

**UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURIMAC
FACULTAD DE INGENIERÍA**

ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL INGENIERÍA DE MINAS



**“MEJORA CONTINUA EN LA DOSIFICACIÓN DE RELLENO CEMENTADO
Nv. 1,200 – 1,300 mts. UNIDAD MINERA ANDAYCHAGUA – JUNÍN.
PERIODO 2017 - 2018”**

TESIS

PRESENTADO POR:

ELMER VENTURA ROMAN

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE MINAS

ABANCAY - PERÚ

2018



UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURIMAC FACULTAD DE
INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL INGENIERÍA DE MINAS



Tesis

**“MEJORA CONTINUA EN LA DOSIFICACIÓN DE RELLENO CEMENTADO
Nv. 1,200 – 1,300 mts. UNIDAD MINERA ANDAYCHAGUA – JUNÍN. PERIODO 2017 - 2018”**

Presentado por **ELMER VENTURA ROMAN**, para optar el Título de:
INGENIERO DE MINAS

Sustentado y aprobado el 28 de noviembre de 2018, ante el jurado:

Presidente:

Ing. Darío Dante Sánchez Castillo

Primer Miembro:

Ing. José Adolfo Cárdenas Catalán

Segundo Miembro:

Ing. Percy Leonidas Cortez Miranda

Asesor (es):

Ing. Walquer Huacani Calsin

Agradecimiento

A los A los diversos ingenieros y profesionales, gracias a sus consejos e importantes aportes en el desarrollo de este trabajo.

A todos los amigos y conocidos que me brindaron apoyo durante la elaboración de la presente tesis.

A mi “Alma Mater”, la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac.



Dedicatoria

A Dios por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos trazados, además de su infinita bondad y amor.

A mis padres Juana y Julio a mis hermanos Almer, Elvis, Elvira, Nataly y Elizabet y a mi Tío David, por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, amor y a todos aquellos que apoyaron directa o indirectamente en la elaboración de esta tesis.

A mis maestros. Por su gran apoyo ofrecido, por su tiempo compartido y motivación para la culminación y elaboración de esta tesis; y por impulsar el desarrollo de nuestra formación profesional.



ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
RESUMEN.....	3
ABSTRACT	4
CAPÍTULO I.....	5
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	5
1.1. DEFINICIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	5
1.1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	6
1.2. OBJETIVOS.	6
1.2.1. OBJETIVO GENERAL	6
1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	6
1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN.....	7
1.4. LIMITACIONES	7
CAPÍTULO II.....	8
MARCO TEÓRICO	8
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	8
2.2. MARCO REFERENCIAL	10
2.3. MARCO CONCEPTUAL	87
CAPÍTULO III.....	88
DISEÑO METODOLÓGICO.....	88
3.1. VARIABLES Y DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES	88
3.1.1. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES.....	88
3.1.2. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	88
3.2. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS.....	93
3.2.1. HIPÓTESIS GENERAL	93
3.2.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	93
3.3. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN	93
3.3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	93
3.3.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN	93
3.4. MÉTODO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	93
3.4.1. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN.....	93
3.5. POBLACIÓN	94
3.6. MUESTRA	94
3.7. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIMENTACIÓN	95
3.8. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	95
3.9. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	96
3.10. PRUEBA DE HIPÓTESIS	98
CAPITULO IV	100



RESULTADOS.....	100
4.1. DESCRIPCIÓN DE RESULTADOS Y PRUEBA DE HIPÒTESIS - INTERRELACIÒN....	100
CAPÍTULO V.....	163
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	163
CONCLUSIONES.....	163
RECOMENDACIONES	165
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....	166
ANEXOS	168

**“MEJORA CONTINUA EN LA DOSIFICACIÓN DE RELLENO CEMENTADO
Nv. 1,200 – 1,300 mts. UNIDAD MINERA ANDAYCHAGUA – JUNÍN.
PERIODO 2017 - 2018”**

Esta publicación está bajo una Licencia Creative Commons



INTRODUCCIÓN

El presente proyecto consiste en determinar como la mejora continua influye significativamente en la adecuada dosificación del relleno cementado, de qué modo se relaciona con el desempeño personal, la producción depende de la mejora continua y la incorporación de cal y aditivo en el comportamiento de relleno cementado.

En todas las empresas se toman decisiones a diario, quienes deben tomar esas decisiones, requieren de minimizar este riesgo que afecta a la seguridad y la producción ya que se requiere del relleno constante de las labores que han sido explotadas y extraídas, el mineral para poder seguir profundizando y teniendo una mayor estabilidad por la seguridad de personal, equipo, del proceso y el medio ambiente.

Es fundamental que en toda empresa los procesos estén definidos correctamente. Las herramientas que permiten que los procesos de la empresa puedan ser integrados satisfactoriamente son las tecnologías de información, de esta manera nos enfocaremos en la manipulación de los datos (IBM SPSS Modeler).

Según las estimaciones interválicas de las medias poblacionales, del análisis se llegó a determinar que la mejora continua influye significativamente en un 65% en la adecuada dosificación del relleno cementado

Con el propósito de hacer más entendible la presente tesis, ha sido dividida en cinco capítulos, cuyos contenidos son los siguientes:

Capítulo I: Planteamiento del Problema. - En este capítulo esta detallado todo sobre el planteamiento del Problema, pues se define la realidad problemática, objetivos, justificación e importancia de la investigación y Limitaciones.

Capítulo II: El Marco Teórico. - Se especifica los antecedentes, teniendo como referencia tesis, libros, artículos científicos y la parte teórica de la tesis, obteniendo validar la información para ser relacionado con la metodología y modelos que se está utilizando para el desarrollo de la tesis.

Capítulo III: Diseño metodológico.- La mejora continua influye significativamente en la adecuada dosificación del relleno cementado.

En este capítulo se detalla:

La mejora continua se relaciona significativamente con el desempeño del personal a través de: creatividad e innovación de los sistemas de gestión, rediseño y simplificación de los procesos, y entrenamiento – calificación de colaboradores

La producción a través de: - nivel del personal especializado en las operaciones de los sistemas de gestión, - automatización de procesos, y – eliminación de procesos innecesarios, va a depender de la mejora continua

La incorporación de cal y aditivos influye significativamente en el grado de porosidad y resistencia del relleno cementado

Capítulo IV: Resultados. - Se realiza la prueba empírica para la recopilación, análisis e interpretación de los resultados obtenidos. Primero, se describe la población y muestra, seguidamente el tipo de muestra, nivel de confianza. También se muestra el análisis de la pre prueba y post prueba. Los datos se mostrarán en tablas las cuales al término de este capítulo serán analizadas y seguidamente se realizará la contrastación de la hipótesis.

Se realizaron considerando las técnicas de conteo y tabulación de las muestras tomadas, primero se realizó la Descripción de resultados y prueba de hipótesis, seguidamente el Análisis y organización de la ficha técnica de recolección de datos, Frecuencias estadísticas, Análisis y organización de la ficha técnica de recolección de datos. Frecuencias estadísticas, Consolidado de los resultados – encuesta especialistas, Factor anova – ingenieros especialistas, Prueba de hipótesis Y Análisis y discusión de resultados. Los datos se mostrarán en tablas las cuales al término de este capítulo serán analizadas y seguidamente se realizará la contratación de la hipótesis.

Capítulo V: Conclusiones y Recomendaciones. - Se mostrarán las conclusiones y recomendaciones, obtenidos del proyecto realizado. Al final se presentará las referencias bibliográficas y anexos.

RESUMEN

La presente investigación consiste en determinar como la mejora continua influye significativamente en la adecuada dosificación del relleno cementado que actualmente se está aplicando en la unidad minera Andaychagua de Volcan Compañía Minera S.A.A. y que están realizando el método de explotación corte y relleno descendente con relleno cementado.

Así mismo, aspiramos a establecer el modo en que la mejora continua se relaciona con el desempeño del personal, Analizar y evaluar la manera en que la producción va a depender de la mejora continua y Conocer cómo influye la incorporación de cal y aditivos en el comportamiento del relleno cementado.

El diseño propuesto se piloteo mediante una encuesta a los ingenieros y/o supervisores especialistas en el relleno cementado. Siendo la variable independiente el relleno cementado mientras que la variable dependiente fue la mejora continua, porque esta condición está sujeta a cambios y modificaciones para optimizarlo.

El tipo de investigación desarrollada fue una investigación aplicada, ya que esta se caracteriza por su interés en la aplicación de los conocimientos teóricos a una determinada situación concreta y las consecuencias prácticas que de ella se deriven.

Los resultados obtenidos de las pruebas se analizaron mediante la estadística descriptiva en sus tres dimensiones de experimentación. Según las estimaciones interválicas de las medias poblacionales, del análisis se llegó a determinar que la mejora continua influye significativamente en un 65% en la adecuada dosificación del relleno cementado.

Palabras clave: mejora continua, dosificación, relleno cementado.

ABSTRACT

The present investigation consists of determining as improvement in the continuous improvement in the adequate dosage of the cement filling that is currently applied in the mining unit Andaychagua of Volcan Compañía Minera S.A.A. and that they are performing the cut and fill descending method with cemented filling.

Likewise, we aspire to establish the way in which continuous improvement is related to staff performance, analyze and evaluate the way in which production will depend on continuous improvement and know how the incorporation of lime and additives in behavior influences of the cemented filling.

The proposed design was piloted through a survey of the engineers and / or supervisors specialized in the cemented filling. The independent variable being the cemented filling while the dependent variable was the continuous improvement, because this condition is subject to changes and modifications to optimize it.

The type of research developed was an applied research, since it is characterized by its interest in the application of theoretical knowledge to a specific situation and the practical consequences derived from it.

The results obtained from the tests were analyzed by descriptive statistics in its three experimental dimensions. According to the interválicas estimations of the population means, from the analysis it was determined that the continuous improvement influences significantly in 65% in the adequate dosage of the cemented filling.

Keywords: continuous improvement, dosage, cemented filling.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DEFINICIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Los métodos mineros que utilizan rellenos cementados buscan principalmente tres objetivos: aumentar la recuperación minera, mejorar la estabilidad geomecánica de la mina (mayor seguridad para las personas durante la explotación de la mina) y disminuir el impacto ambiental que genera la depositación perpetua de grandes volúmenes de relaves. Otro objetivo que últimamente está siendo relevante es evitar la ocurrencia de subsidencia, debido a que algunos yacimientos se encuentran debajo o próximos a poblaciones, glaciares, o a la misma infraestructura de la mina. Los rellenos cementados se utilizan tanto en la minería no metálica, como en la metálica. En la minería no metálica se emplea generalmente en las minas de carbón, debido a la mala calidad de la roca caja de estos yacimientos. En la minería metálica el relleno se usa principalmente en yacimientos de oro y plata, y en yacimientos polimetálicos con el objetivo principal de incrementar la extracción de reservas. La minería en el Perú y en el mundo está sufriendo un agotamiento de sus grandes yacimientos superficiales, esto implica que el uso de métodos de extracción subterráneos se intensifique. Este traslado desde la minería de rajo abierto a depósitos subterráneos está sujeto a un aumento de las investigaciones orientadas a mejorar estos métodos, para hacer explotables yacimientos que en el pasado simplemente eran descartados por altos costos de inversión y operacionales o por problemas de estabilidad geomecánica. A través del desarrollo del proyecto de minería recuperable, se está desarrollando desde el mes de abril del 2014 una investigación multidisciplinaria sobre el uso de relaves cementados como relleno para aumentar la recuperación del mineral, explotando los pilares de una mina subterránea en condiciones geomecánicas seguras, por lo que es importante el estudio del comportamiento geológico y mecánico de pastas de relaves cementadas (ejecutado por la disciplina resistencia de materiales), el diseño minero de mina subterránea utilizando relleno cementado (elaborado por la disciplina minera), y la evaluación del negocio que implica esta tecnología (estudio realizado por la disciplina industrial). Específicamente, en esta investigación

se presenta el diseño minero y la verificación de la estabilidad geomecánica de una mina subterránea, cuyos caserones son rellenos con “relleno cementado” para extraer sus pilares. Por lo que es necesario realizar estudios de los parámetros geoquímicos y mecánicos del relave minero que se tiene acumulado en la Unidad Minera Andaychagua, para su posible aplicación como relleno cementado para las labores mineras subterráneas.

Ante esta situación en el marco minero - productivo, el autor de la presente investigación aborda las variables: MEJORA CONTINUA y RELLENO CEMENTADO, que al operacionalizarlas y correlacionarlas respectivamente nos darán una nueva perspectiva de la influencia de la dosificación del relleno cementado en la productividad de la unidad de análisis.

1.1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

A. PROBLEMA GENERAL

¿Cómo influye la mejora continua en la dosificación del relleno cementado Nv. 1,200 – 1,300 mts. Unidad Minera Andaychagua – Junín. Periodo 2017 - 2018?

B. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- A. ¿En qué modo la mejora continua se relaciona con el desempeño del personal en la Unidad Minera Andaychagua – Junín?
- B. ¿De qué manera la producción va a depender de la mejora continua en la Unidad Minera Andaychagua – Junín?
- C. ¿Cómo influye la incorporación de cal y aditivos en el comportamiento del relleno cementado en los Nv. 1,200 – 1,300 mts. Unidad Minera Andaychagua – Junín?

1.2. OBJETIVOS.

1.2.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar como la mejora continua influye en la dosificación del relleno cementado Nv. 1,200 – 1,300 mts. Unidad Minera Andaychagua – Junín. Periodo 2017 – 2018.

1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- A. Establecer el modo en que la mejora continua se relaciona con el desempeño del personal en la Unidad Minera Andaychagua – Junín.
- B. Analizar y evaluar la manera en que la producción va a depender de la mejora continua en la Unidad Minera Andaychagua – Junín.

- C. Conocer cómo influye la incorporación de cal y aditivos en el comportamiento del relleno cementado en los Nv. 1,200 – 1,300 mts. Unidad Minera Andaychagua – Junín.

1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

A. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

En la medida que, con el desarrollo y aplicación de la presente investigación se dará validez a la teoría propuesta para las variables: Mejora Continua y Relleno Cementado en la Unidad Minera Andaychagua – Junín.

B. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA

La realización de la presente investigación y con la propuesta de sugerencias y conclusiones en la tesis, resolverá de una u otra manera la problemática minera / productiva encontrada en la unidad de análisis, asimismo de otras minas que se dedican a la extracción de minerales en el Perú.

C. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA

La presente investigación constituirá un aporte para el diseño, elaboración y validación de los instrumentos de recolección de datos, así mismo se plantea alcanzar soluciones adecuadas para conocer cómo influye la incorporación de cal y aditivos en el comportamiento del relleno cementado en los niveles Nv. 1,200 – 1,300 mts. De la Unidad Minera Andaychagua – Junín.

1.3.2. IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

El desarrollo de la investigación minera / productiva, tiene importancia académica, debido a que los resultados obtenidos contribuirán de una u otra manera a servir de antecedente para otros investigadores en el Área de la Extracción de Minerales, que traten con las variables de: Mejora Continua y Relleno Cementado, asimismo establecer el modo en que la mejora continua se relaciona con el desempeño del personal en la Unidad Minera Andaychagua – Junín.

1.4. LIMITACIONES

Las limitaciones encontradas para el desarrollo de la presente investigación básicamente son la escasa referencia bibliográfica para abordar las dos variables propuestas y los escasos antecedentes de investigación.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

- a) **Jorge Torres Oviedo. (2009). Journal - INNODOCT/13: “Uso de metodología seis sigma en las minas de Peñoles - México”. AIMMGM AC. XXVIII Convención Minera Internacional. Editorial Politécnica de Madero. México.**

El autor hace un estudio en relación a la aplicación de la metodología Seis Sigma y las experiencias que se han tenido en su aplicación para la realización de proyectos claves en las Plantas Concentradoras de Peñoles. Los resultados que se han obtenido han sido muy positivos, tanto en términos de resultados económicos como por los beneficios intangibles, con una inversión mínima se han obtenido grandes beneficios. Seis Sigma es eficaz para la mejora continua de los procesos de concentración de minerales ofreciendo una alta rentabilidad, se enfoca en encontrar las causas reales de los problemas, resolverlos de raíz y mantener su beneficio a través del tiempo, proporcionar al personal el entrenamiento y herramientas para trabajar en equipo en el análisis y mejora de los procesos, incrementar el conocimiento del personal en los procesos operativos y con una visión interdisciplinaria, con base en análisis estadístico y el intercambio de experiencias, ayudar a obtener resultados desde las primeras sesiones de los proyectos. por lo que se pretende continuar vigorosamente con la implementación de Seis Sigma para la realización de proyectos de alto valor agregado y estratégicos, por lo que se debe continuar preparando al personal de las diferentes minas como coordinadores de proyectos que en paralelo desarrollen proyectos en sus unidades. Por lo que se pretende desarrollar proyectos de mejora para optimizar los procesos e incrementar la rentabilidad. Para garantizar la ejecución exitosa de estos proyectos es necesario desarrollar las capacidades de sus profesionistas y tener una cultura de trabajo en equipo direccionada a las necesidades de sus clientes tanto externos como internos. Sus principales conclusiones del investigador son:

- Se pretende continuar vigorosamente con la implementación de la metodología seis sigma para la realización de proyectos de alto valor agregado y estratégicos.

- Se continuará preparando al personal de las diferentes minas como coordinadores de proyectos que en paralelo desarrollarán proyectos en sus unidades.
- La expectativa de la implementación de la metodología 6 Sigma fue asegurar resultados de excelencia en los proyectos y desarrollar las capacidades de nuestros profesionales para fortalecer una cultura de trabajo en equipo.
- Se encontraron elementos claves observados: - selección del proyecto, - uso adecuado de la metodología por parte de un asesor, - formación de un equipo de trabajo interdisciplinario, - selección y formación del coordinador del proyecto.

b) DEGUSSA – Construction Chemicals. (2003). Revista Científica – ISSN:0212-9728: “Soluciones a la medida para Backfill de minas”. Año 2003. UGC Internacional. MBT UNICON – Perú.

La publicación científica trata básicamente de la aplicación del Backfill en las minas, como un proceso mediante el cual los materiales de deshecho (generalmente los desperdicios metalúrgicos o agregados preparados) son colocados en la mina subterránea, con la finalidad de: reducir los desperdicios en superficie, reducir hundimientos de la superficie, aumentar la extracción subterránea, reducir el riesgo por explosión de rocas, mejorar el soporte para las excavaciones mineras y / o superficiales de trabajo, y aumentar la seguridad del trabajador. Para el transporte de materiales de relleno existen 4 métodos (o combinaciones) usados para mover el relleno, desde el punto de preparación (generalmente la superficie) hasta el sitio de trabajo subterráneo: por vía hidráulica, por medio de tuberías donde el relleno es una lechada o pasta, siendo éste método el más común, mecánicamente, por medio de cintas transportadoras o camiones, por vía neumática, por tuberías donde se envía el material seco y finalmente por gravedad. En cuanto a los criterios y requerimientos para la colocación del Backfill varían, dependiendo de las necesidades particulares de cada mina, siendo los más importantes: el relleno debe ser colocado al menor costo posible, el riesgo de falla en el relleno debe ser minimizado, es necesario un desarrollo temprano de resistencia, se debe garantizar resistencias adecuadas a largo plazo, los volúmenes a entregar deben ser confiables y adecuados, después de la colocación se debe lograr estabilidad dimensional y por último se debe reducir la segregación al máximo. Todos los productos para backfill están dirigidos para: hacer que el relleno o que todo el proceso minero sea menos costoso, que la entrega de relleno sea más confiable y que se cumpla el desempeño diseñado para el relleno. Estos productos tienen tres categorías bien definidas que son: actuar como modificadores rheológicos,

modificadores de hidratación, y mejoradores de durabilidad. Sus conclusiones a las que arribó la revista son:

- Se ha descubierto la importancia de utilizar algunos aditivos específicos (o combinaciones) en el mejoramiento de la durabilidad del relleno, por ejemplo cuando se coloca relleno con agua corriendo.
- Suspender la hidratación del cemento por un periodo de hasta 72 h. antes de su colocación, operacionalmente es de utilidad porque reduce el desperdicio y el taponamiento de tuberías que es muy costoso.
- Los modificadores de hidratación pueden acelerar o retardar la ganancia de resistencias del relleno colocado, esto puede ser un factor importante dependiendo del método minero y el ciclo que se utilice.
- Los modificadores rheológicos pueden reducir la pérdida de presión, mayor distancia de transporte y / o flujo mejorado, y paralelamente reducir el uso de cementante para cualquier requerimiento de resistencia.

2.2. MARCO REFERENCIAL

2.2.1. ASPECTOS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO. MEJORA CONTÍNUA.

2.2.1.1. LA MINERÍA SE RIGE BAJO PRINCIPIO DE LA MEJORA CONTINUA

Las operaciones mineras se manejan bajo el principio de mejora continua: si el diseño del Embalse de Relaves de Quebrada Honda se ajustara sería posible recuperar un mayor porcentaje de agua embalsada que el proyectado. ¿Cómo así? Se sabe que a una mayor reducción del espejo de agua, le corresponde una menor exposición a la radiación solar y, por tanto, una menor evaporación. Pues bien, es posible disminuir la evaporación reduciendo el espejo de agua. En vez de esperar que toda el agua se filtre hacia el lecho de la laguna, habría que almacenarla y bombearla. Esto podría hacerse tan luego como el agua se decantara. Así se evitaría que se constituya un espacio grande de espejo de agua permanente que se perdería por evaporación. Actualmente se aguarda que el agua se filtre, o sea, se deja que la laguna duerma, porque el embalse está concebido como un receptor de agua. Habría que ajustar el enfoque a una concepción de presa de relave. Esto es, ver a la laguna como un depósito en permanente reciclaje, como un flujo de agua que se extrae de inmediato del espejo de agua de la relavera para someterlo a un proceso de recuperación y recirculación con un sistema de bombeo de aguas. De ese modo se perdería menos agua porque disminuiría la tasa de evaporación. El espejo evaporante se reduciría porque habría menos cantidad de agua retenida en la laguna. Al



haber menos espejo de agua y menos evaporación, también habrá menos agua de infiltración en el lecho. Por aquí se ahorraría otro porcentaje de agua. Las posibilidades de recuperar más agua no se agotan allí. Una primera oportunidad se presenta en la misma concentradora de Toquepala, en los espesadores de relaves, donde se da el mayor porcentaje de recuperación de agua mediante procesos propios de la planta concentradora (control de nivel de agua y lamas* y floculantes*). Otro punto de recuperación es el canal de traslado del agua de relave de Toquepala a Quebrada Honda. Si el relave se trasladara no por un canal abierto sino por una tubería o canal revestido y cerrado, que no lo exponga a la evaporación, se ahorraría otro porcentaje significativo de agua. También es probable que el traslado por tubería requiera menos agua para arrastrar el relave. Además si el canal no va a cubrir todo el trayecto siempre se perdería agua por filtración. Actualmente los operadores mineros y de concentradoras de mineral en general están en constante búsqueda de oportunidades de uso racional de los recursos con programas de mejora continua y competitividad del negocio minero.

- (*) Lama: Cieno blando, suelto y pegajoso con contenidos metálicos mínimos.
- (*) Floculantes: Sustancias que aglutinan los elementos coloidales presentes en el agua facilitando su decantación y filtrado.

A. MEJORA CONTINUA VS MEJORA EN EL DESEMPEÑO

De manera muy frecuente la mayoría de los colaboradores en las organizaciones confunde mejora continua con mejora del desempeño y utilizan ambos términos como equivalentes sin tener en cuenta las profundas diferencias semánticas que los definen. Es bastante común encontrar que la diferenciación no es clara ni siquiera a nivel de personal especializado en las operaciones de los sistemas de gestión que operan en las organizaciones. Conceptualmente la Mejora representa el proceso de pasar de una condición a otra de características superiores a la condición inicial. En muchos casos este proceso implica incluso un proceso evolutivo hacia condiciones que pueden considerarse superiores a la condición inicial o de partida. En ese contexto el término Mejora Continua representa una evolución permanente de las condiciones actuales para lograr condiciones superiores en la organización. En el contexto de los Sistemas de Gestión la Mejora Continua está reservada para referirse únicamente a todas aquellas mejoras que puedan hacerse al Sistema de Gestión, de manera que, como consecuencia de tener un mejor sistema, el desempeño se mejore de manera natural. La Mejora en el desempeño es siempre una consecuencia de la Mejora Continua, es decir, los resultados de desempeño van a evolucionar hacia mejores valores en tanto se pueda hacer cambios y transformaciones con creatividad e innovación en nuestros



actuales sistemas de gestión por medio de procesos de mejora continua. A continuación, veamos algunos ejemplos que pueden mostrarnos la diferencia:

Mejora Continua:

- Simplificación y reducción de la documentación del sistema
- Simplificación e integración de los métodos y procedimientos
- Rediseño y simplificación de los procesos
- Eliminación de procesos innecesarios
- Entrenamiento y calificación de colaboradores
- Integración de sistemas de administración
- Integración de estructura y responsabilidad organizacional
- Simplificación del mecanismo de comunicaciones y consulta
- Incorporación de nuevas variables críticas al planeamiento
- Aceleración de los esfuerzos de control en auditoría y revisión gerencial
- Implementación de sistemas de aprendizaje y gestión del conocimiento
- Centralización orgánica de bases de datos en la organización
- Automatización de procesos

a) Mejora en el desempeño:

- Incremento de las utilidades o del EBITDA
- Reducción en los niveles de riesgo operacional, ambiental o social
- Reducción en las emisiones
- Reducción en los costos gestionables
- Cambios positivos en los Indicadores de gestión de los procesos

Como podemos apreciar la mejora en el desempeño es una consecuencia directa de la Mejora Continua aplicada a los procesos y mecanismos de administración de los sistemas de gestión de las organizaciones. En la medida que podamos tener mejores sistemas de gestión en las empresas, los resultados obtenidos en el desempeño podrán ser mejores, recordando siempre, que además la mejora en el desempeño empresarial es a su vez también un sólido reflejo de la mejora en el desempeño personal de los colaboradores que la componen.

B. SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN

El Sistema Integrado de Gestión de la Agencia Nacional de Minería, tiene determinados los procesos que le permiten cumplir la función que se le ha asignado; la secuencia e interacción de estos procesos; los criterios y métodos necesarios para asegurarse de que tanto la operación como el control de estos procesos sean eficaces y eficientes. Así mismo, la Agencia Nacional

de Minería asegura la disponibilidad de recursos e información necesarios para apoyar la operación, el seguimiento, la medición y el análisis de estos procesos, con el fin de implementar las acciones necesarias para alcanzar los resultados planificados y la mejora continua de estos procesos.

a) Alcance del Sistema Integrado de Gestión.- El Sistema Integrado de Gestión de la Agencia Nacional de Minería aplica a nivel nacional, en la ejecución de los procesos estratégicos, misionales, de apoyo y evaluación, que permiten la administración de los recursos minerales del Estado Colombiano; a través de la delimitación y declaración de áreas y zonas de interés, la gestión de la inversión minera, la generación de títulos mineros, la gestión integral para el seguimiento y control a los títulos mineros, la seguridad minera, la gestión integral de la información minera y la atención integral y servicios a grupos de interés.

b) Exclusiones del Sistema Integrado de Gestión.- Dentro del Sistema Integrado de Gestión de la Agencia Nacional de Minería, no existen exclusiones de requisitos de NTC GP 1000:2009.

2.2.1.2. REQUISITOS GENERALES

La Agencia Nacional de Minería ha establecido los procesos que le permiten cumplir con la función que le ha sido asignada mediante un enfoque basado en procesos y representados en el Mapa de procesos de la organización; los cuales se describen a continuación junto con la secuencia e interacción de los mismos. Adicionalmente la Agencia Nacional de Minería cuenta con la descripción de los procedimientos en los cuales determina las actividades necesarias para la operación y los criterios y métodos necesarios para el control y seguimiento de los procesos de la Entidad.

A. ENFOQUE BASADO EN PROCESOS

El modelo de operación de la Agencia Nacional de Minería está conformado por 17 procesos, agrupados en 4 tipos de procesos (estratégicos, misionales, de apoyo y evaluación), los cuales interactúan entre sí, para atender y satisfacer las necesidades y requisitos de los clientes. A su vez, cada uno de estos procesos cuenta con una *caracterización*, en la cual se describen los atributos tales como: objetivo, alcance, actividades, entradas, salidas, proveedores, clientes, procedimientos aplicables, entre otros. Se cuenta con el procedimiento APO6-P-003 Elaboración y actualización del normograma, en el cual se establecen los lineamientos para identificar los requisitos legales y normativos aplicables a los procesos.



B. MAPA DE PROCESOS

A continuación, se presenta el mapa de procesos de la Entidad.

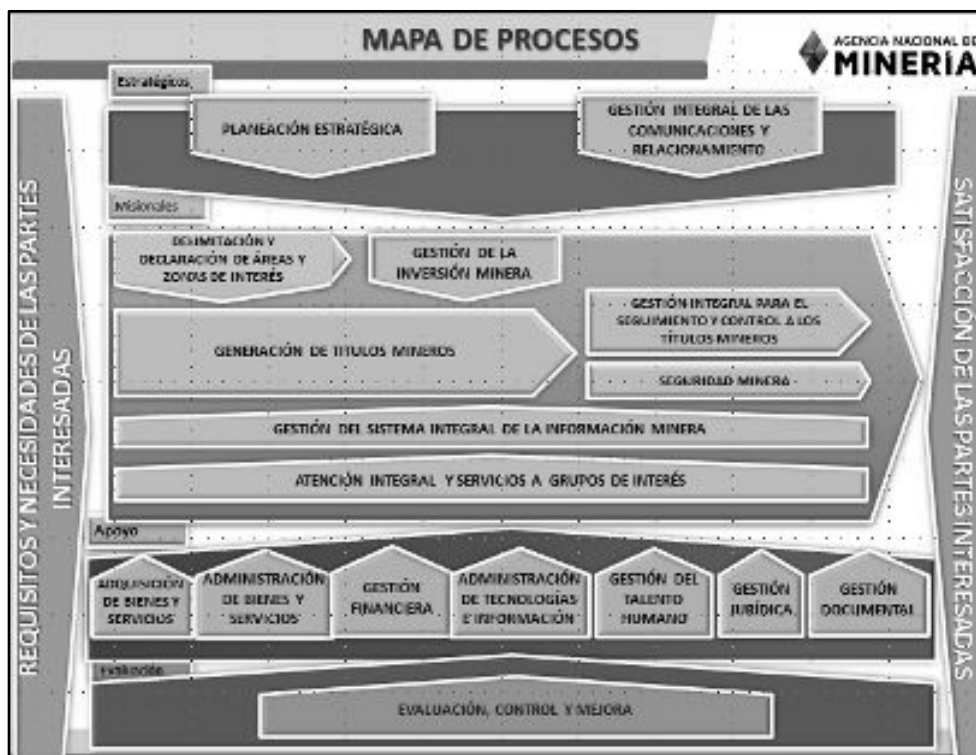


Figura Nro. 01: mapeo de procesos de la entidad.

Fuente: Agencia nacional de minería.

SECUENCIA E INTERACCIÓN DE LOS PROCESOS DE LA AGENCIA NACIONAL DE MINERÍA

- a) **Procesos Estratégicos.**- El mapa de procesos de la Agencia Nacional de Minería, en su nivel de direccionamiento estratégico, considera dos procesos que hacen referencia a: i) La planeación Estratégica y ii) Gestión Integral de las Comunicaciones y Relacionamiento.
- b) **EST1-C-001 Planeación Estratégica.**- En este proceso se incluye todas las actividades relacionadas con la definición y cumplimiento de la misión y visión de la entidad, a partir de la formulación y establecimiento de estrategias, políticas, lineamientos, objetivos, planes, programas, proyectos y estándares para la ejecución de los procesos de la ANM, considerando el Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014, el Plan Nacional de Desarrollo Minero 2012-2014, y la normatividad aplicable.
- c) **EST1-C-002 Gestión integral de las comunicaciones y relacionamiento.**- En este proceso se incluyen todas las actividades necesarias para garantizar el fortalecimiento de la imagen institucional de la entidad, con el propósito de posicionarla como autoridad minera

actuando en el marco de las estrategias de comunicación que imparta el gobierno nacional, Igualmente el proceso incluye tanto los criterios y las responsabilidades para asegurar la correcta comunicación interna de los procesos Sistema Integrado de Gestión de la entidad, así como el de regular y asegurar la comunicación externa entre la Agencia y las partes interesadas. Quedan incluidos dentro de este proceso todas las actividades llevadas a cabo por parte de la Agencia Nacional de Minería relacionadas con la construcción de relaciones transversales entre instituciones de carácter gubernamental y no gubernamental con el fin de garantizar que las actividades misionales se lleven a cabo de manera eficaz

- d) Procesos Misionales.-** El mapa de procesos desarrollado por la Agencia Nacional de Minería, en su nivel misional, tiene en cuenta aquellas actividades que conducen al cumplimiento de los objetivos de la entidad desde el punto de vista de las funciones asignadas a dicha entidad mediante el Decreto 4134 de 2011 y Resolución 0206 de Marzo de 2013. Se consideran las actividades que la entidad lleva a cabo para cumplir su misión de manera oportuna y que se constituye en la razón de ser de la entidad. En este orden de ideas se cuenta con seis grandes procesos: i) delimitación y declaración de áreas y zonas de interés, ii) gestión de la inversión minera, iii) generación de títulos mineros iv) gestión Integral para el seguimiento y control a los títulos mineros v) seguridad minera vi) gestión del sistema integral de la información minera y vii) atención integral y servicios a grupos de interés.

C. MIS1-C-001 DECLARACIÓN DE ÁREAS Y ZONAS MINERAS DE INTERÉS

En este proceso se incluyeron todas las actividades relacionadas con la declaración y delimitación de áreas estratégicas procedimiento que se lleva a cabo en cumplimiento de la función, propia de la autoridad minera, de delimitar áreas especiales con potencial de minerales estratégicos para el país, con el fin de otorgarlas en contratos de concesión mediante procesos de selección objetiva de los concesionarios. Igualmente este proceso incluyó todas las actividades relacionadas con la declaración y delimitación de áreas de reserva especial y zonas mineras, procedimientos que tienen como objetivo garantizar que las comunidades mineras de explotación tradicional desarrollen proyectos mineros especiales de acuerdo con lo estipulado en el artículo 31 del Código de Minas y que las comunidades mineras indígenas, de negritudes y mixtas, ejerzan su derecho de prelación para que la autoridad minera les otorgue contratos de concesión como lo consagra el Código de Minas.

- a) MIS2-C-001 Gestión de la inversión minera.-** En este proceso se tuvo en cuenta todas las actividades que son necesarias para cumplir con la planeación de la promoción e inversión minera, cuyo objetivo es el de otorgar contratos de concesión minera mediante procesos de

selección objetiva de los concesionarios en las zonas delimitadas como estratégicas, al igual que establecer los procedimientos necesarios para garantizar la sostenibilidad de las inversiones mineras generadas por los contratos de concesión minera ya otorgados.

- b) MIS3-C-001 Generación de títulos mineros.-** Este proceso incluye todas las actividades relacionadas con el otorgamiento de contratos de concesión para la exploración y explotación de los recursos mineros, con arreglo a lo establecido por la Ley 685 de 2001 y sus decretos reglamentarios. Este proceso comprende todos aquellos procedimientos que deben ser aplicados, desde el momento de recibo de la propuesta de contrato de concesión, por parte de la autoridad concedente, hasta la inscripción del contrato único de concesión para la exploración y explotación de un determinado mineral.
- c) MIS4-C-001 Gestión integral para el seguimiento y control a los títulos mineros.-** En este proceso se incluyen todas las actividades que la Agencia Nacional de Minería desarrolla para controlar la actividad minera realizada por los titulares, con el fin que las operaciones mineras de particulares sean realizadas en forma segura, ambientalmente responsable, técnicamente viables y sostenibles y con el adecuado manejo de las contraprestaciones económicas derivadas de la explotación de los recursos minerales, de acuerdo con buenas prácticas y con la aplicación de la normatividad vigente. Por lo tanto, en de este proceso se incluyen las actividades de fiscalización y vigilancia que realiza la entidad en cumplimiento a lo estipulado en el artículo 318 del Código de Minas. En este proceso también se consideran los procedimientos relacionados con la liquidación, recaudo y la transferencia de las obligaciones económicas (Pago de canon superficiario y regalías).
- d) MIS5-C-001 Seguridad Minera.-** En este proceso se incluyen todas las actividades que la Agencia Nacional de Minería desarrolla para promover el mejoramiento de las prácticas mineras y la prevención de los accidentes, también abarca las actividades de entrenamiento y capacitación en materia de seguridad y salvamento minero, al igual que la atención de emergencias mineras.
- e) MIS6-C-001 Gestión integral de la información minera.-** Este proceso abarca todas las actividades que están relacionadas con el registro y actualización de la información relacionada con la actividad minera, tales como la inscripción de los actos administrativos, contratos de concesión y explotación, títulos de propiedad privada y de todos aquellos actos o documentos que son susceptibles de inscribirse en el Registro Minero Nacional, al igual se incluyó las actividades relacionadas a la expedición de certificaciones de área libre, reportes gráficos y

demás certificaciones que deba expedir el grupo interno de trabajo de oficio o a solicitud de un usuario minero.

- f) MIS7-C-001 Atención y Servicios a Mineros y a Grupos de Interés.-** Este proceso agrupa a todas las actividades que permiten construir relaciones de confianza y mutuo beneficio con los mineros, comunidades, ciudadanos, entidades y organizaciones, con el fin de atender y satisfacer sus requisitos y necesidades, basados en la normatividad vigente y políticas de atención a grupos de interés. Dentro de este proceso encontramos actividades tales como la de suministrar información sobre los trámites mineros, brindar asesoría técnica y jurídica a los usuarios, suministrar los números PIN para la radicación de autorizaciones temporales y solicitudes de legalización, expedir constancias sobre el estado de los expedientes mineros, a solicitud de autoridades y de particulares y llevar el registro y control correspondientes, entre otros.

2.2.1.3. MEJORANDO LA PRODUCTIVIDAD DEL MANTENIMIENTO CON LAS 5'S´

Las cinco "S" son el fundamento del modelo de productividad industrial creado en Japón y hoy aplicado en empresas occidentales. Surgió a partir de la segunda guerra mundial, sugerida por la Unión Japonesa de Científicos e Ingenieros como parte de un movimiento de mejora de la calidad. Sus objetivos principales eran eliminar obstáculos o despilfarros que impiden una producción eficiente, lo que trajo también aparejado una mejora sustantiva de la higiene y seguridad durante los procesos productivos. Las "5S" toma su nombre de las iniciales de las cinco palabras japonesas que representan su filosofía:

- Seiri (Clasificar),
- Seiton (Ordenar),
- Seiso (Limpiar),
- Seiketsu (Estandarizar),
- Shitsuke (Disciplina y entrenamiento).

Otros nombres empleados en algunas plantas de nuestro medio tenemos: COLPA (Clasificación Orden, Limpieza, Procedimientos, Autodisciplina), GOL (Gestión del Orden y Limpieza), DOLPA (Despejar, Orden, Limpieza, Procedimientos, Autodisciplina), y PALMA (Prescindir Arreglar, Limpiar, Mantener, Autodisciplina), y otros.

El rango de aplicación de las 5S abarca desde un puesto ubicado en una línea de montaje de automóviles hasta el escritorio de una secretaria administrativa y representa el primer paso para lograr una participación efectiva del personal hacia modelos de Sistemas Integrales de Mejoramiento como son TQM (Total Quality Management), TPM (Total Productive

Maintenance), Seis Sigma, Lean Manufacturing u otros Sistemas de Gestión como ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18001, HACCP etc.

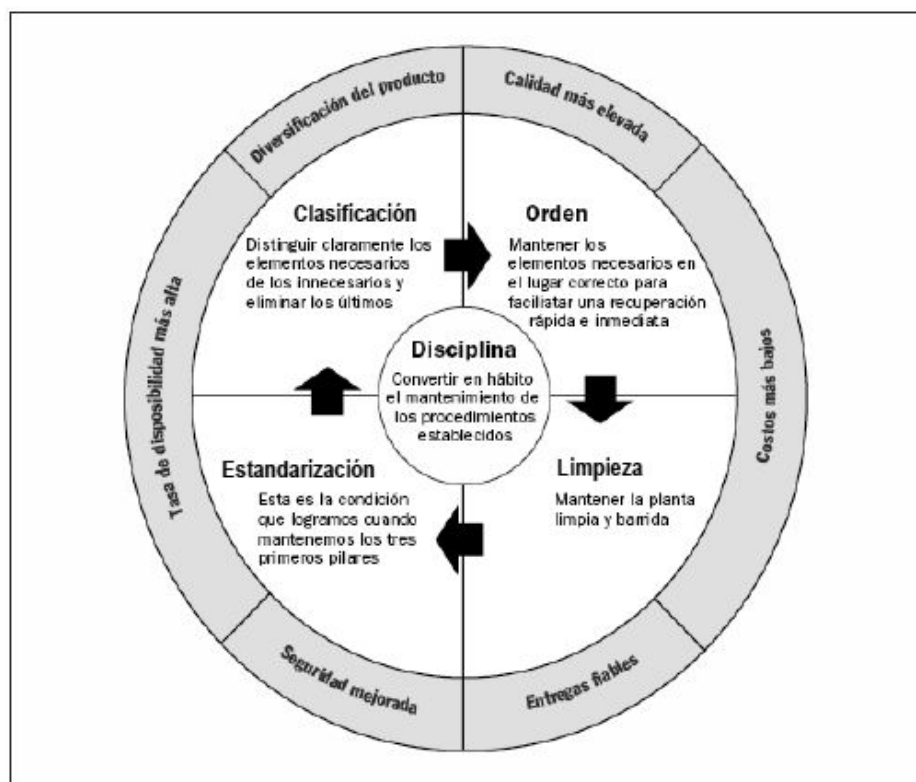


Figura Nro. 02: Muestra las 5s de la mejora continua

Fuente: <http://www.imc-peru.com/articulos/Las5SyelMantenimiento.pdf>

Como consecuencia de estos cambios, mantenimiento debe buscar nuevos modos de mejorar sus actividades con el fin de alcanzar sus objetivos dentro del marco de los objetivos de adaptación de la empresa al cambiante entorno de negocios.

A. VISIÓN GENERAL DE LOS CINCO PILARES DE LAS 5S

La palabra “Pilar”, al igual por ejemplo, que el TPM, se emplea como metáfora para indicar uno de los elementos del grupo estructural que conjuntamente soportan un sistema. En este caso, los cinco pilares de las 5S están apoyando un sistema para la mejora del mantenimiento. Los cinco pilares se definen como Clasificación, Orden, Limpieza, Estandarización y Disciplina y entrenamiento.

B. ¿QUÉ ES SEIRI (CLASIFICAR)?

Seiri o clasificar significa eliminar del área de trabajo todos los elementos innecesarios y que no se requieren para realizar nuestra labor. Frecuentemente nos "llenamos" de elementos, herramientas, cajas con materiales, repuestos, piezas usadas, elementos de

máquinas, útiles y elementos personales y nos cuesta trabajo pensar en la posibilidad de realizar los trabajos de mantenimiento sin estos elementos. La primera "S" de esta estrategia aporta recomendaciones y métodos para evitar la presencia de elementos innecesarios en el lugar de trabajo.

C. ¿QUÉ ES SEITON (ORDENAR)?

Seiton consiste en ordenar u organizar los elementos que hemos clasificado como necesarios de modo que se puedan encontrar con facilidad. Aplicar Seiton tiene que ver con la mejora de la visualización de los elementos de las máquinas e instalaciones industriales. El punto fundamental de la 2da. S es fijar la disposición de herramientas, equipos, repuestos, etc. de tal forma que todo este fácilmente disponible justo cuando se necesita. En la 1ra. S “desalojamos”, ahora en esta etapa, tenemos que decidir la colocación, exactamente: ¿qué?, ¿dónde? y ¿cuántos? Una vez hemos eliminado los elementos innecesarios, se define el lugar donde se deben ubicar aquellos que necesitamos con frecuencia, identificándolos para eliminar el tiempo de búsqueda y facilitar su retorno al sitio una vez utilizados (es el caso de las herramientas). Desde el punto de vista de la aplicación del Seiton en un equipo o máquina, esta "S" tiene como propósito mejorar la identificación y marcación de los controles de la maquinaria de los sistemas y elementos críticos para mantenimiento y su conservación en buen estado.

D. ¿QUÉ ES SEISO (LIMPIAR)?

Seiso la tercer de las 5S puede parecer bastante simple, limpiar, pero en la práctica, la 3ra. S comprende muchas actividades. Significa eliminar del lugar de trabajo el polvo, suciedad y todo lo que no debe estar allí, manteniendo todo en las mejores condiciones posibles con un constante control y cuidado. La esencia de la limpieza es un constante control. Seiso implica inspeccionar los equipos durante el proceso de limpieza. Se identifican problemas de fugas, averías o cualquier tipo de anomalía o FUGUAI. Esta palabra japonesa significa defecto o problema existente en el sistema productivo. La limpieza se relaciona estrechamente con el buen funcionamiento de los equipos y la habilidad para producir artículos de calidad. La limpieza implica no únicamente mantener los equipos dentro de una estética agradable permanentemente. Seiso implica un pensamiento superior a limpiar. Exige que realicemos un trabajo creativo de identificación de las fuentes de suciedad o contaminación y de lugares de difícil acceso, para tomar acciones de raíz para su eliminación, de lo contrario, sería imposible mantener limpio y en buen estado el área de trabajo.

E. ¿QUÉ ES SEIKETSU (ESTANDARIZAR)?

Seiketsu, la cuarta S es la metodología que nos permite mantener los logros alcanzados con la aplicación de las tres primeras "S". Si no existe un proceso para conservar los logros, es posible que el lugar de trabajo nuevamente llegue a tener elementos innecesarios y se pierda el orden y limpieza alcanzada con nuestras acciones Seiketsu es la etapa de conservar los resultados que se han logrado aplicando estándares a la práctica de las tres primeras "S". Esta cuarta S está fuertemente relacionada con la creación de los hábitos para conservar el lugar de trabajo en perfectas condiciones. Una parte importante de esta etapa es desarrollar un sistema con el cual se puedan distinguir o abordar cualquier situación anormal, de un vistazo aunque eso ocurra rara vez. Tal sistema debe ser muy visible y fácilmente entendido por cualquiera.

2.2.1.4. CONTROLES VISUALES.

A. ¿QUÉ ES SHITSUKE (DISCIPLINA)?

Shitsuke o Disciplina significa convertir en hábito el empleo y utilización de los métodos establecidos y estandarizados para el orden y la limpieza en el lugar de trabajo. Podremos obtener los beneficios alcanzados con las primeras "S" por largo tiempo si se logra crear un ambiente de respeto a las normas y estándares establecidos. Las cuatro "S" anteriores se pueden implantar sin dificultad si en los lugares de trabajo se mantiene la Disciplina. Su aplicación nos garantiza que la seguridad será permanente, la productividad se mejore progresivamente y la calidad del servicio de mantenimiento sea excelente. Shitsuke implica un desarrollo de la cultura del autocontrol.

2.2.1.5. LA IMPORTANCIA DE LA MINERÍA EN EL MUNDO

La minería es un sector crítico para el desarrollo del mundo civilizado. Obtiene recursos naturales sobre los que se desarrollarán la inmensa mayoría de los productos que forman parte de nuestro día a día. Así, materiales como el cobre o el hierro están en nuestros imprescindibles teléfonos móviles, ventanas de nuestras casas o cualquier aparato de nuestra cocina. Y además obtienen minerales que se transforman para la generación de energía, como el carbón. En un mundo en el que el consumo energético crece a pasos agigantados. Para competir en estos sectores hay que ser una empresa grande. Muy grande diría yo. Las inversiones que deben realizarse son inmensas, ya que las explotaciones tienen una duración de varias décadas. Luego están los Opex, los gastos operativos. He tenido la suerte de trabajar para clientes de gran minería en sus explotaciones y es absolutamente increíble la estructura necesaria para gestionar una operación. Se da la circunstancia además que la mayoría de las explotaciones mineras están alejadas de ciudades, lo que obliga a

crear poblaciones y estructuras para albergar todas las personas necesarias. Gestionar 7000 personas durante 365 días del año no es fácil y es casi es cómo manejar una pequeña ciudad.

A. ANALOGÍA: EL CAMINO NATURAL DE LA INNOVACIÓN

Como en otros sectores industriales, la época de la calidad y la mejora continua está dando paso a la innovación. Pasaron los años de Six Sigma y los círculos de calidad. Los principales CEOs de las empresas mineras ya están poniendo su punto de mira en los cambios radicales. Cada vez más líderes del sector apuestan por cambios radicales, más allá de la mejora continua. “Haciendo pequeños ajustes en los procesos ya existentes no se pueden hacer los cambios masivos que necesitan las empresas mineras en el ambiente, actual, en el que el capital está retringido. Para construir una verdadera ventaja competitiva, deben mirar más allá de la mejora incrementar del rendimiento para determinar cómo pueden modificar sus sistemas con el fin de adoptar el amplio tema de la innovación”.

Jurgen Beier, Canadá. Tomado de Deloitte Tracking Trends Reporte 2014. La mejora continua no es suficiente para mantenerse en un mercado hipercompetitivo, donde los precios de los metales sufren de una volatilidad brutal y ser eficientes en costes ya no es suficiente. Además, los gobiernos regionales están desarrollando clusters organizados para impulsar la competitividad de las empresas, como el que está desarrollando la Fundación Chile en ese país y su proyecto de programa de Proveedores de Clase Mundial.

B. NUEVE IDEAS DE INNOVACIÓN EN MINERÍA

A partir de la primera experiencia, he seguido participando en varios proyectos en de innovación en minería, para implantar modelos de innovación. Y los directivos, una vez puesto en marcha el modelo, nos pedían resultados. Ideas de innovación en minería concretas y con resultados a corto plazo.

1. **ROBÓTICA BAJO TIERRA.** - Se trata de que los trabajos pesados y repetitivos cada vez vayan desapareciendo en su concepto manual y que sean las máquinas las que los vayan realizando, evitando así tareas penosas.
2. **AUTOMATIZACIÓN DEL TRABAJO.** - Al igual que ha ido ocurriendo en la industria, el desarrollo de maquinaria automatizada que permita desarrollar tareas, especialmente de riesgo, aumentando la productividad será una tendencia clave.
3. **BIOMINERÍA.** - Esta tendencia me sorprendió claramente cuando la conocí. Los procesos actuales de extracción del mineral dan lo que dan. Dependen de la calidad y pureza del mineral y la zona en la que se extraiga.

4. **TICS.** - Las TICs son quizás el pegamento que une todas las tecnologías que hemos visto. Sin ellas sería imposible la gestión a distancia. La aplicación intensiva de las TICs permite, igual que otros múltiples sectores, la disponibilidad de datos sobre cualquier actividad de la explotación.
5. **LA MINERÍA IN SITU.** - Siguiendo el modelo que aplicó Toyota en la industria de la automoción y que han seguido miles de empresas industriales, se trata de acercar todos los procesos productivos para trabajar just in time. Si has estado alguna vez en una mina, habrás visto que las distancias son enormes.
6. **ENERGÍA.** - La minería es un proceso que consume gran cantidad de energía. No sólo eléctrica sino también de combustible para la operación de grandes vehículos. Cada vez más mineras, sobre todo las de cielo abierto, están implantando plantas solares para aprovechar la energía renovable del sol y evitar posibles problemas de abastecimiento energético, que pueda paralizar la explotación.
7. **ELECTRIFICAR LOS PROCESOS.** - Siguiendo con el punto anterior, otra área fundamental con posibilidades de innovación es el transporte. Y la principal tecnología es electrificar los procesos. Cintas de transporte, mineroductos, vehículos automatizados.
8. **SIMULACIÓN 3D.**- Empezar a escavar en una zona y encontrarse que el mineral no es bueno es uno de los principales riesgos de la minería. Por eso se están desarrollando tecnologías 3D para mejorar la simulación de los terrenos y su calidad. Además, algunas empresas están utilizando ya drones para realizar fotografía de las zonas y realizar mapas geológicos más precisos.
9. **INFRAESTRUCTURA COMPARTIDA.** - Una explotación minera media o grande requiere de grandes infraestructuras, que provean de energía, transporte, servicios compartidos para los trabajadores, o las comunidades. Una tendencia cada vez mayor, y de nuevo obtenida de otras industrias es compartir recursos de infraestructura.

2.2.1.6. MEJORA CONTINUA

La Agencia Nacional de Minería mejora continuamente la eficacia, eficiencia y efectividad del Sistema Integrado de Gestión, mediante el uso de la política de la calidad, los objetivos de la calidad, los resultados de las auditorías internas, el análisis de datos, las acciones correctivas y preventivas y la revisión por la dirección. Se cuenta con el procedimiento EVA1-P-004

Acciones Correctivas, Preventivas y de Mejora, en el cual se establecen los mecanismos para la identificación, implementación seguimiento y control de acciones de mejora, relacionadas entre otras con:

- Análisis de datos.
- Resultados de auditorías.
- Resultados de seguimiento y medición de los productos o la prestación del servicio.
- Resultados de seguimiento y medición de los procesos.
- Resultados de seguimiento y medición de metas y objetivos.
- Resultados de la revisión por la dirección.
- Resultados de la evaluación independiente del sistema de control.
- Gestión de riesgos.

A. ACCIÓN CORRECTIVA

Se cuenta con el procedimiento EVA1-P-004 Acciones Correctivas, Preventivas y de Mejora, en el cual se establecen los mecanismos para la identificación, implementación seguimiento y control de acciones correctivas.

B. ACCIÓN PREVENTIVA

Se cuenta con el procedimiento EVA1-P-004 Acciones Correctivas, Preventivas y de Mejora, en el cual se establecen los mecanismos para la identificación, implementación seguimiento y control de acciones preventivas.

C. ALINEACIÓN DE ESTÁNDARES DE LA MEJORA CONTINUA

NTCGP 1000:2009	MECI 1000:2005	SISTEDA	PROCESO AL QUE APLICA
4.1	1.2; 1.3; 2.2	Eficiencia Administrativa	Todos los procesos
4.2.1	2.1; 2.2	Eficiencia Administrativa	Gestión Documental
4.2.2	2.1; 2.2	Eficiencia Administrativa	Gestión Documental
4.2.3	2.1; 2.2	Eficiencia Administrativa	Gestión Documental
4.2.4	2.1; 2.2	Eficiencia Administrativa	Gestión Documental
5.1	1.1; 1.2; 2.3	Democratización de la administración pública	Planeación Estratégica
	1.1; 1.2; 2.3	Gestión misional y de Gobierno	Planeación Estratégica
	1.1; 1.2; 2.3	Gestión misional y de Gobierno	Todos los procesos



	1.1; 1.2; 2.3	Gestión misional y de Gobierno	Todos los procesos
	1.1; 1.2; 2.3	Gestión misional y de Gobierno Gestión Financiera	Planeación Estratégica
5.2	1.2	Gestión misional y de Gobierno Democratización de la administración pública	Todos los procesos
5.3	1.1.1; 2.1.1	Gestión misional y de Gobierno	Planeación Estratégica Todos los procesos
	1.1.1; 2.1.1	Gestión misional y de Gobierno	Planeación Estratégica
5.4.1	1.2.1	Gestión misional y de Gobierno	Todos los procesos
	1.2.1	Gestión misional y de Gobierno	Todos los procesos
5.4.2	1.2.1	Gestión misional y de Gobierno	Planeación Estratégica
	1.2.1	Gestión misional y de Gobierno	Planeación Estratégica
5.5.1	1.1.3; 1.2.3	Transparencia, participación y servicio al ciudadano	Todos los procesos Gestión del Talento Humano
5.5.2	1.1.3; 1.2.3	Transparencia, participación y servicio al ciudadano	Planeación Estratégica
	1.1.3; 1.2.3	Transparencia, participación y servicio al ciudadano	Planeación Estratégica
5.5.3	2.3.1	Todas las políticas	Gestión Integral de las Comunicaciones y Relacionamiento
5.6.1	1.3; 3.1.1; 3.1.2	Transparencia, participación y servicio al ciudadano	Planeación Estratégica
5.6.2	1.3; 3.1.1; 3.1.2	Transparencia, participación y servicio al ciudadano	Planeación Estratégica

5.6.3	3.3	Transparencia, participación y servicio al ciudadano	Planeación Estratégica
6.1	1.2.1	Gestión Financiera	Todos los procesos
6.2.1	1.1.2	Gestión del talento humano Estatal	Gestión del talento humano
6.2.2	1.1.2	Gestión del talento humano Estatal	Gestión del talento humano
	1.1.2	Gestión del talento humano Estatal Transparencia, participación y servicio al ciudadano	Gestión del talento humano
6.3	2.2.3	Eficiencia Administrativa	Administración de Bienes y Servicios
6.4	1.2.1	Eficiencia Administrativa	Todos los procesos
7.1	1.2	Gestión misional y de Gobierno	Procesos Misionales
7.2.1	2.2.1	Gestión misional y de Gobierno	Atención Integral y Servicios a grupos de interés
7.2.2	2.1.1	Gestión misional y de Gobierno	Atención Integral y Servicios a grupos de interés
7.2.3	2.2.1; 2.3.2	Gestión misional y de Gobierno	Atención Integral y Servicios a grupos de interés
7.3.1	1.2; 2.1	Gestión misional y de Gobierno	Planeación Estratégica
7.3.2	1.2; 2.1	Gestión misional y de Gobierno	Planeación Estratégica
7.3.3	1.2; 2.1	Gestión misional y de Gobierno	Planeación Estratégica
7.3.4	1.2; 2.1	Gestión misional y de Gobierno	Planeación Estratégica

7.3.5	1.2; 2.1	Gestión misional y de Gobierno	Planeación Estratégica
7.3.6	1.2; 2.1	Gestión misional y de Gobierno	Planeación Estratégica
7.3.7	1.2; 2.1	Gestión misional y de Gobierno	Planeación Estratégica
7.4.1	1.2.1; 2.3.2; 2.1.3	Gestión misional y de Gobierno Gestión Financiera	Adquisición de bienes y servicios
7.4.2	1.2.1; 2.3.2; 2.1.3	Gestión misional y de Gobierno Gestión Financiera	Adquisición de bienes y servicios
7.4.3	1.2.1; 2.3.2; 2.1.3	Gestión misional y de Gobierno Gestión Financiera	Adquisición de bienes y servicios
7.5.1	2.1; 3.1	Gestión misional y de Gobierno	Todos los procesos Misionales
7.5.2	2.1; 3.1	Gestión misional y de Gobierno	Todos los procesos Misionales
7.5.3	2.1; 3.1	Gestión misional y de Gobierno	Todos los procesos Misionales
7.5.4	2.1; 3.1	Gestión misional y de Gobierno	Todos los procesos Misionales
7.5.5	2.1; 3.1	Gestión misional y de Gobierno	Todos los procesos Misionales
7.6	2.1.3	Gestión misional y de Gobierno	Seguridad Minera
8.1	3	Gestión misional y de Gobierno	Todos los procesos
8.2.1	2.2.1	Gestión misional y de Gobierno Democratización de la administración pública	Atención Integral y Servicios a Grupos de Interés
8.2.2	3.2.2	Gestión misional y de Gobierno	Evaluación, Control y Mejora
8.2.3	3.1.1; 3.1.2; 2.1.4; 2.3.2; 2.3.3	Gestión misional y de Gobierno	Evaluación, Control y Mejora

8.2.4	3.1.1	Gestión misional y de Gobierno	Todos los procesos Misionales
8.3	2.1.3	Gestión misional y de Gobierno	Todos los procesos Misionales
8.4	2.2.2	Gestión misional y de Gobierno	Todos los procesos
8.5.1	3.3.	Gestión misional y de Gobierno Eficiencia administrativa	Todos los procesos
8.5.2	3.3; 2.1.3	Gestión misional y de Gobierno Eficiencia administrativa	Todos los procesos
8.5.3	3.3; 2.1.3	Gestión misional y de Gobierno Eficiencia administrativa	Todos los procesos

D. MINERÍA NO METÁLICA

Los métodos de explotación típicos en minería de carbón son el Longwall, Highwall y Room and Pillar. Por ejemplo, en un método Longwall subterráneo, las alturas generalmente no superan los 4 metros, en caso contrario se extraen de manera secuencial.

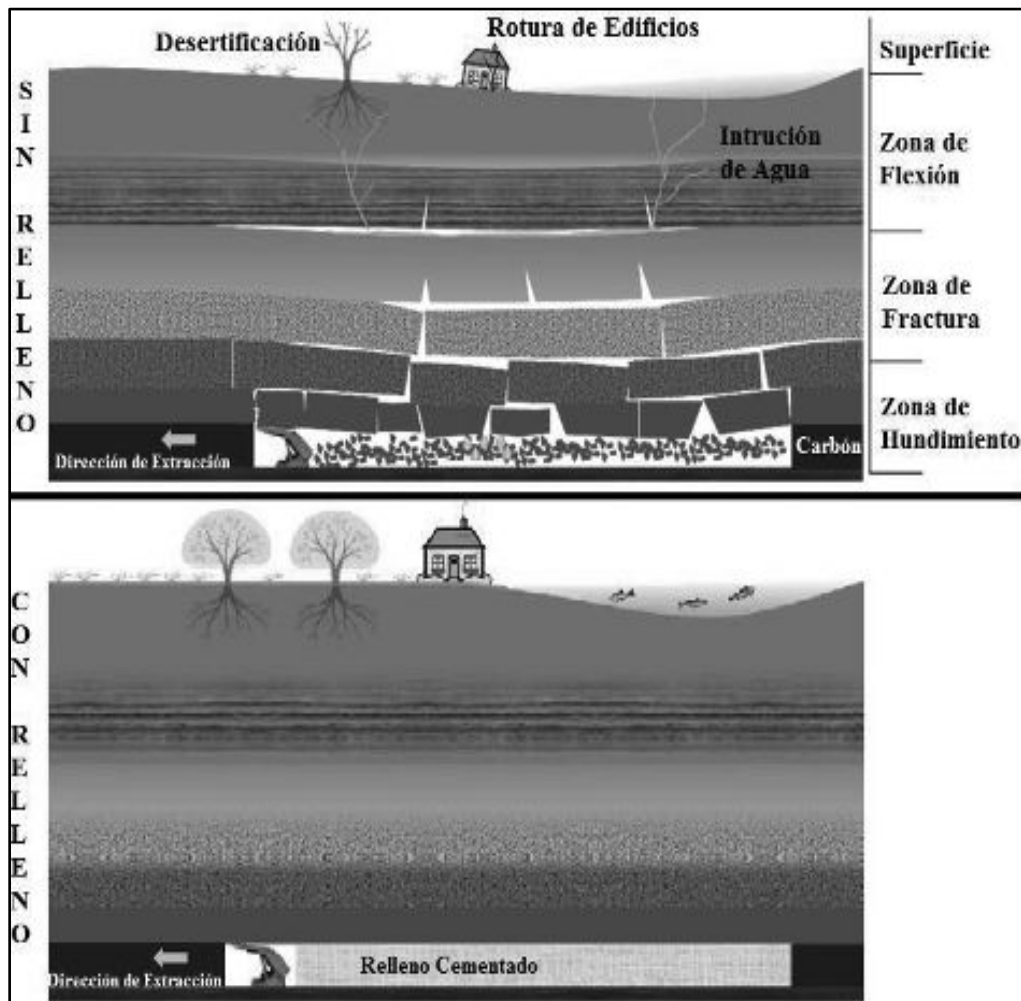


Figura Nro. 03: Muestra la comparación de la explotación sin relleno y con relleno

Fuente:<http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/137234/Evaluacion-tecnica-y-economica-de-una-mina-subterranea-utilizando-relleno-cementado.pdf>

E. MINERÍA METÁLICA

En la minería metálica, el uso de relleno cementado cumple ambos objetivos, el de evitar la subsidencia y el de mejorar la recuperación minera, sin embargo, es este último el principal fin. Los métodos típicos que utilizan rellenos cementados en minería metálica son: Cut and Fill (roca regular a mala), Sub-level Stopping, Bench and Fill (AVOCA) y Sublevel Stopping con relleno (roca regular). En el método Longhole y Bench and Fill, el relleno cementado da estabilidad a las paredes, y además es aprovechado como piso para el siguiente nivel.

(Fuente:<http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/137234/Evaluacion-tecnica-y-economica-de-una-mina-subterranea-utilizando-relleno-cementado.pdf>)

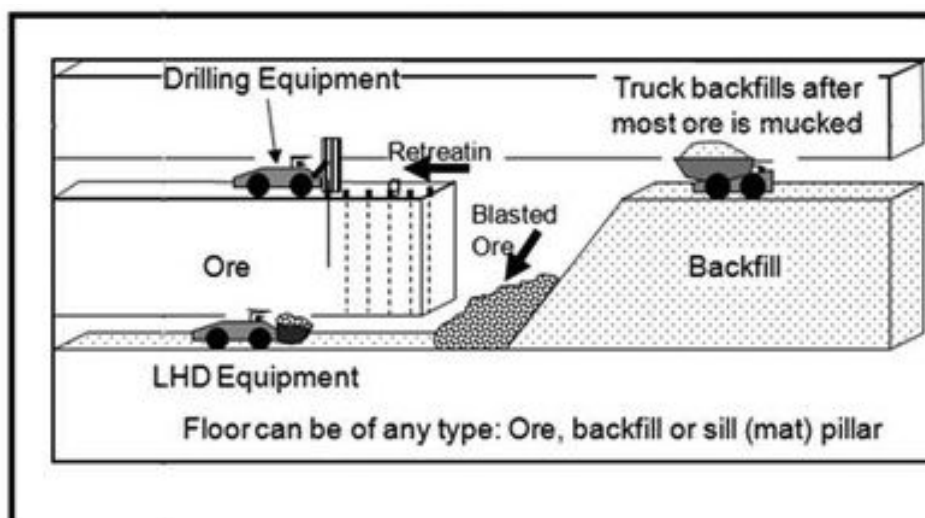


Figura Nro. 04: Método Bench and Fill, variante AVOCA.

Fuente: <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/137234/Evaluacion-tecnica-y-economica-de-una-mina-subterranea-utilizando-relleno-cementado.pdf>

Revisados los métodos de explotación minera que usan relleno. A continuación se presenta una descripción de los distintos tipos de rellenos utilizados actualmente en la industria minera, indicando para cada tipo el sistema de transporte y colocación del mismo.

2.2.1.7. TIPOS DE RELLENO

En la industria minera, se utilizan distintos tipos de relleno de acuerdo al tipo de sólido (estéril de mina, gravas, relaves), del contenido de agua, y del contenido de aditivos que se agregan para generar el relleno. Se pueden clasificar en:

- Relleno seco.
- Relleno hidráulico.
- Relleno hidráulico cementado.
- Relleno en pasta.
- Rellenos compuestos.

A. RELLENO SECO

El relleno seco o “Dry fill”, también conocido como “Rock fill”, corresponde a un relleno que no contiene agua, y los materiales son variados, entre los que destacan: el lastre que produce la actividad minera, grava natural de río, ripios producto del proceso de lixiviación, y escoria producto de procesos pirometalúrgicos. Es bastante económico, ya que no requiere ningún aditivo. Su uso es simple, solo se deposita en las cavidades en donde se necesita, generalmente mediante camiones.

B. RELLENO HIDRÁULICO

Se denomina relleno hidráulico o “Hydraulic fill” a los rellenos que son transportado como un lodo de alta densidad, a través de perforaciones o tuberías hacia labores subterráneas. El relleno hidráulico es preparado con los relaves espesados y deslamados, en donde el tamaño máximo de partícula es 1 [mm] y el contenido de las partículas finas menores a 10 [μm] no debe ser mayor a un 10% de la masa total del relave. Este relleno requiere un porcentaje de sólidos en peso máximo igual a 70%.

C. RELLENO HIDRÁULICO CEMENTADO

El relleno hidráulico cementado o “Cemented hydraulic fill” es una variante del relleno anterior, al cual se le agrega cemento portland. Esto permite mejoras en la resistencia a la compresión del relleno, lo cual es importante cuando la cavidad rellena se utiliza como pilar o base de un nivel de explotación. La ventaja con respecto a los costos que tenía el método anterior se pierde al usar cemento.

D. RELLENO EN PASTA

El relleno en pasta o “Paste fill” corresponde a una unión entre relaves y mezclas de cemento con otros agregados, a los cuales se les añade agua para lograr una consistencia similar al lodo. Debe existir una cantidad suficiente de finos ($< 20 [\mu\text{m}]$) en los relaves para que tenga un comportamiento de pasta.

E. RELLENO COMPUESTO

Los rellenos compuestos o “Composite fills” hacen referencia a la combinación de los distintos tipos de rellenos mencionados previamente, en donde lo que se busca es aprovechar las ventajas que cada uno posee, ya sean económicas, de transporte o resistencia. Los compuestos más utilizados son tres: una combinación entre relleno hidráulico y seco, otra con relleno hidráulico cementado con relleno seco, y por último, relleno en pasta con relleno seco.

2.2.1.8. COMPOSICIÓN DEL RELLENO CEMENTADO

En la industria minera, los distintos métodos de extracción utilizan todas las variedades de relleno mencionados previamente, en especial los que usan cemento. Con respecto a la composición de estos, se observa que los rellenos hidráulicos cementados contienen principalmente cemento portland, fly ash (puzolana), agua y estéril chancado y deslamado (algunas minas agregan relaves). Estos rellenos tienen resistencias que van desde 1 [MPa], hasta 5 [MPa] a nivel industrial y 17 [MPa] a nivel experimental, todo esto dependiendo principalmente de la cantidad de cemento y fly ash que se agregue. En la Figura Nro. 05, se



muestra un gráfico obtenido por Benzaazoua (2008), en el que se compara la resistencia a la compresión simple de una mezcla de relaves cementados generado bajo distintas condiciones de contenidos de cemento, porcentaje de fino del relave, y densidades de la pulpa de relaves. En el gráfico también se observa que la resistencia óptima se logra para una razón agua cemento de 8,7, con porcentaje de finos de 55% y una densidad del relave de 3,45 [g/cm³] (relave rico en Fe), obteniéndose una resistencia a la compresión simple a los 28 días de 1 [MPa].

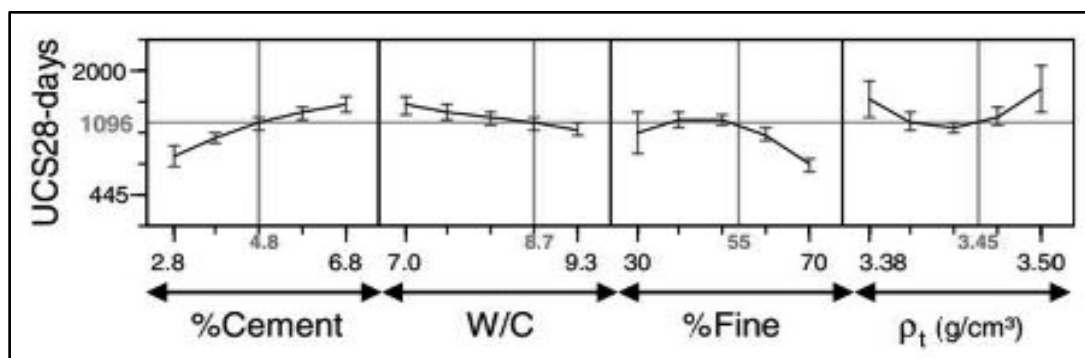


Figura Nro. 05: Resistencia óptima del relleno obtenida por Benzaazoua (2008).

Fuente: <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/137234/Evaluacion-tecnica-y-economica-de-una-mina-subterranea-utilizando-relleno-cementado.pdf>

Un ejemplo de mezcla para conseguir un relleno hidráulico cementado, es el obtenido de la mina de oro Leeville, ubicada en Estados Unidos. La preparación no utiliza relave, sino roca estéril chancada y deslamada (se retiran los finos menores a 20 [μm]), además de cemento portland y fly ash, logrando una resistencia de 5 [MPa]. La relación se observa a continuación, los porcentajes corresponde a peso.

- 3,8 % Cemento Portland.
- 2,5 % Fly ash.
- 83,0 % Roca estéril chancada y deslamada.
- 10,8 % Agua Industrial.

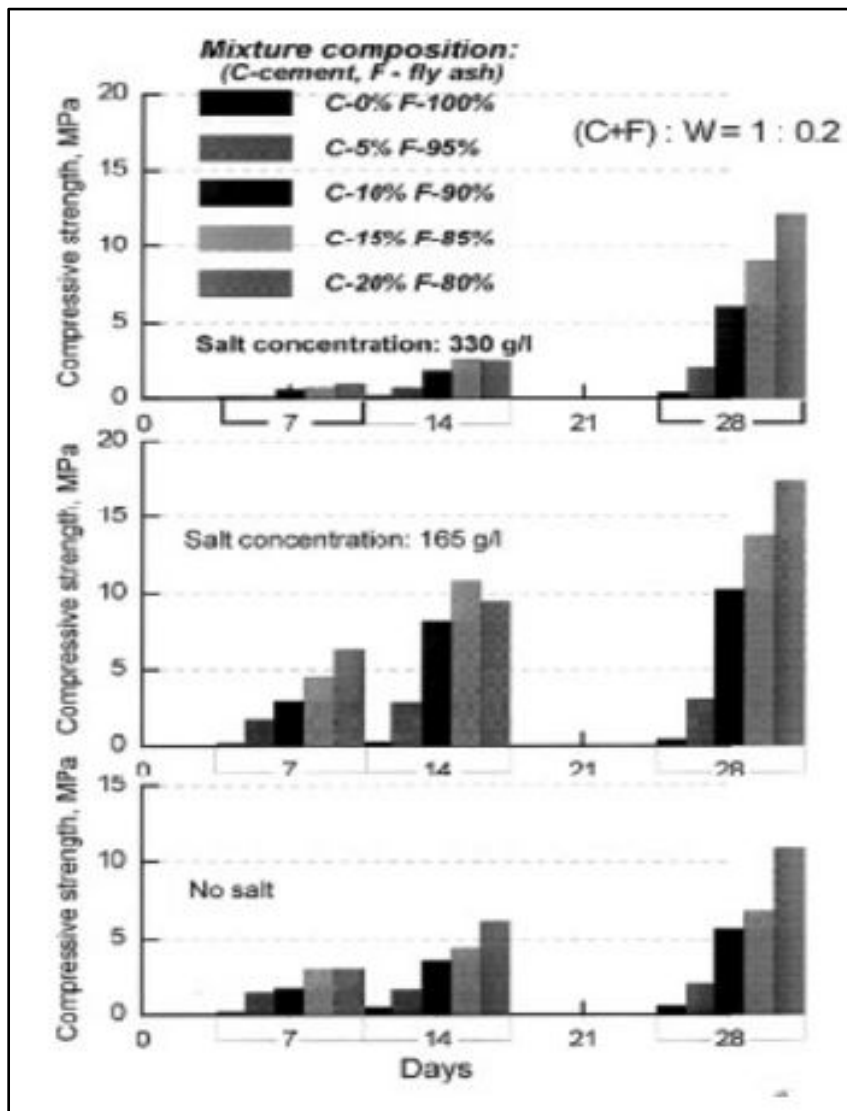


Figura Nro. 06: Composición del relleno cementado utilizando agua de mar, Palarski (1998).

Fuente: <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/137234/Evaluacion-tecnica-y-economica-de-una-mina-subterranea-utilizando-relleno-cementado.pdf>

A. TRANSPORTE DEL RELLENO CEMENTADO

El transporte del relleno cementado es un input importante para la evaluación del diseño minero. Actualmente la industria emplea diferentes métodos, que dependen principalmente de la composición del relleno a utilizar y de los espacios operativos. Existen rellenos que se trasladan en camiones y son vertidos directamente donde es requerido; este método se destina cuando el relleno es más bien una pasta espesa, similar en textura al cemento. Esta manera se puede apreciar en el método Avoca (ver Figura Nro. 04). La otra forma principal de transporte es por tuberías; este modo se usa cuando el relleno es semejante a una pasta



fluida y es preferible cuando la disponibilidad de espacios operativos es reducida, como es el caso del cut and fill, o en algunos casos de sublevel stoping.

B. ESTUDIO CON USO DE RELLENO CEMENTADO

Antes de realizar el análisis en Phase2, se evalúa la estabilidad del relleno cementado, para las condiciones del yacimiento. Para esto se utiliza la ecuación de Mitchell (1983). Esta emplea datos del ángulo de fricción interno y cohesión del relleno. El fin según el autor es obtener un Factor de Seguridad sobre 1,33. La Figura Nro. 08; muestra los indicadores necesarios para las resolver las ecuaciones.

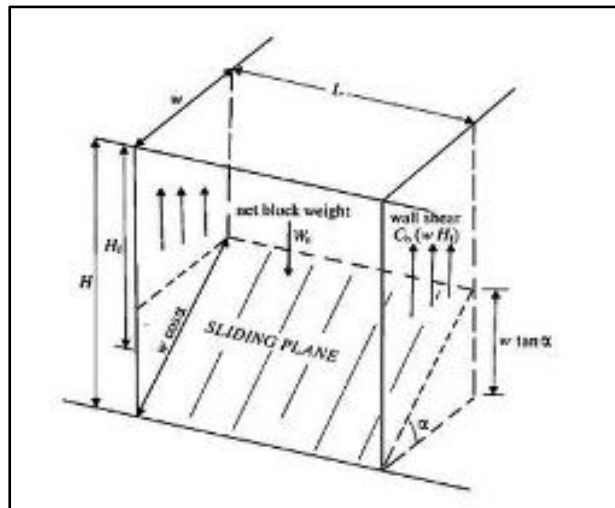


Figura Nro. 07: Diagrama análisis de estabilidad del relleno cementado, Mitchell (1983)

Fuente: <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/137234/Evaluacion-tecnica-y-economica-de-una-mina-subterranea-utilizando-relleno-cementado.pdf>

Primero se debe calcular el peso neto del bloque, para esto se utiliza la ecuación 15.

$$WN=(\gamma L-2c') \quad (15)$$

Donde:

w =ancho del caserón

L =largo del caserón

c' =cohesión del relleno cementado

γ =peso específico relleno cementado

$$Hf=H-(1/2)w \cdot \tan(\alpha)$$

$$\alpha=45+\phi'/2$$

ϕ' =ángulo de fricción interno del relleno cementado

Luego, se calcula el factor de seguridad del relleno cementado, utilizando la ecuación 16

$$FS = \frac{\tan(\phi')}{\tan(\alpha)} + \frac{2c'L}{[H_f(\gamma L - 2c')\sin(2\alpha)]}$$

De esta manera, empleando los datos correspondientes a la dimensión del caserón, y las propiedades del relleno, Se calcula paso a paso, el peso neto y el factor de seguridad.

$$\alpha = 45^\circ + \frac{35^\circ}{2} = 62,5^\circ$$

$$H_f = 15,99[m]$$

$$WN = 165,9 [MN]$$

$$FS = 6,97$$

Una vez comprobada la estabilidad de manera teórica, se observan los resultados proporcionados por el software Phase2, en donde se muestran los estados de esfuerzos finales, representados por σ_1 y σ_3 , además de indicar el Strength Factor, los desplazamientos en superficie y por ultimo las deformaciones también en superficie. Estos se despliegan en las Figuras Nro. 08, 09, 10, 11 y 12.

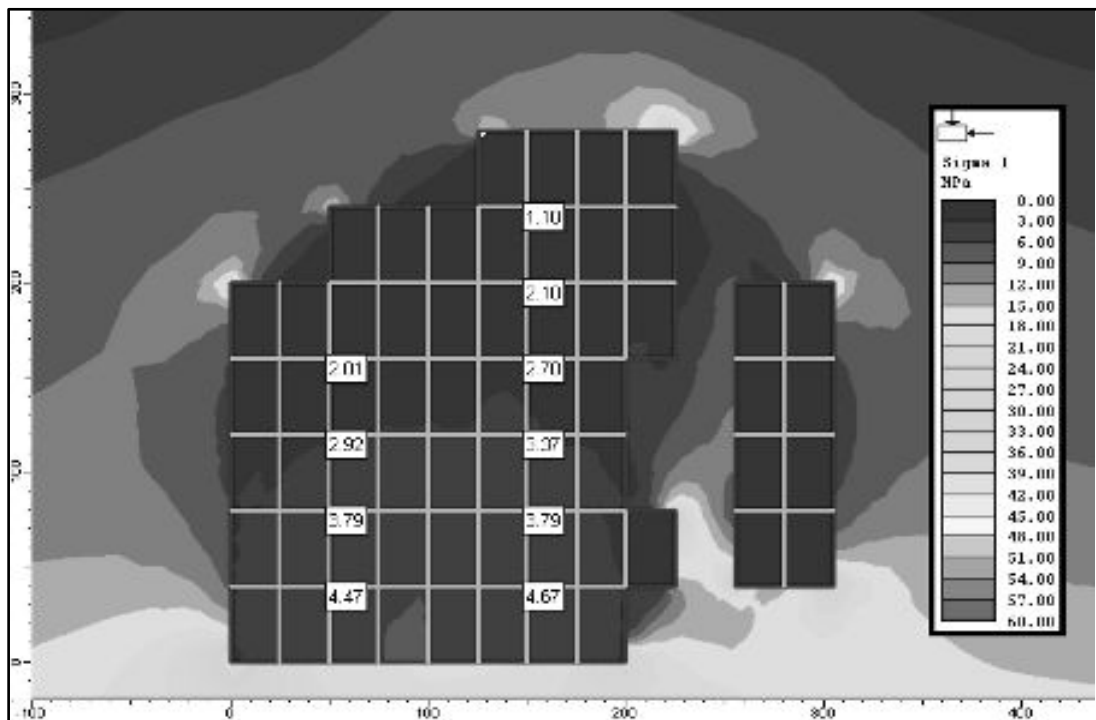


Figura Nro. 08: Phase2-condición final σ_1 (con relleno).

Fuente: <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/137234/Evaluacion-tecnica-y-economica-de-una-mina-subterranea-utilizando-relleno-cementado.pdf>

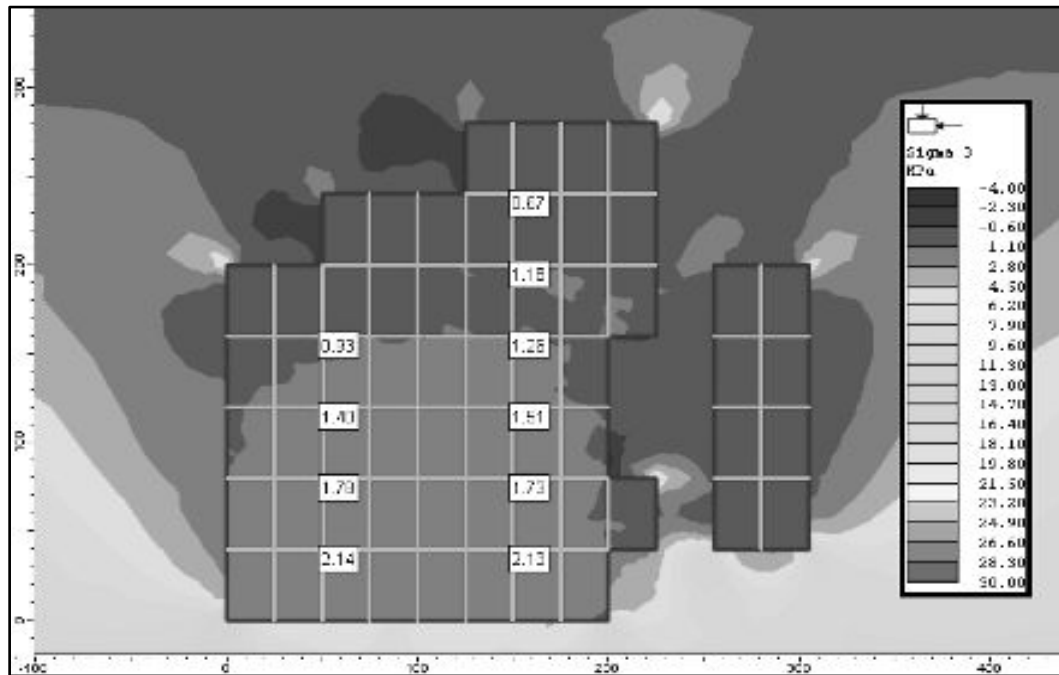


Figura Nro. 09: Phase2-condición final σ_3 (con relleno).

Fuente:<http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/137234/Evaluacion-tecnica-y-economica-de-una-mina-subterranea-utilizando-relleno-cementado.pdf>

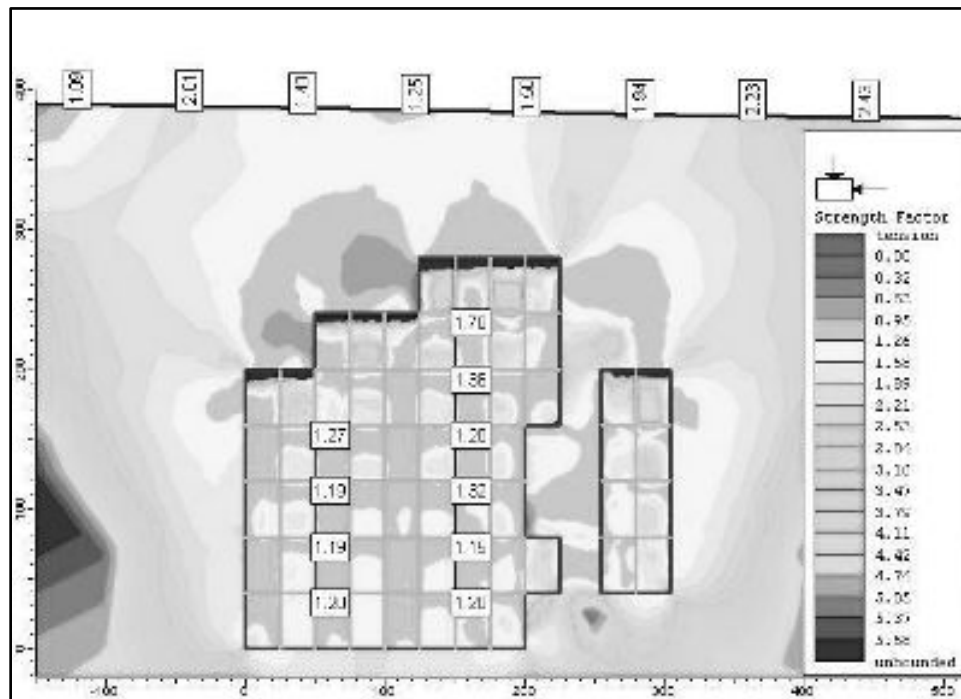


Figura Nro. 10: Phase2- condición final Strength Factor (con relleno).

Fuente:<http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/137234/Evaluacion-tecnica-y-economica-de-una-mina-subterranea-utilizando-relleno-cementado.pdf>

Primero, se deben observar los desplazamientos y deformaciones, ya que uno de los objetivos principales es no tener subsidencia en superficie, y como muestra la Figura Nro. 11, el desplazamiento total en superficie es mínimo, correspondiente en su valor máximo a 5,2 [cm]. Lo cual es aceptable considerando un desplazamiento tan pequeño en 10 años. Además, En la Figura Nro. 12, se observa que en superficie no se supera los 3×10^{-3} de deformación, asignado por Flores (2005) como límite para que exista daño en estructuras en superficie.

2.2.1.9. RELLENO EN PASTA

El relleno en pasta es un fluido con alta concentración de sólidos y está compuesto por una mezcla de cemento y escoria metalúrgica molida, para obtener una pasta con valores de resistencia a la compresión. Las cavidades que se originan en la explotación de yacimientos subterráneos de mineral se comportan como un alto potencial de peligro bajo tierra y en superficie. Si en el pasado el material de relleno se descargaba a menudo por gravedad desde la superficie al interior a través de pozos y chimeneas, desde donde se distribuían mediante equipos de carga, hoy en día las bombas de pulpas y/o lodos, combinadas con sistemas de tuberías cerrados, desempeñan una función importante en el llenado y la introducción de material de relleno en cavidades subterráneas. (Contorín, 2013).

A. RELAVES MINEROS

El relave minero es un conjunto de desechos tóxicos de procesos mineros y concentración de minerales, usualmente constituido por una mezcla de tierra, minerales y agua. Los relaves contienen altas concentraciones de químicos y elementos que alteran el medio ambiente, por lo que deben ser transportados y almacenados en «tanques o pozas de relaves» donde lentamente los contaminantes se van decantando en el fondo y el agua es recuperada o evaporada.

- a) **Propiedades físicas de los relaves.-** El comportamiento de los relaves mineros están determinados por sus propiedades físicas y también por la naturaleza del depósito. La depositación de los relaves mineros puede dar lugar a dos clases fundamentales de material: arenas depositadas mediante mecanismos hidráulicos y limos depositados mediante procesos de sedimentación. (Rojas, 2012).
- b) **Granulometría.-** Los residuos mineros tienen como característica principal el tamaño de las partículas sólidas porque va a determinar sus posibilidades de aprovechamiento y recuperación. La granulometría va a depender de los procesos mineralúrgicos empleados para concentrar o extraer los minerales, por ejemplo en el caso del carbón la separación por gravedad lleva consigo estériles más gruesos que la flotación.

Tabla N° 1: Propiedades granulométricas de los relaves mineros.

Granulometría	%de Paso	Calidad
Gruesos	0-15% menor de 74ppm (micrómetro)	Buenos
Medios	15 – 50% menor de 74 ppm	Generalmente buenos
Finos	50 – 80% menor de 74ppm	Cuestionables
Limos	100% menor de 74ppm y 25% menor de 200ppm	Almacenado por presas convencionales

Fuente: Ingeniería Ambiental (2006). Residuos Mineros. Perú

- c) **Plasticidad.** - Es la propiedad que permite al material sufrir deformaciones sin recuperación elástica perceptible y sin resquebrajarse ni desmenuzarse. También la podemos definir como la capacidad que tienen ciertos materiales para cambiar de formar, bajo una carga constante, sin cambio apreciable de volumen. La plasticidad de los relaves mineros procedentes de las plantas de tratamiento de mineral viene dada en función del porcentaje de finos que presenten. (Rojas, 2012).
- d) **Peso específico.** - Generalmente los relaves mineros están saturados, es decir todo el volumen de vacíos entre partículas sólidas están ocupados por el medio acuoso, por lo que de esta forma, podemos hablar de la proporción de sólidos respecto a la mezcla total y que se denomina concentración. El peso específico de los lados es muy variable, en función de las concentraciones de mineral estéril, de la granulometría de la presencia de los elementos secundarios.
- e) **Permeabilidad.** - Un material se considera permeable cuando está situado entre otros menos permeables que él, por lo que podemos decir que todos los materiales son más o menos permeables. En este sentido podemos afirmar que el agua filtra a través de todos los materiales, con la única diferencia de la magnitud o intensidad.

Tabla N°2: Permeabilidad media de los relaves mineros

Material	Permeabilidad media
Arenas ciclonadas gruesas con menos del 15% de finos	10^{-2} 10^{-3}
Arenas depositadas en la playa de la bolsa con 15-30% de finos	10^{-3} 10^{-4}
Lodos limosos no plásticos o con poca plasticidad	10^{-7} 10^{-6}



Lodos limosos con alta plasticidad	10 ⁻⁷ 10 ⁻⁸
------------------------------------	-----------------------------------

Fuente: Ingeniería Ambiental (2006). Residuos mineros. Perú

B. CONCRETO

El concreto es una mezcla homogénea de pasta y materiales inertes que tiene la propiedad de endurecer con el tiempo adquiriendo su resistencia a compresión máxima a los de 28 días. La pasta es una combinación de cemento y agua, en determinadas propiedades, en la que se produce una reacción química que libera calor en el proceso de mezclado e incorpora aire naturalmente (en una proporción del 1% al 2%). Esta pasta constituye el material ligante.

- a) **Agua.** - Si bien es imprescindible la presencia del agua para producir la reacción química del cemento, su exceso durante el proceso de fragüe es perjudicial para la resistencia final del hormigón. Cuando menos agua se incorpora a la mezcla, más resistencia y más impermeabilidad se obtendrá y por lo tanto el hormigón será de más durabilidad.
- b) **Cementos.**- Al descubrirse la cal hidráulica, que con su contenido de sílice se combinan con el óxido de calcio reaccionando con el agua, se inició el proceso que llevó a la aparición del hormigón, mediante una dosificación de minerales de origen calcáreo (65%) y arcilloso (35%) finamente pulverizados y cocidos a alta temperatura (1500 °C), obteniéndose así un material granular poroso, el “Clinker”, compuesto de silicato bicálcico, silicato tricálcico, aluminato tricálcico y ferro aluminato tetracálcico que, mezclados con un 4% de yeso dihidratado, da origen al cemento “Portland”.

Tabla N°3: Tipo de cementos

TIPO DE CEMENTO	DENOMINACIÓN
I	Uso general, alto calor f'c rápido
II	Mediana Resistencia Sulfatos, calor moderado, f'c lento.
III	Alto calor, f'c muy rápido, baja resistencia sulfatos
IV	Muy bajo calor, f'c muy lento
V	Muy resistente sulfatos bajo calor, f'c lento

Fuente: Norma ASTM C 150

- c) **Agregados.** - Los agregados pueden ser de origen natural, como son las rocas, tanto en el estado en que se encuentran (canto rodado) como procesadas por trituración (piedra partida), o artificiales como las arcillas expandidas o las escorias de altos hornos. Por su forma, los agregados pueden ser esféricos o poliédricos, debiendo desecharse aquellos de forma alargada, por su menor resistencia. Por su textura, son mejores aquellos de

superficies rugosas por brindar mejor adherencia. En cambio, los de superficies lisas mejoran la trabajabilidad del hormigón. Por su tamaño, los agregados pueden clasificarse en gruesos y finos. Son gruesos aquellos cuyos tamaños están comprendidos entre 4,8 mm y 150 mm y finos los comprendidos entre 0,75 mm y 4,8 mm. Deben clasificarse por zarandeo y tener una granulometría adecuada. Esta se determina midiendo los porcentuales de partículas que pasan por cada tamiz, de una serie prefijada, según normas ASTM.

Tabla N°4: Límites de granulometría según el ASTM del agregado fino.

Malla	Porcentaje que pasa (Acumulativo)
3/8"(9.5mm)	100%
N°4 (4.75mm)	95 a 100%
N° 8 (2.36mm)	80 a 100%
N° 16 (1.18mm)	50 a 85%
N° 30 (600µm)	25 a 60%
N° 40 (425µm)	15 a 35%
N° 50 (300µm)	10 a 15%
N°60 (250 µm)	5 a 10%
N° 100(300µm)	2 a 5%
N° 200 (75 µm)	1 a 2%

Fuente: Norma ASTM C 136.

C. MEZCLA FRESCA

Al tomar contacto con el agua y durante su proceso de mezclado, su estado es líquido; luego del tiempo necesario para obtener una buena mezcla (90 segundos), toma una consistencia cremosa. Es importante la trabajabilidad del hormigón fresco, su transporte hasta los lugares de moldeo sin producir segregación y llenar los moldes sin que queden huecos ni vacíos, llenando totalmente las armaduras. La trabajabilidad está relacionada con la consistencia de la mezcla fresca y ésta es medida por su asentamiento a través del cono de Abrams, dependiendo del tipo de elemento estructural a llenar.

a) Fraguado. - A las dos o tres horas comienza el período de fraguado durante el cual comienza la reacción química del agua con el cemento que inicia el periodo de endurecimiento. Este proceso debe comenzar lo más tardíamente posible de fraguado del hormigón, durante el cual comienza la reacción química del agua con el cemento que inicia el periodo de endurecimiento. Para permitir el total llenado de los moldes con

mezcla en estado fresco y debe terminar lo antes posible a fin de poder desencofrar las estructuras cuando éstas han alcanzado su punto de resistencia.

- b) Endurecimiento.** - La mezcla endurecida debe cumplir con una cierta resistencia a determinado tiempo y al menor costo posible, brindando la suficiente durabilidad a lo largo del tiempo mediante su impermeabilidad, evitando así la acción destructora de los agentes externos. El proceso de endurecimiento se sigue produciendo en presencia de humedad, de manera que la resistencia a compresión aumenta con el transcurso del tiempo, aunque no con la misma velocidad que durante los primeros veintiocho días. La elaboración de concreto pasa por varias etapas y estados, que se deben tener en cuenta para generar buenas propiedades dentro de este, por ello se deben realizar de forma cuidadosa, teniendo en cuenta las cantidades de material utilizado según la dosificación, además la mezcla de concreto no deben contaminarse con tierra, por eso hay que prepararlas en una superficie limpia, esto se hace para evitar que el concreto se contamine y no adquiera la resistencia adecuada según la dosificación utilizada, inmediatamente después de la mezcla del concreto este se coloca en moldes cilíndricos, donde se deja el concreto por 24 horas.
- c) Propiedades Del Concreto Fresco (ASTM C 172).** - El estado de mezcla fresca del hormigón dura entre una a tres horas, tiempo que permite su traslado al lugar de colocación, el llenado de los moldes y su compactación. La trabajabilidad se verifica con ensayos, a través de su consistencia. El ensayo utilizado es con el cono de Abrams, un molde troncocónico de 20 cm de diámetro de base y 10 cm de diámetro superior, con una altura de 30 cm. Este molde se llena con mezcla en tres capas sucesivas compactas con 25 golpes cada una. Al desmoldar, la mezcla desciende y se mide su asentamiento. El asentamiento deseado varía con el tipo de estructura y la forma de compactación, según sea varillado manual o mecánico por medio de vibradores, entre 2 cm y 18 cm.
- d) Propiedades del concreto endurecido (astm c 31).** - Como la hidratación de la pasta cementicia no es instantánea, el comportamiento del hormigón va variando a lo largo del tiempo, incrementando su resistencia, cambiando volumétricamente bajo la acción de la temperatura, la humedad y las cargas de larga duración (Abanto, 2013).
- e) Resistencia mecánica.** - Es la capacidad de resistir cargas de compresión que se miden en ensayos hechos con probetas cilíndricas, generalmente de diámetro de 15 cm y 30 cm de alto. Estas probetas deben curarse por lo menos 24 horas en sus moldes hasta 7,14 o 28 días desmoldadas. (Abanto, 2013).



- f) **Durabilidad.** - La durabilidad está directamente relacionada con la existencia de canales capilares formados por exudación. Los líquidos con los que puede entrar en contacto pueden contener sustancias químicas en solución que resten cohesión a la pasta (aguas ácidas o carbónicas) o que formen compuestos expansivos (sulfatos) o que aumenten de volumen por congelación.

D. ENSAYOS DE LABORATORIO

a) Ensayos para agregados:

- **Análisis granulométrico (ASTM c 136 – NTP 400.012):**

La granulometría se refiere a la distribución de las partículas del agregado. El análisis granulométrico divide la muestra en fracciones, de elementos del mismo tamaño, según la abertura de los tamices utilizados. Este análisis determina la distribución del tamaño de las partículas o granos que constituyen un material. Esta distribución se analiza en base a su porcentaje de su peso total.

- **Método de ensayo:**

Mediante este ensayo se determina la granulometría tanto del agregado fino, como del agregado grueso.

- **Equipos:**

- Una balanza de alta precisión de 0.1 gr.
- Recipientes para muestras de más de 1000 gr.
- Juego de tamices conformados por las mallas: N° 200, N° 100, N°60, N° 40, N° 30, N° 20 y N°10.
- Brochas.
- Cucharones.
- Palana.
- Bandejas de metal.
- Horno de secado termostáticamente controlado, capaz de mantener una temperatura de 100 °C +- 5 °C.

- **Preparación de la muestra:**

Se homogeniza y cuartea el agregado fino en estudio para separarlo en 05 grupos de 500 gr cada uno, con la finalidad de realizar 05 pruebas de tamizado.

- **Procedimiento:**

- Se pesan las muestras requeridas según la tabla N°3, para luego colocarla en la estufa a una temperatura de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$, por un lapso de 24 horas y con la finalidad de extraer la humedad presente en la muestra (9% de humedad presente en la muestra).
- Se coloca la muestra en la malla superior del juego de tamices, dispuestos en forma decreciente, según abertura, se procede al tamizado en forma manual y se toma nota de los pesos que se obtiene.
- Si el tamizado se realiza en forma mecánica, se toma cada tamiz con tapa y base, imprimiéndoles diferentes movimientos de vaivén. No se permite en ningún caso, presionar las partículas con la mano para que éstas pasen a través del tamiz
- Si en el transcurso de un minuto no pasa más de 1% en peso del tamizado se dará por concluida.

b) Módulo de finura (ASTM C 136 – NTP 400.012)

Este método de ensayo se utiliza para determinar la graduación de materiales propuestos para su uso como agregados o que están siendo utilizados como agregados. Los resultados se usan para determinar la conformidad de la distribución por tamaños de partículas con los requisitos aplicables de la especificación requerida y para proporcionar los datos necesarios para el control de la producción de varios productos de agregados y de mezclas que contengan agregados. Los datos también pueden ser útiles para desarrollar relaciones concernientes a la porosidad y al acomodo de partículas.

▪ **Especificaciones técnicas:**

Las especificaciones que a continuación se dan, están referidas exclusivamente al agregado fino, puesto que en la estimación de proporciones de los agregados se emplea únicamente el módulo de finura del agregado fino.

- El módulo de finura varía entre 2.2 y 2.8 con este ensayo se obtienen concretos de buena trabajabilidad y reducida segregación.
- Los módulos de finura que tienen valores entre 2.8 y 3.2 son los más indicados para producir concretos de alta resistencia.
- Donde un valor menor que 2,0 indica una arena fina 2,5 una arena de finura media y más de 3,0 una arena gruesa. Para nuestro tema de investigación se tiene un módulo de finura de 2.04, la que corresponde a arena fina.

▪ **Determinación de secado del agregado fino (ASTM C 136) Equipos:**

- Balanza con sensibilidad de 0.1 gr y capacidad no menor de 1 kg.
- Frasco volumétrico, cuya capacidad sea 1000 cm³ calibrado hasta 0.10 cm³ a 20° C.
- Molde cónico, metálico, diámetro menor 4 cm, diámetro mayor 9 cm y altura 7.5 cm.

- Varilla de metal, con un extremo redondeado de (25+-) gr de peso.

- **Preparación de la muestra:**

Se coloca aproximadamente 1000 gr de agregado fino, obteniendo del agregado que se desea ensayar a través de un cuarteo, después se seca al horno y luego se satura. Luego de saturado se extiende sobre una superficie plana expuesta a una corriente suave de aire tibio y remuévala con frecuencia hasta lograr un secado uniforme, se continuará esta operación hasta que los granos finos no se adhieran marcadamente entre sí. Luego se coloca el agregado fino en forma suelta en el molde cónico se golpea la superficie suavemente 25 veces con varilla de metal y se levanta el molde verticalmente. Si existe humedad libre, el cono del agregado fino mantendrá su forma. Se sigue secando, revolviendo constantemente y se prueba a intervalos frecuentes hasta que el cono se derrumbe al quitar el molde.

- **Procedimiento:**

- Se extrae una mezcla 500 gr de este material, se introduce con cuidado en una fiola de capacidad de 1000 ml, a continuación, se llena con agua hasta la marca indicada, determinado previamente la cantidad de agua añadida. Se somete a la acción de la bomba de vacíos para eliminar las burbujas de aire y para luego completar con agua hasta la marca.
- Después de la bomba de vacíos y de haber enrasado hasta los 1000 cm³, con cuidado se saca el agregado fino del frasco, se seca hasta peso constante a una temperatura de 100° C - ||0° C, se enfría a temperatura ambiente en un secador y se pesa

c) Expresión de resultados agregado fino

- **Peso específico de masa**

$$Pe = \frac{W_o}{V - V_a} \dots (1)$$

Pe = Peso específico de masa.

V = Volumen del frasco (cm³).

W_o = Peso en el aire de la muestra secada en estufa (gr)

V_a = Peso en (gr) o volumen (cm³) del agua añadida al frasco

- **Peso específico de masa saturada con superficie seca**

$$P_{esss} = \frac{500}{V - V_a} \dots (2)$$

Pe_{ss} = Peso específico del material saturado con superficie seca.

V = Volumen del frasco (cm³)

W_o = Peso en el aire de la muestra secada en estufa (gr)

V_a = Peso en (gr) o volumen (cm³) del agua añadida al frasco

▪ **Peso específico aparente**

$$Pe_a = \frac{W_o}{(V - V_a) - (500 - W_o)} \dots (3)$$

Pe_a = Peso específico aparente.

V = Volumen del frasco (cm³)

W_o = Peso en el aire de la muestra secada en estufa (gr)

V_a = Peso en (gr) o volumen (cm³) del agua añadida al frasco

▪ **Porcentaje de absorción**

$$Abs = \frac{500 - W_o}{W_o} * 100 \dots (4)$$

Abs = Porcentaje de absorción.

V = Volumen del frasco (cm³)

W_o = Peso en el aire de la muestra secada en estufa (gr)

V_a = Peso en (gr) o volumen (cm³) del agua añadida al frasco

d) Contenido de humedad (ASTM C 566)

Es la cantidad de agua que contiene el agregado en un momento dado. Los agregados generalmente se los encuentra húmedos y varían con el estado del tiempo, razón por la cual se debe determinar frecuentemente el contenido de humedad.

- **Seco:** no existe humedad en el agregado.
- **Seco al aire:** Cuando existe algo de humedad en el interior del árido, es característica en los agregados que se han dejado secar al medio ambiente.
- **Saturado y superficialmente seco:** estado en el cual todos los poros del agregado se encuentran llenos de agua.
- **Húmedo:** en este estado existe una película de agua que rodea el agregado llamado agua libre, que viene a ser la
- cantidad de exceso respecto al estado saturado superficialmente seco.
- **Especificaciones técnicas:**

El contenido de humedad es una de las propiedades físicas del agregado que no se encuentra limitada en especificaciones, pero se puede manifestar que en los agregados finos el contenido de humedad puede llegar a representar el 8% o más, mientras que en el agregado grueso dichos contenidos puede representar un 4%.

▪ **Método de ensayo:**

a) **Equipo:**

- Balanza con sensibilidad de 0.1 gr.
- Recipiente adecuado para colocar la muestra de ensayo
- Estufa capaz de mantener una temperatura de 105° C a 110° C

b) **Procedimiento:**

- Se coloca la muestra húmeda a ensayar en un depósito adecuado determinándose dicho peso.
- Llevar el recipiente con muestra húmeda a la estufa y dejarlo allí por 24 horas.
- Luego sacar la muestra dejar enfriar y finalmente pesarlo nuevamente

c) **Contenido de humedad:**

- El contenido de humedad se expresa así:

$$W\% = \frac{H}{M_s} * 100 \dots (5)$$

Dónde:

H = Peso del agua evaporada ((peso del recipiente + Muestra húmeda) – (peso del recipiente + muestra seca))

MS = Peso de la muestra seca.

▪ **Peso unitario (ASTM C 29 – NTP 400. 017)**

Es el peso del material seco que se necesita para llenar cierto recipiente de volumen unitario. El peso unitario de los agregados está en función directa del tamaño, forma y distribución de las partículas y el grado de compactación (suelto o compacto).

▪ **Especificaciones técnicas**

En las arenas el peso unitario compacto varía entre 1550 kg/m³ y 1750 kg/m³ disminuyendo cerca de un 20% para el peso unitario suelto.

▪ **Método de ensayo**

a) Equipo:

- Balanza que permite lecturas de por lo menos 0.1% del peso de la muestra.
- Barra compactadora de acero, circular, recta, de 5/8" de diámetro y 60 cm de largo con un extremo redondeado.
- Recipiente cilíndrico y de metal suficientemente rígido para condiciones duras de trabajo.

b) Preparación de la muestra:

Para la determinación del peso unitario, la muestra deberá estar completamente mezclada y seca a temperatura ambiente.

c) Procedimiento:

Peso unitario compactado

Existen dos procedimientos para determinar el peso unitario compactado. El método de apisonado para agregado cuyo tamaño máximo no sea mayor de 5cm y el método de percusión, para agregado cuyo tamaño máximo está comprendido entre 5cm y 10cm. A continuación, se describe el primer método por ser el más utilizado.

Peso unitario suelto:

El siguiente procedimiento se emplea en agregados que tengan un tamaño máximo no mayor de 10 cm. Se llena el recipiente con una pala hasta rebosar, se deja caer el agregado desde una altura no mayor de 5 cm. Por encima del borde superior del recipiente. Se toma las precauciones necesarias para impedir en lo posible la segregación de las partículas. Se elimina el excedente del agregado con una reglilla. Se elimina el recipiente (W_s). Se obtiene el peso unitario suelto del agregado, multiplicando por el factor (f).

d) Peso unitario:

El peso unitario del agregado es el producto del peso neto de la muestra por el factor (f) o entre el volumen interior del molde, producto de la medida de sus dimensiones.

$$P.U. = W_s * (f) = \frac{W_s}{V_r} \dots (6)$$

Dónde:

W_s = Peso neto del agregado (seco o compacto)

F = Factor (f) = 313

V_r = Volumen del recipiente

P.U. = Peso Unitario. ⁽¹⁸⁾

E. PORCENTAJE DE FINOS (ASTM C 117 – NTP 400.018)

Son elementos perjudiciales que cuando se hallan presentes en los agregados disminuyen las propiedades fundamentales del concreto, tanto en la elaboración como en su comportamiento posterior.

a) Especificaciones técnicas:

Según la norma ASTM C – 33 los materiales muy finos como: la arcilla, limo y el polvo de trituración que pasa la malla N° 200.

▪ Método de ensayo

Equipo:

- Balanza que permita la lectura por lo menos el 0.1 del peso de la muestra a ensayar
- Tamices para determinar la muestra de ensayo.
- Envase de tamaño suficiente para contener la muestra cubierta por agua.
- Estufa de tamaño máximo adecuado y capaz de mantener una temperatura de $100^{\circ} \pm 5^{\circ} \text{C}$.

b) Muestra de ensayo:

- Separación de los agregados por la malla N° 4 y luego puestas a la estufa por 24 horas. Después de ello se realiza una selección del material a ensayar por el método del cuarteo.

c) Procedimiento:

- Después de secar y pesar se coloca la muestra de ensayo en el envase y se agrega agua en cantidad suficiente para separar las partículas más finas que el tamiz N° 200 y hacer que estas queden en suspensión.
- Se vierte el agua que contienen los sólidos suspendidos y sueltos en el tamiz N° 200, evitando en lo posible la decantación de las partículas más gruesas de la muestra.
- Se agrega agua nuevamente a la muestra que se halle en el envase, se agita y decanta como en el caso anterior.
- Se repite esta operación hasta que el agua de lavado sea clara.
- Se devuelve todo el material retenido en el tamiz N° 200 a la muestra lavada.
- Se seca el agregado hasta un peso constante a temperatura de $110^{\circ} \text{C} \pm 5^{\circ} \text{C}$ y se pesa con aproximación de 0.1% de peso de la muestra.



d) Porcentaje de finos:

La cantidad de material que pasa el tamiz N° 200 se calcula de la siguiente manera:

$$F = \frac{W_0 - W_1}{W_0} * 100 \dots (7)$$

Dónde:

F = Porcentaje de material que pasa el tamiz N° 200

W₀ = Peso seco de la muestra original

W₁ = Peso seco de la muestra después del lavado.

2.2.1.10. ELABORACIÓN DE LAS PROBETAS DE CONCRETO PARA PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (NORMA: ASTM C 31, NTP 339.033)

a) Material y equipo:

- Mezcla de concreto.
- 1 molde cilíndrico de 6 pulg. X 12 pulg.
- Varilla metálica de 5/8 pulg. X 60 cm.
- Palana pequeña.

b) Procedimiento:

- Se coloca el molde de concreto sobre una superficie plana.
- Se vierte una capa de concreto hasta un tercio del volumen del molde.
- Se apisona con la varilla de acero liso dando 25 golpes distribuidos uniformemente sobre toda la mezcla.
- En seguida se coloca otras dos capas con el mismo procedimiento a 1/3 del volumen y consolidado, de manera que la barra penetre en la capa inmediata inferior en aproximadamente 1”
- En la última capa se coloca material en exceso para luego enraizar con la barra de acero.

A. ASENTAMIENTO (SLUMP) – (ASTM C 143-78)

El ensayo de consistencia del concreto o “slump test”, sirve para evaluar su capacidad para adaptarse con facilidad al encostrado que lo va a contener manteniéndolo homogéneo con un mínimo de vacíos. El procedimiento se explica ampliamente en la norma ASTM C 143 – 78 “Slump of Portland Cement Concret”, la clasificación de la mezcla según consistencia se describe en la siguiente tabla.

Tabla N° 5: Clasificación de las mezcla de concreto por consistencia.

Consistencia	Asentamiento (cm)	Observaciones
Seca o rígida	0 – 3	Difícil de trabajar
Medianamente	3 – 8	Apropiada para zapatas
Plástica	8 – 12	Encofrados amplios y pavimentos
Fluida o suelta	12 – 15	Compactación por chuseado

Fuente: Abanto (2013)

a) Equipo:

- El molde tiene forma de tronco de cono.
- El molde se construye con plancha de acero galvanizado, para facilitar la operación.
- Para compactar el concreto se utiliza una barra lisa de 16 mm de diámetro y 600 mm de longitud y punta semiesférica.

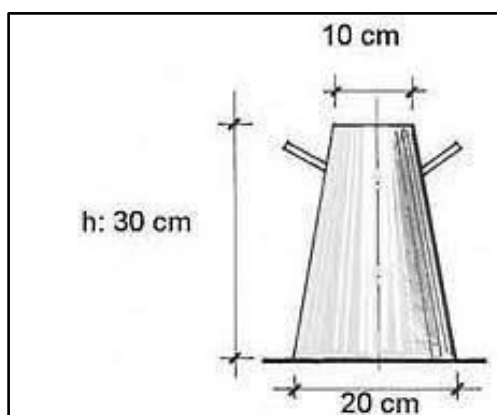


Figura Nro. 13: Cono de Abrams

Fuente: http://www.eis.unl.edu.ar/z/adjuntos/1384/Ensayo_de_consistencia_de_hormig%C3%B3n_y_confecci%C3%B3n_de_probetas.pdf

b) Procedimiento:

- Se coloca el cono sobre una superficie lisa (plancha metálica) horizontal no absorbente.
- Se humedece el interior del cono.
- Se coloca las manos en las asas superiores del cono y se ejerce presión y de la misma manera pisando las aletas inferiores y manteniéndolo inmóvil.
- Se vierte una capa de concreto hasta un tercio del volumen.
- Con la barra de acero de 60 cm de larga x 3/8" de diámetro se apisona aplicando dos capas con el mismo procedimiento a 1/3 del volumen y consolidando de manera que la barra en la capa inmediata inferior en aproximadamente 1".

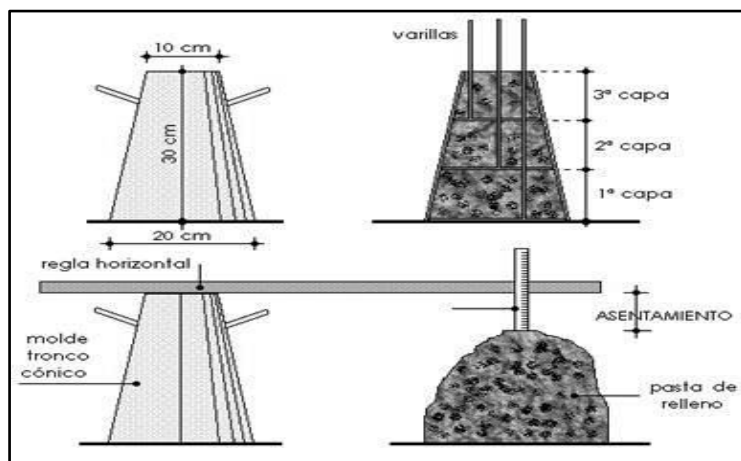


Figura Nro. 14: Ensayo con el cono de Abrams

Fuente: <https://www.slideshare.net/VictorHugoCatacata/ensayo-de-asentamiento-cono-de-abrams>

B. ENSAYOS PARA EL CONCRETO ENDURECIDO

a) Resistencia a la compresión (ASTM C 39).

La resistencia a la compresión se puede definir como la máxima resistencia medida de un espécimen de concreto o de mortero a carga axial. Generalmente se expresa en kilogramos fuerza por centímetro cuadrado (kgf/cm^2) a una edad de 28 días se le designa con el símbolo $f'c$. Para determinar la resistencia a la compresión, se realizan pruebas especímenes de mortero o de concreto.

a) Equipo:

- Máquina universal para ensayo de compresión.
- Bases para probeta de placas circulares.

b) Procedimiento:

- Se ubica el espécimen de concreto endurecido en la máquina de resistencia a la compresión se cubre sus extremos (superior e inferior), con placas cilíndricas para uniformizar la fuerza en toda el área de contacto.
- Se somete a la compresión aplicando cargas graduales hasta que la muestra llegue a fallar.
- Con la carga de rotura se calcula el esfuerzo a la compresión.

b) Shotcrete Vía Húmeda.

Se define al Shotcrete (concreto lanzado) como un mortero o concreto transportado a través de una manguera y proyectado neumáticamente a alta velocidad sobre una superficie. A diferencia del concreto convencional, que se coloca y luego se compacta (vibrado) en una segunda operación, el concreto lanzado se coloca y se

compacta al mismo tiempo, debido a la fuerza con que se proyecta desde la boquilla.

La aplicación del shotcrete vía húmeda presenta ventajas tales como:

- El agua de mezclado es controlado en la etapa inicial (de mezclado).
- Permite reducir el agua de mezclado mediante el adecuado empleo de aditivos plastificantes y super plastificantes.
- La aplicación de aditivos de inhibición de hidratación permite regular el fraguado inicial extendiéndolo por la cantidad de horas que sea necesaria, manteniendo la mezcla fresca y con la trabajabilidad requerida.

Shotcrete vía húmeda (Desde1970)

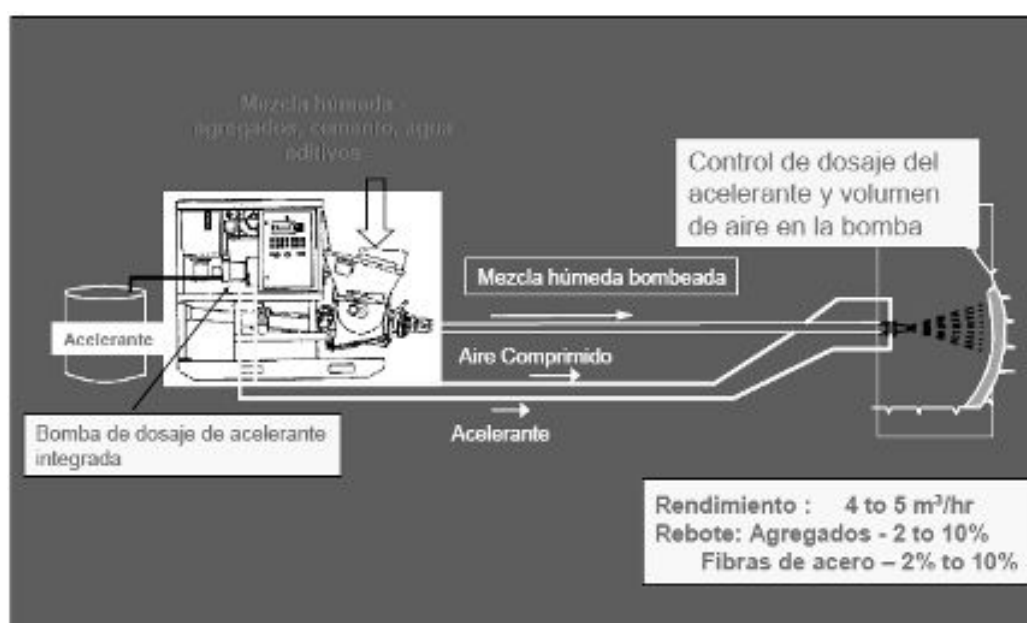


Figura Nro. 15: Esquema de equipo lanzador de shotcrete vía Húmeda.

Fuente: http://cybertesis.urp.edu.pe/bitstream/urp/163/1/guzman_zc.pdf

2.2.1.11. MATERIALES PARA LA MEZCLA

Los materiales para la mezcla del Shotcrete difieren mucho a los de un concreto tradicional, así podemos separarlos entre los aglomerantes y los agregados. Los agregados son materiales unidos por el material cementicio, sus propiedades físicas, químicas y térmicas influyen en el comportamiento del concreto.

A. AGREGADOS

Los agregados están constituidos por partículas duras de tamaño estable y deben estar limpios, libres de terrones, partículas blandas o limadas, arcillas impurezas orgánicas sales y otras sustancias que por su naturaleza o cantidad afecten la resistencia o durabilidad del concreto. Se recomienda que la combinación de agregados cumpla con las

diferentes granulometrías recomendadas por el ACI 506 R-90 para la elaboración del concreto lanzado; así se muestra en la tabla adjunta.

B. AGUA

El agua de la mezcla está formada por el agua añadida a la mezcla y por la humedad que contengan los agregados. El agua con relación a su uso en el concreto tiene dos funciones, como ingrediente para la elaboración de las mezclas donde inicia la reacción química de cemento, produciendo el fraguado y endurecimiento del concreto, y como medio de curado del concreto cuando se utiliza este método. Aunque en estas aplicaciones las características del agua tienen efectos de diferente importancia, es usual que se recomiende emplear agua de una sola calidad en ambos casos. Se puede utilizar casi cualquier agua natural que sea potable y que no tenga un color o sabor pronunciado, con un pH de 7 que no tenga sustancias disueltas o que las contengan en concentraciones mínimas.

C. CEMENTO

Para elaborar los concretos y morteros lanzados se pueden emplear todos los tipos de Cementos Pórtland existentes en el país que cumplan con la norma ASTM C 150 o C 59, eligiendo el tipo según la necesidad particular de la obra. En nuestro medio existen los siguientes:

- Cementos Pórtland Tipo I para uso general.
- Cementos Pórtland Tipo II para uso de exposición a la acción de sulfatos o cuando se necesita un moderado calor de hidratación.
- Cementos Pórtland Tipo III para uso cuando se requiere alta resistencia inicial.
- Cementos Pórtland Tipo IV para uso cuando se requiere bajo calor de hidratación.
- Cementos Pórtland Tipo V para uso cuando se requiere alta resistencia a los sulfatos.⁽⁶⁾

2.2.1.12. ADITIVOS PARA LA MEZCLA

A. ADITIVOS PARA EL CONTROL DE HIDRATACIÓN

También llamados retardantes de fragua tienen como función principal retardar la reacción química que se produce en el cemento evitando el desarrollo del Calor de hidratación, demora el endurecimiento, produce un aumento del tiempo de trabajabilidad de la mezcla y al mismo tiempo genera un cierto efecto plastificante. Los aditivos retardantes deben cumplir con la norma ASTM C 494-92. Estos aditivos actúan directamente sobre las partículas de cemento cubriéndolos con una capa delgada relativamente impermeable postergando su hidratación, particularmente del aluminato Tricalcico (C3A).

B. ADITIVOS REDUCTORES DE AGUA

Los aditivos reductores de agua tienen como función primordial incrementar la trabajabilidad de la mezcla sin afectar la relación agua cemento (a/c) por consiguiente no afectar la resistencia de la mezcla, esto se da por que los reductores de agua son sustancias que provocan una gran dispersión de las partículas de cemento. Los aditivos reductores de agua de alto rango deben cumplir con la norma ASTM C 494-92. Los reductores de agua se utilizan en concretos y morteros lanzados por vía húmeda exclusivamente para optimizar el mezclado y el transporte, se obtiene mayor homogeneidad y favorece la hidratación completa del cemento; se facilita la impulsión a través de tuberías y mangueras. Los materiales que generalmente se utilizan como aditivos plastificantes o reductores de agua son:

- Ácidos lignosulfónicos y sus sales; que reducen el agua de mezcla de un 5% a un 10%, además retarda los tiempos de fraguado de 1hrs. a 3 hrs. cuando se trabajan a temperaturas que oscilan entre 18° C y 38° C.
- Ácidos carboxílicos y sus sales; reducen el agua de mezcla de un 5% a un 8%, además retarda los tiempos de fraguado de 1hrs. a 3 hrs. cuando se trabajan a temperaturas que oscilan entre 18° C y 38° C.
- Carbohidratos polisacáridos y ácidos de azular; estos retardan el fraguado de la mezcla en formas diversas y generalmente no son inclusotes de aire.

C. ADITIVOS ACELERANTES DE FRAGUA

Los aditivos acelerantes de fragua acortan el tiempo de fraguado y aumentan la rapidez del endurecimiento del concreto, son productos solubles en agua y actúan químicamente sobre la mezcla, obteniendo resistencias elevadas a corto plazo; lamentablemente la mayoría de los acelerantes de fragua tienen efectos adversos sobre las propiedades del concreto como el incremento de la contracción por secado, incremento de porosidad, incremento de la permeabilidad, reduce la resistencia al ataque químico y reduce la durabilidad. Al emplear un acelerante deben tomarse precauciones para incorporarlo inmediatamente antes de la aplicación de la mezcla cargándolo directamente en la boquilla del lanzador, de lo contrario puede producirse un fraguado prematuro en la mezcla y consecuentemente daño al equipo; este riesgo aumenta en ambientes cálidos, donde el fraguado acelerado desarrolla un rápido calor de hidratación. El empleo de cloruros de calcio que cumpla con los requerimientos de la ASTM D 98, puede emplearse como acelerante, bajo ciertas condiciones, aunque no debe dosificarse en cantidades mayores al 2% con relación al peso del cemento y los iones de cloruro incluyendo los

contenidos en los agregados y el agua, no deben exceder los límites actualmente recomendados de ION Cloruro (CI) totales dentro del concreto antes de ser puesto en servicio de acuerdo con el ACI 318 (expresado como un porcentaje del peso del cemento).

2.2.2. EVALUACIÓN DEL CONCRETO Y RELLENO CEMENTADO EN LA CONDICIÓN ACTUAL

Del inventariado, revisión de información y análisis de todo el proceso de relleno cementado se puede resumir y comentar lo siguiente.

2.2.2.1. MATERIALES Y PROCESO DE PREPARACIÓN

2.2.2.1.1. AGREGADOS PROVENIENTES DEL DESMONTE DE MINA Y CANTERAS DE PRÉSTAMO

Para la elaboración del relleno cementado se utilizan agregados provenientes del desmonte de mina (tras un proceso previo de chancado primario) y en su carencia o déficit utilizar agregados de préstamo.

La planta de relleno cuenta con una chancadora de QUIJADA GRIMER de una capacidad de 30 tn/hora que es en donde se trata al desmonte de mina, para que posteriormente pase a una zaranda vibratoria, que es donde se separa la piedra de $\frac{3}{4}$ " denominada piedra 67 y la piedra de $\frac{1}{2}$ " denominada piedra 89 o confitillo, seguidamente son transportados mediante fajas y almacenados en los silos de 204 m³ y 127 m³ respectivamente, las piedras superiores a $\frac{3}{4}$ " pasan a la chancadora cónica TELESMITH para luego recircular hacia la zaranda vibratoria hasta cumplir con los tamaños de fragmentación requerida. Cabe indicar que durante el proceso de zarandeo se riega con agua para el control de la polución, el cual a su vez lava parcialmente los finos del agregado. Arena "Ricaldi" o confitillo, es un agregado con tamaño máximo de fragmentación de $\frac{1}{2}$ " el cual es proveniente de la cantera "Pachachaca" que está ubicado en la comunidad de Pachachaca, distrito la Oroya, Provincia Yauli.

La piedra "Ricaldi" es un agregado de $\frac{3}{4}$ " sub-redondeada proveniente de la Cantera "Ricaldi" ubicada a las orillas del Rio Mantaro en el centro poblado menor de Huari, distrito la Oroya, Provincia Yauli.

Los agregados de canteras de préstamo son transportados a obra mediante volquetes y almacenados a pie de la planta de relleno en depósitos sin techar, que en la temporada de lluvias quedan expuestos e incrementado su humedad.



2.2.2.1.2. RELAVE GRUESO

El relave grueso corresponde a material con 80 a 95% mayor a 0.074 mm de diámetro de partícula, tras un proceso de cicloneo es separado de la porción fina, por un nido de hidrociclones ubicado en los alrededores de la planta de relleno.

El relave es transportado desde la planta de procesos metalúrgicos mediante una tubería conecta hacia la zona de hidrociclones, el relave gruesos es descargado en una plataforma y transportado mediante un cargador frontal hacia un depósito ubicado al pie de la Planta de Relleno Cementado, dicho deposito no se encuentra techado por lo que el relave queda expuesto a la lluvia, nieve y/o granizo que altera constantemente su humedad.

2.2.2.1.3. AGUA

El agua es proveniente de la canalización de una laguna relativamente alejada de las operaciones y que el día 22/10/13 a las 3:35 pm. Se midió los siguientes parámetros:

- PH = 8.10
- Potencial = -89.8 mv
- Conductividad = 271 uS/cm²
- Salinidad = 0.1 %
- TDS = 130.9 mg/l
- Temperatura = 10.3 °C.

2.2.2.1.4. ADITIVOS

Se están utilizando dos aditivos que son transportados de la fábrica a la Planta de Relleno.

- EUCO 537; Aditivo superplastificante que se usa 1% en peso del cemento.
- EUCO WO; Aditivo inhibidor de Agua y se usa 0.1% en peso del cemento.

2.2.2.1.5. DISEÑO DE MEZCLAS DEL RELLENO CEMENTADO

En la preparación del relleno cementado en la Planta Automatizada se utiliza como patrón tres diseños los cuales se analizan en el software de computadora que controla la dosificación de los materiales, cabe indicar que la Planta de Relleno tiene la opción de operar en modo manual o semi-automatizada que le permite al operador variar los pesos de los agregados según la humedad del día de los agregados teniendo como base los siguientes diseños:

- El diseño 1, considera la utilización de los agregados producidos en la Planta de relleno mediante el chancado y zarandeo del desmonte de mina, por lo que los agregados contemplados son la piedra 67 (3/4") y el confitillo 89 (1/2").

- El diseño 2, considera la utilización de la piedra 67 (3/4”) producidos en planta y material de préstamo en cuanto al confitillo “Ricadi” (1/2”).
- El diseño 3, considera que no se cuenta con material producido en Planta por lo que se tiene que utilizar los agregados de material de préstamo como son el confitillo “Ricadi” (1/2”) y la Piedra “Ricaldi” (3/4”).
- Es importante señalar que antes de iniciar con la colocación del relleno cementado se coloca 02 tandas de Soft y 03 tandas de mortero con la finalidad de lubricar la tubería de conducción, los mismos que se muestran en la tabla siguiente.

Tabla N°6: Diseños de Mezclas Típicos

Material	Diseño 1 (kg)	Diseño 2 (kg)	Diseño 3 (kg)	SOFT	Mortero
Piedra 67	560	700			
Piedra Ricaldi			850		
Confitillo 89	620			540	
Confitillo Ricaldi		600	445		
Relave	625	570	590	1032	1643
Cemento	300	300	300	300	300
Agua	220	210	210	300	450
Euco 537	3.0	3.0	3.0		
Euco WO	0.3	0.3	0.3		

Fuente: Departamento de relleno cementado – U. P. ANDAYCHAGUA

Las propiedades físicas de los agregados utilizados para el diseño se presentan en la tabla 8.

Tabla N°7: Propiedades físicas de los agregados para el diseño

Propiedades	Relave	Conf. Uso 89	Piedra Uso 67	Confitillo	Piedra Ricaldi
P. específico	2.8	2.65	2.65	2.64	2.65
Absorción.	3.7	1.45	2	2	1.62
Conten. Humedad.	10%	9.00%	2.70%	7%	2.50%

Fuente: Departamento de relleno cementado – U. P. ANDAYCHAGUA

2.2.2.1.6. PREPARACIÓN DEL RELLENO CEMENTADO.

La preparación del relleno cementado se realiza en la planta acondicionada para tal objetivo el cual consta de una chancadora de Quijada Grimer 30 tn/hora y una zaranda vibratoria Gravier. 30 tn/hora donde se produce el agregado de procedencia de desmonte de mina, los mismos que son almacenados en sus respectivos depósitos, luego los

agregados son alimentados a una tolva stacker de 4 m³, desde donde son transportados hacia la tolva de cuatro compartimientos de 4 m³ c/u ubicado en la parte superior de la balanza donde los agregados son colocados según su naturaleza y/o el tamaño de fragmentación de las partículas para su respectivo pesado y dosificación el cual es controlado desde la sala de mando, seguidamente los agregados pasan al mezclador conjuntamente con el agua con aditivos y el cemento, que fueron pesados previamente con balanzas ubicadas en sus respectivos depósitos y que también son operados y controlados desde la sala de mando. Finalmente, el relleno cementado pasa al agitador Remix desde donde se inicia el bombeo hacia interior mina.

En cuanto al transporte de los agregados a la tolva stacker, se realiza mediante fajas en el caso de la piedra 67 y la piedra 89 (producidos en planta) y en cuanto al relave y agregados de préstamo, como el Confitillo Ricaldi (1/2") y Piedra Ricaldi (3/4"), se realiza con un cargador frontal.

La sala de mando cuenta con un software donde se selecciona el diseño patrón a utilizar en función a la procedencia de los agregados a emplear, según esto se controla la dosificación de los agregados de manera automatizada; sin embargo, la planta tiene la opción de operar en modo manual donde depende de la observación del operador para seguir agregando material a la balanza, esta última opción es utilizado principalmente por el operador para controlar el peso del relave debido a que en varias oportunidades se ha presentado problemas de adherencia del relave en la tolva y no baja totalmente a la balanza, también utiliza la opción manual cuando se requiere realizar algún otro reajuste de peso de cualquier agregado.

Uno de los problemas frecuentes con el sistema de pesado automático, es que por la alta humedad de los materiales finos (relave) este suele pegarse a la tolva y no descargar hacia la mezcladora, este defecto hace que requiera ayuda manual para la descarga. Asimismo, a esto podría tener influencia la exposición de los materiales a la lluvia al no contar con techo los almacenes.

2.2.2.2. SISTEMA DE BOMBEO, TRANSPORTE Y VACIADO

En cuanto al transporte del relleno cementado se dispone de dos (02) bombas SCHWING BP 3500 HDR, con el cual se realiza el bombeo desde Planta hacia interior mina a una distancia promedio entre 1 a 1.5 km por una tubería de acero de Ø 5". El ascenso se inicia por la chimenea y luego presenta cruce por las labores por medio de codos y uniones, por lo que las principales restricciones durante el proceso de transporte es al atrapamiento u obstrucción del relleno en su recorrido, en el pasado se han presentado

problemas de este tipo por lo cual han tenido que paralizar el bombeo hasta reparar o reemplazar el tramo de tubería que se encontraba obstruida y en algunos casos con el relleno fraguado en su interior, otra de las preocupaciones del transporte es la presión de operación de la bomba el cual se ha observado que funciona normalmente hasta 140 Bar con un máximo de 160 bar, en caso se sobrepase este valor se inician los problemas por paralización de las bombas.

Debido a lo indicado anteriormente los encargados de la Planta de Relleno Cementado han realizado ligeras variaciones a los diseños de mezclas típicos (ver acápite 4.1.5) donde han reducido el peso de agregado de piedra de $\frac{3}{4}$ " en el orden de 150 kg a 250 kg, y lo han reemplazado en equivalente en peso por Relave y Confitillo (piedra de $\frac{1}{2}$ "), así mismo han observado que con un slump comprendido entre $7\frac{3}{4}$ " y 8" pueden controlar la presión de operación de la bomba, el cual a su vez define el flujo de bombeo que está comprendido entre 18 a 25 m³/hora. Así mismo, como la Planta produce por tanda 1.25 m³ de relleno cementado, el diseño original que es para 1 m³ ha sido recalculado para este nuevo volumen teniendo en consideración previamente la reducción y reemplazo de la cantidad de piedra de $\frac{3}{4}$ " , así como también las consideraciones de sus propiedades físicas como absorción y humedad de los agregados. Por otro lado, los análisis granulométricos, ensayos de humedad y propiedades físicas de los agregados se realizan con una frecuencia de 01 vez a la semana y colocan relleno en el orden de 400 m³/día, por lo que no se cuenta con los valores diarios de humedad, absorción y otros para la preparación del relleno cementado de cada losa.

Las lluvias también afectan a la humedad de los agregados que están almacenados en los depósitos sin techar, por esta razón durante la operación regulan la cantidad de agua en función al slump de $7\frac{3}{4}$ " y 8". En consecuencia el diseño de mezcla original ha sufrido modificaciones primero por reducción de peso de piedra $\frac{3}{4}$ " , luego el recalcu lo por el volumen de la tanda a 1.25 m³ y finalmente variación del peso durante la operación para controlar la humedad de los agregados mediante la medición del slump, con el cual se evita problemas de la presión de operación de la bomba.

A continuación, se muestran los diseños recalculados utilizados en la planta para la producción del relleno cementado, considerando la utilización de los agregados producidos en la planta de relleno mediante el chancado y zarandeo del desmonte de mina, por lo que los agregados contemplados son la piedra 67 ($\frac{3}{4}$ ") y el confitillo 89 ($\frac{1}{2}$ "), los pesos recalculados para 1.25 m³ se ingresan al software los cuales se reajustan durante la operación según la humedad de los materiales.

Tabla N°8: Diseño Ajustado por la Operación (Diseño

1)

MATERI	PESO	VARIACION DEL PESO	PESO DEL DISEÑO	PESO RECALCULADO	VARIACION
PIEDRA	5	-150	41	51	+/-
CONFITILL	6	+50	67	89	+/-
RELAVE	6	+100	72	100	+/-
CEMENTO	3	0	30	37	+/-
AGUA	2	0	22	10	+/-
EUCO	3	0	3	3.7	-
EUCO	0	0	0.3	0.3	-

Fuente: Departamento de relleno cementado – U. P. ANDAYCHAGUA

Con referencia a la colocación del relleno luego de verificar que se encuentra conforme el armado del acero de la losa con su respectivo encofrado se procede con el bombeo desde la planta hacia la losa de turno, el cual actualmente tiene un recorrido comprendido entre 1 a 1.5 km de longitud de tubería de fierro de Ø 5", con un flujo comprendido entre 18 a 25 m3/hora el cual es enviado normalmente con un slump comprendido entre 7 3/4" a 8".

La colocación se realiza mediante la tubería de descarga de Ø 5", el cual está ubicada entre 3.50 m a 3.80 m de altura respecto del nivel inferior de la losa, por lo que el relleno cae desde altura de 3.8 m en la primera etapa del vaciado y va formando un cono durante el proceso de colocación, el bombeo se inicia con 02 tandas de mortero y luego 03 tandas de soft (relave, cemento y agua) con la finalidad de lubricar la tubería, posteriormente se coloca el relleno cementado y cuando falta 1 hora aproximadamente para culminar con el relleno (18 a 25 m3) se envía entre 15 a 18 tandas de soft de 1.25 m3 c/u con la finalidad de que este material por su alta trabajabilidad se deslice por la parte superior de la losa y la nivele de forma tal que se elimine el cono conformado durante el vaciado, lográndose parcialmente este objetivo.

Para el proceso de colocación se dispone de 01 cuadrilla de inspectores en interior mina quienes mantienen comunicación telefónica con el personal que opera en planta y permanentemente están informando el comportamiento del relleno cementado en referencia a su trabajabilidad, con el cual el operador de la sala de mando realiza los ajustes pertinentes a la dosificación de los agregados.

2.2.2.3. ARMADO DE ACERO

Primeramente se realiza la preparación de la superficie inferior del paño que consiste en el retiro de todo tipo de material inadecuado, como exceso de agua, material suelto, restos



solidos no estructurales, posteriormente se realiza el armado de las mallas de acero según corresponda el ancho del paño y finalmente se realiza el encofrado de los lados laterales del paño de losa, el cual consiste en un panel de madera apuntalado tanto desde la parte interior del paño como desde la parte exterior.

La malla de acero es de diferentes diámetros y tienen la función de incrementar la resistencia a la flexión y reforzar en el caso que exista juntas frías durante el vaciado, las mismas que están ancladas en la roca de la caja techo y piso. Para casos en que el ancho de losas es mayor a 6 m se coloca doble malla espaciados 15 cm entre sí. En la figura siguiente se muestra las dimensiones del armado de malla.

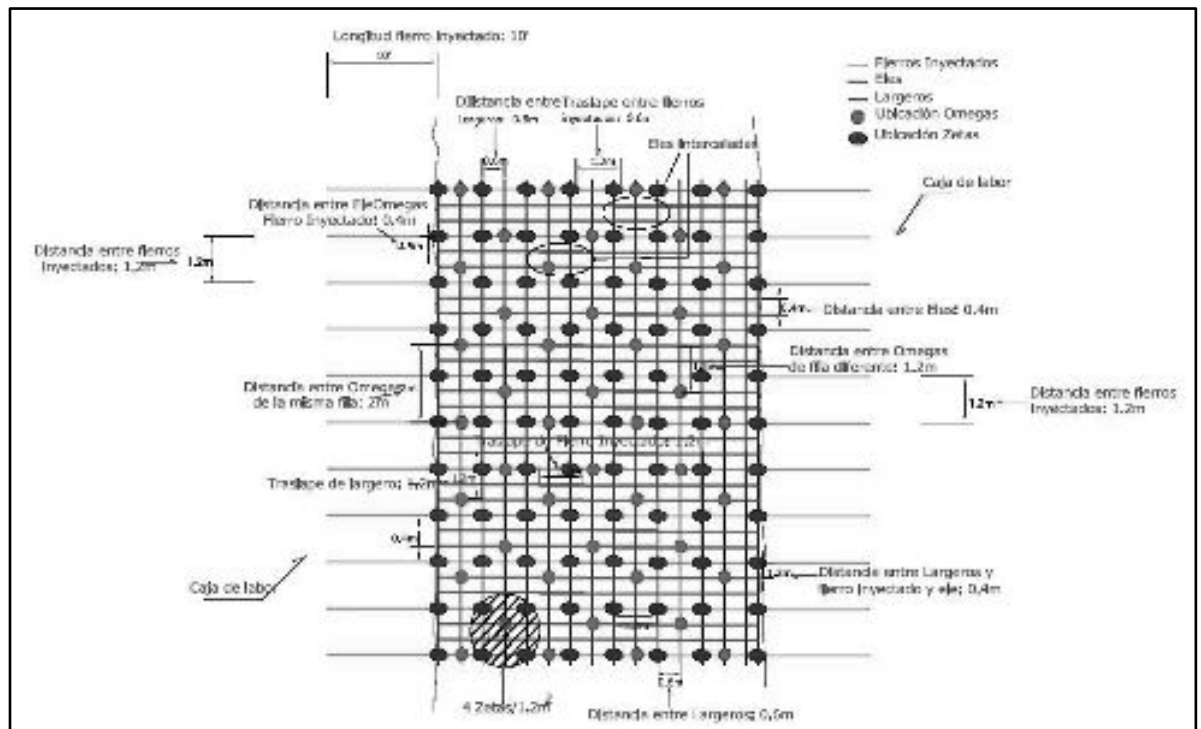


Figura Nro. 16: Malla de acero actual para refuerzo de la losa

Fuente: Departamento de relleno cementado – U. P. ANDAYCHAGUA

Los fierros inyectados y los ejes son de 1” de diámetro, los largeros de ¾” de diámetro, los zetas y omegas son de ¾” de diámetro y los traslapes son de 1 a 1.2 m.

2.2.2.4. TABIQUES O ENCOFRADOS

Los encofrados de cada panel de losas son construido con el uso de tabloncillos de madera de 2” y puntales de 8” de diámetro, la altura de los encofrados son de 3.5 m y detrás del encofrado se coloca una tela arpillera para que el relleno cementado no escape por los orificios. En la figura siguiente se muestra unas fotos referenciales.



Figura Nro. 14: Encofrados o Tabique actual de las losas

Fuente: Departamento de relleno cementado – U. P. ANDAYCHAGUA

En vista que los trabajos de construcción del encofrado son laboriosos requiriendo de abundante mano de obra y tiempo, se recomienda evaluar la posibilidad de reemplazar estos encofrados por una estructura de malla más shotcrete ancladas en las cajas, que cumplan la función del encofrado. En la figura siguiente se muestra una figura típica de dicha estructura, que deberá ser ajustado al caso de Andaychagua.

La guía general para la construcción de la barricada de relleno compuesto son los siguientes:

- La barra de refuerzo debe estar anclado (resina cementado) a una profundidad que supera la resistencia a la rotura del acero, tanto en roca circundante o pisos de relleno.
- El enrejado se construye con las barras de refuerzo n° 6 en una malla de 0,6 m por 0,6 m (Figura Nro 15).
- Las conexiones de barras de refuerzo deben solaparse según las normas del Código de Construcción Internacional.
- Asegure los 'resortes de la cama' con bandas de sujeción en el interior de la cerca y de altura diseñada (Figura Nro 15).
- Aplicar mínimo de 10 cm de shotcrete. El shotcrete se debe aplicar a la pared circundante, la espalda y las zonas del suelo a una distancia mínima de 0,6 metros de la barricada.
- Deje que el shotcrete se cure durante veinticuatro horas antes de la colocación de la pasta.
- Las válvulas adecuadas "respiración" deben ser instaladas para permitir la contrapresión en bancada para ventilar adecuadamente, y la presión que escapa está presente.
- Al colocar la elevación sucesiva, dar tiempo suficiente a la pasta para secar y establecer a una resistencia mínima diseñada.
- Las figura Nro. 15 muestran el esqueleto de barras de refuerzo y acabado de la barricada de relleno de material compuesto, respectivamente.



Figura Nro 15: Open -top relleno barricada. La parte superior abierta permite la ventilación adecuada de aire atrapado.

Fuente: Departamento de relleno cementado
U.P ANDAYCHAGUA

2.2.2.5. LOSA DE CONCRETO

Las losas son de 3.50m de altura y se deja un espaciamiento de 1.0 m con respecto a la losa inmediatamente superior, el largo de las losas es de 200m y los anchos pueden ser variables entre losa y losa que van de 3.50m hasta 15.00 m. Las longitudes de vaciado varían entre 12 a 15 m, que son delimitados por un encofrado o tabique. En algunos sectores de la losa a lo largo del tajeo se realiza el encofrado de una chimenea discontinua con la finalidad de obtener una zona hueca en la losa para poder evaluar las posibles deformaciones y mejorar la ventilación dentro del tajeo, en donde hasta la fecha se ha observado roturas en la madera del encofrado interior pero sin deformaciones del relleno cementado.

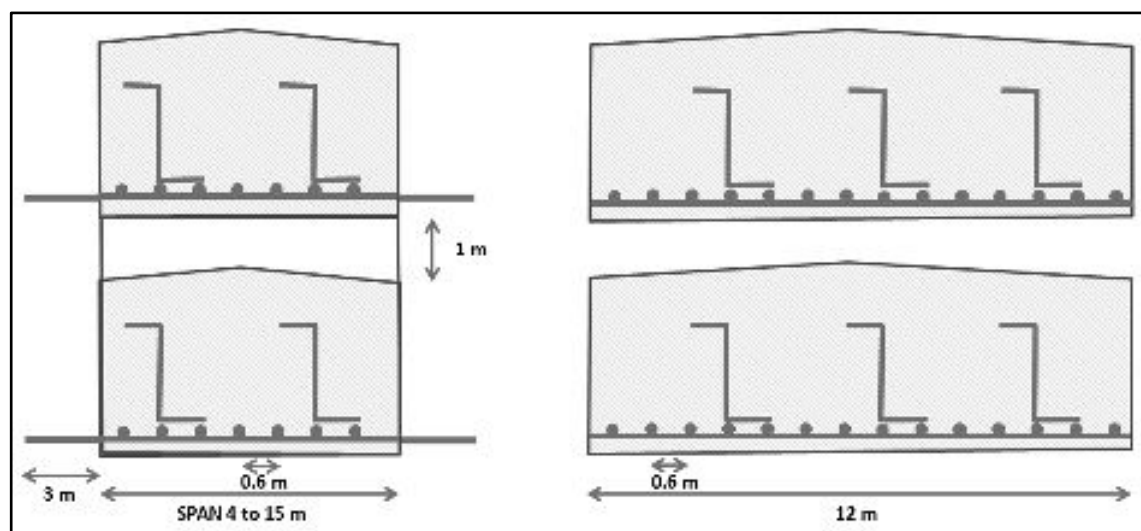


Figura Nro. 16: Vista longitudinal y transversal de la losa de relleno cementado

Fuente: Departamento de relleno cementado – U. P. ANDAYCHAGUA

Durante la inspección se identificó que en la zona superior de la losa, se acumula agua en sectores deprimidos que están predominantemente ubicados hacia las cajas, esta agua es abastecida por los afloramientos de agua subterránea en sectores localizados. Este efecto de empozamiento del agua en zonas deprimidas, hace que el agua se disperse hacia lo largo de todo el tajeo. En las figuras Nro. 17 y Nro. 18 se puede apreciar de manera esquemática la ubicación de las zonas predominantes de empozamiento y las filtraciones que genera estos empozamiento en los tajeos de explotación actual.

Se ha identificado también, que las filtraciones ocurridas en las cajas, deterioran el shotcrete y alteran a las rocas filitas que sufren un efecto de microfracturamiento e hinchamiento de los bloques de roca.



Figura Nro. 17: Empozamiento de agua en zonas deprimidas de las losas

Fuente: Departamento de relleno cementado – U. P. ANDAYCHAGUA

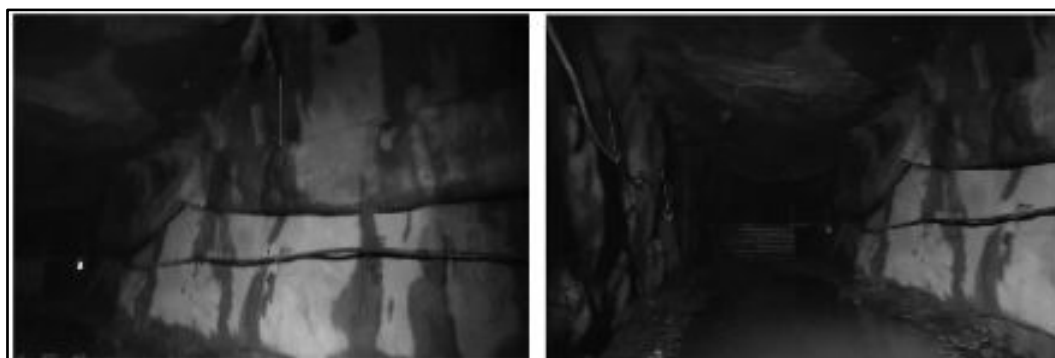


Figura Nro. 18: Filtraciones del agua empozada a lo largo de las paredes de la caja techo y piso

Fuente: Departamento de relleno cementado – U. P. ANDAYCHAGUA

Asimismo, se ha identificado que en el contacto de interface del relleno cementado de la losa y las cajas (techo y piso), se presenta una sobre-excavación de la roca que deja expuesto las varillas cementadas

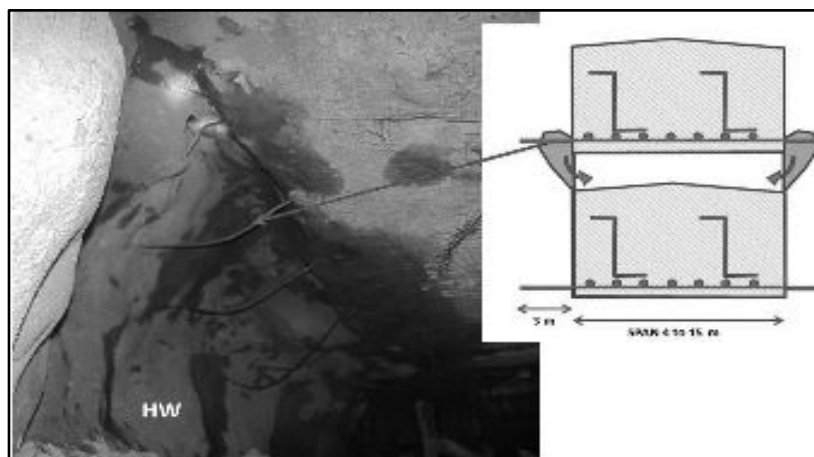


Figura Nro. 19: Exposición de varillas de anclaje por desmoronamiento de las cajas

Fuente: Departamento de relleno cementado – U. P. ANDAYCHAGUA

Este efecto de desmoronamiento, a veces puede afectar toda la caja techo o piso, dejando expuesto a los anclajes de sostenimiento y deterioro de shotcrete, el mismo que es reparado con trabajos adicionales de sostenimiento.

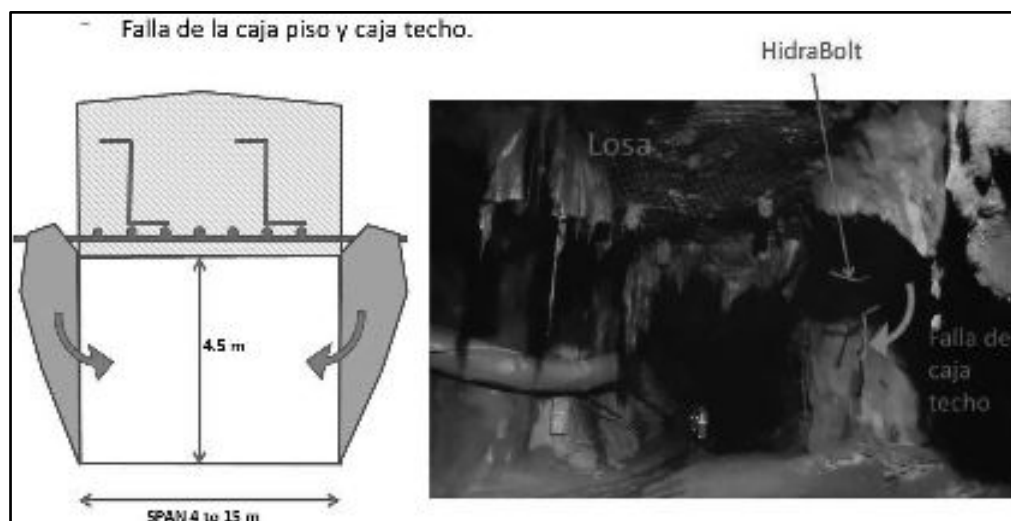


Figura Nro. 20: Falla de la caja techo y piso en los tajeos actuales

Fuente: Departamento de relleno cementado – U. P. ANDAYCHAGUA

En el tajeo 400, acc 409 y Nv. 1150, se encontró un lajamiento del sector inferior de una losa, con exposición de la malla de acero, que ha podido ser ocasionada por una junta fría o baja resistencia del concreto.

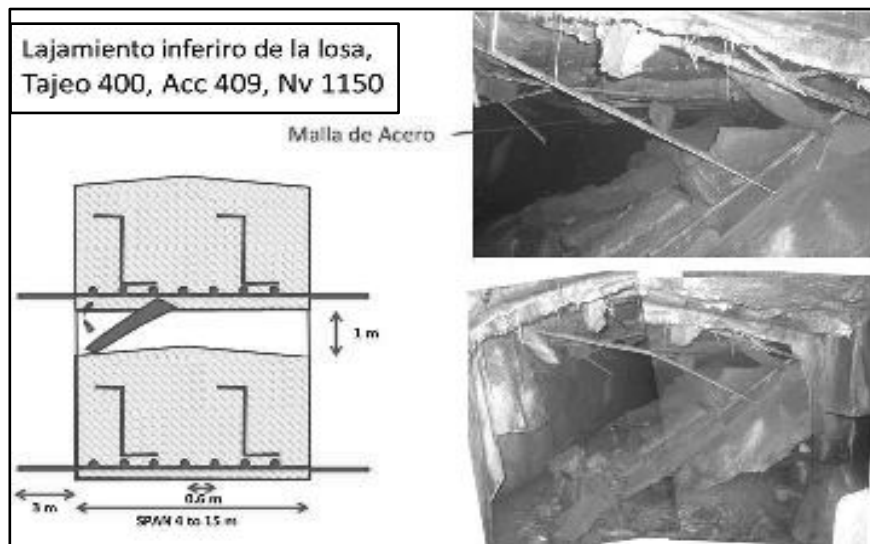


Figura Nro. 21: Lajamiento de la zona inferior de la losa (tajo 400, acc 409 y Nv. 1150)

Fuente: Departamento de relleno cementado – U. P. ANDAYCHAGUA

En vista que la longitud de los paneles son muy cortos, requiere de mucha preparación en tiempo y disponibilidad de mano de obra, SVS propone incrementar las longitudes de vaciado, de manera progresiva hasta llegar a una longitud óptima que se ajuste a la operación. A continuación, se muestra un plano típico de control y vaciado de losas, con longitudes de paneles mayores a 15 m, donde se registra fecha de vertido, resistencia a los 7, 14 y 28 días, contenido de cemento, tiempo de exposición (tiempo de curado) y espesor de losa.

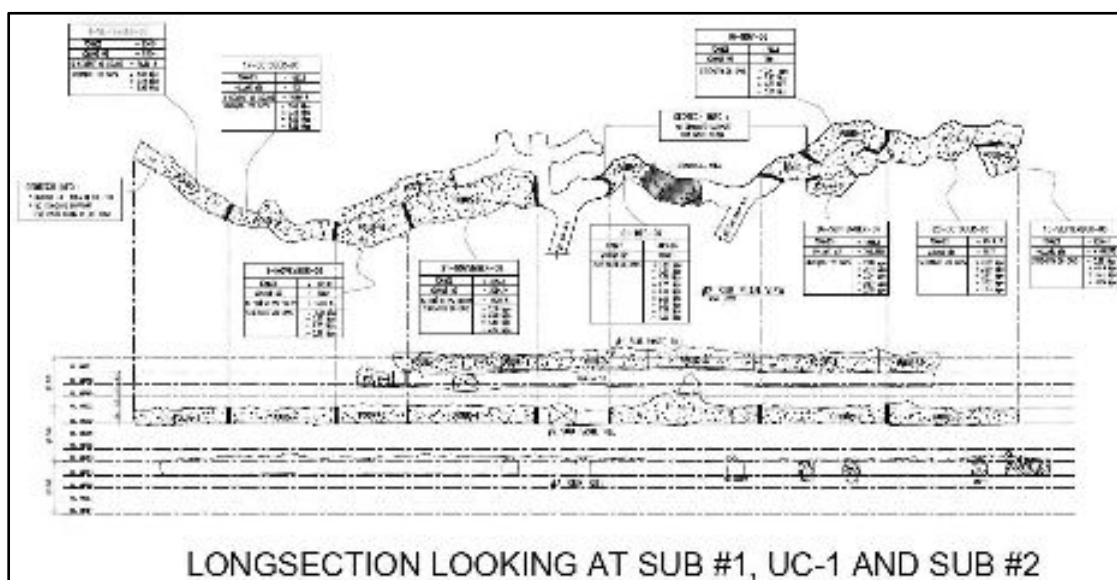


Figura Nro. 22: Reporte típico para el control de losas

Fuente: Departamento de relleno cementado – U. P. ANDAYCHAGUA

2.2.2.6. CONSUMOS Y COSTO UNITARIO

La producción de relleno cementado durante el 2013, fue de 115,088 m³ y el gasto total asciende a 10'415,364 US\$, en promedio se estimó que el costo unitario total (US\$/m³) del relleno cementado asciende a 90.7.

En la siguiente tabla y figura se muestra la producción total, los gastos por las diferentes partidas, los costos unitarios estimados y el porcentaje de incidencia de cada una de las partidas.

Tabla N°9: Producción, consumo y precio unitario del relleno cementado 2018

Volumen Producido de Relleno Cementado (m3)												
Descripción	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Prom	
Relleno	8,5	9,6	12,2	12,4	13,1	11,0	10,5	12,1	13,1	12,1	11,5	
Costos de Relleno Cementado (US\$)												
Descripción de	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Prom	%
Cementado	2,0	604,	403,	421,	472,	327,	376,	387,	343,	421,	375,	35.
Servicios	238,	261,	260,	269,	287,	275,	253,	280,	293,	354,	277,	26.
Agregados (arena		216,	107,	102,	99,0	90,2	135,	86,0	49,9	155,	115,	11.
Fe. corrugado 1" y	76,3	43,7	75,1	78,9	98,5	126,	119,	148,	31,7	110,	90,9	8.
Mano de Obra	68,0	68,4	77,3	76,3	72,2	69,8	71,5	64,9	65,5	69,1	70,3	6.
Aditivos EUCO7		69,8	51,4	51,2	59,8	47,6	48,0	29,0	37,3	54,1	44,8	4.
Tuberías y	21,4	24,2	30,5	31,1	32,8	27,5	26,2	30,3	32,9	30,3	28,7	2.
Madera para	22,0	22,2	16,7	25,6	26,8	20,5	21,8	18,7	27,4	15,8	21,8	2.
Energía	10,2	11,6	14,6	14,9	15,7	13,2	12,6	14,5	15,8	14,5	13,8	1.
Varios	9,8	11,1	14,0	14,3	15,1	12,6	12,0	13,9	15,1	13,9	13,2	1.
Total en US\$	448,	1,333,	1,051,	1,086,	1,180,	1,011,	1,077,	1,073,	912,	1,239,	1,053,	100.
Precio Unitario	52.	137	85.	87.	89.	91.	102	88.	69.	102	90.	

Fuente: Departamento de relleno cementado –U.P. ANDAYCHAGUA

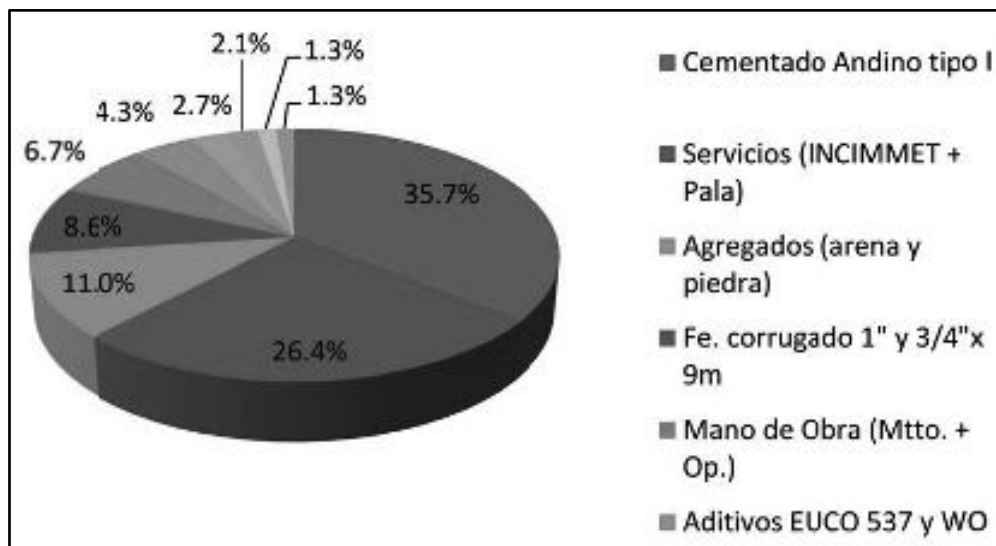


Figura Nro. 23: Porcentaje de incidencia de gastos para la producción de relleno cementado

Fuente: Departamento de relleno cementado – U. P. ANDAYCHAGUA

2.2.2.7. CONTROL DE CALIDAD

En cuanto a los trabajos de Control de Calidad (QC) cuentan con un (01) laboratorio de Suelo en la planta de relleno cemento y son operados por dos (02) técnicos de suelos y supervisados por el Ingeniero de Planta. Los tipos de pruebas de control de calidad que viene ejecutándose es lo siguiente:

2.2.2.7.1. ENSAYOS GRANULOMÉTRICOS Y PROPIEDADES FÍSICAS

Consiste en verificar que la curva granulométrica de los agregados se encuentran dentro de su respectivo Huso de diseño; así mismo se verifica los valores de las propiedades físicas como P.U, Absorción, Humedad de cada uno de los agregados, dichos ensayos lo están realizando con una frecuencia de 01 vez por semana.

2.2.2.7.2. TOMA DE MUESTRA DEL RELLENO CEMENTADO FRESCO

Durante la preparación y colocación del relleno cementado a cada losa se toman muestras tanto en superficie (Planta) como en interior mina en las siguientes condiciones:

- Toma de Muestras en Superficie; es realizado por un (01) técnico de suelos en la Planta de producción quien toma de la faja transportadora 01 balde de relleno cementado y luego va colocando en cada molde adecuadamente preparada y nivelada siguiendo los procedimientos estandarizados de rellenar en 03 capas de volúmenes iguales y en cada capa realiza la compactación con 25 penetraciones con la varilla, en total se toman 04 muestras para ser ensayadas a la resistencia a la compresión a los 7 y 28 días.
- Toma de Muestras en Interior Mina; es realizado por un ayudante quien toma la muestra de relleno cementado con un balde de la zona que se encuentra cercana al panel lateral

por su facilidad, debido a que es imposible tomar la muestra directamente de la tubería por que se encuentra al medio del paño, seguidamente se coloca en los moldes sin tener una adecuada nivelación en dos (02) capas, en total se toman 02 muestras para ser ensayadas a la resistencia a la compresión a los 28 días.

En vista que las metodologías de muestreo son muy diferentes tanto en superficie como en subterráneo no es posible comparar los valores de resistencia obtenidos para cada caso.

2.2.2.7.3. CURADO DE LAS MUESTRAS

Para esta etapa se cuenta en el laboratorio de suelos con una poza de curado acondicionado con calentadores eléctricos que mantienen el agua en una temperatura entre 28 °C a 30 °C; se ha observado que las muestras se tratan de diferente manera según lo siguiente:

- Muestras tomadas en Superficie; estas son retiradas del molde luego de 24 horas y son colocadas inmediatamente a la poza de curado con los debidos cuidados.
- Muestras tomadas en Interior Mina, estas son retiradas del molde luego de 24 horas y son transportadas de interior mina hacia la poza de curado en superficie luego de 2 a 4 días donde sufren golpes en su trayectoria.

Este efecto tiene una alta incidencia en el resultado que se puede obtener en superficie y el subterráneo, por lo que SVS recomienda homogenizar las metodologías de muestreo y curado para poder comparar el nivel de disminución de resistencia del concreto en el tajeo.

2.2.2.7.4. MEDICIÓN DEL SLUMP DURANTE EL PROCESO DE PREPARACIÓN DEL RELLENO CEMENTADO.

Para realizar un adecuado bombeo del relleno cementado se requiere de un slump comprendido entre 7 ¾" y 8" el cual es medido constantemente durante la preparación del relleno, parámetro que a su vez sirve de apoyo para controlar la cantidad de agua en la mezcla el cual se ve alterado por la humedad de los agregados más aun cuando estos están almacenados en depósitos sin techar como es el caso del relave.

Para efectuar esta medición el técnico de suelos toma una muestra de la faja transportadora con un balde luego lo coloca en el cono de Abrams siguiendo los procedimientos estandarizados.

2.2.2.7.5. ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIAXIAL.

Estos ensayos se realizan con el equipo del laboratorio de suelos consistente en una prensa Part n°60916 Model B de 10 000 PSI max. el cual es calibrado cada 6 meses, las muestras no pasan por el proceso de capeado, en su reemplazo se utiliza un disco de e=1" de neopreno en ambos lados de la muestra.

El sistema empleado únicamente brinda la fuerza a la cual falla la muestra mas no muestra

la gráfica esfuerzo vs deformación.

Estos ensayos son realizados en dos unidades a los 7 y 28 días para las muestras extraídas en superficie y en dos unidades a los 28 días para las muestras extraídas de interior mina.

A continuación, se indica los resultados estadísticos de los dos (02) últimos años:

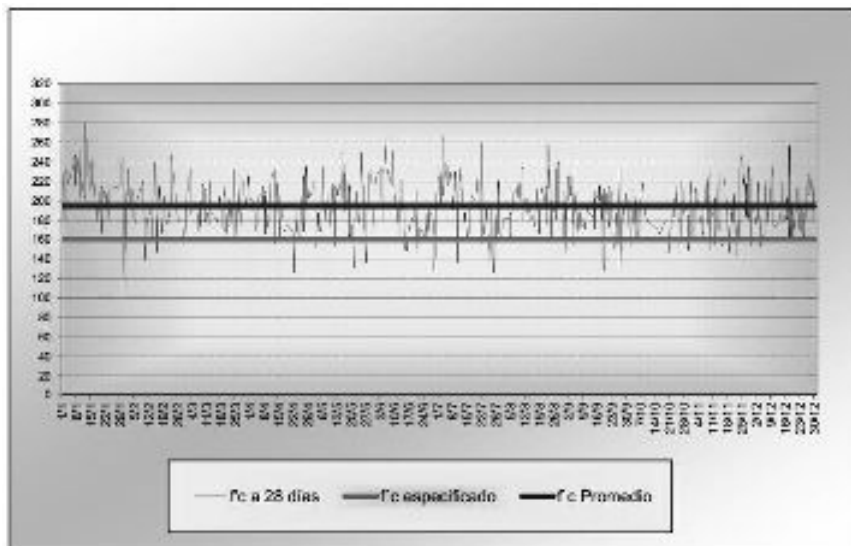


Figura Nro. 24: Resultados de Resistencia del Concreto a los 28 días, con muestras de superficie y durante el 2017

Fuente: Departamento de relleno cementado – U. P. ANDAYCHAGUA

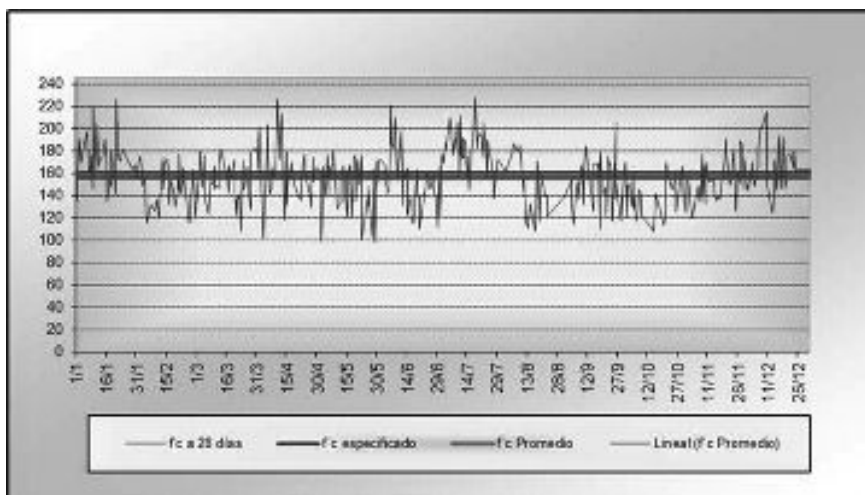


Figura Nro. 25: Resultados de Resistencia del Concreto a los 28 días, con muestras en subterráneo y durante el 2017

Fuente: Departamento de relleno cementado – U. P. ANDAYCHAGUA

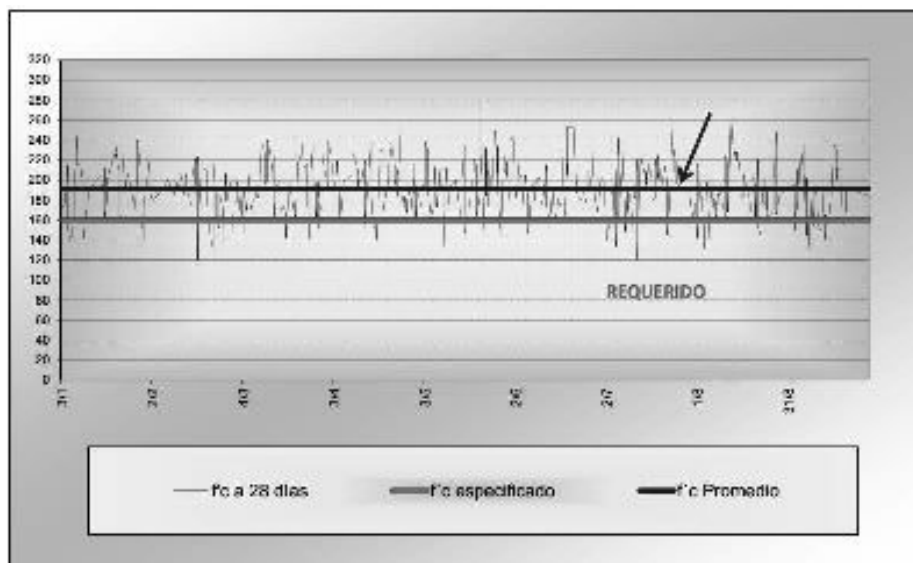


Figura Nro. 26: Resultados de Resistencia del Concreto a los 28 días, con muestras de superficie y durante el 2018

Fuente: Departamento de relleno cementado – U. P. ANDAYCHAGUA

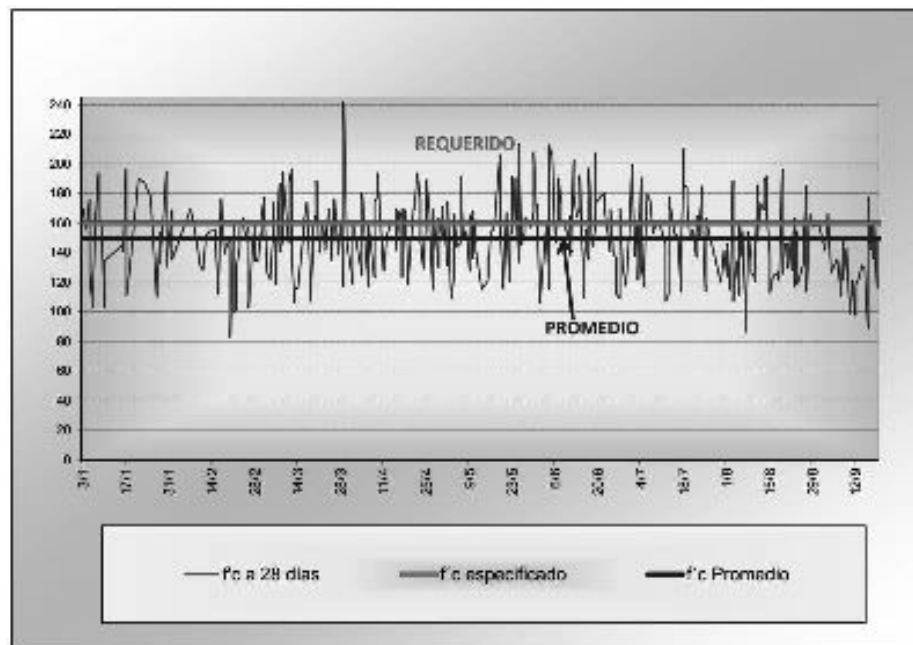


Figura Nro. 27: Resultados de Resistencia del Concreto a los 28 días, con muestras en subterráneo y durante el 2018

Fuente: Departamento de relleno cementado – U. P. ANDAYCHAGUA

2.2.2.8. Evaluación Estructural de la Losa en Condición Actual

Este acápite tiene el propósito de evaluar la condición actual de la losa para los diferentes anchos de minado.

2.2.2.8.1. Criterios de Rotura de Losas

El criterio de evaluación por equilibrio límite propuesto por Mitchell (1991) es una de las metodologías más simplificadas para evaluar la estabilidad de las losas para diferentes tipos de rotura como es el caso de rotura por cavamiento o desplome, flexión, deslizamiento por la interface y rotacional.

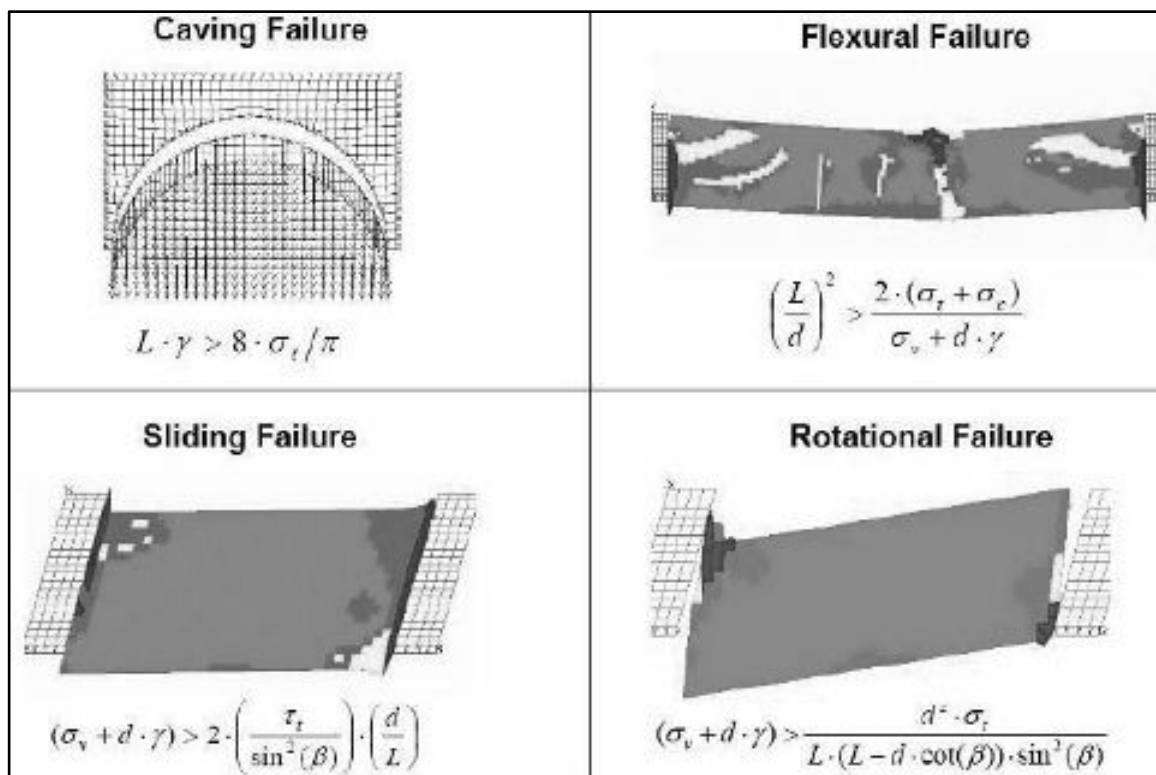


Figura Nro. 28: Criterios de Rotura de las Losas de Relleno Cementado (Mitchell 1991)

Fuente: Departamento de relleno cementado – U. P. ANDAYCHAGUA

Donde:

L = Longitud de losa o ancho de minado (3 a 15 m)

γ = Densidad del concreto (2.32 tn/m³)

σ_t = Resistencia a la tracción del concreto

σ_c = Presión de confinamiento de las cajas (techo y piso)

σ_v = Carga vertical sobre la losa (para el caso de andaychagua no existe carga vertical sobre la losa)

τ_t = Esfuerzo cortante sobre la interface de relleno cementado y roca

d = Espesor de la losa (3.5 m)

β = Buzamiento de la veta (90°)

El diagrama de esfuerzos de las losas con los diferentes parámetros descritos anteriormente serían.



Figura Nro. 29: Diagrama de esfuerzos de la losa de relleno cementado

Fuente: Departamento de relleno cementado – U. P. ANDAYCHAGUA

En vista que el buzamiento de la veta Andaychagua es 90° , no es aplicable el tipo de falla rotacional.

Asimismo, se ha estimado que en la interface de losa-roca, la filita es la que tiene la menor resistencia, tanto por la debilidad estructural (fracturas paralelas a la veta) como por su resistencia baja.

2.2.2.8.2. ESTADO ACTUAL DE LA LOSA PARA DIFERENTES ANCHOS DE MINADO

2.2.2.8.2.1. ESFUERZOS DE CONFINAMIENTO Y DEFORMACIONES

Considerando la profundidad de la mina, la geometría de las excavaciones y las propiedades geomecánicas de las rocas encajonantes, se ha estimado los niveles de esfuerzo de confinamiento de las cajas hacia las losas de relleno cementado. Con la ayuda del programa de cómputo Phases2D de Rocscience, se ha modelado secuencialmente la construcción de las losas y mediante el método de elementos finitos se ha determinado las presiones de confinamiento tanto para el criterio gravitacional de esfuerzos como para la tendencia predominante de esfuerzos in-situ medidos en la mina.

Los parámetros geomecánicos de la roca utilizados son los que se muestran en la siguiente tabla:

Tabla N°10: Propiedades de Resistencia del Macizo Rocoso y la Losa de Relleno Cementado

Litología	GSI	σ_{ci}	m_i	a	mb	s	σ_{cm} (MPa)	Emr (MPa)
Filitas	45	50	10	0.508	0.729	0.0007	5.54	3976
Filita argilizada	30	16	7	0.522	0.250	0.0001	0.94	948
Mineral	30	33	19	0.522	0.678	0.0001	3.25	1362
Relleno Cementado				0.5	10	1	16.0	20000

Fuente: Departamento de relleno cementado – U. P. ANDAYCHAGUA

En el cuadro siguiente se muestra el resumen de los resultados.

Tabla N°11: Estimación de Esfuerzo de Confinamiento sobre la Losa

Tipo de Modelo	Esfuerzo Transversal a la Losa o Esfuerzo Principal Mayor (σ_1) MPa	Esfuerzo de Confinamiento a la Losa o Esfuerzo Principal Menor (σ_3) MPa
Esfuerzos Gravitacionales	15 a 30	1 a 7
Esfuerzos In-situ	8 a 30	2 a 10

Fuente: Departamento de relleno cementado – U. P. ANDAYCHAGUA

Asimismo, en el modelo de esfuerzos se pudo identificar que en las esquinas inferiores de la losa se presenta una concentración de esfuerzos, el mismo que es reflejado en el terreno con la sobre excavación de la roca (ver figura Nro. 30 y Nro. 31).

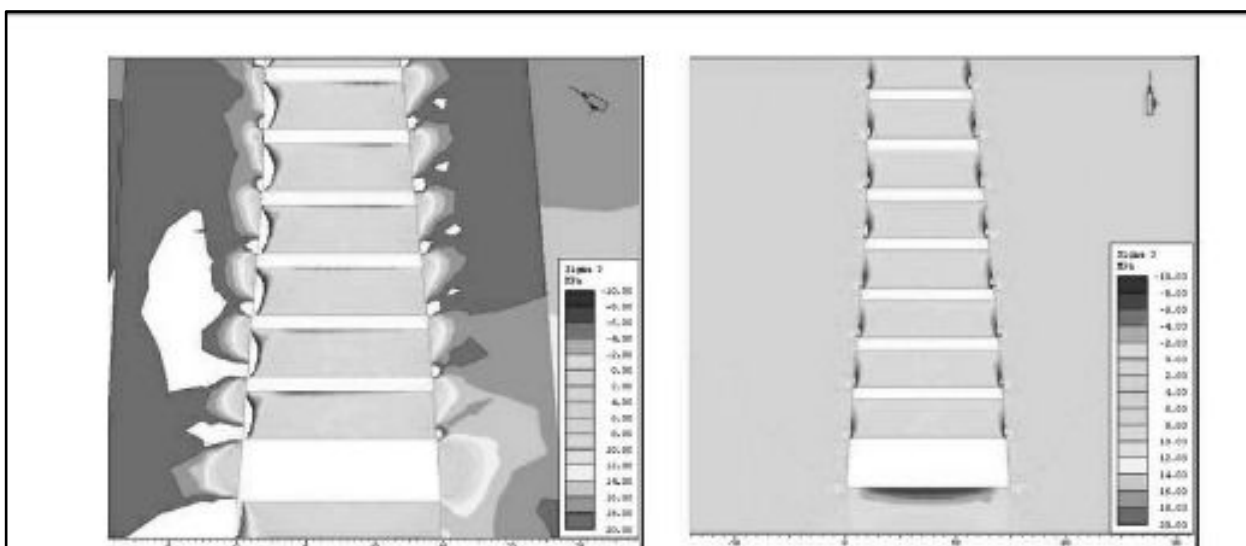


Figura Nro. 30: Esfuerzo de Confinamiento sobre la Losa o Esfuerzo Principal Menor en MPa

Fuente: Departamento de geomecánica – U. P. ANDAYCHAGUA

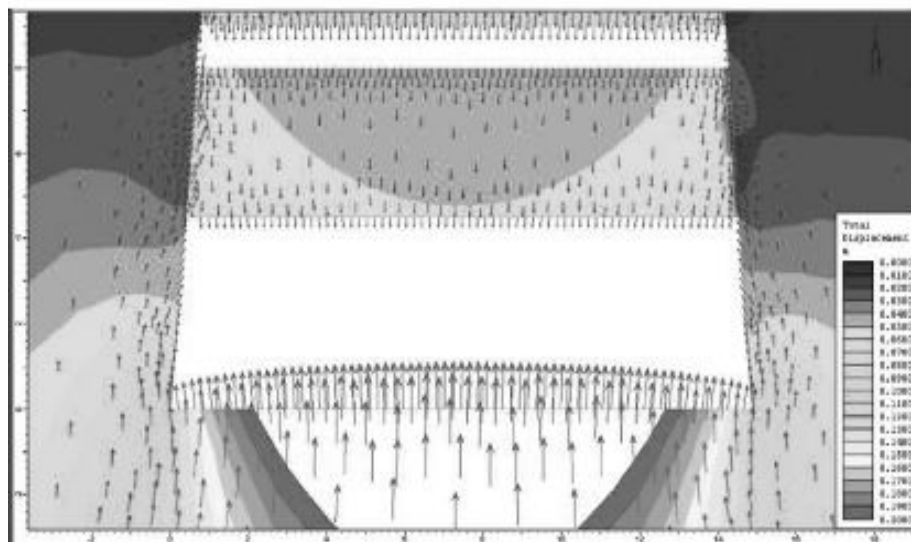
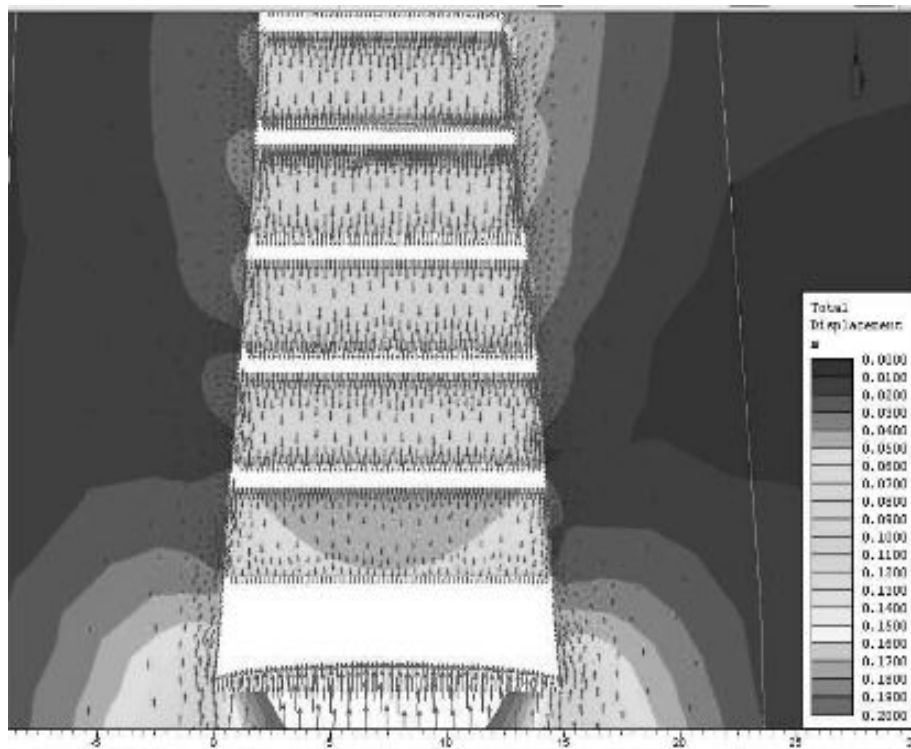


Figura Nro. 31: Deformación de las paredes de roca y losa

Fuente: Departamento de geomecánica – U. P. ANDAYCHAGUA

2.2.2.8.2.2. EVALUACIÓN ANALÍTICA DE LA LOSA

Considerando los parámetros de resistencia de la roca y la resistencia del relleno cementado se ha determinado el factor de seguridad para diferentes anchos de minado, simulando la condición actual.

Tabla N°12: Factores de Seguridad de las Losas en Condición Actual (sin refuerzo de acero)

Ancho de Losa o ancho de minado	Falla por Flexión	Falla por Deslizamiento de Interface Losa-Roca	Falla por Desplome	Falla Rotacional
18 m	1.2	1.1	6.7	No aplica
15 m	1.7	1.3	8.1	No aplica
10 m	3.7	1.9	12.1	No aplica
6 m	10.4	2.7	20.2	No aplica
4 m	23.4	4.1	30.3	No aplica

Fuente: Departamento de relleno cementado – U. P. ANDAYCHAGUA

Los resultados indican que los factores de seguridad más críticos son de falla por deslizamiento y flexión cuando el ancho de losa supera los 10 m. Sin embargo, la falla por desplome no se ve afectada por la alta resistencia de la losa (16 MPa).

Los valores de resistencia utilizados para el cálculo equivalen a un tiempo de curado de 7 días, los mismos que según los ensayos de laboratorio, están en el orden del 70% de la resistencia máxima alcanzada a los 28 días.

2.2.3. PLANTA DE RELLENO CEMENTADO U.P. ANDAYCHAGUA

2.2.3.1. PLANTA CHANCADORA DE U.P. ANDAYCHAGUA

2.2.3.1.1. INSTALACIONES Y EQUIPOS

Las instalaciones y equipos de planta chancadora en U. P. ANDAYCHAGUA están conformados por:

- Una tolva de gruesos, de 200 TM y parrilla de 8"
- Un alimentador de placas, Symons de 45"x35"
- Una chancadora primaria, Granier 1070 de 24"x36" y regulada a set de 4 a 8"



Figura Nro. 32: Las instalaciones y equipos de planta chancadora en U. P. ANDAYCHAGUA

Fuente: Elaboración propia.

- Zaranda Granier de 6'x14', con mallas de 1"x1", ½"x1/2" y fina de 3 mm
- Una chancadora cónica (secundaria), Symons de 4', serie 4154 – std

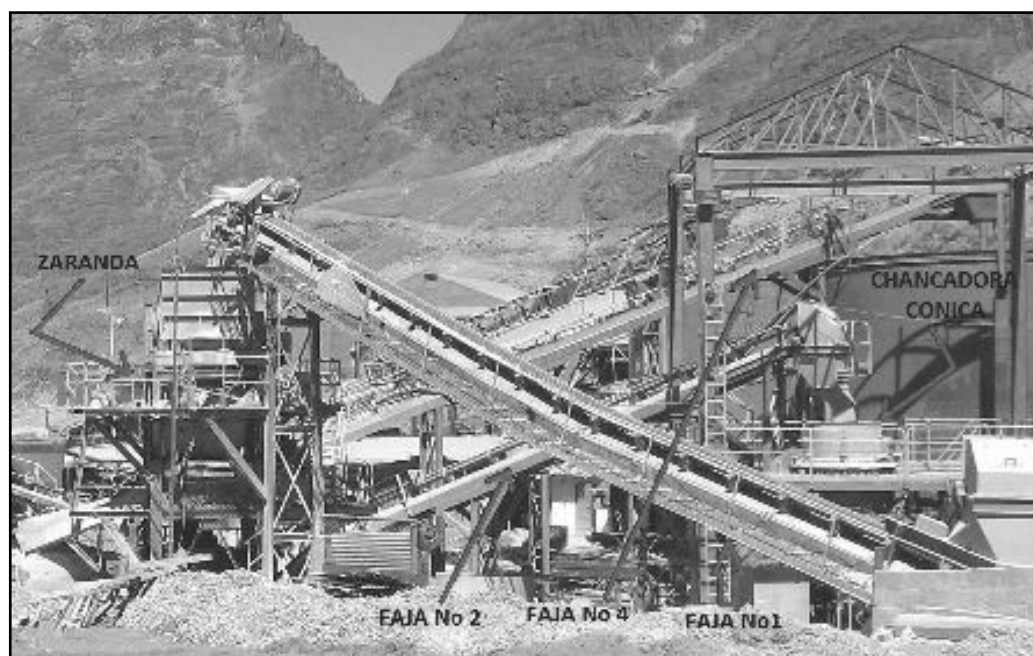


Figura Nro. 33: Planta de relleno cementado

Fuente: Elaboración propia.

- Dos silos, para piedra y confitillo
- Siete fajas transportadoras



Figura Nro. 34: Planta de relleno cementado

Fuente: Elaboración propia.

- Un cargador frontal de 5 yd3
- Una cámara para la acumulación del relave clasificado, de 400 TM



Figura Nro. 35: Planta de relleno cementado

Fuente: Elaboración propia.

- Dos silos para cemento, de 200 y 100 TM
- Una bombona de 30 TM, encargada de transportar el cemento

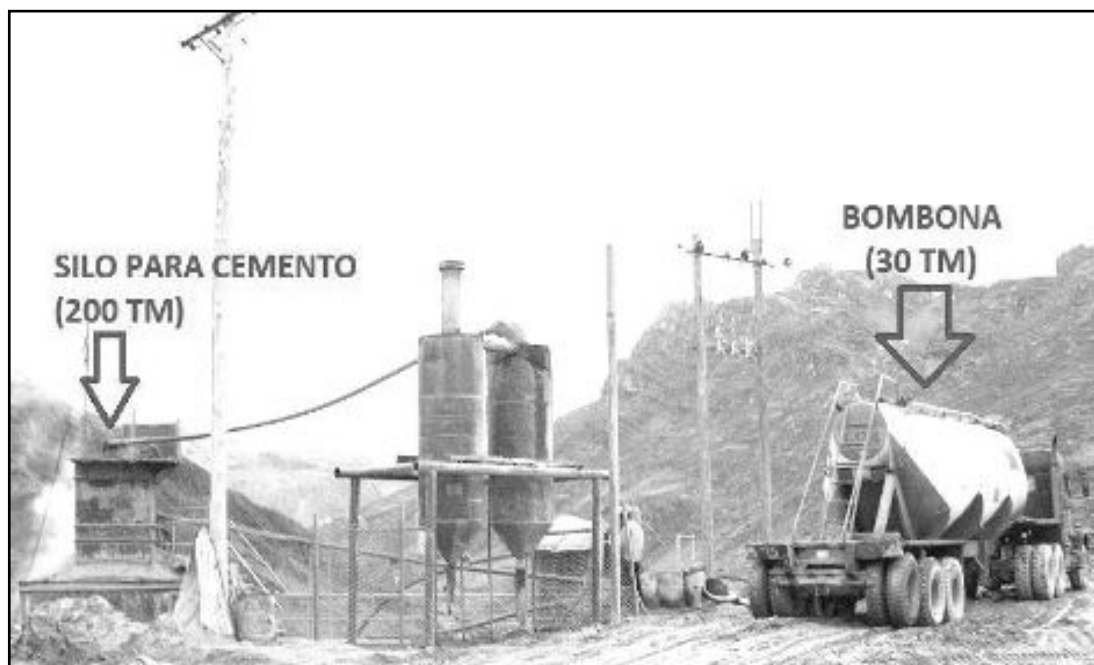


Figura Nro. 36: Planta de relleno cementado

Fuente: Elaboración propia.

2.2.3.1.2. PROCEDIMIENTOS

Los productos de la planta chancadora son dos: la piedra (Piedra HUSO 67) y el confitillo (PIEDRA HUSO 89), los cuales sirven para alimentar a Planta Firth en el proceso de elaboración del relleno cementado; para la preparación de estos dos agregados se siguen los siguientes procedimientos:

- El material extraído de mina (volcánico) se deposita en la parrilla de la tolva de gruesos, luego es llevado por medio del alimentador de placas hacia la chancadora primaria.
- Luego de ser reducido en la chancadora primaria, el material se dirige a la zaranda, por medio de la Faja N° 1, y es depositado en la malla de 1"x1", si pasa se dirige hacia la malla de ½"x½" y si no pasa es llevado hacia la chancadora cónica secundaria, por medio de la Faja N° 2, para luego del chancado ser llevado nuevamente a la zaranda, mediante la Faja N° 3 y la Faja N° 1, depositado en la malla de 1"x1" y repetirse el proceso.
- Ya con el material en la malla de ½"x½", si este pasa se dirige hacia la malla fina 3 mm, de lo contrario es llevado hacia el Silo de Piedra (PIEDRA HUSO 67) por medio de la Faja N° 5.

- Queda un material que pasa a la malla fina 3 mm, si no pasa por esta malla es transportado hacia el Silo de Confitillo por la Faja N° 4 y si es que pasa por la malla el material es desechado.
- Luego de este proceso el material queda clasificado y almacenado, de acuerdo a su granulometría, tanto en el silo de piedra como en el de confitillo.
- De acuerdo a los requerimientos de la planta de relleno Firth, el material (piedra o confitillo) es extraído de los silos mediante vibraciones y es depositado por los alimentadores (2 alimentadores en el silo de piedra y 3 en el silo de confitillo) en la Faja N° 6.
- La Faja N° 6 entrega este material a la Faja N° 7 y esta se encargar de transportarlo hacia la Tolva Staker de planta Firth, donde termina este proceso y comienza el de la elaboración del relleno cementado que se detallará más adelante.

A continuación, se presenta un diagrama de la planta chancadora que muestra el proceso explicado líneas arriba.

DIAGRAMA DE PLANTA CHANCADORA

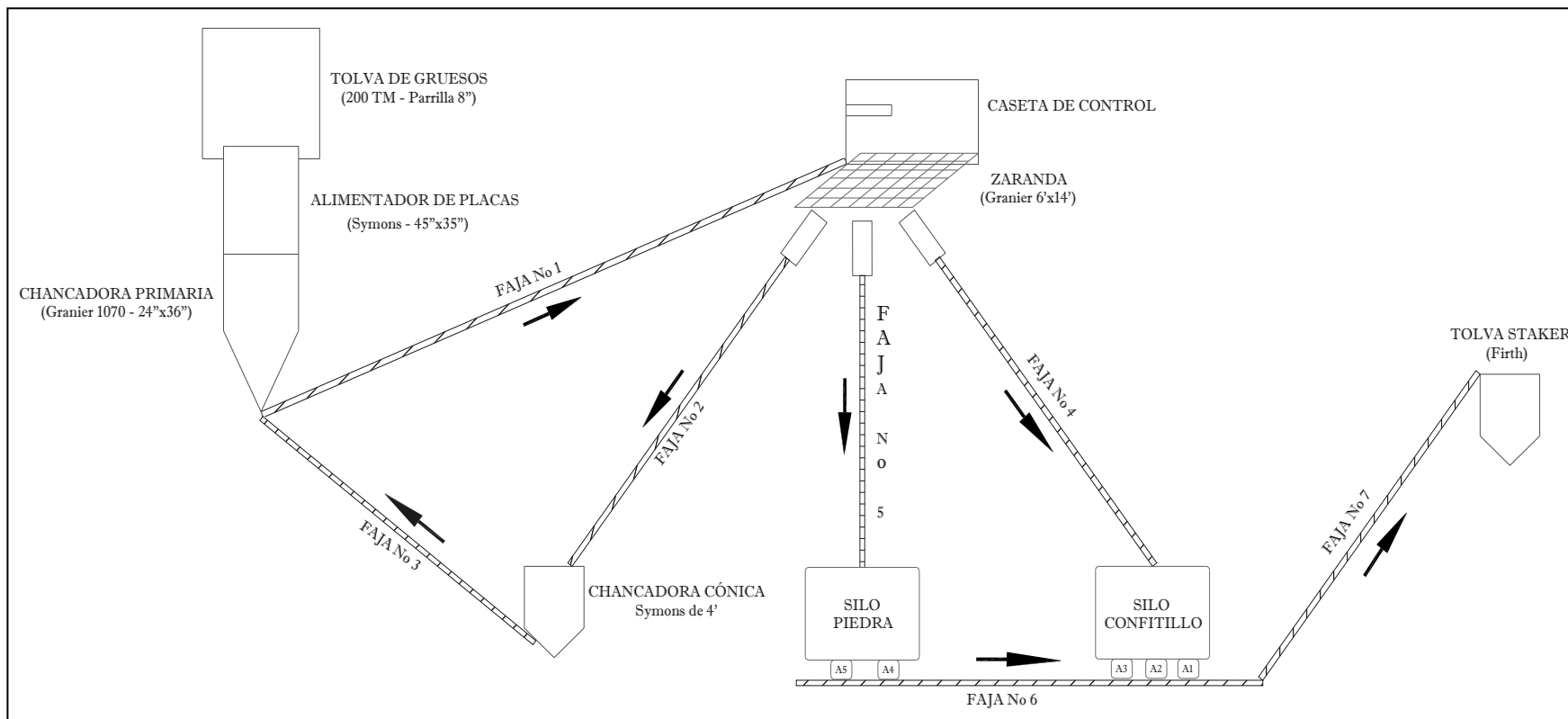


Figura Nro. 37: Diagrama de relleno cementado.

Fuente: Departamento de relleno cementado – U. P. ANDAYCHAGUA

2.2.3.1.3. RENDIMIENTOS EN PLANTA CHANCADORA

Considerando que la planta funciona un tiempo efectivo de 13 hr/día, se pueden establecer los siguientes rendimientos:

Cuadro N°13: Rendimientos en planta chancadora

MATERIAL	M3/HR	M3/DIA
Piedra 67	12	156
Confitillo	10	130

Fuente: Elaboración Propia.

2.2.3.2. PLANTA DE RELLENO FIRTH INDUSTRIES PERU S.A

2.2.3.2.1. INSTALACIONES Y EQUIPOS

La planta de elaboración de relleno Firth tiene los siguientes componentes:

Sistema de Carga

- 1 – Tolva Staker (5 M³)
- 2 – Faja transportadora, (L = 22.03 m)
- 3 – Pasarela de servicio
- 4 – Distribuidor rotativo

Sistema dosificador y elaborador

- 5 – Tolva de acopio para 4 áridos, (8 M³ cada uno, total = 32 M³)
- 6 – Postizos acopio de áridos, (Cap. 16 M³ + 15 M³)
- 7 – Compuertas dosificadoras
- 8 – Balanza de áridos (Vol. Geométrico = 4.5 M³)
- 9 – Faja transportadora de áridos (L = 11.85 m)
- 10 – Balanza de cemento (Cap. 400 Kg)
- 11 – Tornillo dosificador de cemento NRC 274-5200-40°-MRS
- 12 – Tornillo dosificador de cemento NRC 274-5200-40°-MRS
- 13 – Silo acopio de cemento
- 14 – Mezcladora AFP 1500/1000 (Cap. 1.5 M³)
- 15 – Base pórtico
- 16 – Tablero eléctrico de potencia y comando
- 17 – Cto de agua Tanque + Bomba + Caudalímetro
- 18 – Encauzador de descarga
- 19 – Escalera de acceso
- 20 – Dosificador de aditivos
- 21 – Cabina de comandos
- 22 – Patas soporte pórtico

23 – Derivador de áridos

Los mismos pueden ser apreciados en el siguiente diagrama, que muestran distintas vistas de las instalaciones de la planta de relleno Firth.



DIAGRAMA DE PLANTA RELLENO FIRTH

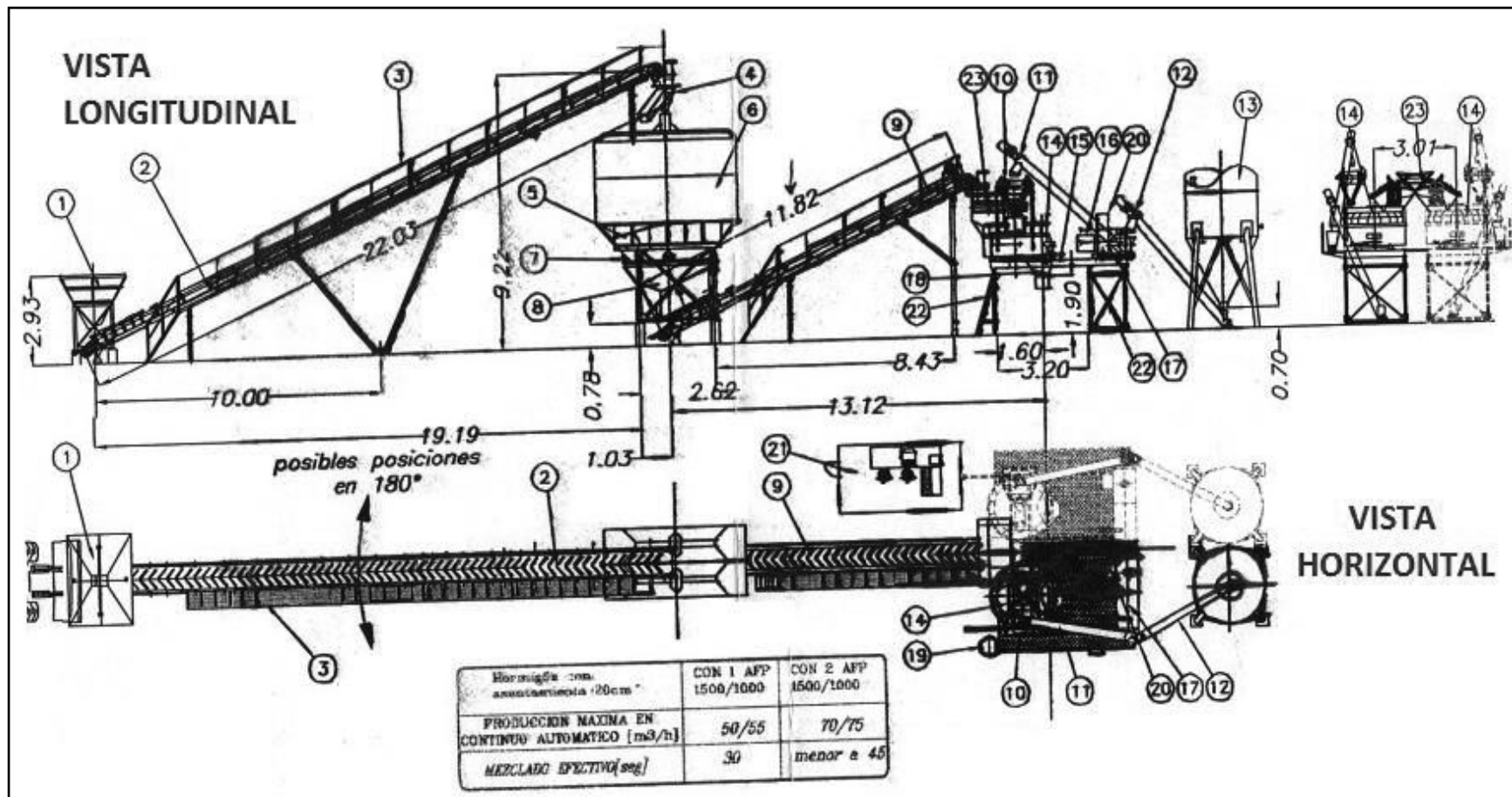


Figura Nro. 38: Diagrama de planta de relleno Firth

Fuente: Departamento de relleno cementado – U. P. ANDAYCHAGUA

2.2.3.2.2. PRODUCCIÓN PLANTA FIRTH

Las siguientes tablas proporcionan los valores de producción de la planta Firth tanto en “M3” como en “H-M” (Horas – máquina). - **enero 2018**

Cuadro N°14: Proporcionan los valores de producción de la planta Firth

FECHA	PRODUCCION (M3)	PRODUCCION (H-M)
26-dic	221.65	12.12
27-dic	342.8	17.95
28-dic	123.15	5.42
29-dic	286.65	13.97
30-dic	301.13	14.52
31-dic	316	15.93
01-ene	307.8	15.47
02-ene	16.5	0.75
03-ene	284.8	13.47
04-ene	445.25	17.32
05-ene	241.45	10.27
06-ene	423.45	19.5
07-ene	554.95	19.37
08-ene	553.55	21.75
09-ene	508.95	19.6
10-ene	416.6	20.13
11-ene	254.05	11.9
12-ene	443.15	13.62
13-ene	413.6	16.27
14-ene	818.95	24
15-ene	316.71	13.68
16-ene	392.25	19.7
17-ene	328.4	14.63
18-ene	298.2	13.5
19-ene	315.15	13.52
20-ene	313.85	13.2
21-ene	410.45	17.1
22-ene	211.35	11.15
23-ene	548.75	24
24-ene	160.35	7.37
25-ene	317.3	11.48
TOTAL	10887.19	462.66
PROD. PROM	351.2	14.92

Fuente: Departamento de relleno cementado – U. P. ANDAYCHAGUA



2.3. MARCO CONCEPTUAL

- **MODIFICADOR RHEOLÓGICO:** Aditivos que alteran básicamente la manejabilidad o asentamiento del relleno de pasta (alta densidad) a una densidad de sólidos constante.
- **MODIFICADORES DE HIDRATACIÓN:** Aceleran o retardan la ganancia de resistencias del relleno colocado, siendo un factor importante dependiendo del método minero y el ciclo que se utilice.
- **CORTES DE GUÍA:** Corte o avance de galería, lugar donde los entibadores realizan las labores de desescombro y sostenimiento de la galería que avanza.
- **PLANO INCLINADO:** Galería inclinada que comunica un piso del subsuelo con el exterior.
- **ESTAJAR:** Limpieza de costeros en el techo que se realiza en las galerías para posteriormente entibiar.
- **MAMPOSTA:** Nombre utilizado para los estemples.



CAPÍTULO III

DISEÑO METODOLÓGICO

3.1. VARIABLES Y DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES

3.1.1. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

- **VARIABLE INDEPENDIENTE (x):** *Relleno Cementado.*
- **VARIABLE DEPENDIENTE (y):** *Mejora Continua.*

3.1.2. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES (Favor pasar a los cuadros)



VARIABLE INDEPENDIENTE (x): RELLENO CEMENTADO.

(CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE)

DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	VALOR QUE ADOPTA LA VARIABLE -ÍTEMS																		
Conceptualmente se define como un elemento cuya aplicación y dosificación cumple una función estructural restableciendo la estabilidad del macizo rocoso, permitiendo la continuidad del minado a niveles inferiores y la recuperación total y segura de pilares de mineral existente en la mina. Su empleo es para reducir los costos de explotación permitiendo la mecanización de labores.	Conceptualmente se define como parte del proceso de explotación minera utilizado para determinados métodos de minado subterráneo, este tipo de relleno está fabricado a partir de material estéril recuperado de la propia mina o material de cantera mezclados con agua y cemento. Su calidad puede variar de acuerdo a la resistencia que se necesite, en caso que el material estéril no permita una buena estabilización con el cemento, es necesario adicionar aditivos para mejorar la calidad del relleno.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Estabilidad ▪ Recuperación ▪ Diseño estructural ▪ Reducción de costos ▪ Confiabilidad ▪ Rendimiento 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Permite generar una estabilidad en el macizo rocoso para continuar la explotación de los minerales en áreas adyacentes. ▪ Luego del excavado y relleno permite una mayor recuperación del mineral de las reservas de un depósito mineral. ▪ Su diseño debe responder a determinadas condiciones de resistencia y velocidad de consolidación. ▪ Reduce los ciclos de minado (reducción de costos) y acerca la producción del mineral de la veta a la mayor recuperación de sus reservas. ▪ Método que permite una confiabilidad del sostenimiento durante las labores mineras dando seguridad al personal y equipo, y al cierre progresivo de la mina. ▪ Mejora el rendimiento de los recursos de las operaciones de extracción minera, ahorrando asimismo el costo de las operaciones. 	<p>Las categorías diagnósticas consideradas para el instrumento están basadas en las puntuaciones directas del instrumento y tomando como criterio que la máxima puntuación, revela determinar como la mejora continua influye en la dosificación del relleno cementado Nv. 1,200 – 1,300 mts. Unidad Minera Andaychagua – Junín. Periodo 2017 – 2018.</p> <p style="text-align: center;">Categorías Diagnósticas:</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">Cat. Dx.</th> <th style="width: 30%;">Rango</th> <th style="width: 40%;">Puntaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>▪ Muy Alta</td> <td>17-20</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>▪ Alta</td> <td>14-17</td> <td>80</td> </tr> <tr> <td>▪ Media</td> <td>11-14</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>▪ Baja</td> <td>8-11</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>▪ Muy baja</td> <td>5-8</td> <td>20</td> </tr> </tbody> </table> <p>Ítems: a= 5, b = 4, c = 3, d = 2, e = 1</p> <p>Total = 15 puntos. Escala de Licker</p>	Cat. Dx.	Rango	Puntaje	▪ Muy Alta	17-20	100	▪ Alta	14-17	80	▪ Media	11-14	60	▪ Baja	8-11	40	▪ Muy baja	5-8	20
Cat. Dx.	Rango	Puntaje																				
▪ Muy Alta	17-20	100																				
▪ Alta	14-17	80																				
▪ Media	11-14	60																				
▪ Baja	8-11	40																				
▪ Muy baja	5-8	20																				



TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	PROCEDIMIENTOS	NATURALEZA	ESCALA DE MEDICIÓN	FORMA DE MEDIR
<p>TÉCNICAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Observación ▪ Entrevista ▪ Encuesta <p>INSTRUMENTOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ficha de Observación ▪ Guión de entrevista ▪ Ficha de encuesta 	<p>Las técnicas e instrumentos de la investigación se han estructurado de acuerdo a establecer el modo en que la mejora continua se relaciona con el desempeño del personal en la Unidad Minera Andaychagua – Junín.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Variable: Cualitativa - Cuantitativa 	<p>Nominal</p>	<p>Directa: Polítoma</p>

VARIABLE DEPENDIENTE (y): MEJORA CONTÍNUA.

(CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE)

DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	VALOR QUE ADOPTA LA VARIABLE –ÍTEMS																		
<p>Conceptualmente se define como un procedimiento organizacional que pretende mejorar el producto final, servicios y procesos, postula que es una actitud general que debe ser la base para asegurar la estabilización del proceso y la posibilidad de mejora. Siendo aplicada de forma directa en las organizaciones para minimizar costos de producción.</p>	<p>Operacionalmente se define como una actividad recurrente para aumentar la capacidad para cumplir los requisitos obteniendo de esta manera el mejoramiento de la calidad del producto terminado. Utiliza un proceso documentado que permite a las personas partícipes del proceso lo conozcan y aplique de la misma manera cada vez.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sistemas de gestión ▪ EVA-C-001 ▪ Procesos ▪ Personal especializado ▪ Variables críticas ▪ Métodos y procedimientos ▪ Proceso evolutivo ▪ Integración 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nivel de creatividad e innovación de los sistemas de gestión. ▪ Proceso de valuación, control y mejora continua, dirigidas a medir la eficacia, eficiencia y efectividad de los resultados de la gestión. ▪ Grado de automatización de procesos productivos. ▪ Nivel de personal especializado en las operaciones de los sistemas de gestión. ▪ Incorporación de nuevas variables críticas al planeamiento. ▪ Simplificación e integración de los métodos y procedimientos. ▪ Evolución permanente de las condiciones actuales para lograr condiciones superiores en la organización. ▪ Integración de estructura y responsabilidad organizacional. 	<p>Las categorías diagnósticas consideradas para el instrumento están basadas en las puntuaciones directas del instrumento y tomando como criterio que la máxima puntuación, revela determinar como la mejora continua influye en la dosificación del relleno cementado Nv. 1,200 – 1,300 mts. Unidad Minera Andaychagua – Junín. Periodo 2017 – 2018.</p> <p style="text-align: center;">Categorías Diagnósticas:</p> <table border="1" data-bbox="1720 893 2128 1189"> <thead> <tr> <th>Cat. Dx.</th> <th>Rango</th> <th>Puntaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>▪ Muy Alta</td> <td>17-20</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>▪ Alta</td> <td>14-17</td> <td>80</td> </tr> <tr> <td>▪ Media</td> <td>11-14</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>▪ Baja</td> <td>8-11</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>▪ Muy baja</td> <td>5-8</td> <td>20</td> </tr> </tbody> </table> <p>Ítems: a = 5, b = 4, c = 3, d = 2, e = 1 Total = 15 puntos. Escala de Licker</p>	Cat. Dx.	Rango	Puntaje	▪ Muy Alta	17-20	100	▪ Alta	14-17	80	▪ Media	11-14	60	▪ Baja	8-11	40	▪ Muy baja	5-8	20
Cat. Dx.	Rango	Puntaje																				
▪ Muy Alta	17-20	100																				
▪ Alta	14-17	80																				
▪ Media	11-14	60																				
▪ Baja	8-11	40																				
▪ Muy baja	5-8	20																				



TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	PROCEDIMIENTOS	NATURALEZA	ESC. DE MEDICIÓN	FORMA DE MEDIR
TÉCNICAS <ul style="list-style-type: none">▪ Encuesta▪ Entrevista▪ Revisión documental INSTRUMENTOS: <ul style="list-style-type: none">▪ Ficha de Encuesta▪ Guión de Entrevista▪ Formato de registro de datos	Las técnicas e instrumentos de la investigación se han estructurados de acuerdo a conocer cómo influye la incorporación de cal y aditivos en el comportamiento del relleno cementado en los Nv. 1,200 – 1,300 mts. Unidad Minera Andaychagua – Junín.	<ul style="list-style-type: none">▪ Variable: Cualitativa – Cuantitativa	Nominal	Directa: Polítoma

3.2. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

3.2.1. HIPÓTESIS GENERAL

La mejora continua influye significativamente en la adecuada dosificación del relleno cementado Nv. 1,200 – 1,300 mts. Unidad Minera Andaychagua – Junín. Periodo 2017 – 2018.

3.2.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- A.** La mejora continua se relaciona significativamente con el desempeño del personal a través de: creatividad e innovación de los sistemas de gestión, rediseño y simplificación de los procesos, y entrenamiento – calificación de colaboradores, en la Unidad Minera Andaychagua – Junín.
- B.** La producción a través de: - nivel del personal especializado en las operaciones de los sistemas de gestión, - automatización de procesos, y – eliminación de procesos innecesarios, va a depender de la mejora continua en la Unidad Minera Andaychagua – Junín.
- C.** La incorporación de cal y aditivos influye significativamente en el grado de porosidad y resistencia del relleno cementado en los Nv. 1,200 – 1,300 mts. de la unidad Minera Andaychagua – Junín.

3.3. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

3.3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Por su finalidad de estudio el tipo de investigación de acuerdo a las variables propuestas y el objetivo general y específico de la investigación es de tipo: APLICADA – OBSERVACIONAL – COMPARATIVA.

3.3.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN

BÁSICA

3.4. MÉTODO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

3.4.1. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

A. MÉTODO GENERAL

Es el método de la investigación que se empleó como base estructural del método científico, que nos orientará como deberíamos realizar una investigación del tipo: INDUCTIVO – DEDUCTIVO, además de ser ANALÍTICO – SINTÉTICO por la forma de analizar los hechos o fenómenos y relacionarlos con las bases teóricas del marco conceptual, asumiendo categorías cognitivas de síntesis.

B. MÉTODO ESPECÍFICO

Se utilizó el: MÉTODO CUALITATIVO, en razón que los datos obtenidos, se tratan de datos descriptivos y susceptibles de interpretación, por ser datos categoriales y que se



sometieron a un análisis estadístico, es decir determinar cómo la mejora continua influye en la dosificación del relleno cementado Nv. 1,200 – 1,300 mts. Unidad Minera Andaychagua – Junín. Periodo 2017 – 2018. Asimismo, mediante la observación se intentará captar aquellos aspectos que son más relevantes al fenómeno o hecho a investigar, recopilando los datos que se estimen pertinentes, la investigación tiene carácter cualitativo debido a que la realidad está en relación con las variables de estudio.

3.4.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El diseño que se utilizó, en el trabajo de investigación es: EXPERIMENTAL – DEMOSTRATIVO, de acuerdo a las dimensiones: Estabilidad, recuperación, diseño estructural, reducción de costos, confiabilidad y rendimiento para la variable: RELLENO CEMENTADO; asimismo las dimensiones: Sistemas de gestión, EVA-C-001, procesos, personal especializado, variables críticas, métodos y procedimientos, proceso evolutivo e integración, para la variable: MEJORA CONTINUA; con una población de 40 empleados de la Unidad Minera Andaychagua – Junín.

3.5. POBLACIÓN

3.5.1. CARACTERÍSTICAS Y DELIMITACIÓN

La aplicación del trabajo de investigación se realizó en Unidad Minera Andaychagua – Junín, con una población de 40 empleados.

3.5.2. UBICACIÓN ESPACIO – TEMPORAL

La ubicación espacio – temporal, será comprendido en el periodo 2017 – 2018.

3.6. MUESTRA

3.6.1. TÉCNICAS DE MUESTREO

Se empleó la técnica del muestreo intencional o criterial, porque empleando esta técnica se buscará que la población motivo de investigación sea representativa, asimismo en base a una opinión o intención particular del investigador con una muestra de 26 encuestados pertenecientes a la Unidad Minera Andaychagua – Junín.

3.6.2. TAMAÑO Y CÁLCULO DEL TAMAÑO

El tamaño de la muestra se determinó, considerando el muestreo aleatorio simple estratificado, para obtener porcentajes y frecuencias estadísticas.

A. La población total materia de investigación es de 40 personas.

B. La muestra se ha obtenido aplicando la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Z_0^2 p \cdot q \cdot N}{e^2 (N - 1) + Z_0 p \cdot q}$$

Dónde:

n = Muestra

$Z_0 = 1.96$ (límite de confianza)

p = Probabilidad de acierto (80%)

q = Probabilidad de no acierto (20%)

N = Población total (40)

$e^2 =$ Margen de error (9%)

$1 - \alpha =$ Intervalo de confianza (90%)

Reemplazando:

$$n = \frac{(1.96)^2 (0.8)(0.20)(40)}{(0.09)^2 (39) + (1.96)^2 (0.8)(0.20)}$$

$$n = \frac{24.58624}{0.3159 + 0.614656} \quad \boxed{n = 26 \text{ (muestra)}}$$

3.7. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIMENTACIÓN

La parte experimental comprenderá la aplicación de los instrumentos de investigación, con sus indicadores respectivos y se aplicarán a los 26 encuestados, tanto para la evaluación de la mejora continua como para relleno cementado.

3.8. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

En relación a la naturaleza del trabajo de investigación se utilizarán las siguientes técnicas e instrumentos:

Cuadro N°15: Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

TÉCNICA	INSTRUMENTO	DATOS QUE SE OBSERVARON
Observación	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fichas de observación 	Nos permite determinar como la mejora continua influye en la dosificación del relleno cementado Nv. 1,200 – 1,300 mts. Unidad Minera Andaychagua – Junín. Periodo 2017 – 2018.
Encuesta	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fichas de encuestas ▪ Cuestionario de Mejora Continua. ▪ Cuestionario de Relleno Cementado. 	Con la aplicación de estos instrumentos nos permite: establecer el modo en que la mejora continua se relaciona con el desempeño del personal en la Unidad Minera Andaychagua – Junín. Y analizar y evaluar la manera en que la producción va a depender de la mejora continua en la Unidad Minera Andaychagua – Junín.
Evaluación	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ficha de sistematización de las encuestas 	Al aplicar las pruebas evaluativas nos permite recoger información para conocer cómo influye la incorporación de cal y aditivos en el comportamiento del relleno cementado en los Nv. 1,200 – 1,300 mts. Unidad Minera Andaychagua – Junín.

Fuente: Elaboración Propia.

3.8.1. ETAPAS DE LA EXPERIMENTACIÓN

- a) Etapa de sensibilización
- b) Etapa de aplicación de los instrumentos
- c) Etapa de evaluación
- d) Etapa de análisis
- e) Etapa de sistematización de los resultados
- f) Etapa de conclusiones de los resultados

3.9. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

Las técnicas que nos permiten el procesamiento y análisis de datos, se realizaron considerando las técnicas de conteo y tabulación de las muestras tomadas, empleando la media, moda y mediana, como parte de la estadística descriptiva en los dos secciones de experimentación, asimismo se utilizaron las técnicas de la estadística de dispersión para los resultados de la varianza, desviación estándar, coeficiente de variación y las medidas de asimetría (Coeficiente de Pearson). Igualmente

se utilizará la estadística inferencial (Hipótesis Nula “H₀” y la Hipótesis Alternativa “H₁”), con la regla de decisión y su respectivo intervalo de confianza del 95% (α = 0,05 con un error de 5%) y su interpretación en base a los datos obtenidos. Una vez obtenidos los datos, se procede a analizar cada uno de ellos, atendiendo a los objetivos y variables de la investigación, de manera tal que se contrastará las hipótesis con las variables y objetivos planteados, demostrando así la validez o invalidez de estas. Al final se formularon las conclusiones y sugerencias para mejorar la problemática investigada. En el cuadro se presentan los elementos estadísticos a emplearse en la investigación:

Cuadro N°16: Procesamiento y análisis de datos.

N°	ESTADÍGRAFOS	FÓRMULAS ESTADÍSTICAS	SÍMBOLOS
01	Media Aritmética de los datos agrupados	$\bar{X} = \frac{\sum f \cdot x}{n}$	\bar{X} = Media Aritmética X = Valor Central o Punto Medio de cada clase f = Frecuencia de cada clase Σ f.x.= Sumatoria de los productos de la frecuencia en cada clase multiplicada por el punto medio de ésta. n = Número total de frecuencias.
02	Desviación Estándar Muestral para datos agrupados	$S = \sqrt{\frac{\sum f \cdot x^2 - \left(\frac{\sum f \cdot x}{n}\right)^2}{n-1}}$	S = Desviación estándar muestral x = Punto medio de una clase f = Frecuencias de clase. n = Número total de observaciones de la muestra

Fuente: Elaboración Propio.

3.10. PRUEBA DE HIPÓTESIS

3.10.1. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS NULAS Y ALTERNAS

3.10.1.1. HIPÓTESIS GENERAL

H_0 = Nunca, la mejora continua influye significativamente en la adecuada dosificación del relleno cementado Nv. 1,200 – 1,300 mts. Unidad Minera Andaychagua – Junín. Periodo 2017 – 2018.

H_1 = Siempre, la mejora continua influye significativamente en la adecuada dosificación del relleno cementado Nv. 1,200 – 1,300 mts. Unidad Minera Andaychagua – Junín. Periodo 2017 – 2018.

3.10.1.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

a) HIPÓTESIS ESPECÍFICAS “A”:

H_0 = Nunca, la mejora continua se relaciona significativamente con el desempeño del personal a través de: creatividad e innovación de los sistemas de gestión, rediseño y simplificación de los procesos, y entrenamiento – calificación de colaboradores, en la Unidad Minera Andaychagua – Junín.

H_1 = Siempre, la mejora continua se relaciona significativamente con el desempeño del personal a través de: creatividad e innovación de los sistemas de gestión, rediseño y simplificación de los procesos, y entrenamiento – calificación de colaboradores, en la Unidad Minera Andaychagua – Junín.

b) HIPÓTESIS ESPECÍFICAS “B”:

H_0 = Nunca, la producción a través de: - nivel del personal especializado en las operaciones de los sistemas de gestión,- automatización de procesos, y – eliminación de procesos innecesarios, va a depender de la mejora continua en la Unidad Minera Andaychagua – Junín.

H_1 = Siempre, la producción a través de: - nivel del personal especializado en las operaciones de los sistemas de gestión,- automatización de procesos, y – eliminación de procesos innecesarios, va a depender de la mejora continua en la Unidad Minera Andaychagua – Junín.

c) HIPÓTESIS ESPECÍFICAS “C”:

H_0 = Nunca, la incorporación de cal y aditivos influye significativamente en el grado de porosidad y resistencia del relleno cementado en los Nv. 1,200 – 1,300 mts. de la unidad Minera Andaychagua – Junín.

H_1 = Siempre, la incorporación de cal y aditivos influye significativamente en el grado de porosidad y resistencia del relleno cementado en los Nv. 1,200 – 1,300 mts. de la unidad Minera Andaychagua – Junín.

3.10.2. SELECCIÓN DE LAS PRUEBAS ESTADÍSTICAS

-Análisis de Fiabilidad y Correlación de los Resultados.

-Alfa de Cronbach.

-Correlación de Pearson.

-Pruebas no Paramétricas de las Variables.

-Prueba de Chi-cuadrado o T de Student.

-“r Cuadrática”.

3.10.3. CONDICIONES PARA RECHAZAR O ACEPTAR LAS HIPÓTESIS

Una vez obtenidos los datos, se procede a analizar cada uno de ellos, atendiendo a los objetivos y variables de investigación; de manera tal que podamos contrastar hipótesis con variables y objetivos, y así demostrar la validez o invalidez de estas. La contrastación será mediante las medidas de regresión y correlación como:

- **“r de Pearson”**: Es una prueba estadística que se utiliza para verificar si existe correlación entre variables. Su fórmula es:

$$r = \frac{N \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[N(\sum X^2) - (\sum X)^2][N(\sum Y^2) - (\sum Y)^2]}}$$

- **“Curva de Simetría de Gauss”**: Nos permitirá determinar la aceptación o rechazo de los valores de “t” en el sistema de coordenadas.



CAPITULO IV RESULTADOS

4.1. DESCRIPCIÓN DE RESULTADOS Y PRUEBA DE HIPÒTESIS - INTERRELACIÒN

Las técnicas que nos permitieron el procesamiento y análisis de datos, se realizaron considerando las técnicas de conteo y tabulación de las muestras tomadas, empleando la media, moda y mediana, como parte de la estadística descriptiva en sus tres dimensiones de experimentación, asimismo se utilizaron las técnicas de la estadística de dispersión para los resultados de la varianza, desviación estándar, coeficiente de variación y las medidas de asimetría (Coeficiente de Pearson). Igualmente se utilizó la estadística inferencial (Hipótesis nula “H₀” y la Hipótesis Alternativa “H₁”), con la regla de decisión y su respectivo intervalo de confianza del 95% (x = 0,5 con un error de 5%) y su interpretación en base a los datos obtenidos. Una vez obtenidos los datos, se procedió a analizar cada uno de ellos, atendiendo a los objetivos y variables de la investigación, de manera tal que se contrastó la hipótesis con variables y objetivos planteados, demostrando así la validez o invalidez de estas. Al final se formularon las conclusiones y sugerencias para mejorar la problemática investigada. En el cuadro se presentan los elementos estadísticos que se emplearon en la investigación:

Cuadro N°17: Estadígrafos, formulas estadísticas y su respectiva simbología.

°	ESTADÍGRAFOS	FÓRMULAS ESTADÍSTICAS	SÍMBOLOS
01	Media Aritmética de los datos agrupados.	$\bar{X} = \frac{\sum f \cdot x}{n}$	\bar{X} = Media Aritmética. X = Valor Central o Punto Medio de cada clase. f = Frecuencia de cada clase. $\sum f.x.$ = Sumatoria de los productos de la frecuencia en cada clase multiplicada por el punto medio de ésta. n = Número total de frecuencias.



02	Desviación Estándar Muestral para datos agrupados.	$S = \sqrt{\frac{\sum f \cdot x^2 - \frac{(\sum f \cdot x)^2}{n}}{n-1}}$	<p>S = Desviación estándar muestral. x = Punto medio de una clase. f = Frecuencias de clase. n = Número total de observaciones de la muestra.</p>
----	--	--	--

Fuente: Elaboración Propia.

4.1.1. ANÁLISIS Y ORGANIZACIÓN DE LA FICHA TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS. FRECUENCIAS ESTADÍSTICAS.

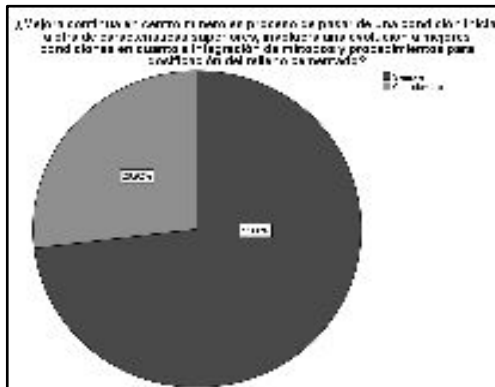
SECCIÓN N° 01. ENCUESTA – INGENIEROS ESPECIALISTAS.

01. ¿Mejora continua en centro minero es proceso de pasar de una condición inicial a otra de características superiores, involucra una evolución a mejores condiciones en cuanto a integración de métodos y procedimientos para dosificación del relleno cementado?

Gráfico Circular N° 01. ¿Mejora continua en centro minero es proceso de pasar de una condición inicial a otra de características superiores, involucra una evolución a mejores condiciones en cuanto a integración de métodos y procedimientos para dosificación del relleno cementado?.

Estadísticos N° 01. ¿Mejora continua en centro minero es proceso de pasar de una condición inicial a otra de características superiores, involucra una evolución a mejores condiciones en cuanto a integración de métodos y procedimientos para dosificación del relleno cementado?

N	Válidos	26
	Perdidos	0
Media		1,2692
Mediana		1,0000
Moda		1,00
Desv. típ.		,45234
Varianza		,205
Asimetría		1,105
Error típ. de asimetría		,456
C.V.		22.82%



Cuadro Porcentual N° 01. ¿Mejora continua en centro minero es proceso de pasar de una condición inicial a otra de características superiores, involucra una evolución a mejores condiciones en cuanto a integración de métodos y procedimientos para dosificación del relleno cementado?.

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos Siempre	19	73,1	73,1	73,1
Válidos Casi siempre	7	26,9	26,9	100,0
Total	26	100,0	100,0	

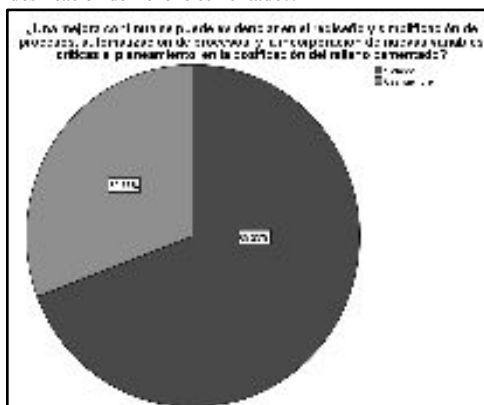


02. ¿Una mejora continua se puede evidenciar en el rediseño y simplificación de procesos, automatización de procesos, y la incorporación de nuevas variables críticas al planeamiento, en la dosificación del relleno cementado?

Estadísticos N° 02. ¿Una mejora continua se puede evidenciar en el rediseño y simplificación de procesos, automatización de procesos, y la incorporación de nuevas variables críticas al planeamiento, en la dosificación del relleno cementado?

N	Válidos	26
	Perdidos	0
Media		1,3077
Mediana		1,0000
Moda		1,00
Desv. típ.		,47068
Varianza		,222
Asimetría		,885
Error típ. de asimetría		,456
C.V.		32.40%

Gráfico Circular N° 02. ¿Una mejora continua se puede evidenciar en el rediseño y simplificación de procesos, automatización de procesos, y la incorporación de nuevas variables críticas al planeamiento, en la dosificación del relleno cementado?



Cuadro Porcentual N° 02. ¿Una mejora continua se puede evidenciar en el rediseño y simplificación de procesos, automatización de procesos, y la incorporación de nuevas variables críticas al planeamiento, en la dosificación del relleno cementado?

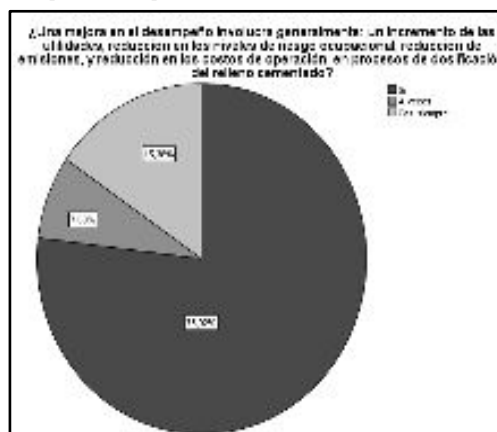
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Siempre	18	69,2	69,2	69,2
	Casi siempre	8	30,8	30,8	100,0
	Total	26	100,0	100,0	

03. ¿Una mejora en el desempeño involucra generalmente: un incremento de las utilidades, reducción en los niveles de riesgo ocupacional, reducción de emisiones, y reducción en los costos de operación, ¿en procesos de dosificación del relleno cementado?

Estadísticos N° 03. ¿Una mejora en el desempeño involucra generalmente: un incremento de las utilidades, reducción en los niveles de riesgo ocupacional, reducción de emisiones, y reducción en los costos de operación, en procesos de dosificación del relleno cementado?

N	Válidos	26
	Perdidos	0
Media		1,6154
Mediana		1,0000
Moda		1,00
Desv. típ.		1,16883
Varianza		1,366
Asimetría		1,490
Error típ. de asimetría		,456
C.V.		31.04%

Gráfico Circular N° 03. ¿Una mejora en el desempeño involucra generalmente: un incremento de las utilidades, reducción en los niveles de riesgo ocupacional, reducción de emisiones, y reducción en los costos de operación, en procesos de dosificación del relleno cementado?



Cuadro Porcentual N° 03. ¿Una mejora en el desempeño involucra generalmente: un incremento de las utilidades, reducción en los niveles de riesgo ocupacional, reducción de emisiones, y reducción en los costos de operación, en procesos de dosificación del relleno cementado?

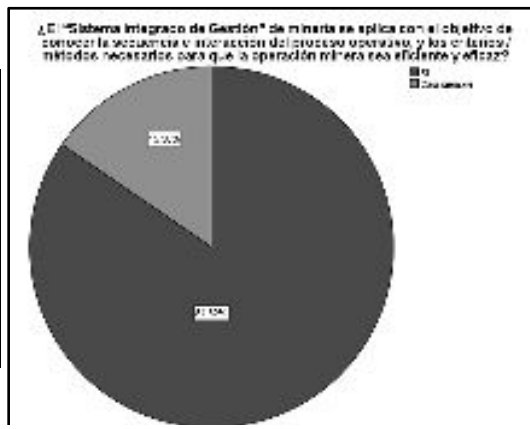
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Si	20	76,9	76,9	76,9
	A veces	2	7,7	7,7	84,6
	Casi siempre	4	15,4	15,4	100,0
	Total	26	100,0	100,0	

04. ¿El “Sistema Integrado de Gestión” de minería se aplica con el objetivo de conocer la secuencia e interacción del proceso operativo, y los criterios / métodos necesarios para que la operación minera sea eficiente y eficaz?

Gráfico Circular N° 03. ¿El “Sistema Integrado de Gestión” de minería se aplica con el objetivo de conocer la secuencia e interacción del proceso operativo, y los criterios / métodos necesarios para que la operación minera sea eficiente y eficaz?

Estadísticos N° 04. ¿El “Sistema Integrado de Gestión” de minería se aplica con el objetivo de conocer la secuencia e interacción del proceso operativo, y los criterios / métodos necesarios para que la operación minera sea eficiente y eficaz?.

N	Válidos	26
	Perdidos	0
Media		1,4615
Mediana		1,0000
Moda		1,00
Desv. típ.		1,10384
Varianza		1,218
Asimetría		2,038
Error típ. de asimetría		,456
C.V.		29,48%



Cuadro Porcentual N° 04. ¿El “Sistema Integrado de Gestión” de minería se aplica con el objetivo de conocer la secuencia e interacción del proceso operativo, y los criterios / métodos necesarios para que la operación minera sea eficiente y eficaz?.

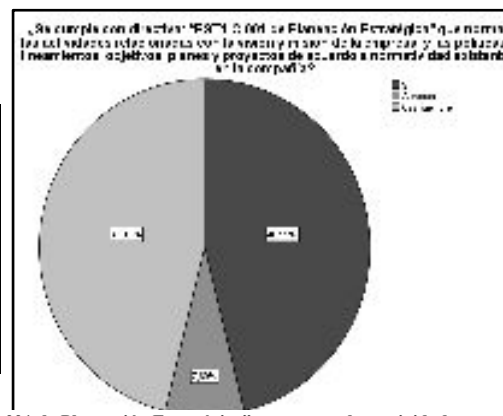
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Si	22	84,6	84,6
	Casi siempre	4	15,4	100,0
	Total	26	100,0	100,0

05. ¿Se cumple con directiva: “EST1-C-001 de Planeación Estratégica” que norma las actividades relacionadas con la visión y misión de la empresa, ¿y las políticas, lineamientos, objetivos, planes y proyectos de acuerdo a normatividad existente en la compañía?

Gráfico Circular N° 05. ¿Se cumple con directiva: “EST1-C-001 de Planeación Estratégica” que norma las actividades relacionadas con la visión y misión de la empresa, y las políticas, lineamientos, objetivos, planes y proyectos de acuerdo a normatividad existente en la compañía?.

Estadísticos N° 05. ¿Se cumple con directiva: “EST1-C-001 de Planeación Estratégica” que norma las actividades relacionadas con la visión y misión de la empresa, y las políticas, lineamientos, objetivos, planes y proyectos de acuerdo a normatividad existente en la compañía?.

N	Válidos	26
	Perdidos	0
Media		2,5385
Mediana		3,0000
Moda		1,00
Desv. típ.		1,47596
Varianza		2,178
Asimetría		-,081
Error típ. de asimetría		,456
C.V.		22,40%



Cuadro Porcentual N° 05. ¿Se cumple con directiva: “EST1-C-001 de Planeación Estratégica” que norma las actividades relacionadas con la visión y misión de la empresa, y las políticas, lineamientos, objetivos, planes y proyectos de acuerdo a normatividad existente en la compañía?.

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Si	12	46,2	46,2
	A veces	2	7,7	53,8
	Casi siempre	12	46,2	100,0
	Total	26	100,0	100,0

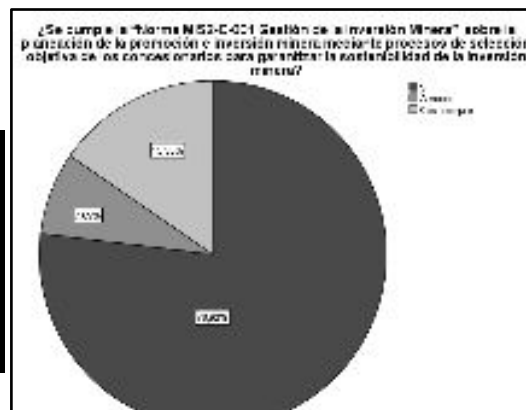


06. ¿Se cumple la “Norma MIS2-C-001 Gestión de la Inversión Minera” sobre la planeación de la promoción e inversión minera mediante procesos de selección objetiva de los concesionarios para garantizar la sostenibilidad de la inversión minera?

Gráfico Circular N° 06. ¿Se cumple la “Norma MIS2-C-001 Gestión de la Inversión Minera” sobre la planeación de la promoción e inversión minera mediante procesos de selección objetiva de los concesionarios para garantizar la sostenibilidad de la inversión minera?

Estadísticos N° 06. ¿Se cumple la “Norma MIS2-C-001 Gestión de la Inversión Minera” sobre la planeación de la promoción e inversión minera mediante procesos de selección objetiva de los concesionarios para garantizar la sostenibilidad de la inversión minera?.

N	Válidos	26
	Perdidos	0
Media		1,6154
Mediana		1,0000
Moda		1,00
Desv. típ.		1,16883
Varianza		1,366
Asimetría		1,490
Error típ. de asimetría		,456
C.V.		29,85%



Cuadro Porcentual N° 06. ¿Se cumple la “Norma MIS2-C-001 Gestión de la Inversión Minera” sobre la planeación de la promoción e inversión minera mediante procesos de selección objetiva de los concesionarios para garantizar la sostenibilidad de la inversión minera?.

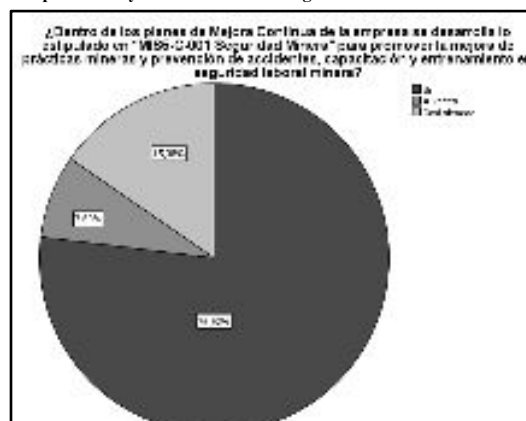
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Si	20	76,9	76,9	76,9
	A veces	2	7,7	7,7	84,6
	Casi siempre	4	15,4	15,4	100,0
	Total	26	100,0	100,0	

07. ¿Dentro de los planes de Mejora Continua de la empresa se desarrolla lo estipulado en “MIS5-C-001 Seguridad Minera” para promover la mejora de prácticas mineras y prevención de accidentes, capacitación y entrenamiento en seguridad laboral minera?

Gráfico Circular N° 07. ¿Dentro de los planes de Mejora Continua de la empresa se desarrolla lo estipulado en “MIS5-C-001 Seguridad Minera” para promover la mejora de prácticas mineras y prevención de accidentes, capacitación y entrenamiento en seguridad laboral minera?.

Estadísticos N° 07. ¿Dentro de los planes de Mejora Continua de la empresa se desarrolla lo estipulado en “MIS5-C-001 Seguridad Minera” para promover la mejora de prácticas mineras y prevención de accidentes, capacitación y entrenamiento en seguridad laboral minera?.

N	Válidos	26
	Perdidos	0
Media		1,6154
Mediana		1,0000
Moda		1,00
Desv. típ.		1,16883
Varianza		1,366
Asimetría		1,490
Error típ. de asimetría		,456
C.V.		29,88%



Cuadro Porcentual N° 07. ¿Dentro de los planes de Mejora Continua de la empresa se desarrolla lo estipulado en “MIS5-C-001 Seguridad Minera” para promover la mejora de prácticas mineras y prevención de accidentes, capacitación y entrenamiento en seguridad laboral minera?.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Si	20	76,9	76,9	76,9
	A veces	2	7,7	7,7	84,6
	Casi siempre	4	15,4	15,4	100,0
	Total	26	100,0	100,0	

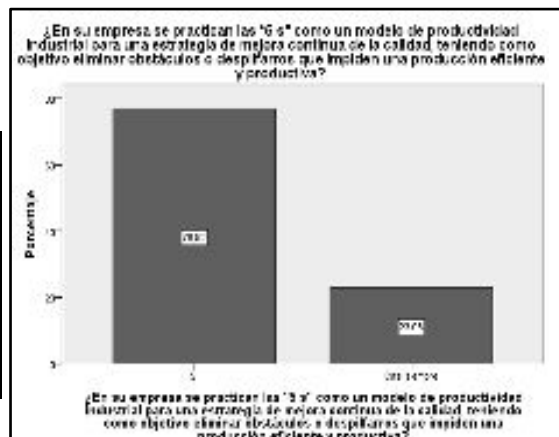


08. ¿En su empresa se practican las “5 s” como un modelo de productividad industrial para una estrategia de mejora continua de la calidad, teniendo como objetivo eliminar obstáculos o despilfarros que impiden una producción eficiente y productiva?

Gráfico de Barras N° 08. ¿En su empresa se practican las “5 s” como un modelo de productividad industrial para una estrategia de mejora continua de la calidad, teniendo como objetivo eliminar obstáculos o despilfarros que impiden una producción eficiente y productiva?

Estadísticos N° 08. ¿En su empresa se practican las “5 s” como un modelo de productividad industrial para una estrategia de mejora continua de la calidad, teniendo como objetivo eliminar obstáculos o despilfarros que impiden una producción eficiente y productiva?.

N	Válidos	26
	Perdidos	0
Media		1,6923
Mediana		1,0000
Moda		1,00
Desv. típ.		1,28901
Varianza		1,662
Asimetría		1,358
Error típ. de asimetría		,456
C.V.		32,32%



Cuadro Porcentual N° 08. ¿En su empresa se practican las “5 s” como un modelo de productividad industrial para una estrategia de mejora continua de la calidad, teniendo como objetivo eliminar obstáculos o despilfarros que impiden una producción eficiente y productiva?.

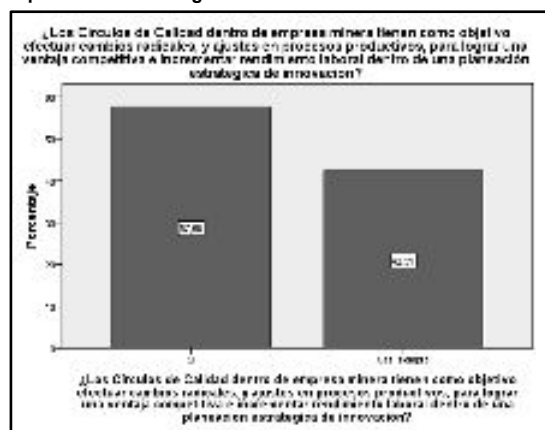
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Si	20	76,9	76,9
	Casi siempre	6	23,1	100,0
	Total	26	100,0	

09. ¿Los Círculos de Calidad dentro de empresa minera tienen como objetivo efectuar cambios radicales, y ajustes en procesos productivos, para lograr una ventaja competitiva e incrementar rendimiento laboral dentro de una planeación estratégica de innovación?.

Gráfico de Barras N° 09. ¿Los Círculos de Calidad dentro de empresa minera tienen como objetivo efectuar cambios radicales, y ajustes en procesos productivos, para lograr una ventaja competitiva e incrementar rendimiento laboral dentro de una planeación estratégica de innovación?.

Estadísticos N° 09. ¿Los Círculos de Calidad dentro de empresa minera tienen como objetivo efectuar cambios radicales, y ajustes en procesos productivos, para lograr una ventaja competitiva e incrementar rendimiento laboral dentro de una planeación estratégica de innovación?.

N	Válidos	26
	Perdidos	0
Media		2,2692
Mediana		1,0000
Moda		1,00
Desv. típ.		1,51149
Varianza		2,285
Asimetría		,331
Error típ. de asimetría		,456
C.V.		29,48%



Cuadro Porcentual N° 09. ¿Los Círculos de Calidad dentro de empresa minera tienen como objetivo efectuar cambios radicales, y ajustes en procesos productivos, para lograr una ventaja competitiva e incrementar rendimiento laboral dentro de una planeación estratégica de innovación?.

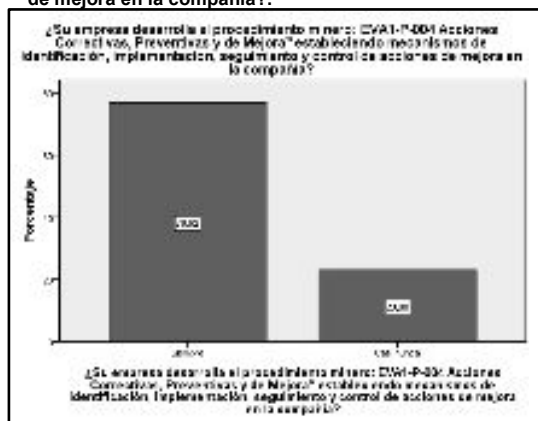
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Si	15	57,7	57,7
	Casi siempre	11	42,3	100,0
	Total	26	100,0	

10. ¿Su empresa desarrolla el procedimiento minero: EVA1-P-004 Acciones Correctivas, Preventivas y de Mejora” estableciendo mecanismos de identificación, implementación, seguimiento y control de acciones de mejora en la compañía?

Estadísticos N° 10. ¿Su empresa desarrolla el procedimiento minero: EVA1-P-004 Acciones Correctivas, Preventivas y de Mejora” estableciendo mecanismos de identificación, implementación, seguimiento y control de acciones de mejora en la compañía?

N	Válidos	26
	Perdidos	0
Media		1,6923
Mediana		1,0000
Moda		1,00
Desv. típ.		1,28901
Varianza		1,662
Asimetría		1,358
Error típ. de asimetría		,456
C.V.		24.75%

Gráfico de Barras N° 10. ¿Su empresa desarrolla el procedimiento minero: EVA1-P-004 Acciones Correctivas, Preventivas y de Mejora” estableciendo mecanismos de identificación, implementación, seguimiento y control de acciones de mejora en la compañía?



Cuadro Porcentual N° 10. ¿Su empresa desarrolla el procedimiento minero: EVA1-P-004 Acciones Correctivas, Preventivas y de Mejora” estableciendo mecanismos de identificación, implementación, seguimiento y control de acciones de mejora en la compañía?

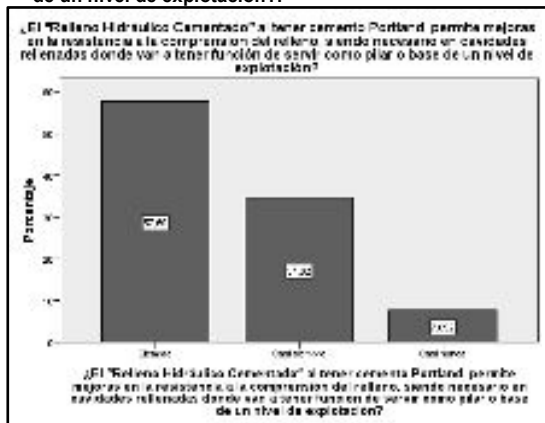
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Siempre	20	76,9	76,9	76,9
	Casi nunca	6	23,1	23,1	100,0
	Total	26	100,0	100,0	

11. ¿El “Relleno Hidráulico Cementado” al tener cemento Portland, permite mejoras en la resistencia a la comprensión del relleno, ¿siendo necesario en cavidades rellenas donde van a tener función de servir como pilar o base de un nivel de explotación?

Estadísticos N° 11. ¿El “Relleno Hidráulico Cementado” al tener cemento Portland, permite mejoras en la resistencia a la comprensión del relleno, siendo necesario en cavidades rellenas donde van a tener función de servir como pilar o base de un nivel de explotación?

N	Válidos	26
	Perdidos	0
Media		1,5769
Mediana		1,0000
Moda		1,00
Desv. típ.		,85665
Varianza		,734
Asimetría		1,810
Error típ. de asimetría		,456
C.V.		22.40%

Gráfico de Barras N° 11. ¿El “Relleno Hidráulico Cementado” al tener cemento Portland, permite mejoras en la resistencia a la comprensión del relleno, siendo necesario en cavidades rellenas donde van a tener función de servir como pilar o base de un nivel de explotación?



Cuadro Porcentual N° 11. ¿El “Relleno Hidráulico Cementado” al tener cemento Portland, permite mejoras en la resistencia a la comprensión del relleno, siendo necesario en cavidades rellenas donde van a tener función de servir como pilar o base de un nivel de explotación?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Siempre	15	57,7	57,7	57,7
	Casi siempre	9	34,6	34,6	92,3
	Casi nunca	2	7,7	7,7	100,0
	Total	26	100,0	100,0	

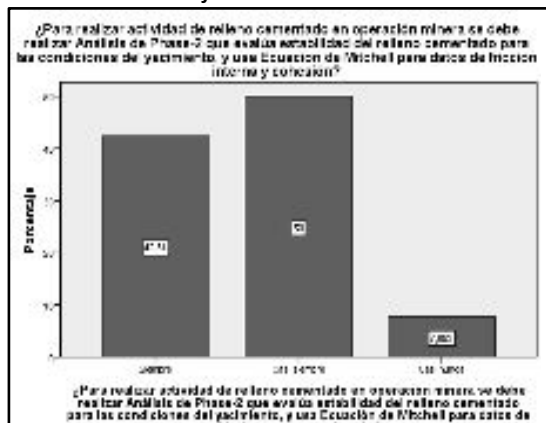


12. ¿Para realizar actividad de relleno cementado en operación minera se debe realizar Análisis de Phase-2 que evalúa estabilidad del relleno cementado para las condiciones del yacimiento, y usa Ecuación de Mitchell para datos de fricción interna y cohesión?

Gráfico de Barras N° 12. ¿Para realizar actividad de relleno cementado en operación minera se debe realizar Análisis de Phase-2 que evalúa estabilidad del relleno cementado para las condiciones del yacimiento, y usa Ecuación de Mitchell para datos de fricción interna y cohesión?

Estadísticos N° 12. ¿Para realizar actividad de relleno cementado en operación minera se debe realizar Análisis de Phase-2 que evalúa estabilidad del relleno cementado para las condiciones del yacimiento, y usa Ecuación de Mitchell para datos de fricción interna y cohesión?

N	Válidos	26
	Perdidos	0
Media		1,7308
Mediana		2,0000
Moda		2,00
Desv. típ.		,82741
Varianza		,685
Asimetría		1,479
Error típ. de asimetría		,456
C.V.		29.85%



Cuadro Porcentual N° 12. ¿Para realizar actividad de relleno cementado en operación minera se debe realizar Análisis de Phase-2 que evalúa estabilidad del relleno cementado para las condiciones del yacimiento, y usa Ecuación de Mitchell para datos de fricción interna y cohesión?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Siempre	11	42,3	42,3
	Casi siempre	13	50,0	92,3
	Casi nunca	2	7,7	100,0
	Total	26	100,0	100,0

13. ¿La trabajabilidad de Mezcla Fresca en lugares de moldeo no debe producir segregación hasta que moldes no tengan huecos ni vacios y llenen totalmente armadura, estando relacionado con consistencia de mezcla fresca y se mide a través del Cono de Abrams?

Gráfico de Barras N° 13. ¿La trabajabilidad de Mezcla Fresca en lugares de moldeo no debe producir segregación hasta que moldes no tengan huecos ni vacios y llenen totalmente armadura, estando relacionado con consistencia de mezcla fresca y se mide a través del Cono de Abrams?

Estadísticos N° 13. ¿La trabajabilidad de Mezcla Fresca en lugares de moldeo no debe producir segregación hasta que moldes no tengan huecos ni vacios y llenen totalmente armadura, estando relacionado con consistencia de mezcla fresca y se mide a través del Cono de Abrams?

N	Válidos	26
	Perdidos	0
Media		1,0000
Mediana		1,0000
Moda		1,00
Desv. típ.		,00000
Varianza		,000
Error típ. de asimetría		,456
C.V.		5.00%



Cuadro Porcentual N° 13. ¿La trabajabilidad de Mezcla Fresca en lugares de moldeo no debe producir segregación hasta que moldes no tengan huecos ni vacios y llenen totalmente armadura, estando relacionado con consistencia de mezcla fresca y se mide a través del Cono de Abrams?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Siempre	26	100,0	100,0

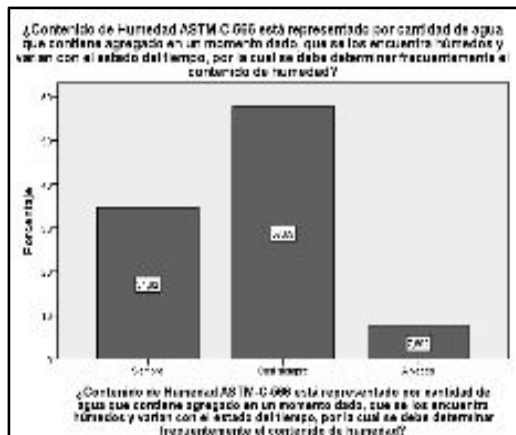


14. ¿Contenido de Humedad ASTM-C-566 está representado por cantidad de agua que contiene agregado en un momento dado, que se los encuentra húmedos y varían con el estado del tiempo, ¿por la cual se debe determinar frecuentemente el contenido de humedad?

Gráfico de Barras N° 14. ¿Contenido de Humedad ASTM-C-566 está representado por cantidad de agua que contiene agregado en un momento dado, que se los encuentra húmedos y varían con el estado del tiempo, por la cual se debe determinar frecuentemente el contenido de humedad?.

Estadísticos N° 14. ¿Contenido de Humedad ASTM-C-566 está representado por cantidad de agua que contiene agregado en un momento dado, que se los encuentra húmedos y varían con el estado del tiempo, por la cual se debe determinar frecuentemente el contenido de humedad?.

N	Válidos	26
	Perdidos	0
Media		1,7308
Mediana		2,0000
Moda		2,00
Desv. típ.		,60383
Varianza		,365
Asimetría		,171
Error típ. de asimetría		,456
C.V.		27.74%



Cuadro Porcentual N° 14. ¿Contenido de Humedad ASTM-C-566 está representado por cantidad de agua que contiene agregado en un momento dado, que se los encuentra húmedos y varían con el estado del tiempo, por la cual se debe determinar frecuentemente el contenido de humedad?.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Siempre	9	34,6	34,6	34,6
	Casi siempre	15	57,7	57,7	92,3
	A veces	2	7,7	7,7	100,0
	Total	26	100,0	100,0	

4.1.2. ANÁLISIS DE FIABILIDAD Y CORRELACIÓN DE LOS RESULTADOS.

SECCIÓN N° 01. ENCUESTA: INGENIEROS ESPECIALISTAS.

A. ALFA DE CRONBACH

Escala: TODAS LAS VARIABLES

Resumen del procesamiento de los casos

	N	%
Válidos	26	100,0
Casos Excluidos	0	,0
Total	26	100,0

Estadísticos de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
,734	14

ESTADÍSTICOS DE LOS ELEMENTOS

	Media	Desviación típica	N
¿Mejora continua en centro minero es proceso de pasar de una condición inicial a otra de características superiores, involucra una evolución a mejores condiciones en cuanto a integración de métodos y procedimientos para dosificación del relleno cementado?	1,2692	,45234	26
¿Una mejora continua se puede evidenciar en el rediseño y simplificación de procesos, automatización de procesos, y la incorporación de nuevas variables críticas al planeamiento, en la dosificación del relleno cementado?	1,3077	,47068	26
¿Una mejora en el desempeño involucra generalmente: un incremento de las utilidades, reducción en los niveles de riesgo ocupacional, reducción de emisiones, y reducción en los costos de operación, en procesos de dosificación del relleno cementado?	1,6154	1,16883	26
¿El “Sistema Integrado de Gestión” de minería se aplica con el objetivo de conocer la secuencia e interacción del proceso operativo, y los criterios / métodos necesarios para que la operación minera sea eficiente y eficaz?	1,4615	1,10384	26
¿Se cumple con directiva: “EST1-C-001 de Planeación Estratégica” que norma las actividades relacionadas con la visión y misión de la empresa, y las políticas, lineamientos, objetivos, planes y proyectos de acuerdo a normatividad existente en la compañía?	2,5385	1,47596	26
¿Se cumple la “Norma MIS2-C-001 Gestión de la Inversión Minera” sobre la planeación de la promoción e inversión minera mediante procesos de selección objetiva de los concesionarios para garantizar la sostenibilidad de la inversión minera?	1,6154	1,16883	26
¿Dentro de los planes de Mejora Continua de la empresa se desarrolla lo estipulado en “MIS5-C-001 Seguridad Minera” para promover la mejora de prácticas mineras y prevención de accidentes, capacitación y entrenamiento en seguridad laboral minera?	1,6154	1,16883	26
¿En su empresa se practican las “5 s” como un modelo de productividad industrial para una estrategia de mejora continua de la calidad, teniendo como objetivo eliminar obstáculos o despilfarros que impiden una producción eficiente y productiva?	1,6923	1,28901	26
¿Los Círculos de Calidad dentro de empresa minera tienen como objetivo efectuar cambios radicales, y ajustes en procesos productivos, para lograr una ventaja competitiva e incrementar rendimiento laboral dentro de una planeación estratégica de innovación?	2,2692	1,51149	26

<p>¿Su empresa desarrolla el procedimiento minero: EVA1-P-004 Acciones Correctivas, Preventivas y de Mejora” estableciendo mecanismos de identificación, implementación, seguimiento y control de acciones de mejora en la compañía?</p>	1,6923	1,28901	26
<p>¿El “Relleno Hidráulico Cementado” al tener cemento Portland, permite mejoras en la resistencia a la comprensión del relleno, siendo necesario en cavidades rellenas donde van a tener función de servir como pilar o base de un nivel de explotación?</p>	1,5769	,85665	26
<p>¿Para realizar actividad de relleno cementado en operación minera se debe realizar Análisis de Phase-2 que evalúa estabilidad del relleno cementado para las condiciones del yacimiento, y usa Ecuación de Mitchell para datos de fricción interna y cohesión?</p>	1,7308	,82741	26
<p>¿La trabajabilidad de Mezcla Fresca en lugares de moldeo no debe producir segregación hasta que moldes no tengan huecos ni vacíos y llenen totalmente armadura, estando relacionado con consistencia de mezcla fresca y se mide a través del Cono de Abrams?</p>	1,0000	,00000	26
<p>¿Contenido de Humedad ASTM-C-566 está representado por cantidad de agua que contiene agregado en un momento dado, que se los encuentra húmedos y varían con el estado del tiempo, por la cual se debe determinar frecuentemente el contenido de humedad?</p>	1,7308	,60383	26



B. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN DE LAS VARIABLES (CORRELACIÓN DE PEARSON) –

Correlaciones

		¿Mejora continua en centro minero es proceso de pasar de una condición inicial a otra de características superiores, involucra una evolución a mejores condiciones en cuanto a integración de métodos y procedimientos para dosificación del relleno cementado?	¿Una mejora continua se puede evidenciar en el rediseño y simplificación de procesos, automatización de procesos, y la incorporación de nuevas variables críticas al planeamiento, en la dosificación del relleno cementado?	¿Una mejora en el desempeño involucra generalmente: un incremento de las utilidades, reducción en los niveles de riesgo ocupacional, reducción de emisiones, y reducción en los costos de operación, en procesos de dosificación del relleno cementado?
¿Mejora continua en centro minero es proceso de pasar de una condición inicial a otra de características superiores, involucra una evolución a mejores condiciones en cuanto a integración de métodos y procedimientos para dosificación del relleno cementado?	Correlación de Pearson Sig. (bilateral)	1	,347 ,083	,582 ,002
	N	26	26	26
¿Una mejora continua se puede evidenciar en el rediseño y simplificación de procesos, automatización de procesos, y la incorporación de nuevas variables críticas al planeamiento, en la dosificación del relleno cementado?	Correlación de Pearson Sig. (bilateral)	,347 ,083	1	,515 ,007
	N	26	26	26
¿Una mejora en el desempeño involucra generalmente: un incremento de las utilidades, reducción en los niveles de riesgo ocupacional, reducción de emisiones, y reducción en los costos de operación, en procesos de dosificación del relleno cementado?	Correlación de Pearson Sig. (bilateral)	,582 ,002	,515 ,007	1

		¿Se cumple con directiva: “EST1-C- 001 de Planeación Estratégica” que norma las actividades relacionadas con la visión y misión de la empresa, y las políticas, lineamientos, objetivos, planes y proyectos de acuerdo a normatividad existente en la compañía?	¿Se cumple la “Norma MIS2-C- 001 Gestión de la Inversión Minera” sobre la planeación de la promoción e inversión minera mediante procesos de selección objetiva de los concesionarios para garantizar la sostenibilidad de la inversión minera?	¿Dentro de los planes de Mejora Continua de la empresa se desarrolla lo estipulado en “MIS5-C-001 Seguridad Minera” para promover la mejora de prácticas mineras y prevención de accidentes, capacitación y entrenamiento en seguridad laboral minera?
¿Mejora continua en centro minero es proceso de pasar de una condición inicial a otra de características superiores, involucra una evolución a mejores condiciones en cuanto a integración de métodos y procedimientos para dosificación del relleno cementado?	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	,074 ,720 26	-,023 ,910 26	,431 ,028 26
¿Una mejora continua se puede evidenciar en el rediseño y simplificación de procesos, automatización de procesos, y la incorporación de nuevas variables críticas al planeamiento, en la dosificación del relleno cementado?	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	,673 ,000 26	,369 ,063 26	,369 ,063 26
¿Una mejora en el desempeño involucra generalmente: un incremento de las utilidades, reducción en los niveles de riesgo ocupacional, reducción de emisiones, y reducción en los costos de operación, en procesos de dosificación del relleno cementado?	Correlación de Pearson Sig. (bilateral)	,449 ,021	,063 ,760	,590 ,002



		¿Los Círculos de Calidad dentro de empresa minera tienen como objetivo efectuar cambios radicales, y ajustes en procesos productivos, para lograr una ventaja competitiva e incrementar rendimiento laboral dentro de una planeación estratégica de innovación?	¿Su empresa desarrolla el procedimiento minero: EVA1-P-004 Acciones Correctivas, Preventivas y de Mejora?	¿El “Relleno Hidráulico Cementado” al tener cemento Portland, permite mejoras en la resistencia a la comprensión del relleno, siendo necesario en cavidades rellenadas donde van a tener función de servir como pilar o base de un nivel de explotación?
¿Mejora continua en centro minero es proceso de pasar de una condición inicial a otra de características superiores, involucra una evolución a mejores condiciones en cuanto a integración de métodos y procedimientos para dosificación del relleno cementado?	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	-,169 ,410 26	,079 ,701 26	-,210 ,302 26
¿Una mejora continua se puede evidenciar en el rediseño y simplificación de procesos, automatización de procesos, y la incorporación de nuevas variables críticas al planeamiento, en la dosificación del relleno cementado?	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	,104 ,614 26	,030 ,883 26	,336 ,094 26
¿Una mejora en el desempeño involucra generalmente: un incremento de las utilidades, reducción en los niveles de riesgo ocupacional, reducción de emisiones, y reducción en los costos de operación, en procesos de dosificación del relleno cementado?	Correlación de Pearson Sig. (bilateral)	-,052 ,800	,502 ,009	-,129 ,530

		¿Mejora continua en centro minero es proceso de pasar de una condición inicial a otra de características superiores, involucra una evolución a mejores condiciones en cuanto a integración de métodos y procedimientos para dosificación del relleno cementado?	¿Una mejora continua se puede evidenciar en el rediseño y simplificación de procesos, automatización de procesos, y la incorporación de nuevas variables críticas al planeamiento, en la dosificación del relleno cementado?	¿Una mejora en el desempeño involucra generalmente: un incremento de las utilidades, reducción en los niveles de riesgo ocupacional, reducción de emisiones, y reducción en los costos de operación, en procesos de dosificación del relleno cementado?
¿Una mejora en el desempeño involucra generalmente: un incremento de las utilidades, reducción en los niveles de riesgo ocupacional, reducción de emisiones, y reducción en los costos de operación, en procesos de dosificación del relleno cementado?	N	26	26	26
¿El "Sistema Integrado de Gestión" de minería se aplica con el objetivo de conocer la secuencia e interacción del proceso operativo, y los criterios / métodos necesarios para que la operación minera sea eficiente y eficaz?	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	,703 ,000 26	,640 ,000 26	,887 ,000 26
¿Se cumple con directiva: "EST1-C-001 de Planeación Estratégica" que norma las actividades relacionadas con la visión y misión de la empresa, y las políticas, lineamientos, objetivos, planes y proyectos de acuerdo a normatividad existente en la compañía?	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	,074 ,720 26	,673 ,000 26	,449 ,021 26
¿Se cumple la "Norma MIS2-C-001 Gestión de la Inversión Minera" sobre la planeación de la promoción e inversión minera mediante procesos de selección objetiva de los concesionarios para garantizar la sostenibilidad de la inversión minera?	Correlación de Pearson	-,023	,369	,063



	¿Se cumple con directiva: “EST1-C-001 de Planeación Estratégica” que norma las actividades relacionadas con la visión y misión de la empresa, y las políticas, lineamientos, objetivos, planes y proyectos de acuerdo a normatividad existente en la compañía?	¿Se cumple la “Norma MIS2-C-001 Gestión de la Inversión Minera” sobre la planeación de la promoción e inversión minera mediante procesos de selección objetiva de los concesionarios para garantizar la sostenibilidad de la inversión minera?	¿Dentro de los planes de Mejora Continua de la empresa se desarrolla lo estipulado en “MIS5-C-001 Seguridad Minera” para promover la mejora de prácticas mineras y prevención de accidentes, capacitación y entrenamiento en seguridad laboral minera?
<p>¿Una mejora en el desempeño involucra generalmente: un incremento de las utilidades, reducción en los niveles de riesgo ocupacional, reducción de emisiones, y reducción en los costos de operación, en procesos de dosificación del relleno cementado?</p>	N	26	26
<p>¿El “Sistema Integrado de Gestión” de minería se aplica con el objetivo de conocer la secuencia e interacción del proceso operativo, y los criterios / métodos necesarios para que la operación minera sea eficiente y eficaz?</p>	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	,431 ,028 26	,143 ,486 26
<p>¿Se cumple con directiva: “EST1-C-001 de Planeación Estratégica” que norma las actividades relacionadas con la visión y misión de la empresa, y las políticas, lineamientos, objetivos, planes y proyectos de acuerdo a normatividad existente en la compañía?</p>	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	1 26	,125 ,543 26
<p>¿Se cumple la “Norma MIS2-C-001 Gestión de la Inversión Minera” sobre la planeación de la promoción e inversión minera mediante procesos de selección objetiva de los concesionarios para garantizar la sostenibilidad de la inversión minera?</p>	Correlación de Pearson	,125	1 ,063



	¿Los Círculos de Calidad dentro de empresa minera tienen como objetivo efectuar cambios radicales, y ajustes en procesos productivos, para lograr una ventaja competitiva e incrementar rendimiento laboral dentro de una planeación estratégica de innovación?	¿Su empresa desarrolla el procedimiento minero: EVA1-P-004 Acciones Correctivas, Preventivas y de Mejora” estableciendo mecanismos de identificación, implementación, seguimiento y control de acciones de mejora en la compañía?	¿El “Relleno Hidráulico Cementado” al tener cemento Portland, permite mejoras en la resistencia a la comprensión del relleno, siendo necesario en cavidades rellenadas donde van a tener función de servir como pilar o base de un nivel de explotación?	
¿Una mejora en el desempeño involucra generalmente: un incremento de las utilidades, reducción en los niveles de riesgo ocupacional, reducción de emisiones, y reducción en los costos de operación, en procesos de dosificación del relleno cementado?	N	26	26	26
¿El “Sistema Integrado de Gestión” de minería se aplica con el objetivo de conocer la secuencia e interacción del proceso operativo, y los criterios / métodos necesarios para que la operación minera sea eficiente y eficaz?	Correlación de Pearson Sig. (bilateral)	,066 ,747	,272 ,178	-,039 ,850
¿Se cumple con directiva: “EST1-C-001 de Planeación Estratégica” que norma las actividades relacionadas con la visión y misión de la empresa, y las políticas, lineamientos, objetivos, planes y proyectos de acuerdo a normatividad existente en la compañía?	N	26	26	26
¿Se cumple la “Norma MIS2-C-001 Gestión de la Inversión Minera” sobre la planeación de la promoción e inversión minera mediante procesos de selección objetiva de los concesionarios para garantizar la sostenibilidad de la inversión minera?	Correlación de Pearson	-,265 ,191	,049 ,814	,219 ,282
	N	26	26	26
	Correlación de Pearson	,355	-,294	-,209



		¿Mejora continua en centro minero es proceso de pasar de una condición inicial a otra de características superiores, involucra una evolución a mejores condiciones en cuanto a integración de métodos y procedimientos para dosificación del relleno cementado?	¿Una mejora continua se puede evidenciar en el rediseño y simplificación de procesos, automatización de procesos, y la incorporación de nuevas variables críticas al planeamiento, en la dosificación del relleno cementado?	¿Una mejora en el desempeño involucra generalmente: un incremento de las utilidades, reducción en los niveles de riesgo ocupacional, reducción de emisiones, y reducción en los costos de operación, en procesos de dosificación del relleno cementado?
¿Se cumple la “Norma MIS2-C-001 Gestión de la Inversión Minera” sobre la planeación de la promoción e inversión minera mediante procesos de selección objetiva de los concesionarios para garantizar la sostenibilidad de la inversión minera?	Sig. (bilateral) N	,910 26	,063 26	,760 26
¿Dentro de los planes de Mejora Continua de la empresa se desarrolla lo estipulado en “MIS5-C-001 Seguridad Minera” para promover la mejora de prácticas mineras y prevención de accidentes, capacitación y entrenamiento en seguridad laboral minera?	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	,431 ,028 26	,369 ,063 26	,590 ,002 26
¿En su empresa se practican las “5 s” como un modelo de productividad industrial para una estrategia de mejora continua de la calidad, teniendo como objetivo eliminar obstáculos o despilfarros que impiden una producción eficiente y productiva?	Correlación de Pearson Sig. (bilateral)	-,332 ,097	-,365 ,067	-,294 ,145



		¿Se cumple con directiva: “EST1-C- 001 de Planeación Estratégica” que norma las actividades relacionadas con la visión y misión de la empresa, y las políticas, lineamientos, objetivos, planes y proyectos de acuerdo a normatividad existente en la compañía?	¿Se cumple la “Norma MIS2-C- 001 Gestión de la Inversión Minera” sobre la planeación de la promoción e inversión minera mediante procesos de selección objetiva de los concesionarios para garantizar la sostenibilidad de la inversión minera?	¿Dentro de los planes de Mejora Continua de la empresa se desarrolla lo estipulado en “MIS5-C-001 Seguridad Minera” para promover la mejora de prácticas mineras y prevención de accidentes, capacitación y entrenamiento en seguridad laboral minera?
¿Se cumple la “Norma MIS2-C- 001 Gestión de la Inversión Minera” sobre la planeación de la promoción e inversión minera mediante procesos de selección objetiva de los concesionarios para garantizar la sostenibilidad de la inversión minera?	Sig. (bilateral) N	,543 26		,760 26
¿Dentro de los planes de Mejora Continua de la empresa se desarrolla lo estipulado en “MIS5-C-001 Seguridad Minera” para promover la mejora de prácticas mineras y prevención de accidentes, capacitación y entrenamiento en seguridad laboral minera?	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	,125 ,543 26	,063 ,760	1 26
¿En su empresa se practican las “5 s” como un modelo de productividad industrial para una estrategia de mejora continua de la calidad, teniendo como objetivo eliminar obstáculos o despilfarros que impiden una producción eficiente y productiva?	Correlación de Pearson Sig. (bilateral)	,175 ,393	-,294 ,145	-,294 ,145



		¿Los Círculos de Calidad dentro de empresa minera tienen como objetivo efectuar cambios radicales, y ajustes en procesos productivos, para lograr una ventaja competitiva e incrementar rendimiento laboral dentro de una planeación estratégica de innovación?	¿Su empresa desarrolla el procedimiento minero: EVA1-P-004 Acciones Correctivas, Preventivas y de Mejora” estableciendo mecanismos de identificación, implementación, seguimiento y control de acciones de mejora en la compañía?	¿El “Relleno Hidráulico Cementado” al tener cemento Portland, permite mejoras en la resistencia a la comprensión del relleno, siendo necesario en cavidades rellenadas donde van a tener función de servir como pilar o base de un nivel de explotación?
¿Se cumple la “Norma MIS2-C-001 Gestión de la Inversión Minera” sobre la planeación de la promoción e inversión minera mediante procesos de selección objetiva de los concesionarios para garantizar la sostenibilidad de la inversión minera?	Sig. (bilateral) N	,075 26	,145 26	,306 26
¿Dentro de los planes de Mejora Continua de la empresa se desarrolla lo estipulado en “MIS5-C-001 Seguridad Minera” para promover la mejora de prácticas mineras y prevención de accidentes, capacitación y entrenamiento en seguridad laboral minera?	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	,219 ,281 26	,502 ,009 26	-,129 ,530 26
¿En su empresa se practican las “5 s” como un modelo de productividad industrial para una estrategia de mejora continua de la calidad, teniendo como objetivo eliminar obstáculos o despilfarros que impiden una producción eficiente y productiva?	Correlación de Pearson Sig. (bilateral)	-,469 ,016	-,300 ,136	,059 ,776



		¿Mejora continua en centro minero es proceso de pasar de una condición inicial a otra de características superiores, involucra una evolución a mejores condiciones en cuanto a integración de métodos y procedimientos para dosificación del relleno cementado?	¿Una mejora continua se puede evidenciar en el rediseño y simplificación de procesos, automatización de procesos, y la incorporación de nuevas variables críticas al planeamiento, en la dosificación del relleno cementado?	¿Una mejora en el desempeño involucra generalmente: un incremento de las utilidades, reducción en los niveles de riesgo ocupacional, reducción de emisiones, y reducción en los costos de operación, en procesos de dosificación del relleno cementado?
¿En su empresa se practican las “5 s” como un modelo de productividad industrial para una estrategia de mejora continua de la calidad, teniendo como objetivo eliminar obstáculos o despilfarros que impiden una producción eficiente y productiva?	N	26	26	26
¿Los Círculos de Calidad dentro de empresa minera tienen como objetivo efectuar cambios radicales, y ajustes en procesos productivos, para lograr una ventaja competitiva e incrementar rendimiento laboral dentro de una planeación estratégica de innovación?	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	-,169 ,410 26	,104 ,614 26	-,052 ,800 26
¿Su empresa desarrolla el procedimiento minero: EVA1-P-004 Acciones Correctivas, Preventivas y de Mejora” estableciendo mecanismos de identificación, implementación, seguimiento y control de acciones de mejora en la compañía?	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	,079 ,701 26	,030 ,883 26	,502 ,009 26
¿El “Relleno Hidráulico Cementado” al tener cemento Portland, permite mejoras en la resistencia a la comprensión del relleno, siendo necesario en cavidades rellenas donde van a tener función de servir como pilar o base de un nivel de explotación?	Correlación de Pearson	-,210	,336	-,129



	¿Se cumple con directiva: “EST1-C-001 de Planeación Estratégica” que norma las actividades relacionadas con la visión y misión de la empresa, y las políticas, lineamientos, objetivos, planes y proyectos de acuerdo a normatividad existente en la compañía?	¿Se cumple la “Norma MIS2-C-001 Gestión de la Inversión Minera” sobre la planeación de la promoción e inversión minera mediante procesos de selección objetiva de los concesionarios para garantizar la sostenibilidad de la inversión minera?	¿Dentro de los planes de Mejora Continua de la empresa se desarrolla lo estipulado en “MIS5-C-001 Seguridad Minera” para promover la mejora de prácticas mineras y prevención de accidentes, capacitación y entrenamiento en seguridad laboral minera?	
¿En su empresa se practican las “5 s” como un modelo de productividad industrial para una estrategia de mejora continua de la calidad, teniendo como objetivo eliminar obstáculos o despilfarros que impiden una producción eficiente y productiva?	N	26	26	26
¿Los Círculos de Calidad dentro de empresa minera tienen como objetivo efectuar cambios radicales, y ajustes en procesos productivos, para lograr una ventaja competitiva e incrementar rendimiento laboral dentro de una planeación estratégica de innovación?	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	-,265 ,191	,355 ,075	,219 ,281
¿Su empresa desarrolla el procedimiento minero: EVA1-P-004 Acciones Correctivas, Preventivas y de Mejora” estableciendo mecanismos de identificación, implementación, seguimiento y control de acciones de mejora en la compañía?	N	26	26	26
¿El “Relleno Hidráulico Cementado” al tener cemento Portland, permite mejoras en la resistencia a la comprensión del relleno, siendo necesario en cavidades rellenas donde van a tener función de servir como pilar o base de un nivel de explotación?	Correlación de Pearson	,219	-,209	-,129



	¿Los Círculos de Calidad dentro de empresa minera tienen como objetivo efectuar cambios radicales, y ajustes en procesos productivos, para lograr una ventaja competitiva e incrementar rendimiento laboral dentro de una planeación estratégica de innovación?	¿Su empresa desarrolla el procedimiento minero: EVA1-P-004 Acciones Correctivas, Preventivas y de Mejora” estableciendo mecanismos de identificación, implementación, seguimiento y control de acciones de mejora en la compañía?	¿El “Relleno Hidráulico Cementado” al tener cemento Portland, permite mejoras en la resistencia a la comprensión del relleno, siendo necesario en cavidades rellenas donde van a tener función de servir como pilar o base de un nivel de explotación?
¿En su empresa se practican las “5 s” como un modelo de productividad industrial para una estrategia de mejora continua de la calidad, teniendo como objetivo eliminar obstáculos o despilfarros que impiden una producción eficiente y productiva?	N 26	26	26
¿Los Círculos de Calidad dentro de empresa minera tienen como objetivo efectuar cambios radicales, y ajustes en procesos productivos, para lograr una ventaja competitiva e incrementar rendimiento laboral dentro de una planeación estratégica de innovación?	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N 26	1 26	-,310 -,123 26
¿Su empresa desarrolla el procedimiento minero: EVA1-P-004 Acciones Correctivas, Preventivas y de Mejora” estableciendo mecanismos de identificación, implementación, seguimiento y control de acciones de mejora en la compañía?	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N 26	,270 ,182 26	1 -,376 ,058 26
¿El “Relleno Hidráulico Cementado” al tener cemento Portland, permite mejoras en la resistencia a la comprensión del relleno, siendo necesario en cavidades rellenas donde van a tener función de servir como pilar o base de un nivel de explotación?	Correlación de Pearson	-,310	-,376 1



		¿Mejora continua en centro minero es proceso de pasar de una condición inicial a otra de características superiores, involucra una evolución a mejores condiciones en cuanto a integración de métodos y procedimientos para dosificación del relleno cementado?	¿Una mejora continua se puede evidenciar en el rediseño y simplificación de procesos, automatización de procesos, y la incorporación de nuevas variables críticas al planeamiento, en la dosificación del relleno cementado?	¿Una mejora en el desempeño involucra generalmente: un incremento de las utilidades, reducción en los niveles de riesgo ocupacional, reducción de emisiones, y reducción en los costos de operación, en procesos de dosificación del relleno cementado?
¿El "Relleno Hidráulico Cementado" al tener cemento Portland, permite mejoras en la resistencia a la comprensión del relleno, siendo necesario en cavidades rellenas donde van a tener función de servir como pilar o base de un nivel de explotación?	Sig. (bilateral) N	,302 26	,094 26	,530 26
¿Para realizar actividad de relleno cementado en operación minera se debe realizar Análisis de Phase-2 que evalúa estabilidad del relleno cementado para las condiciones del yacimiento, y usa Ecuación de Mitchell para datos de fricción interna y cohesión?	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	-,333 ,097 26	-,190 ,354 26	-,070 ,734 26
¿La trabajabilidad de Mezcla Fresca en lugares de moldeo no debe producir segregación hasta que moldes no tengan huecos ni vacíos y llenen totalmente armadura, estando relacionado con consistencia de mezcla fresca y se mide a través del Cono de Abrams?	Correlación de Pearson Sig. (bilateral)	.	.	.



C. PRUEBAS NO PARAMÉTRICAS DE LAS VARIABLES

Estadísticos descriptivos

	N	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo
¿Mejora continua en centro minero es proceso de pasar de una condición inicial a otra de características superiores, involucra una evolución a mejores condiciones en cuanto a integración de métodos y procedimientos para dosificación del relleno cementado?	26	1,2692	,45234	1,00	2,00
¿Una mejora continua se puede evidenciar en el rediseño y simplificación de procesos, automatización de procesos, y la incorporación de nuevas variables críticas al planeamiento, en la dosificación del relleno cementado?	26	1,3077	,47068	1,00	2,00
¿Una mejora en el desempeño involucra generalmente: un incremento de las utilidades, reducción en los niveles de riesgo ocupacional, reducción de emisiones, y reducción en los costos de operación, en procesos de dosificación del relleno cementado?	26	1,6154	1,16883	1,00	4,00

Estadísticos descriptivos

	N	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo
¿El “Sistema Integrado de Gestión” de minería se aplica con el objetivo de conocer la secuencia e interacción del proceso operativo, y los criterios / métodos necesarios para que la operación minera sea eficiente y eficaz?	26	1,4615	1,10384	1,00	4,00
¿Se cumple con directiva: “EST1-C-001 de Planeación Estratégica” que norma las actividades relacionadas con la visión y misión de la empresa, y las políticas, lineamientos, objetivos, planes y proyectos de acuerdo a normatividad existente en la compañía?	26	2,5385	1,47596	1,00	4,00
¿Se cumple la “Norma MIS2-C-001 Gestión de la Inversión Minera” sobre la planeación de la promoción e inversión minera mediante procesos de selección objetiva de los concesionarios para garantizar la sostenibilidad de la inversión minera?	26	1,6154	1,16883	1,00	4,00

Estadísticos descriptivos

	N	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo
¿Dentro de los planes de Mejora Continua de la empresa se desarrolla lo estipulado en “MIS5-C-001 Seguridad Minera” para promover la mejora de prácticas mineras y prevención de accidentes, capacitación y entrenamiento en seguridad laboral minera?	26	1,6154	1,16883	1,00	4,00
¿En su empresa se practican las “5 s” como un modelo de productividad industrial para una estrategia de mejora continua de la calidad, teniendo como objetivo eliminar obstáculos o despilfarros que impiden una producción eficiente y productiva?	26	1,6923	1,28901	1,00	4,00
¿Los Círculos de Calidad dentro de empresa minera tienen como objetivo efectuar cambios radicales, y ajustes en procesos productivos, para lograr una ventaja competitiva e incrementar rendimiento laboral dentro de una planeación estratégica de innovación?	26	2,2692	1,51149	1,00	4,00

Estadísticos descriptivos

	N	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo
¿Su empresa desarrolla el procedimiento minero: EVA1-P-004 Acciones Correctivas, Preventivas y de Mejora” estableciendo mecanismos de identificación, implementación, seguimiento y control de acciones de mejora en la compañía?	26	1,6923	1,28901	1,00	4,00
¿El “Relleno Hidráulico Cementado” al tener cemento Portland, permite mejoras en la resistencia a la comprensión del relleno, siendo necesario en cavidades rellenas donde van a tener función de servir como pilar o base de un nivel de explotación?	26	1,5769	,85665	1,00	4,00
¿Para realizar actividad de relleno cementado en operación minera se debe realizar Análisis de Phase-2 que evalúa estabilidad del relleno cementado para las condiciones del yacimiento, y usa Ecuación de Mitchell para datos de fricción interna y cohesión?	26	1,7308	,82741	1,00	4,00

Estadísticos descriptivos

	N	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo
¿La trabajabilidad de Mezcla Fresca en lugares de moldeo no debe producir segregación hasta que moldes no tengan huecos ni vacíos y llenen totalmente armadura, estando relacionado con consistencia de mezcla fresca y se mide a través del Cono de Abrams?	26	1,0000	,00000	1,00	1,00
¿Contenido de Humedad ASTM-C-566 está representado por cantidad de agua que contiene agregado en un momento dado, que se los encuentra húmedos y varían con el estado del tiempo, por la cual se debe determinar frecuentemente el contenido de humedad?	26	1,7308	,60383	1,00	3,00

D. PRUEBA DE CHI-CUADRADO

Frecuencias

¿Mejora continua en centro minero es proceso de pasar de una condición inicial a otra de características superiores, involucra una evolución a mejores condiciones en cuanto a integración de métodos y procedimientos para dosificación del relleno cementado?

	N observado	N esperado	Residual
Siempre	19	13,0	6,0
Casi siempre	7	13,0	-6,0
Total	26		

¿Una mejora continua se puede evidenciar en el rediseño y simplificación de procesos, automatización de procesos, y la incorporación de nuevas variables críticas al planeamiento, en la dosificación del relleno cementado?

	N observado	N esperado	Residual
Siempre	18	13,0	5,0
Casi siempre	8	13,0	-5,0
Total	26		

¿Una mejora en el desempeño involucra generalmente: un incremento de las utilidades, reducción en los niveles de riesgo ocupacional, reducción de emisiones, y reducción en los costos de operación, en procesos de dosificación del relleno cementado?

	N observado	N esperado	Residual
Si	20	8,7	11,3
A veces	2	8,7	-6,7
Casi siempre	4	8,7	-4,7
Total	26		

¿El “Sistema Integrado de Gestión” de minería se aplica con el objetivo de conocer la secuencia e interacción del proceso operativo, y los criterios / métodos necesarios para que la operación minera sea eficiente y eficaz?

	N observado	N esperado	Residual
Si	22	13,0	9,0
Casi siempre	4	13,0	-9,0
Total	26		

¿Se cumple con directiva: “EST1-C-001 de Planeación Estratégica” que norma las actividades relacionadas con la visión y misión de la empresa, y las políticas, lineamientos, objetivos, planes y proyectos de acuerdo a normatividad existente en la compañía?

	N observado	N esperado	Residual
Si	12	8,7	3,3
A veces	2	8,7	-6,7
Casi siempre	12	8,7	3,3
Total	26		

¿Se cumple la “Norma MIS2-C-001 Gestión de la Inversión Minera” sobre la planeación de la promoción e inversión minera mediante procesos de selección objetiva de los concesionarios para garantizar la sostenibilidad de la inversión minera?

	N observado	N esperado	Residual
Si	20	8,7	11,3
A veces	2	8,7	-6,7
Casi siempre	4	8,7	-4,7
Total	26		

¿Dentro de los planes de Mejora Continua de la empresa se desarrolla lo estipulado en “MIS5-C-001 Seguridad Minera” para promover la mejora de prácticas mineras y prevención de accidentes, capacitación y entrenamiento en seguridad laboral minera?

	N observado	N esperado	Residual
Si	20	8,7	11,3
A veces	2	8,7	-6,7
Casi siempre	4	8,7	-4,7
Total	26		

¿En su empresa se practican las “5 s” como un modelo de productividad industrial para una estrategia de mejora continua de la calidad, teniendo como objetivo eliminar obstáculos o despilfarros que impiden una producción eficiente y productiva?

	N observado	N esperado	Residual
Si	20	13,0	7,0
Casi siempre	6	13,0	-7,0
Total	26		

¿Los Círculos de Calidad dentro de empresa minera tienen como objetivo efectuar cambios radicales, y ajustes en procesos productivos, para lograr una ventaja competitiva e incrementar rendimiento laboral dentro de una planeación estratégica de innovación?

	N observado	N esperado	Residual
Si	15	13,0	2,0
Casi siempre	11	13,0	-2,0
Total	26		

¿Su empresa desarrolla el procedimiento minero: EVA1-P-004 Acciones Correctivas, Preventivas y de Mejora” estableciendo mecanismos de identificación, implementación, seguimiento y control de acciones de mejora en la compañía?

	N observado	N esperado	Residual
Siempre	20	13,0	7,0
Casi nunca	6	13,0	-7,0
Total	26		

¿El “Relleno Hidráulico Cementado” al tener cemento Portland, permite mejoras en la resistencia a la comprensión del relleno, siendo necesario en cavidades rellenas donde van a tener función de servir como pilar o base de un nivel de explotación?

	N observado	N esperado	Residual
Siempre	15	8,7	6,3
Casi siempre	9	8,7	,3
Casi nunca	2	8,7	-6,7
Total	26		

¿Para realizar actividad de relleno cementado en operación minera se debe realizar Análisis de Phase-2 que evalúa estabilidad del relleno cementado para las condiciones del yacimiento, y usa Ecuación de Mitchell para datos de fricción interna y cohesión?

	N observado	N esperado	Residual
Siempre	11	8,7	2,3
Casi siempre	13	8,7	4,3
Casi nunca	2	8,7	-6,7
Total	26		

¿La trabajabilidad de Mezcla Fresca en lugares de moldeo no debe producir segregación hasta que moldes no tengan huecos ni vacíos y llenen totalmente armadura, estando relacionado con consistencia de mezcla fresca y se mide a través del Cono de Abrams?

	N observado	N esperado	Residual
Siempre	26	26,0	,0
Total	26		

¿Contenido de Humedad ASTM-C-566 está representado por cantidad de agua que contiene agregado en un momento dado, que se los encuentra húmedos y varían con el estado del tiempo, ¿por la cual se debe determinar frecuentemente el contenido de humedad?

	N observado	N esperado	Residual
Siempre	9	8,7	,3
Casi siempre	15	8,7	6,3
A veces	2	8,7	-6,7
Total	26		

Estadísticos de contraste

	¿Mejora continua en centro minero es proceso de pasar de una condición inicial a otra de características superiores, involucra una evolución a mejores condiciones en cuanto a integración de métodos y procedimientos para dosificación del relleno cementado?	¿Una mejora continua se puede evidenciar en el rediseño y simplificación de procesos, automatización de procesos, y la incorporación de nuevas variables críticas al planeamiento, en la dosificación del relleno cementado?	¿Una mejora en el desempeño involucra generalmente: un incremento de las utilidades, reducción en los niveles de riesgo ocupacional, reducción de emisiones, y reducción en los costos de operación, en procesos de dosificación del relleno cementado?	¿El “Sistema Integrado de Gestión” de minería se aplica con el objetivo de conocer la secuencia e interacción del proceso operativo, y los criterios / métodos necesarios para que la operación minera sea eficiente y eficaz?	¿Se cumple con directiva: “EST1-C-001 de Planeación Estratégica” que norma las actividades relacionadas con la visión y misión de la empresa, y las políticas, lineamientos, objetivos, planes y proyectos de acuerdo a normatividad existente en la compañía?	¿Se cumple la “Norma MIS2-C-001 Gestión de la Inversión Minera” sobre la planeación de la promoción e inversión minera mediante procesos de selección objetiva de los concesionarios para garantizar la sostenibilidad de la inversión minera?
Chi-cuadrado	5,538	3,846	22,462	12,462	7,692	22,462
G1	1	1	2	1	2	2
Sig. asintót.	,019	,050	,000	,000	,021	,000



Estadísticos de contraste

	¿Dentro de los planes de Mejora Continua de la empresa se desarrolla lo estipulado en “MIS5-C-001 Seguridad Minera” para promover la mejora de prácticas mineras y prevención de accidentes, capacitación y entrenamiento en seguridad laboral minera?	¿En su empresa se practican las “5 s” como un modelo de productividad industrial para una estrategia de mejora continua de la calidad, teniendo como objetivo eliminar obstáculos o despilfarros que impiden una producción eficiente y productiva?	¿Los Círculos de Calidad dentro de empresa minera tienen como objetivo efectuar cambios radicales, y ajustes en procesos productivos, para lograr una ventaja competitiva e incrementar rendimiento laboral dentro de una planeación estratégica de innovación?	¿Su empresa desarrolla el procedimiento minero: EVA1-P-004 Acciones Correctivas, Preventivas y de Mejora” estableciendo mecanismos de identificación, implementación, seguimiento y control de acciones de mejora en la compañía?	¿El “Relleno Hidráulico Cementado” al tener cemento Portland, permite mejoras en la resistencia a la comprensión del relleno, siendo necesario en cavidades rellenadas donde van a tener función de servir como pilar o base de un nivel de explotación?	¿Para realizar actividad de relleno cementado en operación minera se debe realizar Análisis de Phase-2 que evalúa estabilidad del relleno cementado para las condiciones del yacimiento, y usa Ecuación de Mitchell para datos de fricción interna y cohesión?
Chi-cuadrado	22,462	7,538	,615	7,538	9,769	7,923
G1	2	1	1	1	2	2
Sig. asintót.	,000	,006	,433	,006	,008	,019



E. ESTIMACIÓN CURVILÍNEA DE LAS VARIABLES

Resumen del procesamiento de los casos

	N
Total de casos	26
Casos excluidos	0
Casos pronosticados	0
Casos creados nuevos	0

Resumen del procesamiento de las variables

	Variables			
	Dependiente			
	¿Una mejora continua se puede evidenciar en el rediseño y simplificación de procesos, automatización de procesos, y la incorporación de nuevas variables críticas al planeamiento, en la dosificación del relleno cementado?	¿Una mejora en el desempeño involucra generalmente: un incremento de las utilidades, reducción en los niveles de riesgo ocupacional, reducción de emisiones, y reducción en los costos de operación, en procesos de dosificación del relleno cementado?	¿El “Sistema Integrado de Gestión” de minería se aplica con el objetivo de conocer la secuencia e interacción del proceso operativo, y los criterios / métodos necesarios para que la operación minera sea eficiente y eficaz?	¿Se cumple con directiva: “EST1-C-001 de Planeación Estratégica” que norma las actividades relacionadas con la visión y misión de la empresa, y las políticas, lineamientos, objetivos, planes y proyectos de acuerdo a normatividad existente en la compañía?
Número de valores positivos	26	26	26	26
Número de ceros	0	0	0	0
Número de valores negativos	0	0	0	0
Número de valores perdidos	0	0	0	0
Perdidos definidos por el usuario	0	0	0	0
Perdidos del sistema	0	0	0	0



Resumen del procesamiento de las variables

	Variables			
	Dependiente			
	¿Se cumple la “Norma MIS2-C-001 Gestión de la Inversión Minera” sobre la planeación de la promoción e inversión minera mediante procesos de selección objetiva de los concesionarios para garantizar la sostenibilidad de la inversión minera?	¿Dentro de los planes de Mejora Continua de la empresa se desarrolla lo estipulado en “MIS5-C-001 Seguridad Minera” para promover la mejora de prácticas mineras y prevención de accidentes, capacitación y entrenamiento en seguridad laboral minera?	¿En su empresa se practican las “5 s” como un modelo de productividad industrial para una estrategia de mejora continua de la calidad, teniendo como objetivo eliminar obstáculos o despilfarros que impiden una producción eficiente y productiva?	¿Los Círculos de Calidad dentro de empresa minera tienen como objetivo efectuar cambios radicales, y ajustes en procesos productivos, para lograr una ventaja competitiva e incrementar rendimiento laboral dentro de una planeación estratégica de innovación?
Número de valores positivos	26	26	26	26
Número de ceros	0	0	0	0
Número de valores negativos	0	0	0	0
Número de valores perdidos Perdidos definidos por el usuario	0	0	0	0
Perdidos del sistema	0	0	0	0



Resumen del procesamiento de las variables

	Variables			
	Dependiente			
	¿Su empresa desarrolla el procedimiento minero: EVA1-P-004 Acciones Correctivas, Preventivas y de Mejora” estableciendo mecanismos de identificación, implementación, seguimiento y control de acciones de mejora en la compañía?	¿El “Relleno Hidráulico Cementado” al tener cemento Portland, permite mejoras en la resistencia a la comprensión del relleno, siendo necesario en cavidades rellenadas donde van a tener función de servir como pilar o base de un nivel de explotación?	¿Para realizar actividad de relleno cementado en operación minera se debe realizar Análisis de Phase-2 que evalúa estabilidad del relleno cementado para las condiciones del yacimiento, y usa Ecuación de Mitchell para datos de fricción interna y cohesión?	¿La trabajabilidad de Mezcla Fresca en lugares de moldeo no debe producir segregación hasta que moldes no tengan huecos ni vacíos y llenen totalmente armadura, estando relacionado con consistencia de mezcla fresca y se mide a través del Cono de Abrams?
Número de valores positivos	26	26	26	26
Número de ceros	0	0	0	0
Número de valores negativos	0	0	0	0
Número de valores perdidos	0	0	0	0
Perdidos definidos por el usuario	0	0	0	0
Perdidos del sistema	0	0	0	0



Resumen del procesamiento de las variables

	Variables	
	Dependiente	Independiente
	¿Contenido de Humedad ASTM-C-566 está representado por cantidad de agua que contiene agregado en un momento dado, que se los encuentra húmedos y varían con el estado del tiempo, por la cual se debe determinar frecuentemente el contenido de humedad?	¿Mejora continua en centro minero es proceso de pasar de una condición inicial a otra de características superiores, involucra una evolución a mejores condiciones en cuanto a integración de métodos y procedimientos para dosificación del relleno cementado?
Número de valores positivos	26	26
Número de ceros	0	0
Número de valores negativos	0	0
Número de valores perdidos Perdidos definidos por el usuario	0	0
perdidos Perdidos del sistema	0	0

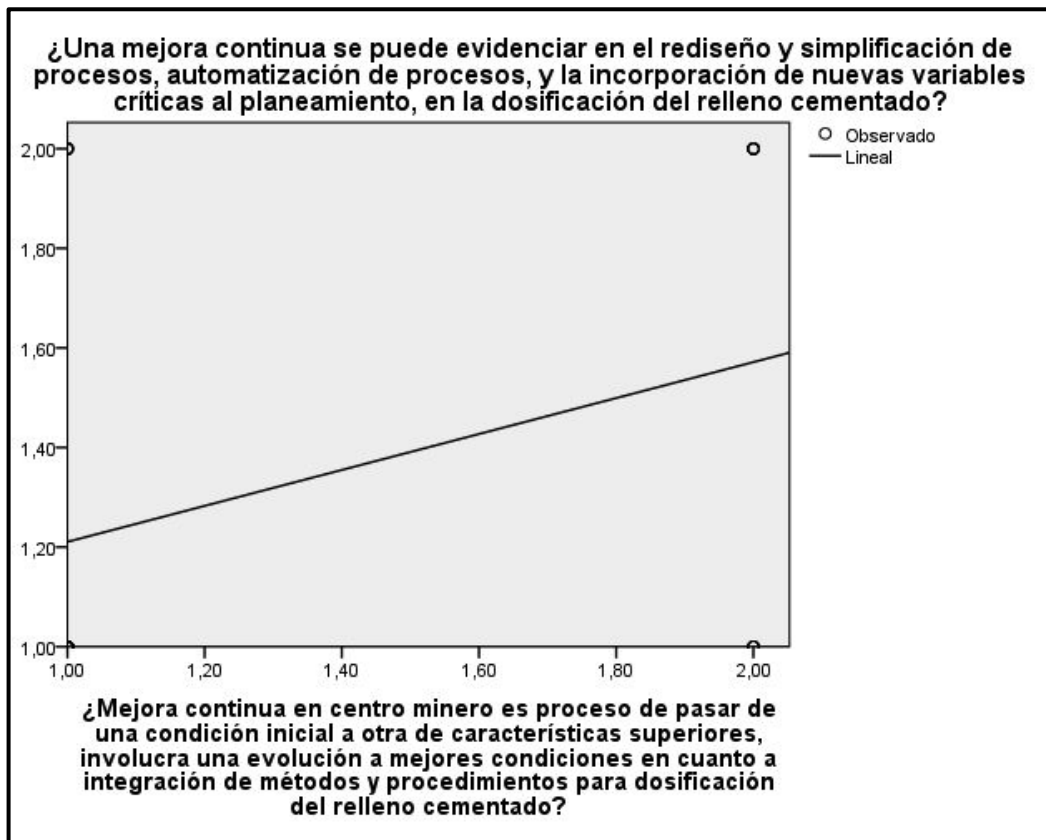
Resumen del modelo y estimaciones de los parámetros

Variable dependiente: ¿Una mejora continua se puede evidenciar en el rediseño y simplificación de procesos, automatización de procesos, y la incorporación de nuevas variables críticas al planeamiento, en la dosificación del relleno cementado?

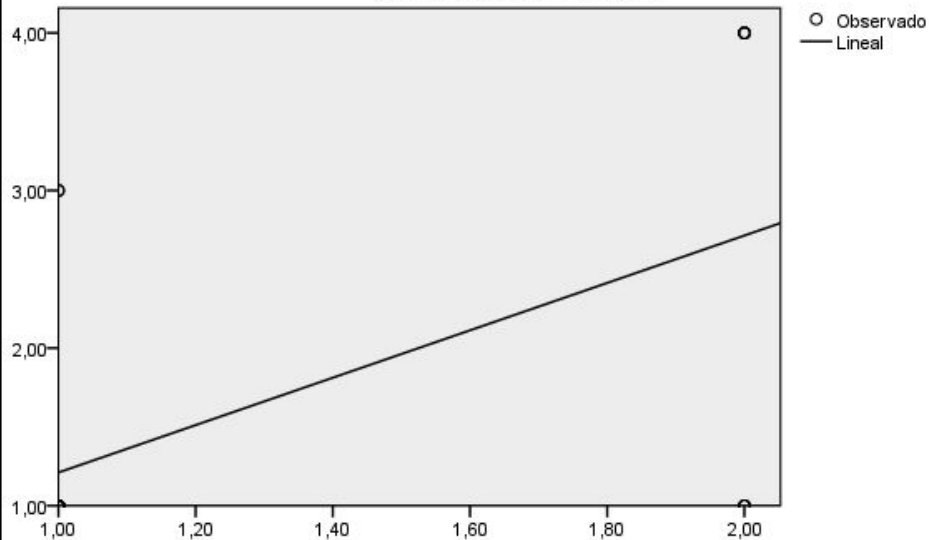
Ecuación	Resumen del modelo					Estimaciones de los parámetros	
	R cuadrado	F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b1
Lineal	,120	3,282	1	24	,083	,850	,361



F. DIAGRAMAS DE DISPERSIÓN:

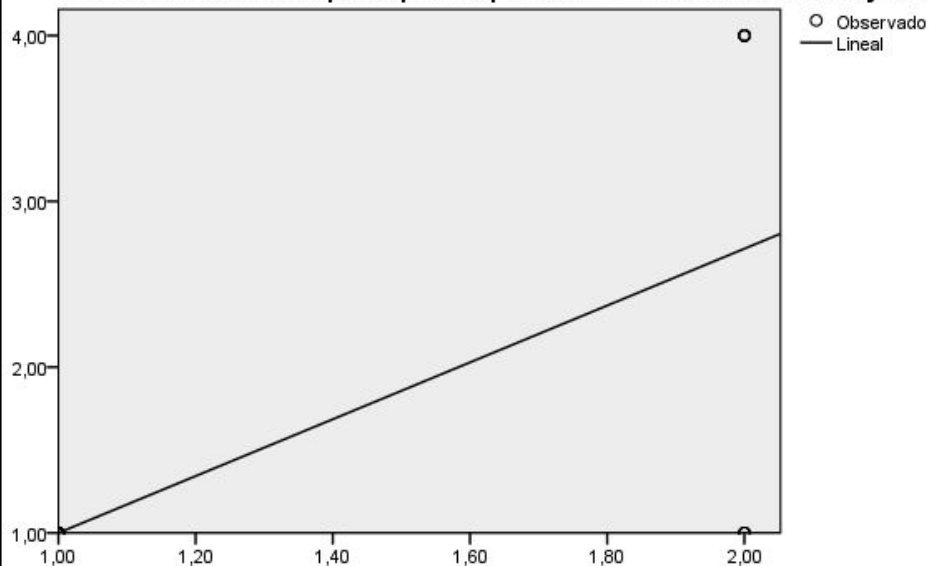


¿Una mejora en el desempeño involucra generalmente: un incremento de las utilidades, reducción en los niveles de riesgo ocupacional, reducción de emisiones, y reducción en los costos de operación, en procesos de dosificación del relleno cementado?



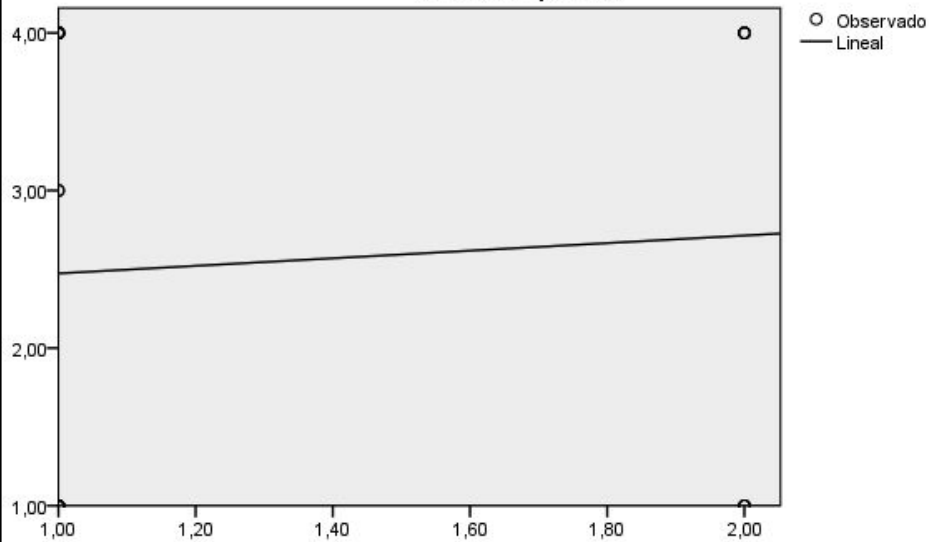
¿Mejora continua en centro minero es proceso de pasar de una condición inicial a otra de características superiores, involucra una evolución a mejores condiciones en cuanto a integración de métodos y procedimientos para dosificación del relleno cementado?

¿El "Sistema Integrado de Gestión" de minería se aplica con el objetivo de conocer la secuencia e interacción del proceso operativo, y los criterios / métodos necesarios para que la operación minera sea eficiente y eficaz?



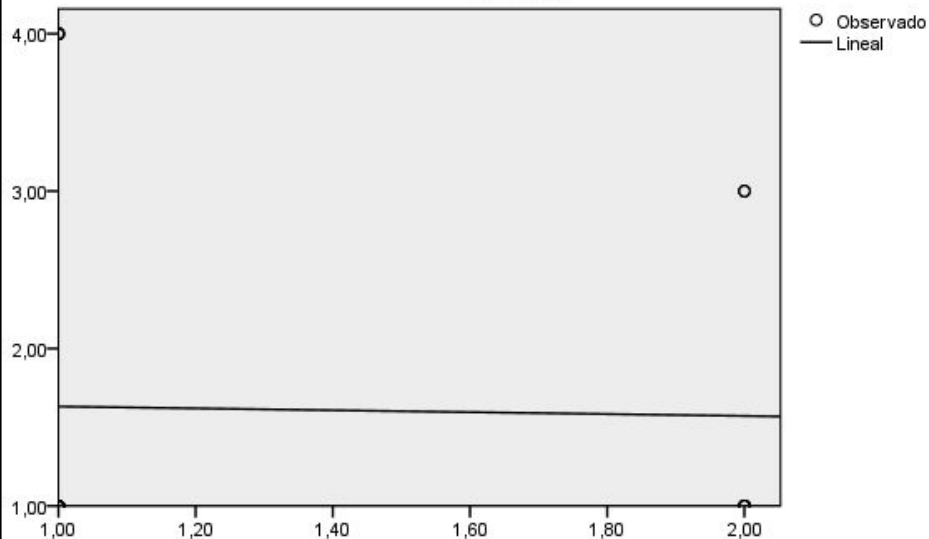
¿Mejora continua en centro minero es proceso de pasar de una condición inicial a otra de características superiores, involucra una evolución a mejores condiciones en cuanto a integración de métodos y procedimientos para dosificación del relleno cementado?

¿Se cumple con directiva: “EST1-C-001 de Planeación Estratégica” que norma las actividades relacionadas con la visión y misión de la empresa, y las políticas, lineamientos, objetivos, planes y proyectos de acuerdo a normatividad existente en la compañía?



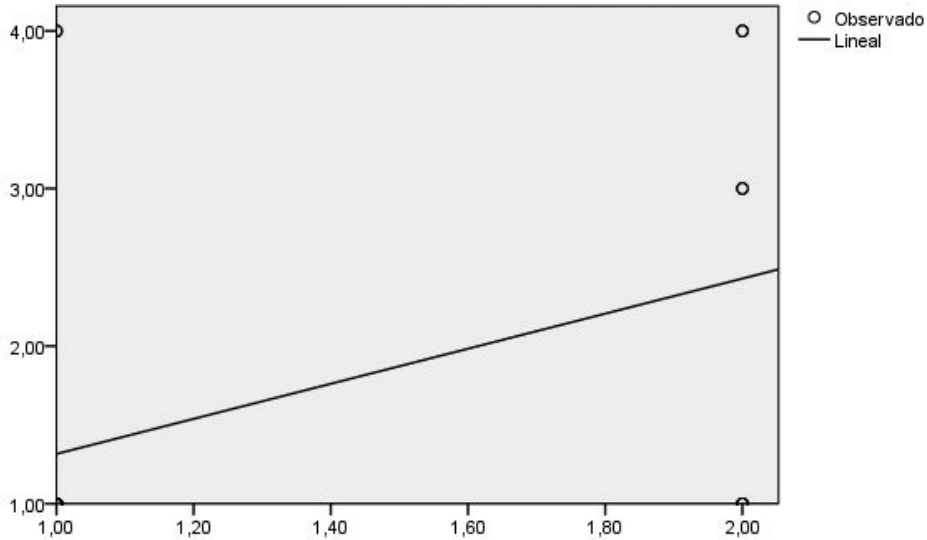
¿Mejora continua en centro minero es proceso de pasar de una condición inicial a otra de características superiores, involucra una evolución a mejores condiciones en cuanto a integración de métodos y procedimientos para dosificación del relleno cementado?

¿Se cumple la “Norma MIS2-C-001 Gestión de la Inversión Minera” sobre la planeación de la promoción e inversión minera mediante procesos de selección objetiva de los concesionarios para garantizar la sostenibilidad de la inversión minera?



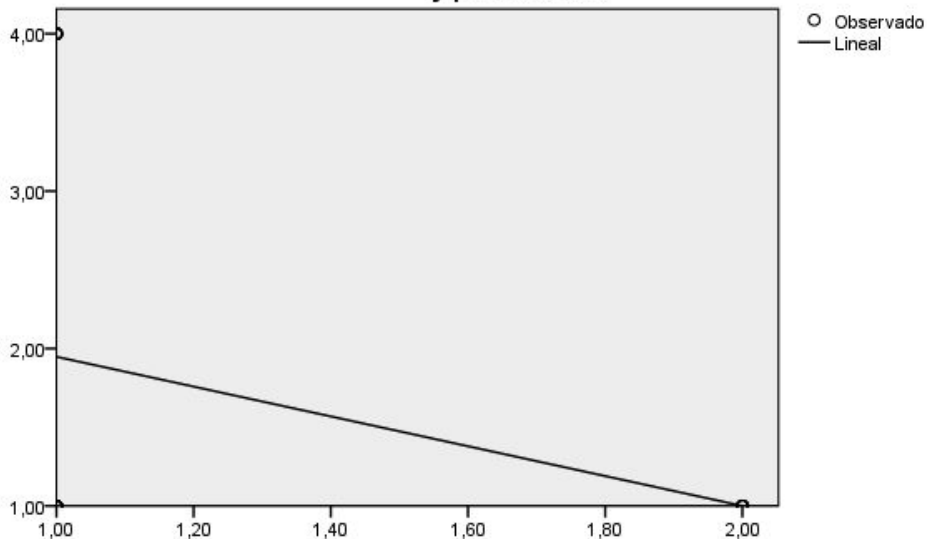
¿Mejora continua en centro minero es proceso de pasar de una condición inicial a otra de características superiores, involucra una evolución a mejores condiciones en cuanto a integración de métodos y procedimientos para dosificación del relleno cementado?

¿Dentro de los planes de Mejora Continua de la empresa se desarrolla lo estipulado en “MIS5-C-001 Seguridad Minera” para promover la mejora de prácticas mineras y prevención de accidentes, capacitación y entrenamiento en seguridad laboral minera?



¿Mejora continua en centro minero es proceso de pasar de una condición inicial a otra de características superiores, involucra una evolución a mejores condiciones en cuanto a integración de métodos y procedimientos para dosificación del relleno cementado?

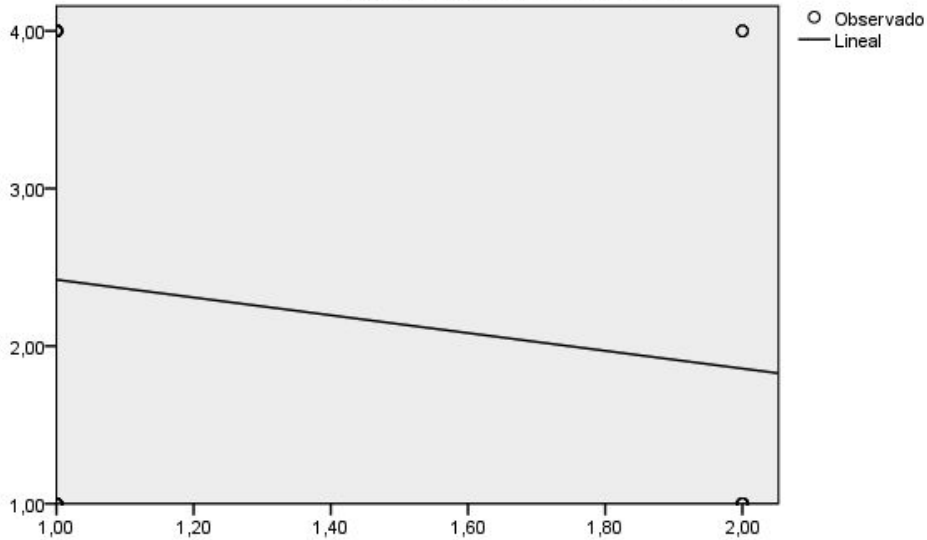
¿En su empresa se practican las “5 s” como un modelo de productividad industrial para una estrategia de mejora continua de la calidad, teniendo como objetivo eliminar obstáculos o despilfarros que impiden una producción eficiente y productiva?



¿Mejora continua en centro minero es proceso de pasar de una condición inicial a otra de características superiores, involucra una evolución a mejores condiciones en cuanto a integración de métodos y procedimientos para dosificación del relleno cementado?

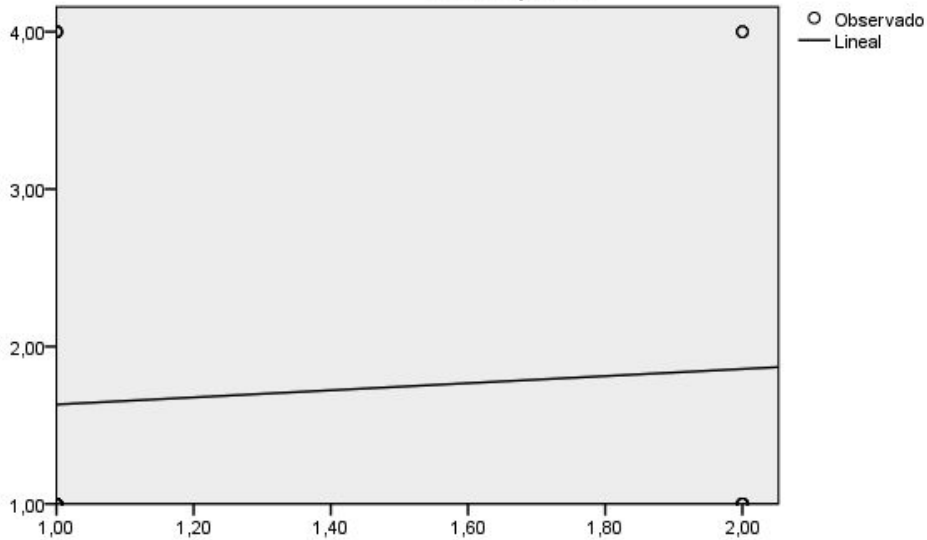


¿Los Círculos de Calidad dentro de empresa minera tienen como objetivo efectuar cambios radicales, y ajustes en procesos productivos, para lograr una ventaja competitiva e incrementar rendimiento laboral dentro de una planeación estratégica de innovación?



¿Mejora continua en centro minero es proceso de pasar de una condición inicial a otra de características superiores, involucra una evolución a mejores condiciones en cuanto a integración de métodos y procedimientos para dosificación del relleno cementado?

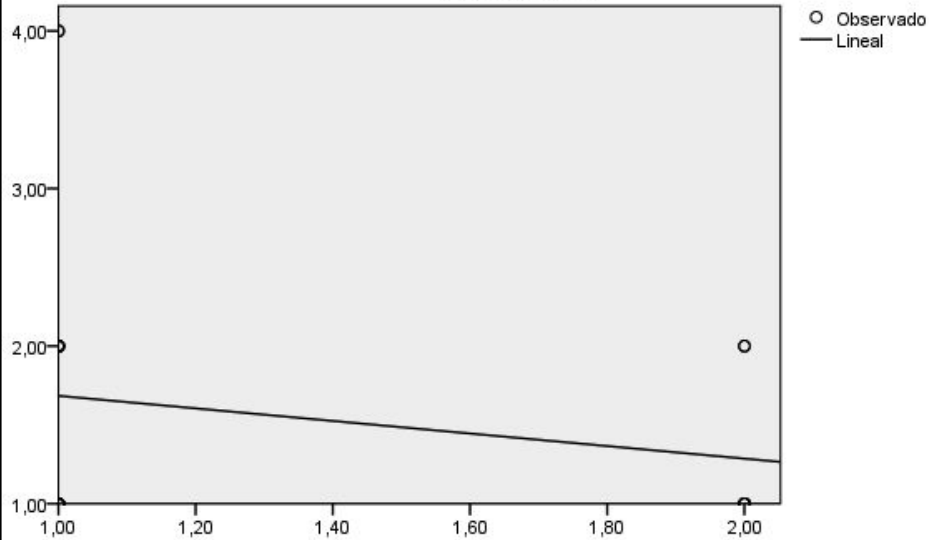
¿Su empresa desarrolla el procedimiento minero: EVA1-P-004 Acciones Correctivas, Preventivas y de Mejora” estableciendo mecanismos de identificación, implementación, seguimiento y control de acciones de mejora en la compañía?



¿Mejora continua en centro minero es proceso de pasar de una condición inicial a otra de características superiores, involucra una evolución a mejores condiciones en cuanto a integración de métodos y procedimientos para dosificación del relleno cementado?

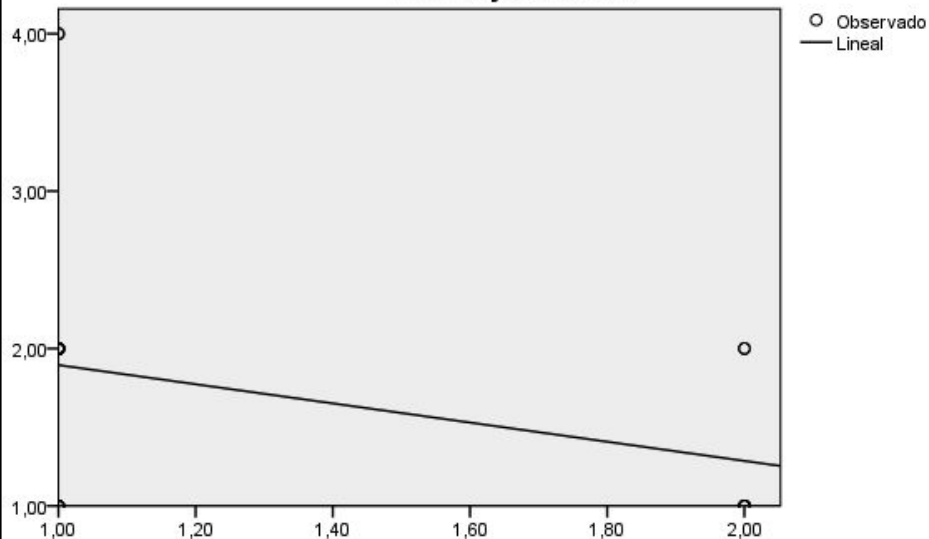


¿El “Relleno Hidráulico Cementado” al tener cemento Portland, permite mejoras en la resistencia a la comprensión del relleno, siendo necesario en cavidades rellenadas donde van a tener función de servir como pilar o base de un nivel de explotación?

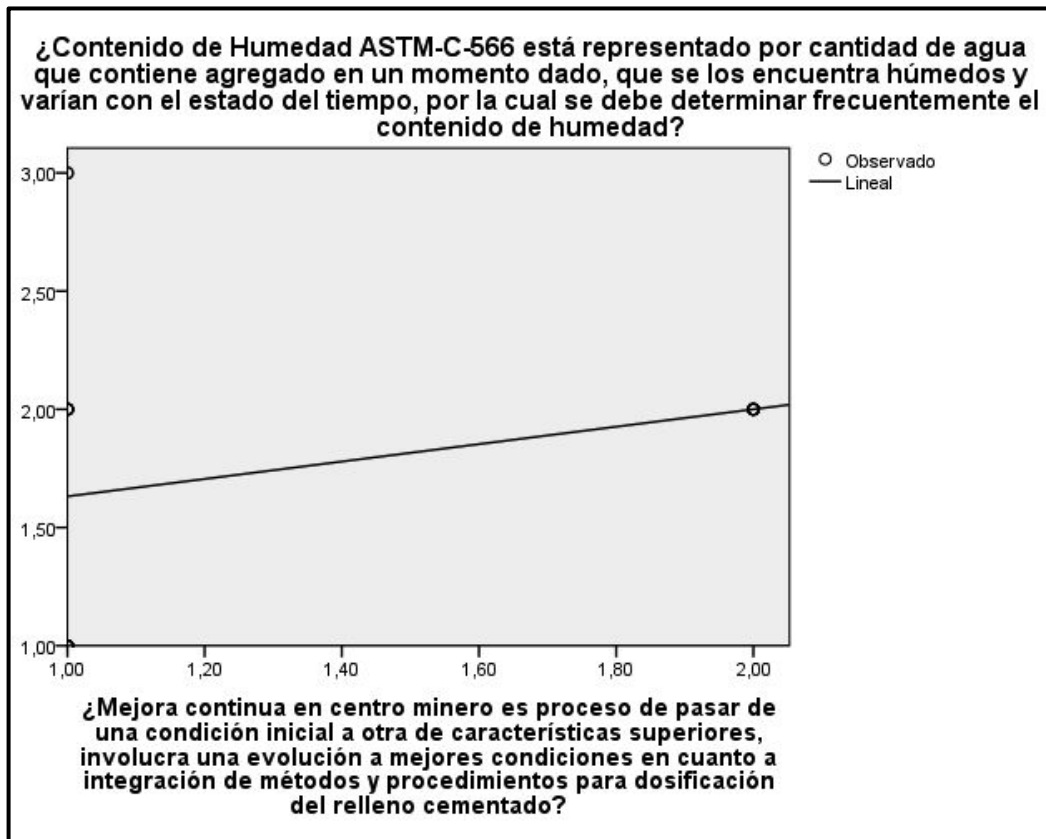


¿Mejora continua en centro minero es proceso de pasar de una condición inicial a otra de características superiores, involucra una evolución a mejores condiciones en cuanto a integración de métodos y procedimientos para dosificación del relleno cementado?

¿Para realizar actividad de relleno cementado en operación minera se debe realizar Análisis de Phase-2 que evalúa estabilidad del relleno cementado para las condiciones del yacimiento, y usa Ecuación de Mitchell para datos de fricción interna y cohesión?



¿Mejora continua en centro minero es proceso de pasar de una condición inicial a otra de características superiores, involucra una evolución a mejores condiciones en cuanto a integración de métodos y procedimientos para dosificación del relleno cementado?



4.1.3. CONSOLIDADO DE LOS RESULTADOS – ENCUESTA ESPECIALISTAS

CONSOLIDADO

		N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
¿Una mejora continua se puede evidenciar en el rediseño y simplificación de procesos, automatización de procesos, y la incorporación de nuevas variables críticas al planeamiento, en la dosificación del relleno cementado?	Siempre	19	1,2105	,41885	,09609	1,0086	1,4124
	Casi siempre	7	1,5714	,53452	,20203	1,0771	2,0658
	Total	26	1,3077	,47068	,09231	1,1176	1,4978



¿Una mejora en el desempeño involucra generalmente: un incremento de las utilidades, reducción en los niveles de riesgo ocupacional, reducción de emisiones, y reducción en los costos de operación, en procesos de dosificación del relleno cementado?	Siempre	19	1,2105	,63060	,14467	,9066	1,5145
	Casi siempre	7	2,7143	1,60357	,60609	1,2312	4,1973
	Total	26	1,6154	1,16883	,22923	1,1433	2,0875
¿El “Sistema Integrado de Gestión” de minería se aplica con el objetivo de conocer la secuencia e interacción del proceso operativo, y los criterios / métodos necesarios para que la operación minera sea eficiente y eficaz?	Siempre	19	1,0000	,00000	,00000	1,0000	1,0000
	Casi siempre	7	2,7143	1,60357	,60609	1,2312	4,1973
	Total	26	1,4615	1,10384	,21648	1,0157	1,9074
¿Se cumple con directiva: “EST1-C-001 de Planeación Estratégica” que norma las actividades relacionadas con la visión y misión de la empresa, y las políticas, lineamientos, objetivos, planes y proyectos de acuerdo a normatividad existente en la compañía?	Siempre	19	2,4737	1,46699	,33655	1,7666	3,1807
	Casi siempre	7	2,7143	1,60357	,60609	1,2312	4,1973
	Total	26	2,5385	1,47596	,28946	1,9423	3,1346
¿Se cumple la “Norma MIS2-C-001 Gestión de la Inversión Minera” sobre la planeación de la promoción e inversión minera mediante procesos de selección objetiva de los concesionarios para garantizar la sostenibilidad de la inversión minera?	Siempre	19	1,6316	1,25656	,28828	1,0259	2,2372

		N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
¿Se cumple la “Norma MIS2-C-001 Gestión de la Inversión Minera” sobre la planeación de la promoción e inversión minera mediante procesos de selección objetiva de los concesionarios para garantizar la sostenibilidad de la inversión minera?	Casi siempre	7	1,5714	,97590	,36886	,6689	2,4740
	Total	26	1,6154	1,16883	,22923	1,1433	2,0875
¿Dentro de los planes de Mejora Continua de la empresa se desarrolla lo estipulado en “MIS5-C-001 Seguridad Minera” para promover la mejora de prácticas mineras y prevención de accidentes, capacitación y entrenamiento en seguridad laboral minera?	Siempre	19	1,3158	,94591	,21701	,8599	1,7717
	Casi siempre	7	2,4286	1,39728	,52812	1,1363	3,7208
	Total	26	1,6154	1,16883	,22923	1,1433	2,0875
¿En su empresa se practican las “5 s” como un modelo de productividad industrial para una estrategia de mejora continua de la calidad, teniendo como objetivo eliminar obstáculos o despilfarros que impiden una producción eficiente y productiva?	Siempre	19	1,9474	1,43270	,32868	1,2568	2,6379
	Casi siempre	7	1,0000	,00000	,00000	1,0000	1,0000
	Total	26	1,6923	1,28901	,25280	1,1717	2,2129
¿Los Círculos de Calidad dentro de empresa minera tienen como objetivo efectuar cambios radicales, y ajustes en procesos productivos, para lograr una ventaja competitiva e incrementar rendimiento laboral dentro de una planeación estratégica de innovación?	Siempre	19	2,4211	1,53897	,35306	1,6793	3,1628
	Casi siempre	7	1,8571	1,46385	,55328	,5033	3,2110
	Total	26	2,2692	1,51149	,29643	1,6587	2,8797



¿Su empresa desarrolla el procedimiento minero: EVA1-P-004 Acciones Correctivas, Preventivas y de Mejora” estableciendo mecanismos de identificación, implementación, seguimiento y control de acciones de mejora en la compañía?	Siempre	19	1,6316	1,25656	,28828	1,0259	2,2372
	Casi siempre	7	1,8571	1,46385	,55328	,5033	3,2110

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		
					Límite inferior	Límite superior	
¿Su empresa desarrolla el procedimiento minero: EVA1-P-004 Acciones Correctivas, Preventivas y de Mejora” estableciendo mecanismos de identificación, implementación, seguimiento y control de acciones de mejora en la compañía?	Total	26	1,6923	1,28901	,25280	1,1717	2,2129
¿El “Relleno Hidráulico Cementado” al tener cemento	Siempre	19	1,6842	,94591	,21701	1,2283	2,1401
	Casi siempre	7	1,2857	,48795	,18443	,8344	1,7370



Portland, permite mejoras en la resistencia a la comprensión del relleno, siendo necesario en cavidades rellenas donde van a tener función de servir como pilar o base de un nivel de explotación?	Total	26	1,5769	,85665	,16800	1,2309	1,9229
¿Para realizar actividad de relleno cementado en operación minera se debe realizar Análisis de Phase-2 que evalúa estabilidad del relleno cementado para las condiciones del yacimiento, y usa Ecuación de Mitchell para datos de fricción interna y cohesión?	Siempre	19	1,8947	,87526	,20080	1,4729	2,3166
	Casi siempre	7	1,2857	,48795	,18443	,8344	1,7370
	Total	26	1,7308	,82741	,16227	1,3966	2,0650
¿La trabajabilidad de Mezcla Fresca en lugares de moldeo no debe producir segregación hasta que moldes no tengan huecos ni vacíos y llenen totalmente armadura, estando relacionado con consistencia de mezcla fresca y se mide a través del Cono de Abrams?	Siempre	19	1,0000	,00000	,00000	1,0000	1,0000
	Casi siempre	7	1,0000	,00000	,00000	1,0000	1,0000
	Total	26	1,0000	,00000	,00000	1,0000	1,0000
¿Contenido de Humedad ASTM-C-566 está representado por cantidad de agua que contiene agregado en un momento dado, que se los encuentra húmedos y varían con el estado del tiempo, por la cual se debe determinar frecuentemente el contenido de humedad?	Siempre	19	1,6316	,68399	,15692	1,3019	1,9612
	Casi siempre	7	2,0000	,00000	,00000	2,0000	2,0000
	Total	26	1,7308	,60383	,11842	1,4869	1,9747

4.1.4. FACTOR ANOVA – INGENIEROS ESPECIALISTAS.

ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
¿Una mejora continua se puede evidenciar en el rediseño y simplificación de procesos, automatización de procesos, y la incorporación de nuevas variables críticas al planeamiento, en la dosificación del relleno cementado?	Inter-grupos	,666	1	,666	3,282	,083
	Intra-grupos	4,872	24	,203		
	Total	5,538	25			
¿Una mejora en el desempeño involucra generalmente: un incremento de las utilidades, reducción en los niveles de riesgo ocupacional, reducción de emisiones, y reducción en los costos de operación, en procesos de dosificación del relleno cementado?	Inter-grupos	11,567	1	11,567	12,291	,002
	Intra-grupos	22,586	24	,941		
	Total	34,154	25			
¿El “Sistema Integrado de Gestión” de minería se aplica con el objetivo de conocer la secuencia e interacción del proceso operativo, y los criterios / métodos necesarios para que la operación minera sea eficiente y eficaz?	Inter-grupos	15,033	1	15,033	23,385	,000
	Intra-grupos	15,429	24	,643		
	Total	30,462	25			
¿Se cumple con directiva: “EST1-C-001 de Planeación Estratégica” que norma las actividades relacionadas con la visión y misión de la empresa, y las políticas, lineamientos, objetivos, planes y proyectos de acuerdo a normatividad existente en la compañía?	Inter-grupos	,296	1	,296	,131	,720
	Intra-grupos	54,165	24	2,257		
	Total	54,462	25			

¿Se cumple la “Norma MIS2-C-001 Gestión de la Inversión Minera” sobre la planeación de la promoción e inversión minera mediante procesos de selección objetiva de los concesionarios para garantizar la sostenibilidad de la inversión minera?	Inter-grupos	,019	1	,019	,013	,910
	Intra-grupos	34,135	24	1,422		

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
¿Se cumple la “Norma MIS2-C-001 Gestión de la Inversión Minera” sobre la planeación de la promoción e inversión minera mediante procesos de selección objetiva de los concesionarios para garantizar la sostenibilidad de la inversión minera?	Total	34,154	25			
¿Dentro de los planes de Mejora Continua de la empresa se desarrolla lo estipulado en “MIS5-C-001 Seguridad Minera” para promover la mejora de prácticas mineras y prevención de accidentes, capacitación y entrenamiento en seguridad laboral minera?	Inter-grupos	6,334	1	6,334	5,465	,028
	Intra-grupos	27,820	24	1,159		
	Total	34,154	25			



¿En su empresa se practican las “5 s” como un modelo de productividad industrial para una estrategia de mejora continua de la calidad, teniendo como objetivo eliminar obstáculos o despilfarros que impiden una producción eficiente y productiva?	Inter-grupos	4,591	1	4,591	2,982	,097
	Intra-grupos	36,947	24	1,539		
	Total	41,538	25			
¿Los Círculos de Calidad dentro de empresa minera tienen como objetivo efectuar cambios radicales, y ajustes en procesos productivos, para lograr una ventaja competitiva e incrementar rendimiento laboral dentro de una planeación estratégica de innovación?	Inter-grupos	1,627	1	1,627	,704	,410
	Intra-grupos	55,489	24	2,312		
	Total	57,115	25			
¿Su empresa desarrolla el procedimiento minero: EVA1-P-004 Acciones Correctivas, Preventivas y de Mejora” estableciendo mecanismos de identificación, implementación, seguimiento y control de acciones de mejora en la compañía?	Inter-grupos	,260	1	,260	,151	,701
	Intra-grupos	41,278	24	1,720		
	Total	41,538	25			



		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
¿El “Relleno Hidráulico Cementado” al tener cemento Portland, permite mejoras en la resistencia a la comprensión del relleno, siendo necesario en cavidades rellenas donde van a tener función de servir como pilar o base de un nivel de explotación?	Inter-grupos	,812	1	,812	1,112	,302
	Intra-grupos	17,534	24	,731		
	Total	18,346	25			
¿Para realizar actividad de relleno cementado en operación minera se debe realizar Análisis de Phase-2 que evalúa estabilidad del relleno cementado para las condiciones del yacimiento, y usa Ecuación de Mitchell para datos de fricción interna y cohesión?	Inter-grupos	1,897	1	1,897	2,992	,097
	Intra-grupos	15,218	24	,634		
	Total	17,115	25			
¿La trabajabilidad de Mezcla Fresca en lugares de moldeo no debe producir segregación hasta que moldes no tengan huecos ni vacíos y llenen totalmente armadura, estando relacionado con consistencia de mezcla fresca y se mide a través del Cono de Abrams?	Inter-grupos	,000	1	,000	.	.
	Intra-grupos	,000	24	,000		
	Total	,000	25			
¿Contenido de Humedad ASTM-C-566 está representado por cantidad de agua que contiene agregado en un momento dado, que se los encuentra húmedos y varían con el estado del tiempo, ¿por la cual se debe determinar frecuentemente el contenido de humedad?	Inter-grupos	,694	1	,694	1,979	,172
	Intra-grupos	8,421	24	,351		
	Total	9,115	25			

4.1.5. PRUEBA DE HIPÓTESIS: HIPÓTESIS GENERAL.

01. La mejora continua influye significativamente en la adecuada dosificación del relleno cementado Nv. 1,200 – 1,300 mts. Unidad Minera Andaychagua – Junín. Periodo 2017 – 2018.

Cálculo del Estimado Puntual o Centrado: PRUEBA DE HIPÓTESIS.

$$P(\bar{X} - E_0 \leq \mu \leq \bar{X} + E_0) = 1 - \alpha; \quad E_0 = \frac{Z_0 \cdot \delta}{\sqrt{n}}$$

$$1.954 \leq \mu \leq 2.426$$

Cálculo de Z_0 : $Z_0 = 1.96$

Reemplazando : $\mu = 1.9$

Prueba de Hipótesis concerniente a la Media Poblacional:

$H_0 : \mu = 1.9$
 $H_1 : \mu > 1.9$

H_0 = Nunca, la mejora continua influye significativamente en la adecuada dosificación del relleno cementado Nv. 1,200 – 1,300 mts. Unidad Minera Andaychagua – Junín. Periodo 2017 – 2018.
 H_1 = Siempre, la mejora continua influye significativamente en la adecuada dosificación del relleno cementado Nv. 1,200 – 1,300 mts. Unidad Minera Andaychagua – Junín. Periodo 2017 – 2018.

Regla de Decisión:

Se rechaza H_0 si:

$t > -t_{1-\alpha} (gl)$

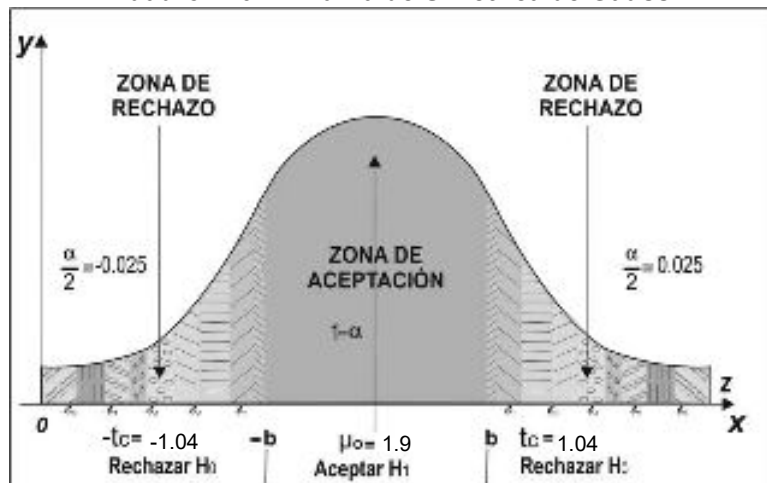
Cálculo de “t”:

$t = \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{S}{\sqrt{n}}}$ $t = 2.4$

Cálculo de t_c :

$t_{1-\alpha} (gl)$ $t_c = +/- 1.04$

Cuadro N°01. Curva de Simétrica de Gauss.



Decisión: Interpretación:

$t > -t_{1-\alpha} (gl)$

$2.4 > -1.04$

Se acepta la H_1 : “Siempre, la mejora continua influye significativamente en un 65% en la adecuada dosificación del relleno cementado Nv. 1,200 – 1,300 mts. Unidad Minera Andaychagua – Junín. Periodo 2017 – 2018” y se rechaza la H_0 : debido a que el valor de $t_c = +/- 1.04$ se encuadra en la zona de rechazo derecha e izquierda del Coeficiente de Pearson (Curva Simétrica de Gauss).



PRUEBA DE HIPÓTESIS – HIPÓTESIS ALTERNATIVA “A”.

02. La mejora continua se relaciona significativamente con el desempeño del personal a través de: creatividad e innovación de los sistemas de gestión, rediseño y simplificación de los procesos, y entrenamiento – calificación de colaboradores, en la Unidad Minera Andaychagua – Junín.

Cálculo del Estimado Puntual o Centrado: PRUEBA DE HIPÓTESIS.

$$P(\bar{X} - E_0 \leq \mu \leq \bar{X} + E_0) = 1 - \alpha; \quad E_0 = \frac{Z_0 \cdot \delta}{\sqrt{n}}$$

$$1.821 \leq \mu \leq 2.399$$

Cálculo de Z_0 : $Z_0 = 1.96$

Reemplazando : $\mu = 1.8$

Prueba de Hipótesis concerniente a la Media Poblacional:

$$H_0 : \mu = 1.8$$

$$H_1 : \mu > 1.8$$

H_0 = Nunca, la mejora continua se relaciona significativamente con el desempeño del personal a través de: creatividad e innovación de los sistemas de gestión, rediseño y simplificación de los procesos, y entrenamiento – calificación de colaboradores, en la Unidad Minera Andaychagua – Junín

H_1 = Siempre, la mejora continua se relaciona significativamente con el desempeño del personal a través de: creatividad e innovación de los sistemas de gestión, rediseño y simplificación de los procesos, y entrenamiento – calificación de colaboradores, en la Unidad Minera Andaychagua – Junín.

Regla de Decisión:

Se rechaza H_0 si:

$$t > -t_{1-\alpha} (gl)$$

Cálculo de “t”:

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{S}{\sqrt{n}}}$$

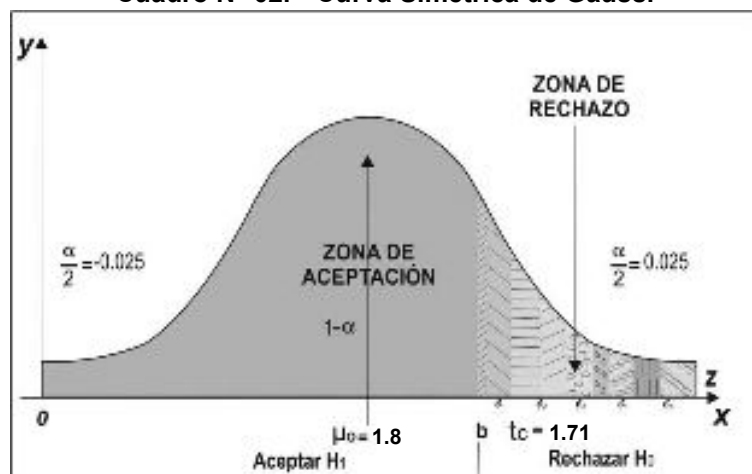
$$t = 2.06$$

Cálculo de t_c :

$$t_{1-\alpha} (gl)$$

$$t_c = 1.71$$

Cuadro N° 02. Curva Simétrica de Gauss.



Decisión: Interpretación:

$$t > -t_{1-\alpha} \text{ (gl)}$$

$$2.06 > 1.71$$

Se acepta la H_1 : “Siempre, la mejora continua se relaciona significativamente en un 32% con el desempeño del personal a través de: creatividad e innovación de los sistemas de gestión, rediseño y simplificación de los procesos, y entrenamiento – calificación de colaboradores, en la Unidad Minera Andaychagua – Junín” y se rechaza la H_0 ; debido a que el valor de $t_c = 1.71$, se encuadra en la zona de rechazo derecha de la Curva Simétrica de Gauss (Coeficiente de Pearson).

PRUEBA DE HIPÓTESIS – HIPÓTESIS ALTERNATIVA “B”.

03. La producción a través de: - nivel del personal especializado en las operaciones de los sistemas de gestión,- automatización de procesos, y – eliminación de procesos innecesarios, va a depender de la mejora continua en la Unidad Minera Andaychagua – Junín.

Cálculo del Estimado Puntual o Centrado: PRUEBA DE HIPÓTESIS.

$$P(\bar{X} - E_0 \leq \mu \leq \bar{X} + E_0) = 1 - \alpha; \quad E_0 = \frac{Z_0 \cdot \delta}{\sqrt{n}}$$

$$2.00 \leq \mu \leq 3.30$$

Cálculo de Z_0 : $Z_0 = 1.96$

Reemplazando : $\mu = 2.00$

Prueba de Hipótesis concerniente a la Media Poblacional:

$$H_0 : \mu = 2.00$$

$$H_1 : \mu > 2.00$$

H_0 =Nunca, la producción a través de: - nivel del personal especializado en las operaciones de los sistemas de gestión,- automatización de procesos, y – eliminación de procesos innecesarios, va a depender de la mejora continua en la Unidad Minera Andaychagua – Junín.

H_1 =Siempre, la producción a través de: - nivel del personal especializado en las operaciones de los sistemas de gestión,- automatización de procesos, y – eliminación de procesos innecesarios, va a depender de la mejora continua en la Unidad Minera Andaychagua – Junín.

Regla de Decisión:

Se rechaza H_0 si:

$$t > -t_{1-\alpha} \text{ (gl)}$$

Cálculo de “t”:

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{S}{\sqrt{n}}} \quad t = 5.5$$

Cálculo de t_c :

$$t_{1-\alpha} \text{ (gl)} \quad t_c = 1.95$$

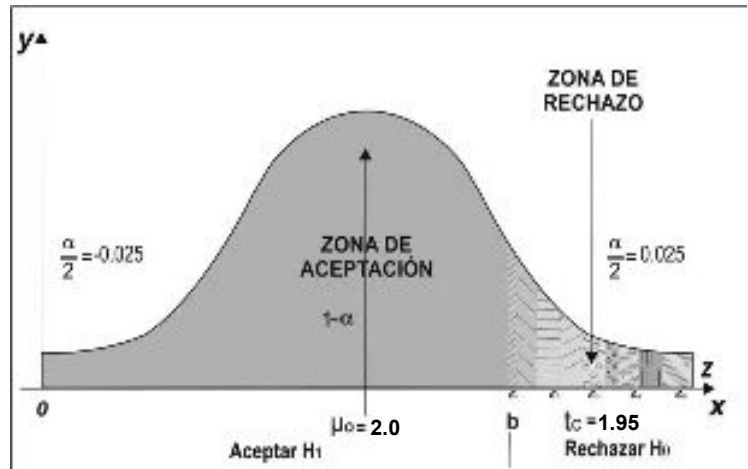
Decisión: Interpretación:

$$t > -t_{1-\alpha} \text{ (gl)}$$

$$5.5 > 1.95$$

Se acepta la H_1 : “Siempre, la producción a través de: - nivel del personal especializado en las operaciones de los sistemas de gestión,- automatización de procesos, y – eliminación de procesos innecesarios, va a depender en un 27% de la mejora continua en la Unidad Minera Andaychagua – Junín” y se rechaza la H_0 ; debido a que el valor de $t_c = 1.95$, se encuadra en la zona de rechazo derecha de la Curva Simétrica de Gauss (Coeficiente de Pearson).

Cuadro N° 03. Curva Simétrica de Gauss.



PRUEBA DE HIPÓTESIS – HIPÓTESIS ALTERNATIVA “C”.

04. La incorporación de cal y aditivos influye significativamente en el grado de porosidad y resistencia del relleno cementado en los Nv. 1,200 – 1,300 mts. de la unidad Minera Andaychagua – Junín.

Cálculo del Estimado Puntual o Centrado: PRUEBA DE HIPÓTESIS.

$$P(\bar{X} - E_0 \leq \mu \leq \bar{X} + E_0) = 1 - \alpha; \quad E_0 = \frac{Z_0 \cdot \delta}{\sqrt{n}}$$

$$1.1467 \leq \mu \leq 1.313$$

Cálculo de Z_0 : $Z_0 = 1.96$

Reemplazando : $\mu = 1.8$

Prueba de Hipótesis concerniente a la Media Poblacional:

$$H_0 : \mu = 1.8$$

$$H_1 : \mu > 1.8$$

H_0 =Nunca, la incorporación de cal y aditivos influye significativamente en el grado de porosidad y resistencia del relleno cementado en los Nv. 1,200 – 1,300 mts. de la unidad Minera Andaychagua – Junín.
 H_1 =Siempre, la incorporación de cal y aditivos influye significativamente en el grado de porosidad y resistencia del relleno cementado en los Nv. 1,200 – 1,300 mts. de la unidad Minera Andaychagua – Junín.



Regla de Decisión:

Se rechaza H_0 si:

$$t > -t_{1-\alpha} (gl)$$

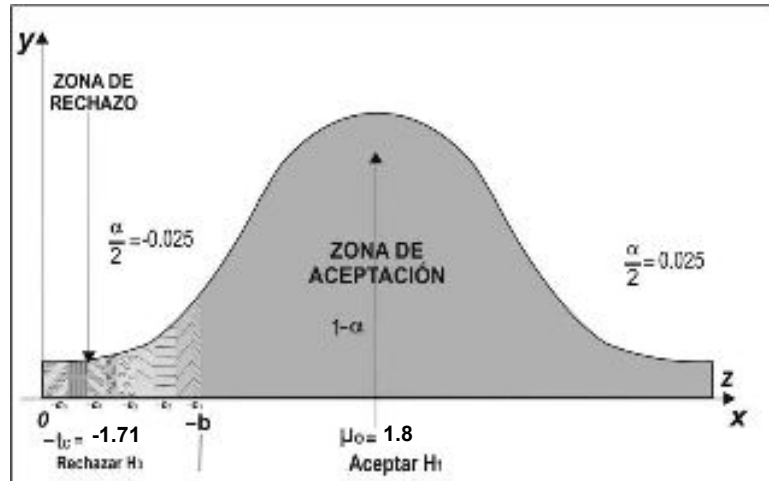
Cálculo de “t”:

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{S}{\sqrt{n}}} \quad t = 2.9$$

Cálculo de t_c :

$$t_{1-\alpha} (gl) \quad t_c = -1.71$$

Cuadro N° 04. Curva Simétrica de Gauss.



Decisión: Interpretación:

$$t > -t_{1-\alpha} (gl)$$

$$2.9 > -1.71$$

Se acepta la H_1 : “Siempre, la incorporación de cal y aditivos influye significativamente en un 18% en el grado de porosidad y resistencia del relleno cementado en los Nv. 1,200 – 1,300 mts. de la unidad Minera Andaychagua – Junín” y se rechaza la H_0 ; debido a que el valor de $t_c = 1.71$, se encuadra en la zona de rechazo izquierda de la Curva Simétrica de Gauss (Coeficiente de Pearson).

4.1.6. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

A. INTERPRETACIÓN, ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Los resultados de la investigación la hemos sistematizado en una sección de acuerdo a los objetivos planteados, con sus respectivos ítems, siendo los siguientes:

DISTRIBUCIÓN DE LAS FRECUENCIAS DE LA FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS. ENCUESTA.

SECCIÓN I. ENCUESTA – INGENIEROS ESPECIALISTAS.

- **Para el ÍTEM 13:** ¿La trabajabilidad de la Mezcla Fresca en lugares de moldeo no debe producir segregación hasta que moldes no tengan huecos ni vacíos y llenen totalmente armadura, estando relacionado con consistencia de mezcla fresca y se debe medir a través del Cono de Abrams?.

CUADRO DE ESTADÍSTICOS N° 13 / CUADRO PORCENTUAL N° 13/ GRÁFICO DE BARRAS N° 13. En el CUADRO PORCENTUAL, observamos que la media ($\bar{X} = 1.00$) es el estadígrafo que se localiza en el centro de la distribución como: SIEMPRE (100%), en relación a que la trabajabilidad de la Mezcla Fresca en lugares de moldeo no debe producir segregación hasta que moldes no tengan huecos ni vacíos y llenen totalmente armadura, estando relacionado con



consistencia de mezcla fresca y se debe medir a través del Cono de Abrams. La mediana ($Me=1.00$), por sus valores está totalmente sesgada a la derecha, por los datos extremos, no existe ninguna respuesta. La moda ($Mo= 1.00$), es unimodal en la escala nominal, tiene la mayor concentración de frecuencias, se observa en: SIEMPRE, con un 100%, en relación a que la trabajabilidad de la Mezcla Fresca en lugares de moldeo no debe producir segregación hasta que moldes no tengan huecos ni vacíos y llenen totalmente armadura, estando relacionado con consistencia de mezcla fresca y se debe medir a través del Cono de Abrams.

En las MEDIDAS DE DISPERSIÓN, el grado de dispersión de la varianza muestral es menor ($S^2= 0.00$) con relación a la media ($\bar{X}= 1.00$) y su rendimiento con respecto a que la trabajabilidad de la Mezcla Fresca en lugares de moldeo no debe producir segregación hasta que moldes no tengan huecos ni vacíos y llenen totalmente armadura, estando relacionado con consistencia de mezcla fresca y se debe medir a través del Cono de Abrams, es HETEROGÉNEO; la desviación estándar es igual de dispersa ($S= 0.00$) con relación a la varianza ($S^2=0.00$) y pequeña con la media ($\bar{X}=1.00$), en la magnitud de que la trabajabilidad de la Mezcla Fresca en lugares de moldeo no debe producir segregación hasta que moldes no tengan huecos ni vacíos y llenen totalmente armadura, estando relacionado con consistencia de mezcla fresca y se debe medir a través del Cono de Abrams. El coeficiente de variación, es menor del 50% ($C.V.= 5.0\%$), consecuentemente se da una alta representatividad de la media aritmética ($\bar{X}= 1.00$).

En la PRUEBA DE HIPÓTESIS GENERAL, se acepta la Hipótesis Alternativa H_1 : Siempre, la mejora continua influye significativamente en un 65% en la adecuada dosificación del relleno cementado Nv. 1,200 – 1,300 mts. Unidad Minera Andaychagua – Junín. Periodo 2017 – 2018” y se rechaza la H_0 : debido a que el valor de $t_c = +/- 1.04$ se encuadra en la zona de rechazo derecha e izquierda del Coeficiente de Pearson (Curva Simétrica de Gauss).

- **Para el ÍTEM 11:** ¿El “Relleno Hidráulico Cementado” al tener cemento Portland, permite mejoras en la resistencia a la comprensión del relleno, siendo necesario en cavidades rellenas donde van a tener función de servir como pilar o base de un nivel de explotación?

CUADRO DE ESTADÍSTICOS N° 11 / CUADRO PORCENTUAL N° 11 / GRÁFICO DE BARRAS N° 11. En el CUADRO PORCENTUAL, podemos observar que la media ($\bar{X}= 1.5769$) es el estadígrafo que se localiza en el centro de gravedad como: SIEMPRE (57.7%) y CASI SIEMPRE (34.6%), en relación a que el “Relleno Hidráulico Cementado” al tener cemento Portland, permite mejoras en la resistencia a la comprensión del relleno, siendo necesario en cavidades rellenas donde van a tener función de servir como pilar o base de un nivel de explotación. La mediana ($Me= 1,00$), no supera a más de la mitad de las “n” observaciones, por lo que tiene un sesgo acentuado a la derecha. La moda ($Mo= 1,00$), en la escala nominal, es la de mayor concentración de frecuencias, es decir el valor que más se repite: SIEMPRE (57.7%), en



relación a que el “Relleno Hidráulico Cementado” al tener cemento Portland, permite mejoras en la resistencia a la comprensión del relleno, siendo necesario en cavidades rellenas donde van a tener función de servir como pilar o base de un nivel de explotación.

En las MEDIDAS DE DISPERSIÓN, tienen un grado de dispersión, donde la varianza muestral es menor ($S^2 = 0.734$) con relación a la media ($\bar{X} = 1.5769$) y su rendimiento con respecto a que el “Relleno Hidráulico Cementado” al tener cemento Portland, permite mejoras en la resistencia a la comprensión del relleno, siendo necesario en cavidades rellenas donde van a tener función de servir como pilar o base de un nivel de explotación, es HETEROGÉNEO; la desviación estándar es mayor ($S = 0.85665$) con relación a la varianza ($S^2 = 0.734$) y menor con la media ($\bar{X} = 1.5769$), en la magnitud de que el “Relleno Hidráulico Cementado” al tener cemento Portland, permite mejoras en la resistencia a la comprensión del relleno, siendo necesario en cavidades rellenas donde van a tener función de servir como pilar o base de un nivel de explotación. El coeficiente de variación, es menor del 50% (C.V.= 22.40%), consecuentemente existe una alta representatividad de la media aritmética ($\bar{X} = 1.5769$).

En la PRUEBA DE HIPÓTESIS ESPECÍFICA “A”, se acepta la Hipótesis Alternativa, H_1 : “Siempre, la mejora continua se relaciona significativamente en un 32% con el desempeño del personal a través de: creatividad e innovación de los sistemas de gestión, rediseño y simplificación de los procesos, y entrenamiento – calificación de colaboradores, en la Unidad Minera Andaychagua – Junín” y se rechaza la H_0 ; debido a que el valor de $t_C = 1.71$, se encuadra en la zona de rechazo derecha de la Curva Simétrica de Gauss (Coeficiente de Pearson).

- **Para el ÍTEM 05:** ¿Se cumple con directiva: “EST1-C-001 de Planeación Estratégica” que norma las actividades relacionadas con la visión y misión de la empresa, y las políticas, lineamientos, objetivos, planes y proyectos de acuerdo a normatividad existente en la compañía?

CUADRO DE ESTADÍSTICOS N° 05 / CUADRO PORCENTUAL N° 05 / GRÁFICO CIRCULAR N° 05. En el CUADRO PORCENTUAL, se observa que el valor central de la progresión aritmética ($\bar{X} = 2.5385$), es el estadígrafo que se localiza en la parte central de las frecuencias acumuladas como: CASI SIEMPRE (46.2%), en relación al cumplimiento de la directiva: “EST1-C-001 de Planeación Estratégica” que norma las actividades relacionadas con la visión y misión de la empresa, y las políticas, lineamientos, objetivos, planes y proyectos de acuerdo a normatividad existente en la compañía. La mediana ($Me = 3,00$), como valor que no es superado, ni supera a más de la mitad de las “n” observaciones, presenta un acentuado sesgo hacia la derecha por sus valores. La moda ($Mo = 1,00$), como el valor de la variable que se presenta con mayor frecuencia, es decir el valor que más se repite, en la escala nominal es el mayor, como actividad: CASI SIEMPRE (46.2%), en relación al cumplimiento de la directiva: “EST1-C-001 de Planeación Estratégica” que norma las actividades relacionadas con la visión y misión de la



empresa, y las políticas, lineamientos, objetivos, planes y proyectos de acuerdo a normatividad existente en la compañía.

En cuanto a las MEDIDAS DE DISPERSIÓN, el grado de dispersión de la varianza muestral es menor ($S^2 = 2.178$) con relación a la media ($\bar{X} = 2.5385$) y su rendimiento con respecto al cumplimiento de la directiva: “EST1-C-001 de Planeación Estratégica” que norma las actividades relacionadas con la visión y misión de la empresa, y las políticas, lineamientos, objetivos, planes y proyectos de acuerdo a normatividad existente en la compañía, es HETEROGÉNEO; presentan una desviación estándar que es mayor ($S = 1.47596$) con relación a la varianza ($S^2 = 2.178$) y menor con la media ($\bar{X} = 2.5385$), en la magnitud del cumplimiento de la directiva: “EST1-C-001 de Planeación Estratégica” que norma las actividades relacionadas con la visión y misión de la empresa, y las políticas, lineamientos, objetivos, planes y proyectos de acuerdo a normatividad existente en la compañía. El coeficiente de variación es menor del 50% (C.V.= 22.40%), por tal motivo se da una alta representatividad de la media aritmética ($\bar{X} = 2.5385$).

En la PRUEBA DE HIPÓTESIS ESPECÍFICA “B”, se acepta la Hipótesis Alternativa H_1 : “Siempre, la producción a través de: - nivel del personal especializado en las operaciones de los sistemas de gestión,- automatización de procesos, y – eliminación de procesos innecesarios, va a depender en un 27% de la mejora continua en la Unidad Minera Andaychagua – Junín” y se rechaza la H_0 ; debido a que el valor de $t_c = 1.95$, se encuadra en la zona de rechazo derecha de la Curva Simétrica de Gauss (Coeficiente de Pearson).

▪ **Para el ÍTEM 01:** ¿La mejora continua en centro minero es el proceso de pasar de una condición inicial a otra de características superiores, involucra una evolución a mejores condiciones en cuanto a integración de métodos y procedimientos para la dosificación del relleno cementado?

CUADRO DE ESTADÍSTICOS N° 01 / CUADRO PORCENTUAL N° 01 / GRÁFICO CIRCULAR N° 01, se puede observar que el valor central de la progresión aritmética ($\bar{X} = 1.2692$), es el estadígrafo que se localiza en el centro de las distribuciones estadísticas como: SIEMPRE (73.1%) y CASI SIEMPRE (26.9%), en relación a que la mejora continua en centro minero es el proceso de pasar de una condición inicial a otra de características superiores, involucra una evolución a mejores condiciones en cuanto a integración de métodos y procedimientos para la dosificación del relleno cementado. La mediana ($Me = 1.00$), como aquel valor que no es superado, ni supera a más de la mitad de las “n” observaciones, está sesgado a la derecha. La moda ($Mo = 1.00$) es el valor de la variable que se presenta con mayor frecuencia, en la escala nominal, presenta la mayor concentración con la actividad: SIEMPRE (73.1%), en relación a que la mejora continua en centro minero es el proceso de pasar de una condición inicial a otra de características superiores,



involucra una evolución a mejores condiciones en cuanto a integración de métodos y procedimientos para la dosificación del relleno cementado.

Para las MEDIDAS DE DISPERSIÓN, el grado de dispersión en relación a la varianza muestral es menor ($S^2= 0.205$) con relación a la media ($\bar{X}=1.2692$) y su rendimiento con respecto a que la mejora continua en centro minero es el proceso de pasar de una condición inicial a otra de características superiores, involucra una evolución a mejores condiciones en cuanto a integración de métodos y procedimientos para la dosificación del relleno cementado, es HETEROGÉNEO; la desviación estándar es mayor de dispersa ($S= 0.45234$) con relación a la varianza ($S^2= 0.205$) y pequeña con la media ($\bar{X} = 1.2692$), en la magnitud de que la mejora continua en centro minero es el proceso de pasar de una condición inicial a otra de características superiores, involucra una evolución a mejores condiciones en cuanto a integración de métodos y procedimientos para la dosificación del relleno cementado. El coeficiente de variación, es menor del 50% (C.V.= 22.82%), consecuentemente existe una alta representatividad de la media aritmética ($\bar{X}=1.2692$).

En la PRUEBA DE HIPÓTESIS ESPECÍFICA “C”, se acepta la Hipótesis Alternativa H_1 : “Siempre, la incorporación de cal y aditivos influye significativamente en un 18% en el grado de porosidad y resistencia del relleno cementado en los Nv. 1,200 – 1,300 mts. de la unidad Minera Andaychagua – Junín” y se rechaza la H_0 ; debido a que el valor de $t_c = 1.71$, se encuadra en la zona de rechazo izquierda de la Curva Simétrica de Gauss (Coeficiente de Pearson).

- **Para el ÍTEM 10:** ¿Su empresa desarrolla el procedimiento minero: EVA1-P-004 Acciones Correctivas, Preventivas y de Mejora” estableciendo mecanismos de identificación, implementación, seguimiento y control de acciones de mejora en la compañía?

CUADRO DE ESTADÍSTICOS N° 10 / CUADRO PORCENTUAL N° 10 / GRÁFICO DE BARRAS N° 10. En el CUADRO PORCENTUAL, observamos que la media ($\bar{X} = 1.6923$) es el estadígrafo que se localiza en el centro de la distribución como: SIEMPRE (76.9%) y CASI NUNCA (23.1%), en relación a que en su empresa se desarrolla el procedimiento minero: EVA1-P-004 Acciones Correctivas, Preventivas y de Mejora” estableciendo mecanismos de identificación, implementación, seguimiento y control de acciones de mejora en la compañía. La mediana ($Me= 1.0$), por sus valores está totalmente sesgada a la derecha, por los datos extremos, no existe ninguna respuesta. La moda ($Mo= 1.0$), es unimodal en la escala nominal, tiene la mayor concentración de frecuencias, se observa en: SIEMPRE, con un 76,9%, en cuanto a que en su empresa se desarrolla el procedimiento minero: EVA1-P-004 Acciones Correctivas, Preventivas y de Mejora” estableciendo mecanismos de identificación, implementación, seguimiento y control de acciones de mejora en la compañía.

En las MEDIDAS DE DISPERSIÓN, el grado de dispersión de la varianza muestral es menor ($S^2= 1.662$) con relación a la media ($\bar{X} = 1.6923$) y su rendimiento con respecto a que en



su empresa se desarrolla el procedimiento minero: EVA1-P-004 Acciones Correctivas, Preventivas y de Mejora” estableciendo mecanismos de identificación, implementación, seguimiento y control de acciones de mejora en la compañía, es HETEROGÉNEO; la desviación estándar es menor de dispersa ($S= 1.28901$) con relación a la varianza ($S^2= 1.662$) y menor con la media ($\bar{X}= 1.6923$), en la magnitud de que en su empresa se desarrolla el procedimiento minero: EVA1-P-004 Acciones Correctivas, Preventivas y de Mejora” estableciendo mecanismos de identificación, implementación, seguimiento y control de acciones de mejora en la compañía. El coeficiente de variación, es menor del 50% ($C.V.=24.75\%$), consecuentemente se da una alta representatividad de la media aritmética ($\bar{X}= 1.6923$).

- **Para el ÍTEM 14:** ¿El contenido de Humedad ASTM-C-566 está representado por cantidad de agua que contiene agregado en un momento dado, que se los encuentra húmedos y varían con el estado del tiempo, por la cual se debe determinar frecuentemente el contenido de humedad?

CUADRO DE ESTADÍSTICOS N° 14 / CUADRO PORCENTUAL N° 14 / GRÁFICO DE BARRAS N° 14. En la TABLA DE FRECUENCIA, observamos que la media ($\bar{X}= 1.7308$) es el estadígrafo que se localiza en el centro de la distribución como: CASI SIEMPRE (57.7%) y SIEMPRE (34.6%) el contenido de Humedad ASTM-C-566 está representado por cantidad de agua que contiene agregado en un momento dado, que se los encuentra húmedos y varían con el estado del tiempo, por la cual se debe determinar frecuentemente el contenido de humedad. La mediana ($Me= 2.00$), por sus valores está totalmente sesgada a la derecha, por los datos extremos, no existe ninguna respuesta. La moda ($Mo= 2.00$), es unimodal en la escala nominal, tiene la mayor concentración de frecuencias, se observa en: CASI SIEMPRE, con un 57.7%, que el contenido de Humedad ASTM-C-566 está representado por cantidad de agua que contiene agregado en un momento dado, que se los encuentra húmedos y varían con el estado del tiempo, por la cual se debe determinar frecuentemente el contenido de humedad.

En las MEDIDAS DE DISPERSIÓN, el grado de dispersión de la varianza muestral es menor ($S^2= 0.365$) con relación a la media ($\bar{X}= 1.7308$) y su rendimiento con respecto a que el contenido de Humedad ASTM-C-566 está representado por cantidad de agua que contiene agregado en un momento dado, que se los encuentra húmedos y varían con el estado del tiempo, por la cual se debe determinar frecuentemente el contenido de humedad, es HETEROGÉNEO; la desviación estándar es mayor de dispersa ($S= 0.60383$) con relación a la varianza ($S^2=0.365$) y pequeña con la media ($\bar{X}= 1.7308$), en la magnitud de que el contenido de Humedad ASTM-C-566 está representado por cantidad de agua que contiene agregado en un momento dado, que se los encuentra húmedos y varían con el estado del tiempo, por la cual se debe determinar

frecuentemente el contenido de humedad. El coeficiente de variación, es menor del 50% (C.V.= 27.64%), consecuentemente se da una alta representatividad de la media aritmética ($\bar{X}=1.7308$).

- **Para el ÍTEM 09:** ¿Los Círculos de Calidad dentro de empresa minera tienen como objetivo efectuar cambios radicales, y ajustes en procesos productivos, para lograr una ventaja competitiva e incrementar rendimiento laboral dentro de una planeación estratégica de innovación?

CUADRO DE ESTADÍSTICOS N° 09 / CUADRO PORCENTUAL N° 09 / GRÁFICO DE BARRAS N° 09. En el CUADRO PORCENTUAL, se observa que el valor central de la progresión aritmética ($\bar{X} = 2.2692$), es el estadígrafo que se localiza en la parte central de las frecuencias acumuladas como: SI (57.7%) y CASI SIEMPRE (42.3%), en relación a que los Círculos de Calidad dentro de empresa minera tienen como objetivo efectuar cambios radicales, y ajustes en procesos productivos, para lograr una ventaja competitiva e incrementar rendimiento laboral dentro de una planeación estratégica de innovación. La mediana (Me= 1.00), como valor que no es superado, ni supera a más de la mitad de las “n” observaciones, presenta un acentuado sesgo hacia la derecha por sus valores. La moda (Mo= 1.00), como el valor de la variable que se presenta con mayor frecuencia, es decir el valor que más se repite, en la escala nominal es el mayor, como actividad: SI (57.7%), en relación a que los Círculos de Calidad dentro de empresa minera tienen como objetivo efectuar cambios radicales, y ajustes en procesos productivos, para lograr una ventaja competitiva e incrementar rendimiento laboral dentro de una planeación estratégica de innovación.

En cuanto a las MEDIDAS DE DISPERSIÓN, el grado de dispersión de la varianza muestral es mayor ($S^2 = 2.285$) con relación a la media ($\bar{X} = 2.2692$) y su rendimiento con respecto a que los Círculos de Calidad dentro de empresa minera tienen como objetivo efectuar cambios radicales, y ajustes en procesos productivos, para lograr una ventaja competitiva e incrementar rendimiento laboral dentro de una planeación estratégica de innovación, es HETEROGÉNEO; presentan una desviación estándar que es mayor ($S = 1.51149$) con relación a la varianza ($S^2 = 2.285$) y menor con la media ($\bar{X} = 2.2692$), en la magnitud de que los Círculos de Calidad dentro de empresa minera tienen como objetivo efectuar cambios radicales, y ajustes en procesos productivos, para lograr una ventaja competitiva e incrementar rendimiento laboral dentro de una planeación estratégica de innovación. El coeficiente de variación es menor del 50% (C.V.= 29.48%), por tal motivo se da una alta representatividad de la media aritmética ($\bar{X} = 2.2692$).

- **Para el ÍTEM 04:** ¿El “Sistema Integrado de Gestión” de minería se aplica con el objetivo de conocer la secuencia e interacción del proceso operativo, y los criterios / métodos necesarios para que la operación minera sea eficiente y eficaz?

CUADRO DE ESTADÍSTICOS N° 04 / CUADRO PORCENTUAL N° 04 / GRÁFICO CIRCULAR N° 04, se puede observar que el valor central de la progresión aritmética ($\bar{X} = 1.4615$), es el estadígrafo que se localiza en el centro de las distribuciones estadísticas como: SI (84.6%) y CASI SIEMPRE (15.4%), en relación a que el “Sistema Integrado de Gestión” de minería se aplica con el objetivo de conocer la secuencia e interacción del proceso operativo, y los criterios / métodos necesarios para que la operación minera sea eficiente y eficaz. La mediana ($Me = 1.00$), como aquel valor que no es superado, ni supera a más de la mitad de las “n” observaciones, está sesgado a la derecha. La moda ($Mo = 1.00$) es el valor de la variable que se presenta con mayor frecuencia, en la escala nominal, presenta la mayor concentración con la actividad: SI (84.6%), en relación a que el “Sistema Integrado de Gestión” de minería se aplica con el objetivo de conocer la secuencia e interacción del proceso operativo, y los criterios / métodos necesarios para que la operación minera sea eficiente y eficaz.

Para las MEDIDAS DE DISPERSIÓN, el grado de dispersión en relación a la varianza muestral es menor ($S^2 = 1.218$) con relación a la media ($\bar{X} = 1.4615$) y su rendimiento con respecto a que en el “Sistema Integrado de Gestión” de minería se aplica con el objetivo de conocer la secuencia e interacción del proceso operativo, y los criterios / métodos necesarios para que la operación minera sea eficiente y eficaz, es HETEROGÉNEO; la desviación estándar es menor de dispersa ($S = 1.10384$) con relación a la varianza ($S^2 = 1.218$) y pequeña con la media ($\bar{X} = 1.4615$), en la magnitud de que el “Sistema Integrado de Gestión” de minería se aplica con el objetivo de conocer la secuencia e interacción del proceso operativo, y los criterios / métodos necesarios para que la operación minera sea eficiente y eficaz. El coeficiente de variación, es menor del 50% ($C.V. = 29.48\%$), consecuentemente existe una alta representatividad de la media aritmética ($\bar{X} = 1.4615$).

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

01. Respecto al OBJETIVO GENERAL, según las estimaciones interválicas de las medias poblacionales, del análisis se llegó a determinar que la mejora continua influye significativamente en un 65% en la adecuada dosificación del relleno cementado Nv. 1,200 – 1,300 mts. Unidad Minera Andaychagua – Junín. Periodo 2017 – 2018 y se rechaza la H_0 : debido a que el valor de $t_c = \pm 1.04$ se encuadra en la zona de rechazo derecha e izquierda del Coeficiente de Pearson (Curva Simétrica de Gauss), con un cálculo de “t”= 2.4 y de “ t_c ” = ± 1.04 , para la toma de decisión, en la unidad de análisis.
02. En relación al OBJETIVO ESPECÍFICO “A”, según la modelación y análisis efectuado se llegó a establecer que la mejora continua se relaciona significativamente en un 32% con el desempeño del personal a través de: creatividad e innovación de los sistemas de gestión, rediseño y simplificación de los procesos, y entrenamiento – calificación de colaboradores, en la Unidad Minera Andaychagua – Junín y se rechaza la H_0 ; debido a que el valor de $t_c = 1.71$, se encuadra en la zona de rechazo derecha de la Curva Simétrica de Gauss (Coeficiente de Pearson), luego de haber obtenido el valor de: cálculo de $t = 2.06$ y de $t_c = 1.71$, para la regla de decisión.
03. Respecto al OBJETIVO ESPECÍFICO “B”, según el análisis y evaluación de las estimaciones interválicas de las medias poblacionales, se llegó a establecer que la producción a través de: - nivel del personal especializado en las operaciones de los sistemas de gestión, - automatización de procesos, y – eliminación de procesos innecesarios, va a depender en un 27% de la mejora continua en la Unidad Minera Andaychagua – Junín y se rechaza la H_0 ; debido a que el valor de $t_c = 1.95$, se encuadra en la zona de rechazo derecha de la Curva Simétrica de Gauss (Coeficiente de Pearson), con un cálculo de “t”= 5.5 y de “ t_c ” = 1.95, para la toma de decisión, en la unidad de análisis.
04. En relación al OBJETIVO ESPECÍFICO “C”, según la descripción y análisis de los resultados se llegó a conocer que la incorporación de cal y aditivos influye significativamente en un 18% en el grado



de porosidad y resistencia del relleno cementado en los Nv. 1,200 – 1,300 mts. de la unidad Minera Andaychagua – Junín y se rechaza la H_0 ; debido a que el valor de $t_c = 1.71$, se encuadra en la zona de rechazo izquierda de la Curva Simétrica de Gauss (Coeficiente de Pearson), luego de haber obtenido el valor de: cálculo de $t = 2.9$ y de $t_c = -1.71$, para la regla de decisión.

05. El Análisis de Fiabilidad y de Correlación de los resultados obtenidos en la investigación, se determinó su eficiencia con la aplicación de la ficha técnica de recolección de datos (Encuesta), el cual arrojó los siguientes estimados:

- Sección N° 01. (Encuesta: Ingenieros - Especialistas). Alfa de Cronbach: .734; para la estimación curvilínea de las variables se obtiene una ecuación lineal con una “R” cuadrática de 0.120 con 1 grado de libertad con una significancia de 0,083 y una constante de 0.850, estos valores nos indican que el procedimiento y la metodología empleada para el análisis estadístico fue la adecuada, porque dichos valores están en el rango cercano a 1. En cuanto al Factor Anova de los 14 reactivos estadísticos para el cuestionario encontramos los siguientes valores:

Factor Anova:

Fiabilidad: 4.54, Significancia: 0.29, ambos valores nominales de la Sección N° 01, nos indican que las dos variables propuestas en la presente investigación están relacionadas en base a su frecuencias estadística y medias poblacionales.



RECOMENDACIONES

01. Aplicar la mejora continua bajo el respaldo de procesos estandarizados.
02. Realizar la implementación y el constante seguimiento a los indicadores de calidad, productividad, actitud y asistencia. Al final se obtendrá el desempeño total, dando una ponderación a cada uno de los 4 indicadores, mediante un semáforo que a continuación detallo.

Color	Significa	Rango de Calificaciones
Azul	Excelencia	9.6 a 10
Verde	Bien	9.0 a 9.5
Amarillo	Regular	8.0 a 8.9
Rojo	Malo	7.0 a 7.9
Negro	Alarmante	0 a 6.9

Esta información será de utilidad tanto para el evaluado, como para su jefe, para el área de recursos humanos y personal de alto nivel para la toma de decisiones.

03. Para poder eliminar los procesos innecesarios se tiene que llevar un control del tiempo de vida útil de las tuberías y poder reemplazar oportunamente, por tramos completos, para evitar paradas intempestivas producto de tuberías agujereadas y realizar un programa de mantenimiento preventivo de los equipos de planta de relleno.

04. Continuar con la incorporación de cal y aditivos que influye significativamente en el grado de porosidad y resistencia del relleno cementado en los NV 1200 NV 1300 y continuar realizando estudios para que la mina siga profundizando para poder garantizar la seguridad y producción.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

01. Abanto, C. (2013). “Tecnología del concreto – Perú”, extraído de la siguiente dirección: https://www.academia.edu/4700777/Tecnologia_del_Concreto-_Flavio_Abanto.
02. Anicama, A. (2008). “Estudio experimental del empleo de materiales de desecho de procesos mineros en aplicaciones prácticas con productos cementicos”. (Tesis de titulación). Pontificia Universidad Católica, Perú.
03. Cantorín, O. (2013). “Método de relleno en pasta en la Unidad Minera San Rafael”, Minsur, por Ing. Óscar Cantorín – Jefe de la Planta de Relleno en pasta.
04. Feng, N. Zhang, L. Gong, F. Xue and X. Zheng. (2015). "Application of a Backfilling Method in Coal Mining to realise an Ecologically Sensitive "Black Gold" Industry," *Energies*, no. 8, pp. 3628-3639.
05. K. E. Mathews, E. Hoek, D. C. Wyllie and S. B. Stewart. (2005). "Prediction of stable excavation spans at depths below 1000m in hard rock mines," CANMET Report, no. DSS Serial No. OSQ80-00081.
06. Llique A. (2014). Tesis. “Comparación de la resistencia a compresión de concreto común y otros concreto usando relaves mineros en proporciones del 25 % y 50% de la dosificación del agregado fino”.
07. M. Fall, M. Benzaazoua and E. Saa. (2008). "Mix proportioning of underground cemented tailings backfill," *Tennelling and underground space technology*, pp. 80-90.
08. Norma ASTM C-29. (2004). “Método de ensayo estándar para determinar la densidad en masa (peso) e índice de huecos en los agregados.
09. Norma ASTM C 117. (2003). “Método de ensayo normalizado para materiales más finos que una riba N° 200 (75 um) en Agregados Mineros mediante lavado”.
10. Norma ASTM C 128. (2004). “Método de Ensayo Normalizado para determinar la densidad, la densidad relativa (gravedad específica), y la absorción de Agregados finos”.
11. Norma ASTM C 150. (2005). “Especificación Normalizada para Cemento Portland”.
12. Norma NTP. (2002). “Agregados. Método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75 um (200) por lavado en agregados”. 2ª.ed.



13. Norma NTP 400.019. (2002). "Agregados. Método de ensayo normalizado para determinar la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina de los ángeles". 2a.ed.
14. Norma NTP 400.021. (2002). "Agregados. Métodos de ensayo normalizado para peso específico y absorción de agregado grueso". 2ª.ed.
15. P. Lunder and R. Pakalnis. (2014). "Determination of the strength of hard-rock nubes pillars," *Bulletin of the Canadian Institute of Mining and Metallurgy*, no. 90, pp. 5-51.
16. Putzmeister Solid Pumps GmbH. (2001). Trabajo de investigación Rehúso de relaves mineros como pasta de, extraído de la siguiente dirección:
http://www.pmsolid.com/psp/data/TS_3881_ES.pdf.
17. R. Cooke. (2001). "Design procedure for hydraulic backfill distribution systems," *The journal of the South African institute of mining and metallurgy*, pp. 97-102.
18. Rojas (2012). Tesis. "Comparación de la resistencia a compresión de concreto común y otros concreto usando relaves mineros en proporciones del 25 % y 50% de la dosificación del agregado fino".
19. S. Uggalla. (2014). "Olympic Dam operation - an overview of underground design and planning," *Tenth Australian tunnelling conference*, pp. 127-132.
20. Y. Potvin, E. Thomas and A. Fourie. (2005). "Mine backfilling applications and relevant fill parameters," in *Handbook on mine fill*, Nedlands, Australian Centre for Geomechanics, pp. 24-25.
(Al Modelo ISO-690 para Ingenierías)
21. A Ricardo. (2015). "Evaluación técnica y económica de una mina subterránea utilizando relleno cementado". (Tesis de titulación). Universidad de Chile, Chile.

ANEXOS

Figura Nro. 39: DIAGRAMA UNIFILAR DE RELLENO CEMENTADO.

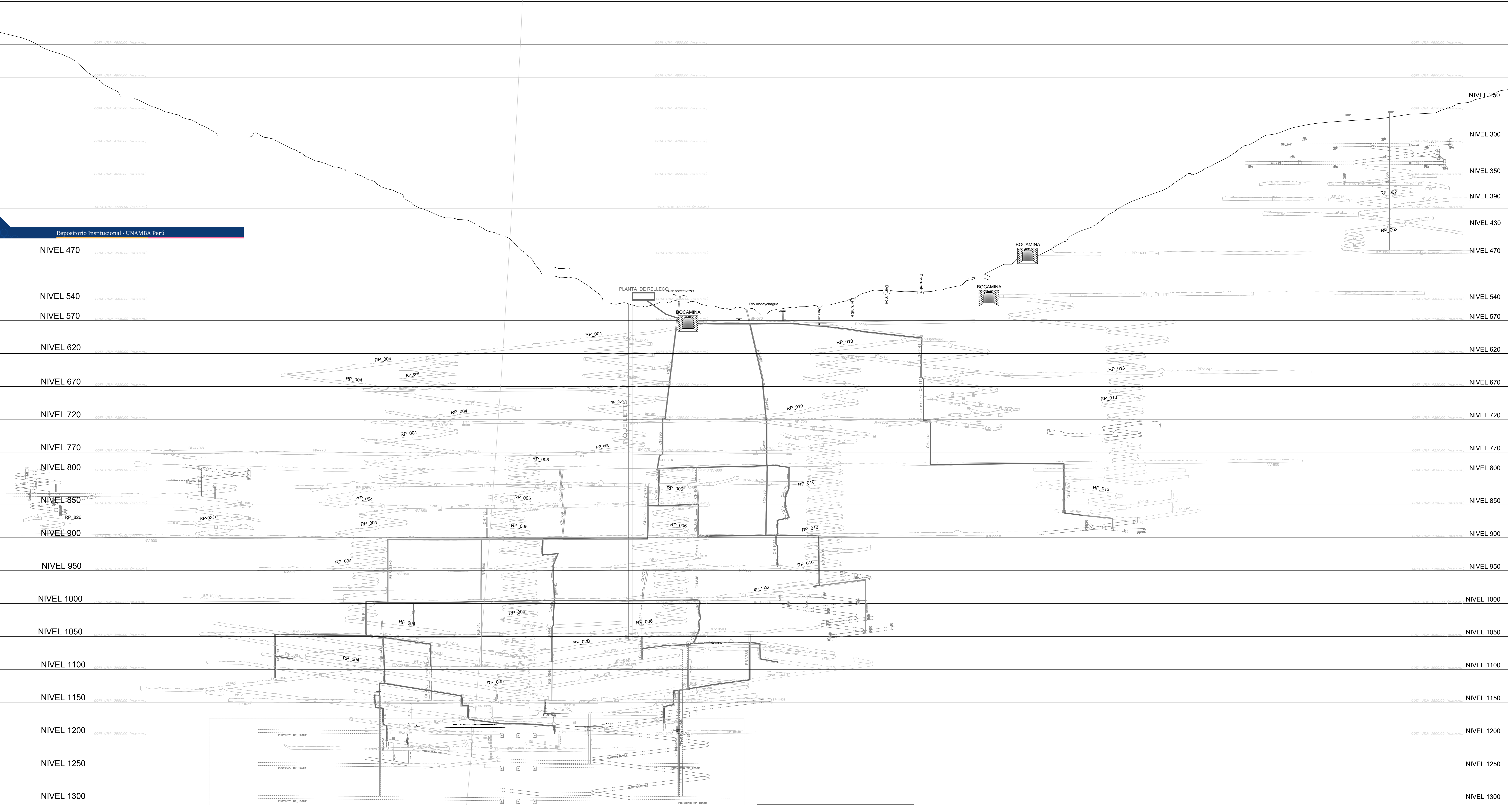
Fuente: Departamento de relleno cementado – U. P. ANDAYCHAGUA



UNIFILAR DE RELLENO CEMENTADO



Repositorio Institucional - UNAMBA Perú



OESTE (W)

ESTE (E)

LEYENDA	
LABORES REALIZADOS	
LABORES PROYECTADOS	
LABORES RB-CHI	
INSTALACION TUB-RELL	
INSTALACION TUB-RELL PROY.	

