas de perforación, basado en la energía de mezclas explosivas como recurso de optimización. ✓ Ausencia: no aplicación de MPBEME (pre test). ✓ Presencia: aplicación del MPBEME (post test).</p>	<p>Tipo de investigación: Investigación aplicada (Ander – Egg, 1990) Investigación explicativa (Hernández y Fernández, 2014) Investigación cuantitativa (Hernández Pina, 2004) Diseño de investigación: Diseño pre experimental. Un solo grupo con pre test y post test (Hernández y col. 2014)</p> <p style="text-align: center;">G_t O₁ X O₂</p> <p>Dónde: GE: Grupo Experimental O1: Pre test X : MPBEME O2: Post test</p> <p>Población: Minas con áreas de perforación y voladura del grupo Aruntani SAC.</p>									
<p>ESPECÍFICAS</p> <p>1. ¿Cuál es el Nivel de optimización de costos en perforación y voladura en la mina Aruntani, antes de la aplicación del nuevo diseño de mallas de perforación basado en la energía de mezclas explosivas?</p> <p>2. ¿Cuál es el Nivel de optimización de costos en perforación y voladura en la mina Aruntani, después de la aplicación del nuevo diseño de mallas de perforación basado en la energía de mezclas explosivas?</p>	<p>1. Determinar el Nivel de optimización de costos en perforación y voladura en la mina Aruntani, antes de la aplicación del nuevo diseño de mallas de perforación basado en la energía de mezclas explosivas.</p> <p>2. Determinar el Nivel de optimización de costos en perforación y voladura en la mina Aruntani, después de la aplicación del nuevo diseño de mallas de perforación basado en la energía de mezclas explosivas.</p>	<p>1. El Nivel de optimización de costos en perforación y voladura en la mina Aruntani, antes de la aplicación del nuevo diseño de mallas de perforación basado en la energía de mezclas explosivas, es deficiente</p> <p>2. El Nivel de optimización de costos en perforación y voladura en la mina Aruntani, después de la aplicación del nuevo diseño de mallas de perforación basado en la energía de mezclas explosivas, es óptimo.</p>	<p>VARIABLE DEPENDIENTE: costos en perforación y voladura Definición operacional: Nivel de optimización de costos en el área de perforación y voladura, en la mina Aruntani. Indicador: Promedio de rendimiento en el área de perforación y voladura. ✓ Maximización en función de las propiedades geo estructurales de la roca en el nivel de energía necesario para fracturar la roca. ✓ Minimización de costos unitarios de perforación y voladura.</p>	<p>Muestra: La muestra se obtuvo en base al tipo no probabilístico, Área de perforación de la Mina Tucari- Moquegua en el cual se aplicó el nuevo diseño de mallas de perforación basado en la energía de mezclas explosivas.</p> <table border="1" data-bbox="845 168 1093 537"> <thead> <tr> <th>Minas</th> <th>frecuencia</th> <th>%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Minas con áreas de perforación y voladura del grupo Aruntani SAC.</td> <td>5</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td>5</td> <td>100</td> </tr> </tbody> </table>	Minas	frecuencia	%	Minas con áreas de perforación y voladura del grupo Aruntani SAC.	5	100	Total	5	100
Minas	frecuencia	%											
Minas con áreas de perforación y voladura del grupo Aruntani SAC.	5	100											
Total	5	100											