



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Dirección General de Estudios de Posgrado
Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y
Geográfica
Unidad de Posgrado

**Reciclaje del relave en la optimización del concreto
lanzado en minera Cuzcatlan Oaxaca de Juárez –
México**

TESIS

Para optar el Grado Académico de Magíster en Geología con
mención en Geotecnia

AUTOR

Sergio Raúl HUAICANE MULLISACA

ASESOR

Mg. Jorge ESCALANTE CONTRERAS

Lima, Perú

2023



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Huacane, S. (2023). *Reciclaje del relave en la optimización del concreto lanzado en minera Cuzcatlan Oaxaca de Juárez – México*. [Tesis de magíster, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, Unidad de Posgrado]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

Metadatos complementarios

Datos de autor	
Nombres y apellidos	Sergio Raúl Huaicane Mullisaca
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	29568773
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0001-9827-6563
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Jorge Escalante Contreras
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	28286636
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-3390-6998
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Alejandro Mena Ayala
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	10451517
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Enrique Guadalupe Gómez
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	09191995
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	Mariano Pacheco Ortíz
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	06284228
Datos de investigación	

Línea de investigación	C.0.0.2. Tecnologías para mitigar los impactos ambientales de las actividades industriales
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento.
Ubicación geográfica de la investigación	Edificio: País: México Departamento: Oaxaca de Juárez Provincia: Oaxaca de Juárez Distrito: Ocotlán Urbanización: Municipio San José del progreso Avenida: Latitud: 16.693778 Longitud: -96.701032
Año o rango de años en que se realizó la investigación	2016 - 2018
URL de disciplinas OCDE	Ingeniería ambiental y geológica https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.07.01 Geociencias, Multidisciplinar: http://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.05.01



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

SUSTENTACIÓN PÚBLICA

En la Universidad Nacional Mayor de San Marcos - Lima, a los veinticinco días del mes de setiembre del año dos mil veintitres, siendo las dieciséis horas, se reúnen los suscritos Miembros del Jurado Examinador de Tesis, nombrado mediante Dictamen N° 000521-2023-UPG-VDIP-FIGMMG/UNMSM del 22 de setiembre del 2023, con la finalidad de evaluar la sustentación oral de la siguiente tesis:

TÍTULO

«**RECICLAJE DEL RELAVE EN LA OPTIMIZACIÓN DEL CONCRETO LANZADO EN MINERA CUZCATLAN OAXACA DE JUAREZ - MÉXICO**»

Presentado por el Bach. **SERGIO RAÚL HUAICANE MULLISACA**, para optar el **GRADO ACADÉMICO DE MAGISTER** en **GEOLOGÍA** con mención en **GEOTECNIA**.

El Secretario del Jurado Examinador de la Tesis, analiza el expediente N° 05130/FIGMMG/2016 de fecha 02 de agosto del 2016, en el marco legal y Estatutario de la Ley Universitaria, acreditando que tiene todos los documentos y que cumplió con las etapas del trámite según el «Reglamento General de Estudios de Posgrado», aprobado con Resolución Rectoral N° 04790-R-18 del 08 de agosto del 2018.

Luego de la Sustentación, se procede con la calificación de la Tesis, de acuerdo al procedimiento respectivo y se registra en el acta correspondiente de conformidad al Art. 100 del precitado Reglamento, correspondiéndole al graduando la siguiente calificación:

..... BUENO (15)

Habiendo sido aprobada la sustentación de la Tesis, el Presidente recomienda a la Facultad se le otorgue el **GRADO ACADÉMICO DE MAGISTER** en **GEOLOGÍA** con mención en **GEOTECNIA** al Bach. **SERGIO RAÚL HUAICANE MULLISACA**.

Siendo las 17:00 horas, se dio por concluido al acto académico.


DR. ALEJANDRO MENA AYALA
Presidente


MG. ENRIQUE GUADALUPE GÓMEZ
Secretario


MG. MARIANO PACHECO ORTÍZ
Miembro


MG. JORGE ESCALANTE CONTRERAS
Asesor



CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo MG. JORGE ESCALANTE CONTRERAS en mi condición de asesor acreditado con el Número de Dictamen N° 625/UPG-FIGMMG/2018 de la tesis, cuyo título es «RECICLAJE DEL RELAVE EN LA OPTIMIZACIÓN DEL CONCRETO LANZADO EN MINERA CUZCATLAN OAXACA DE JUAREZ - MÉXICO» presentado por el Bachiller SERGIO RAUL HUAICANE MULLISACA para optar el grado de Magister en Geología con Mención en Geotecnia CERTIFICO que se ha cumplido con lo establecido en la Directiva de Originalidad y de Similitud de Trabaos Académicos, de investigación y producción Intelectual. Según la revisión, análisis y evaluación mediante el software de similitud textual, el documento evaluado cuenta con el porcentaje de 14% de similitud, nivel **PERMITIDO** para continuar con los trámites correspondientes y para su **publicación en el repositorio institucional**.

Se emite el presente certificado en cumplimiento de lo establecido en las normas vigentes, como uno de los requisitos para la obtención del grado correspondiente.

Firma del Asesor:

DNI: 28286636

Nombres y apellidos del asesor:

Jorge Escalante Contreras

Huella Digital





DEDICATORIA

A Dios,

Por ser el impulso necesario para seguir adelante, por haberme dado salud y fortaleza para lograr mis objetivos, además de su infinito amor y bondad.

A mis padres, por sus consejos y guía, por haberme enseñado desde pequeño a persistir y conseguir lo que uno anhela.

A mi esposa Justina, por ese optimismo y alegría que siempre me impulsó a seguir adelante y por los días y horas de comprensión para culminar mi trabajo.

A mis hijos Kristell, Bettzy y Sergio Gabriel, por todas las veces que no pudieron tener un papá a tiempo completo.



AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer sinceramente a todas aquellas personas que compartieron sus conocimientos conmigo para hacer posible la conclusión de esta tesis. Especialmente a mi asesor de tesis Mg. Jorge Escalante Contreras y a mi gran amigo Mg. Percy Pascal Pérez, quienes además de asesorarme en esta tesis fueron pilares fundamentales para el desarrollo de este trabajo y para obtener el grado de magister en geotecnia; también gracias a mis compañeros de México y que por su ayuda en la ejecución, recomendaciones y sugerencias de este trabajo fue posible obtener los resultados necesarios para culminar con éxito esta investigación.



ÍNDICE GENERAL

Índice General	v
Lista de cuadros	viii
Lista de figuras	ix
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT	xiv
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN	1
1.1 Situación problemática	1
1.2 Formulación del problema.....	3
1.2.1 Problema General	3
1.2.2 Problemas específicos	3
1.3 Justificación Teórica	4
1.4 Justificación Práctica.....	5
1.5 Objetivos de la investigación	5
1.5.1 Objetivo general.	5
1.5.2 Objetivos específicos.....	5
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO	7
Generalidades.	7
2.1 Marco Epistemológico de la Investigación	13
2.2 Antecedentes de Investigación	15
2.2.1 Antecedentes nacionales.	15
2.2.2 Antecedentes internacionales.	17
2.3 Bases teóricas	19
Reciclaje del relave.....	19
Parámetros técnicos para identificar depósitos de relave de mayor riesgo.....	19
Los relaves.....	20
Pasos para el manejo de los relaves.	21
Análisis granulométrico.	22
Pasivos mineros.	22
Activos mineros.....	22
Parámetros operacionales.....	23
Propiedades físicas y estructurales.....	23
Concreto lanzado.....	25



Ventajas del concreto lanzado	25
Usos del concreto lanzado	26
Diseño de la mezcla	27
Evaluación y predicción del rendimiento del concreto lanzado	28
CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA	31
3.1 Tipo y diseño de investigación	31
3.2 Unidad de análisis	32
3.3 Población de estudio	32
3.4 Tamaño de muestra	36
3.5 Selección de muestra	37
3.6 Hipótesis general.....	38
3.7 Hipótesis específicas.....	38
3.8 Identificación de variables.....	39
3.8.1 Independiente.....	39
3.8.2 Dependiente.....	39
3.9 Operacionalización de variables	39
3.10 Técnicas de recolección de datos	40
3.11 Análisis e interpretación de la información	41
CAPÍTULO 4: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	43
4.1 Análisis, Interpretación y Discusión de Resultados.....	43
4.1.1 Análisis del relave e interpretación	43
4.1.2 Análisis de agregados e interpretación	48
4.1.3 Análisis de aditivo acelerante e interpretación	53
4.1.4 Análisis petrográfico y minerográfico del relave con resultados	56
4.1.5 Resultados del concreto con relave	58
4.1.6 Resultado del concreto con relave aplicado en labores Subterráneas	59
4.1.7 Discusión de resultados	68
4.2 Pruebas de Hipótesis	71
4.3 Presentación de Resultados	74
CAPÍTULO 5: IMPACTOS	75
5.1 Propuesta para la solución del Problema	75
5.2 Costos de Implementación de la Propuesta.....	76
5.2.1 Presupuesto para análisis de muestras de concreto en laboratorio.....	76
5.2.2 Presupuesto de Mano de Obra para Lanzado de Concreto (10m3).....	77
5.2.3 Presupuesto de materiales (10m3).....	79
5.2.4 Presupuesto resumen.....	79
5.3 Beneficios que aporta la Propuesta	80



CONCLUSIONES	81
RECOMENDACIONES.....	83
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	84
ANEXOS	88
ANEXO 1: NMX-C-30-ONNCE-2004 Agregados – Muestreo.....	89
ANEXO 2. Matriz de Consistencia	101
ANEXO 3: Formatos de Datos de Campo	102
ANEXO 4: Análisis del relave (Jal)	104
ANEXO 5: Análisis de agregados	115
ANEXO 6: Análisis de calidad de agregados	124
ANEXO 7: Análisis con aditivo acelerante	129
ANEXO 8: Diseños de concreto.....	143
ANEXO 9: Estándares de sostenimiento para concreto lanzado 2”	147



LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Clasificación geomecánica en Minera Cuzcatlán	9
Cuadro 2. Categoría de excavación ESR	9
Cuadro 3. Matriz de Consistencia	36
Cuadro 4. Operacionalización de Variables	39
Cuadro 5. Análisis de Acelerante para concreto lanzado	41
Cuadro 6. Análisis de Relave.	42
Cuadro 7. Comportamiento de agregados.	42
Cuadro 8. Proporción de diseño de la mezcla 1.	43
Cuadro 9. Ensayos obtenidos para el relave.....	44
Cuadro 10. Proporción de diseño de mezcla 1	48
Cuadro 11. Tabla de Resistencias Obtenidas.....	48
Cuadro 12. Proporción Grava-Arena.....	53
Cuadro 13. Proporción Grava-Arena para el diseño del concreto.....	54
Cuadro 14. Proporción Grava- Arena para el diseño de concreto	54
Cuadro 15. Resistencia Vs. Aditivo.	55
Cuadro 16. Resultado de componentes del relave.....	57
Cuadro 17. Resultado del nuevo diseño de concreto con relave.	59
Cuadro 18. Resultado de la velocidad del fraguado inicial del concreto lanzado.	67
Cuadro 19. Cuadro de clasificación geomecánica indicando el tipo de sostenimiento por calidad de roca.....	68
Cuadro 20. Dosificación del concreto lanzado para producir un metro cúbico.....	71
Cuadro 21. Presupuesto de análisis de laboratorio.....	77
Cuadro 22. Análisis de precios unitarios jornada L-S (8hrs).....	78
Cuadro 23. Dosificación del concreto lanzado.....	79
Cuadro 24. Presupuesto Resumen.	79



LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Concreto Lanzado.	2
Figura 2. Ubicación del Proyecto.	7
Figura 3. Categoría de sostenimiento.	10
Figura 4. RMR Vs. Espesor de Shotcrete $f'c$ 240 kg/cm ²	11
Figura 5. RMR Vs. Espesor de Shotcrete $f'c$ 310 kg/cm ²	12
Figura 6. RMR Vs. Espesor de Shotcrete $f'c$ 350 kg/cm ²	12
Figura 7. Control del Sostenimiento en Minera Cuzcatlán.	15
Figura 8. Parámetros.	20
Figura 9. Minerales de relave.	20
Figura 10. Tipos de Presas de Relaves.	21
Figura 11. Pasos a seguir para el manejo de los relaves.	21
Figura 12. Los Tamaños de Granulometría.	22
Figura 13. Parámetros Operacionales.	23
Figura 14. Comportamiento.	24
Figura 15. Propiedades Estructurales.	24
Figura 16. Depósitos de Relave.	24
Figura 17. Materiales para un concreto lanzado.	25
Figura 18. Ventajas del Concreto Lanzado.	26
Figura 19. Imagen demostrativa del Concreto Lanzado.	26
Figura 20. Formas de utilizar el Concreto Lanzado.	27
Figura 21. Aspectos del Concreto Lanzado.	28
Figura 22. Manejo y Aplicación del Concreto Lanzado.	29
Figura 23. Concreto Lanzado y la Ecología.	30
Figura 24. Precauciones del Concreto Lanzado.	30
Figura 25. Investigación Experimental.	31
Figura 26. Medición del Slump para revisar la consistencia del concreto con relave desde su elaboración en planta hasta el punto de lanzado en la obra minera, y se mide con el cono de Abrams.	33



Figura 27. Medición de la velocidad de la fragua inicial del concreto con relave, para analizar la resistencia durante las primeras horas, se mide con un dinamómetro digital.	34
Figura 28. Foto demostrativa visual de la consistencia del concreto con relave.....	34
Figura 29. Resistencia a la compresión (Kg/cm ²) del relave v/s cemento. ...	35
Figura 30. Resistencia a la compresión (Kg/cm ²) del concreto y relave.	35
Figura 31. Muestreo de material almacenado.	37
Figura 32. Muestreo de material almacenado.	38
Figura 33. Relación agua-cemento de la mezcla.....	45
Figura 34. Absorción de la mezcla después de someterla a saturación.....	45
Figura 35. Resistencia a la compresión a la edad de 3 días.	45
Figura 36. Resistencia a la compresión a la edad de 7 días.	46
Figura 37. Resistencia a la compresión a la edad de 14 días.	46
Figura 38. Resistencia a la compresión a la edad de 28 días.	47
Figura 15. Resistencia de las mezclas realizadas.	49
Figura 35. Agregado debajo de la curva.	50
Figura 41. Corrección de la granulometría del agregado.	51
Figura 42. Análisis de Grava.	52
Figura 43. Tamaño de las partículas del Relave.....	52
Figura 44. Temperatura y fraguado del aditivo acelerante.....	55
Figura 45. Resistencia del concreto Vs. Aditivo.	56
Figura 46. Resultados en porcentaje de los componentes del relave.....	57
Figura 47. Plano geomecánico con los nombres de las labores mineras y calidad de roca.	61
Figura 48. Plano con la ubicación de los controles de deformación del macizo rocoso.....	62
Figura 49. Control deformacional del concreto con relave.	63
Figura 50. Control deformacional del concreto con relave.	64
Figura 51. Control del revenimiento del concreto con relave.....	65
Figura 52. Penetración del concreto lanzado fresco usando penetrómetro digital marca Mecmesin AFG 1000.	66



Figura 53. Correlación entre la resistencia a la compresión y las lecturas del penetrómetro digital marca Mecmesin AFG 1000. 66

Figura 54. Resultados de la velocidad de fraguado inicial en la Calle 1 Sur del TJ H1..... 67

Figura 55. Resultados de la velocidad de fraguado inicial en la Calle 3 Sur del TJ H1..... 68



RESUMEN

Las compañías mineras a nivel mundial generan relaves como producto de su explotación y tratamiento metalúrgico; cubriendo enormes cantidades de terreno para depositar estos desechos disminuyendo áreas verdes, generando peligros al ecosistema, pues la flora y fauna tienden a desaparecer de sus lugares de origen, así mismo, el incremento y la optimización en la producción minera avanza rápidamente siendo ello un factor importante y preocupante en el sector minero.

En el caso de Compañía Minera Cuzcatlán está buscando nuevas alternativas de reciclaje a este relave que es desechado como producto de su tratamiento metalúrgico y aplicarlo en otras actividades del sector, surgiendo como una oportunidad la necesidad de optimizar los costos de sostenimiento en interior mina, sobre todo en el concreto lanzado por el elevado consumo del cemento que se utiliza para estabilizar las excavaciones subterráneas, entonces ante esta oportunidad surge la propuesta de realizar un trabajo de investigación consistente en reciclar el relave para integrarlo como parte del cemento en la elaboración del concreto lanzado. Para ello, se realizó diferentes tipos de análisis físico-mecánicos y petrominerográficos al relave ya sea como un solo componente, y en combinación con el cemento y los demás elementos que integran el concreto; como es el agregado, fibra de acero, aditivos y agua.

Los resultados de este trabajo de investigación fueron alentadores ya que se logró integrar y calcular las dosificaciones adecuadas del relave como parte del concreto lanzado, específicamente como un componente del cemento debido a sus propiedades petrominerográficas y cementicias de tal forma que



el consumo de cemento va a disminuir en 118 kg/m³ de la dosificación original representando ello un 30% menos que el volumen de mezcla por cada metro cubico reflejándose en los costos de sostenimiento, así mismo, se establecerán nuevos diseños de preparación del concreto con relave y sus respectivos controles de calidad, se establecerá el consumo de relave mensual y anual que será almacenado adecuadamente en galpones, para la elaboración del concreto.

Finalmente, este trabajo de investigación generara líneas de investigación para continuar con la búsqueda de nuevas aplicaciones del relave en otras actividades; sobre todo, en el sector de la construcción civil.

Palabras Claves: Concreto lanzado, reciclaje del relave, estabilización, excavaciones subterráneas, petrominerográficos, tratamiento metalúrgico.



ABSTRACT

Mining companies around the world generate tailings as a product of their exploitation and metallurgical treatment; covering enormous amounts of land to deposit these tailings, reducing green areas and generating dangers for the ecosystem since flora and fauna tend to disappear from their places of origin, also, the increase and optimization of mining production is advancing rapidly and this is an extremely important and worrying aspect in the mining sector.

In addition, of Compañía Minera Cuzcatlan, it's looking for new recycling alternatives for this tailing that is discarded as a product of its metallurgical treatment and apply it to other activities of the sector, arising as an opportunity the need to optimize the costs of support inside the mine, especially in the shotcrete due to the high consumption of cement used to stabilize the subway excavations, then before this opportunity arises the proposal to carry out a research work consisting of recycling the tailing to integrate it as part of the cement in the production of shotcrete. For this purpose, different types of physical-mechanical and petromineragraphic analyses were carried out on the tailings as a single component, and in combination with cement and the other elements that make up the concrete, such as aggregate, steel fibre, additives and water

The results of this research work were encouraging since it was possible to integrate and calculate the appropriate dosages of tailings as part of the shotcrete, specifically as a component of cement due to its petromineragraphic and cementitious properties in such a way that the consumption of cement will decrease by 118 kg/m³ from the original dosage, representing 30% less than



the volume of mixture per cubic metre, which is reflected in the costs of support, Likewise, new designs will be established for the preparation of concrete with tailings and their respective quality controls, the monthly and annual tailings consumption will be established, which will be adequately stored in sheds for the preparation of concrete.

Finally, this research work will generate lines of research to continue the search for new applications of tailings in other activities, especially in the civil construction sector.

Keywords: Shotcrete, recycling to tailings, stabilization, underground excavations, petromineragraphic, metallurgical treatment.



CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1 Situación problemática

Respecto al título del trabajo de investigación, nace de la problemática que va a generar el incremento del relave que produce la planta de tratamiento metalúrgico, debido al aumento de la producción en mina y cómo afectará los depósitos de relaves que se tiene en la Compañía Minera Cuzcatlán S.A.; disminuyendo su capacidad de almacenamiento, tiempo de vida útil de la relavera, y ocupando mayor espacio en áreas verdes del medio ambiente.

Ante esta situación, surge la necesidad de reciclar el material de relave que sale de la planta de tratamiento metalúrgico, y buscar nuevas alternativas de aplicación; surgiendo la opción de aplicabilidad en el campo del sostenimiento con el concreto lanzado. Si los resultados producto del trabajo de investigación son beneficiosos, propondremos optimizar el consumo de cemento, disminuir los costos del sostenimiento y hallar una aplicación al relave que es desechado de la planta de tratamiento metalúrgico, al integrarlo como parte del sostenimiento en la mina (Ver Figura 1).

Este incremento de producción de relaves, debido a la producción de mina de 2,000 a 3,000 t/día de mineral, también va a generar problemas en el ecosistema, en la salud de la población y el riesgo de contaminación

de los terrenos agrícolas que se tienen en los alrededores de la unidad minera, como también en los acuíferos de la zona.



Figura 1. Concreto Lanzado.

Fuente. Archivo personal del autor

Por otro lado, el incremento de los costos de los materiales para el sostenimiento surge como un factor del abastecimiento del mercado externo, y que no se puede controlar en cuanto a costos, pero si es posible optimizar el consumo de estos materiales

Un trabajo nacional de similares características lo realizaron Cáceres & Larico (2017), en su estudio de investigación de Grado titulado “EVALUACIÓN DE MEZCLAS DE CONCRETO $f'c=175, 210$ Y 245 KG/CM² CON RELAVE MINERO DEL DISTRITO DE ANANEA - PUTINA - PUNO, 2017”, obteniendo como resultado que incorporando relave minero de 3% y 6% respecto al peso total del cemento en un concreto de $f'c=175$ kg/cm² se asemeja a la resistencia de un concreto normal sin relave, demostrando que el uso de relave como puzolana en las proporciones adecuadas con cemento disminuye el costo de producción (Cáceres & Larico, 2017).

Igualmente, un trabajo de nivel internacional con similares características lo realizó Medina, J. (2017) en su Tesis de Grado titulada “COMPORTAMIENTO FÍSICO-MECÁNICO DEL HORMIGÓN SIMPLE FABRICADO CON ARENAS DE RELAVE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO Y BENEFICIO REINA DEL CISNE, CÓDIGO 390354, DEL CANTÓN PORTOVELO, PROVINCIA DE EL ORO”, realizado en Loja –



Ecuador en el año 2017; los resultados obtenidos del trabajo de investigación dieron resultados alentadores porque mejoró las resistencias a la compresión simple, como también los valores a la flexión cuando se utiliza relave en proporciones del 5 y 10 % y es remplazado por el agregado, y con el 5 % cuando es sustituido por cemento.

Este trabajo de investigación se realizó en Minera Cuzcatlán propiedad del grupo Fortuna Silver Mines, ubicado en Oaxaca de Juárez, México; en donde se tomo una serie de muestras del relave para determinar sus principales características físicas y mecánicas, en combinación con los elementos que componen el concreto lanzado; y en donde se expuso su aplicación como parte del sostenimiento del macizo rocoso; siendo esto una novedad en las minas mexicanas que realizan este tipo de sostenimiento.

Este trabajo de investigación tiene fecha de inicio mayo del 2018, y será de mucha importancia relevante los resultados obtenidos, como también, el seguimiento a las obras mineras subterráneas que tengan esta tipología de sostenimiento.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema General

¿De qué manera el reciclaje de relave conduce a la optimización del concreto lanzado en minera Cuzcatlán, Oaxaca de Juárez-México?

1.2.2 Problemas específicos

1.2.2.1 ¿Cómo las técnicas de reciclaje del relave inciden en la optimización del concreto lanzado en minera Cuzcatlán, Oaxaca de Juárez-México?

1.2.2.2 ¿De qué forma los tipos de análisis del reciclaje del relave inciden en la optimización del concreto lanzado en minera Cuzcatlán, Oaxaca de Juárez-México?

1.2.2.3 ¿Cómo los parámetros técnicos del reciclaje del relave impactan en la optimización del concreto lanzado en minera Cuzcatlán, Oaxaca de Juárez-México?



1.2.2.4 ¿De qué manera las propiedades del reciclaje del relave afectan la optimización del concreto lanzado en minera Cuzcatlán, Oaxaca de Juárez-México?

1.2.2.5 ¿Cómo la resistencia control del reciclaje del relave incide en la optimización del concreto lanzado en minera Cuzcatlán, Oaxaca de Juárez-México?

1.3 Justificación Teórica

Este estudio será realizado, a fin de observar la importancia del reciclaje de relave en la optimización del concreto lanzado en minera Cuzcatlán, Oaxaca de Juárez México; en este sentido la minera busca poder utilizar los relaves en el proceso del concreto, mediante el estudio que se realizará al proyecto.

Desde muchos años atrás, en las empresas mineras sus problemas medio ambientales eran exactamente por los desechos de su producción, lo que hacía que sean sólidos o líquidos, a causa de que no contaban con un buen plan de procedimientos, y también que no existía una norma sancionadora.

Es conveniente realizar esta investigación, porque luego de un estudio de reología del relave para fines de determinar sus características para el relleno en pasta, se encuentra que el relave tiene altas propiedades cementicias y que podría incluso ser parte de la materia prima para fabricar cemento.

El trabajo de investigación tiene una sólida justificación, porque nos va aperturar a nuevas líneas de investigación y conocimientos de los tipos de materiales que se pueden reciclar y así adicionar al desarrollo científico académico mi tema de estudio “RECICLAJE DEL RELAVE EN LA OPTIMIZACIÓN DEL CONCRETO LANZADO”, puesto que será un aporte a la MINERA CUZCATLÁN, OAXACA DE JUAREZ – MÉXICO, y también para los que deseen averiguar más a fondo sobre este trabajo. Entonces los resultados que se consigan como producto de esta investigación, servirá para añadir más conocimientos sobre el estudio y beneficiar al desarrollo no solo científico sino industrial, ya que será una fuente de



información para aprovechar un producto que es desechado del proceso metalúrgico y como es reciclado otorgándole otra utilidad, en este caso particular buscarle un uso como parte de la optimización del concreto lanzado, específicamente disminuyendo el consumo de cemento.

1.4 Justificación Práctica

Con la información que se obtenga de los trabajos realizados en la parte práctica de esta investigación, se demostrará que el relave reciclado utilizado de manera conjunta con los materiales que componen el concreto, están relacionados entre sí y serán parte de la optimización del sostenimiento motivo de este trabajo, así mismo, se entregara información técnica relevante a las minas que realizan trabajos de sostenimiento y que están en la misma línea de optimizar su sostenimiento del concreto lanzado.

1.5 Objetivos de la investigación

1.5.1 Objetivo general.

Identificar el efecto del reciclaje del relave en la optimización del concreto lanzado en minera Cuzcatlán, Oaxaca de Juárez-México.

1.5.2 Objetivos específicos.

- 1.5.2.1 Encontrar el efecto de las técnicas de reciclaje del relave en la optimización del concreto lanzado en minera Cuzcatlán, Oaxaca de Juárez-México.
- 1.5.2.2 Identificar la incidencia de los tipos de análisis del reciclaje del relave en la optimización del concreto lanzado en minera Cuzcatlán, Oaxaca de Juárez-México.
- 1.5.2.3 Definir el impacto de los parámetros técnicos del reciclaje del relave en la optimización del concreto lanzado en minera Cuzcatlán, Oaxaca de Juárez-México.



- 1.5.2.4 Establecer la afectación de las propiedades del reciclaje del relave en la optimización del concreto lanzado en minera Cuzcatlán, Oaxaca de Juárez-México.
- 1.5.2.5 Determinar la incidencia de la resistencia control del reciclaje del relave en la optimización del concreto lanzado en minera Cuzcatlán, Oaxaca de Juárez-México.

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

Generalidades.

Antes de realizar mi trabajo de investigación es necesario mencionar que el trabajo de investigación se desarrolló en compañía minera Cuzcatlán, empresa subsidiaria de Fortuna Silver Mines, la que se encuentra ubicada al sur de México, en el estado de Oaxaca de Juárez.

El acceso es por carretera desde el Distrito Federal hasta la ciudad de Oaxaca en un tiempo de 5h 30 min; luego desde Oaxaca hasta la mina San José en 45 minutos y Por vía aérea desde el Distrito Federal hasta Oaxaca se realiza en un tiempo de 1h y luego desde Oaxaca hasta la mina San José en 45 minutos, ver (figura 2).

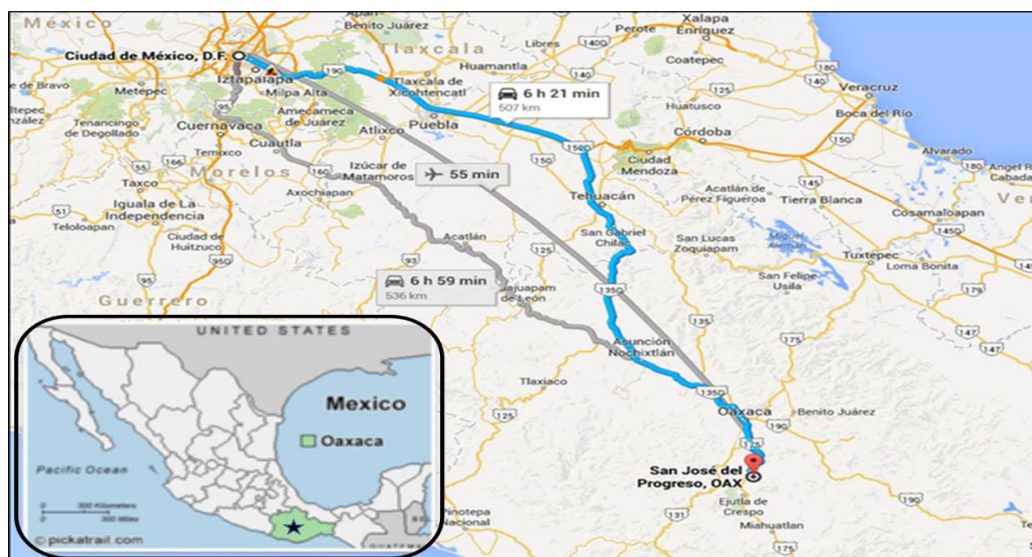


Figura 2. Ubicación del Proyecto.

Fuente. Elaboración propia.



La geología del yacimiento presenta un patrón estructural formado por fallas normales de alto ángulo de buzamiento y con los bloques occidentales levantados y los bloques orientales descendidos. Las fallas buzando con más de 80° hacia el Este, llegando algunas de ellas a ser subverticales, así mismo existe una falla principal que coincide con el alineamiento de la veta Trinidad, que tiene un salto de 160 m en el sector sur y 300 m en el sector norte. La segunda falla en importancia es la falla que coincide con la veta Bonanza, de tipo normal y que tiene un salto de 100 m y en el sector norte ambas fallas se unen. Al este de la falla principal existe un sistema de fallas menores, paralelas, espaciadas de 5 a 20 m y con saltos menores a 20 m.

Los tipos litológicos son de naturaleza volcánica, constan predominantemente de derrames lávicos de naturaleza andesítica y piroclásticos, los cuales fueron depositados durante el terciario medio-superior. El depósito cuaternario (cobertura) es el producto de la meteorización y desintegración de la roca, compuesto por arena y finos con materia orgánica, y su espesor no pasa de 5 m

Las vetas están emplazadas en un medio volcánico compuesto principalmente por derrames andesíticos de textura porfirítica y que yacen en bancos gruesos. El contacto de las cajas con la veta de cuarzo está bien definido, salvo en las zonas donde coinciden con una falla, característico de un yacimiento epitermal de baja sulfuración.

La mina produce Commodities de plata y oro, aplicando el método de explotación de corte - relleno ascendente y cámaras y pilares

Para conocer el tipo sostenimiento que utiliza Minera Cuzcatlán, se tiene en cuenta las características principales del macizo rocoso y luego se clasifica de acuerdo al sistema RMR (Bieniawski '89), sistema Q (Barton et al. 1974) y el GSI (Hoek & Marinos 2002), ver el cuadro 1.



Cuadro 1. **Clasificación geomecánica en Minera Cuzcatlán**

TIPO DE ROCA	COLOR	RMR	GSI
BUENA	AZUL	61 – 80	LF/B, LF/R, LF/P, F/B, F/R
REGULAR – A	VERDE	51 – 60	F/R, F/P, MF/B, MF/R, IF/B
REGULAR – B	AMARILLO	41 – 50	F/P, F/MP, MF/R, MF/P, IF/B, IF/R
MALA - A	ANARANJADO	31 – 40	F/MP, MF/P, MF/MP, IF/R, IF/P
MALA – B	ROJO	21 – 30	MF/MP, IF/P, IF/MP
MUY MALA	CAFÉ	0 - 20	IF/MP

Fuente. Elaboración propia.

Una vez determinadas las principales características geomecánicas, se calcula el tipo de sostenimiento con el ábaco de Barton por calidad de roca, aplicando el concepto de la dimensión equivalente y el ESR (relación del sostenimiento de la excavación), ver cuadro 2.

Cuadro 2. **Categoría de excavación ESR**

Categoría de Excavación		ESR	Nº de casos
A	Excavaciones mineras temporales	3-5	2
B	Piques verticales: Sección circular	2.5	
	Sección rectangular / cuadrada	2.0	
C	Aberturas mineras permanentes, túneles de agua para hidroeléctricas (excluyendo conductos forzados de alta presión), túneles piloto, galerías y socavones para grandes excavaciones	1.6	83
D	Cámaras de almacenamiento, plantas de tratamiento de agua, túneles carreteros y ferrocarriles menores, cámaras de equilibrio, túneles de acceso	1.3	25
E	Casas de fuerza, túneles carreteros y ferrocarriles mayores, cámaras de Defensa civil, portales, intersecciones	1.0	73
F	Estaciones subterráneas de energía nuclear, estaciones de ferrocarriles, fabricas	0.8	2

Fuente. Tabla de valoración del ESR. Barton et.al. 1974.

$$DE = \frac{\text{Ancho o altura de la excavación}}{\text{ESR}}$$

Luego hallamos la correlación del sistema RMR (Bieniawski '89), con el sistema Q (Barton 1974), por segmentos de 5 valores, aplicando la siguiente formula:



$$Q = e^{(RMR-44)/9}$$

Para el caso específico de nuestro yacimiento, las zonas para sostener con shotcrete, son con RMR 20 a 40 (Q equivalente de 0.07 – 0.64); y el espesor de concreto es de acuerdo a la calidad de roca y máxima abertura estable. Actualmente, estamos manejando tres dosificaciones de concreto, cuyas resistencias son de 240, 310 y 350 kg/cm².

En el ábaco adjunto (Barton & Grimstad, 1993), se muestran los rangos del sostenimiento con shotcrete, con relación a la dimensión equivalente (ver Figura 3).

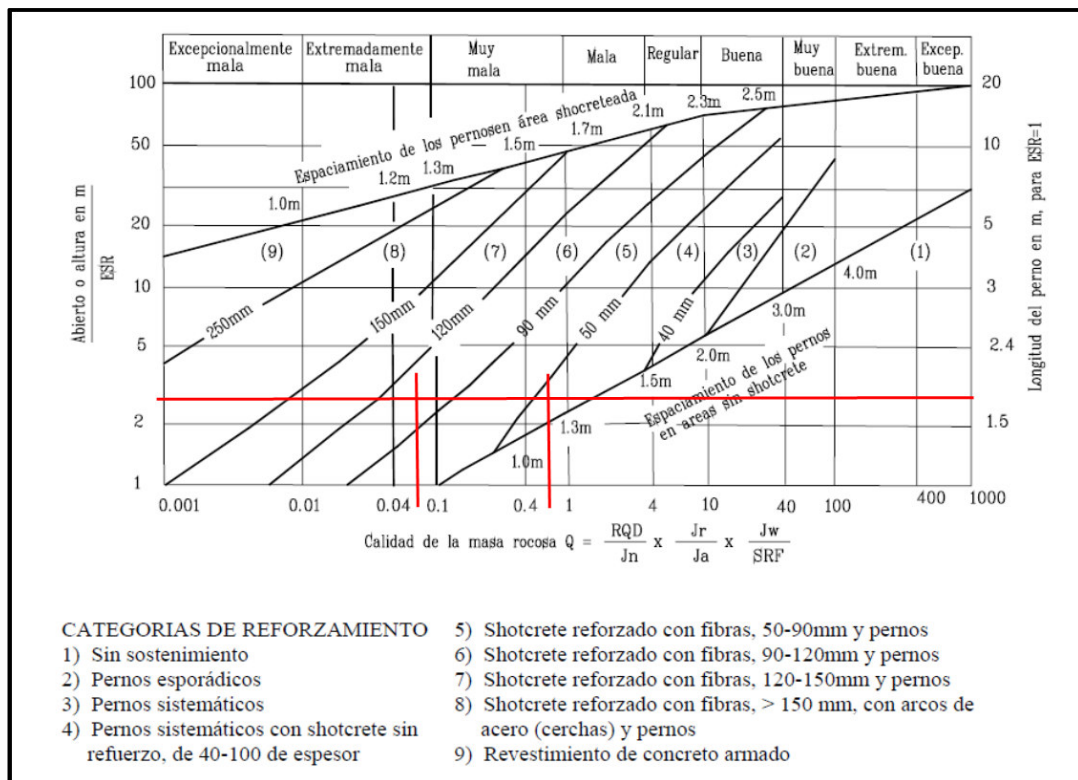


Figura 3. Categoría de sostenimiento.

Fuente. Sistema Q de Grimstad y Barton, (1993).

Para el cálculo del espesor de shotcrete, se ha considerado la fórmula de Sostenimiento para concretos (Rabcewicz, 1962) aplicado en condiciones normales; considerando un factor de seguridad de 1.3 (ver figura 4, 5 y 6), en donde se muestra la aplicación del concreto lanzado de acuerdo a su tipo de resistencia y abertura de excavación.



$$t = 0.434 \frac{Pr}{T}$$

Donde:

- t Espesor de concreto lanzado en m.
- P Esfuerzo sobre el concreto lanzado en t/m²
- r Radio de la excavación en m.
- T Esfuerzo cortante permisible del material para el concreto lanzado.

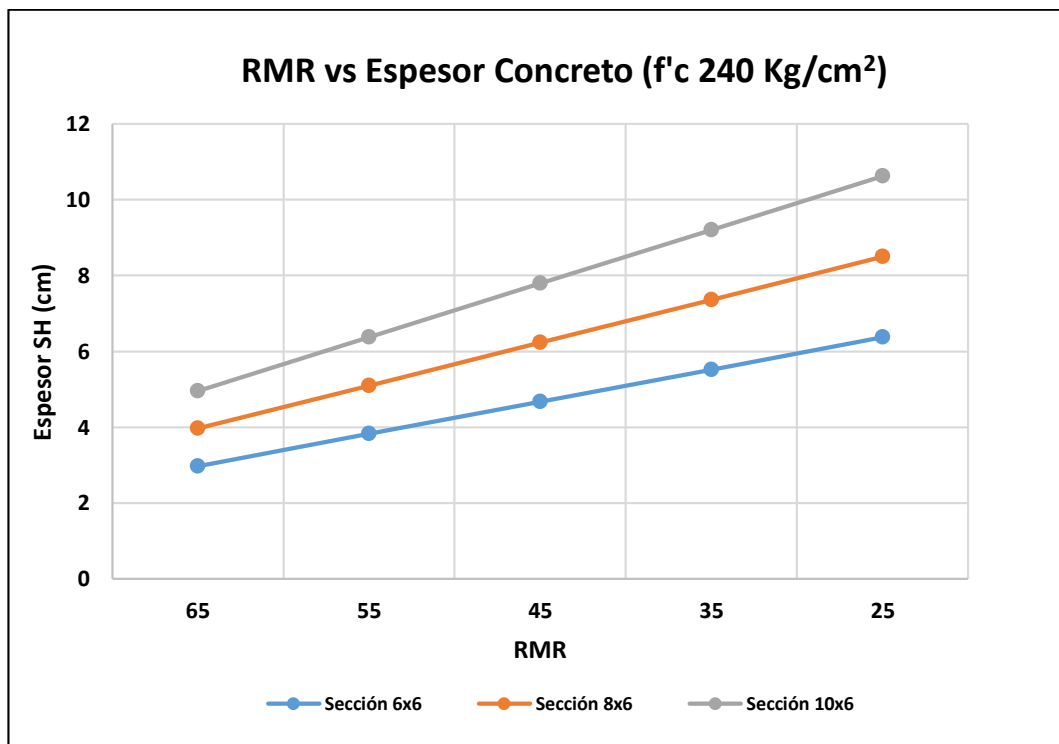


Figura 4. RMR Vs. Espesor de Shotcrete f'c 240 kg/cm².

Fuente. Elaboración propia.

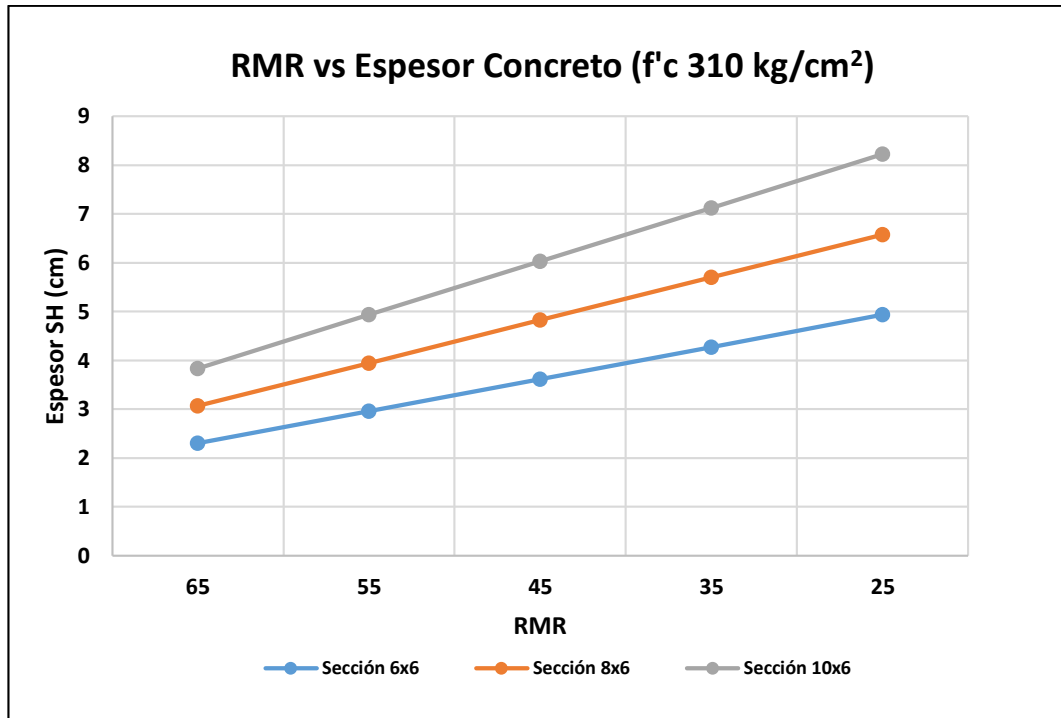


Figura 5. RMR Vs. Espesor de Shotcrete $f'c 310 \text{ kg/cm}^2$.

Fuente. Elaboración propia.

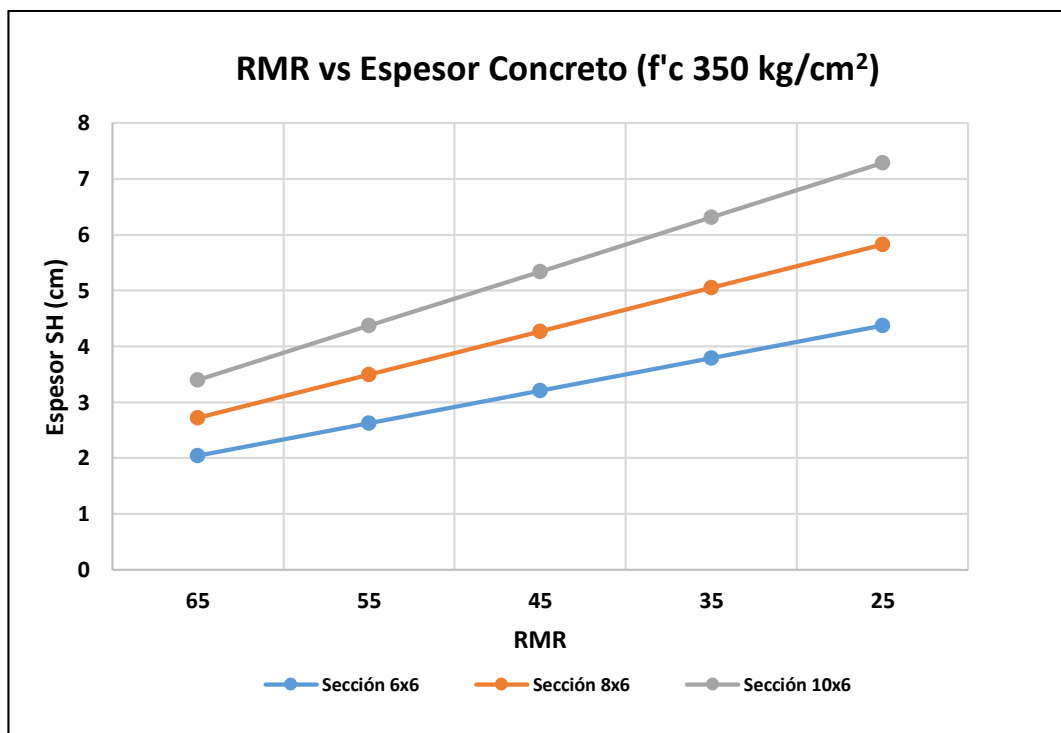


Figura 6. RMR Vs. Espesor de Shotcrete $f'c 350 \text{ kg/cm}^2$.

Fuente. Elaboración propia.



2.1 Marco Epistemológico de la Investigación

Con referencia a la epistemología de los relaves, según expone Carhuamaca (2018), el relave no es más que un desecho tóxico subproducto del proceso metalúrgico minero y con concentración de minerales; usualmente una mezcla de tierra, minerales de agua y rocas. Estos materiales están compuestos por elevadas concentraciones de materiales químicos y elementos que alteran el medio ambiente, hecho que obliga a que sean trasladados y almacenados en las canchas de relaves, para luego tratarlos y posiblemente ser reutilizarlos.

En el Perú uno de los casos de mayor relevancia son las remediaciones de los pasivos ambientales mineros y que en la actualidad se encuentran abandonados o inactivos siendo ello un peligro latente para la población y el ecosistema, en la tesis de Corzo (2015) mencionan a detalle los riesgos potenciales que significan en la población del distrito de San Mateo de Huanchor, como también de sus ríos tributarios que tiene su trayecto hacia Lima; otro estudio de mucha relevancia que realizo en la salud de los niños y el impacto en la salud de la población lo menciona Astete et al. (2009), en donde analizó a los niños de dos comunidades cercanas a relaves mineros en Cerro de Pasco (Quilacocha y Champamarca) hallando contenidos de plomo en la sangre en un 80% de ellos.

Es por ello la importancia de hallar la forma de reciclar estos relaves y dar a conocer estos resultados a fin de poder reciclar de manera adecuada este tipo de material, actualmente hay estudios que están realizando diferentes autores con la finalidad de encontrar mayores aplicaciones ya que en la mayoría de minas subterráneas no es suficiente con reutilizarlo como parte del relleno de las excavaciones originadas por los diferentes métodos de explotación, también estas minas tiene sus presas de relave en donde generalmente se escucha el termino de recrecimiento por etapas, es decir, la acumulación por este tipo de material y cada vez es de mayor volumen.



Entonces siendo estos relaves materiales sueltos de composición fina similar a los limos o arcillas, es que se realizó estudios aplicando una de las ramas de la geotecnia, siendo esta la mecánica de suelos con la finalidad de realizar los estudios teóricos y prácticos de las propiedades del relave y su comportamiento mecánico y cuál es la respuesta ante la acción de las fuerzas físicas del entorno, partiendo para ello desde ensayos en laboratorios y análisis petrográficos de los componentes del relave.

Por otro lado, es necesario mencionar el sostenimiento que se coloca en la mina ya que tiene la finalidad de asegurar, controlar y mantener la estabilidad de éstas, a fin de proporcionar condiciones seguras de trabajo y brindar acceso a las labores subterráneas. En este caso se trata del concreto lanzado que se aplica a las excavaciones subterráneas con sus diferentes componentes para asegurar la estabilidad de las excavaciones a edades tempranas y permitir el ingreso del personal de una manera segura para continuar con el ciclo del minado, es por ello la importancia de analizar el comportamiento del relave como parte del sostenimiento y como es su respuesta ante el entorno físico del macizo rocoso. Esta combinación de estos elementos hará posible su aplicación como parte del sostenimiento y se estará integrando a una de las herramientas de gestión geomecánica que se tiene para el control de la estabilidad en la mina con el nombre de control de calidad del sostenimiento en excavaciones subterráneas, ver (figura 7).



Figura 7. Control del Sostenimiento en Minera Cuzcatlán.

Fuente. Elaboración propia.

2.2 Antecedentes de Investigación

2.2.1 Antecedentes nacionales.

Calderón & Umiña (2016), en su Tesis de Grado titulada “EVALUACIÓN DE CONCRETOS GEOPOLIMÉRICOS MEDIANTE ACTIVACIÓN ALCALINA DE RESIDUOS MINEROS (RELAVE) Y ZEOLITA NATURAL”, tuvo como objetivo estudiar el comportamiento en síntesis de un concreto geopolimérico usando desechos de relave minero, zeolita natural y una solución alcalina, aplicando un diseño experimental, realizando análisis de las resistencias a la compresión, análisis de la densidad real (análisis de la varianza, análisis de residuos, modelo decodificado, análisis individual, análisis de la interacción, efecto de la interacción, diagramas de contorno). Con una adecuada cantidad de solución de activante (NaOH) y silicato de sodio, permiten la obtención de materiales geopoliméricos con resistencias a la compresión que van desde 39.0 Kg/cm² hasta 125.0 Kg/cm². Los resultados de la densidad de las



mezclas evidencian que cuanto mayor es el valor, la resistencia a la compresión disminuye por la presencia de mayor cantidad de relave en la mezcla geopolimérica, y existencias de porosidad. La diversidad de material geopolimérico encapsulado fue demostrado, que al grado de retención va del 89.18% hasta el 100%; finalmente, se demostró que la zeolita de forma natural posee químicos y minerales, de tal manera que puede ser utilizado como material de resistencia a la compresión.

Ventura (2018), en su Trabajo de Grado titulado “MEJORA CONTINUA EN LA DOSIFICACIÓN DE RELLENO CEMENTADO NV. 1,200- 1,300 MTS. UNIDAD MINERA ANDAYCHAGUA – JUNÍN, PERÍODO 2017-2018“, buscaba determinar cómo la mejora continua influye en la dosificación del relleno del tipo cementado en los niveles 1,200 - 1,300m de la unidad minera objeto de estudio. Para ello, empleó una investigación de tipo inductiva-deductiva, además de ser analítica-sintética; con un método cualitativo de la mano de un diseño experimental-demostrativo. Con el fin de lograr el objetivo, se utilizó como técnica la observación, la encuesta y la evaluación; manejando como instrumentos las fichas de observación y de encuestas con cuestionarios referentes a la mejora continua y el relleno del tipo cementado. En el trabajo se concluyó, que la mejora continua influyó significativamente en un porcentaje de 65% con su adecuada dosificación, rechazando la hipótesis nula, donde se coloca en la zona de rechazo derecha e izquierda del coeficiente de Pearson para la toma de decisión.

Romero (2015) en su estudio denominado “TRATAMIENTO DE RELAVES MINEROS CONTAMINADOS CON PLANTACIÓN DE GRAMÍNEAS (KIKUYO) PARA CONVERTIRLOS EN ÁREAS VERDES EN LAS MINAS DE LA REGIÓN CENTRAL DEL PERÚ”, tenía como premisa determinar la influencia en el tratamiento de relaves mineros contaminados con plantación de gramíneas (Kikuyo) en las minas de la región central del país. En el estudio se empleó una investigación del tipo aplicada ya que busca contribuir a la solución de los problemas originados por la contaminación y como de este estudio las sugerencias y conclusiones podrían ser llevadas a cabo por las empresas mineras y por la población con apoyo del estado. Igualmente, su investigación se basó en los métodos



de la observación, entrevistas, notas de campo, narraciones, fotos y registros virtuales confiables, así mismo, se tomó en cuenta la siembra de kikuyo como planta forrajera para el ganado vacuno, equino y ovino en otros países como Colombia y Panamá, también en el territorio nacional por ejemplo en Cusco y Áncash el uso de esta gramínea como fitoestabilizadora en las relaveras. Con esto se posibilita afirmar la hipótesis referida al tratamiento de relaves mineros con plantación de kikuyo en las minas de la región central del Perú, demostrándolo científica y tecnológicamente.

2.2.2 Antecedentes internacionales.

Gouveia (2020) en su Tesis de Grado titulada “EVALUACIÓN DE LICUEFACCIÓN EN PRESAS DE RELAVE, CASO PARTICULAR: MOCHIKOSHI, 1978”, se determinó que dada a las grandes implicancias con la licuefacción en las relaveras que son estructuras susceptibles, era conveniente plantear un modelamiento con parámetros de estado crítico del suelo, necesariamente para un estudio numérico de la licuefacción. Por otro lado, era necesario evaluar el caso de estudio histórico utilizando metodologías semi-empíricas para la evaluación de lo sucedido, siendo los muestreos de datos y los parámetros importantes. También se logró comparar los resultados obtenidos del estudio, concluyéndose que eran requeridos los procesos de calibración por medio de la ejecución de ensayos de campo, y aun cuando no se tuvo mucha disponibilidad de datos, los resultados logrados indicaron que el proceso de licuefacción se desarrolló en gran parte de la relavera; concluyendo en altas probabilidades de licuefacción en al menos los primeros 10 metros de la columna, las mismas que se recrearon adecuadamente.

Valenzuela (2015) en su Tesis doctoral titulada “SISTEMA DE MEDICIÓN DE LA ESTABILIDAD DE DEPÓSITOS MINEROS DE RELAVE FRENTE A LA ACCIÓN EÓLICA PARA SU RECUPERACIÓN COMO ESPACIO URBANO SOSTENIBLE, EN EL CASO DE LA CIUDAD DE COPIAPÓ EN CHILE”, pretendía como fin general, desarrollar un sistema adecuado a las mediciones de relaves y que nos permitan evaluar las



emisiones de materiales particulados al medio ambiente por efecto eólico en los depósitos de relaves mineros de Chile, esto con la finalidad de implementar medidas de control a la emisión de las partículas y posterior a ello planificar su recuperación como espacio urbano sostenible. La metodología del estudio se enfatiza en cuatro etapas y que son: la zonificación del área de estudio, características geotécnicas del relave, evaluación del grado de erosión eólica y el análisis de los resultados obtenidos. Entonces se pudo determinar que Chile está produciendo 1,400.000 toneladas en la actualidad, siendo inferior a un 1%, mientras tanto las proyecciones a futuro indican que la ley del mineral de cobre disminuye, por lo que se espera que esta cantidad de residuos se siga incrementando en los próximos años. En las zonas urbanas, los depósitos de relaves se corroboran que afectan la calidad de vida de las personas y favorecen la degradación de las áreas, limitando el crecimiento sostenible de las ciudades. Finalmente, el estudio enfatiza en la necesidad de contar con herramientas que permitan identificar los problemas.

Sánchez (2019) en su Trabajo de Grado titulado “ESTUDIO DEL RELAVE MINERO DE LA PLANTA DE BENEFICIOS SANTA LUCÍA, CÓDIGO 191038 DEL SECTOR LA MARAVILLA, DE LA PARROQUIA PUCARÁ CANTÓN PUCARÁ, PROVINCIA DEL AZUA, CON FINES DE UTILIZACIÓN EN MORTEROS DE PEGA DE UNIDADES DE MAMPOSTERÍA”, tenía como objetivo principal estudiar el relave minero de la planta de beneficio Santa Lucia, código 191038, desde los aspectos físicos, mecánicos y químicos con fines de utilización en morteros para la construcción. La planta de Santa Lucia, recibe mineral de área minera la Tigresa con una ley de cabeza de 3.5 g/t; la planta procesa 35 t/día, recibe una concentración de material residual por tuberías con una ley colas de 1.57 g/t, y cumple las normas de INEN. El relave contiene un porcentaje de 37.06 de filler (tamiz pasante N° 200), el cual contiene en mayor cantidad 9.64% de caolinita, un 9.27%, de clinocloro, 7.41% de cuarzo. El uso de relave en morteros de mampostería es una alternativa ambiental sostenible, ya que se disminuyen los desechos generados por la recuperación de minerales metálicos. Los metales pesados contenidos en el relave no generan daños en el mortero de mampostería, ya que son encapsulados



en el cemento. Los costos de los morteros de mampostería no contemplan el costo de transporte; y finalmente, los ensayos experimentales aplicados en la presente investigación permiten concluir que es factible el uso de relave en morteros de pega de mampostería, en cuanto a sus parámetros de resistencia, fluidez y adherencia.

2.3 Bases teóricas

Reciclaje del relave.

De acuerdo al Servicio Nacional de Geología y Minería, citado (Sánchez Y. , 2019) se entiende por relave al material de rechazo de un proceso de chancado o molienda, luego de extraer en mayor cuantía los minerales con valor; son de naturaleza polimetálica sulfurado con alto contenido de metales pesados de: cobre, plomo, zinc, hierro, cadmio, arsénico, entre otros. Por ello, son considerados como materiales tóxicos debido a su reacción con el agua, y su solubilizarían.

Los relaves son el resultado del proceso de flotación de mineral, y su composición es material molido y agua con reactivos. Los depósitos de los mismos, generalmente se encuentran formados por un muro de contención y una cubeta, sitio donde es depositado el fluido (Avaria, s.f.).

Los desechos de relaves son descargados en capas delgadas y se dejan secar bajo climas cálidos y secos, resultando entonces con una alta presión de poros negativa (succión capilar) y/o sobre consolidación; y por ende, mejorando las condiciones y características físicas en comparación a los lodos depositados convencionalmente (Carhuamaca, 2018).

Parámetros técnicos para identificar depósitos de relave de mayor riesgo.

Osinerming (2017) realizó una serie de seguimientos para identificar los colapsos mineros y las diversas consecuencias que este podría causar, dentro de ello se elaboró los siguientes parámetros (Ver Figura 8).

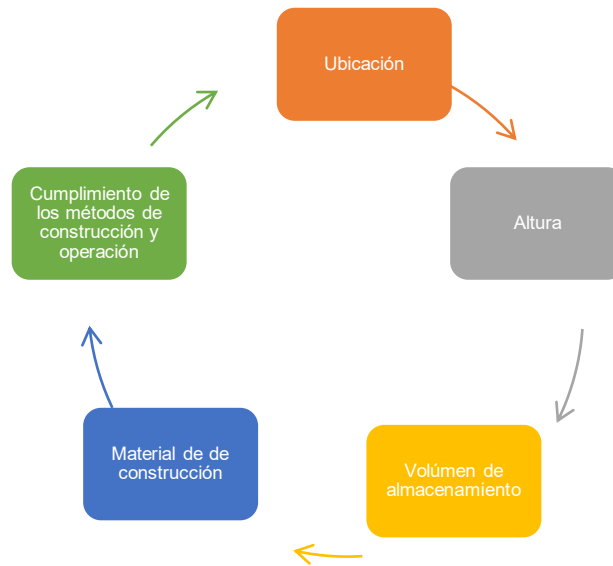


Figura 8. Parámetros.

Fuente. Información tomada de Osinergmin (2017).

Los relaves.

Son residuos sujetos a procesos químicos y físicos, tratados con sustancias sumamente peligrosas y tóxicas que son: soda cáustica, cianuro y ácido sulfúrico. Después de su proceso queda en especie de barro y/o lodo, donde a las partículas finas se le suma agua y químicos (Ver Figura 9).

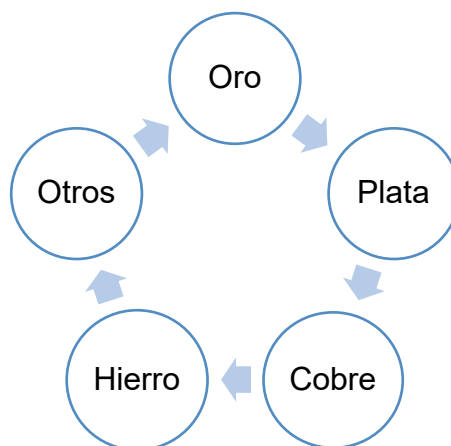


Figura 9. Minerales de relave.

Fuente. Datos tomados de Fierro (2019).

Menciona Fierro (2019), “el 84% de las presas de relaves falla sin que se hayan presentado detonantes”, los relaves son acumulados en presa o diques en el mismo proceso minero, donde se tiene una diversidad de materiales entre arenas, bloques o guijarros (Ver Figura 10).

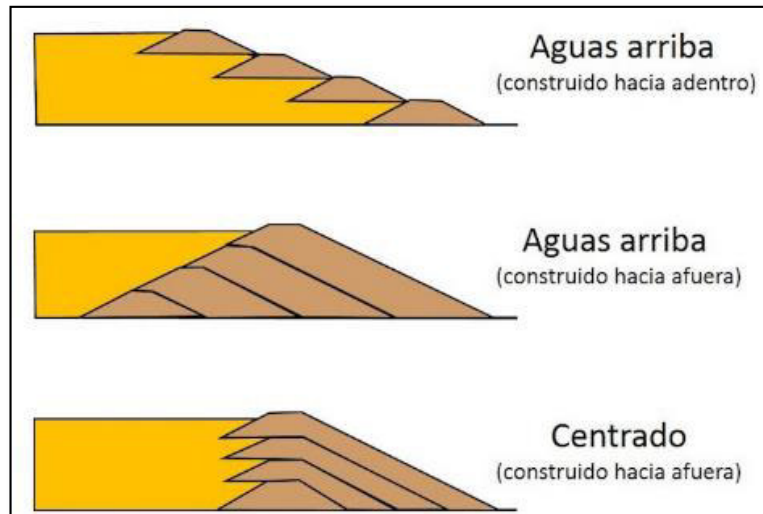


Figura 10. Tipos de Presas de Relaves.

Fuente. Datos tomados de Fierro (2019).

Pasos para el manejo de los relaves.

Los procedimientos para el ciclo de relave en mina, consta de opciones predeterminadas como son: consultoría realizada a expertos internos, externos y la experiencia previa de los ingenieros con los pasos para el proceso del manejo de los relaves (Ver Figura 11).

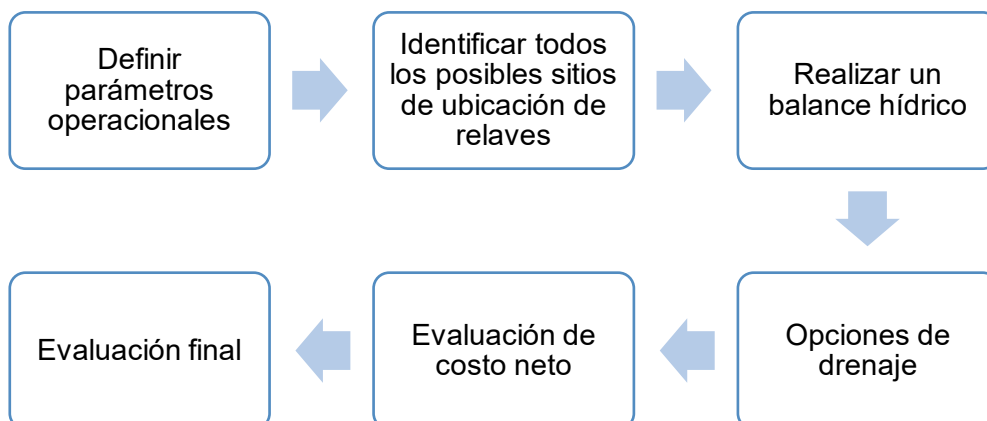


Figura 11. Pasos a seguir para el manejo de los relaves.

Fuente. Datos tomados de GIDAHATARI.

Análisis granulométrico.

Los relaves son de naturaleza polimetálica sulfurado, con contenido de los más altos metales pesados que vienen siendo: hierro, cadmio, plomo, cobre, zinc, arsénico y la granulometría del relave; está dividida en 2 tamaños (Ver Figura 12).

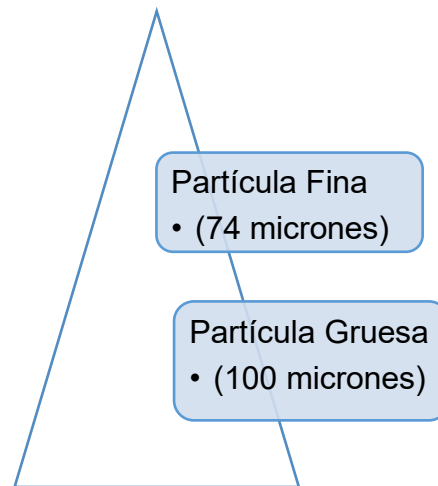


Figura 12. Los Tamaños de Granulometría.

Fuente. Datos tomados de Romero & Flores (2010).

Pasivos mineros.

Se considera los socavones o labores mineras, los relaves, los botaderos, que fueron trabajados en años pasados y estos relaves fueron abandonados; de tal manera que genera una diversidad de alteraciones en el medio ambiente (Romero & Flores, 2010).

- Peligro de daños al ecosistema.
- Contaminación de suelos en la zona de depósitos.
- Apariencia de metales físicos.
- Contaminación de aguas.

Activos mineros.

Se considera a los relaves que están en el proceso de flotación, que son los minerales polimetálicos; este tipo de residuos se viene

considerando hasta la actualidad como una cifra de 900 millones de toneladas de residuos, en forma creciente (Romero & Flores, 2010).

Parámetros operacionales.

Según la figura 13, los parámetros incluidos en el estudio conceptual deben ser.

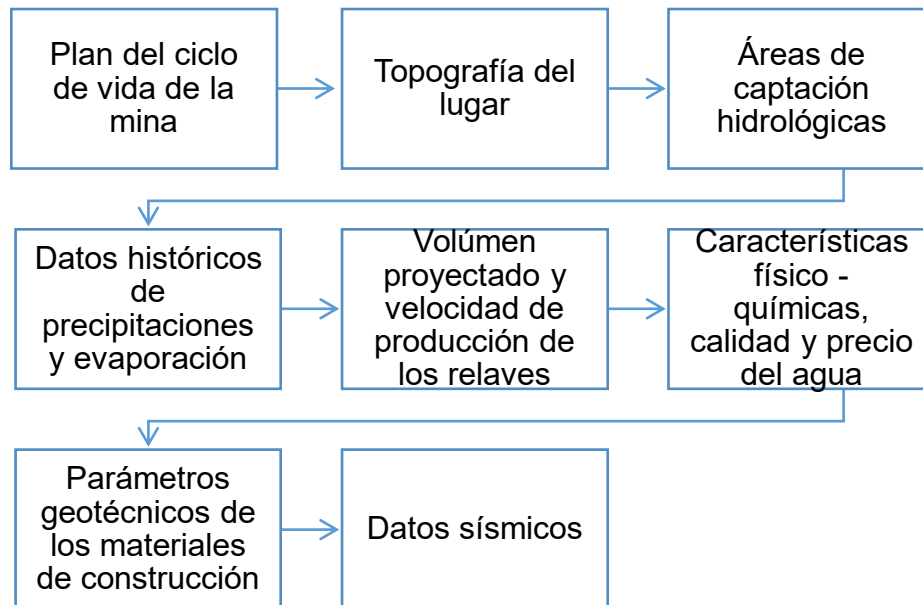


Figura 13. Parámetros Operacionales.

Fuente. Datos tomados de GIDAHATARI.

Propiedades físicas y estructurales.

Este punto de depósitos de relave depende de la forma hidráulica, directamente es importante para comprender de qué manera responderá el depósito a la carga, al movimiento sísmico e infiltración, según muestra la Figura 14 (Ministerio de Energía y Minas, s.f.).

- Características de la deposición.
 - Los relaves se transportan a través de una tubería.
 - Teniendo una concentración de 20 a 50% de sólidos en peso.
 - En los depósitos superficiales es descargada desde la cresta hasta el dique, con unos espacios de entre los 10 a 50 m.

- Propiedades estructurales.

Son características geotécnicas de los depósitos de relave:

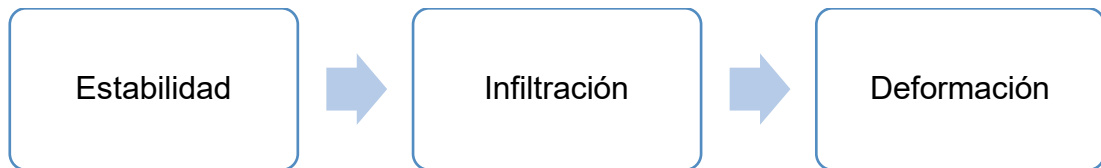


Figura 14. Comportamiento.

Fuente. Datos tomados de Ministerio de Energía y Minas (s.f.).

Tal como muestra la figura 15, son el caso de las propiedades básicas estructurales:

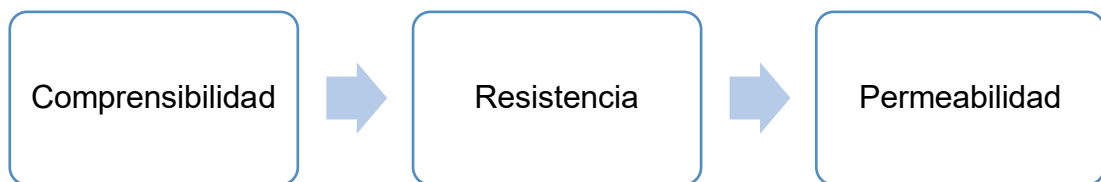


Figura 15. Propiedades Estructurales.

Fuente. Datos tomados de Ministerio de Energía y Minas (s.f.).

En los depósitos de relaves, estas propiedades dependen notablemente:

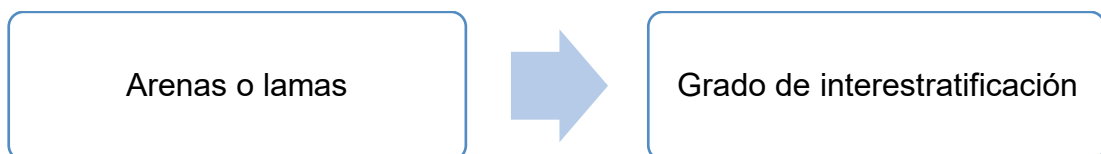


Figura 16. Depósitos de Relave.

Fuente. Datos tomados de Ministerio de Energía y Minas (s.f.).

Los depósitos, en su mayoría en la operación, el tamaño y ubicación de las pozas de decantación varía; el método de descarga por grifos y la ubicación de la descarga cambian, pueden resultar diferenciadas con depósitos heterogéneos, y conformadas por estratos horizontales de arena y lamas (Ver Figura 16).

Concreto lanzado.

Según (Bracamonte, 2014) el concreto lanzado es, a decir, de la Norma ACI 506 R, “un mortero o concreto lanzado neumáticamente a una gran velocidad contra una superficie”. De acuerdo con esta definición, el concreto lanzado es un sistema en el cual el concreto se coloca en las paredes de cualquier superficie; por lo que los principios fundamentales de la elaboración y aplicación de la tecnología del concreto convencional se aplican plenamente.

Concreto lanzado, o concreto transportado mediante tuberías o mangueras, preparados para lanzamientos con una gran velocidad sobre la superficie planificada, consolidando entre la superficie y el concreto.

- En el concreto lanzado se debe aplicar una mezcla, de acuerdo con requisitos técnicos.

En la Figura 17, se consideran los siguientes materiales:

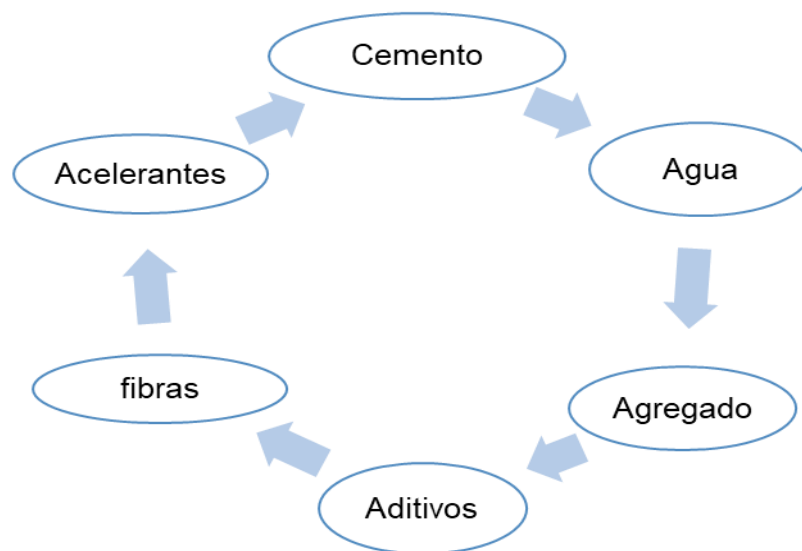


Figura 17. Materiales para un concreto lanzado.

Fuente. Datos tomados de Bracamonte (2014).

Ventajas del concreto lanzado.

En los requerimientos del reglamento para el concreto estructural (ACI 318S-08), resguarda al diseño de las construcciones de concreto en

edificaciones y en otras construcciones, con los materiales de calidad de acuerdo a la norma (Ver Figura 18).

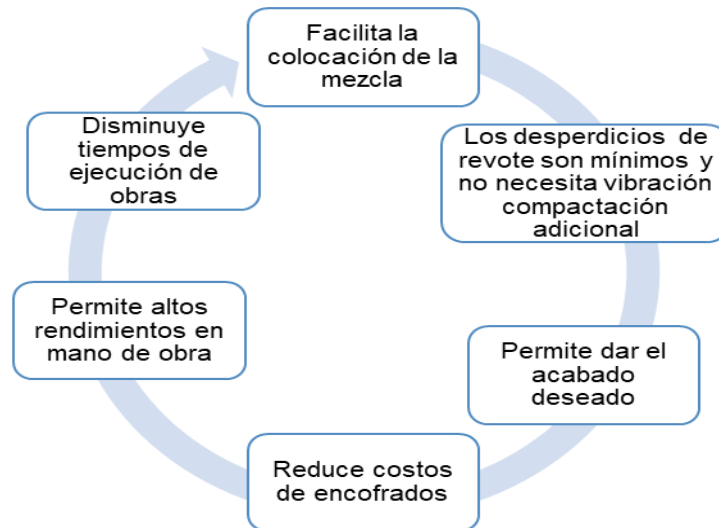


Figura 18. Ventajas del Concreto Lanzado.

Fuente. Elaboración propia información tomada de MIXERCOM (2018).

Usos del concreto lanzado.

El concreto lanzado tiene una variedad de usos, dentro de ello podrá ser utilizado en el sector minero, construcción u otros (Ver Figura 19 y 20).



Figura 19. Imagen demostrativa del Concreto Lanzado.

Fuente. Imagen tomada de la MIXERCOM (2018).

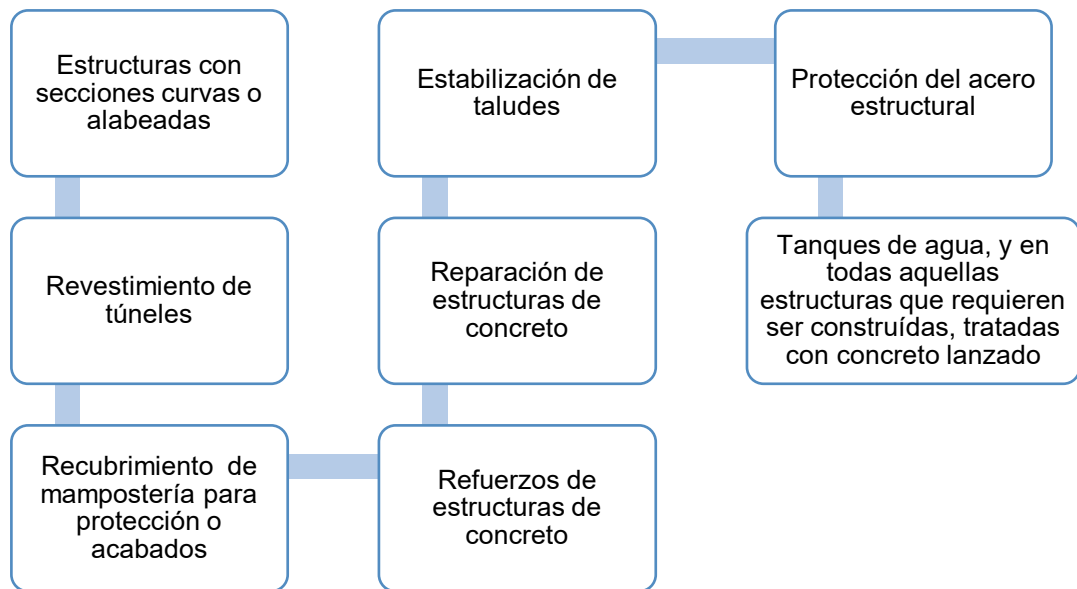


Figura 20. Formas de utilizar el Concreto Lanzado.

Fuente. Elaboración propia datos tomados de MIXERCOM (2018).

Diseño de la mezcla.

Para el diseño de la mezcla, se empleó como punto de partida el diseño que sugiere la norma EN 14487-1; las proporciones de la mezcla serán elegidas para satisfacer todos los criterios de desempeño del hormigón fresco y endurecido, incluyendo consistencia para el lanzado por vía húmeda, densidad, resistencia, durabilidad y protección de acero contra la corrosión. El diseño de la mezcla debe considerar la técnica del proceso aplicado y la cantidad de rebote y polvo durante los trabajos de proyección.

Los requerimientos de la mezcla y sus propiedades deben estar relacionados con la clase de exposición definida. Se basarán en el servicio esperado o la vida de diseño de la estructura, todo ello definido en conformidad con EN 206-1, o las normas locales vigentes (BASF The Chemical Company, 2012); considerando sus características propias del concreto que son:

- Trabajabilidad.
- Durabilidad.



- Resistencia.
- Máximo espesor de capa.
- Rebote.

Por lo indicado anteriormente, el método utilizado fue el experimental, debido a que se tiene que mantener los parámetros de diseño requeridos, de acuerdo con la norma EN 14487-1; de tal manera, que el concreto con relave cumpla las funciones con un adecuado desempeño y propósito, con un costo accesible que no sobrepase los gastos. Luego de su aplicación, se demostrará la resistencia y durabilidad del presente proyecto.

Bracamonte indica al respecto, que se deben tener en cuenta 4 aspectos importantes para el concreto lanzado, ver Figura 21.

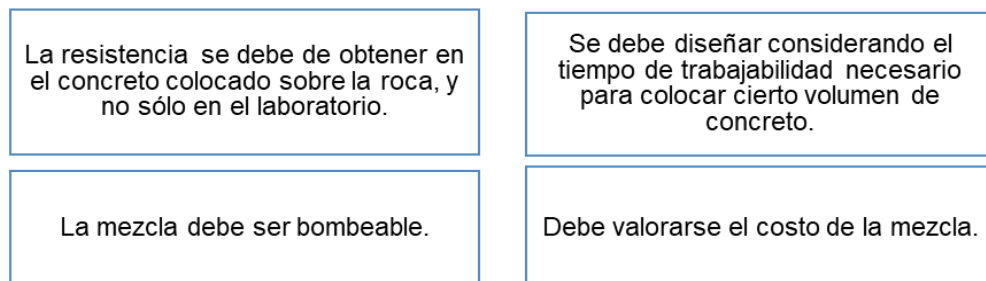


Figura 21. Aspectos del Concreto Lanzado.

Fuente. Datos tomados de Bracamonte (2014).

Evaluación y predicción del rendimiento del concreto lanzado.

El estudio de **Bracamonte (2014)**, se relaciona con la incorporación del relave como material puzolánico y como material de relleno volumétrico, ya que las puzolanas se emplean en los cementos para mejorar sus resistencias; pudiendo también causar efectos benéficos en el concreto, como son: mejoría en la trabajabilidad, disminución en el calor, deshidratación, contracción térmica, disminución en la permeabilidad y mayor resistencia a la compresión (Bracamonte, 2014).

Debido a la gran variedad de materiales puzolánicos, las características del cemento portland varían de un cemento a otro, por lo



que resulta necesario verificar previamente su comportamiento, según las necesidades particulares de cada obra y para las puzolanas, que se emplean y dosifican por separado como componente individual del concreto; la norma ASTM C 618 las clasifica de acuerdo con el tipo de material cementante.

En cuanto al diseño del concreto lanzado objeto de investigación, se agregó relave minero para compensar la cantidad de cemento que se le disminuyó al concreto, realizándose además pruebas para definir la resistencia a la compresión adecuada hasta lograr un porcentaje óptimo del relave; con una resistencia máxima que permita sustituir respecto al peso total del cemento. Asimismo, se mantuvo una relación agua/cemento cuyo valor indique cual es el límite de la absorción máxima de agua y a partir de que valor comienza a bajar la resistencia del nuevo diseño del concreto para asegurar el buen funcionamiento de la mezcla sustentado en los ensayos a las edades de 3, 7, 14 y 28 días, mediante la prueba de compresión axial simple, al igual que su aplicación en diferentes tipos de terrenos, respetando la ecología (Ver figura 22 y 23).

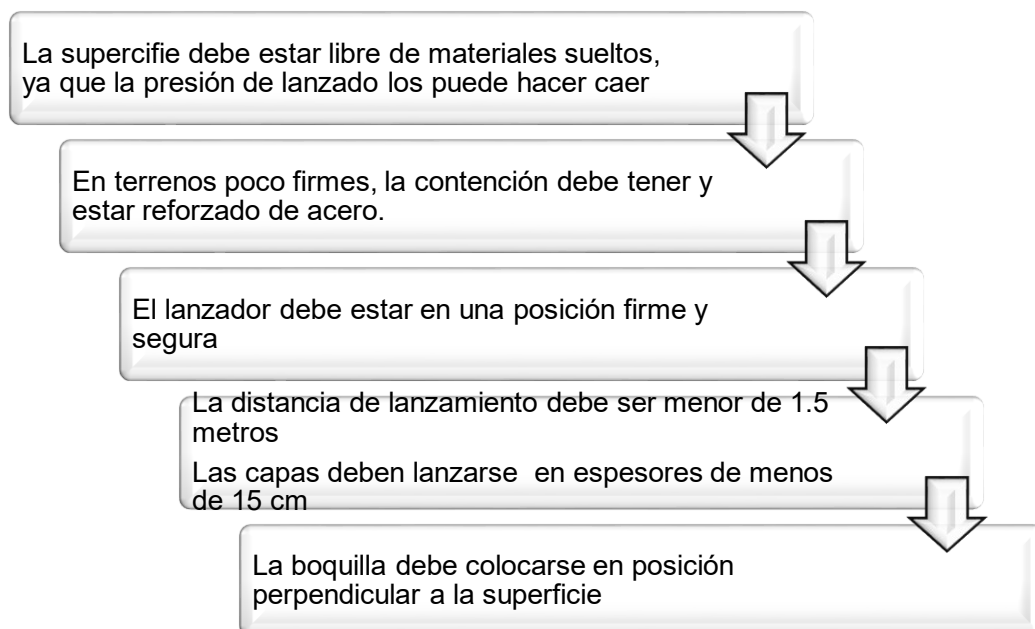


Figura 22. Manejo y Aplicación del Concreto Lanzado.

Fuente. Elaboración propia datos tomados de MIXERCOM (2018).

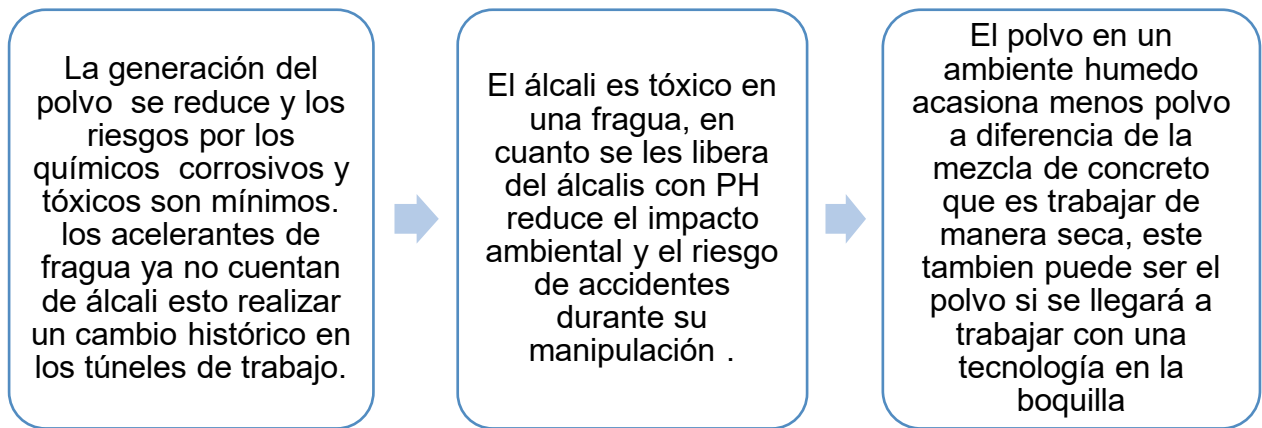


Figura 23. **Concreto Lanzado y la Ecología.**

Fuente. Datos tomados de Lechuga, Villeda, & Hernández (2016).

En años pasados, el concreto lanzado ha suplantado las actividades tradicionales de revestimiento que se realizaban en los túneles, ahora el concreto lanzado se ha convertido en una alternativa muy importante para la estabilidad de los túneles excavados, por razones que se cuenta con una flexibilidad, velocidad y economía (Ver figura 24).

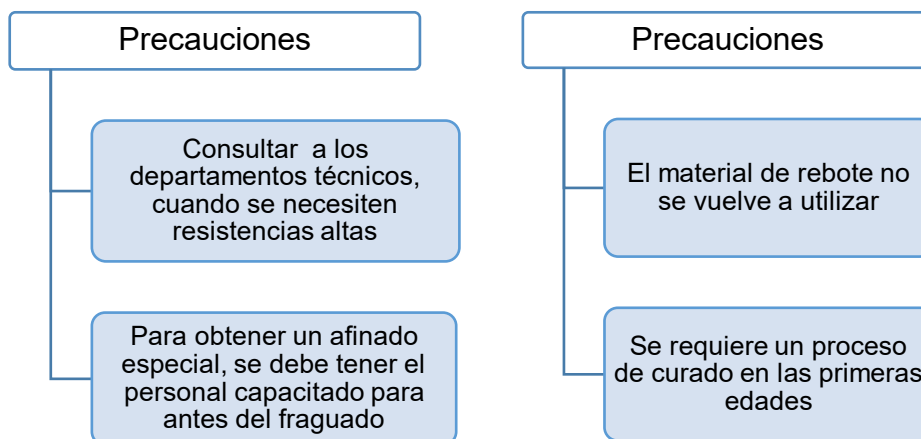


Figura 24. **Precauciones del Concreto Lanzado.**

Fuente. Elaboración propia datos tomados de MIXERCOM (2018).



CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

La presente investigación es básica, con un diseño de tipo experimental, y donde se maneja una población consistente en el relave que produce la planta de tratamiento metalúrgico de Minera Cuzcatlán S.A. De dicho universo de muestreo, se tomó muestras representativas y consistentes en material del relave, a las que se le realizó diversos ensayos físicos y mecánicos, empleando la observación como técnica de recolección de datos, (ver Figura 25).

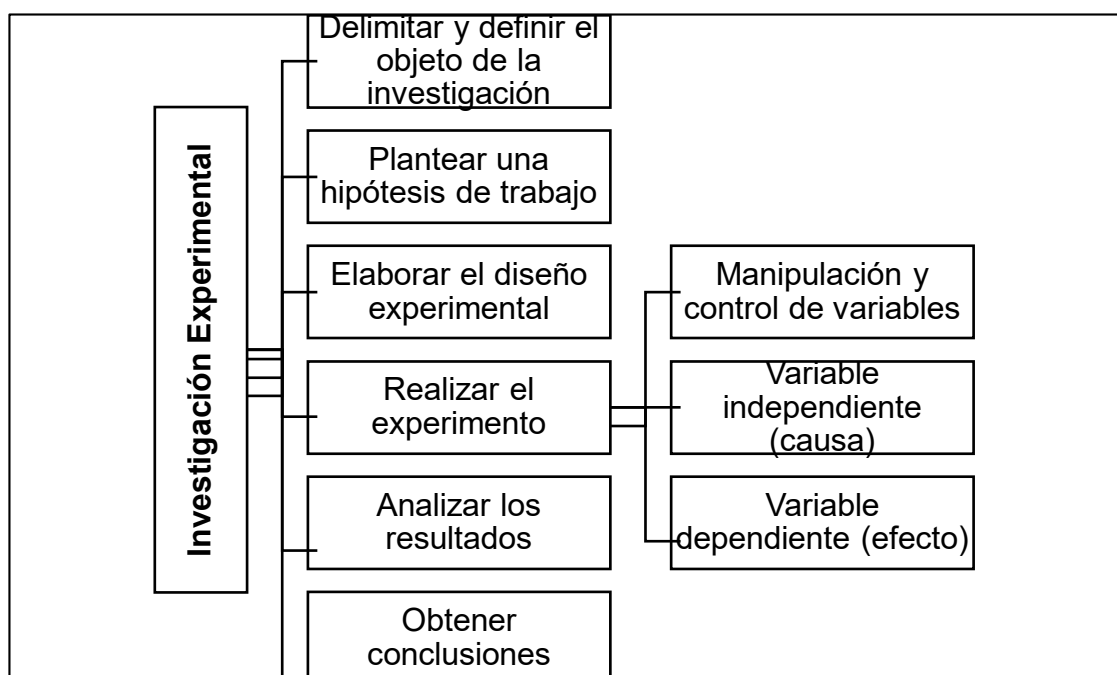


Figura 25. Investigación Experimental.

Fuente. Elaboración propia.



Esto se llevó a cabo en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de describir de qué modo, o por qué causa se produce una situación o acontecimiento particular.

3.2 Unidad de análisis

La unidad de análisis de este trabajo de investigación se realizó en la presa de relaves de propiedad de Compañía minera Cuzcatlán, ubicada en el estado de Oaxaca de Juárez al Sur de México. en donde se tomarán una serie de muestras de acuerdo con la Norma Mexicana NMX-C-030-ONNCCE-2004 “Industria de la Construcción - Agregados – Muestreo”, también se realizó diversos ensayos y análisis para conocer los componentes petrográficos y mineralógicos del relave y sus características necesarias para complementarse con el cemento y como sería su reacción con los demás componentes del concreto. Estos análisis y ensayos de laboratorio se llevó a cabo en la ciudad de Oaxaca específicamente en el laboratorio cuyo nombre es “Laboratorios de Materiales Viaje de C.V.” y las pruebas industriales de campo se realizaron en la mina con los equipos de sostenimiento consistentes en Robot lanzador y Mixkret junto con los muestreos y seguimiento respectivo.

3.3 Población de estudio

La población de estudio está basada en la relavera, la misma que inicialmente tiene una capacidad de almacenamiento de relave estimado en 5 millones de toneladas, cifra que corresponde al total de la producción prevista para la mina. Posteriormente, se definió que la fracción gruesa de los relaves (35%) se utilizó como relleno en el interior de la mina, en tanto que sólo la fracción fina de los relaves (65%) fue almacenada en la relavera, y con el objeto de garantizar el abastecimiento de agua requerida por la planta de beneficio, se ha previsto que el depósito de relaves debe funcionar también como reservorio de agua, para la regulación del abastecimiento de la planta.

Los componentes principales del depósito de relaves de Minera Cuzcatlán S.A., están constituidos por una presa a ser construida íntegramente con material de préstamo de enrocado, debidamente conformado y compactado; la cobertura de la totalidad de la superficie del vaso mediante geosintéticos impermeables; así como los sistemas de derivación de aguas superficiales, de sub-drenaje y de control de excedencias.

Entonces, los materiales motivo de estudio serán todos los componentes del concreto lanzado, incluido el relave en diferentes dosificaciones (Ver figuras 26 a la 30); con la finalidad de hallar la mezcla adecuada requerida para el sostenimiento que en detalle es el siguiente:

- Relave (Jal),
- Cemento
- Agregado
- Agua
- Fibra de acero
- Acelerante



Figura 26. Medición del Slump para revisar la consistencia del concreto con relave desde su elaboración en planta hasta el punto de lanzado en la obra minera, y se mide con el cono de Abrams.

Fuente. Elaboración propia.



Figura 27. Medición de la velocidad de la fragua inicial del concreto con relave, para analizar la resistencia durante las primeras horas, se mide con un dinamómetro digital.

Fuente. Elaboración propia.



Figura 28. Foto demostrativa visual de la consistencia del concreto con relave.

Fuente. Elaboración propia.



Figura 29. Resistencia a la compresión (Kg/cm²) del relave v/s cemento.

Fuente. Elaboración propia.



Figura 30. Resistencia a la compresión (Kg/cm²) del concreto y relave.

Fuente. Elaboración propia.

Los resultados obtenidos como producto de la investigación es del muestreo de los relaves y los materiales componentes de la mezcla del concreto de los siguientes lugares:

- La arena de río es de la cantera denominada San José del Progreso, y se analizó en un laboratorio especialista en agregados para construcción civil.
- El aditivo fue el TamShot AFC, que es un acelerante líquido libre de álcalis para hormigón proyectado, de la marca Normet México LTD S.A.



- El relave (Jal), es proporcionado por la planta de tratamiento metalúrgico.
- La fibra de acero es de la marca Dramix 80/60BG.
- El cemento utilizado es del tipo portland, compuesto de la marca Moctezuma.

3.4 Tamaño de muestra

Para seleccionar la cantidad de muestra del Relave (Jal), nos basamos en los criterios de la Norma Mexicana NMX-C-030-ONNCCE-2004 “Industria de la Construcción - Agregados – Muestreo”, en donde se necesitó para realizar sus respectivos análisis, de acuerdo al tamaño de la granulometría 100 kg de masa mínima de relave; asimismo, se adjunta el anexo 1 con el contenido de esta norma.

Como se trata de ver la aplicabilidad del relave como parte del concreto lanzado (Ver cuadro 3), se ensayaron 11 muestras de relave vs. Cemento, de acuerdo a la siguiente descripción:

Cuadro 3. Matriz de Consistencia

Cemento(gr)	Relave (gr)
1000	0
900	100
800	200
700	300
600	400
500	500
400	600
300	700
200	800
100	900
0	1000

Fuente. Elaboración propia.

Se realizó este tipo de ensayos para determinar el punto de quiebre del cemento vs el relave, y así buscar las condiciones óptimas para su aplicación en la mezcla de concreto.

3.5 Selección de muestra

Con la finalidad de hallar las muestras representativas de una zona de estudio en un determinado lugar, es importante realizar una buena extracción de muestreos; y para ello, aplicamos los criterios de la Norma Mexicana NMX-C-030-ONNCCE-2004, Industria de la Construcción - Agregados – Muestreo, en la sección “Muestreo de material almacenado”. Esto aplica cuando se tiene el material almacenado y/o acumulado en la zona de estudio de la obra, el proceso de muestreo debe realizarse tomando porciones representativas y aproximadamente iguales con diferente nivel y directriz al del almacén (Ver figura 31 y 32). Estas muestras obtenidas de manera simple, se mezclaron para formar una muestra global y compuesta representativa del material total almacenado.

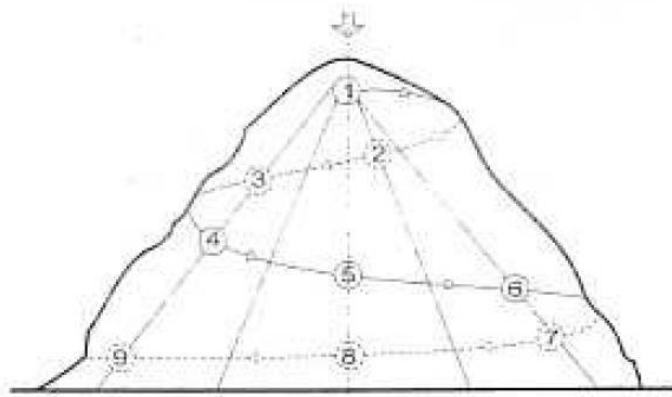


Figura 31. Muestreo de material almacenado.

Fuente. Norma Mexicana NMX-C-030-ONNCCE-2004 Industria de la Construcción - Agregados – Muestreo, en la sección “Muestreo de material almacenado”, p. 9.

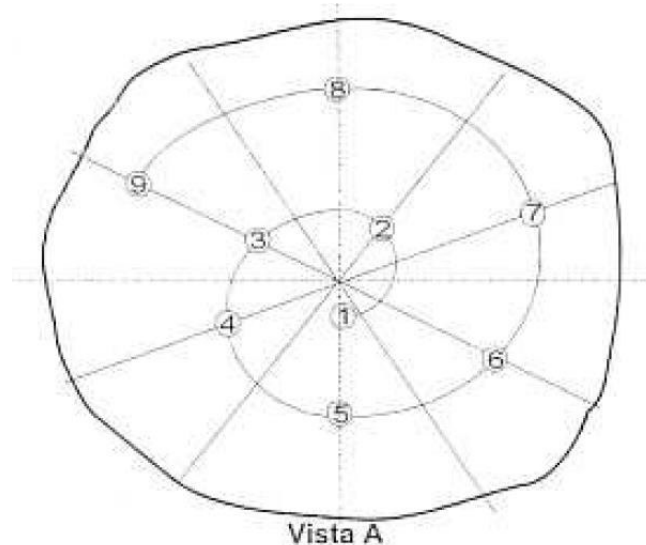


Figura 32. Muestreo de material almacenado.

Fuente: Norma Mexicana NMX-C-030-ONNCCE-2004 Industria de la Construcción - Agregados – Muestreo, en la sección “Muestreo de material almacenado”, p. 9.

El muestreo se realizó desde la parte más alta del cono del material a muestrear y descendió a manera de espiral alrededor de la acumulación de la carga y en cada punto se toma una muestra.

3.6 Hipótesis general

El reciclaje de relave optimizará el concreto lanzado en minera Cuzcatlán, Oaxaca de Juárez - México.

3.7 Hipótesis específicas

- 3.7.1. Las técnicas del reciclaje del relave incidirán en la optimización del concreto lanzado en minera Cuzcatlán, Oaxaca de Juárez-México.
- 3.7.2. Los tipos de análisis de reciclaje de relave incidirán en la optimización del concreto lanzado en minera Cuzcatlán, Oaxaca de Juárez-México.
- 3.7.3. Los parámetros técnicos del reciclaje del relave impactarán positivamente en la optimización del concreto lanzado en minera Cuzcatlán, Oaxaca de Juárez-México.



3.7.4. Las propiedades del reciclaje de relave afectarán la optimización del concreto lanzado en minera Cuzcatlán, Oaxaca de Juárez-México.

3.7.5. La resistencia y control del reciclaje de relave incidirá en la optimización del concreto lanzado en minera Cuzcatlán, Oaxaca de Juárez-México.

3.8 Identificación de variables

3.8.1 Independiente.

Reciclaje de relave

3.8.2 Dependiente.

Concreto Lanzado

3.9 Operacionalización de variables

Cuadro 4. *Operacionalización de Variables*

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
<u>INDEPENDIENTE</u> Reciclaje de Relave	Reducción y reutilización de los materiales desechados en el proceso minero con la finalidad de reducir costos y obtener beneficios ambientales (Chapple, Nueva Minería y Energía, 2016).	Demostrar que las cantidades para el reciclaje del relave mezclado con el concreto, es posible mediante la recolección de muestras, análisis en laboratorios, observación y experimentación	D1. Técnicas de muestreo D2. Costo del diseño de la mezcla D3. Capacidad de la relavera. D4. Ensayes de laboratorio D5. Parámetros de los componentes de la mezcla del concreto con relave	I1. Producción de relave en m ³ /día. I.2 Los precios actuales del costo de sostenimiento en \$/m ³ . I.3 El volumen actual de la relavera en m ³ . I.4 Resistencia adecuada de diseño de relave I.5 Diseño de concreto, con relave mediante ensayos de laboratorio Kg/cm ² .



<p>DEPENDIENTE</p> <p>Concreto lanzado</p>	<p>Sistema de colocación de concreto, aplicado mediante compresión neumática por medio de un conducto proyectado a gran velocidad sobre una superficie requerida (Freyssinet, 2020).</p>	<p>En base a los resultados obtenidos se establecerán nuevos diseños de concreto con relave, estándares operacionales y criterios, con respecto a la nueva mezcla</p>	<p>D1. Planta concentradora D2. Reducción de los costos D3. Disminución de la contaminación ambiental D4. Estructura de nuevo diseño</p>	<p>I.1 Cantidad de relave necesario que se pretende utilizar en m³/mes, como parte del diseño de la nueva mezcla de concreto. I.2 Cantidad de relave que reemplazará al cemento t/mes, y calcular el ahorro de cemento USD\$/año. I.3 Cantidad de relaves que se utilizará en la elaboración de nuevos productos. I.4 Resultados de laboratorio para el diseño de soporte con la nueva dosificación en kg/cm².</p>
--	--	---	--	--

Fuente. Elaboración propia.

De igual manera, se adjunta la matriz de consistencia en el anexo 2.

3.10 Técnicas de recolección de datos

La principal técnica de recolección de datos fue la observación, ya que al concreto que se realizó la sustitución del cemento por relave, y para compensar la variación del cemento, se realizaron pruebas para definir la resistencia a la compresión que se generan entre estos dos materiales.

Para conseguir estos resultados, se realizaron ensayos de laboratorio a las edades de 3, 7, 14 y 28 días, mediante la prueba de compresión axial simple, siendo fundamental observar el comportamiento de los diferentes diseños de mezclas entre los componentes del concreto con el relave, y cómo es su desempeño en el tiempo.

Este método resulta ventajoso, ya que todos los datos se obtienen directamente de los resultados obtenidos en laboratorio; como también llevar un registro detallado y sistemático de las cantidades y dosificaciones de material empleados, a fin de obtener los resultados esperados. Los formatos de registro de datos del cemento con relave, los agregados y aditivos se muestran en los anexos adjuntos.



3.11 Análisis e interpretación de la información

En esta parte, se presentan los resultados obtenidos de los cuestionamientos empleados a la aplicación del relave, como parte del diseño del concreto lanzado en Minera Cuzcatlán S.A.

Quedando demostrado con los análisis de laboratorio, el seguimiento que se le realizó en las obras mineras y los estándares para su aplicación en las excavaciones mineras, cuyo requerimiento de soporte es el siguiente:

- Tipo de roca: RMR 31 – 40.
- Espesor de Concreto: Concreto lanzado de 2”.
- Resistencia de f’c: 240 kg/cm².
- Tipo de labor minera: Temporal.

Para llevar un análisis de forma más clara, se creó un archivo en Excel, en donde se realizó la colección de todos los datos obtenidos, para posteriormente ser analizados por medio de los cuadros 5, 6 y 7; siendo adjuntados los formatos empleados en el anexo 3.

Cuadro 5. Análisis de Acelerante para concreto lanzado.

FORMATO: ANÁLISIS DE ACELERANTE PARA CONCRETO LANZADO						
Nombre: Reciclaje del relave en la optimización del concreto lanzado						
Proyecto: MINERA CUZCATLÁN S.A.						
Mezcla N°	Factor de aditivo (resistencia)	Absorción (%)	Resistencia (Kg/cm ²)	Temperatura máxima (T°)	Porcentaje de aditivo (%)	Ph
1	1.00	4.24	0.120	30.0	0%	3
2	1.85	3.94	0.222	30.9	1%	3
3	1.28	3.25	0.153	32.8	2%	3
4	1.53	4.23	0.183	32.8	3%	3
5	1.42	1.04	0.170	33.7	4%	3
6	1.44	2.01	0.173	33.7	5%	3
7	1.52	3.96	0.182	31.9	6%	3
8	1.37	4.41	0.164	30.9	7%	3
9	1.05	6.05	0.126	32.8	7%	3
10	1.47	5.28	0.177	34.6	8%	3

Fuente. Elaboración propia.



Cuadro 6. Análisis de Relave.

FORMATO: ANÁLISIS DE RELAVE (JAL)							
Nombre: Reciclaje del relave en la optimización del concreto lanzado							
Proyecto: MINERA CUZCATLÁN S.A.							
Mezcla N°	Relación a/c	Absorción (%)	Resistencias				Relave (%)
			3 días	7 días	14 días	28 días	
1	0.46	5.35%	77.20	108.40	161.20	266.80	0%
2	0.48	7.66%	105.60	133.20	165.20	285.60	10%
3	0.51	4.25%	69.60	121.20	137.60	232.40	20%
4	0.54	5.91%	60.80	128.40	148.00	252.80	30%
5	0.58	7.30%	108.00	147.20	175.20	305.60	40%
6	0.71	3.22%	56.80	92.40	120.40	164.80	50%
7	0.86	5.11%	55.20	76.80	93.20	104.80	60%
8	1.03	2.04%	31.20	69.20	74.80	82.40	70%
9	1.7	0.89%	12.00	21.20	26.80	39.20	80%
10	3.2	0.61%	6.80	8.80	96.00	20.40	90%

Fuente. Elaboración propia.

Cuadro 7. Comportamiento de agregados.

FORMATO: COMPORTAMIENTO DE AGREGADOS					
Nombre: Reciclaje del relave en la optimización del concreto lanzado					
Proyecto: MINERA CUZCATLÁN S.A.					
Mezcla N°	Grava (Kg)	Arena (Kg)	Relación G/A	Cantidad G-A	Resistencia (kg/cm2)
1	144.20	1297.80	0.11	7%-61%	261.0
2	288.40	1153.60	0.25	14%-55%	307.0
3	432.60	1009.40	0.43	20%-48%	418
4	576.80	865.20	0.67	27%-41%	390
5	721.00	721.00	1.00	34%-34%	441
6	865.20	576.80	1.50	41%-27%	398
7	1009.40	432.60	2.33	48%-20%	358.0
8	1153.60	288.40	4.00	55%-14%	324.0
9	1297.80	144.20	9.00	61%-7%	288.0

Fuente. Elaboración propia.



CAPÍTULO 4: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Análisis, Interpretación y Discusión de Resultados

4.1.1 Análisis del relave e interpretación

Las pruebas que se realizaron al relave fueron ensayos a la compresión axial, relación agua cemento, absorción y porcentaje de relave (Jal); obteniéndose como resultados a las edades de 3, 7, 14 y 28 días, los cuales a continuación se muestran en el cuadro 8.

Se realizaron 10 pruebas, con proporciones de diseño diferentes entre la cantidad de cemento, relave y agua; con la finalidad de observar el comportamiento del relave.

Por ejemplo, para la mezcla 1, se tiene la siguiente proporción de diseño, que se muestra en el cuadro 8; y el detalle completo de estos resultados, se adjuntan en el anexo 4.

Cuadro 8. Proporción de diseño de la mezcla 1.

PROPORCION DE DISEÑO				
Materiales	Cantidad		Mezcla N°	1
	Peso	Proporción		
Cemento (gr)	1000.00	68.49%	Peso seco	226.30 gr
Relave (gr)	0.00	0.00%	Peso húmedo	238.40 gr
Agua (ml)	460.00	31.51%	Absorción	5.35%
Total	1460.00	100.00%	Relación a/c	0.46

Fuente. Elaboración propia.



También, se muestran los resultados hallados para 10 muestras ensayadas en el cuadro 9.

Cuadro 9. Ensayos obtenidos para el relave

FORMATO: ANALISIS DE RELAVE

Nombre: RECICLAJE DEL RELAVE EN LA OPTIMIZACION DEL CONCRETO LANZADO

Proyecto: MINERA CUZCATLAN S.A.

Nº	Relación a/c	Absorción (5%)	Resistencias (kg/cm ²)				Relave (%)
			3 días	7 días	14 días	28 días	
1	0.46	5.35%	77.20	108.40	161.20	266.80	0%
2	0.48	7.66%	105.60	133.20	165.20	285.60	10%
3	0.51	4.25%	69.60	121.20	137.60	232.40	20%
4	0.54	5.91%	60.80	128.40	148.00	252.80	30%
5	0.58	7.30%	108.00	147.20	175.20	305.60	40%
6	0.71	3.22%	56.80	92.40	120.40	164.80	50%
7	0.86	5.11%	55.20	76.80	93.20	104.80	60%
8	1.03	2.04%	31.20	69.20	74.80	82.40	70%
9	1.7	0.89%	12.00	21.20	26.80	39.20	80%
10	3.2	0.61%	6.80	8.80	9.60	20.40	90%

Fuente. Elaboración propia.

Igualmente, se obtuvieron resultados que se indican en las figuras 33, 34, 35, 36, 37 y 38 respectivamente.

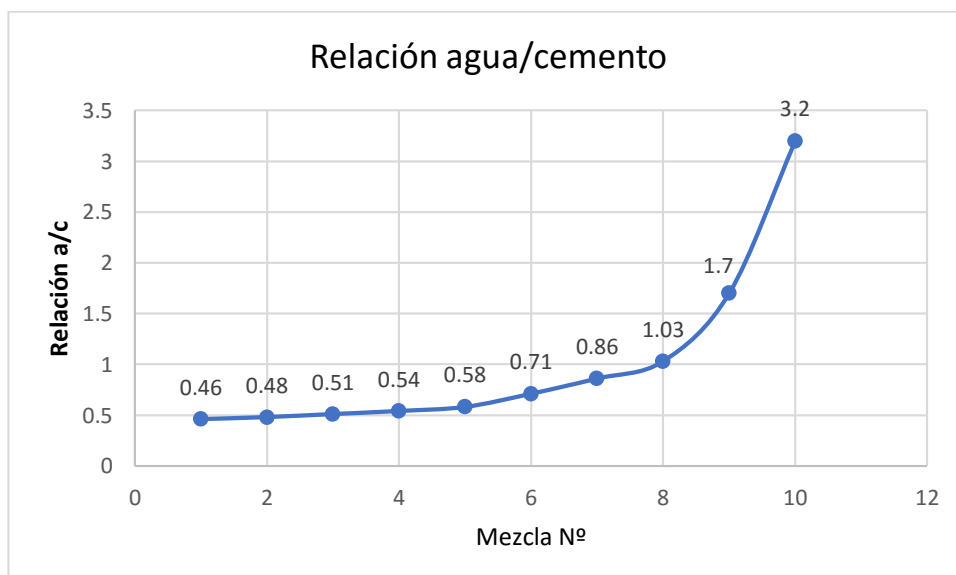




Figura 33. Relación agua-cemento de la mezcla.

Fuente. Ensayos de laboratorio.

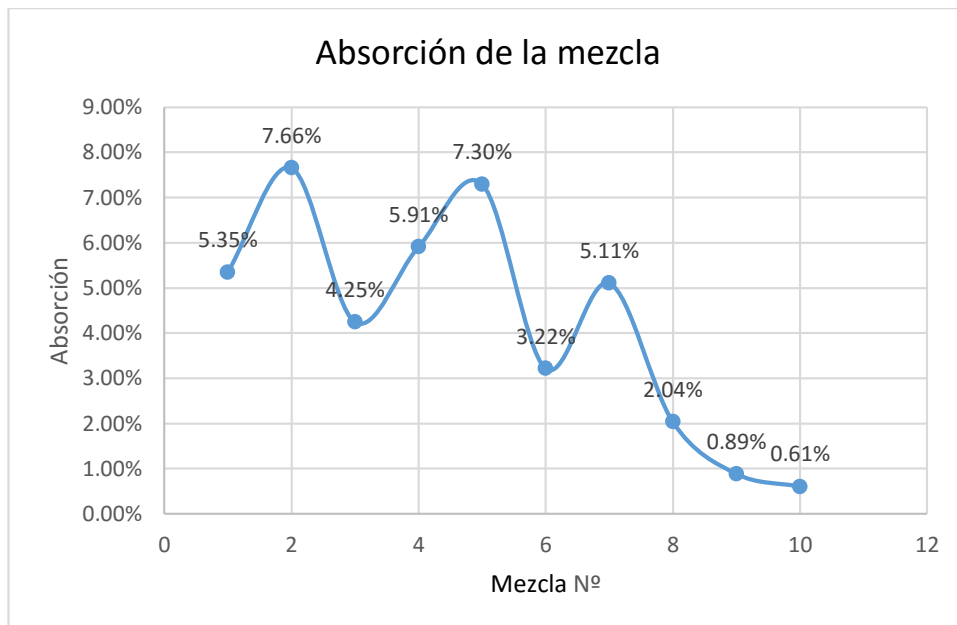


Figura 34. Absorción de la mezcla después de someterla a saturación.

Fuente. Ensayos de laboratorio.

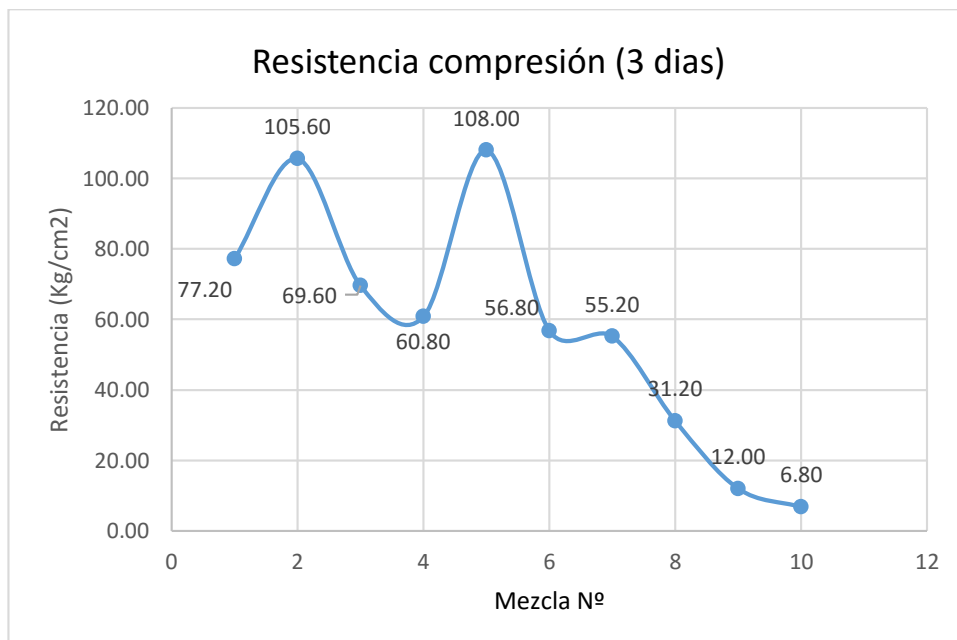


Figura 35. Resistencia a la compresión a la edad de 3 días.

Fuente. Ensayos de laboratorio.

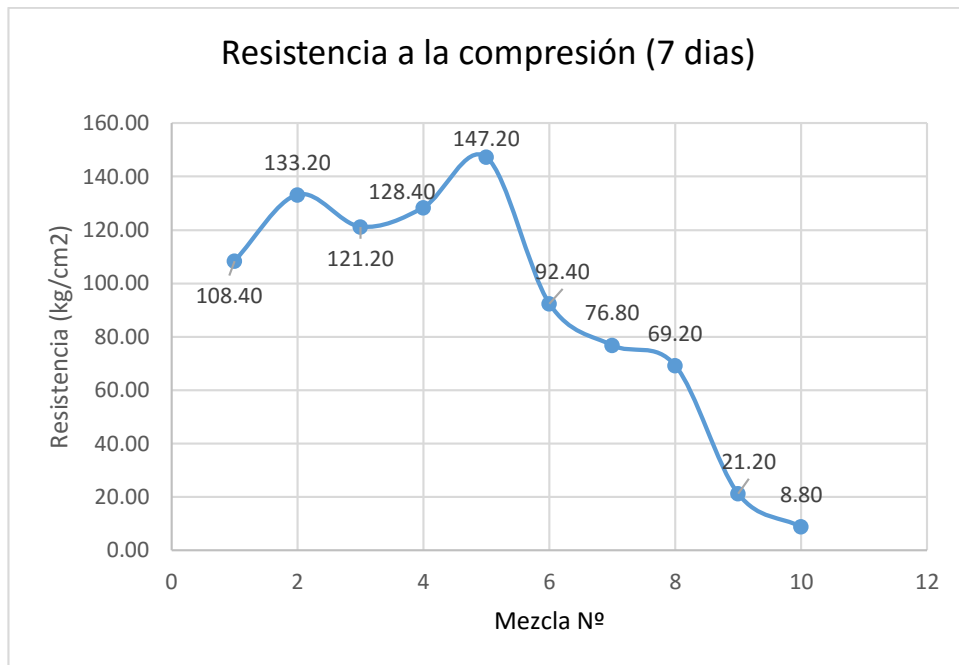


Figura 36. Resistencia a la compresión a la edad de 7 días.

Fuente. Ensayos de laboratorio.

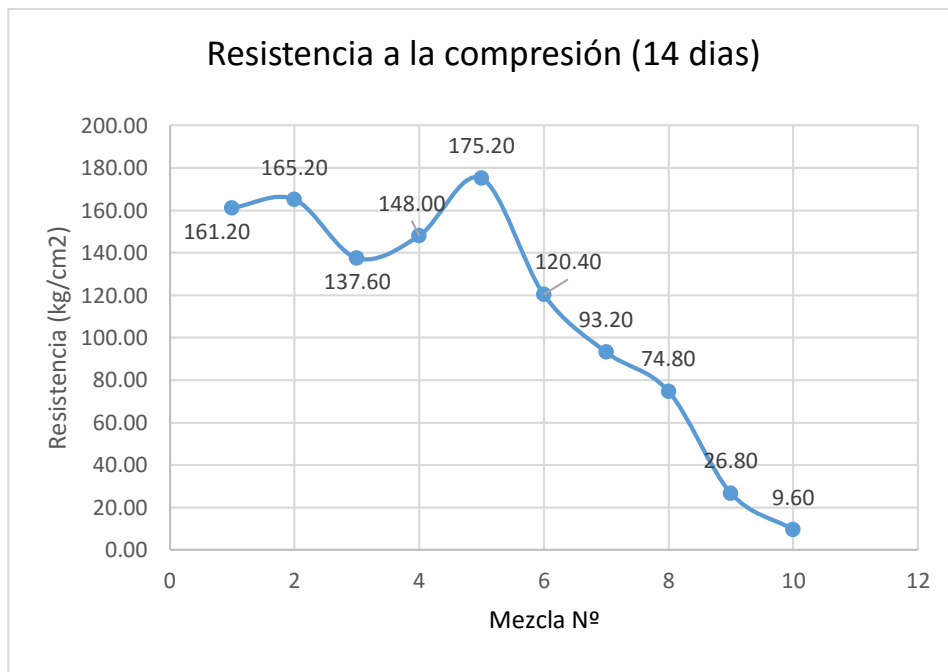


Figura 37. Resistencia a la compresión a la edad de 14 días.

Fuente. Ensayos de laboratorio.

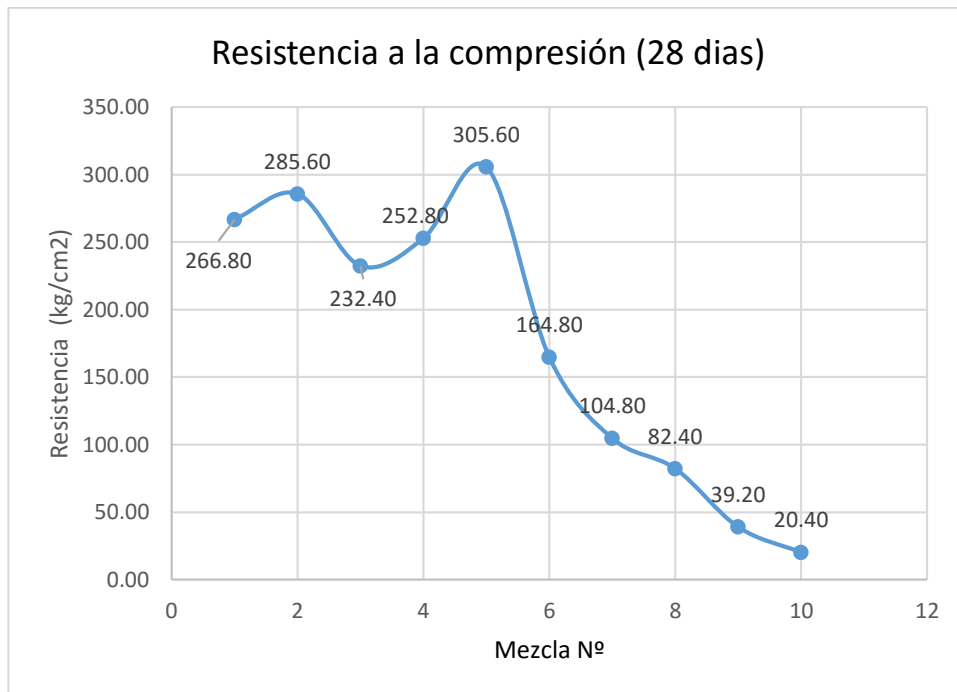


Figura 38. Resistencia a la compresión a la edad de 28 días.

Fuente. Ensayos de laboratorio.

Los resultados del comportamiento del relave, con el cemento y agua, indican que para hallar la proporción adecuada debe mantenerse una relación agua/cemento de 0.58 y un porcentaje de relave máximo del 40%, con ello los valores del concreto con el relave a edades tempranas son satisfactorios y de acuerdo con la solicitud del departamento de geomecánica, posteriormente a ello los valores disminuyen.

El comportamiento sinuoso observado en la figura 34 referente a los picos con valores altos de la absorción, tiene que ver con la relación agua cemento y el porcentaje de relave utilizado, no todas las cantidades utilizadas dieron resultados con valores sistemáticos ascendentes, se tuvieron que realizar varios diseños con diferentes proporciones hasta hallar la máxima resistencia y luego de ello comprobar que los valores disminuyen cuando se agrega más porcentaje de relave con incremento de la relación agua cemento; entonces de acuerdo al resultado de las muestras 2 y 5, estas presentan resultados alentadores y la adición de relave respecto al peso total del cemento, está en el rango del 10% y 40% (Ver el cuadro 9).



4.1.2 Análisis de agregados e interpretación

Estos tipos de análisis se realizaron posterior a los diseños de concreto con relave incluido en la mezcla, con la finalidad de obtener una mejor fluidez; por ejemplo, en el cuadro 10, se muestra un ejemplo de las proporciones utilizadas en la mezcla N° 1.

Cuadro 10. Proporción de diseño de mezcla 1

Materiales	Cantidad	
	Peso	Proporción
Cemento (gr)	285.00	14%
Agua (ml)	230.00	11%
Arena (gr)	1297.80	61%
Grava (gr)	144.20	7%
Jal (gr)	154	7%
Total	2111.00	100%

Fuente. Ensayos de laboratorio.

Se realizaron una serie de análisis, reduciendo la relación grava-arena con respecto al peso de los mismos; con la finalidad, de que se produzca la cantidad de cemento requerido (1m³), y verificar la resistencia a la compresión. Los resultados obtenidos, fueron que el concreto a elaborar cumple con las especificaciones, tal como se indica en el cuadro 11 y la figura 39.

Ahora bien, los detalles y los resultados obtenidos del muestreo se adjuntan en el anexo 5.

Cuadro 11. Tabla de Resistencias Obtenidas

FORMATO: COMPORTAMIENTO DE AGREGADOS
Nombre: RECICLAJE DEL RELAVE EN LA OPTIMIZACIÓN DEL CONCRETO LANZADO
Proyecto: MINERA CUZCATLÁN S.A.



Mezcla N°	Grava	Arena	Relación G/A	Cantidad G-A	Resistencia (kg/cm ²)
1	144.20	1297.80	0.11	7%-61%	261.0
2	288.40	1153.60	0.25	14%-55%	307.0
3	432.60	1009.40	0.43	20%-48%	418
4	576.80	865.20	0.67	27%-41%	390
5	721.00	721.00	1.00	34%-34%	441
6	865.20	576.80	1.50	41%-27%	398
7	1009.40	432.60	2.33	48%-20%	358.0
8	1153.60	288.40	4.00	55%-14%	324.0
9	1297.80	144.20	9.00	61%-7%	288.0

Fuente. Ensayos de laboratorio.

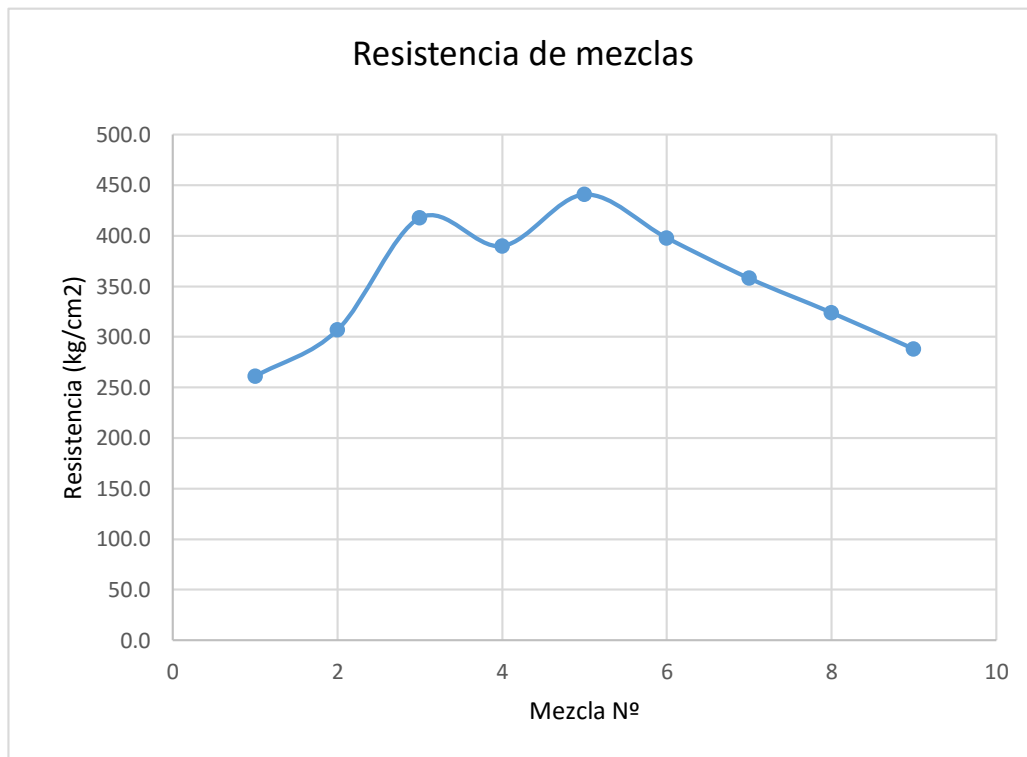


Figura 39. Resistencia de las mezclas realizadas.

Fuente. Ensayos de laboratorio.

Posteriormente, para obtener los resultados del comportamiento del agregado, se realizaron análisis de granulometría del material consistente en arena, grava y relave por separado; con los siguientes resultados. Asimismo, el detalle de los ensayos se encuentra adjuntos en el anexo 6 de control de calidad de agregados.



En cuanto al comportamiento por separado de la arena y grava, se enviaron muestras a los laboratorios para realizar los ensayos pertinentes, de acuerdo a la norma ASTM C128-12 y NMX-C111-ONNCCE-2004; en donde se concluye, que el agregado que utilizado está ligeramente por debajo de la línea inferior estándar según NMX-C111-2004, por lo que se tuvo que realizar un ajuste para el diseño del concreto. En la figura 40, se muestra como el agregado se encuentra por debajo de la curva inferior; y en la figura 41, se aprecia la corrección del mismo.

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCION DE AGREGADOS FINOS (ASTM C128-12, NMX-C-111-ONNCCE-2004)

PESOS ESPECÍFICOS		ABSORCION		EQUIVALENTE DE	
P.E.S.	1645 kg/m ³	1.80 %		ARENA	
P.E.C.	1720 kg/m ³	GRAVEDAD ESPECÍFICA		77.0 %	
		2.57			
MATERIA ORGANICA (SIN LAVADO)		MATERIA ORGANICA (CON LAVADO)		PERDIDA POR LAVADO	
PESO HUMEDO		PESO SECO		-	
-		-		-	

AGREGADOS PARA CONCRETO HIDRAULICO NMX-C-111-2004

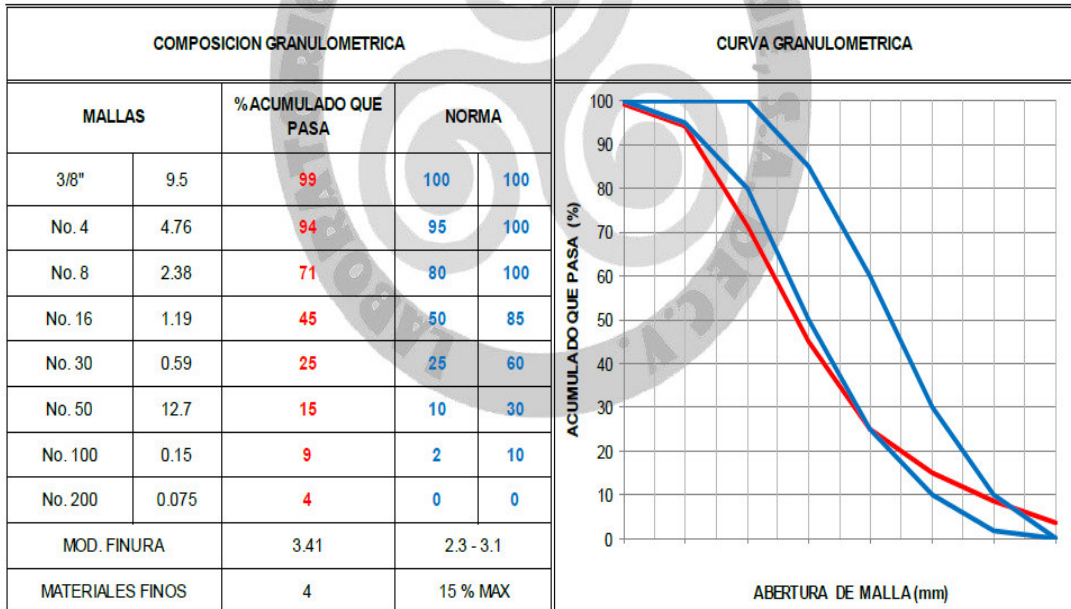


Figura 40. Agregado debajo de la curva.

Fuente. Ensayos de laboratorio.



PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS (ASTM C128-12, NMX-C-111-ONNCCE-2004)

PESOS ESPECÍFICOS		HUMEDAD NATURAL: 4.87 %	IMPUREZAS ORGANICAS	GARDNER N° 8
P.E.S.	1470 kg/m ³	ABSORCIÓN: 3.23 %		
P.E.C.	1593 kg/m ³	DENSIDAD: 2.4 %	EQUIVALENTE DE ARENA 52.0 %	
MATERIA ORGANICA (SIN LAVADO) -		MATERIA ORGANICA (CON LAVADO) ACEPTABLE	PERDIDA POR LAVADO 6.00 %	
PESO HUMEDO - gr		PESO SECO 110.00 gr		

AGREGADOS PARA CONCRETO HIDRAULICO NMX-C-111-2004

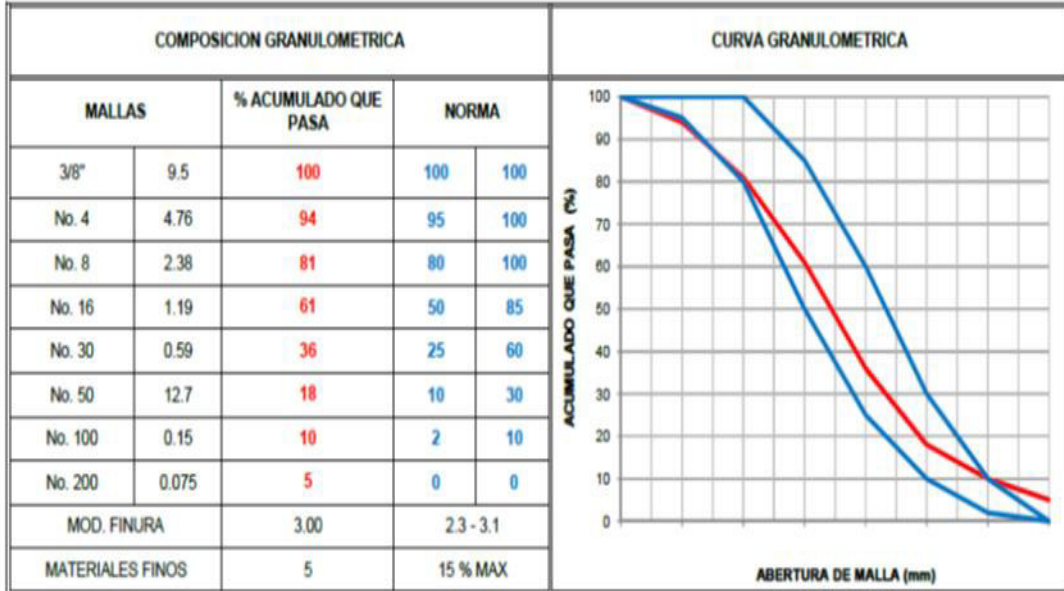


Figura 41. Corrección de la granulometría del agregado.

Fuente. Ensayos de laboratorio.

Los resultados de la grava empleada como componente del concreto lanzado, después de enviarlos para su respectivo análisis, indican que se halla dentro del rango de la norma ASTM C128-12 y NMX-C111-ONNCCE-2004; tal como se muestra en la figura 42.

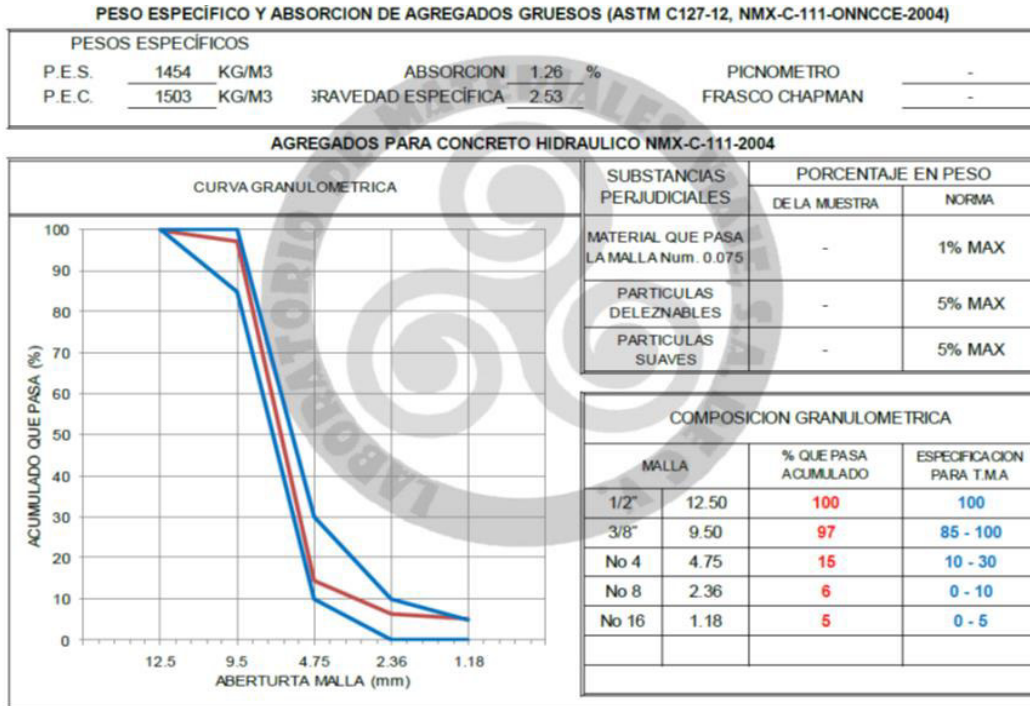


Figura 42. Análisis de Grava.

Fuente. Ensayos de laboratorio.

En el año 2014, se enviaron muestras de relave a los laboratorios de Seattle (EEUU), con la finalidad de determinar las propiedades del relave como material para relleno; y también el tamaño de las partículas. A continuación, se muestra la figura 43 con el tamaño de las partículas del relave, en donde se aprecia que es menor a las 200 micras.

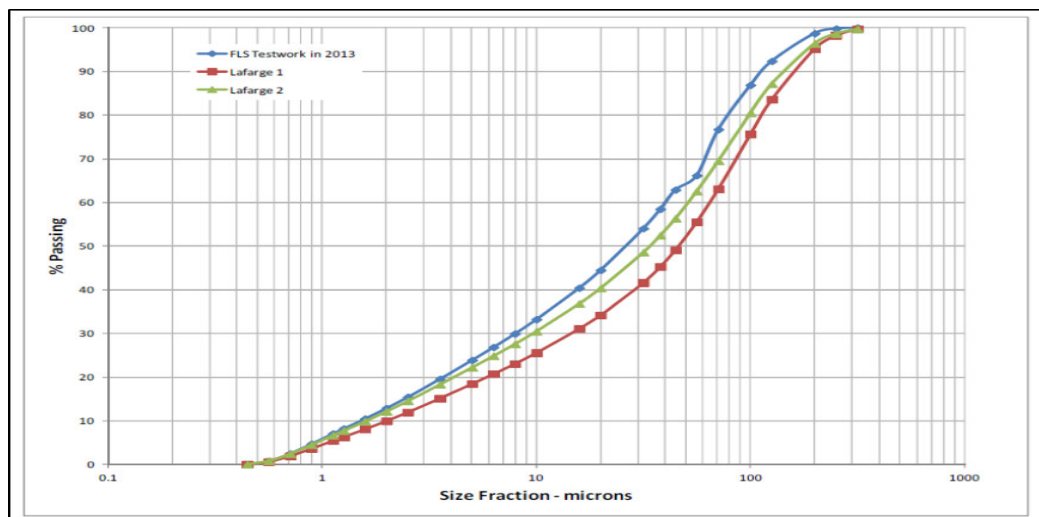


Figura 43. Tamaño de las partículas del Relave.

Fuente. MINEFILL SERVICES, INC.



Después de realizar los ensayos respectivos de agregados, se procedió a diseñar mezclas consistentes en grava, arena, relave, cemento y agua, en proporciones adecuadas; y los resultados obtenidos fueron interesantes.

Específicamente, se trabajó en el comportamiento de dichos resultados con los agregados, ya que se ensayaron con diferentes proporciones de grava – arena; y los resultados alcanzados, en cuanto a la determinación de la resistencia del concreto, en este caso la muestra 3, presenta valores óptimos; y su relación grava – arena es de 20%-48%, para obtener una resistencia de 418 kg/cm². Siendo este resultado, el más adecuado para su aplicación en el concreto lanzado por vía húmeda; debido a la proporción de los agregados, ya que no se taponan la boquilla de la pistola del robot lanzador (ver el cuadro 12).

Cuadro 12. Proporción Grava-Arena.

Materiales	Cantidad		Mezcla Nº 3	
	Peso	Proporción	Tipo	Proporción
Cemento (Kg)	285	14%	Proporción	
Agua (lt)	230	11%	Cementante	21%
Arena (kg)	1009	48%	Agregados	68%
Grava (Kg)	433	20%	Agua	11%
Jal (kg)	154	7%		
Total		100%		100%

Fuente. Ensayos de laboratorio.

4.1.3 Análisis de aditivo acelerante e interpretación

La función principal del aditivo consiste en complementar o mejorar las características del concreto, y obtener un producto que satisfaga las condiciones de colocación, resistencia y durabilidad de acuerdo a las condiciones climáticas; también, se debe tener cuidado en la dosificación, ya que si se aplica una dosificación no adecuada, puede afectar la calidad del concreto.

Para nuestro trabajo de investigación, se ha utilizado el aditivo TamShot 70 AFC, y la dosis recomendada por el fabricante indica que varía entre 3-10 % del peso del cemento, según el efecto acelerador deseado;



por lo cual, se recomienda hacer ensayos previos para determinar la dosis más adecuada, a modo de atender las especificaciones exigidas.

Se realizaron ensayos de cemento, agua y distintas cantidades de aditivo acelerante; con la finalidad, de observar el comportamiento de ésta mezcla en el tiempo.

Los resultados indican, que a partir de una temperatura de 20° a 32°, el acelerante comienza a trabajar, y luego tiende a estabilizar su fraguado; tal como se muestra en el cuadro 13 y 14, y la figura 44; mientras que los resultados detallados, se muestran en el anexo 7.

Cuadro 13. Proporción Grava-Arena para el diseño del concreto

Tiempo	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	M-7
(min)	T°	T°	T°	T°	T°	T°	T°
00:00	22.3	22.3	22.3	22.3	22.3	22.3	22.3
00:30	27.3	27.3	27.3	27.3	27.3	27.3	24.6
01:30	30	29.1	30.9	30.9	30.9	29.1	26.4
02:00	30	30	31.9	31.9	31.9	30	28.2
02:30	30	30	31.9	32.8	32.8	31.9	30
03:30	30	30	32.8	32.8	33.7	33.7	31.9

Fuente. Ensayos de laboratorio.

Cuadro 14. Proporción Grava- Arena para el diseño de concreto

Tiempo	M-8	M-9	M-10	M-11	M-12	M-13	M-14
(min)	T°	T°	T°	T°	T°	T°	T°
00:00	22.3	22.3	22.3	22.3	22.3	22.3	22.3
00:30	25.5	24.6	23.7	23.7	23.7	23.7	24.6
01:30	27.3	29.1	31.9	32.8	32.8	31.9	28.2
02:00	29.1	30.9	32.8	33.7	34.6	32.8	29.1
02:30	30	31.9	33.7	35.5	34.6	32.8	29.1
03:30	30.9	32.8	34.6	36.4	34.6	32.8	29.1

Fuente. Ensayos de laboratorio.

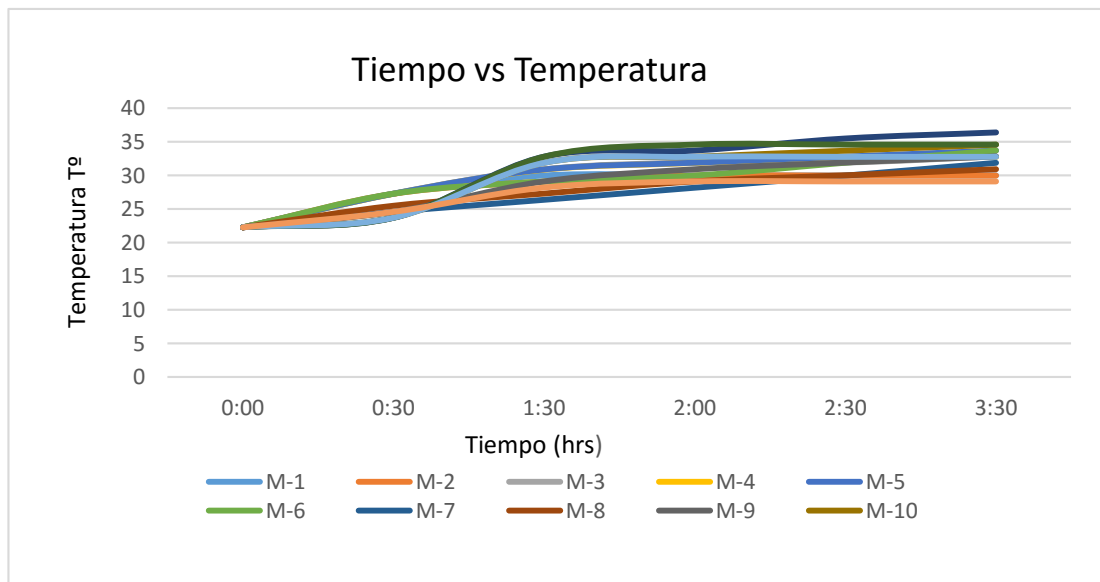


Figura 44. Temperatura y fraguado del aditivo acelerante.

Fuente. Análisis de laboratorio.

También, se realizaron análisis para observar el comportamiento del aditivo con el cemento; y los resultados indican que, a mayor consumo de aditivo acelerante la resistencia del cemento tiende a disminuir (ver cuadro 15 y figura 45).

Cuadro 15. Resistencia Vs. Aditivo.

Mezcla N°	Factor de aditivo (resistencia)	Absorción	Resistencia (Kg/cm2)	Temperatura máxima	Aditivo (%)	PH
1	1.00	4.24	0.120	30.0	0%	3
2	1.85	3.94	0.222	30.9	1%	3
3	1.28	3.25	0.153	32.8	2%	3
4	1.53	4.23	0.183	32.8	3%	3
5	1.42	1.04	0.170	33.7	4%	3
6	1.44	2.01	0.173	33.7	5%	3
7	1.52	3.96	0.182	31.9	6%	3
8	1.37	4.41	0.164	30.9	7%	3
9	1.05	6.05	0.126	32.8	7%	3
10	1.47	5.28	0.177	34.6	8%	3
11	1.16	6.56	0.139	36.4	9%	3
12	1.10	4.57	0.132	34.6	10%	3
13	1.15	4.57	0.138	32.8	11%	3
14	1.38	3.04	0.166	29.1	12%	3

Fuente. Ensayos de laboratorio.

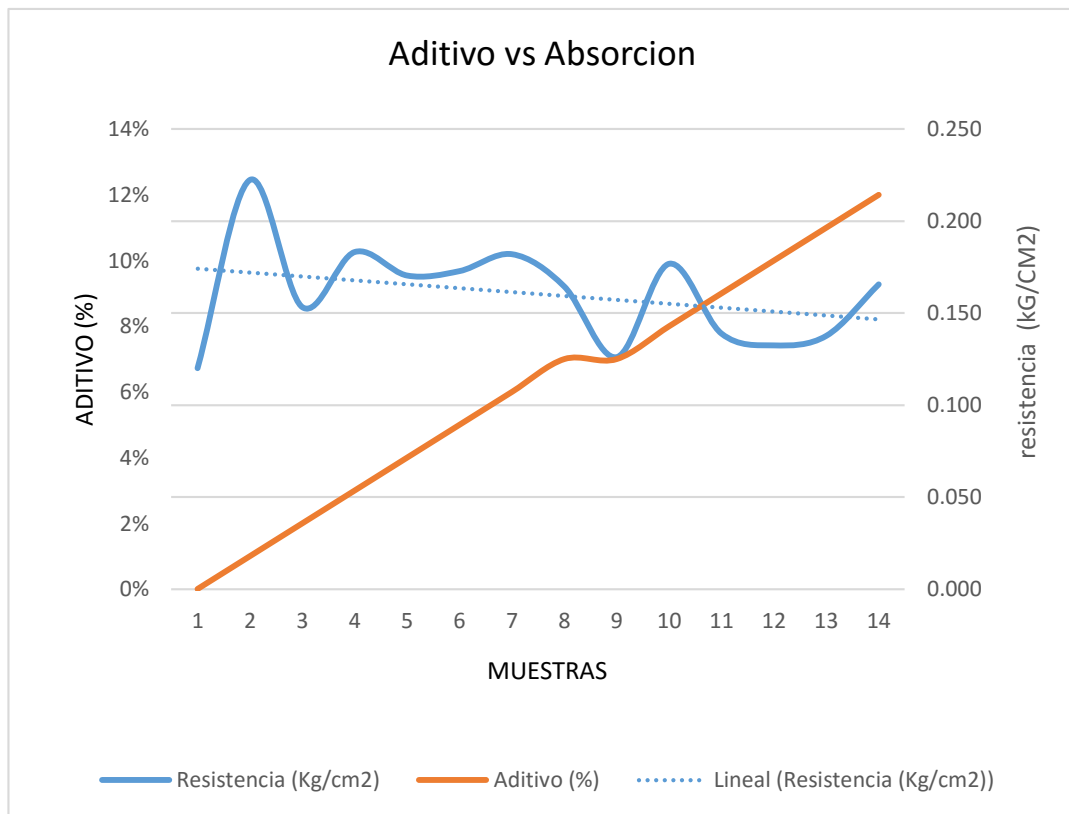


Figura 45. Resistencia del concreto Vs. Aditivo.

Fuente. Análisis de laboratorio.

4.1.4 Análisis petrográfico y minerográfico del relave con resultados

Se enviaron muestras de relave a laboratorios especializados, con la finalidad de identificar y determinar las especies mineralógicas con el tamaño de partículas, y porcentaje de las especies principales predominantes; siendo el cuarzo, el mineral predominante con un porcentaje mayor al 60%; seguido de la caolinita con un porcentaje promedio de 10%; luego los feldespatos ocupan un promedio de 6% y Hematita con un 6%; y el resto en minerales en menor proporción, tal como se muestra en el cuadro 16 y figura 46.



Cuadro 16. Resultado de componentes del relave

Especie Mineral	02/05/2016	07/09/2016	18/03/2017	Promedio
Cuarzo	60	67	61	63%
Caolinita	10	10	11	10%
Feldespatos	7	7	5	6%
Hematita	6	6	5	6%
Goethita	4	4	2	3%
Clorita	4	0	1	2%
Biotita	2	0	1	1%
Calcita	2	2	8	4%
Pirita	2	1	1	1%
Esfalerita	1	0	3	1%
Calcopirita	0.8	1	0.4	1%
Oro Nativo	0.5	0.6	0.8	1%
Plata Nativa	0.4	0.5	0.5	0%
Ilmenita	0.1	0.1	0.2	0%
Covelita	0.2	0	0	0%
Bornita	0	0.1	0	0%
Galena	0	0	0.1	0%
				100%

Fuente. Ensayos de laboratorio

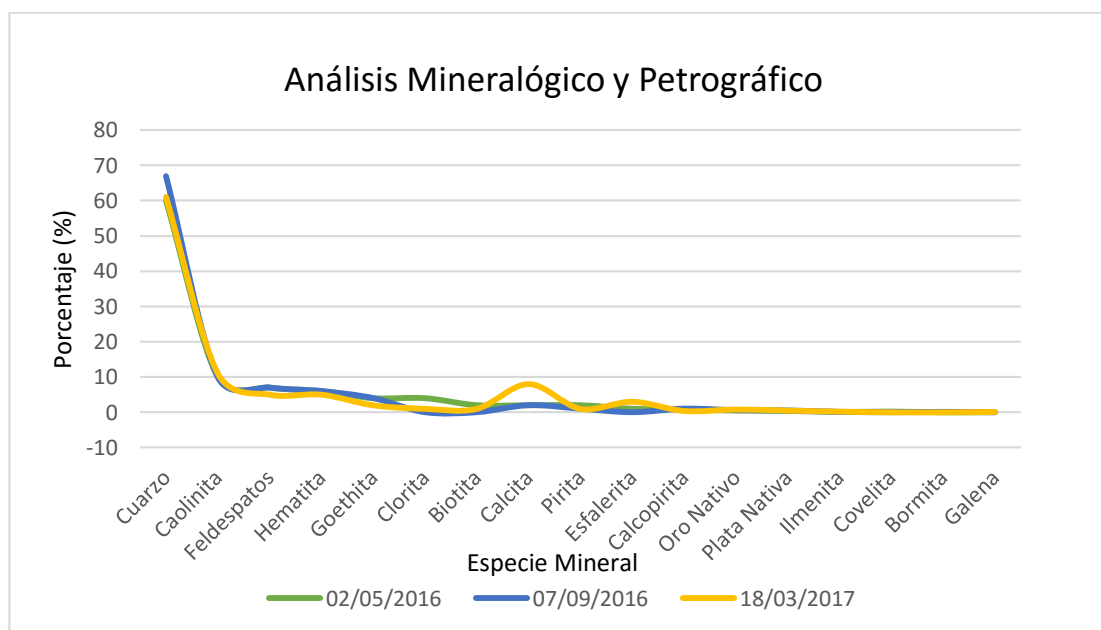


Figura 46. Resultados en porcentaje de los componentes del relave.

Fuente. Análisis de laboratorio.



Los resultados del análisis de la composición mineralógica y petrográfica del relave dieron como resultado mayor cantidad en porcentaje de Cuarzo (63%), Caolinita (10%), Feldespatos (6%), Hematita (6%), Calcita (4%), Goethita (3%) y el resto de otros componentes (8%).

Debido a la mayor cantidad de cuarzo (SiO_2), como componente principal del relave que produce Minera Cuzcatlán, se logró tener resultados favorables como un adicionante puzolánico por el alto contenido de Cuarzo; para ello, nos basamos en que la puzolana es un tipo de material silícico o silícico aluminoso, y que en sí tiene poco o ningún valor cementicio; pero que, finamente molido y en presencia de humedad, reacciona químicamente con el hidróxido de calcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) liberado por la hidratación del cemento portland, para formar silicato de calcio hidratado y otros compuestos cementantes (Salazar, A. 2002); los cuales, incrementan las resistencias mecánicas del concreto.

4.1.5 Resultados del concreto con relave

Después de realizar ensayos del comportamiento del cemento con el relave, y diferentes ensayos proporcionales de granulometría a los agregados, se procedió a elaborar diseños de concreto con diferentes cantidades de relave como sustitución del cemento; y para ello, se realizaron pruebas en donde se definió la resistencia a la compresión que generan entre sí mismos.

Los resultados muestran, que con un 40% de relave (jal) se alcanza la resistencia máxima, pudiendo con ello realizar la sustitución respecto al peso total del cemento, también manteniendo la relación agua/cemento con un incremento constante y asegurando su funcionamiento; queda sustentado en los ensayos a las edades de 3, 7, 14 y 28 días, mediante la prueba de compresión axial simple.

En el cuadro 17, se muestran los resultados del nuevo diseño del concreto incluyendo el relave; asimismo, el detalle de las pruebas y demás resultados se muestran en el anexo 8.



Cuadro 17. Resultado del nuevo diseño de concreto con relave.

MATERIALES	PROPORCION PARA UN BULTO DE CEMENTO		CANTIDADES PARA PRODUCIR 1.0 m ³ DE CONCRETO (Kg)
	EN PESO (Kg)	EN VOLUMEN (Botes)	
CEMENTO	50	1 bulto	285
AGUA	40	2	230
ARENA	177	6 2/9	1009
GRAVA	76	2 3/4	433
RELAVE (JAL)	27	1	154

Fuente. Elaboración propia.

4.1.6 Resultado del concreto con relave aplicado en labores

Subterráneas

Con los resultados obtenidos de la nueva dosificación del concreto con relave, se realizó su aplicación en aquellas obras mineras que tuvieran las siguientes características:

- Excavaciones mineras en labores de temporales.
- Excavaciones que requieran concreto de hasta 2 pulgadas de espesor.
- Sólo para dosificaciones de 240kg/cm².

En base a ello, se aplicó este nuevo diseño de concreto específicamente en las preparaciones del Nv 1000, en el "Block H-1" en las calles 1, calle 2 y calle 3, con sus cámaras de acceso. En la figura 47, se muestra el plano geomecánico con los nombres de las labores mineras, y su respectiva caracterización del macizo rocoso; y la clasificación que le corresponde de acuerdo al RMR de Bieniawski '89, y el sistema GSI de Hoek; también, se puede apreciar la tabla de tiempos de autosoporte.



4.1.6.1 Resultados del movimiento del macizo rocoso con sostenimiento de concreto y relave.

El seguimiento de la aplicación a esta nueva dosificación se realizó con un registro de las obras, midiendo la deformación de la roca con un pivote laser que describe el movimiento del macizo rocoso de forma milimétrica; y con ello, predecir la velocidad de deformación del macizo rocoso. Con este tipo de control, se pudo observar que el concreto aplicado cumple con la función de sostenimiento pasivo del macizo rocoso, y que ayudan a la estabilización en el tiempo.

En la figura 48, se adjunta el plano con la ubicación de los controles de deformación del macizo rocoso; y en la figura 49 y 50, su respectiva descripción.

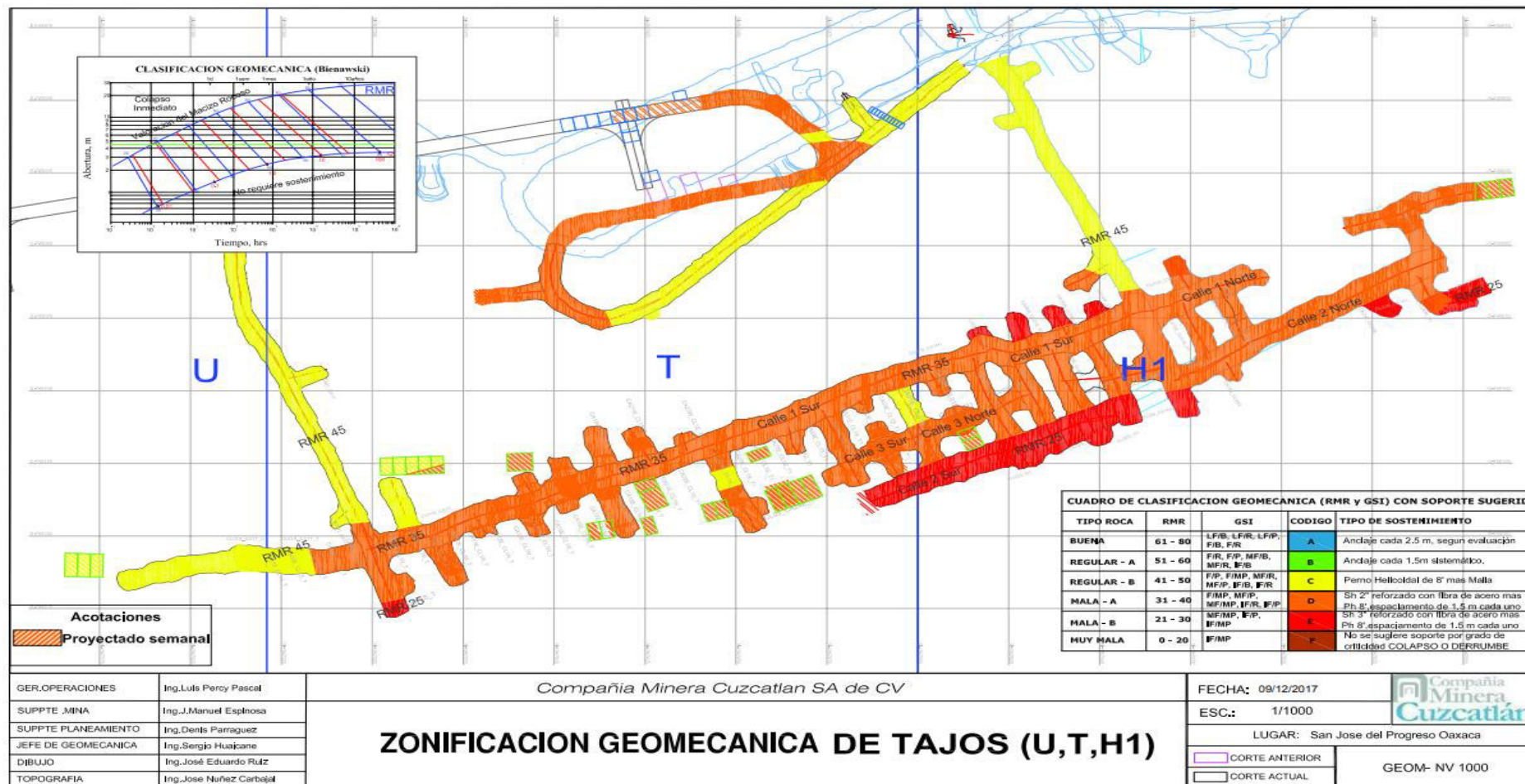


Figura 47. Plano geomecánico con los nombres de las labores mineras y calidad de roca.

Fuente. Elaboración propia.

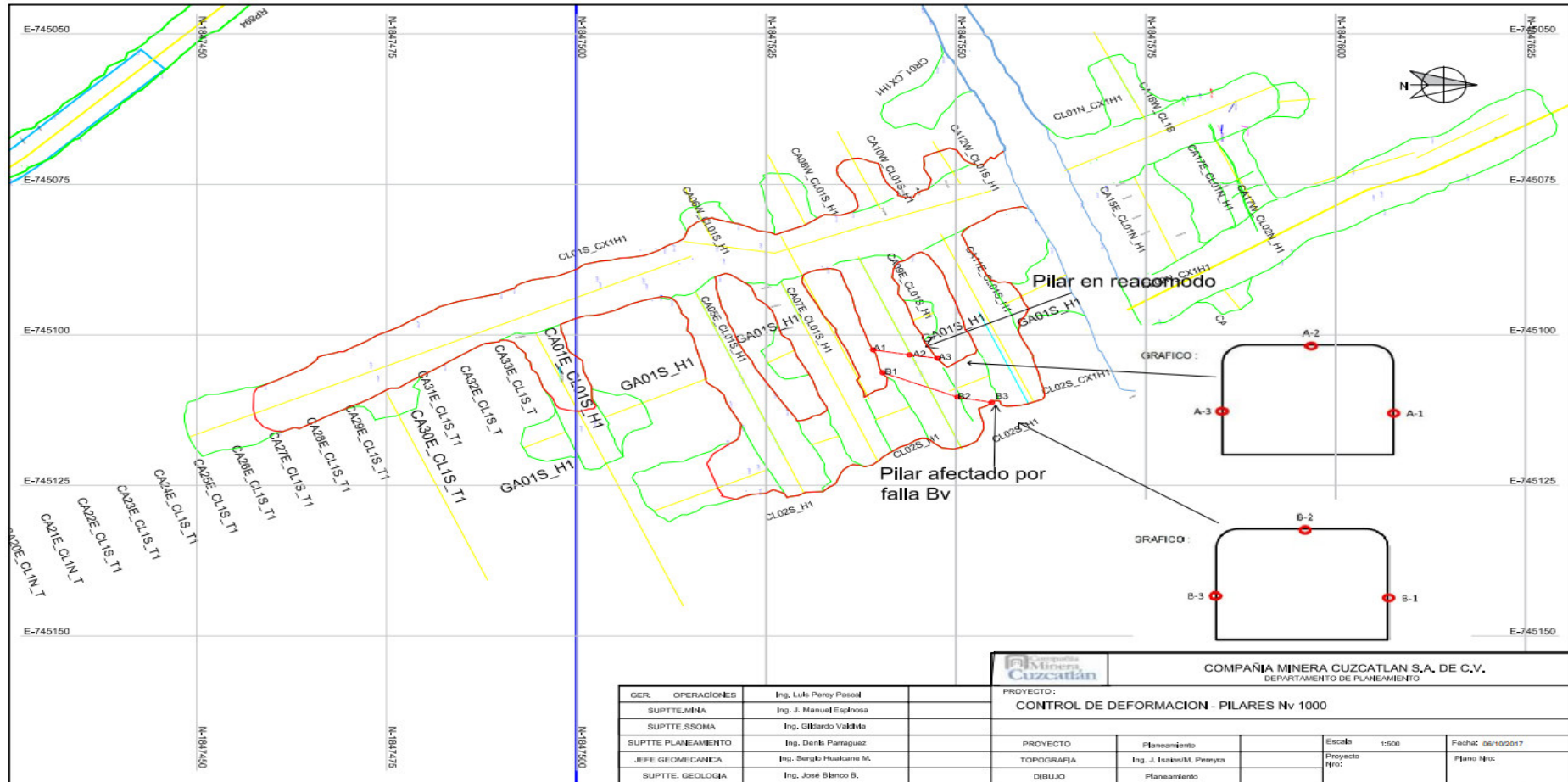


Figura 48. Plano con la ubicación de los controles de deformación del macizo rocoso.

Fuente. Elaboración propia

Los comentarios de la estación CA04_1H1 son:

- Del punto A1_A2, se tiene un desplazamiento moderado de 1 mm, originado por error de medida.
- En el punto A3_A2, se tiene un desplazamiento moderado de 3 mm.
- En el punto A3_A1, hay desplazamiento de 2 cm, en las tablas, debido a la presencia de una falla diagonal.
- En el punto A1_A3, hay movimiento de 1.8cm; el pilar se estabiliza, pero al inicio hubo un movimiento 14.3 cm, por la presencia de una falla tensional.

Como conclusión el punto A3, ubicado en la tabla derecha de la CA-04 (zona de falla tensional), logra estabilizarse con el colocado de concreto.

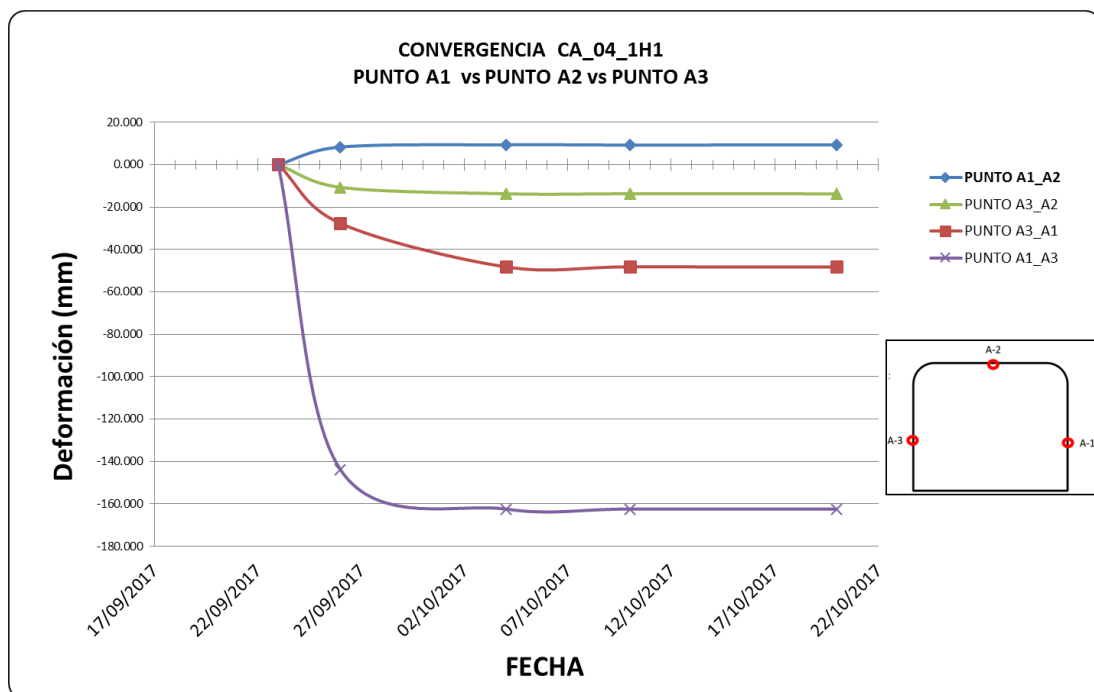


Figura 49. Control deformacional del concreto con relave.

Fuente. Elaboración propia.

Los comentarios de la estación CA04_CL2_1H1 son:

- En el punto B1_B2, se tiene un desplazamiento moderado de -2.9 mm, originado por error de medida.

- Del punto B3_B2; hay un movimiento en el punto 3 (Falla BV) inicial de 6.3 cm, y que se va estabilizando a 2 cm a los 10 días de lectura.
- Del punto B3_B1, hay un ligero movimiento que realiza el punto B3, (Falla BV); y que se estabiliza con el tiempo.
- Del punto B1_B3, hay un ligero movimiento que realiza el punto B3, (Falla BV); y que se estabiliza con el tiempo.

Como conclusión, el punto B3, ubicado en la falla BV se estabiliza con el paso de los días.

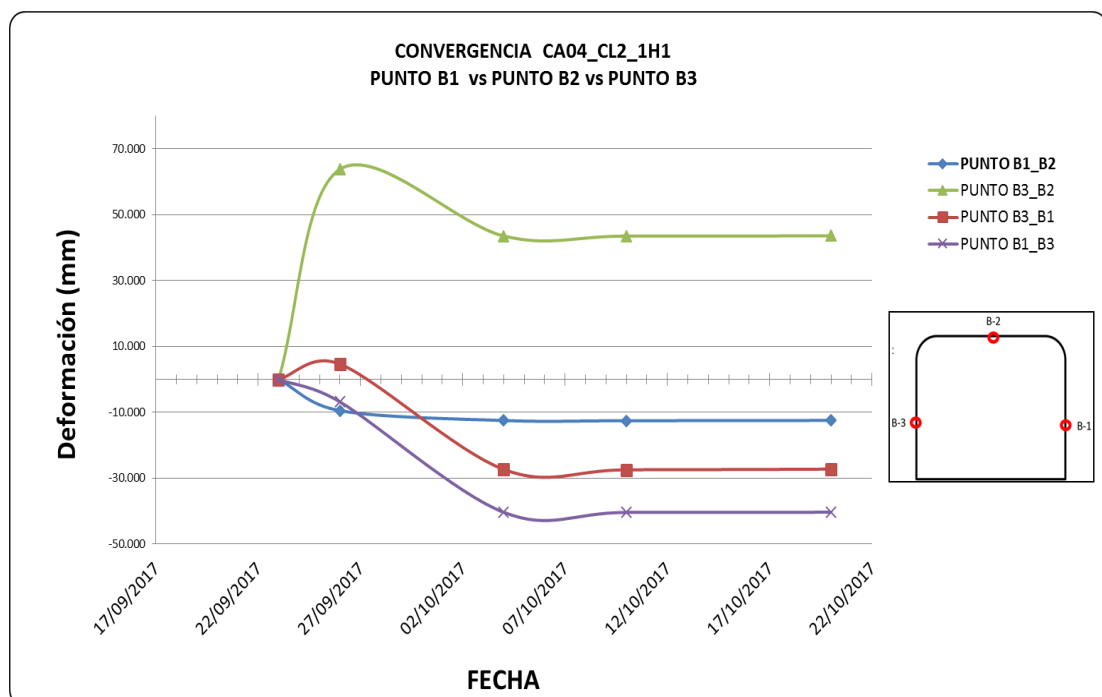


Figura 50. Control deformacional del concreto con relave.

Fuente. Elaboración propia.

4.1.6.2 Resultado del revenimiento y resistencias iniciales del concreto con relave

Se realizó el control de revenimiento de la mezcla dosificada, para cumplir con la especificación del laboratorio, en llevar un control de revenimiento entre los 14 (+2) cm; según el certificado de ensayos N° CMC003//15, del Laboratorio de Materiales Viaje.

También, nos sirvió para determinar el tiempo en el que se activa la mezcla desde la preparación hasta su punto de llegada en obra; llegando a determinarse, que la mezcla se activa pasado los 40 minutos; es decir, el revenimiento comienza a disminuir, y la mezcla comienza a endurecer (ver figura 51).



Figura 51. Control del revenimiento del concreto con relave.

Fuente. Elaboración propia.

Para llevar un control acerca del desempeño de la nueva mezcla de concreto con relave, se procedió a realizar la misma dosificación con aditivo acelerante líquido, libre de álcalis y libre de cloruros para hormigón proyectado (TamShot 70 AFC); con la finalidad, de observar el comportamiento del concreto a edades tempranas, y permitir el ingreso del personal a realizar actividades complementarias de sostenimiento con anclajes, en la excavación minera.

Para medir las resistencias iniciales del concreto, se aplicó el método de insertar con aguja digital; en donde, los resultados obtenidos por este método se calculan a partir de la fuerza con que se inserta la aguja hasta los 15 mm de la superficie de la muestra de concreto, usando para ello una aguja de 3 mm de diámetro; donde la punta de la aguja tiene un ángulo de inclinación respecto a la superficie de 60°. Usando esta metodología, se puede determinar la resistencia hasta aprox. 1,5 MPa (ver figura 52). Ahora

bien, con el fin de hallar datos más representativos, se utiliza el penetrómetro digital Mecmesin AFG 1000. E instrumento se utiliza en el modo de N (Newton); de diez lecturas de la resistencia a la compresión en MPa, según la fórmula $y = (x + 35) / 690$; como se ilustra en la figura 53.



Figura 52. **Penetración del concreto lanzado fresco usando penetrómetro digital marca Mecmesin AFG 1000.**

Fuente. Elaboración propia.

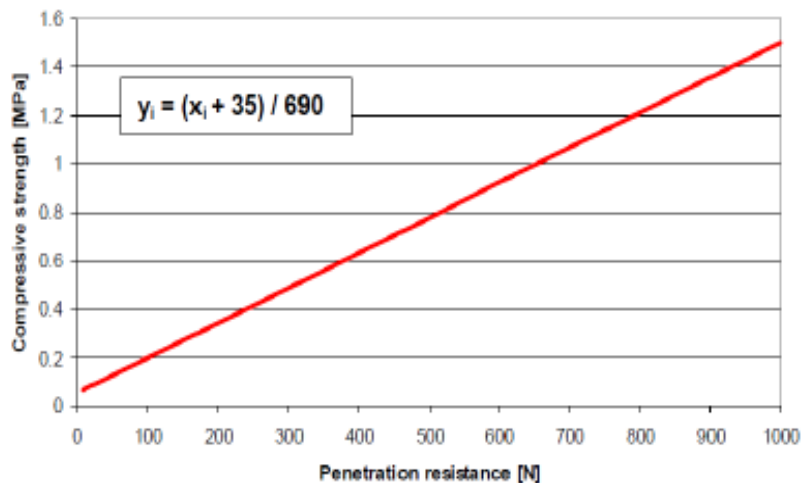


Figura 53. **Correlación entre la resistencia a la compresión y las lecturas del penetrómetro digital marca Mecmesin AFG 1000.**

Fuente. Elaboración propia.

Los resultados obtenidos para 02 obras, empleando este tipo de sostenimiento, se muestran en el cuadro 18; siendo los siguientes:

Sergio Raúl Huaicane Mullisaca
Maestría en Ingeniería Geológica
Mención Geotecnia

Cuadro 18. Resultado de la velocidad del fraguado inicial del concreto lanzado.

Labor	Unidades	Tiempo (Minutos)		
		60	90	120
Calle 1S	MPa	0.57	0.83	1.02
Calle 3S	MPa	0.57	0.82	0.97

Fuente: Elaboración propia.

Entonces, basándonos en la Norma ASTM C 116-90 (1990) y los estudios acerca del rendimiento temprano de mezclas de concreto realizado por el NIOSH (El Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional de Canadá); en donde indican que los trabajadores pueden ingresar a su obra minera después de 6 horas, y que su concreto haya desarrollado una resistencia a la compresión de mínima de 1 MPa, se está cumpliendo por encima de esta norma; es decir, que nuestro concreto ha desarrollado una resistencia suficiente para ser autoportante, y puede permitir el colocado de los elementos de soporte restantes que requieren perforación en la capa de hormigón proyectado sin degradación; los resultados se muestran en las figuras 54 y 55.

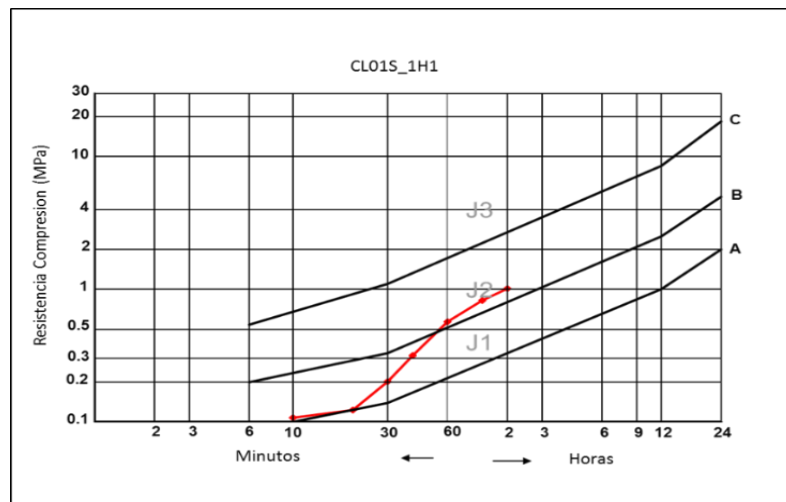


Figura 54. Resultados de la velocidad de fraguado inicial en la Calle 1 Sur del TJ H1.

Fuente. Elaboración propia.

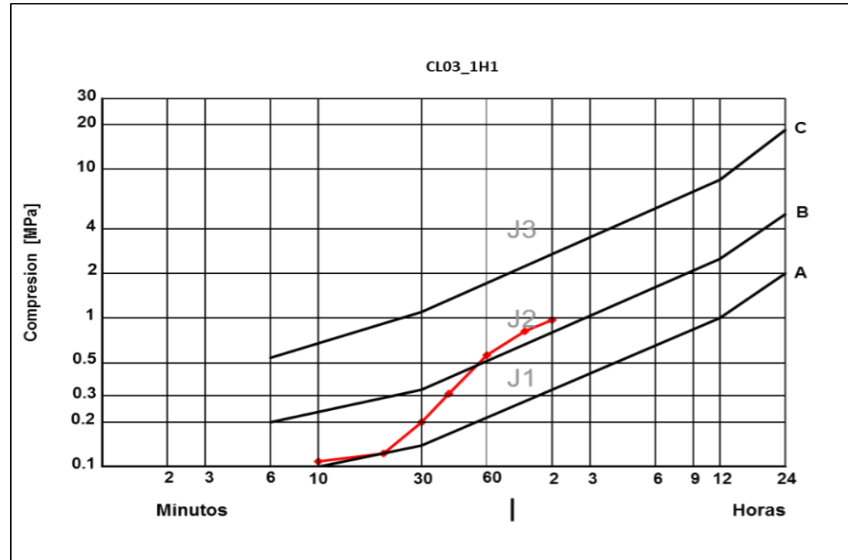


Figura 55. Resultados de la velocidad de fraguado inicial en la Calle 3 Sur del TJ H1.

Fuente. Elaboración propia.

4.1.7 Discusión de resultados

Actualmente, en Compañía Minera Cuzcatlán, se tienen estándares de sostenimiento basados en las características del macizo rocoso y en la calidad de roca geomecánica (ver cuadro 19).

Cuadro 19. Cuadro de clasificación geomecánica indicando el tipo de sostenimiento por calidad de roca.

TIPO DE ROCA	COLOR	RMR	GSi	TIPO DE SOSTENIMIENTO
BUENA	AZUL	61 – 80	LF/B, LF/R, LF/P, F/B, F/R	Anclaje esporádico según evaluación de bloques y cuñas
REGULAR – A	VERDE	51 – 60	F/R, F/P, MF/B, MF/R, IF/B	Anclaje esp. 1.8 sistema ático
REGULAR – B	AMARILLO	41 – 50	F/P, F/MP, MF/R, MF/P, IF/B, IF/R	Anclaje esp. 1.5m /adicionar mallas electrosoldadas y/o Strapp
MALA - A	ANARANJADO	31 – 40	F/MP, MF/P, MF/MP, IF/R, IF/P	Concreto de 2" reforzado con fibra y anclaje cada 1.5m
MALA – B	ROJO	21 – 30	MF/MP, IF/P, IF/MP	Concreto de 3" o 4" reforzado con fibra y anclaje esp. 1.3m
MUY MALA	CAFÉ	0 - 20	IF/MP	Concreto de 2" reforzado con fibra y colocación de Marcos metálicos o marcos ligeros

Fuente. Elaboración propia.



Y los tipos de sostenimiento que se utilizan para sostener el macizo rocoso, dependen del tiempo de vida de la excavación (temporal o permanente), máxima abertura estable y método de explotación; este sostenimiento consistente en:

- Anclas cementadas.
- Anclas split set.
- Malla electrosoldada.
- Cintas strapp.
- Shotcrete.

Entonces de acuerdo con los resultados obtenidos y el requerimiento técnico de sostenimiento para garantizar la estabilidad de las excavaciones es que se puede comentar que la nueva mezcla de concreto con relave cumple con las características de diseño solicitadas de acuerdo con el cuadro 19, de clasificación geomecánica por calidad de roca utilizado en la mina. Este relave posee características petrográficas y mineralógicas particulares que se complementa adecuadamente con el cemento y los demás componentes del concreto siendo este resultado similar a los resultados obtenidos por Cáceres & Larico (2017), en su estudio de investigación de Grado titulado “EVALUACIÓN DE MEZCLAS DE CONCRETO F'C=175, 210 Y 245 KG/CM² CON RELAVE MINERO DEL DISTRITO DE ANANEA - PUTINA - PUNO, 2017”, en donde el uso de relave en porcentajes del 3% y 6% respecto al peso total del cemento en un concreto obtuvo resistencias de $f'c=175$ kg/cm² semejantes a la resistencia de un concreto normal sin relave, demostrando así que el uso de relave como puzolana en las proporciones adecuadas con cemento disminuye el costo de producción.

El relave que utilizamos debido a sus características físico mecánicas tiene buena reacción con los componentes del cemento y agua, obteniendo una relación de hasta 0.58 con un porcentaje máximo de 40% de relave y con ello valores del concreto con relave a la edad de 28 días de hasta 305 kg/cm², similares características las obtuvo Medina, J. (2017) en su Tesis de Grado titulada “COMPORTAMIENTO FÍSICO-MECÁNICO DEL



HORMIGÓN SIMPLE FABRICADO CON ARENAS DE RELAVE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO Y BENEFICIO REINA DEL CISNE, CÓDIGO 390354, DEL CANTÓN PORTOVELO, PROVINCIA DE EL ORO”, realizado en Loja – Ecuador en el año 2017; los resultados obtenidos del trabajo de investigación dieron resultados alentadores porque mejoró las resistencias a la compresión simple, como también los valores a la flexión cuando se utiliza relave en proporciones del 5 y 10 % y es remplazado por el agregado, y con el 5 % cuando es sustituido por cemento.

Así mismo en los resultados de los ensayos de laboratorio se pudo comprobar que cuando se utilizan cantidades de relave mayores al 40% este debilita la resistencia del concreto, tal como se muestra en el cuadro 9, de este trabajo de investigación; también ocurrió lo mismo en el trabajo que desarrollo Calderón & Umiña (2016), en su Tesis de Grado titulada “EVALUACIÓN DE CONCRETOS GEOPOLIMÉRICOS MEDIANTE ACTIVACIÓN ALCALINA DE RESIDUOS MINEROS (RELAVE) Y ZEOLITA NATURAL”, en donde con una adecuada cantidad de solución de activante (NaOH) y silicato de sodio, permiten la obtención de materiales geopoliméricos con resistencias a la compresión que van desde 39.0 Kg/cm² hasta 125.0 Kg/cm². Sin embargo, los resultados de la densidad de las mezclas evidencian que cuanto mayor es el valor, la resistencia a la compresión disminuye por la presencia de mayor cantidad de relave en la mezcla geopolimérica, y existencias de porosidad.

Entonces con los resultados obtenidos y teniendo en cuenta los trabajos de investigación de diferentes autores se confirma que el nuevo diseño de concreto con relave cumple el requerimiento técnico para sostenimiento en la mina y conforme a los resultados obtenidos se realizara la aplicación en labores de carácter temporal y se controlara las deformaciones con instrumentación geotécnica de convergencias y se implementará un estándar de sostenimiento para este nuevo tipo de mezcla en obras temporales con espesores de 2”; así mismo, se deberán tener en cuenta, las proporciones de diseño con las que se realizaron las pruebas de laboratorio, y el seguimiento de campo a fin de obtener los resultados esperados.



Se adjuntan los modelos del tipo de sostenimiento estándar con la nueva dosificación para aberturas de 4.5, 6.0 y 8.0m en el anexo 9.

4.2 Pruebas de Hipótesis

Se encontraron las respuestas a las incógnitas planteadas, en el diseño de la prueba de hipótesis.

- ❖ **Las técnicas del reciclaje del relave incidirán en la optimización del concreto lanzado en minera Cuzcatlán, Oaxaca de Juárez-México.**

De acuerdo a los resultados obtenidos indican que la técnica aplicada al reciclaje del relave es satisfactoria, los resultados muestran que la nueva mezcla del concreto con relave funciona para ser aplicado como parte del sostenimiento y por ello se obtendrá una importante reducción del consumo de cemento de 403 kg/m³ hasta 285 kg/m³, nuestra dosificación original, según diseños de laboratorio para una resistencia de 240 kg/cm², se muestra en el cuadro 20.

Cuadro 20. Dosificación del concreto lanzado para producir un metro cúbico.

MATERIALES	UNIDADES	CANTIDADES PARA PRODUCIR 1.0 m ³ DE CONCRETO (Kg)
CEMENTO	Kg	403
AGUA	lt	222
ARENA	Kg	950
GRAVA	Kg	706
ADITIVO ACELERANTE	lt	12.4
DRAMIX	Kg	14.5

Fuente. Elaboración propia.



❖ **Los tipos de análisis de reciclaje del relave incidirán en la optimización del concreto lanzado en minera Cuzcatlán, Oaxaca de Juárez-México.**

Con el nuevo diseño de concreto con relave, el consumo de cemento disminuyó en un 30% del volumen de mezcla utilizado por cada metro cúbico y ello se reflejó en los costos de sostenimiento; el consumo promedio anual de cemento es de 5,025.50 toneladas, representando un gasto de USD \$ 502,187.92. y aplicando esta nueva dosificación, se podrá tener un ahorro importante de USD\$ 150,000.00 anuales, en el cuadro 17 se muestra la nueva dosificación de concreto con relave optimizado.

❖ **Los parámetros técnicos del reciclaje del relave impactarán positivamente en la optimización del concreto lanzado en minera Cuzcatlán, Oaxaca de Juárez-México.**

De acuerdo con los resultados obtenidos de los estudios realizados al relave ya sea como un solo componente para conocer sus características petrológicas y minerográficas, como se muestra en el cuadro 16 y en combinación con los elementos del concreto lanzado, se establece nuevos parámetros técnicos de diseño orientados a la aplicación de una nueva dosificación y/o mezclas de concreto que se aplica como parte del sostenimiento, tal como se muestra en el cuadro 17., así mismo, se estableció controles técnicos adecuados a seguir antes de la preparación de las mezcla y con los materiales in situ.

❖ **3.7.4. Las propiedades del reciclaje del relave afectarán la optimización del concreto lanzado en minera Cuzcatlán, Oaxaca de Juárez-México.**

Con los resultados de los análisis del relave se comprueba que tiene un componente mineral principal que es cuarzo, con un porcentaje mayor al 60%; seguido de la caolinita con un promedio de 10%; luego los feldespatos ocupan un promedio de 6% y Hematita con un 6%; estos resultados son favorables pues el contenido de cuarzo es como un adicionante puzolánico y para ello nos basamos en que la puzolana es un



tipo de material silíceo o silíceo aluminoso, y que en sí tiene poco o ningún valor cementicio; pero que, finamente molido y en presencia de humedad, reacciona químicamente con el hidróxido de calcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) liberado por la hidratación del cemento portland, para formar silicato de calcio hidratado y otros compuestos cementantes (Salazar, A. 2002); los cuales, incrementan las resistencias mecánicas del concreto.

❖ **La resistencia y control del reciclaje del relave incidirá en la optimización del concreto lanzado en minera Cuzcatlán, Oaxaca de Juárez-México.**

Con los ensayos a la compresión, se hallaron las resistencias adecuadas para la fabricación de la nueva mezcla, también los principales parámetros a utilizar y controlar en los porcentajes de absorción, relación agua/cemento, cantidades de relave y aditivos, así mismo, se llevaron controles de mediciones de convergencias en las excavaciones sostenidas con esta nueva mezcla con la finalidad de medir cualquier movimiento del macizo rocoso.

Para responder a la pregunta general: ¿El relave reciclado aplicado al diseño de la mezcla del concreto lanzado será eficaz como parte del sostenimiento, sin alterar las propiedades del concreto y permitirá disminuir costos de sostenimiento buscando una oportunidad de aplicación del relave desechado después del proceso metalúrgico en la mina?

El relave reciclado como nuevo componente del concreto lanzado otorga resultados para la dosificación de $240\text{kg}/\text{cm}^2$ y su aplicación fue en espesores de 2" en labores temporales. Con este resultado se puede disminuir el costo de sostenimiento, sobre todo en el consumo de cemento y también reciclar un material que es desechado como parte del proceso metalúrgico y que genera contaminación ambiental.

En cuanto al consumo de relave, nuestra dosificación nos indica que necesitamos consumir $154\text{ kg}/\text{m}^3$; lo que implica que para un consumo de 1800 m^3 de lanzado de concreto, estaríamos consumiendo $277\text{ t}/\text{mes}$. Con esto se está contribuyendo al consumo de un material reciclado que sale



de la planta de tratamiento metalúrgico, y volverlo a una parte aplicativa como es el concreto lanzado en mina.

4.3 Presentación de Resultados

Los resultados de este trabajo de investigación quedan demostrados con los ensayos y análisis de las diferentes dosificaciones de mezclas y que se realizaron a nivel de laboratorio, con su aplicación a nivel industrial en la mina; el seguimiento que se realizó y los estándares para su aplicación en las excavaciones mineras; cuyo requerimiento de soporte, fue el siguiente:

- RMR 31 – 40.
- Concreto lanzado de 2”.
- Resistencia de $f'c$ 240 k/cm².
- Labores temporales.



CAPÍTULO 5: IMPACTOS

5.1 Propuesta para la solución del Problema

El impacto que va a generar el incremento del relave, como producto del aumento en la producción minera es evidente; y por consiguiente, la disminución del tiempo de vida de los depósitos de relave y la capacidad de almacenamiento; ocupando mayor espacio en áreas verdes del medio ambiente que se verán afectadas. Es por esto, que para resolver el problema y responder la pregunta general al trabajo de investigación titulado ¿De qué manera el reciclaje de relave conduce a la optimización del concreto lanzado en minera Cuzcatlán, Oaxaca de Juárez-México?, se implementaran las siguientes propuestas:

- Implementación de una nueva dosificación de concreto lanzado que incluya el relave, de acuerdo con las cantidades y dosificaciones sugeridas; como resultados óptimos para el sostenimiento en la mina.
- Realizar un programa del consumo mensual de la cantidad de relave, y almacenar en galpones adecuados; a fin, de mantener su calidad y características fisicoquímicas y evitar la contaminación por los agentes externos; como son vientos, lluvias, tránsito de equipos, etc.



- Generar un nuevo estándar acerca del procedimiento para la elaboración del concreto lanzado; considerando su aplicación en labores temporales, y su respectivo control deformacional del macizo rocoso.
- Es evidente que el consumo de relave disminuirá los costos del consumo de cemento; entonces se propone, elaborar un reporte mensual indicando los ahorros en consumos de los elementos de sostenimiento.
- Realizar más investigaciones para ver oportunidades de utilización del relave en la industria de la construcción, como son broquetas, pavimentos, etc.

5.2 Costos de Implementación de la Propuesta

Para realizar este trabajo de investigación, se tuvo que gastar un total de USD 5,660.00 dólares americanos; los mismos, que se repartieron de acuerdo con los trabajos realizados tanto en la mina como en laboratorios especializados y estos presupuestos están detallados por tipo de análisis, mano de obra y materiales empleados. A continuación, se detallan los gastos incurridos para el desarrollo de este trabajo.

5.2.1 Presupuesto para análisis de muestras de concreto en laboratorio.

Solo para realizar muestreos y análisis de las muestras de concreto y relaves en laboratorios y dar cumplimiento a la finalidad del estudio de investigación fue necesario invertir un presupuesto de USD 1210.00 (ver cuadro 21).



Cuadro 21. Presupuesto de análisis de laboratorio.

I	MUESTREO DE CONCRETO LANZADO Y ENSAYE	Unidad	Cantidad	P.U. (MX \$)	Subtotal (MX \$)	Total (MX \$)
1	Viáticos del personal para realizar los trabajos	día	2	1500	3000	
2	Muestreo de concreto lanzado, para posteriormente ser trasladados a su curado	Pza.	4	1400	5600	
3	Reporte de los resultados de laboratorio	reporte/colado	1	5000	5000	13600
II TIPOS DE ENSAYES						
	Diseño de proporcionamiento teórico y práctico para concreto - incluye la calidad completa de los materiales pétreos (grava y arena)	Prueba	1	2200	2200	
	Determinación de propiedades físicas de agregados para concreto (grava y arena)	Prueba	1	1200	1200	
	Determinación de propiedades físicas del relave (Jal)	Prueba	1	2500	2500	
	Diseño del proporcionamiento teórico y práctico para el relave (Jal)	Prueba	1	3500	3500	9400
Costo total						23000
Nota .- Precios en Pesos Mexicanos			T:C: MX \$	19		
			USD	1210.53		

Fuente. Elaboración propia.

5.2.2 Presupuesto de Mano de Obra para Lanzado de Concreto (10m3).

Este rubro, el presupuesto representó un total de USD 1,625.7, 00, para un gasto de 10m3, en realizar pruebas de concreto (Ver cuadro 22).



Cuadro 22. Análisis de precios unitarios jornada L-S (8hrs).

PARTIDA:	Shotcrete			
UNIDAD DE MEDIDA:	M3	Rendimiento:	40.00	M3 DIA
ELABORADO POR:				
UNIDAD DE PRODUCCIÓN:	CUZCATLÁN			
TIPO DE MATERIAL:	MINERAL PLATA			
TIPO DE ROCA:				
INCLUYE:	MANO DE OBRA Y EQUIPOS DE PREPARACIÓN, ACARREO Y LANZADO DE CONCRETO NO INCLUYE MATERIALES, NI COMBUSTIBLE			
FECHA DE ELABORACIÓN:	jun-20	Horas por guardia:	8.00	Hr / guardia
APROBADO POR :		Densidad del material :		ton / m3

ITEM	DESCRIPCIÓN	Cantidad	Unidad	% Incid.	P.U. (\$)	Parcial	Subtotal	TOTAL (\$)
1.00	MANO DE OBRA							
	Maestro shotcretero	48.00	hh		250.85	12,040.57	301.01	
	Mecánicos	48.00	hh		244.07	11,715.15	292.88	
	Ayudante shotcretero	48.00	hh		206.29	9,902.11	247.55	
	Operadores de minimix (tornado y trompo)	96.00	hh		250.85	24,081.14	602.03	
	Dosificador	24.00	hh		250.85	6,020.28	150.51	
	Supervisores	24.00	hh		244.07	5,857.58	146.44	1,740.421
3.00	EQUIPOS							
	Cam. Diésel (acarreo de concreto)	24.00	hm		23.22	557.28	13.93	
	Minimix (acarreo de concreto)	36.00	hm		94.11	3,388.10	84.70	
	Tornado s2 # 1	18.00	hm		343.69	6,186.49	154.66	
	Tornado s2 # 2	18.00	hm		343.69	6,186.49	154.66	
	ALPHA 20 (lanzado de concreto) 2016	16.00	hm		461.37	7,381.90	184.55	
	Alpha 20 (lanzado de concreto) 2011	16.00	hm		302.61	4,841.76	121.04	
	Abastecedora de cemento	12.00	hm		56.82	681.89	17.05	730.598
	COSTO DIRECTO							2,471.02
	GASTOS GENERALES	15.00%						370.65
	UTILIDAD	10.00%						247.10
	COSTO TOTAL	\$ / M3						3,088.77
	T:C:		19					
							Total USD/m3	162.57

Fuente. Elaboración propia.



5.2.3 Presupuesto de materiales (10m3).

En este rubro es de USD 1255.6, costo en materiales (cuadro 23).

Cuadro 23. Dosificación del concreto lanzado.

Descripción		Dosif m3	USD\$	Mano Obra USD	Total USD (m3)
Cemento	t	0.4	45.02		
Fibra Acero	Kg	20	43		
Acelerante	Kg	20	15.01		
Arena	m3	1.1	15.202		
Grava	m3	0.3	7.326		
			125.56	156.69	282.25

Fuente. Elaboración propia.

5.2.4 Presupuesto resumen.

En este ítem, se muestra el cuadro 24 que menciona el resumen del presupuesto utilizado, para el desarrollo del presente trabajo de investigación:

Cuadro 24. Presupuesto Resumen.

Descripción	Total USD
Muestreo de materiales	1,210.53
Mano Obra (10m3)	1,627.00
Presupuesto de materiales (10m3)	2,822.25
Total USD	5,659.78

Fuente. Elaboración propia.



5.3 Beneficios que aporta la Propuesta

Los beneficios que aporta esta propuesta de investigación son de importancia relevante sobre todo en la industria minera ya que se trata de aprovechar los materiales desechados y reciclarlos como alternativa de sostenimiento en las minas subterráneas, a continuación, se mencionan los principales beneficios:

- Prolongar el tiempo de vida de la relavera, al consumir 154 kg/m³; esto implica, que para un consumo de 1800 m³ de concreto lanzado, estaríamos consumiendo 277 t/mes, equivalente a 9.2 tpd de relave. La producción de relaves por día de la planta concentradora es de 2,925 tpd, del cual un 70% (2,047.5 tpd), es destinado a la relavera y un 30% (877.5 tpd), es enviado como relleno a interior mina.
- Otro beneficio, es la disminución en el consumo y costo de cemento, estamos hablando de un ahorro en el consumo de cemento del 38.5% del total producido en el mes.
- Apertura de líneas de investigación para buscar nuevas alternativas de uso del relave, debido sus características en el rubro de la construcción civil y minería subterránea.
- Al utilizar el relave como parte del proceso de la elaboración del concreto lanzado, se disminuye la contaminación ambiental en superficie.

CONCLUSIONES

Después de realizar este trabajo de investigación, se llegó al cumplimiento del objetivo principal que era de Identificar el efecto del reciclaje de relave en la optimización del concreto lanzado a través del conocimiento de las principales características del relave y su comportamiento en combinación con los elementos que conforman el concreto lanzado, sus características de diseño estructural, resistencia y el efecto que origina en la optimización del consumo de cemento.

En cuanto a los objetivos específicos de acuerdo los resultados obtenidos se tienen las siguientes conclusiones.

- Se identificó los tipos de análisis necesarios para definir las principales características del relave reciclado y conocer las propiedades y características físico-mecánicas del relave antes de iniciar cualquier trabajo de investigación con la finalidad de orientar y ver la utilización adecuado de este tipo de material debido a que los relaves son diferentes de acuerdo al tipo de yacimiento, en este caso los componentes de mayor relevancia fueron el cuarzo (63%), seguido de caolinita (10%) y feldespatos (6%), estos componentes sirvieron como material puzolánico y trabajaron de manera compatible con el cemento, así mismo, el tamaño de la granulometría del relave, en nuestro caso fue menor de 200 micras.

- El impacto de los parámetros técnicos obtenidos con el reciclaje del relave fue positivo, ya que con las nuevas dosificaciones se logró reducir el consumo de cemento por metro cubico generando ahorro en el consumo de cemento reciclando un material desechado por el tratamiento metalúrgico como es el relave.
- Se estableció como seria la afectación de las propiedades del reciclaje de relave en la optimización del concreto realizando y pruebas experimentales de diseño con diferentes dosificaciones en donde se llegó a conocer el comportamiento de la nueva mezcla y la manera cómo debía ser preparada para llegar a una resistencia adecuada (240kg/cm²), también los resultados de las combinaciones de grava y arena fueron importantes, ya que determinaron los tipos de resistencias que podíamos obtener y con ello modificar la mezcla del concreto ya que se necesitaba una mezcla fluida, bombeable y consistente para los equipos, en este caso para el brazo robótico por tratarse de un concreto lanzado por vía húmeda.
- Se determino la incidencia de la resistencia y control del reciclaje de relave en la optimización del proyecto con la nueva dosificación del concreto con relave en donde arrojó resultados favorables a la estabilidad del macizo rocoso; sin embargo, hay que tener cuidado con las dosificaciones de los materiales, ya que surgieron dudas en cuanto a su desempeño por parte de la operación de mina; pero con el control de pivote laser, el control del revenimiento y el control de fraguado inicial del concreto, dieron resultados favorables para su aplicación.

RECOMENDACIONES

Nuestras recomendaciones para la aplicación del concreto lanzado con relave son las siguientes:

1. Realizar muestreos periódicos al relave para conocer si existe alguna variación que pueda modificar el nuevo diseño de concreto; con la finalidad, de estar pendientes con las dosificaciones y llevar un adecuado control del diseño.
2. Establecer un control y monitoreo del comportamiento deformacional del macizo rocoso, en las obras que fueron sostenidas con este tipo de mezcla; a manera de garantizar la estabilidad del macizo rocoso, y los posibles esfuerzos actuantes alrededor de la excavación en el tiempo.
3. Trabajar con nuevos diseños de mezclas de concreto y nuevas proporciones, a fin de buscar otras aplicaciones al relave; ya que, con estos resultados, se abre un abanico interesante para la elaboración de productos para la industria de la construcción en esta zona de la ciudad de Oaxaca de Juárez, México.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Astete, J., Cáceres, W., Gastañaga, M. del C., Lucero, M., Sabastizagal, I., Oblitas, T., Pari, J., & Rodríguez, F. (2009). Intoxicación por plomo y otros problemas de salud en niños de poblaciones aledañas a relaves mineros. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 26(1), 15-19.
<https://rpmesp.ins.gob.pe/index.php/rpmesp/article/view/1327/1321>
- Avaria, P. (s.f.). *Construcción Minería y Energía. obteniendo de tratamiento de relaves: Sistemas de recuperación de agua*: <https://www.construccionminera.cl/tratamiento-de-relaves-sistemas-de-recuperacion-de-agua/#.X2URNBCuJaQ>
- Baria, J. (2016). Greenpeace. Obtenido de Solo reciclar no es la solución: <https://es.greenpeace.org/es/noticias/solo-reciclar-no-es-la-solucion/>
- BASF The Chemical Company. (2012). *Hormigón Proyectado para Fortificación de Túneles* (12 ed.). Suiza.
- Bracamonte, R. (30 de 01 de 2014). *Construcción y Tecnología en concreto. Obtenido de Concreto lanzado en la industria minera*: <http://www.revistacyt.com.mx/index.php/portada/141-concreto-lanzado-en-la-industria-minera#:~:text=Un%20especialista%20en%20la%20materia,de%20uso%20en%20la%20miner%C3%ADa.&text=El%20concreto%20lanzando%20es%2C%20a,gran%20velocidad%20contra%20una%20superfic>
- Cáceres, I., & Larico, J. (2017). (Trabajo de Grado para optar al Título Profesional de Ingeniero Civil). *Evaluación de Mezclas de concreto F´C=175, 210 y 245 Kg/Cm2 con relave minero del distrito de Ananea-Putina-Puno, 2017*. Puno, Perú: Universidad Nacional del Altiplano. Obtenido de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/6692>
- Candelaria, V., & Umiña, Y. (2015). (Trabajo de Grado para optar al Título Profesional de Ingeniero de Minas). *Evaluación de concreto Geopoliméricos mediante activación alcalina de residuos (relave) y zeolita natural*. Arequipa, Perú: Univesidad Nacional de San Agustín. Obtenido de <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/2901>
- Canovas, M. (2019). *Grupo de Hormigón*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/372320114/Hormigon-Proyectado>
- Cárdenas, F. (2019). (Trabajo de Grado para optar al Título Profesional e Ingeniero Civil). *Propuesta de uso de relaves de mina polimetálica en la fabricación de unidades de albañilería - caso ex unidad minera Mercedes 3*. Lima, Perú.
- Carhuamaca, J. (2018). (Trabajo de Grado para optar al Título Profesional de Ingeniero Ambiental). "Influencia de los relaves en pasta Empresa Aurex S.A. en la reducción de impactos negativos al aire, agua y suelo en la comunidad de Yurajhuanca". Cerro de Pasco, Perú: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Obtenido de <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/270>

- Cementos Inka. (2019). ¿Que es el clinker? Componentes básicos sobre el cemento. Obtenido de <http://www.cementosinka.com.pe/blog/que-es-el-clinker-componentes-basicos-sobre-el-cemento/>
- CEMEX. (2019). Obtenido de Artículos de construcción: <https://www.cemex.com.pe/-/por-que-se-determina-la-resistencia-a-la-compresion-en-el-concreto->
- Chapple, P. (02 de 11 de 2016). Nueva Minería y Energía. Obtenido de Reciclaje de impurezas mineras: un activo para la industria: <http://www.nuevamineria.com/revista/reciclaje-de-impurezas-mineras-un-activo-para-la-industria/>
- Chapple, P. (02 de 11 de 2016). Nueva Minería y Energía. Obtenido de Reciclaje de impurezas mineras: un activo para la industria: <http://www.nuevamineria.com/revista/reciclaje-de-impurezas-mineras-un-activo-para-la-industria/>
- Clara, P., Montes, R., & Morales, J. (03 de 2016). (Trabajo de Grado para optar al Título de Ingeniero Civil). Concreto lanzado: diseño de mezcla y propuesta de metodología para el control de calidad. Ciudad Universitaria, El Salvador: Universidad de El Salvador. Obtenido de <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/4520/1/Concreto%20lanzado%20dise%C3%B1o%20de%20mezcla%20y%20propuesta%20de%20metodolog%C3%ADa%20para%20el%20control%20de%20calidad.pdf>
- Compañía Minera Cuzcatlán. (2019). Obtenido de Compañía Minera Cuzcatlán: <https://mineracuzcatlan.com/>
- Corzo, A. (2015). Impacto de los pasivos ambientales mineros en el recurso hídrico de la microcuenca quebrada Párac, Distrito de San Mateo de Huanchor, Lima (Tesis de maestría). Pontificia Universidad Católica del Perú. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/6160>
- Fierro, J. (2019). Razón Pública. Obtenido de Los desechos de la minería y las presas de relave: una bomba de tiempo: <https://razonpublica.com/los-desechos-de-la-mineria-y-las-presas-de-relave-una-bomba-de-tiempo/>
- Freyssinet. (2020). Obtenido de Concreto Lanzado: http://www.freyssinet.com/freyssinet/wfreyssinet_mx.nsf/sb/reparacion-.concreto-lanzado..concreto-lanzado
- Geósfera. (14 de 10 de 2018). Obtenido de Minerales, Definición, Clasificación y Propiedades: <https://proyectogeosfera.es/minerales-definicion-clasificacion-propiedades/>
- GIDAHATARI. (s.f.). Manejo de relaves. Gestión de relaves, 8.
- Gouveia, A. (2020). (Trabajo de Grado para optar al Título de Máster en Ingeniería de Estructuras, Cimentaciones y Materiales. Evaluación de la licuefacción en presas de relave caso particular: Mochikoshi, 1978. Madrid, España: http://oa.upm.es/58770/1/TFM_ANABEL_CRISTINA_GOUVEIA_ROBLES.pdf.

- Gouveia, A. (2020). (Trabajo de Grado para optar al Título de Máster Universitario en Ingeniería de Estructuras, Cimentaciones y materiales). "Evaluación de la licuefacción en presas de relaves. Caso particular: Mochikoschi, 1978". Madrid, España: Universidad Politécnica de Madrid. Obtenido de <http://oa.upm.es/58770/>
- Lechuga, V. A., Villeda, A., & Hernández, C. (2016). Construcción y tecnología en concreto. REVISTACYT, 16.
- Ministerio de Energía y Minas. (s.f.). Obtenido de Relave minero: <http://www.minem.gob.pe/descripcion.php?idSector=1&idTitular=933>
- MIXERCOM. (2018). WEB PAGÍNA. Obtenido de WEB PAGÍNA: <https://www.mixercon.com/es/marcas/concreto-lanzado-shotcrete/>
- Orbe, A., Rojí, E., Cuadrado, J., & Losada, R. (2015). Informes de la Construcción. Estudio para la optimización de la composición de la HACFRA (hormigón autocompactante reforzado con fibras de acero), 67(537). España. Obtenido de <http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/view/4007/4559>
- Ortega, N. (2019). Prueba de revestimiento . Estructura de concreto y acero, 1.
- Osinergmin. (2017). Obtenido de La industria de la Minería en el Perú: https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/mineria/Documentos/Publicaciones/Osinergmin-Industria-Mineria-Peru-20anos.pdf
- Quiroz, C. (2019). Código financiero del estado de México y Municipios. Ediciones fiscales, 55.
- REA. (2020). Diccionario de la lengua Española. Real Academia Española, <https://dle.rae.es/rebotar>.
- Reyes, E. (2019). (Trabajo de Grado para optar al Título Profesional de Ingeniero Civil. El estudio de reducción del índice de rebote y evaluación del rendimiento de la mezcla fresca shotcrete proyectos de espacios subterráneos. Trujillo, Perú: Universidad Privada Antenor Orrego.
- Romero, A. (2015). (Trabajo de Grado para optar al Título de Ingeniero de Minas). "Tratamiento de relaves mineros contaminados con plantación de gramíneas (Kikuyo) para convertirlos en áreas verdes en las minas de la región central del Perú). Huancayo, Perú: Universidad Nacional del Centro del Perú. Obtenido de <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/1352/REVISI%c3%93N%20BARRADOR%20TESIS%20MAESTRIA%20AMANDA%20%28Reparado%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Romero, A., & Flores, S. (2010). Revista de la Facultad de Ingeniería Industrial. Reuso de relaves mineros como insumo para la elaboración de agregados de construcción para fabricar ladrillos y baldosas, 75. Obtenido de <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/idata/article/view/6193/5390>
- Sánchez, A. (2019). Definición de términos. Definición de ciencia, 2.

- Sánchez, Y. (2019). (Trabajo de Grado para optar al Título de Ingeniera en Geología Ambiental y ordenamiento territorial). Estudio del relave minero de la planta de beneficios Santa Lucia código 191038 del sector la maravilla de la parroquia Pucará cantón Pucará, provincia del Azua, con fines de utilización en moteros de pega de unidades de mampostería. Loja, Ecuador: Universidad Nacional de Loja. Obtenido de <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/21631>
- Trusilewicz, L. (2013). (Trabajo de Grado para optar al Título de Doctor en Ciencias Químicas). Determinación del contenido de alúmina reactiva de las adiciones puzolánicas naturales y artificiales, por termogravimetría y por el método de rietveld. Madrid, España: Universidad Politécnica de Madrid. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Lidia_Trusilewicz/publication/302549656_QUANTITATIVE_DETERMINATION_OF_REACTIVE_ALUMINA_CONTENT_FROM_NATURAL_AND_ARTIFICIAL_POZZOLANS_BY_THERMOGRAVIMETRY_AND_RIETVELD'S_METHOD/links/5b90005145851540d1cc2187/QUANTITATIVE
- Universidad Arturo Prat. (2017-2021). Obtenido de ¿QUÉ ES UN MINERAL?: http://www.unap.cl/prontus_unap/site/artic/20141029/pags/20141029155908.html
- Valenzuela, P. (2015). (Trabajo de Grado para optar al Título de Doctor). "Sistema de medición de la estabilidad de depósitos mineros de relave frente a la acción eólica, para su recuperación como espacio urbano sostenible: el caso de la ciudad de Copiapó en Chile". Chile: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Obtenido de http://oa.upm.es/58770/1/TFM_ANABEL_CRISTINA_GOUVEIA_ROBLES.pdf
- Ventura, E. (2018). (Trabajo de Grado para optar al Título Profesional de Ingeniero de Minas). "Mejora continua en la dosificación de relleno cementado Nv. 1,200-1,300 mts.. Unidad Minera Andaychagua-Junín. Período 2017-2018". Abancay, Perú: Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac. Obtenido de http://repositorio.unamba.edu.pe/bitstream/handle/UNAMBA/724/T_0437.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ANEXOS

ANEXO 1: NMX-C-30-ONNCE-2004 Agregados – Muestreo**ORGANISMO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN Y
CERTIFICACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN Y EDIFICACIÓN, S.C.****NORMA MEXICANA
NMX-C-030-ONNCE-2004**

(Esta norma cancela y sustituye a la NMX-C-030-1997-ONNCE)

Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 1 de marzo de 2004.

“INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN - AGREGADOS - MUESTREO”

“BUILDING INDUSTRY - AGGREGATES - SAMPLING”

Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, S.C.
Constitución # 50, Col. Escandón C.P. 11800, México, D.F. Tel. 52 73 19 91 Fax. 52 73 34 31
Correo electrónico: normas@mail.onncce.org.mx Internet: <http://www.onncce.org.mx>

©PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL SIN AUTORIZACIÓN POR ESCRITO DEL ONNCE



Sergio Raúl Huacane Mullisaca
Maestría en Ingeniería Geológica
Mención Geotecnia

NORMA MEXICANA

NMX-C-030-ONNCCE-2004

(Esta norma cancela y sustituye a la
NMX-C-030-1997-ONNCCE)
Declaratoria de vigencia publicada en el
D.O.F. el día 1 de marzo de 2004 .

"INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN - AGREGADOS - MUESTREO"**"BUILDING INDUSTRY - AGGREGATES - SAMPLING"**

Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, S.C.
Constitución # 50, Col. Escandón C.P. 11800, México, D.F. Tel. 52 73 19 91 Fax. 52 73 34 31
Correo electrónico: normas@mail.onncce.org.mx Internet: http://www.onncce.org.mx

©PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL SIN AUTORIZACIÓN POR ESCRITO DEL ONNCCE



COMITÉ TÉCNICO DE NORMALIZACIÓN DE MATERIALES COMPONENTES Y SISTEMAS ESTRUCTURALES CTN - 1

0. PREFACIO

En la elaboración de esta norma, participaron las siguientes Empresas e Instituciones:

- ASOCIACIÓN MEXICANA DE LA INDUSTRIA DEL CONCRETO PREMEZCLADO A.C. (AMICPAC)
- ASOCIACIÓN NACIONAL DE LABORATORIOS INDEPENDIENTES AL SERVICIO DE LA CONSTRUCCIÓN, A.C. (ANALISEC)
- CEMEX CONCRETOS, S.A. DE C.V.
- CONCRETO DE MORELOS S.A. DE C.V. (COMOSA)
- CONCRETOS APASCO S.A. DE C.V.
- CONCRETOS BAL DE ORIENTE
- CONCRETOS CRUZ AZUL, S.A. DE C.V.
- CONCRETOS KARYMA, S.A. DE C.V.
- GRUPO CORPORATIVO INTERESTATAL, S.A. DE C.V. (TRIBASA)
- INGENIERÍA EXPERIMENTAL, S.A. DE C.V.
- INGENIEROS CIVILES ASOCIADOS, S.A. DE C.V. (ICA)
- INSPECTEC, SUPERVISIÓN Y LABORATORIOS, S.A. DE C.V.
- INSTITUTO MEXICANO DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO, A.C. (IMCYC)
- KAPRA, S.A. DE C.V.
- LABORATORIO DE CONSULTORÍA Y SUPERVISIÓN S.A. DE C.V.
- LABORATORIO DE CONTROL, S.A. DE C.V.
- LABORATORIOS DE ALTO NIVEL EN CALIDAD, S.C. (LANC)
- LADEMAC, S.A. DE C.V.
- LATINOAMERICANA DE CONCRETOS, S.A. DE C.V. (LACOSA)
- RESISTENCIAS SAN MARINO, S.A. DE C.V.
- SECCIÓN CENTRO Y SUR CIUDAD DE MÉXICO DEL AMERICAN CONCRETE INSTITUTE, A.C. (ACI)

ÍNDICE

	PAGINA
0. PREFACIO	2
1. OBJETIVO	3
2. CAMPO DE APLICACIÓN	3
3. REFERENCIAS	3
4. DEFINICIONES	4
4.1. Especímen	4
4.2. Muestra compuesta	4
4.3. Muestra parcial	4
4.4. Muestra simple	4
5. FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE AGREGADOS	4
5.1. Depósitos fluviales	4
5.2. Bancos	4
5.3. Arenas y gravas volcánicas	4
5.4. Arena de playas marítimas y lacustres	5
5.5. Canteras	5
6. MUESTREO	5
6.1. Responsabilidad	5

6.2.	Número y tamaño de las muestras	5
7.	PROCEDIMIENTO	5
7.1.	Localización.....	5
7.2.	Estudios preliminares	5
7.3.	Muestreo de campo.....	5
7.3.1.	Muestreo en tajos a cielo abierto.....	6
7.3.2.	Muestreo por medio de pozos	6
7.3.3.	Muestreo por medio de trincheras	6
7.3.4.	Muestreo de material de pepena	8
7.3.5.	Muestreo de brechas y aglomerados	9
7.3.6.	Muestreo en formaciones de roca no explotadas	9
7.3.7.	Muestreo de canteras.....	9
7.3.8.	Muestreo de material almacenado	9
7.3.9.	Muestreo en la corriente de descarga de tolvas o bandas	10
7.3.10.	Muestreo en unidades de transporte	10
8.	PREPARACIÓN, ENVASADO, IDENTIFICACIÓN Y EMBARQUE DE LAS MUESTRAS	11
8.1.	Preparación de las muestras	11
8.2.	Cuarteo.....	11
8.3.	Masa mínima de la muestra	11
8.4.	Identificación de la muestra	12
8.5.	Envasado y embarque de la muestra	12
9.	INFORME DE RESULTADOS.....	13
10.	BIBLIOGRAFÍA	13
11.	CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES.....	13
A.	APÉNDICE INFORMATIVO	13
A.1.	Vigencia.....	13

1. OBJETIVO

Esta norma mexicana establece el muestreo de agregados que se utilizan para la investigación preliminar de fuentes potenciales de suministro; el control de los agregados en la fuente de abastecimiento; el control de las operaciones en el sitio de uso y la aceptación o rechazo de los agregados.

2. CAMPO DE APLICACIÓN

El muestreo es tan importante como el ensaye, por lo que el muestreador debe tomar todas las precauciones necesarias para que la muestra resulte representativa de la fuente de abastecimiento.

3. REFERENCIAS

Esta norma mexicana se complementa con las siguientes normas mexicanas vigentes:

NMX-B-231	Industria siderúrgica - Cribas de laboratorio para clasificación de materiales granulares - Especificaciones.
NMX-C-071-ONNCCE	Industria de la construcción - Agregados - Determinación de terrones de arcilla y partículas deleznable.
NMX-C-072-ONNCCE	Industria de la construcción - Agregados - Determinación de partículas ligeras.
NMX-C-073-ONNCCE	Industria de la construcción - Agregados - Masa volumétrica - Método de prueba.
NMX-C-075-ONNCCE	Industria de la construcción - Agregados - Determinación de la sanidad por medio del sulfato de sodio o del sulfato de magnesio.
NMX-C-076-ONNCCE	Industrias de la construcción - Agregados - Efecto de las impurezas orgánicas en los agregados finos sobre la resistencia de los morteros - Método de prueba.
NMX-C-077-ONNCCE	Industrias de la construcción - Agregados para concreto - Análisis granulométrico - Método de prueba.

NMX-C-084	Industria de la construcción - Agregados para concreto - Partículas más finas que la criba F 0,075 (No. 200) - Por medio de lavado - Método de prueba.
NMX-C-164-ONNCCE	Industria de la construcción - Agregados - Determinación de la masa específica y absorción de agua del agregado grueso.
NMX-C-165	Industria de la construcción - Agregados masa específica y absorción de agua del agregado fino - Método de prueba.
NMX-C-170-ONNCCE	Industria de la construcción - Agregados - Reducción de las muestras de agregados obtenidas en el campo, al tamaño requerido para las pruebas.
NMX-C-196	Industria de la construcción - Agregados - Resistencia a la degradación por abrasión e impacto de agregado grueso usando la máquina de los Ángeles - Método de prueba.

4. DEFINICIONES

Para los efectos de esta norma mexicana se establecen las definiciones siguientes:

4.1. Especimen

Es la cantidad de material obtenida de acuerdo con lo establecido en la NMX-C-170-ONNCCE (véase Capítulo 3.), y en la cual se van a determinar las características del mismo.

4.2. Muestra compuesta

Es la cantidad de material que comprende todas las muestras simples.

4.3. Muestra parcial

Es la cantidad de material cuya masa no debe ser menor de mil gramos, y que es obtenida de una muestra simple o compuesta.

4.4. Muestra simple

Es la cantidad de material que se extrae de un solo sondeo o tamaño, de una sola vez de la fuente de abastecimiento.

5. FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE AGREGADOS

Las fuentes de abastecimiento de agregados son los depósitos fluviales, eólicos, de glaciación, volcánicos, marítimos, lacustres, canteras y almacenes de plantas de procesamiento o fabricación de agregados artificiales.

5.1. Depósitos fluviales

Se localizan en los playones o cauces de los ríos. Proporcionan agregados redondeados de fácil y económica explotación; sin embargo, en las zonas tropicales, generalmente pueden contener elevados porcentajes de materia orgánica, limos y arcilla que pueden afectar la calidad del material.

5.2. Bancos

Son depósitos de materiales fragmentados que posteriormente fueron cubiertos por otros.

Estas formaciones tienen características similares a las de los depósitos de ríos, pero debido a que están cubiertos por otros materiales se dificulta su explotación.

5.3. Arenas y gravas volcánicas

Suelen encontrarse en las faldas de los volcanes y están formadas por cenizas, basaltos, andesitas y tobas porosas.

5.4. Arena de playas marítimas y lacustres

Estos agregados sufren una constante clasificación por el movimiento del agua; se depositan en zonas, por partículas casi del mismo tamaño, lo cual requiere que, para obtener un agregado con una granulometría adecuada, se haga necesario mezclar los agregados ubicados en diferentes zonas. En estos agregados deben determinarse los contenidos de sales que dañan los concretos, tales como los cloruros y los sulfatos, a fin de determinar si requieren de algún tratamiento.

5.5. Canteras

En estas fuentes de abastecimiento se obtienen agregados por trituración, que generalmente son de buena calidad, pero que deben extraerse de yacimientos parcial o totalmente abiertos, eligiendo zonas sanas de estructura uniforme, debiendo eliminarse rocas foliadas, tales como las pizarras, los esquistos y otras, a fin de evitar que al triturarse se produzcan partículas lajeadas o alargadas.

6. MUESTREO

6.1. Responsabilidad

6.1.1. Las muestras para la investigación preliminar deben ser obtenidas por el responsable de la explotación.

6.1.2. Las muestras para el control de los agregados en la fuente de abastecimiento o el control de las operaciones en el sitio de uso, deben ser obtenidas por el productor o por otros grupos responsables de llevar a cabo el trabajo.

6.1.3. Las muestras para la aceptación o rechazo de los agregados deben ser obtenidas por el comprador o su representante autorizado.

6.1.4. Cuando las muestras vayan a ser probadas a pérdida por abrasión, debe tomarse del producto terminado, y solo se trituran en el caso de que el tamaño no sea el adecuado para el uso de los agregados.

6.2. Número y tamaño de las muestras

El mínimo de muestras de campo obtenidas de la producción debe ser suficiente para que los resultados de las pruebas sean confiables. El tamaño de las muestras de campo que se citan en la tabla 1, es tentativo, y deben obtenerse según el tipo y número de pruebas a las cuales se van a sujetar; la muestra del material debe ser en cantidad suficiente para lograr la ejecución adecuada de las pruebas.

Para agregados procesados, ya sean naturales o artificiales, el tamaño próximo nominal de las partículas es el tamaño mayor de la granulometría indicada en la norma que se vaya a aplicar, y sobre la cual se señale la retención permitida en la criba respectiva.

7. PROCEDIMIENTO

7.1. Localización

De acuerdo con las necesidades del proyecto, se deben localizar las fuentes de abastecimiento de los tipos enumerados que estén cercanos a la obra, así como los caminos o brechas existentes para su acceso.

7.2. Estudios preliminares

Antes de la explotación de un yacimiento de agregados, se deben efectuar estudios preliminares a fin de determinar la calidad de los materiales existentes y su mejor aprovechamiento, de acuerdo con las normas mexicanas aplicables (véase Capítulo 3. Referencias).

7.3. Muestreo de campo

A fin de obtener muestras representativas de un determinado yacimiento, es de mucha importancia efectuar la operación de muestreo, de acuerdo con las recomendaciones, para los diferentes tipos de yacimiento que a continuación se indican.

7.3.1. Muestreo en tajos a cielo abierto

Cuando el yacimiento tiene un frente de ataque, la muestra debe tomarse de éste, haciéndole canales verticales en el espesor útil, los cuales deben localizarse equidistantes, dependiendo su separación de la magnitud y homogeneidad del yacimiento. Para evitar contaminación, se debe eliminar todo el material de despalme y aquel que haya escurrido sobre el frente. Las muestras simples del frente se deben tomar en cantidades aproximadamente iguales, desde la parte superior hasta la parte inferior de los estratos que lo componen en los diferentes canales, mezclándose estas muestras simples para formar una muestra compuesta de cada estrato; esta operación se repite las veces que sea necesario, hasta obtener la muestra representativa del yacimiento (véase figura 1).

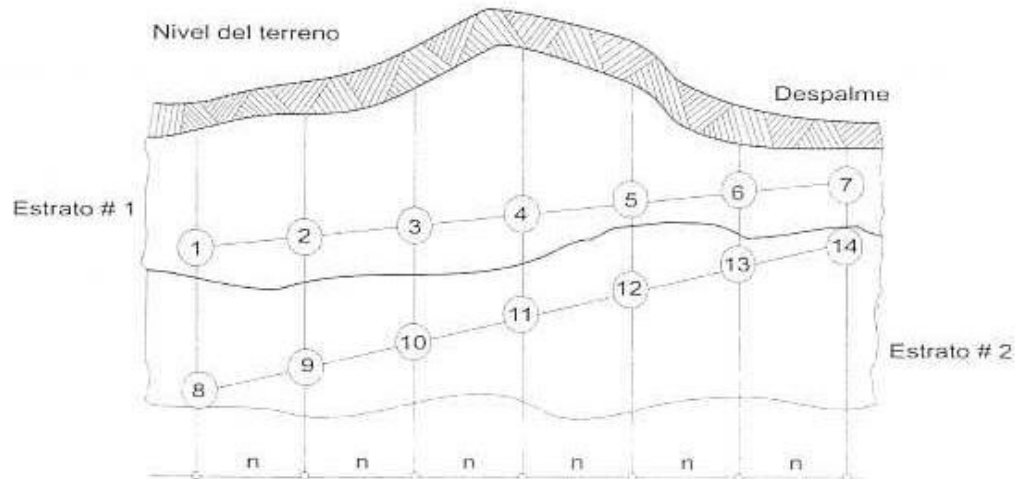


FIGURA 1.- Muestreo en tajo a cielo abierto

7.3.2. Muestreo por medio de pozos

Cuando no se cuenta con un frente de ataque, se debe efectuar el muestreo por medio de pozos, realizando el levantamiento topográfico del yacimiento para localizar los pozos de muestreo, dependiendo el número de ellos, de la uniformidad del yacimiento y de su extensión. Es conveniente que el levantamiento topográfico se haga a través de una cuadrícula que sirva para localizar pozos de prueba en sus intersecciones y conocer de este modo el volumen de agregados que se pueden aprovechar.

Para el muestreo por medio de pozos puede emplearse el siguiente método:

7.3.2.1. Pozos a cielo abierto

Deben tomarse las precauciones necesarias al efectuar la extracción de la muestra, a fin de que no se contamine, extrayendo el material por capas, para lo cual se excavan prismas rectangulares concéntricos, cuya profundidad puede ser de 400 mm x 1 000 mm, dependiendo de las características de cementación del material, dejando un escalón mínimo de 400 mm, en todo el perímetro a medida que se profundiza la excavación, a fin de evitar, hasta donde sea posible, la contaminación de las muestras simples. Se pueden ademar las paredes del pozo a medida que se profundice la excavación. En la etapa final, el prisma debe tener en la base por lo menos 600 mm, con la profundidad que se considere conveniente (véase figura 2); de estas muestras simples se forma la muestra compuesta. Definida la calidad del material, se deben vaciar los resultados en la hoja para registro de la localización de cada pozo, indicando el espesor del despaimo, la profundidad explotable y las características del material muestreado, a fin de determinar el volumen potencial del banco y la delimitación de las zonas de explotación (véase figura 4).

7.3.3. Muestreo por medio de trincheras

La explotación por medio de trincheras es aplicable en laderas no escarpadas, las cuales suelen estar cubiertas de material de despaimo. Es necesario remover este material haciendo una excavación escalonada de arriba hacia abajo; en cada uno de estos escalones se hacen zanjas de dimensiones apropiadas para la extracción de muestras. Se debe evitar la contaminación del material (véase figura 3).

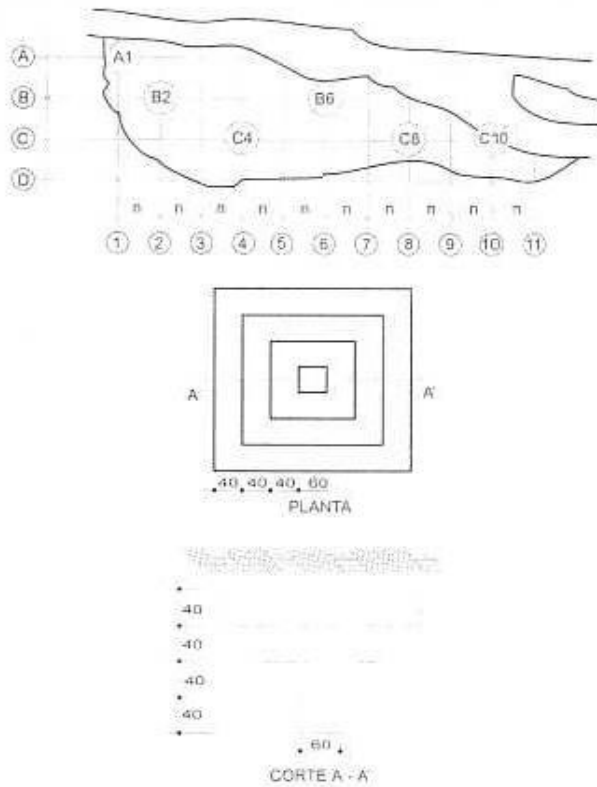


FIGURA 2.- Muestreo en pozos a cielo abierto

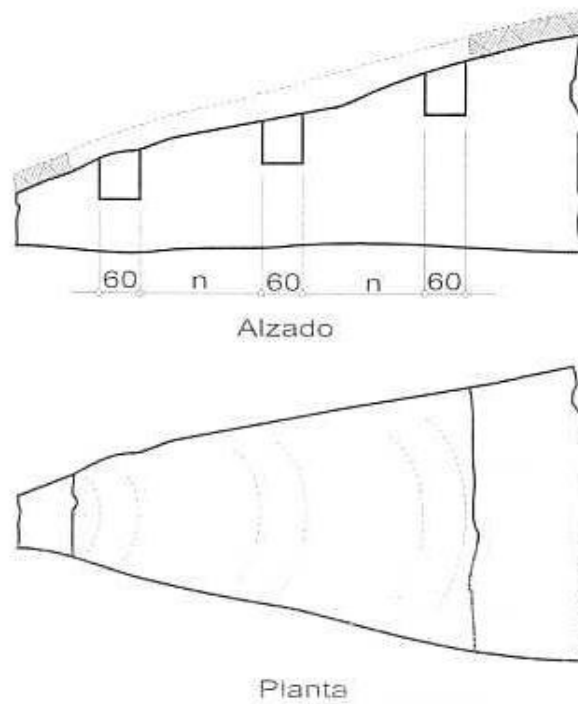


FIGURA 3- Muestreo por trincheras

BANCO: _____ OBRA _____
 POZO No. _____ LOCALIZACIÓN _____
 PERFIL No. _____ SECCIÓN _____
 PROFUNDIDAD _____

TAMAÑO EN PERFIL No.	CANTIDAD PRESENTADA EN kg		MUESTRA No.	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (por ciento que pasa)												
	Masa	Por ciento		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
SUPERIOR A 9,5 mm (3/8")																
ENTRE 4,75 mm (No. 4) Y 9,5mm (3/8")																
HASTA 4,75 mm (No. 4)																

OBSERVACIONES _____

Nota 1: En las observaciones se debe indicar la presencia de materia orgánica en el material, material suave, pizarra, arcilla, lodo, guijarros, material descubierto, mica en la arena y otros.

_____ JEFE DE LABORATORIO

OPERADOR _____

En estas columnas se anota el número de criba correspondiente

FECHA _____

FIGURA 4.- Ejemplo de hoja de registro

7.3.4. Muestreo de material de pepena

Cuando la piedra se localiza en la superficie del terreno, para colectarla no se requiere emplear equipos o procedimientos especiales. Antes de efectuar el muestreo debe hacerse una inspección visual detallada del material localizado sobre el área que se pretende explotar, teniendo la precaución de verificar la calidad de los diferentes tipos de piedra que existan en dicha área.

Se toman muestras separadas y en cantidad suficiente de todas las clases de piedra. Que, como resultado de la inspección visual, se consideren apropiadas para la producción de agregados, estimando la cantidad y el por ciento aproximado de cada una de ellas en el área estudiada.

7.3.5. Muestreo de brechas y aglomerados

Por lo general, estos depósitos están cubiertos por una capa de tierra vegetal que debe removerse antes de iniciar el muestreo, lo cual puede efectuarse por medio de pozos a cielo abierto o excavando trincheras eliminando el material intemperizado y haciendo observaciones sobre los aspectos de la roca, tales como color, estructura y porcentaje aproximado de material útil.

7.3.6. Muestreo en formaciones de roca no explotadas

Para hacer un muestreo correcto de estas formaciones, es conveniente tomar en consideración los siguientes aspectos geológicos del yacimiento.

- a) Configuración, rumbo y echado del depósito.
- b) Estructura de la formación, indicando si está fracturada y si la fractura es abierta o cerrada.
- c) Uniformidad en el sentido vertical.
- d) Indicar la presencia de estratos, lentes, diques y bolsas de material de contaminación del banco, dando las características de los mismos.
- e) Profundidad de la formación estratificada.
- f) Grado de intemperización del yacimiento.
- g) Clasificación petrográfica del material explotable.

Antes de efectuar el muestreo debe eliminarse el material de despilme y la capa de roca intemperizada.

Debe tomarse un número suficientemente grande de muestras para que sean representativas del banco, incluyendo cualquier variación significativa del mismo. Dependiendo de las características de la fuente de abastecimiento, el muestreo puede efectuarse mediante los procedimientos de pozo a cielo abierto o de trincheras, pudiendo emplearse para la recolección de muestras, pulsetas, barrenadoras o rompedoras neumáticas, y en casos especiales, brocas con corona de diamante para extraer corazones.

7.3.7. Muestreo de canteras

Cuando una cantera está en explotación, el muestreo se reduce a tomar muestras representativas del material almacenado.

En el caso de que se trate de canteras abandonadas, debe removerse la capa intemperizada y procederse a tomar las muestras en el frente del banco, siguiendo un criterio similar al indicado en el método de tajeas a cielo abierto (véase 7.3.1). Para remover el material intemperizado se pueden hacer barrenos para volar la roca de las zonas seleccionadas.

7.3.8. Muestreo de material almacenado

Cuando se tenga material almacenado en la zona de explotación en la obra, el muestreo se debe hacer tomando porciones aproximadamente iguales de diferente nivel y directriz al del almacén (véase figura 5). Las muestras simples obtenidas se mezclan para formar una muestra compuesta, que sea representativa del material total almacenado. Una vez analizados los materiales, se deben vaciar los datos en una hoja de registro similar a la de la figura 4, a fin de facilitar su informe.

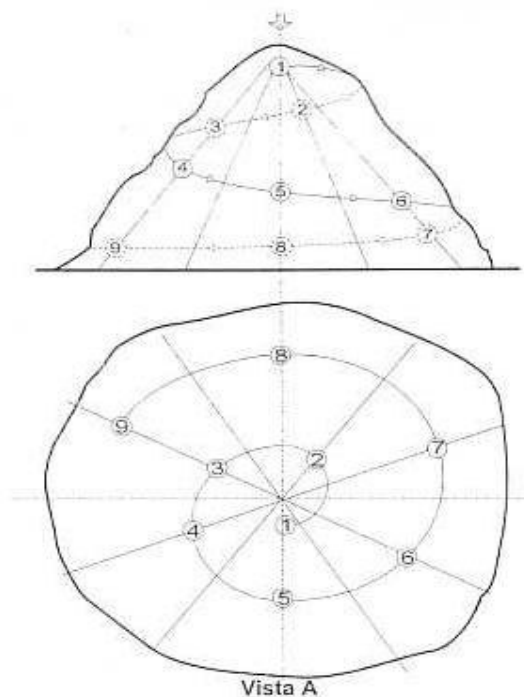


FIGURA 5.- Muestreo de material almacenado

7.3.9. Muestreo en la corriente de descarga de tolvas o bandas

Se utiliza el método aleatorio para seleccionar las unidades que se van a muestrear, considerando tres porciones iguales, tomadas al azar, combinándose para formar una muestra compuesta cuya masa sea igual o mayor al mínimo recomendado en la tabla 1. Se toma cada una de las porciones del material a medida que se va descargando, depositándolo en un recipiente de tamaño adecuado para contener la muestra de la sección transversal completa de la corriente de descarga, sin que ésta se derrame. En caso necesario, el recipiente debe estar provisto de rieles para poder deslizarlo bajo la corriente de descarga, para evitar obtener material segregado. Cuando el muestreo se efectúe en tolvas, las muestras deben tomarse cuando las tolvas estén casi llenas.

Las muestras parciales no deben incluir material de descarga inicial de un transportador o de una tolva recientemente llena.

Cuando se puede detener la banda transportadora, se colocan transversalmente a la longitud de la banda y con una separación adecuada, dos láminas como referencia, que tengan el mismo perfil de la banda y que delimite la zona en que se va a tomar la muestra parcial; se efectúa esta operación en tres diferentes zonas igualmente espaciadas. Se retira el material comprendido entre las dos placas en forma cuidadosa, recolectando el polvo por medio de un cepillo.

7.3.10. Muestreo en unidades de transporte

Se debe evitar el muestreo de agregado grueso o de mezclas de agregado grueso y fino, hasta donde sea posible, particularmente cuando el muestreo se hace con el propósito de determinar las propiedades de los agregados y que puede depender del grado de trituración de la muestra. Si las circunstancias lo hacen necesario, cuando se muestrea un transporte con agregado grueso o con mezcla de agregado grueso y fino, se diseña un plan de muestreo para el caso específico en consideración, que dé resultados confiables, obtenidos de acuerdo a todas las partes interesadas. El plan de muestreo debe definir el número necesario de muestras para representar lotes y sublotos de tamaños específicos.

Los principios generales de muestreo en unidades de transporte, son aplicables a camiones, vagones de tren, barcos y otras unidades de transporte.

8. PREPARACIÓN, ENVASADO, IDENTIFICACIÓN Y EMBARQUE DE LAS MUESTRAS

8.1. Preparación de las muestras

Las muestras pueden ser:

- a) Arena natural.
- b) Grava natural.
- c) Grava - arena.
- d) Fragmentos de roca.
- e) Materiales artificiales.

En algunos casos, antes de enviarse las muestras al laboratorio, éstas deben ser preparadas de acuerdo con lo convenido por las partes, sugiriéndose los casos siguientes:

8.1.1. Cuando la muestra de arena o grava acuse un porcentaje menor de 10 % de partículas, más grandes o más pequeñas del tamaño máximo o mínimo especificado, basta reducirlas por cuarteo.

8.1.2. Cuando las muestras contengan más del 10 % de material con tamaño superior al máximo especificado, y el volumen que se requiera no sea considerable; o bien, que no se pretenda emplear en concretos de alta resistencia, se criba y se reduce por cuarteo el material útil.

8.1.3. Cuando se necesite un volumen considerable, o se requiera elaborar concretos de alta resistencia y la muestra tenga más de 10 % de partículas con tamaño mayor al máximo especificado, se debe hacer una trituración parcial de éstos y reducir el total por cuarteo. Cuando no exista el requisito de alta resistencia, el límite anterior puede alcanzar el 15 %.

8.1.4. Cuando los componentes de las muestras sean fragmentos de roca mayores de 75 mm, procedentes de pepena, formación de roca no explotada o canteras, éstas deben reducirse por cuarteo.

8.1.5. Cuando en la zona de trabajo no exista arena en estado natural o con características físicas apropiadas, el material muestreado (grava - arena, fragmentos de roca y otros) puede molerse parcial o totalmente y reducirse por cuarteos.

8.2. Cuarteo

El cuarteo debe hacerse cuando el volumen es considerable y solo si se requiere una muestra más pequeña que sea representativa para su estudio.

8.3. Masa mínima de la muestra

Las masas mínimas recomendables de las muestras de arena y grava que deben enviarse al laboratorio para su estudio, son las indicadas en la tabla 1.

TABLA 1.- Masa mínima de la muestra

Material	Tamaño máximo nominal (en mm)	Pasa por la malla (Criba No.)	Masa mínima de la muestra de campo* (en kg)
Arena	Hasta 5	4,75 mm (No. 4)	100
Grava	Hasta 75	75 mm (3")	150
Grava	Mayor de 75	- - -	200
Grava	Cualquiera	- - -	300

* En agregados ligeros (aquellos cuya masa específica sea inferior de 2,0) estas masas deben multiplicarse por 0,65.

8.4. Identificación de la muestra

Al hacer el envasado de las muestras para su envío al laboratorio, deben identificarse cada una de ellas, colocándose tarjetas bien aseguradas dentro y fuera del envase, con los datos que a continuación se señalan.

- a) Localización del yacimiento, referido al kilometraje del camino más próximo, indicando el sentido y la longitud de la desviación o refiriéndose a obras, cerros, ríos, pueblos o puntos perfectamente definidos o identificables.
- b) Numeración progresiva de muestras de un mismo depósito o sección del depósito.
- c) Cantidad aproximada de material aprovechable existente en el yacimiento.
- d) Uso que se pretende dar al material.
- e) Nombre de la persona que efectuó el muestreo.
- f) Cantidad aproximada del material enviado.
- g) Fecha del muestreo.
- h) Nombre y dirección del remitente.

8.5. Envasado y embarque de la muestra

Las muestras de agregados finos o gruesos deben envasarse para su transporte en sacos u otros recipientes limpios que impidan pérdida de material.

9. INFORME DE RESULTADOS

Una vez efectuado el muestreo y el envío de la muestra, debe hacerse un informe sobre la explotación y las observaciones primarias que incluyen como mínimo los siguientes datos:

- a) Tipo de la fuente de abastecimiento.
- b) Capacidad potencial probable de agregados que puede suministrar.
- c) Calidad del material, basado en la inspección ocular, describiendo forma, tamaño y uniformidad.
- d) Facilidad y procedimientos recomendables de explotación.
- e) Croquis de localización, marcando en él como se encuentra el banco respecto a la obra; señalando sus accesos, distancias aproximadas al centro de trabajo y superficie explotable del mismo.

10. BIBLIOGRAFÍA

NOM-008-SCFI-1993	Sistema general de unidades de medida
NMX-C-251-1997-ONNCCE	Industria de la construcción - Concreto - Terminología
NMX-Z-013-SCFI-1977	Guía para la redacción y presentación de las normas mexicanas

11. CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES

Esta norma no es equivalente con ninguna norma internacional por no existir referencia alguna en el momento de su elaboración.

A. APÉNDICE INFORMATIVO

A.1. Vigencia

La presente norma entra en vigor a los sesenta días siguientes de la declaratoria de vigencia publicada por la Secretaría de Economía (SE) en el Diario Oficial de la Federación.

ANEXO 2. Matriz de Consistencia

"RECICLAJE DEL RELAVE EN LA OPTIMIZACIÓN DEL CONCRETO LANZADO EN MINERA CUZCATLÁN OAXACA DE JUÁREZ"						
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Variable independiente	Dimensiones	Indicadores	METODOLOGÍA
¿De qué manera el reciclaje de relave conduce a la optimización del concreto lanzado en minera Cuzcatlán, Oaxaca de Juárez-México?	Identificar la incidencia del reciclaje de relave en la optimización del concreto lanzado en minera Cuzcatlán, Oaxaca de Juárez-México.	El reciclaje de relave optimizará el concreto lanzado en minera Cuzcatlán, Oaxaca de Juárez-México.	VARIABLE INDEPENDIENTE Reciclaje de relave	D1. Técnicas de muestreo D2. Costo del diseño de la mezcla D3. Capacidad de la relavera. D4. Ensayes de laboratorio D5. Parámetros de los componentes de la mezcla del concreto con relave	I1. Producción de relave en m3/día. I.2 Los precios actuales del costo de sostenimiento en \$/m3. I.3 El volumen actual de la relavera en m3. I.4 Resistencia adecuada de diseño de relave I.5 Diseño de concreto, con relave mediante ensayos de laboratorio Kg/cm2.	Diseño de investigación Experimental Tipo de investigación Básica del tipo experimental, debido a que se manipulara y controlara las variables (Causa – efecto)
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	Variable dependiente	Dimensiones	Indicadores	
<ul style="list-style-type: none"> - ¿Cómo las técnicas de reciclaje de relave inciden en la optimización del concreto lanzado en minera Cuzcatlán, Oaxaca de Juárez-México? - ¿De qué forma los tipos de análisis del reciclaje de relave inciden en la optimización del concreto lanzado en minera Cuzcatlán, Oaxaca de Juárez-México? - ¿Cómo los parámetros técnicos del reciclaje de relave impactan en la optimización del concreto lanzado en minera Cuzcatlán, Oaxaca de Juárez-México? - ¿De qué manera las propiedades del reciclaje de relave afectan la optimización del concreto lanzado en minera Cuzcatlán, Oaxaca de Juárez-México? - ¿Cómo la resistencia control del reciclaje de relave incide en la optimización del concreto lanzado en la mina? 	<ul style="list-style-type: none"> - Establecer la incidencia de las técnicas de reciclaje de relave en la optimización del concreto lanzado en minera Cuzcatlán, Oaxaca de Juárez-México. - Identificar la incidencia de los tipos de análisis del reciclaje de relave en la optimización del concreto lanzado en minera Cuzcatlán, Oaxaca de Juárez-México. - Definir el impacto de los parámetros técnicos del reciclaje de relave en la optimización del concreto lanzado en minera Cuzcatlán, Oaxaca de Juárez-México. - Establecer la afectación de las propiedades del reciclaje de relave en la optimización del concreto lanzado en minera Cuzcatlán, Oaxaca de Juárez-México. - Determinar la incidencia de la resistencia control del reciclaje de relave en la optimización del concreto lanzado en la mina. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Las técnicas de reciclaje de relave incidirán en la optimización del concreto lanzado en minera Cuzcatlán, Oaxaca de Juárez-México. 2. Los tipos de análisis de reciclaje de relave incidirán en la optimización del concreto lanzado en minera Cuzcatlán, Oaxaca de Juárez-México. 3. Los parámetros técnicos del reciclaje de relave impactaran en la optimización del concreto lanzado en minera Cuzcatlán, Oaxaca de Juárez-México. 4. Las propiedades del reciclaje de relave afectaran la optimización del concreto lanzado en minera Cuzcatlán, Oaxaca de Juárez-México. 5. La resistencia y control del reciclaje de relave incidirán en la optimización del concreto lanzado en la mina. 	VARIABLE DEPENDIENTE Concreto lanzado	D1. Planta concentradora D2. Reducción de los costos D3. Disminución de la contaminación ambiental D4. Estructura de nuevo diseño	I.1 Cantidad de relave necesario que se pretende utilizar en m3/mes, como parte del diseño de la nueva mezcla de concreto. I.2 Cantidad de relave que reemplazará al cemento t/mes y calcular el ahorro de cemento USD\$/año I3. Cantidad de relaves que se utilizará en la elaboración de nuevos productos I.4 Resultados de laboratorio para el diseño de soporte con la nueva dosificación en kg/cm2.	Población Relave de Minera Cuzcatlán S.A Muestra Granulometría 100 kg de relave Técnicas de recolección de datos Observación

Fuente. Elaboración propia.

ANEXO 3: Formatos de Datos de Campo

FORMATO: ANÁLISIS DE ACELERANTE PARA CONCRETO LANZADO

Nombre:

Proyecto:

Mezcla Nº	Factor de resistencia	Absorción	Resistencia días	Temperatura máxima	Porcentaje de aditivo	Ph
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

FORMATO: ANÁLISIS DE RELAVE (JAL)

Nombre:

Proyecto:

Nº	Relación a/c	Absorción	Resistencias				Jal (%)
			3 días	7 días	14 días	28 días	
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

FORMATO: COMPORTAMIENTO DE AGREGADOS**Nombre:****Proyecto:**

Mezcla Nº	Grava	Arena	Relación G/A	Cantidad G-A	Resistencia (kg/cm ²)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

ANEXO 4: Análisis del relave (Jal)



Sergio Raúl Huaicane Mullisaca
Maestría en Ingeniería Geológica
Mención Geotecnia



**LABORATORIO DE MATERIALES
VIAJE S.A. DE C.V.**



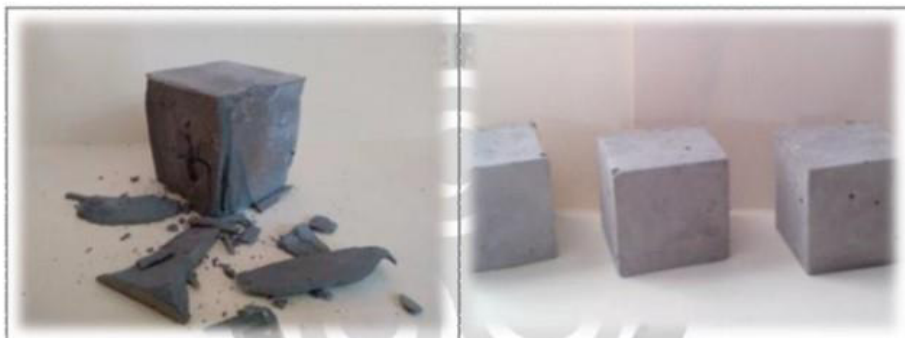
SERVICIOS DE CONTROL DE CALIDAD

PROPORCION DE DISEÑO

Materiales	Cantidad	
	Peso	Proporcion
Cemento (gr)	1000.00	68.49%
Jal (gr)	0.00	0.00%
Agua (ml)	460.00	31.51%
Total	1460.00	100.00%

Mezcla N°	1
Peso seco	226.30 gr
Peso humedo	238.40 gr
Absorcion	5.35%
Relacion a/c	0.46

REPORTE FOTOGRAFICO



RESULTADOS DE ENSAYE

N°	Edad (dias)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Area (cm ²)	Carga (kgf)	Resistencia (kg/cm ²)
1	3	5.00	5.00	25.00	1 930.00	77.20
2	7	5.00	5.00	25.00	2 710.00	108.40
3	14	5.00	5.00	25.00	4 030.00	161.20
4	28	5.00	5.00	25.00	6 670.00	266.80





**LABORATORIO DE MATERIALES
VIAJE S.A. DE C.V.**

SERVICIOS DE CONTROL DE CALIDAD



PROPORCION DE DISEÑO

Materiales	Cantidad	
	Peso	Proporcion
Cemento (gr)	900.00	61.64%
Jal (gr)	100.00	6.85%
Agua (ml)	435.00	29.79%
Total	1435.00	98.29%

Mezcla N°	2
Peso seco	231.10 gr
Peso humedo	248.80 gr
Absorcion	7.66%
Relacion a/c	0.48

REPORTE FOTOGRAFICO



RESULTADOS DE ENSAYE

N°	Edad (dias)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Area (cm2)	Carga (kgf)	Resistencia (kg/cm2)
1	3	5.00	5.00	25.00	2 640.00	105.60
2	7	5.00	5.00	25.00	3 330.00	133.20
3	14	5.00	5.00	25.00	4 130.00	165.20
4	28	5.00	5.00	25.00	7 140.00	285.60





LABORATORIO DE MATERIALES
VIAJE S.A. DE C.V.

SERVICIOS DE CONTROL DE CALIDAD



PROPORCION DE DISEÑO

Materiales	Cantidad	
	Peso	Proporcion
Cemento (gr)	800.00	54.79%
Jal (gr)	200.00	13.70%
Agua (ml)	410.00	28.08%
Total	1410.00	96.58%

Mezcla N°	3
-----------	---

Peso seco	235.40 gr
Peso humedo	245.40 gr
Absorcion	4.25%
Relacion a/c	0.51

REPORTE FOTOGRAFICO



RESULTADOS DE ENSAYE

N°	Edad (dias)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Area (cm2)	Carga (kgf)	Resistencia (kg/cm2)
1	3	5.00	5.00	25.00	1 740.00	69.60
2	7	5.00	5.00	25.00	3 030.00	121.20
3	14	5.00	5.00	25.00	3 440.00	137.60
4	28	5.00	5.00	25.00	5 810.00	232.40





**LABORATORIO DE MATERIALES
VIAJE S.A. DE C.V.**

SERVICIOS DE CONTROL DE CALIDAD

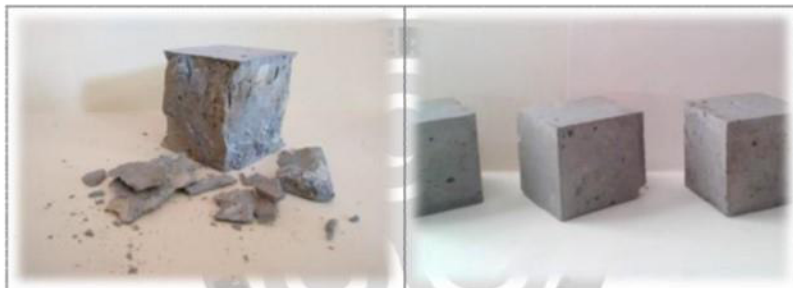


PROPORCION DE DISEÑO

Materiales	Cantidad	
	Peso	Proporcion
Cemento (gr)	700.00	47.95%
Jal (gr)	300.00	20.55%
Agua (ml)	375.00	25.68%
Total	1375.00	94.18%

Mezcla N°	4
Peso seco	233.60 gr
Peso humedo	247.40 gr
Absorcion	5.91%
Relacion a/c	0.54

REPORTE FOTOGRAFICO



RESULTADOS DE ENSAYE

N°	Edad (días)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Area (cm ²)	Carga (kgf)	Resistencia (kg/cm ²)
1	3	5.00	5.00	25.00	1 520.00	60.80
2	7	5.00	5.00	25.00	3 210.00	128.40
3	14	5.00	5.00	25.00	3 700.00	148.00
4	28	5.00	5.00	25.00	6 320.00	252.80





**LABORATORIO DE MATERIALES
VIAJE S.A. DE C.V.**

SERVICIOS DE CONTROL DE CALIDAD



PROPORCION DE DISEÑO

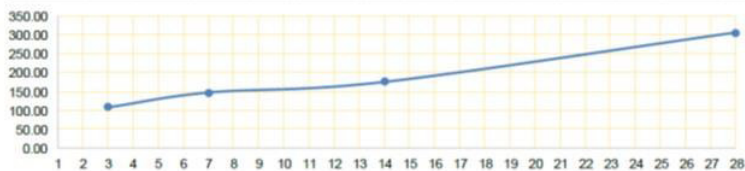
Materiales	Cantidad		Mezcla N°	5
	Peso	Proporcion		
Cemento (gr)	600.00	41.10%	Peso seco	234.10 gr
Jal (gr)	400.00	27.40%	Peso humedo	251.20 gr
Agua (ml)	350.00	23.97%	Absorcion	7.30%
Total	1350.00	92.47%	Relacion a/c	0.58

REPORTE FOTOGRAFICO



RESULTADOS DE ENSAYE

N°	Edad (dias)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Area (cm ²)	Carga (kgf)	Resistencia (kg/cm ²)
1	3	5.00	5.00	25.00	2 700.00	108.00
2	7	5.00	5.00	25.00	3 680.00	147.20
3	14	5.00	5.00	25.00	4 380.00	175.20
4	28	5.00	5.00	25.00	7 640.00	305.60





**LABORATORIO DE MATERIALES
VIAJE S.A. DE C.V.**

SERVICIOS DE CONTROL DE CALIDAD



PROPORCION DE DISEÑO

Materiales	Cantidad	
	Peso	Proporcion
Cemento (gr)	500.00	34.25%
Jal (gr)	500.00	34.25%
Agua (ml)	355.00	24.32%
Total	1355.00	92.81%

Mezcla N°	6
Peso seco	239.20 gr
Peso humedo	246.90 gr
Absorcion	3.22%
Relacion a/c	0.71

REPORTE FOTOGRAFICO



RESULTADOS DE ENSAYE

N°	Edad (dias)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Area (cm2)	Carga (kgf)	Resistencia (kg/cm2)
1	3	5.00	5.00	25.00	1 420.00	56.80
2	7	5.00	5.00	25.00	2 310.00	92.40
3	14	5.00	5.00	25.00	3 010.00	120.40
4	28	5.00	5.00	25.00	4 120.00	164.80





**LABORATORIO DE MATERIALES
VIAJE S.A. DE C.V.**

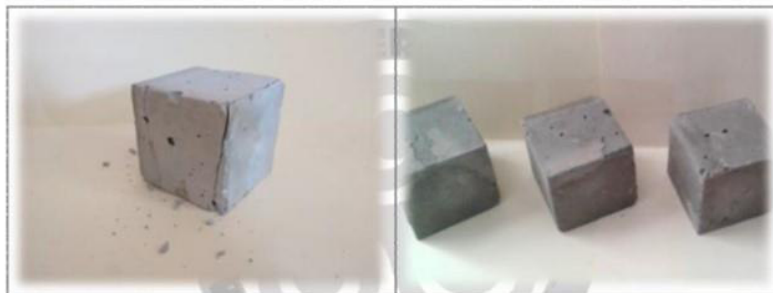
SERVICIOS DE CONTROL DE CALIDAD



PROPORCION DE DISEÑO

Materiales	Cantidad		Mezcla N°	7
	Peso	Proporcion		
Cemento (gr)	400.00	27.40%	Peso seco	236.90 gr
Jal (gr)	600.00	41.10%		
Agua (ml)	345.00	23.63%		
Total	1345.00	92.12%		
			Peso humedo	249.00 gr
			Absorcion	5.11%
			Relacion a/c	0.86

REPORTE FOTOGRAFICO



RESULTADOS DE ENSAYE

N°	Edad (dias)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Area (cm2)	Carga (kgf)	Resistencia (kg/cm2)
1	3	5.00	5.00	25.00	1 380.00	55.20
2	7	5.00	5.00	25.00	1 920.00	76.80
3	14	5.00	5.00	25.00	2 330.00	93.20
4	28	5.00	5.00	25.00	2 620.00	104.80





**LABORATORIO DE MATERIALES
VIAJE S.A. DE C.V.**



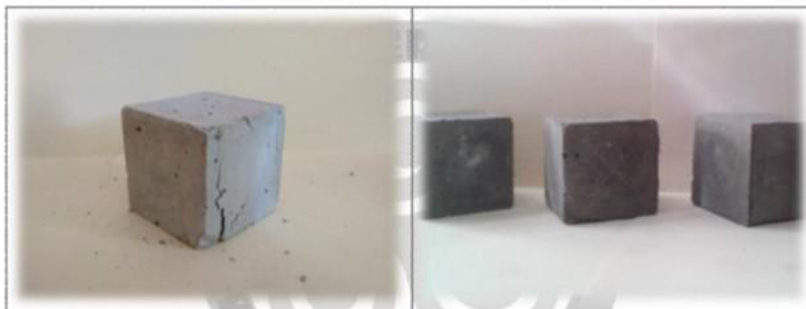
SERVICIOS DE CONTROL DE CALIDAD

PROPORCION DE DISEÑO

Materiales	Cantidad	
	Peso	Proporcion
Cemento (gr)	300.00	20.55%
Jal (gr)	700.00	47.95%
Agua (ml)	310.00	21.23%
Total	1310.00	89.73%

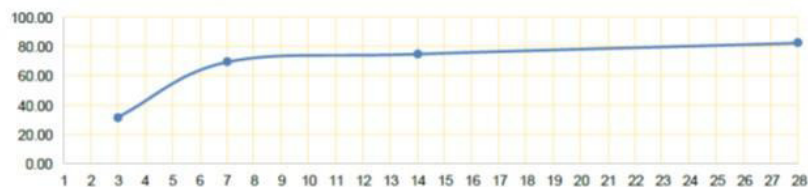
Mezcla N°	8
Peso seco	239.80 gr
Peso humedo	244.70 gr
Absorcion	2.04%
Relacion a/c	1.03

REPORTE FOTOGRAFICO



RESULTADOS DE ENSAYE

N°	Edad (dias)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Area (cm2)	Carga (kgf)	Resistencia (kg/cm2)
1	3	5.00	5.00	25.00	780.00	31.20
2	7	5.00	5.00	25.00	1 730.00	69.20
3	14	5.00	5.00	25.00	1 870.00	74.80
4	28	5.00	5.00	25.00	2 060.00	82.40





**LABORATORIO DE MATERIALES
VIAJE S.A. DE C.V.**



SERVICIOS DE CONTROL DE CALIDAD

PROPORCION DE DISEÑO

Materiales	Cantidad	
	Peso	Proporcion
Cemento (gr)	200.00	13.70%
Jal (gr)	800.00	54.79%
Agua (ml)	340.00	23.29%
Total	1340.00	91.78%

Mezcla N°	9
-----------	---

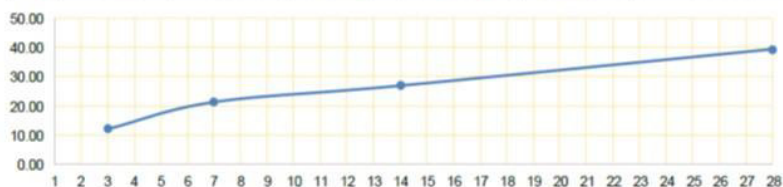
Peso seco	236.40 gr
Peso humedo	238.50 gr
Absorcion	0.89%
Relacion a/c	1.70

REPORTE FOTOGRAFICO



RESULTADOS DE ENSAYE

N°	Edad (dias)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Area (cm2)	Carga (kgf)	Resistencia (kg/cm2)
1	3	5.00	5.00	25.00	300.00	12.00
2	7	5.00	5.00	25.00	530.00	21.20
3	14	5.00	5.00	25.00	670.00	26.80
4	28	5.00	5.00	25.00	980.00	39.20





**LABORATORIO DE MATERIALES
VIAJE S.A. DE C.V.**



SERVICIOS DE CONTROL DE CALIDAD

PROPORCION DE DISEÑO

Materiales	Cantidad		Mezcla N°	10
	Peso	Proporcion		
Cemento (gr)	100.00	6.85%	Peso seco	229.30 gr
Jal (gr)	900.00	61.64%	Peso humedo	230.70 gr
Agua (ml)	320.00	21.92%	Absorcion	0.61%
Total	1320.00	90.41%	Relacion a/c	3.20

REPORTE FOTOGRAFICO



RESULTADOS DE ENSAYE

N°	Edad (días)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Area (cm ²)	Carga (kgf)	Resistencia (kg/cm ²)
1	3	5.00	5.00	25.00	170.00	6.80
2	7	5.00	5.00	25.00	220.00	8.80
3	14	5.00	5.00	25.00	240.00	9.60
4	28	5.00	5.00	25.00	510.00	20.40



ANEXO 5: Análisis de agregados



**LABORATORIO DE MATERIALES
VIAJE S.A. DE C.V.**

SERVICIOS DE CONTROL DE CALIDAD



PROPORCION DE DISEÑO

Materiales	Cantidad	
	Peso	Proporcion
Cemento (gr)	285.00	13.50%
Agua (ml)	230.00	10.90%
Arena (gr)	1297.80	61.48%
Grava (gr)	144.20	6.83%
Jal (gr)	154.00	7.30%
Total	2111.00	100.00%

Mezcla N°	1
-----------	---

Proporciones	
Tipo	Proporcion
Cementante	20.80%
Agregados	68.31%
Agua	0.11
	100.00%

RESULTADOS DE ENSAYE

Edad (días)	7
-------------	---

Diametro (cm)	5.00
Altura (cm)	10.00
Area (cm ²)	19.63
Carga (knf)	5 120

Resistencia (kg/cm ²)	260.76
-----------------------------------	--------

GRAVA/ARENA

Relacion	0.111111111
----------	-------------

CANTIDADES G-A

7%-61%

REPORTE FOTOGRAFICO





**LABORATORIO DE MATERIALES
VIAJE S.A. DE C.V.**

SERVICIOS DE CONTROL DE CALIDAD



PROPORCION DE DISEÑO

Materiales	Cantidad	
	Peso	Proporcion
Cemento (gr)	285.00	13.50%
Agua (ml)	230.00	10.90%
Arena (gr)	1153.60	54.65%
Grava (gr)	288.40	13.66%
Jal (gr)	154.00	7.30%
Total	2111.00	100.00%

Mezcla N°	2
-----------	---

Proporciones	
Tipo	Proporcion
Cementante	20.80%
Agregados	68.31%
Agua	0.11
	100.00%

RESULTADOS DE ENSAYE

Edad (dias)	7
Diametro (cm)	5.00
Altura (cm)	10.00
Area (cm ²)	19.63
Carga (knf)	6 030

Resistencia (kg/cm ²)	307.11
-----------------------------------	--------

GRAVA/ARENA

Relacion	0.25
----------	------

CANTIDADES G-A

14%-55%

REPORTE FOTOGRAFICO





**LABORATORIO DE MATERIALES
VIAJE S.A. DE C.V.**

SERVICIOS DE CONTROL DE CALIDAD



PROPORCION DE DISEÑO

Materiales	Cantidad	
	Peso	Proporcion
Cemento (gr)	285.00	13.50%
Agua (ml)	230.00	10.90%
Arena (gr)	1009.40	47.82%
Grava (gr)	432.60	20.49%
Jal (gr)	154.00	7.30%
Total	2111.00	100.00%

Mezcla N°	3
-----------	---

Proporciones	
Tipo	Proporcion
Cementante	20.80%
Agregados	68.31%
Agua	0.11
	100.00%

RESULTADOS DE ENSAYE

Edad (dias)	7
-------------	---

Diametro (cm)	5.00
Altura (cm)	10.00
Area (cm ²)	19.63
Carga (knf)	8.210

Resistencia (kg/cm ²)	418.13
-----------------------------------	--------

GRAVA/ARENA

Relacion	0.428571429
----------	-------------

CANTIDADES G-A

20%-48%

REPORTE FOTOGRAFICO





**LABORATORIO DE MATERIALES
VIAJE S.A. DE C.V.**

SERVICIOS DE CONTROL DE CALIDAD



PROPORCION DE DISEÑO

Materiales	Cantidad	
	Peso	Proporcion
Cemento (gr)	285.00	13.50%
Agua (ml)	230.00	10.90%
Arena (gr)	865.20	40.99%
Grava (gr)	576.80	27.32%
Jal (gr)	154.00	7.30%
Total	2111.00	100.00%

Mezcla N°	4
-----------	---

Proporciones	
Tipo	Proporcion
Cementante	20.80%
Agregados	68.31%
Agua	0.11
	100.00%

RESULTADOS DE ENSAYE

Edad (días)	7
-------------	---

Diametro (cm)	5.00
---------------	------

Altura (cm)	10.00
-------------	-------

Area (cm ²)	19.63
-------------------------	-------

Carga (knf)	7 650
-------------	-------

Resistencia (kg/cm ²)	389.61
-----------------------------------	--------

GRAVA/ARENA

Relacion	0.66666667
----------	------------

CANTIDADES G-A

27%-41%

REPORTE FOTOGRAFICO





**LABORATORIO DE MATERIALES
VIAJE S.A. DE C.V.**

SERVICIOS DE CONTROL DE CALIDAD



PROPORCION DE DISEÑO

Materiales	Cantidad	
	Peso	Proporcion
Cemento (gr)	285.00	13.50%
Agua (ml)	230.00	10.90%
Arena (gr)	721.00	34.15%
Grava (gr)	721.00	34.15%
Jal (gr)	154.00	7.30%
Total	2111.00	100.00%

Mezcla N°	5
-----------	---

Proporciones	
Tipo	Proporcion
Cementante	20.80%
Agregados	68.31%
Agua	0.11
	100.00%

RESULTADOS DE ENSAYE

Edad (dias)	7
-------------	---

Diametro (cm)	5.00
Altura (cm)	10.00
Area (cm ²)	19.63
Carga (knf)	8 650

Resistencia (kg/cm ²)	440.54
-----------------------------------	--------

GRAVA/ARENA

Relacion	1
----------	---

CANTIDADES G-A

34%-34%

REPORTE FOTOGRAFICO





**LABORATORIO DE MATERIALES
VIAJE S.A. DE C.V.**



SERVICIOS DE CONTROL DE CALIDAD

PROPORCION DE DISEÑO

Materiales	Cantidad	
	Peso	Proporcion
Cemento (gr)	285.00	13.50%
Agua (ml)	230.00	10.90%
Arena (gr)	576.80	27.32%
Grava (gr)	865.20	40.99%
Jal (gr)	154.00	7.30%
Total	2111.00	100.00%

Mezcla N°	6
-----------	---

Proporciones	
Tipo	Proporcion
Cementante	20.80%
Agregados	68.31%
Agua	0.11
	100.00%

RESULTADOS DE ENSAYE

Edad (dias)	7
Diametro (cm)	5.00
Altura (cm)	10.00
Area (cm ²)	19.63
Carga (knf)	7 810

Resistencia (kg/cm ²)	397.76
-----------------------------------	--------

GRAVA/ARENA

Relacion	1.5
----------	-----

CANTIDADES G-A

41%-27%

REPORTE FOTOGRAFICO





**LABORATORIO DE MATERIALES
VIAJE S.A. DE C.V.**

SERVICIOS DE CONTROL DE CALIDAD



PROPORCION DE DISEÑO

Materiales	Cantidad	
	Peso	Proporcion
Cemento (gr)	285.00	13.50%
Agua (ml)	230.00	10.90%
Arena (gr)	432.60	20.49%
Grava (gr)	1009.40	47.82%
Jal (gr)	154.00	7.30%
Total	2111.00	100.00%

Mezcla N°	7
-----------	---

Proporciones	
Tipo	Proporcion
Cementante	20.80%
Agregados	68.31%
Agua	0.11
	100.00%

RESULTADOS DE ENSAYE

Edad (dias)	7
Diametro (cm)	5.00
Altura (cm)	10.00
Area (cm ²)	19.63
Carga (knf)	7.020

Resistencia (kg/cm ²)	357.53
-----------------------------------	--------

GRAVA/ARENA

Relacion	2.333333333
----------	-------------

CANTIDADES G-A

48%-20%

REPORTE FOTOGRAFICO





**LABORATORIO DE MATERIALES
VIAJE S.A. DE C.V.**

SERVICIOS DE CONTROL DE CALIDAD



PROPORCION DE DISEÑO

Materiales	Cantidad	
	Peso	Proporcion
Cemento (gr)	285.00	13.50%
Agua (ml)	230.00	10.90%
Arena (gr)	288.40	13.66%
Grava (gr)	1153.60	54.65%
Jal (gr)	154.00	7.30%
Total	2111.00	100.00%

Mezcla N°	8
-----------	---

Proporciones	
Tipo	Proporcion
Cementante	20.80%
Agregados	68.31%
Agua	0.11
	100.00%

RESULTADOS DE ENSAYE

Edad (días)	7
-------------	---

Diametro (cm)	5.00
Altura (cm)	10.00
Area (cm ²)	19.63
Carga (knf)	6.360

Resistencia (kg/cm ²)	323.91
-----------------------------------	--------

GRAVA/ARENA

Relacion	4
----------	---

CANTIDADES G-A

55%-14%

REPORTE FOTOGRAFICO





**LABORATORIO DE MATERIALES
VIAJE S.A. DE C.V.**

SERVICIOS DE CONTROL DE CALIDAD



PROPORCION DE DISEÑO

Materiales	Cantidad	
	Peso	Proporcion
Cemento (gr)	285.00	13.50%
Agua (ml)	230.00	10.90%
Arena (gr)	144.20	6.83%
Grava (gr)	1297.80	61.48%
Jal (gr)	154.00	7.30%
Total	2111.00	100.00%

Mezcla N°	9
-----------	---

Proporciones	
Tipo	Proporcion
Cementante	20.80%
Agregados	68.31%
Agua	0.11
	100.00%

RESULTADOS DE ENSAYE

Edad (días)	7
-------------	---

Diametro (cm)	5.00
Altura (cm)	10.00
Area (cm ²)	19.63
Carga (knf)	5.650

Resistencia (kg/cm ²)	287.75
-----------------------------------	--------

GRAVA/ARENA

Relacion	9
----------	---


CANTIDADES G-A

61%-7%

REPORTE FOTOGRAFICO




ANEXO 6: Análisis de calidad de agregados



**LABORATORIO DE MATERIALES
VIAJE S.A. DE C.V.**

SERVICIOS DE CONTROL DE CALIDAD



ANÁLISIS DE CALIDAD - AGREGADO FINO PARA CONCRETO HIDRÁULICO

OBRA:	MUESTRA DE MINA	ENSAYE: CMC0001/16
UBICACIÓN:	KM 42.5 CARRETERA FEDERAL 175 OAXACA-PUERTO ÁNGEL SIN POR SAN JOSÉ DEL PROGRESO, OCOTLÁN, OAXACA	RECIBIDO: 15-feb-16
SOLICITANTE:	COMPAÑÍA MINERA CUZCATLÁN S. A. DE C. V.	INFORME: 20-feb-16

DATOS DEL MUESTREO	BANCO: ACAMELLONADO EN OBRA	
	TIPO DE ARENA: ARENA DE RIO	
	UBICACIÓN: KM 42.5 CARRETERA FEDERAL 175 OAXACA - PTO ANGEL SIN, SAN JOSÉ DEL PROGRESO	

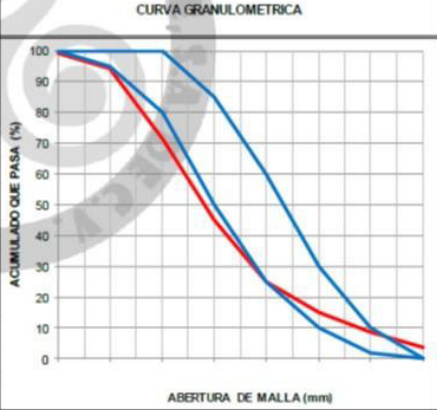
PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS (ASTM C128-12, NMX-C-111-ONNCE-2004)

PESOS ESPECÍFICOS			ABSORCIÓN 1.80 %		EQUIVALENTE DE ARENA 77.0 %	
P.E.S.	1645 kg/m ³		GRAVEDAD ESPECÍFICA	2.57		
P.E.C.	1720 kg/m ³					

MATERIA ORGÁNICA (SIN LAVADO)	MATERIA ORGÁNICA (CON LAVADO)	PERDIDA POR LAVADO
-	-	-
- gr	- gr	- %

AGREGADOS PARA CONCRETO HIDRÁULICO NMX-C-111-2004

COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA			NORMA	
MALLAS		% ACUMULADO QUE PASA		
3/8"	9.5	99	100	100
No. 4	4.76	94	95	100
No. 8	2.38	71	80	100
No. 16	1.19	45	50	85
No. 30	0.59	25	25	60
No. 50	12.7	15	10	30
No. 100	0.15	9	2	10
No. 200	0.075	4	0	0
MOD. FINURA		3.41	2.3 - 3.1	
MATERIALES FINOS		4	15 % MAX	



OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:

EL MATERIAL MUESTREADO FUE ANALIZADO CONFORME A LAS ESPECIFICACIONES DE LA NORMA NMX-C-111-ONNCE-2004. EL CUAL NO CUMPLE CON LAS MISMAS.

DE SER NECESARIO SU USO EN LA ELABORACIÓN DE CONCRETO HIDRÁULICO SE DEBERÁ REALIZAR UN AJUSTE EN EL DISEÑO.



**LABORATORIO DE MATERIALES
VIAJE S.A. DE C.V.**

SERVICIOS DE CONTROL DE CALIDAD



ANÁLISIS DE CALIDAD - AGREGADO GRUESO PARA CONCRETO HIDRÁULICO

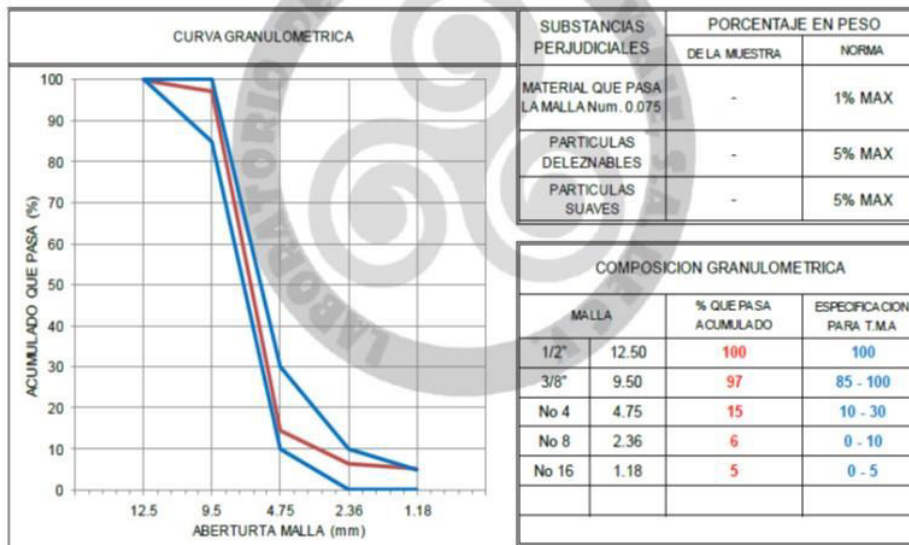
OBRA:	MUESTRA DE MINA	ENSAYE:	CMC001/16
UBICACIÓN:	KM 42.5 CARRETERA FEDERAL 175 OAXACA - PUERTO ÁNGEL SIN POR SAN JOSÉ DEL PROGRESO, OCOTLÁN, OAXACA	RECIBIDO:	15-feb-16
SOLICITANTE:	COMPAÑÍA MINERA CUZCATLÁN S. A. DE C. V.	INFORME:	20-feb-16

DATOS DEL MUESTREO	BANCO:	ACAMELLONADO EN OBRA
	TIPO DE GRAVA:	GRAVA TRITURADA
	UBICACIÓN:	KM 42.5 CARRETERA FEDERAL 175 OAXACA - PTO ANGEL SIN, SAN JOSÉ DEL PROGRESO

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS (ASTM C127-12, NMX-C-111-ONNCE-2004)



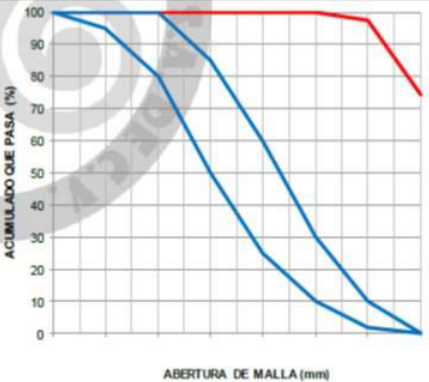
PESOS ESPECÍFICOS			
P.E.S.	1454 KG/M3	ABSORCIÓN	1.26 %
P.E.C.	1503 KG/M3	GRAVEDAD ESPECÍFICA	2.53
		PICNOMETRO	-
		FRASCO CHAPMAN	-

AGREGADOS PARA CONCRETO HIDRAULICO NMX-C-111-2004



OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:

EL MATERIAL MUESTREADO FUE ANALIZADO CONFORME A LAS ESPECIFICACIONES DE LA NORMA NMX-C-111-ONNCE-2004.
EL CUAL CUMPLE CON LAS ESPECIFICACIONES GRANULOMETRICAS.

	LABORATORIO DE MATERIALES VIAJE S.A. DE C.V.				
	SERVICIOS DE CONTROL DE CALIDAD				
ANÁLISIS DE CALIDAD - AGREGADO FINO PARA CONCRETO HIDRÁULICO					
OBRA:	MUESTRA DE MINA		ENSAYE: CMC0002/16		
UBICACIÓN:	KM 42.5 CARRETERA FEDERAL 175 OAXACA-PUERTO ÁNGEL SIN POR SAN JOSÉ DEL PROGRESO, OCOTLÁN, OAXACA		RECIBIDO: 15-feb-16		
SOLICITANTE:	COMPAÑÍA MINERA CUZCATLÁN S. A. DE C. V.		INFORME: 20-feb-16		
DATOS DEL MUESTREO	BANCO:	ACAMELLONADO EN OBRA			
	TIPO DE ARENA:	JAL SECO			
	UBICACIÓN:	KM 42.5 CARRETERA FEDERAL 175 OAXACA - PTO ANGEL SIN, SAN JOSÉ DEL PROGRESO			
PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS (ASTM C128-12, NMX-C-111-ONNCE-2004)					
PESOS ESPECÍFICOS		ABSORCIÓN	1.21 %	EQUIVALENTE DE ARENA	44.0 %
P.E.S.	1189 kg/m ³	GRAVEDAD ESPECÍFICA	2.30		
P.E.C.	1385 kg/m ³				
MATERIA ORGÁNICA (SIN LAVADO)		MATERIA ORGÁNICA (CON LAVADO)		PERDIDA POR LAVADO	
PESO HUMEDO - gr		PESO SECO - gr		-	
AGREGADOS PARA CONCRETO HIDRÁULICO NMX-C-111-2004					
COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA				CURVA GRANULOMÉTRICA	
MALLAS		% ACUMULADO QUE PASA	NORMA		
3/8"	9.5	100	100	100	
No. 4	4.76	100	95	100	
No. 8	2.38	100	80	100	
No. 16	1.19	100	50	85	
No. 30	0.59	100	25	60	
No. 50	12.7	100	10	30	
No. 100	0.15	98	2	10	
No. 200	0.075	74	0	0	
MOD. FINURA		0.03	2.3 - 3.1		
MATERIALES FINOS		74	15 % MAX		
OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:					
EL MATERIAL MUESTREADO FUE ANALIZADO CONFORME A LAS ESPECIFICACIONES DE LA NORMA NMX-C-111-ONNCE-2004.					
EL CUAL NO CUMPLE CON LAS MISMAS.					
DE SER NECESARIO SU USO EN LA ELABORACIÓN DE CONCRETO HIDRÁULICO SE DEBERÁ REALIZAR UN AJUSTE EN EL DISEÑO.					



**LABORATORIO DE MATERIALES
VIAJE S.A. DE C.V.**



SERVICIOS DE CONTROL DE CALIDAD

PRUEBA DE VALOR RELATIVO DE SOPORTE

DATOS GENERALES

OBRA: MUESTRA DE MINA PROFUNDIDAD: - PROCEDENCIA: ACAMELLOANDO EN OBRA
 P.O.D.: - DESCRIPCIÓN DE MUESTRA: JUL SECO FECHA: 20-08-18

COMPACTACIÓN

ÁREA DEL MOLDE	193.6	cm ²
PESO DEL MOLDE	0	g
ALTURA TOTAL DEL MOLDE	12.7	cm ²
ALTURA DEL MATERIAL COMPACTO	12.6	cm ²
PESO DEL MOLDE + MATERIAL COMPACTO	4150	g
PESO DEL MATERIAL COMPACTO	4150	g
VOLUMEN COMPACTADO	2468.72	cm ³
PESO VOLUMÉTRICO HÚMEDO	1.69	ton/m ³
HUMEDAD ÓPTIMA	8.2	%
PESO VOLUMÉTRICO SECO MÁXIMO	1.563	ton/m ³

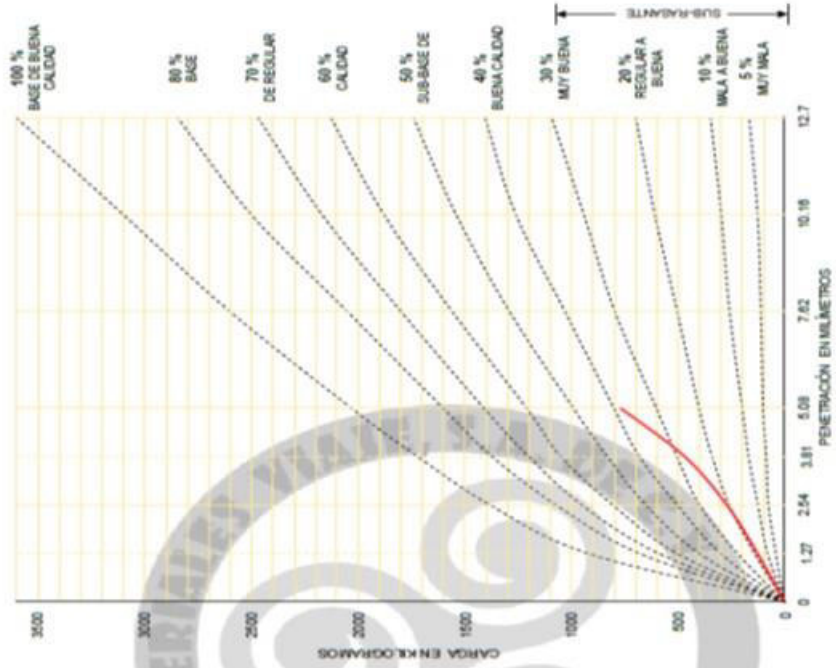
CONTENIDO DE AGUA

Nº DE RECIPIENTE	D1	
PESO DEL RECIPIENTE	0	g
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO	500	g
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO	462.3	g
PESO DEL AGUA	37.7	g

RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN

1.27 mm (0.015")	128	Kg
2.54 mm (0.10")	272	Kg
3.81 mm (0.15")	470	Kg
5.08 mm (0.20")	772	Kg
7.62 mm (0.30")	-	Kg
10.16 mm (0.40")	-	Kg
12.70 mm (0.50")	-	Kg

VRS = $\frac{\text{Límt. 2.54}}{1380} = 20.0 \%$





LABORATORIO DE MATERIALES VIAJE S.A. DE C.V.

SERVICIOS DE CONTROL DE CALIDAD.

ANÁLISIS DE CALIDAD - AGREGADO FINO PARA CONCRETO HIDRÁULICO

OBRA:	MUESTRA DE MINA	ENSAYE:	CMC0001/17
UBICACIÓN:	KM 42.5 CARRETERA FEDERAL 175 OAXACA-PUERTO ÁNGEL SIN POR SAN JOSÉ DEL PROGRESO, OCOTLÁN, OAXACA	INFORME:	27-mar-17
SOLICITANTE:	COMPAÑÍA MINERA CUZCATLÁN S. A. DE C. V.		
DATOS DEL MUESTREO	BANCO:	ACAMELLONADO EN OBRA	N° DE MUESTRA:
	TIPO:	ARENA DE RÍO	M-A-1
	UBICACIÓN:	KM 42.5 CARRETERA FEDERAL 175 OAXACA - PTO ANGEL SIN, SAN JOSÉ DEL PROGRESO	RECIBIDO:
			23/03/2017

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS (ASTM C128-12, NMX-C-111-ONNCE-2004)

PESOS ESPECÍFICOS		HUMEDAD NATURAL:	4.87 %	IMPUREZAS ORGANICAS	GARDNER N° 8
P.E.S.	1470 kg/m ³	ABSORCIÓN:	3.23 %	EQUIVALENTE DE ARENA	52.0 %
P.E.C.	1593 kg/m ³	DENSIDAD:	2.4 %		
			2.4 - 2.9		
MATERIA ORGANICA (SIN LAVADO)		MATERIA ORGANICA (CON LAVADO)		PERDIDA POR LAVADO	
PESO HUMEDO		PESO SECO		6.00 %	
-		110.00 gr			
-		ACCEPTABLE			

AGREGADOS PARA CONCRETO HIDRAULICO NMX-C-111-2004

COMPOSICION GRANULOMETRICA				CURVA GRANULOMETRICA	
MALLAS		% ACUMULADO QUE PASA	NORMA		
3/8"	9.5	100	100	100	
No. 4	4.76	94	95	100	
No. 8	2.38	81	80	100	
No. 16	1.19	61	50	85	
No. 30	0.59	36	25	60	
No. 50	12.7	18	10	30	
No. 100	0.15	10	2	10	
No. 200	0.075	5	0	0	
MOD. FINURA		3.00	2.3 - 3.1		
MATERIALES FINOS		5	15 % MAX		

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:

EL MATERIAL MUESTREADO FUE ANALIZADO CONFORME A LAS ESPECIFICACIONES DE LA NORMA ASTM-C-87-2001 (PLACA ORGANICA DE COLORES GARDNER, EN UN RANGO ACEPTABLE) Y ASTM-C-33-2001, LA MUESTRA FUE ANALIZADA EN CONDICIONES ÓPTIMAS DE LABORATORIO, EL CUAL **NO CUMPLE** CON EL RANGO DE LA GRANULOMETRIA ENTRE LAS MALLAS 3/8" Y #4, AL IGUAL QUE ENTRE LAS MALLAS #100 Y #200; DE SER NECESARIO SU USO, SE DEBERÁ REALIZAR UN AJUSTE EN SU DISEÑO.

REALIZÓ TEC. MIGUEL ÁNGEL VELASCO LORENZO JEFE DE LABORATORIO	 R.F.C. LMV100302GX6 Progreso 202 Int. A, Col. Palestina Santa Cruz Xoxocotlán Oaxaca, C.P. 71230 Tel: (01-951) 51 7 18 08 CONTROL DE CALIDAD SUPERVISOR DE OBRA 517 91 32	INC. MARCO ANTONIO PEREZ SOLANO COORDINADOR DE LABORATORIO
---	---	---

RIO COATZACOALCOLES, SAN JUAN DE LOS RIOS, SAN JUAN DE LOS RIOS, OCOTLÁN, OAXACA
 TEL: (951) 51 7 18 08, CORREO: labymat-viaje@hotmail.com

ANEXO 7: Análisis con aditivo acelerante

**LABORATORIO DE MATERIALES
VIAJE S.A. DE C.V.**

SERVICIOS DE CONTROL DE CALIDAD

PROPORCION DE DISEÑO

Materiales	Cantidad	
	Peso	Proporción
Cemento (gr)	500.00	68.49%
Aditivo (ml)	0.00	0.00%
Agua (ml)	230.00	31.51%
Total	730.00	100.00%

Mezcla N°	1
Peso seco	246.68
Peso humedo	257.14
Absorción	4.24%
Relacion a/c	0.46

RESULTADOS DE ENSAYE

Edad (días)	3
--------------------	---

Largo (cm)	5.00
Ancho (cm)	5.00
Area (cm ²)	25.00
Carga (knf)	3.00

Resistencia (kg/cm²)	0.12
--	------

RESISTENCIA DISEÑO

Factor	1
---------------	---

REPORTE FOTOGRAFICO

EVOLUCION EN LA TEMPERATURA DE LA MEZCLA

Tiempo (min)	Temperatura
00:00	22.30
00:30	27.30
01:30	30.00
02:00	30.00
02:30	30.00
03:30	30.00

The graph plots temperature in degrees Celsius (°C) on the y-axis (ranging from 22 to 32) against time in minutes on the x-axis (ranging from 00:00 to 03:30). The temperature starts at 22.30°C at 00:00, rises to 27.30°C at 00:30, reaches 30.00°C at 01:30, and remains constant at 30.00°C from 02:00 to 03:30.



LABORATORIO DE MATERIALES VIAJE S.A. DE C.V.

SERVICIOS DE CONTROL DE CALIDAD



PROPORCION DE DISEÑO

Materiales	Cantidad	
	Peso	Proporción
Cemento (gr)	500.00	68.49%
Aditivo (ml)	5.00	0.68%
Agua (ml)	230.00	31.51%
Total	735.00	100.68%

Mezcla N°	2
-----------	---

Peso seco	206.54
Peso humedo	214.68
Absorción	3.94%
Relación a/c	0.46

RESULTADOS DE ENSAYE

Edad (días)	3
-------------	---

Largo (cm)	5.00
Ancho (cm)	5.00
Area (cm ²)	25.00
Carga (knf)	5.56

Resistencia (kg/cm ²)	0.22
-----------------------------------	------

RESISTENCIA DISEÑO

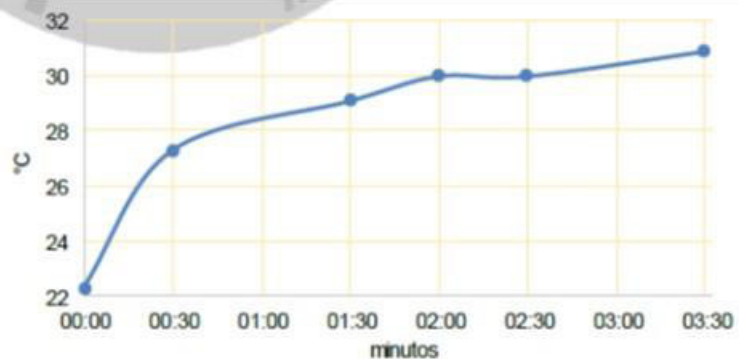
Factor	1.853333333
--------	-------------

REPORTE FOTOGRAFICO



EVOLUCION EN LA TEMPERATURA DE LA MEZCLA

Tiempo (min)	Temperatura
00:00	22.30
00:30	27.30
01:30	29.10
02:00	30.00
02:30	30.00
03:30	30.90





LABORATORIO DE MATERIALES VIAJE S.A. DE C.V.

SERVICIOS DE CONTROL DE CALIDAD



PROPORCION DE DISEÑO

Materiales	Cantidad	
	Peso	Proporcion
Cemento (gr)	500.00	68.49%
Aditivo (ml)	10.00	1.37%
Agua (ml)	230.00	31.51%
Total	740.00	101.37%

Mezcla N°	3
-----------	---

Peso seco	193.78
Peso humedo	200.07
Absorcion	3.25%
Relacion a/c	0.46

RESULTADOS DE ENSAYE

Edad (dias)	3
-------------	---

Largo (cm)	5.00
Ancho (cm)	5.00
Area (cm ²)	25.00
Carga (knf)	3.83

Resistencia (kg/cm ²)	0.15
-----------------------------------	------

RESISTENCIA DISEÑO

Factor	1.276666667
--------	-------------

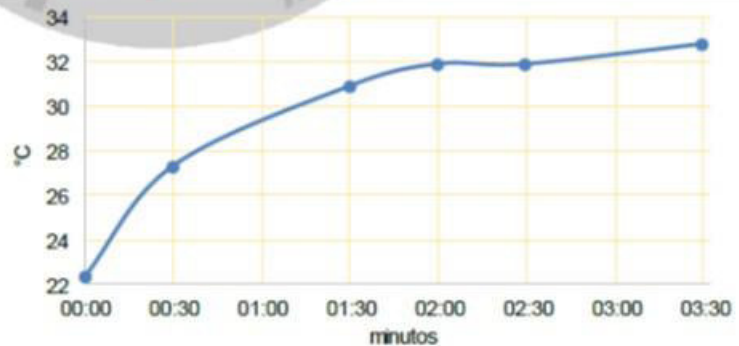
REPORTE FOTOGRAFICO



EVOLUCION EN LA TEMPERATURA DE LA MEZCLA

Tiempo (min)	Temperatura
--------------	-------------

00:00	22.30
00:30	27.30
01:30	30.90
02:00	31.90
02:30	31.90
03:30	32.80





LABORATORIO DE MATERIALES VIAJE S.A. DE C.V.



SERVICIOS DE CONTROL DE CALIDAD

PROPORCION DE DISEÑO

Materiales	Cantidad	
	Peso	Proporcion
Cemento (gr)	500.00	68.49%
Aditivo (ml)	15.00	2.05%
Agua (ml)	230.00	31.51%
Total	745.00	102.05%

Mezcla N°	4
-----------	---

Peso seco	181.36
Peso humedo	189.03
Absorcion	4.23%
Relacion a/c	0.46

RESULTADOS DE ENSAYE

Edad (dias)	3
-------------	---

Largo (cm)	5.00
Ancho (cm)	5.00
Area (cm ²)	25.00
Carga (knf)	4.58

Resistencia (kg/cm ²)	0.18
-----------------------------------	------

RESISTENCIA DISEÑO

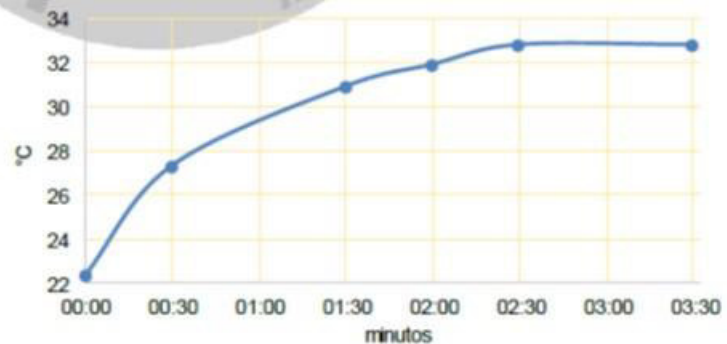
Factor	1.526666667
--------	-------------

REPORTE FOTOGRAFICO



EVOLUCION EN LA TEMPERATURA DE LA MEZCLA

Tiempo (min)	Temperatura
00:00	22.30
00:30	27.30
01:30	30.90
02:00	31.90
02:30	32.80
03:30	32.80





LABORATORIO DE MATERIALES VIAJE S.A. DE C.V.

SERVICIOS DE CONTROL DE CALIDAD



PROPORCION DE DISEÑO

Materiales	Cantidad	
	Peso	Proporcion
Cemento (gr)	500.00	68.49%
Aditivo (ml)	20.00	2.74%
Agua (ml)	230.00	31.51%
Total	750.00	102.74%

Mezcla N°	5
-----------	---

Peso seco	162.04
Peso humedo	163.72
Absorcion	1.04%
Relacion a/c	0.46

RESULTADOS DE ENSAYE

Edad (días)	3
Largo (cm)	5.00
Ancho (cm)	5.00
Area (cm ²)	25.00
Carga (knf)	4.26

Resistencia (kg/cm ²)	0.17
-----------------------------------	------

RESISTENCIA DISEÑO

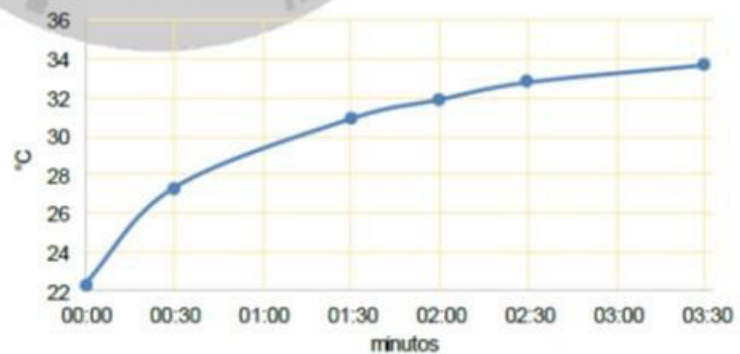
Factor	1.42
--------	------

REPORTE FOTOGRAFICO



EVOLUCION EN LA TEMPERATURA DE LA MEZCLA

Tiempo (min)	Temperatura
00:00	22.30
00:30	27.30
01:30	30.90
02:00	31.90
02:30	32.80
03:30	33.70





LABORATORIO DE MATERIALES VIAJE S.A. DE C.V.

SERVICIOS DE CONTROL DE CALIDAD



PROPORCION DE DISEÑO

Materiales	Cantidad	
	Peso	Proporcion
Cemento (gr)	500.00	68.49%
Aditivo (ml)	25.00	3.42%
Agua (ml)	230.00	31.51%
Total	755.00	103.42%

Mezcla N°	6
-----------	---

Peso seco	152.38
Peso humedo	155.43
Absorcion	2.01%
Relacion a/c	0.46

RESULTADOS DE ENSAYE

Edad (días)	3
-------------	---

Largo (cm)	5.00
Ancho (cm)	5.00
Area (cm ²)	25.00
Carga (knf)	4.32

Resistencia (kg/cm ²)	0.17
-----------------------------------	------

RESISTENCIA DISEÑO

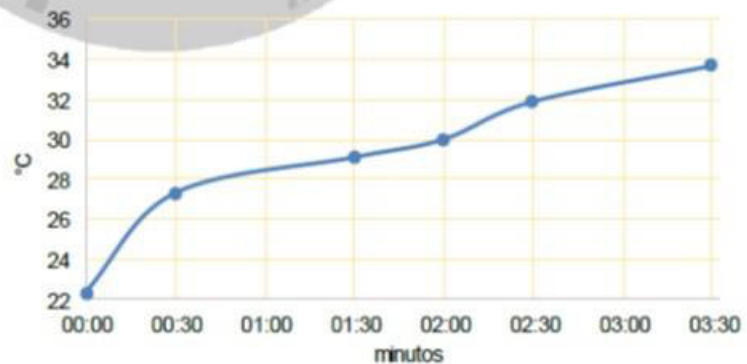
Factor	1.44
--------	------

REPORTE FOTOGRAFICO



EVOLUCION EN LA TEMPERATURA DE LA MEZCLA

Tiempo (min)	Temperatura
00:00	22.30
00:30	27.30
01:30	29.10
02:00	30.00
02:30	31.90
03:30	33.70





LABORATORIO DE MATERIALES VIAJE S.A. DE C.V.

SERVICIOS DE CONTROL DE CALIDAD



PROPORCION DE DISEÑO

Materiales	Cantidad	
	Peso	Proporcion
Cemento (gr)	500.00	68.49%
Aditivo (ml)	30.00	4.11%
Agua (ml)	230.00	31.51%
Total	760.00	104.11%

Mezcla N°	7
-----------	---

Peso seco	140.88
Peso humedo	146.46
Absorcion	3.96%
Relacion a/c	0.46

RESULTADOS DE ENSAYE

Edad (días)	3
-------------	---

Largo (cm)	5.00
Ancho (cm)	5.00
Area (cm ²)	25.00
Carga (knf)	4.55

Resistencia (kg/cm ²)	0.18
-----------------------------------	------

RESISTENCIA DISEÑO

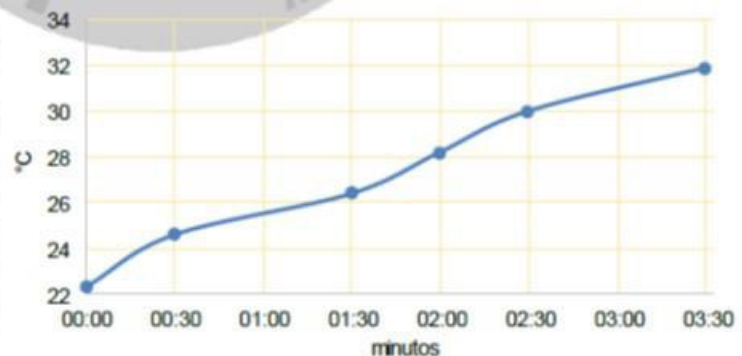
Factor	1.516666667
--------	-------------

REPORTE FOTOGRAFICO



EVOLUCION EN LA TEMPERATURA DE LA MEZCLA

Tiempo (min)	Temperatura
00:00	22.30
00:30	24.60
01:30	26.40
02:00	28.20
02:30	30.00
03:30	31.90





LABORATORIO DE MATERIALES VIAJE S.A. DE C.V.

Compañía
Minera
Cuzcatlán

SERVICIOS DE CONTROL DE CALIDAD

PROPORCION DE DISEÑO

Materiales	Cantidad	
	Peso	Proporcion
Cemento (gr)	500.00	68.49%
Aditivo (ml)	35.00	4.79%
Agua (ml)	230.00	31.51%
Total	765.00	104.79%

Mezcla N°	8
-----------	---

Peso seco	105.46
Peso humedo	110.10
Absorcion	4.41%
Relacion a/c	0.46

RESULTADOS DE ENSAYE

Edad (días)	3
-------------	---

Largo (cm)	5.00
Ancho (cm)	5.00
Area (cm ²)	25.00
Carga (knf)	4.11

Resistencia (kg/cm ²)	0.16
-----------------------------------	------

RESISTENCIA DISEÑO

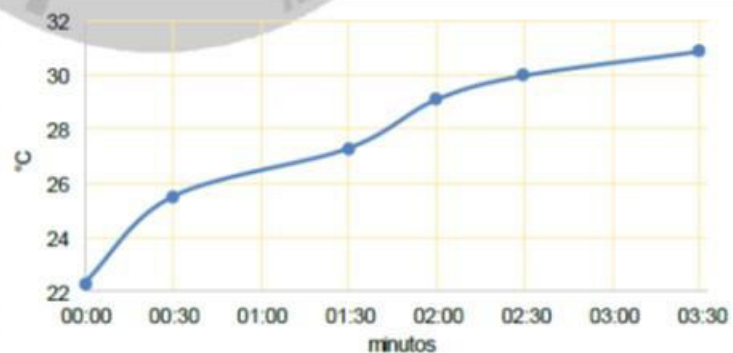
Factor	1.37
--------	------

REPORTE FOTOGRAFICO



EVOLUCION EN LA TEMPERATURA DE LA MEZCLA

Tiempo (min)	Temperatura
00:00	22.30
00:30	25.50
01:30	27.30
02:00	29.10
02:30	30.00
03:30	30.90





LABORATORIO DE MATERIALES VIAJE S.A. DE C.V.

SERVICIOS DE CONTROL DE CALIDAD



PROPORCION DE DISEÑO

Materiales	Cantidad	
	Peso	Proporcion
Cemento (gr)	500.00	68.49%
Aditivo (ml)	40.00	5.48%
Agua (ml)	230.00	31.51%
Total	770.00	105.48%

Mezcla N°	9
-----------	---

Peso seco	118.80
Peso humedo	125.98
Absorcion	6.05%
Relacion a/c	0.46

RESULTADOS DE ENSAYE

Edad (dias)	3
-------------	---

Largo (cm)	5.00
Ancho (cm)	5.00
Area (cm ²)	25.00
Carga (knf)	3.15

Resistencia (kg/cm ²)	0.13
-----------------------------------	------

RESISTENCIA DISEÑO

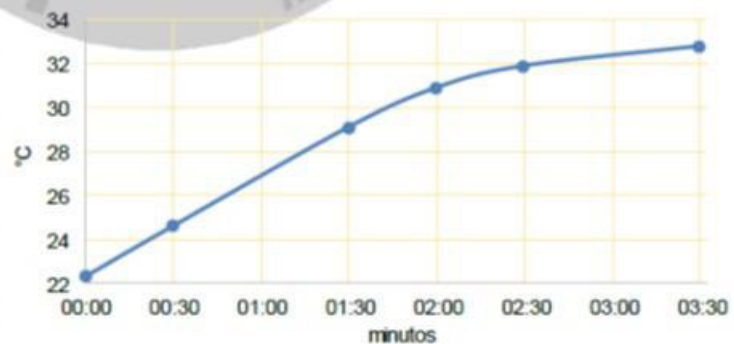
Factor	1.05
--------	------

REPORTE FOTOGRAFICO



EVOLUCION EN LA TEMPERATURA DE LA MEZCLA

Tiempo (min)	Temperatura
00:00	22.30
00:30	24.60
01:30	29.10
02:00	30.90
02:30	31.90
03:30	32.80





LABORATORIO DE MATERIALES VIAJE S.A. DE C.V.

SERVICIOS DE CONTROL DE CALIDAD



PROPORCION DE DISEÑO

Materiales	Cantidad	
	Peso	Proporcion
Cemento (gr)	500.00	68.49%
Aditivo (ml)	45.00	6.16%
Agua (ml)	230.00	31.51%
Total	775.00	106.16%

Mezcla N°	10
-----------	----

Peso seco	105.46
Peso humedo	111.02
Absorcion	5.28%
Relacion a/c	0.46

RESULTADOS DE ENSAYE

Edad (dias)	3
-------------	---

Largo (cm)	5.00
Ancho (cm)	5.00
Area (cm ²)	25.00
Carga (knf)	4.42

Resistencia (kg/cm ²)	0.18
-----------------------------------	------

RESISTENCIA DISEÑO

Factor	1.473333333
--------	-------------

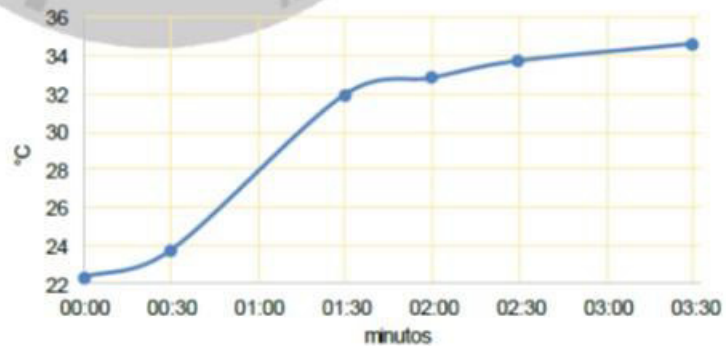
REPORTE FOTOGRAFICO



EVOLUCION EN LA TEMPERATURA DE LA MEZCLA

Tiempo (min)	Temperatura
--------------	-------------

00:00	22.30
00:30	23.70
01:30	31.90
02:00	32.80
02:30	33.70
03:30	34.60





LABORATORIO DE MATERIALES VIAJE S.A. DE C.V.

SERVICIOS DE CONTROL DE CALIDAD



PROPORCION DE DISEÑO

Materiales	Cantidad	
	Peso	Proporcion
Cemento (gr)	500.00	68.49%
Aditivo (ml)	50.00	6.85%
Agua (ml)	230.00	31.51%
Total	780.00	106.85%

Mezcla N°	11
-----------	----

Peso seco	98.90
Peso humedo	105.39
Absorcion	6.56%
Relacion a/c	0.46

RESULTADOS DE ENSAYE

Edad (días)	3
-------------	---

Largo (cm)	5.00
Ancho (cm)	5.00
Area (cm ²)	25.00
Carga (knf)	3.47

Resistencia (kg/cm ²)	0.14
-----------------------------------	------

RESISTENCIA DISEÑO

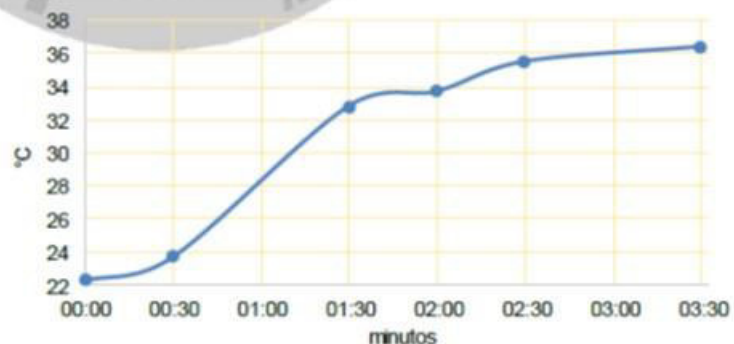
Factor	1.15666667
--------	------------

REPORTE FOTOGRAFICO



EVOLUCION EN LA TEMPERATURA DE LA MEZCLA

Tiempo (min)	Temperatura
00:00	22.30
00:30	23.70
01:30	32.80
02:00	33.70
02:30	35.50
03:30	36.40





**LABORATORIO DE MATERIALES
VIAJE S.A. DE C.V.**



SERVICIOS DE CONTROL DE CALIDAD

PROPORCION DE DISEÑO

Materiales	Cantidad	
	Peso	Proporcion
Cemento (gr)	500.00	68.49%
Aditivo (ml)	55.00	7.53%
Agua (ml)	230.00	31.51%
Total	785.00	107.53%

Mezcla N°	12
-----------	----

Peso seco	106.84
Peso humedo	111.71
Absorcion	4.57%
Relacion a/c	0.46

RESULTADOS DE ENSAYE

Edad (días)	3
Largo (cm)	5.00
Ancho (cm)	5.00
Area (cm ²)	25.00
Carga (knf)	3.31

Resistencia (kg/cm ²)	0.13
-----------------------------------	------

RESISTENCIA DISEÑO

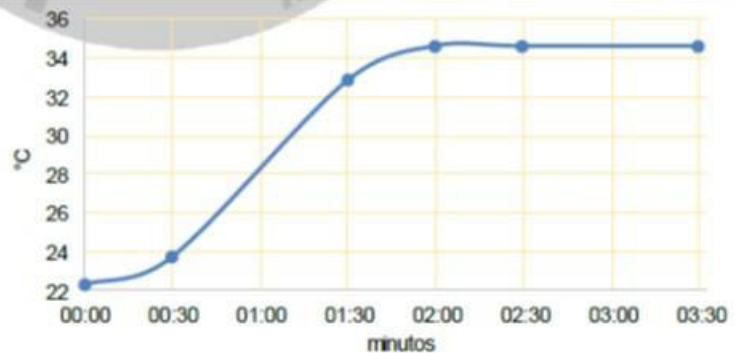
Factor	1.103333333
--------	-------------

REPORTE FOTOGRAFICO



EVOLUCION EN LA TEMPERATURA DE LA MEZCLA

Tiempo (min)	Temperatura
00:00	22.30
00:30	23.70
01:30	32.80
02:00	34.60
02:30	34.60
03:30	34.60





LABORATORIO DE MATERIALES VIAJE S.A. DE C.V.

SERVICIOS DE CONTROL DE CALIDAD



PROPORCION DE DISEÑO

Materiales	Cantidad	
	Peso	Proporcion
Cemento (gr)	500.00	68.49%
Aditivo (ml)	60.00	8.22%
Agua (ml)	230.00	31.51%
Total	790.00	108.22%

Mezcla N°	13
-----------	----

Peso seco	116.84
Peso humedo	122.18
Absorcion	4.57%
Relacion a/c	0.46

RESULTADOS DE ENSAYE

Edad (días)	3
-------------	---

Largo (cm)	5.00
Ancho (cm)	5.00
Area (cm ²)	25.00
Carga (knf)	3.44

Resistencia (kg/cm ²)	0.14
-----------------------------------	------

RESISTENCIA DISEÑO

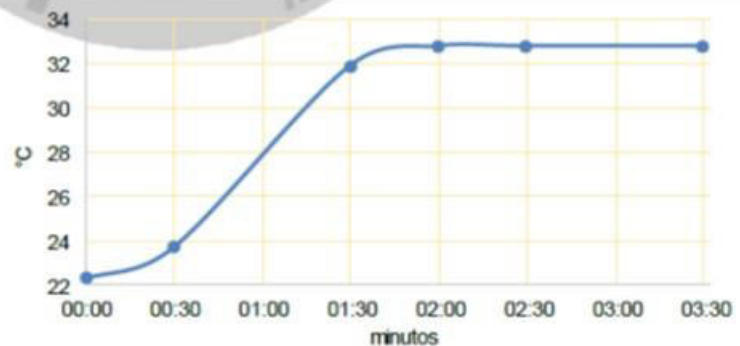
Factor	1.146666667
--------	-------------

REPORTE FOTOGRAFICO



EVOLUCION EN LA TEMPERATURA DE LA MEZCLA

Tiempo (min)	Temperatura
00:00	22.30
00:30	23.70
01:30	31.90
02:00	32.80
02:30	32.80
03:30	32.80





LABORATORIO DE MATERIALES VIAJE S.A. DE C.V.

SERVICIOS DE CONTROL DE CALIDAD



PROPORCION DE DISEÑO

Materiales	Cantidad	
	Peso	Proporcion
Cemento (gr)	500.00	68.49%
Aditivo (ml)	65.00	8.90%
Agua (ml)	230.00	31.51%
Total	795.00	108.90%

Mezcla N°	14
-----------	----

Peso seco	130.53
Peso humedo	134.49
Absorcion	3.04%
Relacion a/c	0.46

RESULTADOS DE ENSAYE

Edad (días)	3
-------------	---

Largo (cm)	5.00
Ancho (cm)	5.00
Area (cm ²)	25.00
Carga (knf)	4.14

Resistencia (kg/cm ²)	0.17
-----------------------------------	------

RESISTENCIA DISEÑO

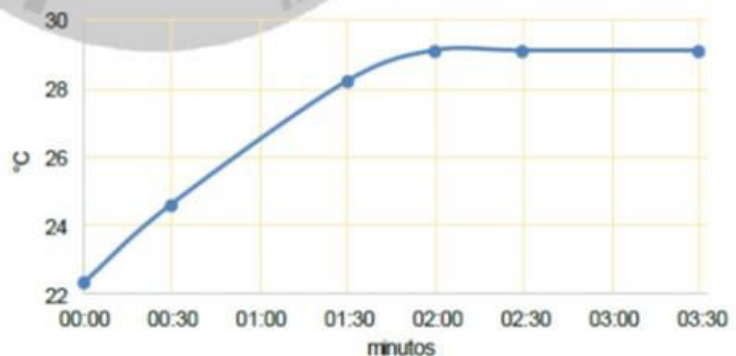
Factor	1.38
--------	------

REPORTE FOTOGRAFICO





EVOLUCION EN LA TEMPERATURA DE LA MEZCLA

Tiempo (min)	Temperatura
00:00	22.30
00:30	24.60
01:30	28.20
02:00	29.10
02:30	29.10
03:30	29.10



ANEXO 8: Diseños de concreto

	LABORATORIO DE MATERIALES VIAJE S.A. DE C.V.				
SERVICIOS DE CONTROL DE CALIDAD					
PROPORCIONAMIENTO PARA CONCRETO HIDRAULICO					
OBRA:	MUESTRA DE MINA	ENSAYES N° CMC001/15			
UBICACIÓN:	KM 42.5 CARRETERA FEDERAL 175 OAXACA-PUERTO ANGEL S/N POR SAN JOSÉ DEL PROGRESO, OCOTLÁN, OAXACA	FECHA DE INFORME: 01-mar-16			
SOLICITANTE:	COMPAÑÍA MINERA CUZCATLÁN S. A. DE C. V.				
DATOS DE DISEÑO					
DATOS DEL PROYECTO		CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES			
		CEMENTO	ARENA	GRAVA	
F _c = (KG/CM ²)	240	PESO ESPECÍFICO SECO COMPACTO 1515 kg/m ³	1720 kg/m ³	1503 kg/m ³	
REVENIMIENTO (cm)	14 (± 2)	DENSIDAD 3.15 ton/m ³	2.57 ton/m ³	2.53 ton/m ³	
TAMAÑO MAX. DE AGREGADOS	12.5	TAMAÑO MÁXIMO -	9.5 mm	12.5 mm	
RELACION AGUA-CEMENTO	0.63	ABSORCIÓN -	1.80	1.26	
PROPORCIONAMIENTO					
BASADO EN LAS ESPECIFICACIONES ACI 211.1-91 (R 2002) Y ACI 302.1R-04 (2004)					
MATERIALES	PROPORCION PARA UN BULTO DE CEMENTO		CANTIDADES PARA PRODUCIR 1.0 M³ DE CONCRETO (KG)		
	EN PESO (KG)	EN VOLUMEN (BOTES)			
CEMENTO	50	1 BULTO	386		
AGUA	35	2	267		
ARENA	105	3 5/7	812		
GRAVA	91	3 1/2	706		
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES					
MATERIALES	TIPO O MARCA		PROCEDENCIA		
CEMENTO	MOCTEZUMA CPC 40/RS		ZETUNAS. DE R.L. DE C.V.		
AGUA	-		-		
ARENA	BANCO		ANDRES VASQUEZ LOPEZ		
GRAVA	BANCO		ANDRES VASQUEZ LOPEZ		
OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES					
EL DISEÑO DE MEZCLA SE REALIZÓ EN CONDICIONES ÓPTIMAS DE LABORATORIO. LOS AGREGADOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE.					
DE SER NECESARIO EL EMPLEO DE FIBRA DE ACERO SE DEBE HACER EN PROPORCION DE 10 KG POR M ³ .					



**LABORATORIO DE MATERIALES
VIAJE S.A. DE C.V.**

SERVICIOS DE CONTROL DE CALIDAD



PROPORCIONAMIENTO PARA CONCRETO HIDRAULICO

OBRA:	MUESTRA DE MINA	ENSAYES N°	CMC002/15
UBICACIÓN:	KM 42.5 CARRETERA FEDERAL 175 OAXACA-PUERTO ÁNGEL S/N POR SAN JOSÉ DEL PROGRESO, OCOTLÁN, OAXACA	FECHA DE INFORME:	01-mar-16
SOLICITANTE:	COMPAÑÍA MINERA CUZCATLÁN S. A. DE C. V.		

DATOS DE DISEÑO

DATOS DEL PROYECTO		CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES				
			CEMENTO	ARENA	GRAVA	JAL
F'c = (KG/CM2)	240	PESO ESPECÍFICO SECO COMPACTO	1515 kg/m ³	1720 kg/m ³	1503 kg/m ³	1385 kg/m ³
REVENIMIENTO (cm)	14 (± 2)	DENSIDAD	3.15 ton/m ³	2.57 ton/m ³	2.53 ton/m ³	2.30 ton/m ³
TAMAÑO MAX. DE AGREGADOS	12.5	TAMAÑO MÁXIMO	-	9.5 mm	12.5 mm	N° 100
RELACION AGUA-CEMENTO	0.63	ABSORCIÓN	-	3.57	1.80	1.21

PROPORCIONAMIENTO

BASADO EN LAS ESPECIFICACIONES ACI 211.1-91 (R 2002) Y ACI 302.1R-04 (2004)

MATERIALES	PROPORCION PARA UN BULTO DE CEMENTO		CANTIDADES PARA PRODUCIR 1.0 M3 DE CONCRETO (KG)
	EN PESO (KG)	EN VOLUMEN (BOTES)	
CEMENTO	50	1 BULTO	285
AGUA	40	2	230
ARENA	129	4 1/2	736
GRAVA	124	4 1/2	706
JAL	27	1	154

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

MATERIALES	TIPO O MARCA	PROCEDENCIA
CEMENTO	MOCTEZUMA CPC 40/RS	ZETUNA S. DE R.L. DE C.V.
AGUA	-	-
ARENA	BANCO	ANDRES VASQUEZ LOPEZ
GRAVA	BANCO	ANDRES VASQUEZ LOPEZ
JAL	-	RESIDUO MINERO

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

EL DISEÑO DE MEZCLA SE REALIZÓ EN CONDICIONES ÓPTIMAS DE LABORATORIO. LOS AGREGADOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE.
DE SER NECESARIO EL EMPLEO DE FIBRA DE ACERO SE DEBE HACER EN PROPORCIÓN DE 10 KG POR M3.



**LABORATORIO DE MATERIALES
VIAJE S.A. DE C.V.**



SERVICIOS DE CONTROL DE CALIDAD

PROPORCIONAMIENTO PARA CONCRETO HIDRAULICO

OBRA:	MUESTRA DE MINA	ENSAYES N°	CMC003/15
UBICACIÓN:	KM 42.5 CARRETERA FEDERAL 175 OAXACA-PUERTO ANGEL S/N POR SAN JOSÉ DEL PROGRESO, OCOTLÁN, OAXACA	FECHA DE INFORME:	31-mar-16
SOLICITANTE:	COMPAÑÍA MINERA CUZCATLÁN S. A. DE C. V.		

DATOS DE DISEÑO

DATOS DEL PROYECTO		CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES				
			CEMENTO	ARENA	GRAVA	JAL
F _c = (KG/CM ²)	240	PESO ESPECÍFICO SECO COMPACTO	1515 kg/m ³	1720 kg/m ³	1503 kg/m ³	1385 kg/m ³
REVENIMIENTO (cm)	14 (± 2)	DENSIDAD	3.15 ton/m ³	2.57 ton/m ³	2.53 ton/m ³	2.30 ton/m ³
TAMAÑO MAX. DE AGREGADOS	12.5	TAMAÑO MAXIMO	-	9.5 mm	12.5 mm	N° 100
RELACION AGUA-CEMENTO	0.63	ABSORCION	-	3.57	1.80	1.21

PROPORCIONAMIENTO

BASADO EN LAS ESPECIFICACIONES ACI 211.1-91 (R 2002) Y ACI 302.1R-04 (2004)

MATERIALES	PROPORCION PARA UN BULTO DE CEMENTO		CANTIDADES PARA PRODUCIR 1.0 M3 DE CONCRETO (KG)
	EN PESO (KG)	EN VOLUMEN (BOTES)	
CEMENTO	50	1 BULTO	285
AGUA	40	2	230
ARENA	177	6 2/9	1009
GRAVA	76	2 3/4	433
JAL	27	1	154

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

MATERIALES	TIPO O MARCA	PROCEDENCIA
CEMENTO	MOCTEZUMA CPC 40/RS	ZETUNA S. DE R.L. DE C.V.
AGUA	-	-
ARENA	BANCO	ANDRES VASQUEZ LOPEZ
GRAVA	BANCO	ANDRES VASQUEZ LOPEZ
JAL	-	RESIDUO MINERO

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

EL DISEÑO DE MEZCLA SE REALIZÓ EN CONDICIONES ÓPTIMAS DE LABORATORIO Y PARTEN DE LA MODIFICACION EN LAS PROPORCIONES DE LOS AGREGADOS, MISMOS QUE FUERON PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE.



LABORATORIO DE MATERIALES VIAJE S.A. DE C.V.

SERVICIOS DE CONTROL DE CALIDAD



PROPORCIONAMIENTO PARA CONCRETO HIDRAULICO

OBRA:	MUESTRA DE MINA	ENSAYES N°	CMC004/15
UBICACIÓN:	KM 42.5 CARRETERA FEDERAL 175 OAXACA-PUERTO ANGEL S/N POR SAN JOSÉ DEL PROGRESO, OCOTLÁN, OAXACA	FECHA DE INFORME:	31-mar-16
SOLICITANTE:	COMPAÑÍA MINERA CUZCATLÁN S. A. DE C. V.		

DATOS DE DISEÑO

DATOS DEL PROYECTO		CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES				
			CEMENTO	ARENA	GRAVA	JAL
F _c = (KG/CM ²)	240	PESO ESPECÍFICO SECO COMPACTO	1515 kg/m ³	1720 kg/m ³	1503 kg/m ³	1385 kg/m ³
REVENIMIENTO (cm)	14 (± 2)	DENSIDAD	3.15 ton/m ³	2.57 ton/m ³	2.53 ton/m ³	2.30 ton/m ³
TAMAÑO MAX. DE AGREGADOS	12.5	TAMAÑO MÁXIMO	-	9.5 mm	12.5 mm	N° 100
RELACION AGUA-CEMENTO	0.63	ABSORCION	-	3.57	1.80	1.21

PROPORCIONAMIENTO

BASADO EN LAS ESPECIFICACIONES ACI 211.1-91 (R 2002) Y ACI 302.1R-04 (2004)

MATERIALES	PROPORCION PARA UN BULTO DE CEMENTO		CANTIDADES PARA PRODUCIR 1.0 M ³ DE CONCRETO (KG)
	EN PESO (KG)	EN VOLUMEN (BOTES)	
CEMENTO	50	1 BULTO	285
AGUA	40	2	230
ARENA	126	4 4/9	721
GRAVA	126	4 4/7	721
JAL	27	1	154

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

MATERIALES	TIPO O MARCA	PROCEDENCIA
CEMENTO	MOCTEZUMA CPC 40/RS	ZETUNA S. DE R.L. DE C.V.
AGUA	-	-
ARENA	BANCO	ANDRES VASQUEZ LOPEZ
GRAVA	BANCO	ANDRES VASQUEZ LOPEZ
JAL	-	RESIDUO MINERO

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

EL DISEÑO DE MEZCLA SE REALIZÓ EN CONDICIONES ÓPTIMAS DE LABORATORIO Y PARTEN DE LA MODIFICACION EN LAS PROPORCIONES DE LOS AGREGADOS, MISMOS QUE FUERON PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE.

ANEXO 9: Estándares de sostenimiento para concreto lanzado 2"

SECCION 4.5 x 4.5 - SHOTCRETE 2"

TIPO ROCA	RMR	TIPO DE PERNO
MALA - A	31 - 40	Split set y/o Ancla Helicoidal

Aplicación:
Colocar 08 anclas por seccion esp. a 1.5 m
Reforzar con malla o CONCRETO LANZADO 2"



DETALLE DE CALIBRADOR



Materiales	Cantidad (1m3)	
	Peso	Proporción
Cemento (Kg)	285	14%
Agua (lt)	230	11%
Arena (kg)	1009	48%
Grava (Kg)	433	20%
Jal (kg)	154	7%
Fibra (Kg)	20	0%
Acelerante (lt)	12	0%

PASOS CRITICOS

1. Entrega y recepcion de la obra por contratista de mina y contratista de lanzado, revision de amacice, ventilacion, rezagado, lineas de servicios ok.
2. Antes del lanzado con Alpha 20 revisar equipo, mangueras y tuberias a presion.
3. Durante el lanzado de concreto, el operador debe ublcarse del lado opuesto de la tabla a sostener, sin pasar la linea segura o del tomamesa del ALPHA.
4. Por ningun motivo el lanzador o personas ajenas deberan Ingresar a la zona enl proceso de lanzado y/o reclin zarpeada, hasta despues de 5 hrs,
5. El lanzado de concreto comienza con la parte inferior de las tablas hacia la parte superior de forma gradual con la finalidad de otorgar el espesor de concreto sugerido realizando movimientos circulares y perpendiculares con la plstola del alpha y a una dlistancia no mayor de 1.5m.
6. El area de ublcacion del lanzador debera estar libre de obstaculos a fin de evltar calda de personas.

GEOM: S.R.H.M.
REV.: Ing. Sergio Hualcane.
PLANEACION

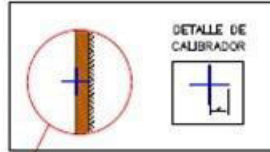
<i>Compañía Minera Cuzcatlan SA de CV</i>
<i>DEPARTAMENTO DE GEOMECANICA</i>
ESTANDARIZACION DE SOSTENIMIENTO

ESC.: GRAFICA
FECHA: Diciembre 2017
PLANO: N ° 1

SECCION 6.0 x 6.0 - SHOTCRETE 2"

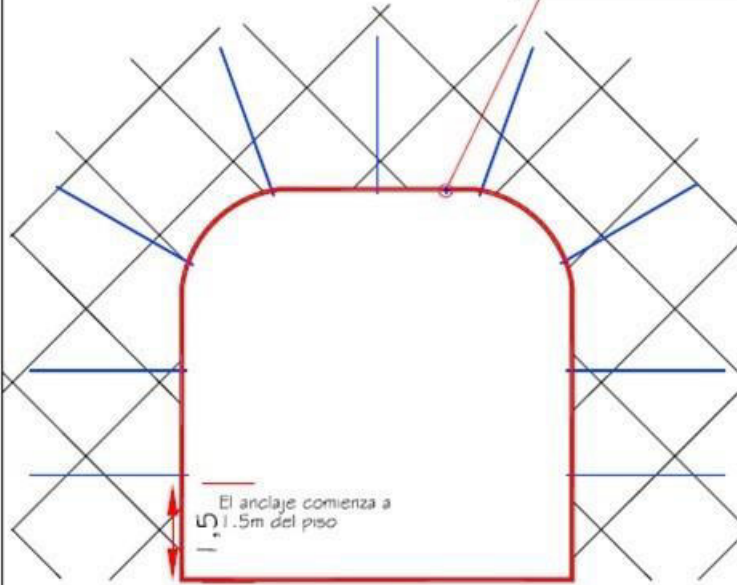
TIPO ROCA	RMR	TIPO DE PERNO
MALA - A	31 - 40	Split set y/o Ancla Helicoidal

Aplicación:
Colocar 09 anclas por seccion esp. a 1.5 m
Reforzar con malla o CONCRETO LANZADO 2"



DOSIFICACION DE CONCRETO CON RELAVE 2"

Materiales	Cantidad (1m3)	
	Peso	Proporción
Cemento (Kg)	285	14%
Agua (lt)	230	11%
Arena (kg)	1009	48%
Grava (Kg)	433	20%
Jal (kg)	154	7%
Fibra (Kg)	20	0%
Acelerante (lt)	12	0%



- PASOS CRITICOS**
- Entrega y recepcion de la obra por contratista de mina y contratista de lanzado, revision de amacice, ventilacion, rezagado, lineas de servicios ok.
 - Antes del lanzado con Alpha 20 revisar equipo, mangueras y tuberías a presion.
 - Durante el lanzado de concreto, el operador debe ubicarse del lado opuesto de la tabla a sostener, sin pasar la linea segura o del tornamesa del ALPHA.
 - Por ningun motivo el lanzador o personas ajenas deberan ingresar a la zona en proceso de lanzado y/o recjen zarpeada, hasta despues de 5 hrs.
 - El lanzado de concreto comienza con la parte inferior de las tablas hacia la parte superior de forma gradual con la finalidad de otorgar el espesor de concreto sugerido realizando movimientos circulares y perpendiculares con la pistola del alpha y a una distancia no mayor de 1.5m.
 - El area de ubicacion del lanzador debera estar libre de obstaculos a fin de evltar calda de personas.

GEOM: S.R.H.M.
REV.: Ing. Sergio Hualcane.
PLANEACION

Compañia Minera Cuzcatlan SA de CV
DEPARTAMENTO DE GEOMECANICA

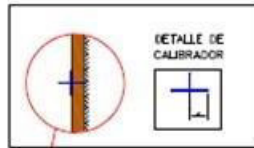
ESTANDARIZACION DE SOSTENIMIENTO

ESC.: GRAFICA
FECHA: Diciembre 2017
PLANO: N ° 2

SECCION 8.0 x 6.0 - SHOTCRETE 2"

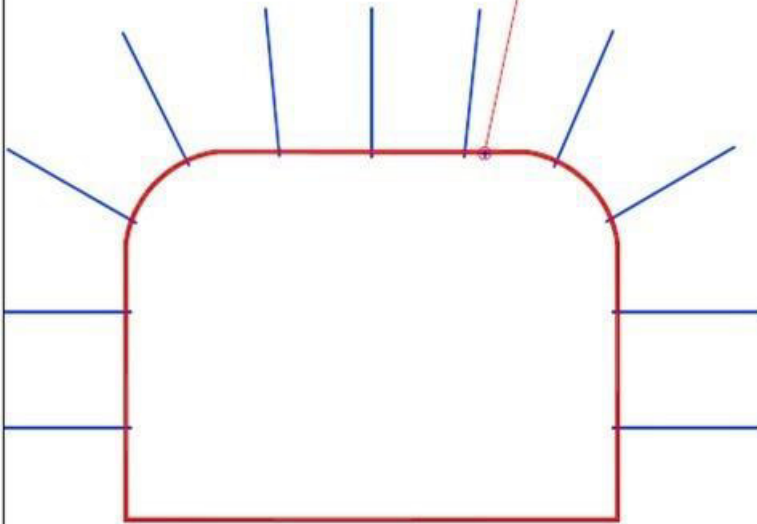
TIPO ROCA	RMR	TIPO DE PERNO
MALA-A	31-40	Split set y/o Ancla Helicoidal

Aplicación:
Colocar 11 anclas por seccion esp. a 1.5 m
Reforzar con malla o CONCRETO LANZADO 2"



DOSIFICACION DE CONCRETO CON RELAVE 2"

Materiales	Cantidad (1m3)	
	Peso	Proporción
Cemento (Kg)	285	14%
Agua (l)	230	11%
Arena (kg)	1009	48%
Grava (Kg)	433	20%
Jal (kg)	154	7%
Fibra (Kg)	20	0%
Acelerante (l)	12	0%



PASOS CRITICOS

1. Entrega y recepcion de la obra por contratista de mina y contratista de lanzado, revision de amalce, ventilacion, rezagado, lineas de servicios ok,
2. Antes del lanzado con Alpha 20 revisar equipo, mangueras y tuberías a presion,
3. Durante el lanzado de concreto, el operador debe ubicarse del lado opuesto de la tabla a sostener, sin pasar la linea segura o del tornamesa del ALPHA.
4. Por ningun motivo el lanzador o personas ajenas deberan Ingresar a la zona enl proceso de lanzado y/o recién zarpeada, hasta despues de 5 hrs.
5. El lanzado de concreto comienza con la parte inferior de las tablas hacia la parte superior de forma gradual con la finalidad de otorgar el espesor de concreto sugerido realizando movimientos circulares y perpendiculares con la pistola del alpha y a una distancia no mayor de 1.5m.
6. El area de ublcacion del lanzador debera estar libre de obstaculos a fin de evitar calda de personas.

GEOM: S.R.H.M.
REV.: Ing. Sergio Hualcane.
PLANEACION

Compañia Minera Cuzcatlan SA de CV
DEPARTAMENTO DE GEOMECANICA

ESTANDARIZACION DE SOSTENIMIENTO

ESC.: GRAFICA
FECHA: Diciembre 2017
PLANO: N° 3