

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

Escuela de Posgrado



Mejora en la gestión de los procesos de perforación y voladura para incrementar el cumplimiento de los programas de preparación y desarrollo a cargo de la empresa IESA S.A. en la mina El Porvenir

Trabajo de investigación para obtener el grado académico de Magíster en Regulación, Gestión y Economía Minera que presenta:

Edwar Rubén Moreano Panti

Asesor:

Héctor Adrián Chávarry Rojas

Lima, 2022

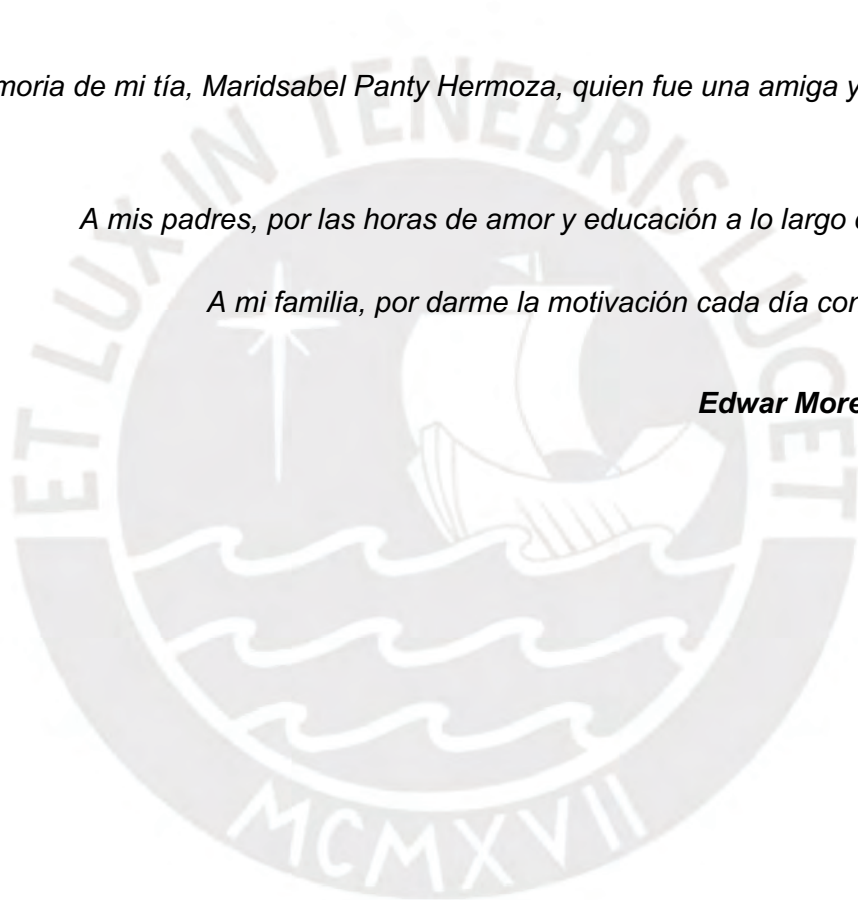
DEDICATORIA

A la memoria de mi tía, Maridsabel Panty Hermoza, quien fue una amiga y consejera de vida.

A mis padres, por las horas de amor y educación a lo largo de mi vida.

A mi familia, por darme la motivación cada día con su existir.

Edwar Moreano Pantí



RESUMEN

En las últimas décadas la situación de la industria minera ha tenido grandes revoluciones, debido a la evolución de las tecnologías en el incremento de la productividad, pero también del otro lado, al protagonismo social de las comunidades en su efervescente reclamo a los titulares mineros por asuntos que escapan de su alcance, pero igual los absorben. En esta revolución mencionada la adaptación ha sido clave para que el negocio minero no pare, así como todas sus externalidades positivas.

La adaptación es justamente lo que se ve en el contenido de esta investigación, debido a que en el planteamiento del problema se identifica que las empresas contratistas mineras se están viendo forzadas a ser más productivos, por manejar contratos por precios unitarios y la competitividad natural exige mayor calidad en sus procesos.

El estudio toma un caso en particular, donde se evidencia que no hay cumplimiento del programa de avances mensual, y cuya causa es la deficiente gestión en los procesos de perforación y voladura desde la baja y/o pobre ingeniería de diseño. En la investigación se hace un análisis mixto (cuantitativo y cualitativo), para demostrar la conexión que existe entre el factor técnico y humano, para posteriormente medir la correlación que existe entre la disciplina operativa y el cumplimiento del programa de avances. La disciplina operativa esta soportada por un plan de gestión de comunicación interna donde el trabajador se convierte en colaborador al poder interactuar con el emisor del mensaje.

Al cierre de la investigación se demuestra que un buen diseño con base técnica no es suficiente para garantizar su aplicación en el terreno, sino, existe herramientas como la gestión de comunicación interna para madurar la disciplina operativa de la organización.

PALABRAS CLAVE: Ingeniería de diseño, Disciplina operativa, Gestión de comunicación interna.

ABSTRACT

In the last decades the situation of the mining industry has had great revolutions, due to the evolution of technologies in the increase of productivity, but also of the other hand, to the social protagonist of the communities in their effervescent claim to the headlines miners for matters that are beyond their reach, but they still absorb them in this revolution mentioned the adaptation has been key so that the mining business does not stop, as well as all its positive externalities.

Adaptation is precisely what is seen in the content of this research, because in the statement of the problem it is identified that the mining contractor companies are being forced to be more productive, by managing contracts for unit prices and the natural competitiveness demands higher quality in its processes.

The study takes a particular case, where it is evident that there is no compliance with the program of monthly advances, and whose cause is the deficient management in the processes of perforation and blasting from below and/or poor design engineering. In the investigation, an analysis mixed (quantitative and qualitative), to demonstrate the connection that exists between the technical factor and human, to later measure the correlation that exists between the operational discipline and the compliance with the progress program. The operational discipline is supported by a plan of internal communication management where the worker becomes a collaborator to power interact with the sender of the message.

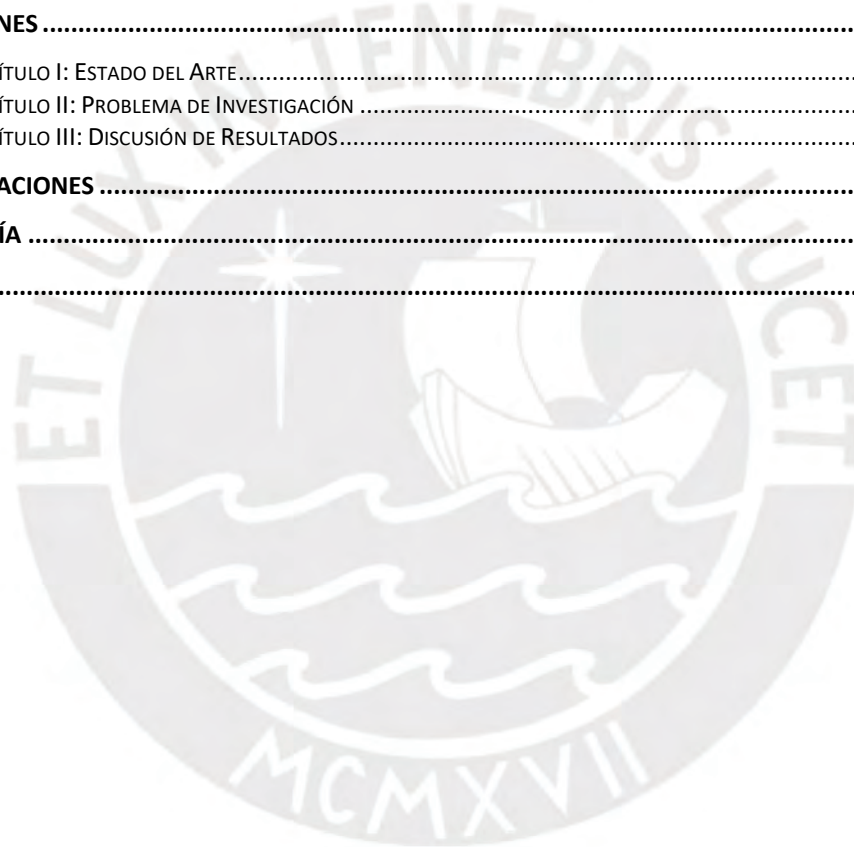
At the end of the investigation, it is shown that a good design with a technical basis is not enough to guarantee its application in the field, but there are tools such as the management of internal communication to mature the operational discipline of the organization.

KEY WORDS: Design engineering, Operational discipline, Internal communication management.

ÍNDICE DE CAPÍTULOS

DEDICATORIA.....	2
RESUMEN.....	3
ABSTRACT.....	4
ÍNDICE DE CAPÍTULOS.....	5
ÍNDICE DE TABLAS.....	7
ÍNDICES DE FIGURAS.....	8
ÍNDICE DE GRÁFICAS.....	9
INTRODUCCIÓN.....	10
CAPÍTULO I: “ESTADO DEL ARTE”.....	16
1. GESTIÓN POR PROCESOS.....	17
1.1. <i>Voladura de Rocas</i>	17
1.1.1. La simulación de los diseños.....	18
1.1.2. La debilidad del muestreo en los estudios.....	19
1.1.3. Análisis de los resultados de las pruebas.....	19
1.2. <i>Gestión de la comunicación empresarial</i>	20
1.2.1. Comunicación interna empresarial.....	21
1.2.2. Comunicación interna de la empresa minera.....	21
1.2.3. Importancia de la información confiable.....	22
1.3. <i>Sistema de gestión de calidad</i>	23
1.3.1. Efectos de la gestión de la calidad en los resultados de la empresa.....	23
1.3.2. La calidad en el servicio bajo la perspectiva del marketing.....	24
1.3.3. La calidad en el servicio bajo la perspectiva del management.....	25
2. MARCO TEÓRICO.....	26
2.1. <i>Estadística Inferencial</i>	26
2.1.1. Muestra.....	26
2.1.2. Potencia de la Muestra.....	27
2.1.3. Prueba de Hipótesis.....	27
2.1.4. Intervalos de Confianza.....	28
2.2. <i>Voladura de Rocas</i>	29
2.2.1. Composición de los explosivos.....	30
2.2.2. Desensibilización.....	32
2.2.3. Presión de Taladro.....	33
2.2.4. Malla de Perforación y Voladura.....	34
2.3. <i>Geomecánica de Rocas</i>	37
2.3.1. Módulo de Young.....	37
2.4. <i>Comunicación Interna en la Empresa</i>	38
2.4.1. Liderazgo.....	40
2.4.2. Orgullo de Pertenencia.....	41
2.4.3. Herramientas de Comunicación 2.0.....	41
CAPÍTULO II: “PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN”.....	43
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	43
2. ENFOQUE METODOLÓGICO.....	44
2.1. <i>Caso de Estudio</i>	46
2.1.1. Entorno interno.....	46
2.1.2. Entorno externo.....	48
2.1.3. Riesgo Financiero.....	49
2.1.4. Riesgo con los stakeholders.....	50
2.1.5. Riesgo social.....	50
2.2. <i>Aplicación del enfoque metodológico</i>	51
2.2.1. Línea base.....	51
2.2.2. La variabilidad de los diseños.....	54

2.2.3.	Evaluación de diseños iniciales	57
2.2.4.	Evaluación de diseños e impactos en campo.....	59
2.2.5.	Rediseño de Mallas de Perforación.....	63
3.	RESULTADOS	74
3.1.	<i>Avance por voladura</i>	75
3.1.1.	Serie de tiempo de avance por voladura	75
3.1.2.	Variación de los resultados por escenario	76
3.1.3.	Evolución de variabilidad de resultados por mes.	77
3.2.	<i>Sobre excavación (Overbreak).</i>	78
3.2.1.	Capacidad de Proceso en Sobre excavación	80
3.2.2.	Serie de Tiempo de sobre excavación.....	81
3.3.	<i>Número de voladuras por guardia.</i>	82
CAPÍTULO III: “DISCUSIÓN DE RESULTADOS”		84
1.	LOS ALGORITMOS COMO BASE ÚNICA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE MALLAS DE PERFORACIÓN Y VOLADURA.....	85
2.	EL EFECTO DE LA DISCIPLINA OPERATIVA EN LA PRODUCTIVIDAD MINERA	86
3.	LA GESTIÓN DE LA COMUNICACIÓN PARA LA PRODUCTIVIDAD MINERA	88
CONCLUSIONES		90
1.	CAPÍTULO I: ESTADO DEL ARTE.....	90
2.	CAPÍTULO II: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	90
3.	CAPÍTULO III: DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	90
RECOMENDACIONES		92
BIBLIOGRAFÍA		93
ANEXOS		99



ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 COMPONENTES PRINCIPALES DE EXPLOSIVOS COMERCIALES.....	31
TABLA 2 GRADO DE APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA DE DIVERSOS EXPLOSIVOS.	32
TABLA 3 EFECTOS DE LA SOBRE EXCAVACIÓN.....	53
TABLA 4 COMPONENTES DE EXPLOSIVOS.....	58
TABLA 5 CANTIDAD DE RE TRABAJO POR MALAS VOLADURAS – FEBRERO 2020	62
TABLA 6 FLUJOGRAMA DEL PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN DE NUEVAS MALLAS DE PERFORACIÓN Y VOLADURA.....	63
TABLA 7 RESULTADOS DE PRUEBAS PILOTO	67
TABLA 8 ALEATORIEDAD DE LA MUESTRA PARA PRUEBA DE HIPÓTESIS.....	68

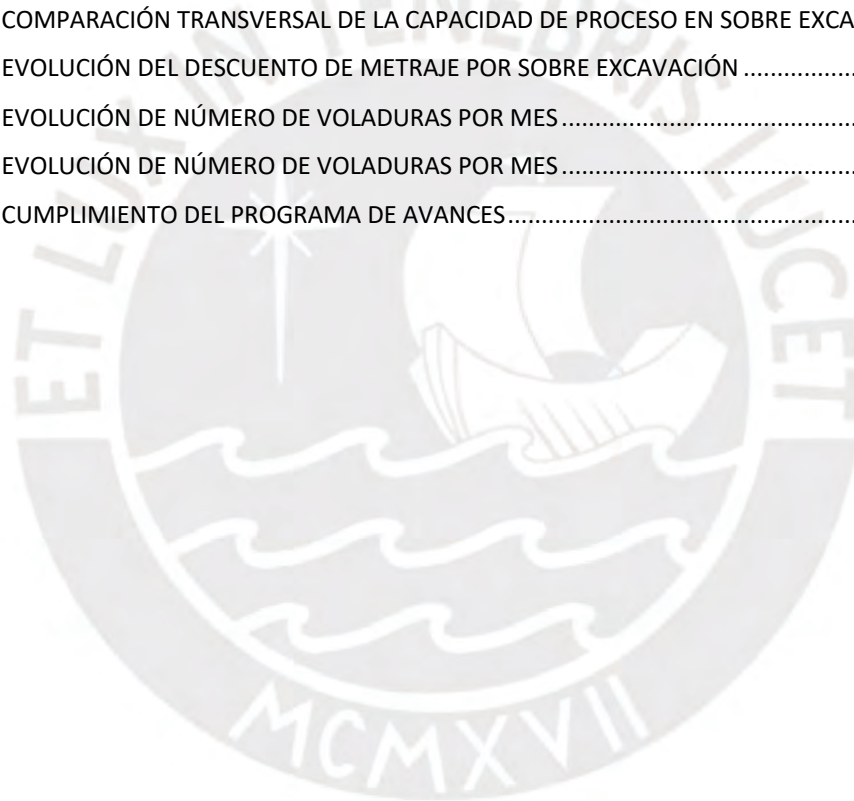


ÍNDICES DE FIGURAS

FIGURA 1 EFECTOS DE LA VOLADURA EN EL CICLO DE MINADO	13
FIGURA 2 REGIONES DE DIFERENCIA SIGNIFICATIVA Y NO SIGNIFICATIVA.....	28
FIGURA 3 BANCO ANULAR EN VOLADURA SUBTERRÁNEA	30
FIGURA 4 NOMENCLATURA DE VOLADURA DE BANCO	35
FIGURA 5 INFLUENCIA DE LA DIMENSIÓN DEL BURDEN EN LOS RESULTADOS DE LA VOLADURA	36
FIGURA 6 INFLUENCIA DE LA DIMENSIÓN DEL BURDEN EN LOS RESULTADOS DE LA VOLADURA	37
FIGURA 7 ORGANIGRAMA CORPORATIVO IESA	48
FIGURA 8 EVALUACIÓN DEL DISEÑO INICIAL DE LA MALLA DE PERFORACIÓN Y VOLADURA.....	57
FIGURA 9 EVALUACIÓN DEL ARRANQUE DEL DISEÑO INICIAL	59
FIGURA 10 ANÁLISIS ENERGÉTICO DE MALLAS DE PERFORACIÓN EN LA LÍNEA BASE.	60
FIGURA 11 EFECTOS DE LA VOLADURA NO CONTROLADA EN LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO	61
FIGURA 12 RE SOSTENIMIENTO POR LOS EQUIPOS BOLTEC S	62
FIGURA 13 RE SOSTENIMIENTO POR LOS EQUIPOS BOLTEC S	64
FIGURA 14 PRUEBA DE HIPÓTESIS DE MUESTRAS N_1 (LÍNEA BASE) Y N_2 (PRUEBAS PILOTO).	70
FIGURA 15 FORMATO DE AUDITORIA DE PERFORACIÓN.....	72
FIGURA 16 EXPOSICIÓN DE RESULTADOS POR EL OPERADOR DE JUMBO	73
FIGURA 17 SEMÁFORO DE RESULTADOS.....	74
FIGURA 18 EVIDENCIAS DE RESULTADOS DE CONTROL DE SOBRE EXCAVACIÓN.	79
FIGURA 19 CUMPLIMIENTO DE ESTÁNDARES Y PROCEDIMIENTOS (DISCIPLINA OPERATIVA)	88

ÍNDICE DE GRÁFICAS

GRÁFICA 1 VENTAS ANUALES IESA.....	49
GRÁFICA 2 CAPACIDAD DE PROCESO DEL AVANCE POR VOLADURA (LÍNEA BASE)	52
GRÁFICA 3 CAPACIDAD DE PROCESO DE SOBRE EXCAVACIÓN (LÍNEA BASE)	53
GRÁFICA 4 NÚMERO DE TALADROS POR OPERADOR DE JUMBO (LÍNEA BASE)	55
GRÁFICA 5 EFECTOS PRINCIPALES POR FUENTE DE VARIACIÓN	56
GRÁFICA 6 POTENCIA DE LA MUESTRA	66
GRÁFICA 7 INTERVALOS DE CONFIANZA DE MUESTRAS N_1 (LÍNEA BASE) Y N_2 (PRUEBAS PILOTO).....	70
GRÁFICA 8 CUMPLIMIENTO DEL PROGRAMA DE AVANCES.....	76
GRÁFICA 9 HISTOGRAMA COMPARATIVO DE DOS ESCENARIOS (SET-20 Y JUN-21).....	77
GRÁFICA 10 BOXPLOT DE AVANCE POR VOLADURA (SET-20 Y JUN-21).....	78
GRÁFICA 11 COMPARACIÓN TRANSVERSAL DE LA CAPACIDAD DE PROCESO EN SOBRE EXCAVACIÓN ...	81
GRÁFICA 12 EVOLUCIÓN DEL DESCUENTO DE METRAJE POR SOBRE EXCAVACIÓN	82
GRÁFICA 13 EVOLUCIÓN DE NÚMERO DE VOLADURAS POR MES.....	83
GRÁFICA 14 EVOLUCIÓN DE NÚMERO DE VOLADURAS POR MES.....	83
GRÁFICA 15 CUMPLIMIENTO DEL PROGRAMA DE AVANCES.....	84



INTRODUCCIÓN

El ciclo de minado en minería subterránea, cuenta con operaciones unitarias como: Perforación, Voladura, Desate, Limpieza y Sostenimiento, que dependiendo de las condiciones geológicas pueden subdividirse. Específicamente en el sostenimiento, podría realizarse con perno y malla únicamente, pero existen otras condiciones geológicas que requieren shotcrete preventivo e inclusive otras con shotcrete sobre malla. Incrementar cada una de las actividades descritas eleva el tiempo del ciclo total.

La variación en los tiempos de cada proceso unitario, hace que el rendimiento encadenado (cada proceso unitario) disminuya, porque esta se calcula a partir de la multiplicación del rendimiento unitario del proceso. Quiere decir, que, en aquellas minas subterráneas, donde cuenten con mayor número de procesos unitarios, la sensibilidad al error es alta, dado que el número de voladuras está restringido al fiel cumplimiento de cada proceso previo, que, en su defecto, la consecuencia será no efectuar el trabajo programado por falta de tiempo, sabiendo que existen horarios específicos para realizar la voladura y de no cumplir con ese horario, obligatoriamente se tiene que realizar al finalizar en el horario del siguiente turno (final de guardia), formando pasivos que a mediano plazo se muestran en el incumplimiento del programa de avances. En este caso de estudio, específicamente para la empresa contratista IESA y en el programa de producción para la Cía. Minera Nexa Resources.

La perforación y voladura son las primeras actividades del ciclo de minado, donde se requiere de la mayor ingeniería, por la cantidad de variables que se utiliza para la elaboración de los diseños y su impacto en todo el proceso minero. La calidad de estos procesos se encuentra manifestada en las bases técnicas de estos diseños, que finalmente se muestran como planos, con la indicación de los parámetros a considerar. Sin embargo, en muchas minas subterráneas del Perú como las minas: Ticlio, Chungar, San Cristobal y El Porvenir, se evidencia a través de auditorías de empresas especializadas en el rubro de explosivos, que los diseños, si bien existen en el papel con todas las firmas de las principales autoridades administrativas de la compañía minera aprobándolas, estos no se visualizan en campo. La ejecución de estos diseños en minas como las anteriormente mencionadas, termina dependiendo finalmente del criterio del operador (persona quien realiza la perforación) y cargador (persona quien introduce el explosivo en los taladros), que no es la misma entre ellos. Es por eso, que existe una alta variabilidad en los diseños plasmados en campo de cada operador.

En un proceso industrial interactúan materiales, máquinas, mano de obra, mediciones, medio ambiente y métodos; estos elementos influyen en la variabilidad y calidad de la salida de un proceso, esta variabilidad se traduce en operaciones y productos fuera de especificación; por ello, es importante controlar estas variables. (Loyola, Flores, & Tolamati, 2010, p. 37)

Las variables mencionadas en el párrafo superior, son los parámetros que contemplan los diseños de perforación y voladura, cuyas fuentes de variación radica en cada trabajador de la unidad minera. En la búsqueda de la respuesta a la causa, del porqué no se cumplen los estándares en este proceso unitario, se identificó que, en las minas citadas, el personal no confiaba en las mallas propuestas, debido a los resultados que ya habían obtenido y es por eso que realizaban su propio diseño. Esto se debe a que, no se realizó la implementación de los diseños de una manera sistemática por etapas, quiere decir, a través de un sistema de gestión, donde existiese el involucramiento del personal o usuario final de estos estándares. El nivel de comunicación para la incorporación de las mallas no fue la suficiente para ser apreciada en el terreno.

En mérito a que la desviación en el incumplimiento de estos estándares se debe a la falta de disciplina operativa. Según Picoy (2019), este explica estadísticamente la correlación que existe entre la disciplina operativa y el desempeño del explosivo, sustentada de acuerdo a lo que califica como la influencia en la disciplina operativa durante el carguío en el rendimiento de la emulsión encartuchada 1 ¼.

Obtener el mayor desempeño del explosivo depende de la utilización de la energía útil del explosivo, que puede ser manifestada en la presión de taladro. “Es la presión que ejercen los gases sobre las paredes de taladro antes de iniciarse la deformación de la roca” (EXSA, 2019, p. 13). Pero para poder obtener esta presión de taladro es necesario cumplir con los estándares operacionales, correctamente establecidos.

“Los estándares operacionales señalan claramente el comportamiento esperado y deseado en los empleados y son utilizados como guías para evaluar su funcionamiento y lograr el mejoramiento continuo las operaciones mineras.” (Yanque Ramos, 2018, p. 7)

Los esfuerzos para obtener el cumplimiento de estos estándares solo consiguieron desgastarse hasta convertirse en una forma de vivir, donde el titular minero tiene conocimiento de estos incumplimientos, pero ante la falta de una estrategia integral para atacar este problema, se opta por confiar en el criterio de los operadores de jumbo y

cargadores, en la experiencia que vienen adquiriendo en muchos años, pero que no necesariamente se trata de una experiencia con rasgos de calidad.

La variabilidad ya mencionada, traen las consecuencias negativas ya descritas, pero si es así, ¿Por qué los operadores de jumbo y cargadores continúan realizando sus trabajos de esta manera? La respuesta poco rebuscada, se direcciona a la falta de conocimiento de resultados (KPIs¹) de sus trabajos, donde ante la ausencia de los mismos, los trabajadores consideran que su trabajo está siendo aceptado y de cierto modo lo es, pero no significa que se esté aceptando lo mejor.

Entre las teorías analizadas sobre la comunicación en las organizaciones, veíamos como ya en la década de los 40, denominada como indica Jablin (1992) 'Era de la Información', se consideraba que "un empleado informado era un empleado feliz y productivo" (Gómez Aguilar, 2007).

Son diversos estudios como el citado en el párrafo anterior que precisan el efecto contundente de la comunicación a los empleados en su productividad, sin embargo, no sucede esto en algunas minas del Perú, como las nombradas anteriormente y más aún en el caso de la mina El Porvenir, en lo que concierne a las operaciones de IESA S.A. donde los trabajadores que están en contacto directo con la operación desconocen, los planes, objetivos y resultados del día a día de su trabajo. Entonces es así que el problema a tratar en la presente investigación es el incumplimiento del programa de avances, cuyo efecto colateral es el incumplimiento de la producción de la compañía minera.

En tal sentido, la formulación del problema de esta investigación se encuentra en la interrogante ¿Cómo se puede mejorar la gestión en los procesos de perforación y voladura en las labores de preparación y desarrollo ejecutado por la empresa IESA en la mina El Porvenir para incrementar el cumplimiento del programa de avances?

La respuesta de la formulación de este problema, radica en el incumplimiento de los procedimientos y estándares, de las operaciones de perforación y voladura, se alinea a una herramienta metodológica llamada FMEA², conocida como modo-falla-efecto, donde el modo está dado por la actividad que se realiza, la falla por la desviación en la ejecución y el efecto como las externalidades negativas para las operaciones subsecuentes. Parte de este análisis ilustra que la voladura de rocas posee KPOV³ para

1 Key Performance Indicators (Parmenter Wiley, 2015, p. 7)

2 Análisis de modo falla y efecto (McCarty, Bremer, Daniels, & Gupta, 2004, p. 446)

3 Variables clave de salida de proceso (Tate & Stackpole, 2006, p. 242)

esos procesos, como la calidad del contorno de la excavación, la granulometría y el volumen roto. La calidad del contorno para el caso del desatado de rocas, incrementará el tiempo de ejecución por la sobre excavación que genera. En la limpieza también incrementará su duración por el volumen roto adicional y en el caso del sostenimiento, al tratarse de una mayor área a cubrir, también los tiempos se dilatan. “La sobrerotura es un resultado indeseable de la operación de voladura que tiene un profundo efecto en la seguridad y en el coste de los túneles” (Mohammadi & Azad, 2019, p. 1)

En la figura 1, se puede observar el ciclo de minado en una operación subterránea, pero sobre todo los efectos que pueden generar los resultados de una voladura en los procesos sub siguientes. Cabe resaltar que este es un ciclo iterativo durante toda la vida del proyecto minero.

Figura 1 Efectos de la voladura en el ciclo de minado



Fuente: Elaboración Propia.

Una adecuada ingeniería para los diseños de perforación y voladura se caracteriza por las bases técnicas y científicas que posee. La ingeniería permite encontrar soluciones a diferentes problemas y no la misma solución (diseño) para diferentes problemas.

Según De Vedia (2014), señala que, la ingeniería, como otras profesiones, tiene su base en un conocimiento especializado, sistematizado, firmemente establecido y estandarizado, puesto que, de no serlo así, cada problema aparecería como único, por lo que las soluciones a los mismos serían casi accidentales y no tendría valor ni la experiencia ni el conocimiento experto acumulado.

Esta ingeniería adecuada se debe dar a través de un proceso sistemático, donde luego del diseño de gabinete se debe hacer la simulación de su resultado con el uso de

softwares, tales como JK Simblast. Luego es importante su validación en campo a través de pruebas piloto, en una muestra estadísticamente representativa y así validar las propuestas. Este diseño de ingeniería respaldado por una estrategia integral basada en la comunicación a todo nivel en los diferentes estratos de la obra, será un factor condicionante para conseguir la implementación general de estos diseños en campo, para así optimizar la productividad del ciclo de minado. “La comunicación es, para empresas e instituciones, una herramienta indiscutible de gestión” (Rosales Gómez, Sánchez Leyva, Vergara Camaho, & Pimentel Reyes, 2015, p. 90).

Un plan de comunicación constante, formado por mensajes orientados a la disciplina operativa, como el cumplimiento de procedimientos (QA⁴) y resultados operativos (KPIs) podrían obtener cambios en la conducta comportamental de la fuerza laboral, siempre que, este plan de comunicación, esté dirigido hacia los directos protagonistas de estas operaciones, es decir, los trabajadores. Para la maduración de la empresa en lo que respecta a disciplina operativa es necesario contar con un sistema de gestión renovado hacia la calidad del trabajo y no solo a la seguridad, como actualmente sucede, en vista de que la naturaleza de una empresa, es generar rentabilidad.

La disciplina operativa permite optimizar procesos comerciales y/u operativos dentro de una organización mediante el uso de un sistema de información y un modelo de trabajo uniforme sistemático y funcional. Su aplicación da como resultado una mejora en la gestión de ventas, distribución, trade marketing, producción, servicio al cliente, reducción de costos y tiempos muertos. (Paredes, 2016, p. 36)

De ese modo, se concluye que existe una alta importancia de la disciplina operativa en el cumplimiento de los estándares y de este su efecto generador en el cumplimiento de programa de avances. Es por eso, que la formulación de la hipótesis está expresada en “Mejorar la gestión en los procesos de perforación y voladura incrementará el cumplimiento del programa de avances de la empresa IESA en la mina El Porvenir”. Mejorar la gestión de estos procesos unitarios enmarca la utilización de la estadística, bases técnicas, simulación a través de softwares y una gestión comunicativa hacia los colaboradores.

Para el presente trabajo de investigación se tiene como caso de estudio, la mina El Porvenir de la Cía. Minera Nexa Resources, específicamente las operaciones desarrolladas por la empresa contratista minera IESA. En la mina en cuestión, se tiene

4 Aseguramiento de la calidad (Tate & Stackpole, 2006, p. 83)

un total de 15 operadores de Jumbo, donde cada uno ejecuta un diseño propio. El caso de los diseños se tratará de un análisis cuantitativo mientras que el cumplimiento de los estándares será cualitativo al ser la variable de entrada las personas (operadores), esta investigación tendrá un enfoque mixto. Las investigaciones cuantitativas con variables categóricas (cualitativas), precisamente porque existe una correlación entre lo técnico y humano, que hasta ahora se presenta como supuesto, pero que se validará en el desarrollo de la investigación.

Según Alonso (2015) Cualquier medida que se realice sobre el resto del sistema no tendrá el éxito esperado si no se tiene en cuenta la interacción que esa medida tenga con dicho factor humano. Factor humano que también se presenta en el proceso de perforación y voladura.

El objetivo principal de esta investigación, es demostrar el incremento del cumplimiento del programa de avances de la empresa contratista IESA S.A. en la mina El Porvenir por la mejora en la gestión de los procesos de perforación y voladura, desde la elaboración de mallas de perforación hasta la implementación y control en campo con las herramientas de gestión propuestas. Del mismo modo, se tienen objetivos específicos que serán discutidos en el capítulo 3, estos son los siguientes:

- Establecer y proponer un proceso de elaboración de mallas de perforación y voladura para su estandarización en la empresa IESA S.A. en la unidad minera El Porvenir.
- Establecer y proponer una herramienta de gestión para el cumplimiento (disciplina operativa) de los estándares de perforación y voladura de la empresa IESA S.A. en la unidad minera El Porvenir.
- Proponer y probar un modelo de gestión de la comunicación para el incremento de productividad de la fuerza laboral de la empresa IESA S.A. en la unidad minera El Porvenir.

CAPÍTULO I: “ESTADO DEL ARTE”

Las operaciones mineras dependiendo del área de trabajo tienen distintos y específicos objetivos, no obstante, existe un objetivo que relaciona a todos ellos, que es, el cumplimiento de la producción de mineral, la esencia del negocio minero. La investigación presente se enfoca en uno de los requerimientos para cumplir dicha producción. Se trata del desarrollo y preparación de la mina, que sin estas no sería posible acceder a los cuerpos mineralizados para su deseada explotación.

Para Rómulo Mucho (2013) la voladura de rocas es una operación unitaria indispensable en ciclo de minado, el cual se ha venido innovando a lo largo del tiempo, donde las etapas de diseño, ejecución y medición pos voladura, son realizadas por potentes herramientas y métodos que permiten controlar y optimizar los resultados.

Sin embargo, esta ciencia aplicada no tiene el mismo contexto en la minería subterránea, debido a que los costos de una inversión tecnológica tienen mayor impacto en su volumen de ventas, a comparación de las operaciones de tajo abierto. En tal sentido, se tiene una problemática real en el sector subterráneo sobre la ingeniería de voladura de rocas utilizada en dicho sector. Conocer los efectos en el ciclo de minado y sus objetivos permitirá entender e identificar las causas que puedan conllevar a desvíos en la obtención de resultados.

La calidad por el sustento técnico que las precede hace que los diseños de perforación y voladura adquieran una alta probabilidad de éxito en los resultados. Se habla de probabilidad ya que solas no garantizan su completa efectividad. La efectividad es medida por el grado de cumplimiento de dichos diseños en el campo, de lo cual son responsables el personal obrero de la mina, supervisores y el propio gerente. Pero ¿Qué sucede si estos actores no se sincronizan para el cumplimiento de los diseños ya mencionados? La respuesta a esta pregunta se encuentra en la gestión de la comunicación interna de la empresa. Las empresas y en especial la del caso de estudio en cuestión no solo requieren la implementación de documentación como herramienta de gestión, sino también, estrategias y planes para que los colaboradores conozcan y sobre todo entiendan el valor del desarrollo de sus actividades y sus resultados.

Tanto la gestión en la voladura de rocas como en la comunicación empresarial son componentes de la Gestión de los Procesos de Perforación y Voladura, que para esta investigación se le da el tratamiento de Gestión por Procesos, la que a su vez es y debe ser parte de un Sistema de Gestión de Calidad.

1. Gestión por Procesos

La Gestión por Procesos, surge como alternativa de gestión, cuyo enfoque está en las actividades de la cadena de valor de la organización. Es decir, como indica Mallar (2010), en una organización existe una red de procesos que están interconectados, en la que la estructura vertical se direcciona a una concepción horizontal, concentrándose así en un diseño adecuado para cada proceso y adecuada ejecución con la notable participación de disciplina.

La voladura de rocas es operación clave del ciclo de minado, la gestión adecuada sobre este proceso puede generar mayores niveles de rentabilidad al final de la cadena, no obstante, el éxito de cualquier iniciativa de cambio en el modelo de gestión depende en gran medida de la Gerencia General. Así lo manifiesta Morote Guevara, Vega Cahuana, & Pareja Poccori (2019) concluyendo en su investigación que la tasa de éxitos en la implementación del enfoque Mine to Mill (Relacionado a la voladura) está por debajo del 20% siendo la causa principal la falta de apoyo y compromiso de la Gerencia General, esto no permite que las estrategias de gestión no lleguen a todos los niveles de la organización.

La Gestión por Procesos para las operaciones unitarias de Perforación y Voladura inicia, desde la concepción de los diseños, hasta la comunicación de ellos y los procedimientos que lo soportan. Pero inclusive también, el monitoreo y difusión de los resultados. Estas premisas engloban lo que se conoce como Gestión en Calidad.

1.1. Voladura de Rocas

Las operaciones unitarias tanto en la minería superficial como subterránea se caracterizan por enmarcar la ingeniería en la etapa de la perforación y voladura. Esto se debe a que dependiendo de la calidad los demás procesos pueden o no ser eficientes y la ingeniería es la clave para ellos.

La voladura de rocas como ciencia debe contar con etapas de desarrollo para su aplicación, como se plantea en la presente investigación. La primera etapa es la simulación de los diseños, que permitan anticiparse a posibles resultados, y que dependiendo de ellos se hagan los ajustes necesarios para no esperar a corregirlos pos voladura.

Así mismo, toda gestión del cambio requiere de una validación previa antes de implementarse en su totalidad, de esta manera se evitan costes innecesarios y lo que es peor aún, efectos negativos en la producción. Bajo estas premisas, **el tamaño y técnica de estudio de la muestra** resulta importante e indispensable para tomarlo como representativo en un estudio de validación.

Luego de haber obtenido la muestra representativa, estadísticamente identificada, se realiza una validación a fin de comprobar y demostrar que los nuevos diseños son mejores por los resultados obtenidos. Los análisis de los resultados de las pruebas tienen que ser de carácter estadístico, con un valor de confianza que permita pasar a la siguiente etapa, que es la implementación a toda la mina.

1.1.1. La simulación de los diseños

Los investigadores Rocha, Laredo y Benjamín (2017) enfatizan sobre la importancia de la simulación energética de la voladura, para poder identificar la perturbación al macizo rocoso en los contornos del proyecto, también permite predecir una fragmentación y dependiendo de ella hacer los ajustes a la malla antes de la voladura. Además, señalan que las simulaciones son potentes para garantizar una adecuada distribución del explosivo y así evitar excesos de material explosivo para rocas que por su caracterización geotécnica no la necesitan.

En la investigación de Rocha, Laredo y Benjamín (2017) enfatizan realizan la simulación teniendo en cuenta la caracterización geotécnica de la mina, lo cual es lo correcto e ideal ya que de esa manera se adapta los modelos para cada condición que posee la mina. Concluyen también en que una implementación en campo efectiva será solo posible si se recopila, simula y analizan los datos.

La simulación de los diseños de voladura tiene diferentes variables de salida de estudio. En el caso de Jha (2013) estudian el efecto de la dispersión de los retardos, y es de gran importancia debido a que una desviación en su diseño incrementa los niveles de dilución y por tanto pérdida económica. Incluso el autor recalca la importancia del uso de softwares post voladura para poder corroborar la relación que existe entre el valor esperado y el valor observado. No hacer este trabajo de instrumentación significaría una incertidumbre entre lo planeado y lo ejecutado y lo que tristemente es el común denominador de muchas minas subterráneas en el Perú.

1.1.2. La debilidad del muestreo en los estudios

Orna (2019) toma como muestra para su estudio 2 labores mineras, la RP 240 y RP 8090. Una muestra arbitraria ya que no se encontró un cálculo de la representatividad de dicha muestra y lo que precisamente genera debilidad al momento de implementar las mallas.

Es bastante común escuchar de la aplicación de algoritmos⁵ matemáticos para la generación o diseño de las mallas de perforación. Un ejemplo es el modelo de Holmberg, usado por Jacobo (2017) en su tesis, para optimizar las voladuras en la mina poderosa. En la cual hace un procedimiento matemático acorde a dicho modelo, pero lo que carece es de una adaptación a las condiciones de la mina a través de unas pruebas piloto. Los resultados mostrados tampoco muestran un nivel de significancia que permita garantizar la aplicabilidad de los diseños en campo.

Muchas empresas proveedoras de explosivos, realizan un trabajo de asistencia técnica, dentro de las cuales consiste en realizar la mejora continua de sus procesos de perforación y voladura. Sin embargo, la metodología que usan, resulta simple puesto que parcialmente deciden qué tipo y cantidad de labores necesitan para demostrar la viabilidad de las nuevas mallas de perforación. Comúnmente estas no superan las 30 voladuras, y no consideran la variación natural que pueda tener el proceso. De esta manera generan el sesgo al tratar de concluir con pocas analíticas comparaciones aritméticas. Esta es la razón por la cual la asistencia técnica de muchas de las empresas descritas ha dejado de contar con el mismo número de personal, ya que las empresas mineras han perdido la confianza en dicho trabajo, básicamente por no ver reflejado esa gestión del cambio en sus indicadores (KPI's) globales.

1.1.3. Análisis de los resultados de las pruebas

Las minas subterráneas en el Perú cuando desean cambiar los estándares de mallas de perforación, en su mayoría requieren de una etapa de pruebas de los nuevos diseños propuestos y generalmente así se dan, sin embargo, el problema surge en como determinar los resultados. Lo típico y poco confiable es un análisis comparativo por medias aritméticas, ya que obvia la desviación de la muestra.

⁵ Es un conjunto de instrucciones o reglas definidas para solucionar un problema, el cual puede estar expresado matemáticamente

Esto no sucede con la tesis de (Reynoso, 2015) donde a través de una prueba de T – Student evalúa si aceptar o rechazar la hipótesis nula indicando un nivel de significancia. Este procedimiento es el más adecuado para la etapa de pruebas en cualquier operación. Y la prueba T–Student es ideal ya que necesita no más de 30 datos y resulta muy viable, señala también “Asimismo los resultados obtenidos de las labores son alentadoras y útiles pues se evidencian que, como producto de nuestro experimento, se ha logrado una diferencia estadísticamente significativa” (Reynoso, 2015).

La ingeniería desarrollada tendrá un alto impacto dependiendo del cumplimiento del mismo por parte del personal de primera línea (trabajadores obreros). Y para ello, es de crucial importancia la gestión en la comunicación a los trabajadores sobre los estándares y el control de su cumplimiento y resultados. Es por eso la importancia de estudiar los antecedentes sobre la gestión de la comunicación empresarial, y así encontrar la correlación a la actividad minera y el caso de estudio en cuestión.

1.2. Gestión de la comunicación empresarial

La comunicación en las organizaciones tiene un grado de importancia dependiendo de la cultura de la empresa. En algunas, comunicación significa colocar anuncios y comunicados para que los trabajadores estén informados. En empresas un poco más maduras existe una estrategia para verificar que la información ha sido recepcionada y asimilada. Esa pequeña puede hacer que una organización sea o no efectiva con sus objetivos económicos.

Existen tipos de comunicación empresarial, pero la estudiada y utilizada en la presente investigación se enmarca en la comunicación interna empresarial, en un enfoque top-down⁶ y bottom-up⁷ ya que la bidireccionalidad de la comunicación enriquece más la retroalimentación del mensaje y así su efectividad.

Del mismo modo, es importante conocer los antecedentes sobre la comunicación interna en la empresa minera, ya que es el rubro en el que se enmarca esta investigación. Y es importante conocer las debilidades que se presentan actualmente en este sector y así identificar oportunidades que se adapten a la gestión de los procesos de perforación y voladura.

6 De arriba para abajo (Tate & Stackpole, 2006, p. 129)

7 De abajo para arriba (Tate & Stackpole, 2006, p. 129)

La importancia y uso de la información dependerá principalmente de su nivel de confianza, ya que, si carece de este, el público objetivo para el cual fue diseñado perderá el interés en hacerle el seguimiento del caso. Por lo tanto, evaluar, analizar y comprender la importancia de la información confiable contribuirá a desarrollar una estrategia de la comunicación más robusta para un sector tan dinámico como lo es el minero.

1.2.1. Comunicación interna empresarial

Para Álvarez (2007). El riesgo de no comunicar oportunamente los cambios en un proceso puede implicar costes muy elevados. La falta de información genera los lamentables rumores carentes de certeza, por lo tanto, la incertidumbre, el descenso de la productividad, la desintegración de la fuerza laboral y la desconfianza hacia el equipo directivo toman protagonismo. En su artículo habla sobre 4 errores gravísimos en la comunicación interna. La primera es desvalorar la comunicación interna llevándola quizá a una simple revista, aceptado por su portada y color, pero alejada de las verdaderas necesidades de sus empleados. El segundo error es seleccionar a la persona menos calificada para generar esta comunicación, con pocas habilidades comunicativas. El tercer error del que nos habla es creer que una revista trimestral sería suficiente para la demanda informativa de los empleados. Finalmente, el cuarto error y muy común es entender el presupuesto de comunicación como un gasto y no una inversión.

Sin duda los 4 errores para Álvarez (2007) aún se presentan en muchas empresas, pero quizá si el artículo hubiese tenido una comparación entre empresas que usan una estrategia diferente, sus resultados hubieran ayudado a entender mejor el valor de la comunicación interna. La comparación es un excelente método para validar una hipótesis.

1.2.2. Comunicación interna de la empresa minera

La comunicación interna para Criollo (2018) genera la posibilidad de crear y mantener vínculos de confianza y un sentido de pertenencia entre el empleador (empresa) y los empleados, consolidando dicha relación. De esta manera es también posible generar la identidad corporativa, lo cual viene a ser un intangible de mucha importancia para garantizar la rentabilidad de cualquier empresa.

La tesis desarrollada por Criollo (2018), demuestra en su contenido que existe una correlación entre la comunicación interna y la identidad corporativa, hallado a partir

de las encuestas tomadas. Pero lo que es más importante de esta investigación es otros conceptos que resaltan como: Dirección del mensaje y canal de comunicación.

La dirección en una empresa minera y quizá en todas, debe iniciar por un enfoque top down, quiere decir desde el gerente general hasta el último colaborador y es más, no llegar a él debería considerarse como inefectivo. Y esto es importante porque el personal obrero tiene en sus manos la tarea de cumplir con lo planificado pero desinformado los resultados son inesperados.

El canal de comunicación generalmente es a través de murales cuyas letras son legibles con mucho esfuerzo, de tal modo, no existe una cultura corporativa por informar y mantenerse informado. Esto se refleja claramente ante el desconocimiento de la política de la empresa y sus valores, que son bien estudiados en procesos de inducción, pero ya dentro de la organización no se mantiene como una práctica. Esto mismo sucede con muchos estándares y procedimientos. Desviaciones que son causales de accidentes y pérdidas de producción.

1.2.3. Importancia de la información confiable

La comunicación transmite información, pero su confiabilidad puede resultar ventajosa o no para los propósitos de la comunicación. En la minería se almacena información, desde poca a abundante (big data). En todas ellas existe la posibilidad de encontrar información irreal, producto de muchas causas, como error humano al ingresar la data, toma de la data en campo, instrumento mal calibrado, etc. No darle importancia a estas causas y sus posibles efectos puede conllevar a escenarios más desfavorables.

Godinez y Segura (2011), concluyen en su investigación, que, para una organización, el hecho de tomar decisiones teniendo como base información errónea, incompleta o que no presenta alguna característica de información confiable, puede provocar costes demasiado elevados en el proceso productivo. En su investigación mencionan también sobre la importancia del almacenamiento de la data, y esto debido a que de no utilizar una base estándar la información se puede perder o hasta alterar. La presente investigación nos señala de la importancia de que la información debe ser accesible, completa, segura, oportuna

y verificable. Sin estas características hablaríamos de datos que no transmiten información.

La gestión de la perforación y voladura como el de la comunicación interna, no pueden estar aislados, si se pretender garantizar la obtención de los objetivos. Por lo tanto, deben estas desarrollarse a través de un sistema de gestión de calidad que enlace estas anteriores bajo un único orden consecuente.

1.3. Sistema de gestión de calidad

El problema del incumplimiento de los programas de producción, como preparación y desarrollo, se debe en gran medida a la falta de calidad en los resultados de las voladuras, principalmente por la inherente externalidad que generan en los procesos pos voladura. Quiere decir, que los efectos de una mala voladura se convierten en las causas del incumplimiento de los programas elaborados. Por otro lado, tenemos la gestión deficiente en la comunicación que no permite transmitir del valor que representa cada actividad minera dentro del ciclo y mientras eso continúe, la calidad es un valor que solo se puede desear.

Lo más importante aún, luego de desarrollar de manera exitosa los diseños de voladura y la gestión en la comunicación, es encontrar la manera de conectar ambas en un solo modelo de gestión, a fin de que los actores puedan desarrollar sus estrategias y planes, considerando a ambas como elementos intensamente relacionados. A este modelo de gestión en particular se le conoce como sistema de gestión de calidad. Ya que la calidad en los resultados de las voladuras tendrá el mismo efecto respecto a la calidad del servicio hacia el cliente.

Un sistema de gestión de calidad impulsa al desarrollo ordenado de las gestiones mencionadas en los apartados 2.1 y 2.2. Para ello, se hace una revisión a la literatura sobre los efectos de la gestión de la calidad en los resultados de la empresa, el que sin duda a su vez tendrá impacto desde la perspectiva del marketing y management.

1.3.1. Efectos de la gestión de la calidad en los resultados de la empresa

La gestión de la calidad orientada a los servicios no está tan desarrollada y/o estudiada como es el caso de la industria manufacturera. Las operaciones que desarrolla la empresa IESA en la mina El Porvenir, son justamente de servicio, porque el entregable contractual que tienen con su cliente es la labor excavada

con los criterios de calidad que especifican dicho contrato.

Serrano, López y García (2007) en su artículo, plantea que, aquellas empresas que interiorizan los objetivos hacia la satisfacción del cliente incrementarán su volumen de ventas al usar la gestión en la calidad y así generar una ventaja en su mercado, por otro lado, también pueden optimizar los costos de operación y este concepto es clave para el sector minero, ya que es un sector tomador de precios y reducir los costos se convierte en la opción más fuerte para la gestión. Así mismo encuentra que existe una correlación positiva entre la aplicación de la gestión de la calidad y los resultados de la empresa, sin embargo, no son concluyentes, ya que encuentre como efectos más relevantes a otras dimensiones, como: “Compromiso por parte de la alta dirección”, “Orientación hacia los clientes” y “La gestión de personas”.

Existen argumentos positivos que señalan a la gestión en la calidad como responsable de la generación de nuevas tendencias, como la innovación. Así lo menciona García (2013) al indicar que, aquellas empresas que realizan la gestión en la calidad crean entornos con alta potencialidad para la innovación, porque la gestión de la calidad utiliza prácticas, como el liderazgo que facilitan la generación de la innovación. Es coherente entonces cuando señala que, el liderazgo y la planificación de la calidad, provocan entornos bastante probables para la innovación y se presentan como elementos facilitadores de la innovación.

1.3.2. La calidad en el servicio bajo la perspectiva del marketing

El marketing no es una estrategia secundaria en el desarrollo comercial de las empresas, hoy en día quizá sea el pilar, por la basta cantidad de canales a través de las cuales es posible transmitir una imagen institucional al público objetivo. Para Duque (2005) la percepción del cliente está influenciado por el resultado del servicio prestado, pero está también la forma en que recibe el servicio y la imagen corporativa durante el desarrollo del mismo. En base a ello, la satisfacción del cliente se manifiesta al poder percibir la diferencia entre el servicio prestado y el servicio esperado.

La calidad se encuentra fuertemente ligada a la satisfacción del cliente, de hecho, se podría decir que su naturaleza radica en satisfacer al cliente. Así, lo establece también las ISO que son fuertemente requeridos por las empresas para ser homologados como empresas de calidad. García y De Castro (2002) considera

que, para alcanzar la satisfacción del cliente, este debe convertirse en un objetivo para toda la organización, quiere decir compartido por todo el personal, pero esto será solo posible si se implementa una cultura de servicio, es decir, una cultura propia de la empresa en la que se dé una valoración al buen servicio tanto al cliente interno como externo. Y por buen servicio tiene que entender por cumplir con las especificaciones que el cliente requiere.

El cliente interno es sumamente importante porque, en el ciclo de minado, cada operación unitaria representa a un cliente interno, que espera encontrar una zona de trabajo con determinadas especificaciones. En el caso del cliente externo es mucho más claro ya que las especificaciones están textualmente detalladas en el contrato.

Por lo tanto, la gestión en la calidad al alcanzar la satisfacción del cliente también desarrolla marketing, porque está transmitiendo una filosofía de trabajo, una cultura organizacional enfocada en la calidad.

1.3.3. La calidad en el servicio bajo la perspectiva del management

El liderazgo es la brújula para toda organización, sea pública o privada, sin ella nos encontramos en un contexto caótico ya que no existe una visión clara sobre el plan trazado por la organización. La importancia del liderazgo para Serrano, López y García (2007) dentro de un programa de calidad total no se basa únicamente en la relación entre la satisfacción de los clientes (efecto) y la mejora continua (causa), sino también en el rol del líder para mantener y generar dicha relación. Otro punto a destacar es el periodo que le puede tomar a una gestión de calidad tener efecto real en el flujo de caja. Lo cual depende de la dimensión y alcance de la operación a tratar. Un valor referencial que nos indica es que, una empresa pueda visualizar los resultados exitosos por la implementación de un plan de calidad a partir del tercer año. Este indicador es importante, porque muchas de las empresas mineras cuando se les propone proyectos de mejora continua orientados a la calidad, esperan ver resultados a corto plazo, y como estos no se dan según lo esperado, la insatisfacción que produce genera desconfianza para los próximos proyectos que surgirán. Pero esto no es responsabilidad de la persona que se planteó esta expectativa, es responsabilidad del autor del proyecto al no sincerar los tiempos de ejecución y logro de objetivos.

2. Marco teórico

El estado de arte permite conocer las investigaciones directas e indirectas que se hicieron respecto a la problemática en cuestión, y tomar las principales ideas tanto a favor como desde un punto crítico. Estas han demostrado que no ha habido investigaciones que enlacen los conceptos listados anteriormente, lo que a su vez manifiesta un desconocimiento o falta de percepción acerca del impacto que podrían tener de trabajar sobre ellas como parte de un sistema de gestión.

El marco teórico originado a partir de esta recopilación del estado del arte y la crítica elaborada se refuerza con bases teóricas importantes en el ámbito de la Estadística, Voladura de Rocas y Comunicación Empresarial.

2.1. Estadística Inferencial.

Se conoce como Estadística Inferencial a la rama de la Estadística encargada de realizar deducciones, quiere decir, inferir comportamientos, conclusiones y tendencias, a partir de una muestra tomada. Así mismo, la Estadística Inferencial usa mecanismos para realizar deducciones, tales como pruebas de hipótesis, intervalos de confianza, análisis de correlación y regresión.

Por lo tanto, la Estadística Inferencial es muy útil en el análisis de poblaciones y tendencias. Sin embargo, esto no quiere decir que la predicción sea certera, pero sí ofrece una aproximación al resultado final. Pero no cabe duda que es la manera más económica y precisa que se pueda inferir, ya que cuando se trata de poblaciones grandes, pretender demostrar una hipótesis comparando poblaciones resulta costosa y larga, pudiendo obtener otros resultados a los esperados. Así lo señala Gonzales (2007) al mencionar que normalmente los investigadores trabajan con muestras, grupos a los que se tiene acceso y se pueda medir alguna característica, ya que medir la población resulta inasequible en la mayoría de los casos, es por eso que gracias a las muestras se puede generalizar las conclusiones a las poblaciones que pertenecen dichas muestras.

2.1.1. Muestra

Los especialistas en Estadística recopilan datos a partir de una muestra y emplean esta información para hacer inferencias acerca de la población que representa esa muestra. De esta manera, como lo señala Levin & Rubin (2004) una población se observa como un todo, mientras que la muestra como una fracción o segmento de

ese todo.

Una propiedad imperativa en la muestra, es la representatividad. “Una muestra representativa contiene las características relevantes de la población en las mismas proporciones en que están incluidas en tal población” (Levin & Rubin, 2004, p. 10). Esas mismas proporciones hacen referencia a la aleatoriedad de la muestra, en la cual cada dato haya tenido la misma oportunidad de ser elegido.

De esta manera, se determina que el estudio de una muestra es más sencillo en comparación al de una población, cuesta menos y requiere de menor tiempo.

2.1.2. Potencia de la Muestra

La muestra representativa en algunos casos, no se halla sino hasta después de ejecutarse las pruebas, esto quiere decir que depende de la variación natural de los resultados (desviación estándar) para determinar si la cantidad es o no representativa. Para ello se toma como indicador el error β o de muestreo. Como describe Manterola & Pineda (2008), el error tipo β indica un “falso negativo”, quiere decir, el aceptar la H_0 (Hipótesis Nula) cuando es falsa, dicho de otro modo, creer que existe una relación estadística cuando realmente no la hay. Es por eso la importancia de medir este error durante el desarrollo de las pruebas, ya que su cantidad dependerá de la variación natural que la caracteriza.

La potencia de la muestra está representada por:

$$P = 1 - \beta$$

En muchos softwares estadísticos, lo que se halla es la Potencia de la muestra. Ese es el caso de Minitab, software que es usado para la presente investigación. El valor aceptable de la Potencia de la muestra depende del nivel de riesgo que asume el dueño del proceso, pero se tiene como benchmarking que una Potencia buena es mayor o igual a 0.9 (90%).

2.1.3. Prueba de Hipótesis

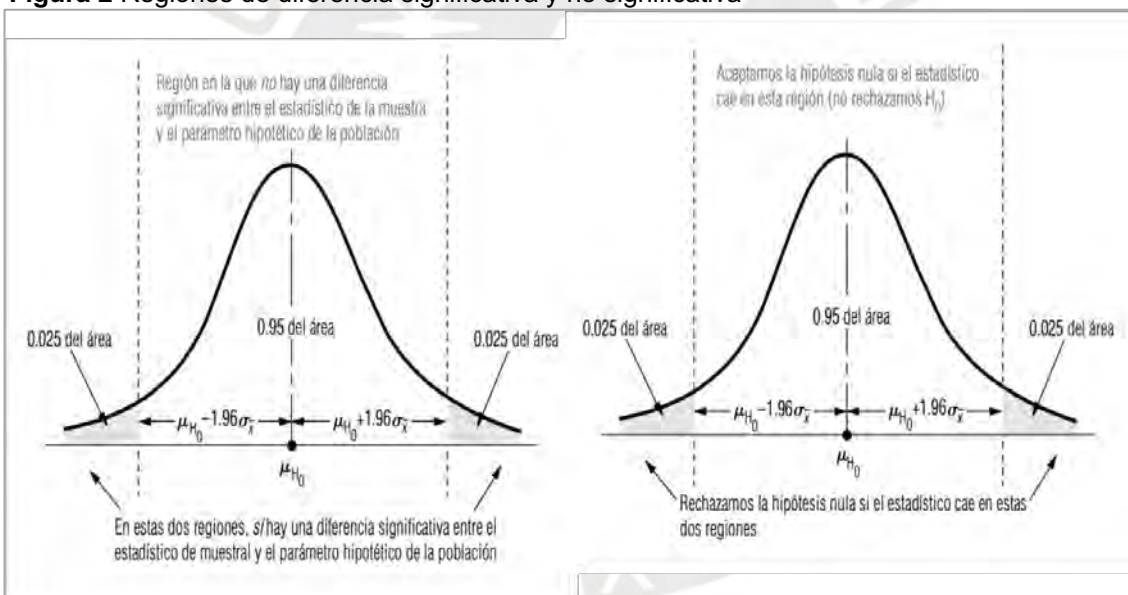
La prueba de hipótesis inicia con una suposición, llamada hipótesis, que se hace acerca de un parámetro poblacional. La prueba de hipótesis evalúa la probabilidad relacionada a la hipótesis nula (H_0) de que no existe efecto o diferencia. Entonces, el valor “p” o conocido también como “P-Value”, representa la probabilidad de rechazar la H_0 siendo esta, verdadera. Es decir, la H_0 manifiesta que no existe

diferencia o cambio y rechazar esa hipótesis tiene un nivel de error denotado por el “P-Value”.

El propósito de la prueba de hipótesis definido por Levin & Rubin, 2004 (2004) no busca cuestionar el valor calculado del estadístico de la muestra, sino, más bien hacer una conclusión respecto a la diferencia entre dicho estadístico y un parámetro poblacional. El nivel de significancia en la prueba de hipótesis indica la cantidad de veces por cada 100 muestras que la diferencia entre el estadístico y el parámetro poblacional es muy grande. A este nivel de significancia se le conoce como “ α ”. Entonces, si deseamos obtener un nivel de significancia del 95%, quiere decir que esperamos como máximo un error del 5% en la diferencia del estadístico y parámetro muestral.

En la figura 2 se observa las regiones de diferencia significativa y de diferencia no significativa para el nivel de confianza del 95%.

Figura 2 Regiones de diferencia significativa y no significativa



Fuente: (Levin & Rubin, 2004, pp. 325,326)

2.1.4. Intervalos de Confianza

“El intervalo de confianza describe la variabilidad entre la media obtenida en un estudio y la medida real de la población (el valor real)” (Candia B. & Caiozzi A., 2005, p. 1). Para analizar si existe o no una diferencia estadísticamente significativa se deben observar los extremos de los intervalos de confianza, si estos no se interceptan en ninguno de sus extremos, quiere decir que las medias poblaciones serán estadísticamente distintas.

“En la estadística, la probabilidad que asociamos con una estimación de intervalo es conocida como “nivel de significancia (NC)” (Alcalá Octaviano, 2009, pág. 33). Esta probabilidad señala qué tanta confianza hay de que la estimación de intervalo incluya el parámetro poblacional estudiado. Se podría creer que lo mejor es utilizar niveles de confianza altos, para evitar así errores, sin embargo, en la práctica altos niveles de confianza generan intervalos de confianza grandes, y de esta manera los que se tiene son estimaciones muy imprecisas. Como regla general se toma 95% de nivel de confianza, pero nuevamente se reitera que depende del nivel de riesgo asumido por la organización.

Es importante mencionar, que, para elaborar los intervalos de confianza, se requiere utilizar un tipo de distribución de los datos, siendo la distribución t-student la más apropiada ya que se ajusta muchas veces al hecho que no necesita un tamaño de muestra grande ni se conoce la desviación estándar de la población. Incluso, como lo manifiesta Levin & Rubin (2004) al utilizar la distribución t – student, se tiene como supuesto que la distribución de la población es normal.

2.2. Voladura de Rocas

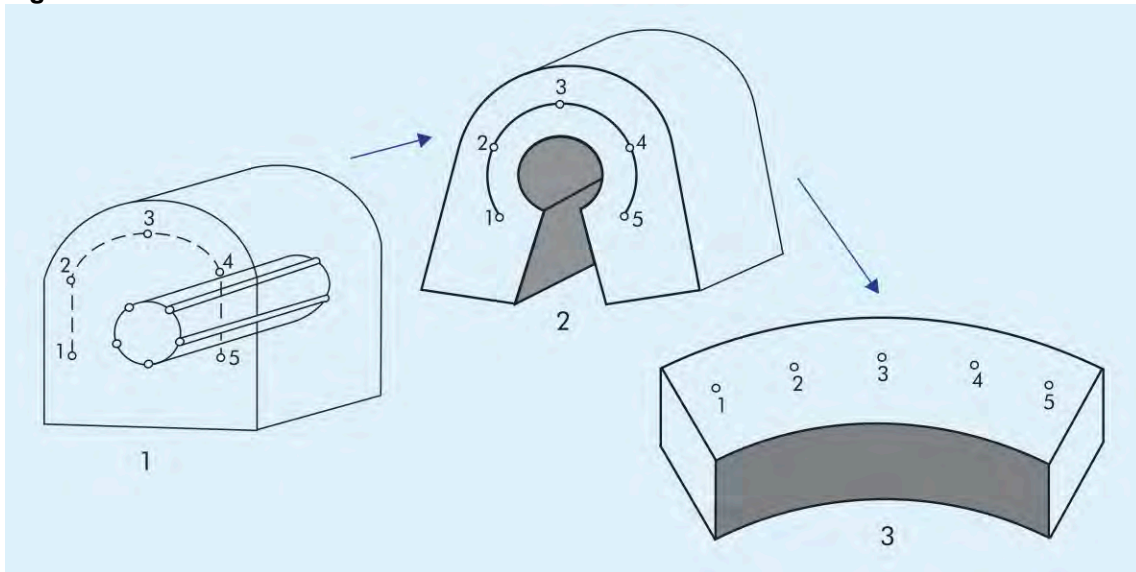
La voladura de rocas es una técnica que se usa para la extracción de roca en terrenos, en donde los medios mecánicos no resultan rentables. Esta técnica inicia con la perforación sobre la roca, generando un hueco cilíndrico, llamado “taladro”, en ellas posteriormente se colocan explosivos para su detonación.

El principio de la voladura en labores subterráneas tanto como obras civiles o mineras radica en una cavidad inicial, denominada “corte, cule o arranque”. Su objetivo es actuar como una cara libre para generar producto de la detonación de taladros adyacentes una segunda cara libre y así hasta desplazar todo el material inmerso dentro de la malla de perforación.

Por consiguiente, el arranque representa el punto de partida del proceso de voladura en obras subterráneas, su adecuado diseño repercutirá en la calidad del resultado, es decir que la calidad de una voladura inicia con la calidad del diseño. EXSA (2019) como una de las principales empresas proveedoras de explosivos en el Perú resalta su importancia al señalar que la profundidad del arranque deberá ser igual al avance que se pretende lograr. La figura 3 es una representación del banco anular a fragmentar posterior al arranque. Todo ese

volumen de roca tendrá comportamientos distintos, dependiendo de la geometría del diseño y la dosificación energética del explosivo que se empleará.

Figura 3 Banco Anular en Voladura Subterránea



Fuente: (EXSA, 2019, p. 195).

Acorde a lo indicado en el párrafo anterior, una de las propiedades en el empleo de los explosivos es la energía que contiene. Para ello, es importante conocer la composición de los tipos de explosivo que hay en el mercado, ya que al tener distintos componentes su tratamiento es especial. Darle el mismo tratamiento o mala manipulación puede afectar la energía útil del explosivo. En base a esas consideraciones se tienen que mencionar tópicos importantes de la voladura de rocas como: Composición de los explosivos, Cebo, Sensibilidad y Energía Específica.

2.2.1. Composición de los explosivos.

Los explosivos empleados en la industria minera son los explosivos de uso civil. Existen tipos de explosivos que por sus propiedades y atributos difieren en sus precios. Por lo tanto, son los explosivos los que se acondicionan a la situación del proyecto a emplear el explosivo y no al revés. Así mismo, no basta con hacer la selección por un enfoque de precios sino propiedades que sus componentes lo generan. En base a lo indicado se observa en la siguiente tabla la composición de los explosivos comerciales y señalando aquellos que se usan en el caso de estudio.

Tabla 1 Componentes principales de Explosivos Comerciales

TIPO	OXIDANTES	COMBUSTIBLES	SENSIBILIZADOR	EN MINA PORVENIR
DINAMITAS	<u>Sólidos</u> Nitrato de amonio y otras sales	<u>Sólidos</u> Materiales absorbentes, pulpa de madera, celulosa	<u>Líquido</u> Nitroglicerina y nitroglicol	
ANFO	<u>Sólidos</u> Nitrato de amonio granulado	<u>Sólido/líquido</u> Petróleo diesel, carbón y otros aceites	<u>Aire</u> Poros con aire en los prills de nitrato de amonio. Poros vacíos con aire	Como Columna de Carga
HIDROGELES SLURRY (dispersión de aceite en agua)	<u>Sólido/líquido</u> Nitrato de amonio, nitrato de sodio y otras sales (soluciones salinas)	<u>Sólido/líquido</u> Petrólero, aluminio, espesadores y gomas	<u>Sólido/líquido</u> Nitrato de monomental amina, mononitrato de etileno glicol, Aluminio en polvo y otros gasificantes	
EMULSIONES (dispersión de agua en aceite)	<u>Líquido</u> Soluciones de Nitrato de amonio, Sodio y/o Calcio Aluminio.	<u>Líquido/sólido</u> Petróleo, aceites, emulsificantes, parafinas	<u>Gasificantes</u> Aire contenido en microesferas de vidrio y gasificado químico	Como Carga de Fondo ó Cebo (Iniciador)

Nota: La diferencia principal radica en el elemento sensibilizador, sin estas el proceso de detonación no inicia.

Fuente: (EXSA, 2019, p. 25).

Elaboración: Propia

La tabla 1 muestra una diferencia en el elemento sensibilizador entre cada tipo de explosivo. Para las emulsiones contar con las micro esferas de vidrio, mantiene una mayor resistencia a golpes producto de la manipulación, caso contrario solo en el proceso de carguío se estaría reduciendo su energía útil. Esta alta resistencia a la compresión tiene limitaciones, su máxima resistencia de presión está en 250 Psi lo que equivale a 1.8 Mpa, según lo señalado por la ficha técnica de 3M. La detonación de los explosivos supera ampliamente este umbral. Por lo tanto, la técnica para no dañar estas micro esferas radica en el burden que se asigna en el diseño y el secuenciamiento (timing) entre cada taladro.

También se tiene que saber que los ANFOs no son sensibles a un detonador, estos requieren de un cebo. El cebo es un explosivo encartuchado, que puede ser una dinamita o una emulsión y que en ella se introduce un detonador. En el caso de las emulsiones el detonador genera una onda de calor que genera una presión adiabática sobre la masa explosiva, y es allí donde las micro esferas vacías empiezan a reventar velozmente generando la teoría de puntos calientes y es así como se da inicio a la detonación.

Bajo la premisa señalada, se define que la energía útil del ANFO o grado de aprovechamiento de la energía del explosivo puede bajar aún más si es que el cebo utilizado no posee la energía necesaria para iniciar la detonación de la columna de carga (ANO). La siguiente tabla indica los grados de aprovechamiento por tipo de explosivo.

Tabla 2 Grado de Aprovechamiento de la Energía de diversos Explosivos.

EXPLOSIVO	GRADO	RIESGOS EN LA MANIPULACIÓN
Explosivos moleculares (Nitroglicerina, pentrita, TNT y otros)	95 a 100%	
Emulsiones	90 a 95%	Insensibilización por pérdida de micro esferas
Quantex MEQ	75 a 90%	
ANFOs pesados bombeables (sobre 60% emulsión)	75 a 90%	
ANFOs pesados vaciables (bajo 50 ó 60% emulsión)	65 a 85%	
Hidrogeles	55 a 70%	
ANFO	60 a 80%	Menor grado por mal iniciador (mal cebo)
SANFO	50 a 70%	

Nota: La diferencia en el grado de aprovechamiento se debe a la naturaleza de su composición, sin embargo, un mal uso puede diluir aún mas dicho valor en condiciones de terreno.

Fuente: (EXSA, 2019, p. 25).

Elaboración: Propia

Como bien se ha descrito, el elemento sensibilizador es clave para iniciar el proceso de detonación, es por eso que resulta importante conocer las causas específicas de la desensibilización.

2.2.2. Desensibilización

Resulta importante señalar que en muchos explosivos industriales sucede que la sensibilidad pueda disminuir al incrementar la densidad por encima del valor predeterminado en la ficha técnica. La desensibilización como lo indica EXSA (2019) puede ser generada por:

- Presiones hidrostáticas, que generalmente se dan en taladros profundos.
- Presiones dinámicas, que se dan en tres casos en los taladros de voladura que se describirán a continuación.

2.2.2.1. Desensibilización por cordón detonante iniciador.

Considerando el diámetro de la carga, los cordones detonantes de menor gramaje no logran iniciar adecuadamente a los hidrogeles ni a las emulsiones, en el peor de los casos pueda llegar a desensibilizarlos. En ese contexto, un cordón con insuficiente pentrita iniciará solo una parte de la columna explosiva, o en el mejor de los casos creará un régimen de detonación débil.

2.2.2.2. Desensibilización por efecto canal.

Cuando la diferencia entre el diámetro del explosivo encartuchado y el taladro es grande, la detonación de la carga avanza con un flujo de gases sobrecalentados, que se expanden velozmente por ese diámetro anular vacío, comprimiendo ese aire y a su vez este al explosivo, generando un súbito incremento de la densidad, lo cual genera la no detonación.

2.2.2.3. Desensibilización por presión.

Esto es provocado por cargas adyacentes, que pueden ocurrir por distintos motivos en taladros relativamente próximos. Por ejemplo, a través de las grietas que existen en el macizo rocoso, se infiltran los gases de los explosivos. También por compresión al realizar el empuje de la carga o lo que se conoce como atacado. Del mismo modo, cuando existe deformación en los taladros (rocas elásticas) la onda de choque de estas puede dañar a los taladros adyacentes. Y finalmente por las ondas de choque de otras cargas que detonan fracciones de segundos antes.

2.2.3. Presión de Taladro

Es la fuerza de empuje que generan los gases de la voladura sobre las paredes del taladro. Se puede expresar en kg/cm^2 , en kilo bares (kbar) o en mega pascales (Mpa).

La presión en mención dependerá de la densidad del explosivo, la velocidad de detonación (VOD), pero también del grado de desacoplamiento entre el diámetro del cartucho y del taladro, debido a que ese volumen vacío en el taladro reducirá la presión de taladro. Así lo ejemplifica Rijalba (2019) al señalar un explosivo con densidad de 1.25 g/cm^3 donde en un taladro lleno al 100% alcanza 3,500 Mpa

como presión de taladro, en cambio al 90% llega aproximadamente a 2.600 Mpa y al llenarse solo el 80% reducirá hasta cerca de 1,900 Mpa. De esta manera queda claro que la presión de taladro dependerá del confinamiento del explosivo. La ecuación de presión de taladro, planteado por Scherpenisse (2015) está dada por:

$$P_b = 110 * f^n * \delta_{exp} * VOD^2$$

Donde f representa la razón de desacoplamiento, que está definida como la relación entre el volumen del explosivo y el volumen del taladro. Así mismo, el exponente n se estima para taladros secos en 1.25 y 0.9 para taladros con agua. Entonces, el grado de desacoplamiento está denotado de la siguiente manera:

$$f = \frac{D_e^2}{D_h^2} * \frac{L}{H}$$

Donde D_e = Diámetro del explosivo, D_h = diámetro del taladro, H = Longitud de taladro y L = Longitud de la columna explosiva.

2.2.4. Malla de Perforación y Voladura

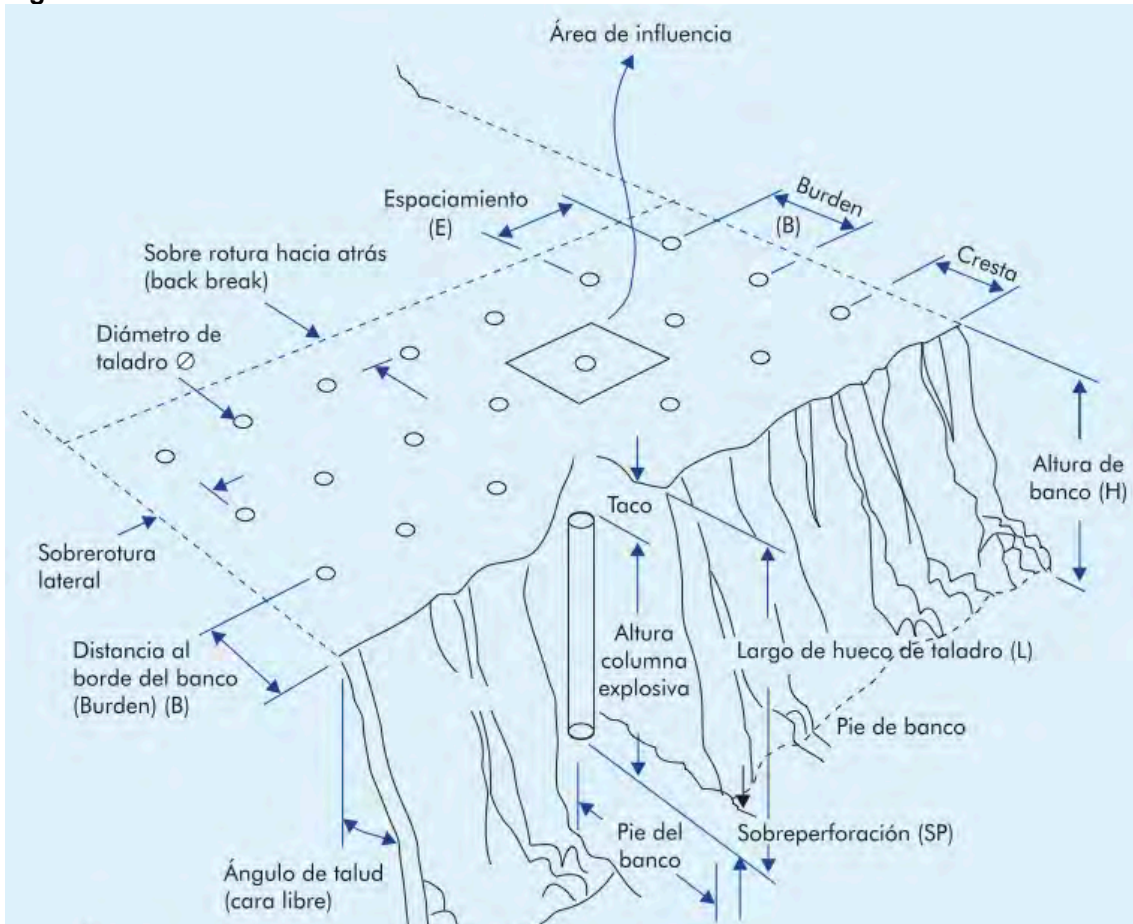
Las mallas son propiamente diseños o planos, en los cuales se precisa los parámetros a cumplir en su ejecución. Es necesario saber que existen 2 tipos de variables que intervienen en los diseños, las controlables y no controlables. Las variables no controlables vienen a ser las propiedades de las rocas y macizos rocosos que se presentan. Si bien estos no se pueden controlar, deben ser conocidos, el resultado de buenas voladuras depende en gran medida de la identificación y conocimiento de las características sobre el material a trabajar.

Las variables controlables se clasifican en:

- Geométricas (diámetro, longitud de carga, burden, espaciamiento y otras),
- Físicas-químicas del explosivo (potencia, energía, cebo, etc).

La figura 4 representa una voladura superficial, donde se aprecian las variables geométricas anteriormente mencionadas.

Figura 4 Nomenclatura de Voladura de Banco



Nota: Las variables con mayor flexibilidad a cambios a corto plazo son el burden y espaciamiento ya que todos los demás dependen mucho de los insumos que se utilizan, como el caso de los aceros de perforación (diámetro).
Fuente: (EXSA, 2019, p. 176).

El burden y espaciamiento también existe en las mallas para voladura subterránea que es el caso de la presente investigación. En tal sentido, es necesario conocer las bases teóricas al respecto.

2.2.4.1. Burden y Espaciamiento

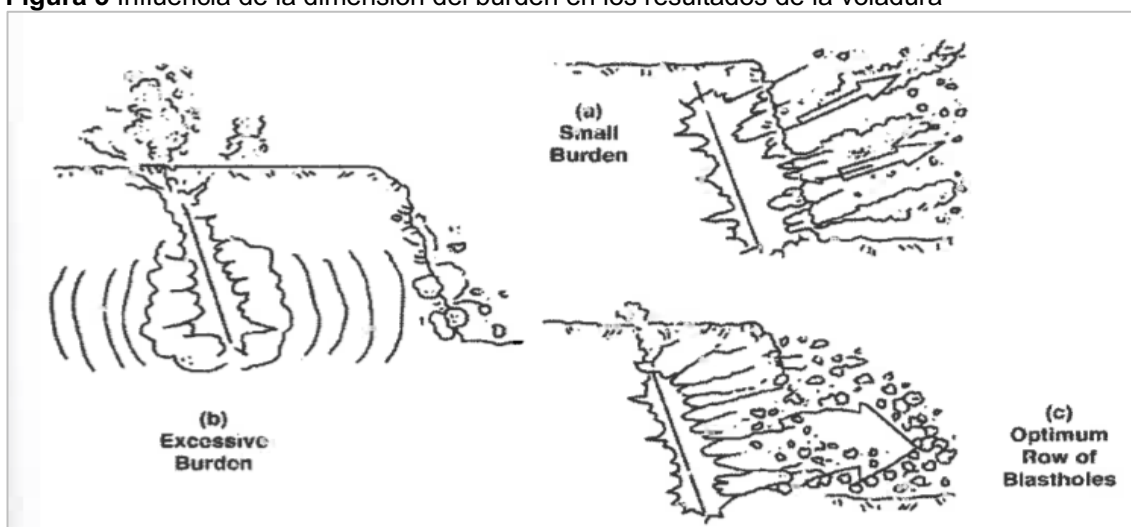
“El burden B es la distancia mínima desde el eje de un taladro al frente libre y el espaciamiento S es la distancia entre taladros de una misma fila” (López Jimeno, 2019, p. 234). En el caso de la voladura subterránea se puede definir también al burden como la distancia que existe entre el taladro cargado y la cara libre.

Estas variables dependen del diámetro de perforación, propiedades de las rocas y de los explosivos. En relación al burden, es importante que su valor sea el adecuado, ya que, si el burden es excesivo, solo se generará un quebramiento o deformación con características plásticas en el arranque, dando un avance menor, como lo señala la empresa fabricante de

explosivos ENAEX (2012). Es decir, parte de la energía desprendida por el explosivo se convierte en energía sísmica al encontrar mayor medio por donde pueda viajar la onda.

Cuando el burden es reducido, los gases se expanden a altas velocidades hacia la cara libre, los fragmentos de roca son expulsados descontroladamente (Fly rocks) y provocan también mayor ruido. La figura 5 ilustra los efectos en distintos niveles de burden.

Figura 5 Influencia de la dimensión del burden en los resultados de la voladura

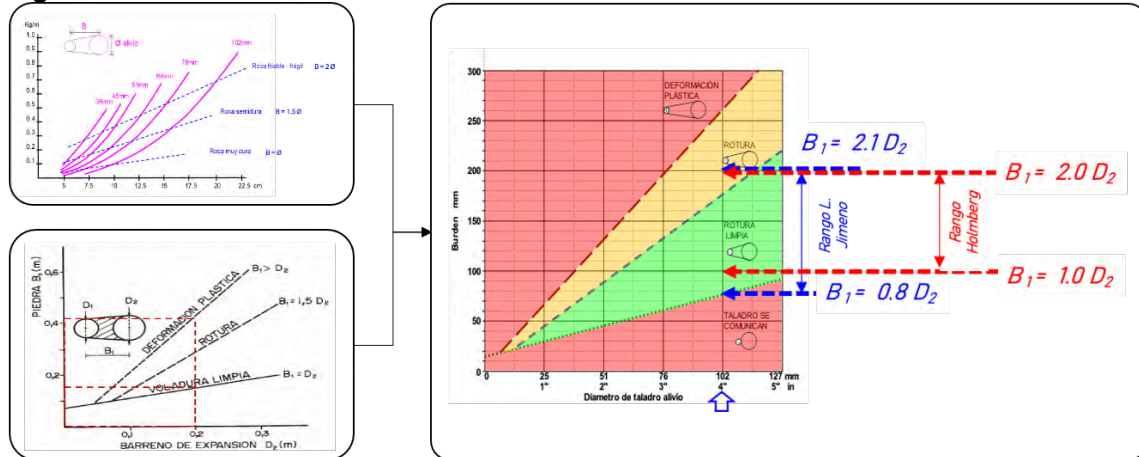


Fuente: (López Jimeno, 2019, p. 235)

El cálculo del espaciamiento está en función del burden, tiempo de retardo entre taladros y de la secuencia de salida. Espaciamientos muy pequeños producen exceso de trituración, mientras que dimensiones excesivas generan una fracturación débil, pudiendo dejar problemas en el toe en el caso de voladuras superficiales o tiros anillados en el caso de voladuras subterráneas. Estos efectos lo único que generan son pérdidas en el proceso productivo e incrementan el costo de producción, ya que no agregan valor

A continuación, en la figura 6 se presenta los modelos para determinar el burden en función del diámetro equivalente y la dureza de la roca. Esta es la base técnica tomada para el rediseño de las mallas de perforación en la presente investigación, dicha base técnica es el principal diferencial frente al tradicional que se desconoce la fuente técnica que se tomó en vista que carece de acotaciones en el burden y espaciamiento.

Figura 6 Influencia de la dimensión del burden en los resultados de la voladura



Nota: La parte derecha de la figura es una compilación de los modelos de la parte izquierda. Esta compilación está en base al diámetro de alivio usado en la mina El Porvenir (102 mm).

Fuente: (López Jimeno, 2019, pp. 293, 294)

Elaboración: Propia

2.3. Geomecánica de Rocas

El macizo rocoso es el conjunto conformado por una matriz rocosa y por discontinuidades que posee. “Los macizos rocosos son por tanto discontinuos y pueden presentar propiedades heterogéneas y/o anisotrópicas” (Ramirez Oyanguren & Alejano Monge, 2004, pág. 1). Es por ello, que la clasificación y descripción física y mecánica es de gran importancia, ya que, en las obras, específicamente los túneles y obras de minería subterránea, para conocer el efecto de las voladuras sobre el macizo rocosos es necesario utilizar una serie de estudios y pruebas con el fin de conocer las características del material sobre el cual se tiene planeado construir dicha obra.

Por lo tanto, como indica Suarez, Valencia, Ordoñez, Navarro & Hidalgo (2009) predecir el comportamiento mecánico del macizo rocoso termina siendo una herramienta de alto valor que demanda la participación de miembros con la suficiente experiencia técnica para administrar los riesgos vinculados al proceso de excavación de obras subterráneas.

Una propiedad bastante usada para los fines descritos en el párrafo anterior es el módulo de Young.

2.3.1. Módulo de Young

El módulo de Young es un parámetro que caracteriza el comportamiento de un material e identificar su nivel de elasticidad, según la dirección en la que se aplica una determinada fuerza.

“Para un material elástico lineal isótropo, el módulo de Young tiene el mismo valor para una tracción que para una compresión siendo una constante independiente del esfuerzo siempre que no exceda de un valor máximo denominado límite elástico, y es siempre mayor que cero: si se flexiona una viga, aumenta la deformación” (Ortíz Domínguez & Cruz Avilés, 2022, pág. 52)

Tanto el módulo de Young como el límite elástico son distintos para los diversos materiales (tipos de roca), es decir, vienen a ser una particularidad de su condición geológica. El valor del módulo de elasticidad no siempre se tiene a disposición de ensayos de laboratorio sofisticados, pero como lo señala Sánchez (2013), el Módulo de Young es finalmente una constante elástica, y por ello, puede hallarse empíricamente a través de ensayos de tracción del material en laboratorio, así como también, puede ser hallado el límite elástico.

Por lo tanto, para Servosis (2020), el módulo de Young, también conocido como módulo de elasticidad, es un parámetro técnico que ilustra cuantitativamente el comportamiento de un material elástico en relación al tipo de fuerza que se le aplique y que, como efecto de esta acción mecánica, determinar si hubo aumento o disminución de la longitud del material estudiado. La fórmula que expresa esta propiedad es la siguiente:

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

Siendo:

E = Módulo de Young, en pascal.

σ = Tensión uniaxial o fuerza uniaxial por superficie de unidad, en pascal.

ε = Coeficiente de deformación

2.4. Comunicación Interna en la Empresa

El término gestión encierra los procesos de: Planificar, ejecutar y controlar. La gestión de la comunicación interna no puede ser ajeno a ello. En la etapa de planificación dependiendo de la infraestructura de la unidad minera, se debe identificar el canal por el cual se transmitirá el mensaje, el cual debe ser de acceso

simple y libre. Es importante también dimensionar el tamaño del mensaje y la frecuencia, para no caer en el error de convertirse en una notificación trivial. Igual de importante es el responsable de dar seguimiento a la eficacia de la comunicación que se viene ejecutando y mejorar las debilidades que se identifiquen durante el control.

La asertiva posibilita que nos comuniquemos de forma clara, concisa, rápida, concreta y contundente con el interlocutor, de tal forma que el mensaje sea interpretado de la manera en que se quiere transmitir, es decir, con escaso o ningún tipo de distorsión. (Rodríguez, 2015, p. 52).

La interpretación que le puede dar el personal obrero a un mensaje, depende del lenguaje con el cual fue narrado, y esta a su vez genera el futuro interés para los próximos comunicados. Por lo ya descrito, se reitera de la importancia de la planificación para desarrollar la comunicación en sí.

Resulta bastante común ubicar la gestión de la comunicación interna dentro del área de Recursos Humanos, no obstante, existen otras áreas que también deben realizar dicha gestión, en vista que existen mensajes con contenido específico que debe transmitirse, los cuales deben ser coherentes y transmitirse de forma coordinada.

El antiguo modelo de gestión basado en la publicidad, hoy no es suficiente, es decir, contratar una agencia de publicidad, aprobar su presupuesto y limitarse a esperar resultados no tendrá la efectividad deseada sobre el público objetivo. El éxito de la Comunicación Interna depende muchísimo de la actitud y compromiso de la alta dirección, de ese compromiso real para que el público objetivo (trabajadores) conozcan y entiendan los objetivos de la compañía, de esta manera al conocerla se genera el sentido de pertenencia hacia la empresa por el involucramiento que se propaga con la comunicación (transparencia). Así también lo menciona Berceruelo (2014) al describir la importancia como clave de éxito en la comunicación, el hecho de contar con un equipo de profesionales cualificados de la comunicación y sobre todo un directivo que participa en el desarrollo y cree en el.

El párrafo anterior resalta la importancia de la actitud y participación del equipo directivo, que en síntesis se entiende como el rol del liderazgo, concepto que se verá a continuación.

2.4.1. Liderazgo

El cambio en el modelo de gestión de la comunicación es de por sí un proceso de innovación. Por lo tanto, este término, no debe estar acuñado solo a lo que esté ligado a la tecnología, sino más bien al cambio ejercido sobre un procedimiento a fin de mejorar el resultado. Por ejemplo, el acto de cambiar mallas de perforación se encuentra dentro de la dimensión de la innovación, pero este proceso si bien es cierto puede iniciar sin problema, durante la implementación en campo se manifiesta la debilidad, reflejándose en un incumplimiento de estándar en campo, debido principalmente a la falta del liderazgo. Steve Jobs, considerado como uno de los genios en innovación de la historia decía: “La innovación distingue a un líder de un seguidor” (Gallo, 2010).

El rol del líder está en dar soporte al proyecto de innovación (Malla de perforación) a través de la comunicación directa y asertiva, a todos los niveles de la organización. Rosales, Gómez, Vergara y Pimentel (2015) señalan el propósito del liderazgo en el establecimiento de la unidad de propósito y la orientación de la organización. También mencionan sobre el deber del líder de crear y sostener un ambiente interno, en donde el personal pueda involucrarse en la obtención de los objetivos de la organización que pertenece.

El liderazgo no surge solo en ánimos de generar un ambiente cálido de trabajo, sino que, a través de este, la productividad tome protagonismo. Esto sucede cuando la fuerza laboral puede ofrecer lo mejor de sí en condiciones, que el líder las proporcione, pero las condiciones no se limitan solo a ser tangibles, sino a aquellas como la comunicación, donde la información pueda ofrecer al trabajador mejor guía humana y técnica para mejorar su productividad, es decir, el desconocimiento de información de aspectos técnicos sobre su proceso, por ausencia o débil participación del líder en la gestión de la comunicación, no proporciona un ambiente adecuado para el mejor desempeño de los trabajadores. Lo señalado concuerda con Gómez (2007) quien encuentra la relación del liderazgo y la productividad al conectar el efecto de las condiciones adecuadas dadas por el líder en el desenvolvimiento de los miembros de la organización y así a su vez, aumenten sus niveles de producción.

En consecuencia, el líder lo que hace es generar un ambiente donde el trabajador se sienta a gusto para alcanzar su mejor desempeño y también un orgullo de pertenencia.

2.4.2. Orgullo de Pertenencia

Uno de los grandes problemas por los que atraviesan las empresas es la rotación de personal, debido a que la inversión que se hace en la implementación de nuevas tecnologías, metodologías de trabajo y cultura organizacional tiende a debilitarse con la salida del personal ya formado. En los múltiples análisis que hacen las organizaciones para encontrar las causas de falta de adhesión a la empresa, siempre aparece y a veces equivocadamente al tema salarial como el más relevante. El poder transmitir un mensaje económico positivo a toda la planilla, es sin duda, un excelente ejercicio de Comunicación Interna. Sin embargo, el aspecto salarial no es el único factor que motiva a los empleados a retener su talento en la organización. Los objetivos de planes de retención de talento, buscan, conseguir que se sientan partícipes de la cultura corporativa, fidelización a su organización y logro de objetivos. Pero ese sentimiento descrito solo se consigue si los trabajadores se sienten valorados y apreciados. Una muestra de aprecio y valoración según Berceruelo (2014) radica en el hecho de que se consideren informados y que los altos directivos compartan con ellos, no solo su filosofía, valores y cultura sino también su estrategia.

Bajo la óptica expuesta, la Comunicación Interna es el pilar básico de la gestión empresarial, que consigue la motivación del personal para ejecutar sus tareas de acuerdo a los procedimientos y estrategias establecidas (Disciplina Operativa). Es así que transmitir información de manera adecuada puede lograr el compromiso de los trabajadores con su trabajo y su futuro.

2.4.3. Herramientas de Comunicación 2.0

La comunicación de una cultura 2.0 engloba la transición de un modelo puramente comunicacional a uno conversacional, donde existe la interacción entre emisor y receptor. Quiere decir, situar a los empleados en el centro dándoles la oportunidad de ser escuchados, sentirse parte relevante de la comunicación y participación activa en los diálogos.

Berceruelo (2014) describe las características de la Comunicación Interna 2.0 se la siguiente manera:

- Facilitar el acceso a la información para todos los empleados.

- Fomentar la participación para la generación de información y difundir los contenidos.
- Mejorar la interacción entre los empleados de todos los niveles jerárquicos de manera que se genere un diálogo descentralizado en vez de un flujo unidireccional.
- Practicar una escucha real de las contribuciones del equipo y responder constructivamente.
- Utilizar el valioso know-how de los empleados de toda la organización y potenciar el conocimiento colectivo.

Una empresa con Comunicación Interna 2.0 considera a sus trabajadores como colaboradores (en la práctica), y lo consideran en el dialogo y no solo manteniéndolos informados. Si bien es cierto, existen empresas que no han formado ni dotado de herramientas 2.0 a sus colaboradores, pero no es imprescindible hacer uso de esos recursos para difundir internamente sus mensajes. El ejemplo y recurso perfecto son los Smartphones, notorio exponente de flexibilidad de las comunicaciones.

Para que la información llegue al público objetivo no solo se puede hacer uso de las herramientas digitales o físicas, sino también las relacionadas al ocio, como almuerzos, cenas de confraternidad y actividades recreativas que permitan cohesionar a los diferentes departamentos.

Las entrevistas personales son una excelente herramienta de comunicación, debido a que el empleado puede expresarse libremente sin intermediarios, en la que obviamente el nivel del escucha del entrevistador debe ser óptimo. En el transcurso de las entrevistas como lo indica Gómez (2007), el diálogo puede reorientarse, irse matizando y gracias a esas observaciones se puede identificar desacuerdos que no fueron percibidos hasta entonces y que posteriormente con un plan de acción elaborado en conjunto nace el compromiso por hacer mejor el trabajo.

CAPÍTULO II: “PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN”

1. Planteamiento del problema

La situación política del país no está generando un ambiente de confianza para las futuras y cercanas inversiones mineras, inclusive para las empresas mineras que ya vienen operando el ambiente es igual de incierto; sin embargo, esta es una variable que la industria no la puede controlar, pero si contemplar para trabajar sobre aquellas que se pueden optimizar. Quiere decir, mejorar sus procesos.

En la minería subterránea, existen tipos de laboreo minero, como son: exploración, preparación, desarrollo y explotación. Estos tres se desarrollan paralelamente durante la vida útil del proyecto. Es más, la exploración, preparación y desarrollo son requisitos para continuar con la explotación. No es raro escuchar sobre proyectos mineros que se dedicaron a explotar sin preparar y comprometen posteriormente su producción.

El laboreo de preparación y desarrollo está mayormente ejecutado por una ECM⁸ donde la valorización es por cada metro que excava. Generalmente la modalidad es por precios unitarios como es el caso de IESA en la mina del presente estudio, El Porvenir. Los precios unitarios contemplan un rendimiento de trabajo, de tener resultados en el terreno inferior a dicho rendimiento se tienen pérdidas económicas que afectan directamente al presupuesto de la ECM como también de la compañía, ya que, si no se cumple el rendimiento en cuestión, la cantidad de metros avanzados al finalizar el mes también estará por debajo del objetivo, y como se señaló antes, esto compromete a la producción de mineral. Cabe señalar que IESA es un caso de estudio, pero el problema que se plantea tiene un alcance general en la industria subterránea, ya que como se indicó, son realizadas por ECM bajo la modalidad de precios unitarios.

La interrogante sobre el origen del incumplimiento del rendimiento del precio unitario, está orientado a una operación unitaria en concreto dentro del ciclo de minado, la perforación y voladura. En vista que la consecuencia de este proceso es justamente los metros excavados que se valorizan. IESA tiene el compromiso contractual de avanzar 3.2 metros por cada voladura realizada, sin embargo, sus

⁸ Empresa contratista minera

resultados a finales del 2020 dan una media de 3.0 metros y consecuentemente un incumplimiento de su programa mensual de avances.

El incumplimiento del programa mensual de avances tiene consecuencias tangibles como intangibles. Quiere decir, pérdidas económicas en su valorización, donde cada metro que se deja de avanzar equivale a \$1,000 e IESA ha dejado de valorizar por esta razón en el 2020 un monto de **US\$ 3'505,645**. Pero también una insatisfacción en el cliente por la calidad del servicio otorgado que **amenaza la renovación del contrato vigente**.

La calidad del resultado de una voladura no solo se manifiesta en forma negativa por el bajo rendimiento (<3.2) sino también por el contorno de la excavación, ya que, si este supera en área el 10% de la sección de diseño, la compañía minera no paga a IESA los metros avanzados con esta característica. Esto amparado en el contrato que celebraron ambas empresas.

El problema se enmarca entonces, en que, si se siguen teniendo las pérdidas económicas por no cumplir los rendimientos ni requerimientos de calidad de las voladuras, la empresa podría paralizar las operaciones al no ser rentable, o en su defecto disminuir sus costos de operación, pero afectando mas la calidad de sus procesos y finalmente siendo reemplazados por otra ECM, el común denominador en muchas unidades mineras.

2. Enfoque Metodológico

Tal como se describió en el apartado anterior, el alcance de esta investigación tiene beneficios para todas las minas subterráneas, ya que la perforación y voladura es una operación unitaria que no se puede obviar en ninguna operación minera metálica. Quiere decir, que estos beneficios son tanto para las ECM como para los titulares mineros, siempre que se aplique la hipótesis que se plantea en la presente investigación; sin embargo, para esta investigación, se tomará exclusivamente un caso de estudio, debido a la viabilidad que existe para la obtención de información cuantitativa, la que desafortunadamente no se tiene en toda su disposición de otras unidades mineras como para hacer un análisis más macro.

Los diseños de perforación y voladura para concluirse como estándares de trabajo, deben pasar previamente por un adecuado procedimiento de validación estadística. Desde la simulación de los diseños empleando softwares, hasta las

pruebas en campo. Esta última la más importante, debe poseer alta representatividad y nivel de confianza, ya que, de no ser así, para la etapa de implementación se evidenciará resultados inesperados y posiblemente negativos, generando solo desgaste de esfuerzos por parte de todos los involucrados y recursos económicos.

Esta etapa de validación tiene un enfoque cuantitativo, por la naturaleza de los datos que se recolectan y la confiabilidad de la validación que se pretende identificar a través de un número en concreto. No obstante, para la etapa de implementación se tiene un nuevo input, una variable categórica, que es el factor humano, ya que dependiendo si el trabajador toma o no la decisión de cumplir el diseño se tendrá determinados resultados. Es por eso que para esta etapa el enfoque es cualitativo. De este modo se podrá medir el impacto de una gestión de la comunicación en la variable categórica ya descrita.

Bajo las premisas señaladas, la investigación tiene un enfoque mixto, que no puede ser separado, debido a que diseñar no garantiza el resultado total de las voladuras, sino más bien con la implementación (estandarización en campo), y a su vez la implementación no puede darse sin un adecuado diseño, porque este es precisamente el sustento para obtener los primeros resultados que transmitan confianza a los involucrados a desarrollar el proceso unitario. Con el enfoque cualitativo no se pretende incentivar una campaña de despidos, sino elaborar una gestión en la comunicación interna para interiorizar estos efectos en la cultura de trabajo de la fuerza laboral responsable y generar la disciplina operativa en la organización.

La hipótesis específica se validará con una prueba de hipótesis, numérica y gráfica. Es importante el análisis cuantitativo en la validación de diseños ya que, dependiendo del valor de los errores, la percepción del riesgo determina si se aceptan o no las hipótesis alternativas propuestas. Para el análisis cualitativo se utilizará este como variable independiente categórica en el análisis, por tener la particularidad de contar con una variable independiente cualitativa (factor humano) y una variable dependiente cuantitativa (avance por cada voladura). El indicador primario es el avance (metros) realizado por IESA por cada mes dividido entre el programa que se le otorga por el cliente, quiere decir, el cumplimiento del programa. Este indicador determinará el éxito y cumplimiento de los objetivos planteados de la investigación.

2.1. Caso de Estudio

Los casos de estudio como enfoque metodológico cuentan con especificidades propias, que por cuyo valor, buscan lograr una mejor comprensión del caso concreto a estudiar. Es importante señalar que no se elige el caso de estudio, porque sea representativo de otros, sino, más bien por que el caso en cuestión es de interés y la información es accesible. Los casos de estudio permiten direccionar el enfoque a una situación real, “No hay mejor recolección de campo que el estar en contacto directo con el fenómeno investigado, vivir la situación, llegar a comprender porque se desarrolla determinando el fenómeno y llegar a la interpretación más cercana a la realidad” (Jiménez Chavez & Cornelio Comet, 2016).

La empresa IESA en la mina El Porvenir es un caso de estudio, ya que cuenta con un fenómeno (voladura) en su proceso el cual está generando problemas a sus intereses económicos. No obstante, sin ser el objetivo principal, este caso puede replicar en todas las minas subterráneas con los ajustes necesarios según sus particularidades. La investigación cuantitativa, como lo es la presente investigación, tiene como esencia la demostración de las causas preliminarmente planteadas como supuestos, y así, obtener el control y la explicación del fenómeno estudiado.

En tal sentido, para entender la importancia de la investigación es necesario conocer a la empresa en estudio, IESA en sus entornos internos y externos.

2.1.1. Entorno interno

IESA fue fundada el 15 de enero de 1953 con el nombre de “Ingenieros Ejecutores Sociedad Anónima”, inició sus operaciones en proyectos de construcción de importantes obras civiles subterráneas, hidráulicas y de saneamiento. También, ha participado en notables proyectos mineros ejecutando la preparación y explotación de sus unidades productivas.

La empresa de capital peruano forma parte del grupo Maquinarias, en la que forman parte las empresas: Maquinarias, Maquisistema, Armaq y Primera. Ser parte de este grupo le ha permitido tener el respaldo financiero para tomar contratos de gran envergadura. Contratos que hasta la fecha son 10, y de ellos 4 en el sector minero, las minas de: Andaychagua, Animon, Pallancata y El Porvenir.

La fuerza laboral de la empresa para cubrir todos estos contratos asciende a más de 2,000 colaboradores.

El directorio está conformado por:

- Chiappori Samengo Andrés Enrique
- Chiappori Samengo Ana Gerarda
- Garland Ponce Enrique Eduardo
- Garland Ponce Cecilia Rosa
- Davey Chávez Alan Christian

La Misión de IESA como parte de su plan estratégico es: “La empresa IESA S.A. presta servicios especializados y efectivos para ejecutar obras de minería subterránea y de construcción civil, preservando la Seguridad y Salud en el Trabajo de sus Colaboradores, en el Medio Ambiente, Calidad y Alta Rentabilidad; controlando todos los riesgos con la aplicación constante de las mejores técnicas operacionales, contribuyendo de esta manera al desarrollo del país”. (IESA)

Una misión que se viene cumpliendo en niveles aceptados, pero con grandes oportunidades para obtener una mayor participación de mercado, fortaleciendo precisamente la calidad que se menciona en su misión. La oportunidad identificada en la declaración de la misión está en expresar que hace de la empresa diferente al resto. Esto último puede generar ventaja competitiva para la empresa.

La Visión de IESA es:

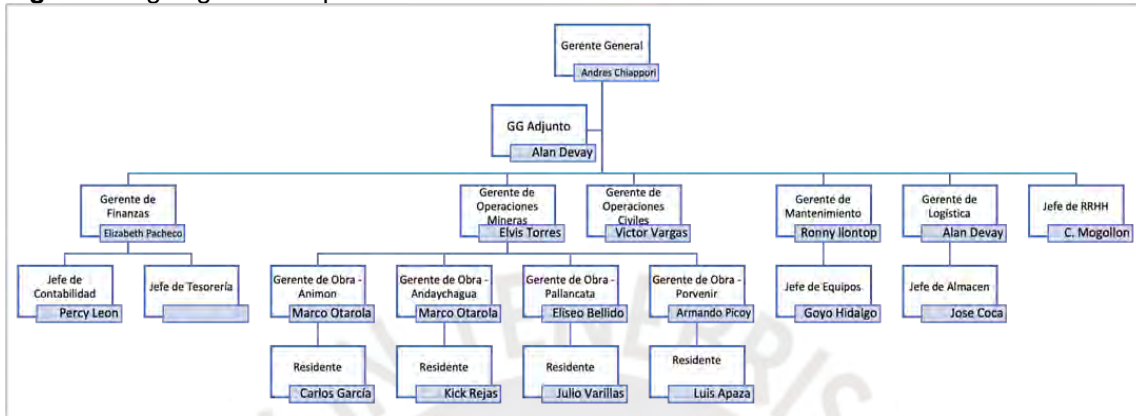
“Ser la primera opción en servicios especializados en minería subterránea y la construcción civil en Perú y desplegarlos internacionalmente, orientados a la satisfacción de nuestros clientes, tanto internos como externos, en calidad, plazo y costo” (IESA).

IESA tiene alta presencia en el mercado sin duda, pero es posible generar mayor identidad corporativa si explícitamente se encontrará un mensaje que atrape los corazones de sus trabajadores. Una investigación enfocada en el plan estratégico de la empresa es una gran oportunidad para una transformación cultural, no

obstante, sobre estos cimientos corporativos se desarrolla la investigación en cuestión.

El organigrama de la empresa se muestra en la figura 7.

Figura 7 Organigrama Corporativo IESA



Elaboración: Propia

Respecto a sus operaciones mineras vigentes, su contrato con la mina El Porvenir, es el más reciente, celebrado a finales del 2019 y sin lugar a duda es el más relevante de la última década por la inversión realizada y la valorización que representa. El cliente es la CIA minera Nexa, la mina se ubica en la región de Pasco.

2.1.2. Entorno externo

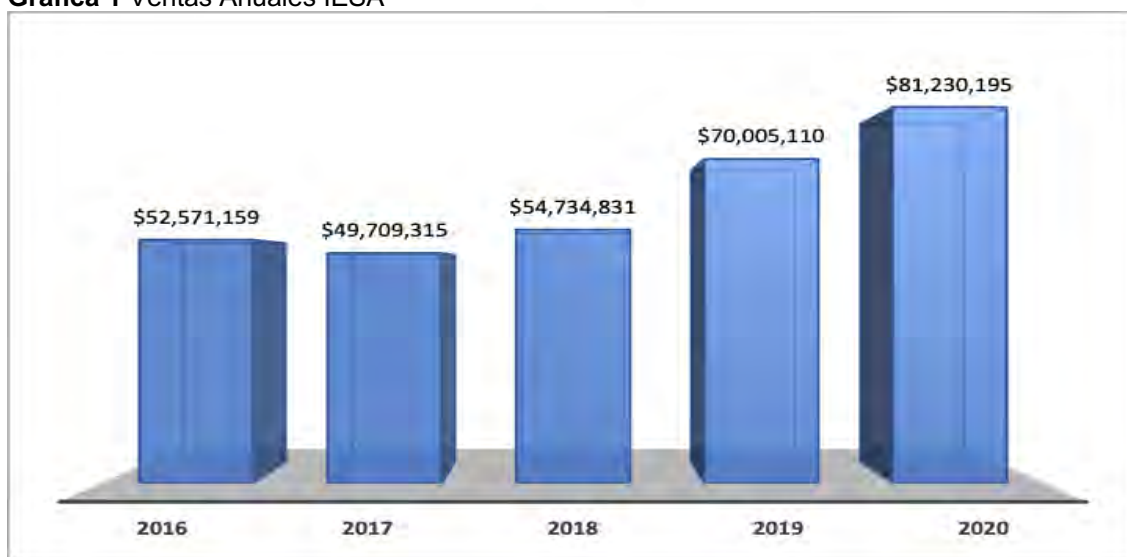
En sus 68 años de historia IESA ha obtenido las siguientes métricas ejecutadas

- En Minería:
 - Más de 300 Km en labores de preparación y desarrollo.
 - Más de 100,00 m³ se shotcrete.
 - Más de 2'000,000 m³ de relleno.
 - Más de 5'000,000 Tn de mineral roto.
- En Construcción:
 - Más de 25 Km de tunelería de aducción
 - Más de 500,000 m³ de concreto y shotcrete.

- Más de 500,000 m³ de movimiento de tierras.

En el 2021 viene realizando más de 3,500 metros mensualmente en sus 4 proyectos mineros, un metraje que lo ubica en tercer lugar dentro de las contratistas mineras del Perú con mayor participación del mercado. Su volumen de ventas anual promedio es de 52 millones USD. Sus clientes mineros vigentes son: Volcan, Nexa y Hochschild. En la gráfica 1 se muestra la evolución del volumen de ventas de la empresa, la misma que sirve para explicar los riesgos por los que atraviesa la empresa.

Gráfica 1 Ventas Anuales IESA



Fuente: Contabilidad IESA
Elaboración: Propia

2.1.3. Riesgo Financiero

Se observa claramente que el volumen de ventas ha incrementado, pero no por una mayor cantidad de obras, sino por tomar obras de mayor valor cada vez. Esto ha sido posible gracias a que IESA ha diversificado su portafolio, quiere decir que IESA ahora tiene la capacidad y experiencia para hacerse cargo de todo el ciclo de mina de cualquier operación. Esto ha sido un atributo en la oferta de IESA, debido a que, al hacerse cargo de cada proceso unitario, la gestión encadenada de dichos procesos es más eficiente, básicamente por administrarse por un único modelo y políticas de trabajo.

La coyuntura nacional minera, ha sido desde hace unos años exigente en cuanto a reducción de costos se refiere, por la realidad inherente de no ser controladores de precios de los metales. Esto ha tenido impacto inducido a las ECM, internalizado en el ajuste de sus precios unitarios. Por tanto, la competitividad en

estas empresas radica en que tan productivos se convierten sus procesos, ya que, de no ser así, el negocio deja de ser rentable pudiendo dejar de operar, como muchas pequeñas contratas que desaparecieron en sus intentos de emprender. Estas líneas resumen lo que se conoce como el riesgo financiero para la empresa, que son la justificación de la investigación presente, porque una vez implementado la propuesta que se plantea, la cadena de valor se hará y atractiva para futuros mercados.

2.1.4. Riesgo con los stakeholders⁹

La actualidad minera del país producto no solo de la pandemia, sino de la situación política ha puesto al sector minero en un escenario delicado, ya que producto de las especulaciones estatistas, las exploraciones mineras se han reducido y se corre el riesgo de que no aparezcan más mega proyectos. Por otro lado, la situación de las contratistas mineras es frágil, tal como lo señala Carlos Bernal, Gerente General de la Asociación de contratistas Mineros del Perú (2018), que debido a que en Perú se manejan bajas tarifas de operación y por un mal entendimiento de competencia, estas tarifas se vuelven aún más bajas llegando a ser marginales, lo que complica el desarrollo empresarial. De este modo, cualquier error en la operación afecta sin duda la utilidad.

Esta descripción de la actualidad minera, sin lugar a duda también perjudica a IESA, ya que disminuye la cantidad de licitaciones a postular, los proyectos mineros son finitos. Bajo estas premisas, queda claro que la mejor opción que queda, es fidelizar a los actuales clientes (titulares mineros) y mantener el vínculo a largo plazo, pero esta fidelización solo se obtiene a través de resultados e IESA necesita innovar sus métodos para hacer de sus proyectos más íntimos a la Excelencia Operacional, concepto que se puede entender hoy como valor para la industria minera.

2.1.5. Riesgo social

La empresa se caracteriza por contar con empleados con más de 20 años de servicio, llegando a ser para algunos el único trabajo en su vida, esto demuestra la relación casi familiar que existe entre el empleado y la empresa, que, a través

⁹ Es el público de interés para determinada organización

de sus políticas, también cuenta con empleados en las provincias del país, donde se maximiza la actividad minera y llega a ser la única opción laboral.

El estancamiento en relación a la innovación para IESA puede significar el cierre de sus operaciones y con ella de muchos empleos, que solo en cantidades menores encontrarán un nuevo trabajo, pero con la incertidumbre de encontrar iguales condiciones laborales.

No obstante, una continuidad de las operaciones de la empresa, de la manera en que se vienen gestionando, también significa un riesgo social, visto desde el enfoque de la seguridad, debido a que en su ciclo de operaciones siempre está presente el proceso de voladura de rocas, y su resultado de esta pueda generar condiciones seguras como no, para los trabajadores.

2.2. Aplicación del enfoque metodológico

La aplicación del enfoque metodológico se aplica desde la identificación de los principales indicadores de los procesos de perforación y voladura (línea base), pasando por la identificación cuantitativa de las principales causas, la evaluación de los diseños existentes y una descripción de la evolución de los resultados hasta la fecha. Es necesario mencionar que toda la data utilizada tiene como fuente las diferentes áreas de control de la empresa IESA en la mina El Porvenir.

2.2.1. Línea base

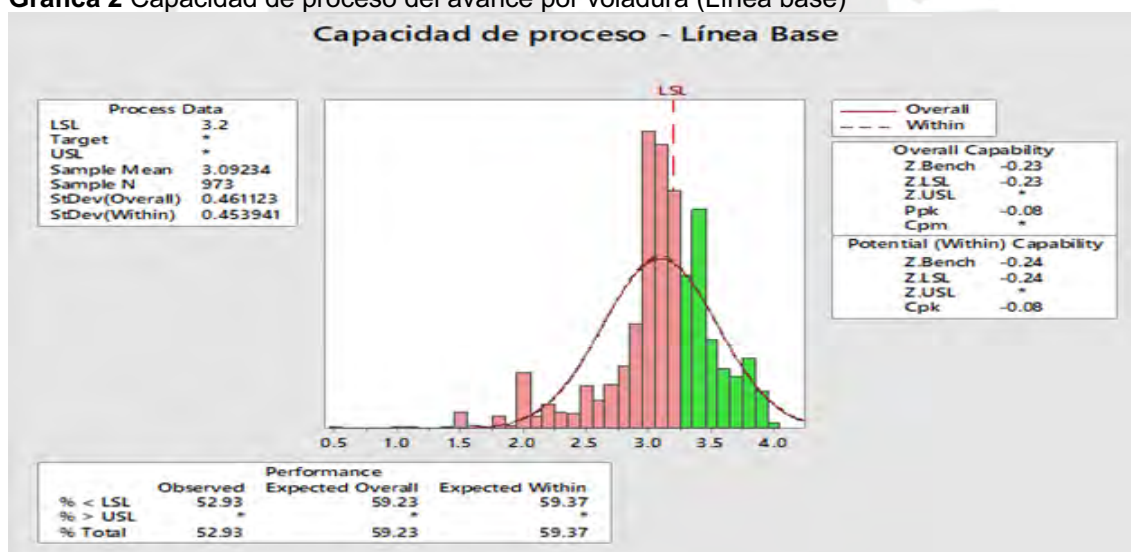
El problema de investigación se puede entender también como el síntoma de una enfermedad presente en la organización, su percepción es bastante superficial ya que se manifiesta a través del flujo de caja de la empresa. Tal como se describió con anterioridad la ECM IESA ha dejado de valorizar fuertes sumas de dinero debido a la falta de ejecución de los avances programados. Siendo causa de esta enfermedad el resultado de las voladuras. Por lo tanto, es importante hacer un diagnóstico de esta causa señalada y dentro de las principales métricas se tiene: El avance por voladura y la sobe rotura generada.

Para determinar una línea base, se toma una parte de la data histórica que sea estable, donde la nube de puntos se encuentre dentro de los límites de control, porque esta es precisamente la característica para hablar de un proceso actual (vigente), porque de otro modo, si se toma todo la data histórica se estaría mezclando procesos bajo gestiones distintas e inclusive otros factores distintos, lo

cual es un error. Es así, que en base a la información levantada por el área de topografía (fuente directa), se elabora el histograma mostrado en el gráfico 4, en el cual se mide la capacidad de proceso para controlar dicho indicador de calidad. Esta forma de medir es importante y adecuado ya que las medias aritméticas no contemplan de forma clara las pérdidas en las que se incurren por obtener resultados por debajo del objetivo, mientras que la capacidad de proceso muestra un porcentaje de cumplimiento de esta métrica.

Como se observa en la gráfica 2, la línea base obtenida está en base a 973 voladuras efectuadas de julio del 2020 a octubre del 2020 (Véase ANEXO 1). El avance promedio por voladura es de 3.09 metros. Por debajo del objetivo contractual que es 3.20 metros (Límite de especificación inferior). El gráfico muestra también la variabilidad de los resultados, desde 0.5 m. hasta 4.0 metros, a esta variabilidad se le mide con la desviación estándar, que para esta línea base es de 0.46 m. De las 973 voladuras, 52.93% (observados) no superó el objetivo contractual y el 47.07% generó beneficios económicos a la empresa por superar la especificación.

Gráfica 2 Capacidad de proceso del avance por voladura (Línea base)



Fuente: Productividad IESA
Elaboración: Propia

Es conveniente señalar que esta forma de medir el performance, no se venía utilizando en la gestión de la empresa IESA, sino, solo la media aritmética, y es por eso que si se compara 3.09 m. con 3.20 m. que es el objetivo, la diferencia de 0.10 m. pareciera indicar que no hay mayor problema, pero a través de la capacidad de proceso el análisis es más holístico.

Por otro lado, la calidad de las voladuras no solo se mide por el avance obtenido, sino también por el contorno periférico que se obtiene luego de la ejecución de la voladura, a este indicador se le conoce como sobre rotura u overbreak. No cumplir con este requerimiento esperado por el cliente genera dos consecuencias: No se valoriza el metraje avanzado y los procesos unitarios posteriores son más largos, quiere decir que pierden rendimiento. A continuación, la siguiente tabla resume las consecuencias señaladas en mayor detalle.

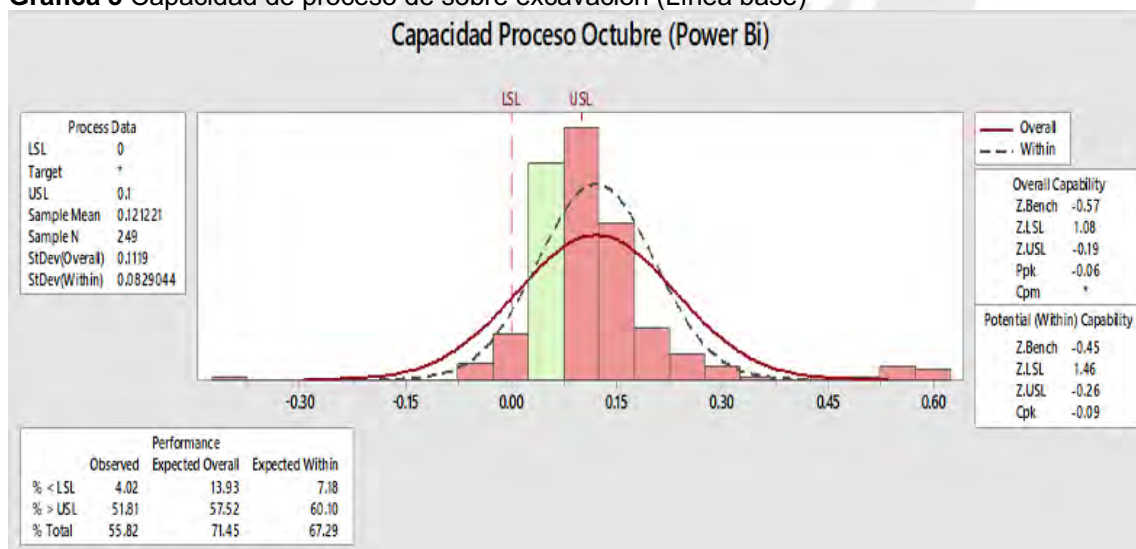
Tabla 3 Efectos de la sobre excavación

Resultado	Proceso unitario	Efecto
Mayor Sobre excavación	Desatado Limpieza Sostenimiento	Mayor tiempo de desate debido a la perturbación ejercida en el macizo rocoso Mayor tiempo de limpieza debido a un mayor volumen de roto de material Mayor tiempo en el sostenimiento debido a una mayor área a sostener

Nota: Véase Anexo 2 para encontrar evidencias de estos efectos
Elaboración: Propia

Los efectos señalados en la tabla superior se resumen en un aumento del tiempo del ciclo de minado, lo que causa una disminución del número de voladuras y consecuentemente menor avance acumulado. Entonces, el efecto del resultado de la voladura tiene un alcance al proceso macro. Por esta razón, es importante identificar el KPI de línea base de sobre excavación. En la gráfica 3 se presenta la capacidad de proceso para el control del indicador de sobre excavación.

Gráfica 3 Capacidad de proceso de sobre excavación (Línea base)



Fuente: Productividad IESA
Elaboración: Propia

Se toma la capacidad de proceso y no una media aritmética, ya que esta última

compensa los valores muy altos con los muy bajos y el resultado medio se desvía del diagnóstico real de la operación. Por su lado, la capacidad de proceso mide el porcentaje de voladuras que cumplieron con el límite de especificación (superior), que para el caso de IESA en la mina El Porvenir, es 10%, pero también existe un límite de especificación inferior, dado que la sub rotura o under break tampoco es reconocido por el cliente.

Del gráfico 05, se identifica que la línea base para la capacidad de proceso en el control de la sobre rotura es de 44.18% (100-55.82). En este caso la muestra es de 249 voladuras, un número menor que para el cálculo de línea base de avance por voladura, y esto se debe a que no todas las voladuras tenían un levantamiento de la sección y solo se tomó de aquellas que si las tenían. Este último hecho es de importancia, porque corrobora la hipótesis que no existe una gestión de la comunicación adecuada. De esa manera el personal no sabe si el trabajo que efectúa es bueno o malo, por lo tanto, no tienen ningún incentivo (motivación, razón) para hacer algo distinto.

2.2.2. La variabilidad de los diseños

En los párrafos anteriormente descritos la característica común que determina la capacidad de proceso es la variación de los datos, por tanto, es necesario identificar el origen o fuentes de variación. Para Cariño Garay (2002) tiene identificado dos tipos de causas de variación. Aquellas que son inherentes al proceso (Ejem: calidad de roca) que solo pueden ser afectadas por cambio al sistema, y por otro lado las causas especiales, que se podrían presentar como incidentes que dan como resultado una variabilidad anormal (Ejem: Error humano y diseños erróneos).

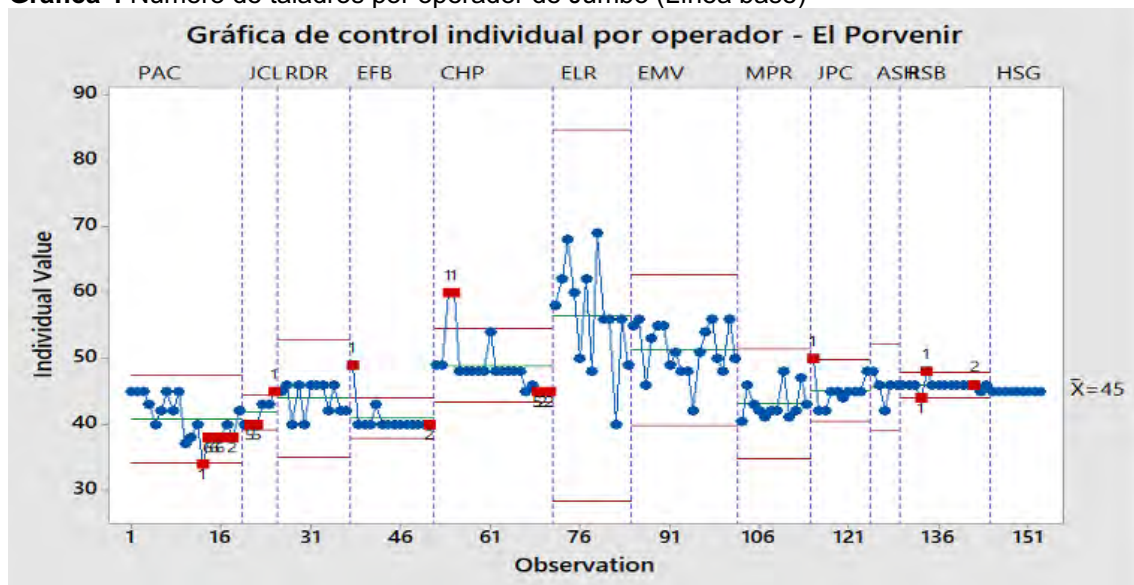
Entonces, para poder reducir la variabilidad es fundamental identificar la principal fuente de variación que la genera, el supuesto manejado en el planteamiento del problema es que, dicha fuente radica en los operadores, y no se tiene que entender por que sean malos, sino más bien identificar la razón. El primer paso es comprobar el supuesto mencionado.

Si bien es cierto, IESA cuenta con estándares y procedimientos, propios de su sistema integrado de gestión, y dentro de ellos se encuentra los criterios de diseños de perforación y voladura. En el caso de la mina en cuestión, los diseños fueron tomados dentro de la negociación del contrato, quiere decir, que IESA tuvo

que alinearse a ellos. Estos diseños al ser estándar, deberían reflejarse en su aplicación en campo, sin embargo, eso no sucede. Un parámetro importante parte de estos diseños es el número de taladros, ya que en ellos se aloja el explosivo que libera la energía para fragmentar el macizo rocoso.

Para poder evidenciar mejor el incumplimiento de estándar, se muestra en la gráfica 4, que señala límites de control para la ejecución de número de taladros por operador de Jumbo en forma de acrónimos.

Gráfica 4 Número de taladros por operador de Jumbo (Línea base)



Fuente: Voladura IESA
Elaboración: Propia

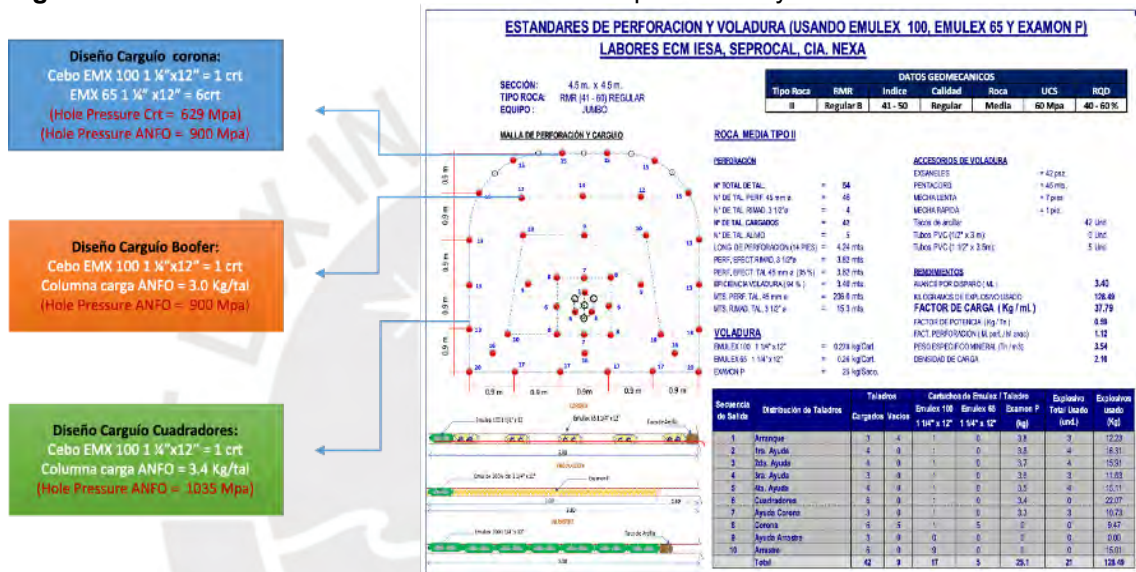
En el eje superior del gráfico se muestran acrónimos que representan el nombre y apellido de cada operador de jumbo. Cada punto en el gráfico es el número de taladros que realizaron por cada actividad. Para decir o concluir que la mina ejecuta o cumple con los diseños según el estándar, las líneas rojas (límites de control) deberían ser homogéneas, pero como se observa, para cada operador es una particularidad, ya que el número de taladros que ejecutan es distinto, siendo la misma calidad de roca en la que trabajan. Por este motivo, se descarta que exista un cumplimiento de los diseños de gabinete en campo y que los operadores de jumbo realizan sus propios diseños, según el criterio que consideren, este es el ejemplo preciso de ausencia de disciplina operativa.

La data para construir el gráfico 06 proviene del área de voladura, área que se crea a partir del planteamiento de esta investigación. Es decir, antes de ello no se tenía un control de resultados por operador, sino solo por labor y de esta manera no se tenía un control y menos identificación de un potencial problema.

2.2.3. Evaluación de diseños iniciales

Los diseños de perforación y voladura en la mina El Porvenir, fueron técnicamente estudiados, para entender la desconfianza sobre su uso y de esa manera encontrar la fuente del problema. Dichos diseños engloban la interacción que existe entre la energía liberada por el explosivo y la calidad de roca a fragmentar. Quiere decir, que debe haber una impedancia¹⁰ entre la roca y el explosivo. Este es el principal principio que se evalúa, para determinar la calidad del diseño. La figura 8 ilustra las observaciones halladas.

Figura 8 Evaluación del diseño inicial de la malla de perforación y voladura



Fuente: Productividad IESA
 Elaboración: Propia

En la parte derecha del gráfico se observa el diseño de malla de perforación y voladura recibido por IESA como parte de las consideraciones del contrato celebrado. Es importante mencionar esto para entender que fueron diseños recibidos como parte de los términos de referencia. Estos diseños especifican para el tipo de labor que tiene que usarse, diferenciándolo por la calidad de roca, que está representado por los datos geomecánicos. A su vez se distinguen por la geometría de la labor, para ser exactos la sección (ancho por alto). En este diseño se especifica el tipo y cantidad de explosivo que se debe utilizar por cada taladro según su ubicación. Bajo estas especificaciones la presión de taladro que producirá el explosivo no debe ser mayor a la resistencia del macizo rocoso, porque de ser así se generaría una perturbación que es innecesario y peligroso.

¹⁰ "Relación de la velocidad sísmica y densidad de la roca versus la velocidad de detonación y la densidad del explosivo (Rijalba Palacios, 2019, p. 23)

Los cuadros de la izquierda muestran el cálculo de la presión de taladro a fin de verificar si el principio señalado se cumple. Como se aprecia estas presiones superan ampliamente la resistencia y esta es la razón por la cual existe una sobre excavación por encima de lo permitido.

Asimismo, se observa que, en el arranque, la parte más importante del diseño carece de acotaciones entre cada taladro, de esta manera no es posible conocer cuál es el burden y espaciamiento. Quiere decir, que no se trata de un plano sino un gráfico, esto es una gran debilidad debido a que el operador de jumbo no sabe cuál es el burden que debe realizar entre sus taladros, este parámetro no puede ser tácito y la consecuencia es que exista alta variabilidad en su ejecución.

Una premisa importante para continuar el siguiente análisis, es acerca de la composición del explosivo, debido a que cada tipo de explosivo posee ventajas y desventajas según su composición y su selección y uso depende de las condiciones donde se aplique. En la mina El Porvenir se hace uso de emulsiones encartuchadas para las labores de preparación y desarrollo. La composición de este explosivo se encuentra dentro de la tabla 4.

Tabla 4 Componentes de Explosivos

Explosivo	Oxidantes	Combustibles	Sensibilizador
Dinamitas	Sólidos (Nitrato de Amonio)	Sólidos (Pulpa de madera)	Líquidos (Nitroglicerina)
Anfo	Sólidos (Nitrato de Amonio)	Sólido - líquido (Petróleo diésel)	Aire (Poros de aire en los prills)
Emulsiones	Líquidos (Solución de Nitrato de Amonio)	Líquidos (Petróleo, aceites)	Gasificantes (Aire en micro-esferas de vidrio)

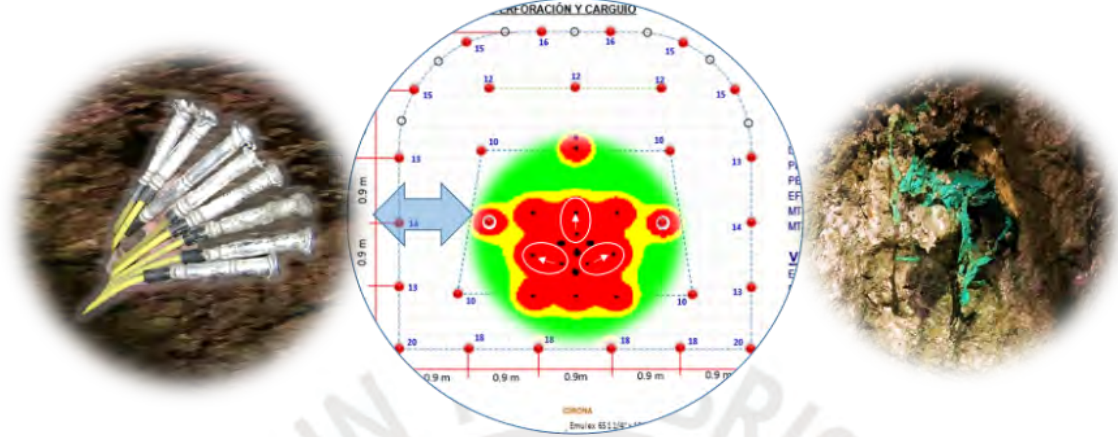
Nota: Las Emulsiones son el tipo de explosivo que usa IESA en la mina El Porvenir
 Fuente: Manual de Voladura de EXSA
 Elaboración: Propia

El sensibilizador es el componente clave para dar inicio el proceso de detonación en el explosivo, esto se da por la teoría de los puntos calientes, donde cada micro esfera revienta y genera calor por la presión adiabática inducida por el detonador (fulminante). Entonces, si no hubiera micro esferas, las emulsiones no podrían detonar

Al hacer un análisis más cercano de la malla de perforación a través del software JK Simblast, se observa que los halos de energía (>5MJ) en el arranque, se interceptan entre ellos. Quiere decir, que la detonación de los taladros iniciales insensibiliza los taladros próximos con la onda de choque. De este modo existen

taladros que no trabajan, sino más bien, generan costo a la empresa, ya que se usaron recursos como horas máquina, horas hombre y materiales. La figura 09 ilustra lo anteriormente explicado.

Figura 9 Evaluación del arranque del diseño inicial



Nota: Los taladros contorneados de color blanco en la imagen central son aquellos que se insensibilizan producto de la detonación de los taladros excesivamente cercanos.

Fuente: Productividad IESA

Elaboración: Propia

La imagen de la derecha de la figura 9 es un residuo plástico (envoltura) de un explosivo que no detonó completamente y en la imagen de la izquierda se aprecia detonadores no eléctricos que si detonaron. Este fenómeno sucede porque si bien inició (activó) los detonadores, la ausencia del elemento sensibilizador en el explosivo impidió que la transmisión de calor del detonador active la masa explosiva de la emulsión, a este fenómeno se le conoce como insensibilización.

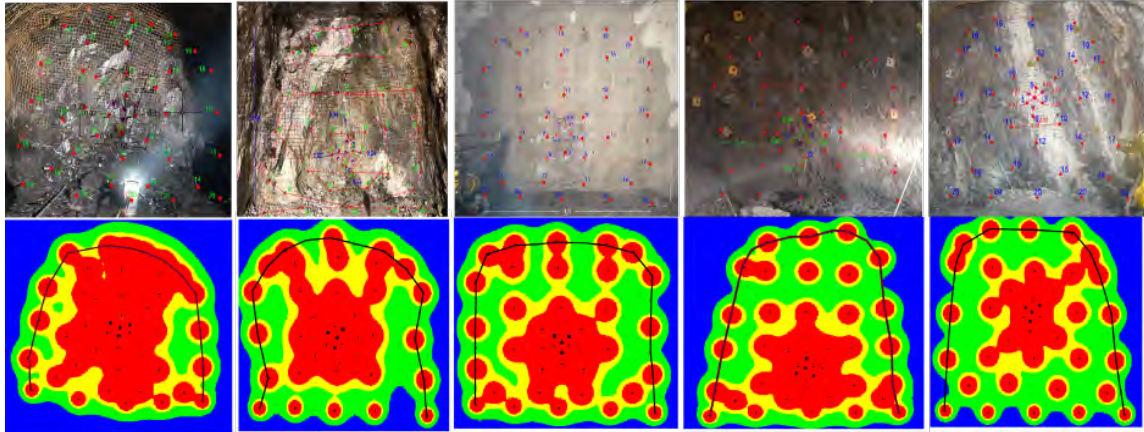
Bajo las observaciones señaladas, se demuestra que el diseño presentado carece de valor técnico y por lo mismo, una vez realizada su aplicación los resultados son insatisfactorios, causa absoluta del rechazo de los operadores de jumbo a cumplir dichos diseños. Si bien se ha demostrado que los diseños carecen de sustento técnico, se tiene que recordar que la aplicación en campo es distinta y del mismo modo, igual de importante analizar en el siguiente apartado.

2.2.4. Evaluación de diseños e impactos en campo

Hasta ahora queda claro la razón por la que los operadores de jumbo no ejecutan el diseño (que debería ser estándar). Así mismo, los operadores consideran que sus propios criterios ofrecen mayor eficacia, pero los resultados mostrados en el planteamiento del problema contundentemente demuestran que no. Entonces es oportuno y necesario conocer que tan diferentes son los diseños entre cada operador y concluir si la fuente de variación radica en los operadores.

Para concluir en que existe tal variación entre los operadores, se obtuvo de primera mano los diseños ejecutados por distintos operadores y estos posteriormente han sido analizados por su distribución energética respetando las acotaciones generadas posteriores a la perforación. La figura 10 resume las distintas mallas encontradas en campo y sus comportamientos energéticos.

Figura 10 Análisis energético de mallas de perforación en la línea base.



Nota: Las 5 mallas de perforación observadas son distintas en burden y espaciamiento, pero también en ubicación por tipo de taladro.

Elaboración: Propia

Una excesiva concentración de energía genera vibración, quiere decir, ondas que a través del medio que es la roca, viaja y perturba el medio que le rodea. De esta manera se genera la sobre rotura, no necesariamente solo desde los taladros periféricos, sino también de los centrales, ya que las ondas son expansivas. De esta manera se ha demostrado que cada operador realiza un diseño distinto y si la primera observación es acerca del rol de la supervisión para hacer cumplir el estándar, es que nace el hecho de que pueda empeorar la situación por el bajo sustento técnico que ya fue descrito y demostrado. Ahora es adecuado entender el impacto de las malas voladuras en el proceso productivo, o sea de qué manera genera externalidades a los procesos pos voladura. Para ello, se hace una evaluación a un proceso unitario que ha estado presentando debilidades, en el sentido que un Jumbo no puede perforar si la labor no está sostenida (preparada), y esta labor es realizada por la flota de empernadores.

2.2.4.1. Diagnóstico operacional de la flota de empernadores.

Los empernadores en de IESA en la mina El Porvenir son equipos fabricados por la empresa Epiroc, cuyo modelo es Boltec S, equipos automatizados y por tanto de alta inversión. Su operación consiste en perforar el macizo rocoso en las paredes de la labor e introducir elementos de sostenimiento

(Split set) que servirán como sostenimiento activo. Así mismo se encargan de colocar las mallas electro soldadas hasta el tope de la labor.

El problema que se ha evidenciado durante la jornada de trabajo, es que luego de ejecutar las voladuras, estas generan daño no solo al macizo rocoso, como fue descrito, sino también a los elementos de sostenimiento, principalmente a la mallas electro soldadas, deformándolas y separándolas de su contacto con la roca, a este hecho se le conoce como “remangado de malla”. Del mismo modo la excesiva energía utilizada del explosivo genera fragmentos en el área de trabajo, fragmentos que se suspenden sobre las mallas en el techo. La normativa peruana y tanto los procedimientos del titular minero como de la ECM establecen que metro avanzado es metro sostenido, es decir, no se puede continuar con el ciclo de minado si la labor no está sostenida al tope y también establece que aquellas mallas que cuenten con fragmentos de roca suspendidos deben ser eliminados y cambiados.

Entonces, lo que ha venido sucediendo es que este daño a los elementos de sostenimiento generó un re trabajo, quiere decir, han tenido que volver a sostener tramos de la labor que ya habían sido sostenidas. Esto genera un costo no planificado y retrasos en el ciclo de minado, ocasionando que algunas voladuras programadas no se efectúen. En la figura 11 se observa el daño a los elementos de sostenimiento y en la figura 11 el re trabajo ejecutado por los empernadores.

Figura 11 Efectos de la voladura no controlada en los elementos de sostenimiento



Nota: Ambas condiciones deben ser eliminadas porque generan riesgo para el personal que labora en la zona.
Elaboración: Propia

La figura es una muestra de las condiciones que deja el modelo de gestión

inicial de perforación y voladura. Dichos efectos tienen que ser obligatoriamente corregidos con el re trabajo de los empernadores como se ve en la figura 12.

Figura 12 Re sostenimiento por los equipos Boltec S



Nota: En la imagen izquierda se ve como a pesar que ya está sostenido hasta el tope de la labor, el equipo nuevamente sostiene metros atrás
Elaboración: Propia

Cualitativamente se evidencio de esta pérdida en el proceso, pero es necesario hacerlo también cuantitativamente para ver la dimensión del problema analizado. Para esto se recopiló la información del área de productividad de IESA, sobre la cantidad de pernos que instala la flota de empernadores y su relación con los metros lineales que excava la empresa. Esta comparación se encuentra en la tabla 5.

Tabla 5 Cantidad de re trabajo por malas voladuras – febrero 2020

Pernos Instalados	Pernos a reconocer por la compañía minera *	Pernos adicionales sin valor	Incidencia de pérdidas
10,168	6,661	3,507	34%

Nota: La cantidad de pernos no reconocidos por el cliente, producto del re trabajo, generó una pérdida económica en dicho mes de \$ 13,957 en material y \$17,280 en horas máquina.

Fuente: Productividad IESA
Elaboración: Propia

De este modo se demuestra, que los diseños de gabinete no son cumplidos en campo y lo que se realiza en campo no otorga los resultados esperados por la organización. Entonces, el rediseño de las mallas más que una oportunidad se presenta como una necesidad.

La propuesta de la investigación, es establecer una metodología de estandarización de las mallas de perforación, la misma que puede ser usada cada

vez que q las condiciones exijan una actualización por cambios en la roca, diseño de excavación, tipo de explosivo, etc. Dicha propuesta se presenta a través de un flujograma, que se encuentra en la tabla 6.

Tabla 6 Flujograma del proceso de implementación de nuevas mallas de perforación y voladura

CONTROL DEL DISEÑO Y DESARROLLO		
ETAPA	RESPONSABLE	DESCRIPCIÓN
Levantamiento de información	Jefe de Perforación y Voladura	Se recopila información de los principales indicadores de voladura, de la cual se toma aquella con estabilidad (dentro de los límites de control). Esta información se convierte en la línea base para en la parte final realizar la validación de la nueva propuesta.
Elaboración de propuesta de diseño y simulación	Jefe de Perforación y Voladura con participación de los colaboradores	Realizar los cálculos de los parámetros de malla de perforación con los algoritmos de Holmberg y Langerfors y plasmarlo en Autocad para la acotación respectiva. Realizar la simulación del diseño para verificar la distribución energética del explosivo en los taladros.
Entrenamiento en campo	Supervisor / Técnico de voladura	Entrenamiento a los operadores de jumbo, perforistas y ayudantes a ejecutar el diseño de malla de perforación y voladura.
Prueba en campo, revisión y verificación del diseño de malla de perforación y voladura	Supervisor de voladura / Supervisor de operaciones	Previa coordinación y autorización del Superintendente de mina de Cia.; y Residente IESA, se realiza la cantidad de prueba que genere un error de muestreo menor al 20%.
<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-right: 5px;">No</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-right: 5px;">Conforme</div> </div>	Supervisor / Técnico de voladura	Si no es conforme, se optimiza el diseño de la malla de perforación y voladura mediante instrumentación
<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 5px;">Sí</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Validación</div> </div>	Jefe de Perforación y Voladura	Elabora Informe Técnico de los resultados y cambios del diseño de malla de perforación y voladura. Esto incluye la validación del diseño con prueba de hipótesis y concluir si el diseño es adecuado

Fuente: Voladura IESA

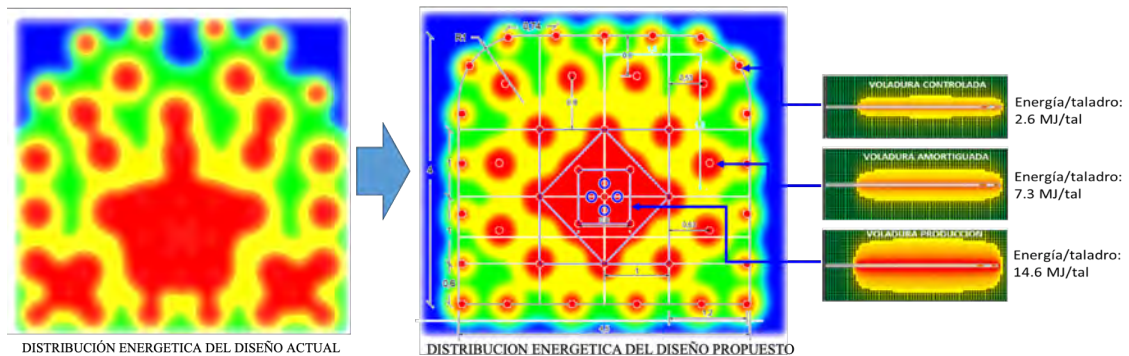
2.2.5. Rediseño de Mallas de Perforación.

Un punto relevante, son los actores que participan en esta etapa, ya que no se puede esperar que la respuesta se encuentre en una sola persona. Los ingenieros cuentan con el conocimiento y experiencia para elaborarlos, pero son los operadores de jumbo y cargadores de explosivo los usuarios finales que tienen un input que aportar al diseño, paralelamente se busca así, hacerlos sentir parte del proyecto y darles el motivador intrínseco para garantizar una implementación exitosa. “Cuando observas a una persona apasionada por lo que hace, estás viendo a un motivador intrínseco en acción” (Fischman, 2014, p. 60).

Su elaboración inicia con una revisión a la caracterización geo mecánica de la roca, donde se identifica que más del 70% de labores que están dentro de la jurisdicción de IESA presenta un RMR entre 45 – 50, valores que lo posicionan en tipo de roca III. Por tanto, el diseño prioritario a desarrollar es para este tipo de roca. Paralelamente se cuantifica la presión de taladro producida por el tipo de explosivo con el que se cuenta y de esta manera dimensionar la cantidad de kilogramos por tipo de taladro. La comparativa entre el diseño anterior y el

propuesto se observa en la figura 13. En el Anexo 6 se puede visualizar la tabla geomecánica usada en la mina El Porvenir.

Figura 13 Re sostenimiento por los equipos Boltec S



Nota: La presión de taladro en aquellos ubicados en la periferia de la sección desprenden 82% menos de energía que en los taladros de arranque (iniciales). Esta diferencia no existe en los diseños previos y menos en los realizados por los operadores en campo.

Fuente: Voladura IESA

La malla propuesta ya muestra acotaciones entre los taladros, es decir, el burden y espaciamiento, de este modo, el operador puede cumplir con dichas especificaciones de diseño.

La simulación vista en la figura 8 es parte del proceso de adaptación, porque si bien se utilizaron algoritmos de Langerfors y Holmberg para el cálculo numérico, estos son solo aproximaciones (Véase Anexo 3). La adaptación final se realiza en el proceso de pruebas en campo que se le conoce como “pruebas piloto”. Aquí la parte crucial está en la representatividad de la muestra, porque como se tocó en el planteamiento de problema y estado del arte, no encontrar una representatividad conduce a la ineffectividad de la implementación de las mallas. Las pruebas piloto es el tema a continuación.

2.2.5.1. Pruebas Piloto

Una vez elaborada la malla de perforación bajo los parámetros señalados, es imprescindible una etapa experimental, la que se denomina en esta investigación como “pruebas piloto”, una etapa que del mismo modo posee características clave para su ejecución, que son:

- Aleatoriedad en la muestra a desarrollar las pruebas piloto.
- Muestra representativa estadísticamente.
- Medición de resultados en los siguientes KPOV: Avance por disparo y sobre excavación.

No obstante, antes de la ejecución de dichas pruebas, las mallas deben pasar por un proceso de simulación, con el uso de softwares, como JK Simblast que se usó en esta investigación. Estas simulaciones permiten adaptar los modelos para la condición de la mina, hasta lograr la impedancia requerida. Según Cameron McKenzie (1984) el término de impedancia del explosivo es el producto de la densidad y velocidad de detonación (VOD). De este modo, idealmente los explosivos deben tener la misma impedancia que la roca (siendo la impedancia de la roca, el producto de la onda P y densidad), a esto se le denomina equilibrio, ISEE (1988).

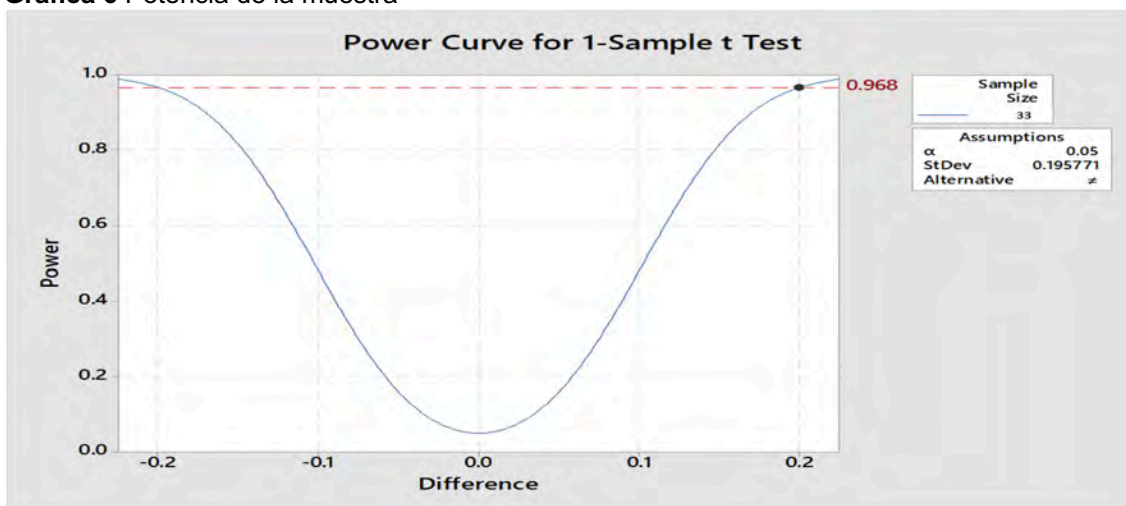
Los resultados de las pruebas tienen que ser recopilados con sus variables cualitativas y cuantitativas, para que durante el proceso de análisis y adaptación del modelo se identifique que variables contribuyen a la variación en el resultado. El nivel de confianza utilizado es del 95% para esta investigación, pero este valor depende del nivel de riesgo que quiera asumir el director del proyecto. Vale decir, que 95% es un valor aceptado por muchas industrias.

El valor que permita conocer que tan representativo es la muestra, no se conoce antes de iniciar las pruebas, más bien, durante la ejecución de las mismas. Esto se da, porque definir qué tan representativo es la muestra depende del grado de sensibilidad que se le quiere dar a la medición para determinar un diferencial, es decir, para concluir alguna diferencia entre dos datos. Para ellos se usa la teoría de la potencia de la muestra, que viene a ser el complemento del error β (error de muestreo). Este valor depende de la variación natural (desviación estándar) que genere el desarrollo de las pruebas.

A medida que la variación sea menor y la sensibilidad de la medición que se pretende hacer no sea tan precisa, el tamaño de la muestra será menor. Para la presente investigación lo descrito se traduce en la cantidad de centímetros que representa para el estudio una diferencia. Por ejemplo, en dos voladuras donde se tienen resultados de 3.0m. y 3.1m. ¿Se podrá concluir que una es mejor que otra? ¿Una diferencia de 10cm será perceptible en campo? El conocimiento del proceso y la experiencia indican que no, ya que la irregularidad natural de la pared final de la labor posee esas pequeñas diferencias (cm). Entonces, la decisión de establecer la sensibilidad de la medición está a cargo del dueño del proceso, para este

caso, la gerencia de obra, quien asume el riesgo de cada decisión basado en el soporte de sus áreas de especialización (Voladura). Dicha sensibilidad es de 20 cm. La gráfica 6 es el resultado del procesamiento de datos en el software estadístico Minitab.

Gráfica 6 Potencia de la muestra



Nota: El número 0.968 representa la potencia de la muestra. El eje "x" la sensibilidad de la medición (0.20cm).
Fuente: Voladura IESA
Elaboración: Propia

El error de muestreo está dado por $\beta = 1 - \text{Potencia}$, entonces $\beta = 0.032 = 3.2\%$. Un error muy por debajo del máximo permitido, por lo tanto, es una muestra representativa, porque solo existe un 3.2% de error si consideramos que la muestra es correcta.

Para Montero Granados (2016) una forma de explicar los tipos de errores, es comparando las maneras en que se puede equivocar una persona. Por ejemplo, si sé que algo es cierto cuando no lo es, hablamos del error tipo I o alfa, mientras que si decimos que algo no es cierto cuando si lo es, es el error tipo II o beta. Entonces, con el resultado obtenido en la gráfica 6, demuestra que es data suficiente para decir o rechazar la hipótesis alternativa, si los resultados obtenidos son desfavorables, este error respaldaría tal aseveración.

2.2.5.2. Prueba de hipótesis (2 muestras)

Para la etapa de pruebas piloto se realizaron un total de 33 voladuras, de las que 30, se seleccionan por cumplir de manera más estrecha las indicaciones técnicas. Cada prueba realizada ha sido registrada en una herramienta de gestión, denominada "reporte de campo". Esta herramienta tiene el propósito de captar toda la información cuantitativa y cualitativa que

participa en el proceso a fin de revisar, analizar y adaptar la malla según los resultados que se van obteniendo. Véase el Anexo 4 para encontrar el modelo de reporte de campo.

La coordinación para la realización de las pruebas piloto ha sido con el área de operaciones de IESA y de la CIA Minera Nexa, a fin de que conozcan el proceso y detalle de este cambio para aprobar las mallas y facilitar de la provisión de materiales explosivos que se requieran. Ya se pretende un cambio y disminución del explosivo que naturalmente pueda provocar inquietud y preocupación por posibles resultados desfavorables.

En la tabla 7 se resume la cantidad de pruebas realizadas con sus principales datos. Cabe resaltar que el avance obtenido en cada voladura (prueba) tiene como fuente de información el levantamiento con estación total por parte del área de topografía de IESA.

Tabla 7 Resultados de pruebas piloto

Nro de Prueba	Fecha	Labor	N° de tal	Long. Tal (m)	Avance (m)	Factor de Avance (kg/m)	Eficacia
1	27-Feb	CX 168	44	3.8	3.50	46.43	92%
2	6-Mar	SN 089 N	44	3.6	3.20	48.44	89%
3	7-Mar	SN 089 N	44	3.8	3.20	49.38	84%
4	8-Mar	GL 079	41	3.8	3.30	46.97	87%
5	12-Mar	SN 089 N	46	3.8	3.70	42.70	97%
6	13-Mar	CX 168	42	3.6	3.20	49.38	89%
7	13-Mar	SN 089 N	42	3.6	3.20	47.02	89%
8	22-Set	CX 961 NV 380	44	3.8	2.70	54.12	71%
9	23-Set	CX 934 NE NV 400	44	3.8	3.50	41.75	92%
10	27-Set	CX 961 NV 380	43	3.8	3.70	39.21	97%
11	29-Set	CX 900 NV 380	44	3.8	3.30	43.96	87%
12	30-Set	CX 900 NE NV 380	45	3.8	3.40	43.30	89%
13	1-Oct	SN 850 S	45	3.8	3.30	43.82	87%
14	1-Oct	CX 934 - NV 360	44	3.8	3.40	42.67	89%
15	3-Oct	CX 917 - NV 380	44	3.8	3.10	52.26	82%
16	14-Oct	GL 812 - NV 600	44	3.8	3.30	44.24	87%
17	15-Oct	GL 812 - NV 600	43	3.8	3.60	40.56	95%
18	16-Oct	CX 274 - NV 440	42	3.9	3.80	38.32	97%
19	30-Nov	SN 850 S	48	3.6	0.40	376.50	11%
1	1-Dic	RP 928	48	3.7	3.19	47.52	86%
2	1-Dic	RP-081 NV. 3090	49	3.8	3.40	42.97	89%
3	3-Dic	RP-928	49	3.8	3.60	44.06	95%
4	4-Dic	SN850S	49	3.8	4.00	42.78	105%
5	5-Dic	CX 394E	53	3.8	3.60	45.14	95%
6	6-Dic	CX374	48	3.8	3.60	44.06	95%
7	7-Dic	CX 197	48	3.7	3.30	48.17	89%
8	8-Dic	RP-070W	49	3.8	3.80	42.76	100%
9	9-Dic	CX 152	46	3.9	3.44	46.24	88%
10	9-Dic	RP-070W	49	3.8	3.60	45.14	95%
11	13-Dic	RP 817	48	3.7	3.50	40.71	95%
12	14-Dic	RP 817	48	3.7	3.60	40.56	97%
13	15-Dic	RP 817	48	3.8	3.60	40.56	95%
14	15-Dic	GL 115	48	3.8	3.30	42.54	87%
15	16-Dic	RP 817	48	3.8	3.60	38.99	95%
16	16-Dic	CX 932	46	3.8	3.50	40.11	92%
17	22-Dic	RP 159	46	3.7	3.40	41.91	92%
18	23-Dic	RP 159	46	3.8	3.60	39.58	95%
19	24-Dic	RP 159	46	3.8	3.60	41.67	95%
20	26-Dic	CX 912	49	3.8	3.10	52.42	82%

Nro de Prueba	Fecha	Labor	N° de tal	Long. Tal (m)	Avance (m)	Factor de Avance (kg/m)	Eficacia
21	27-Dic	GA081	48	3.7	3.50	42.86	95%
21	28-Dic	CX 912	49	3.8	3.80	46.05	100%
22	28-Dic	CX 152	46	3.5	3.40	41.91	97%
23	29-Dic	CX 813	46	3.5	3.50	50.00	100%
24	29-Dic	CX 149	46	3.7	3.50	42.86	95%
25	29-Dic	CX 932	46	4	3.80	37.50	95%
27	30-Dic	GL 375	64	4	3.80	55.92	95%
26	30-Dic	CX 905	46	3.7	3.40	41.91	92%
27	31-Dic	CX 813	46	3.7	3.70	52.36	100%
28	2-Ene	CX 858	46	3.7	3.50	40.71	95%
29	2-Ene	CX 858	46	3.7	3.50	40.71	95%
30	3-Ene	CX 905	46	3.7	3.20	50.78	86%
33	4-Ene	GL 375	64	4	3.80	52.63	95%
31	7-Ene	CX 932	47	3.8	3.40	44.12	89%
32	8-Ene	CX 932	47	3.7	3.10	48.39	84%
33	10-Ene	RP 270	49	3.8	3.80	42.76	100%

Nota: La ligera variación en el número de taladros se debe a parte de la curva de aprendizaje de los operadores en aplicar el nuevo diseño.

Fuente: Voladura IESA

Elaboración: Propia

La razón por la que se eligieron 30 muestras más allá de la representatividad que ya fue demostrada, se debe al requisito de la prueba de hipótesis por T-student, que permite trabajar para una muestra $N < 30$. No obstante, existe otro requisito para continuar con la validación, que es la aleatoriedad de la muestra. Por tanto, se tiene una muestra N2 que corresponde a las realizadas en la etapa de pruebas piloto, pero se debe comparar con otra muestra N1 que es la que corresponde a la línea base. Entonces el criterio para elegir las 30 voladuras que representarán a la. Línea base es que cada una tenga la misma oportunidad de ser escogida (principio de aleatoriedad). Para ello, se utiliza la herramienta de "aleatorio" y "jerarquía" de Excel. Lo que se hace con "aleatorio" es asignarle un valor aleatorio en la columna derecha de cada voladura, posteriormente con "jerarquía" se ordena los datos según los valores creados. Este procedimiento se repite 3 veces (pudiendo ser mas) para obtener una última jerarquía, que serán las primeras 30 voladuras a escoger para la prueba de hipótesis. La tabla 8 es el resultado de dicho procedimiento y también muestra las 30 voladuras seleccionadas para el siguiente paso.

Tabla 8 Aleatoriedad de la muestra para prueba de hipótesis

Avance	Aleatori	Jerarquí	Aleatori	Jerarquí	Aleatori	Jerarquí	ORDE
3.10	0.2401	723	0.1964	777	0.2578	709	2209
3.00	0.0067	963	0.8654	120	0.0574	919	2002
3.20	0.4532	521	0.7118	274	0.7518	228	1023
2.90	0.7370	252	0.8265	154	0.1065	869	1275
4.00	0.1675	788	0.3650	621	0.6023	387	1796
2.20	0.3114	660	0.8467	133	0.5016	476	1269
2.70	0.2772	691	0.6686	315	0.0133	965	1971
3.60	0.7999	197	0.4389	554	0.2306	738	1489
3.80	0.8692	133	0.7849	198	0.6390	356	687

Avance	Aleatori	Jerarquí	Aleatori	Jerarquí	Aleatori	Jerarquí	ORDE
3.30	0.8439	158	0.7028	283	0.1455	823	1264
2.90	0.0749	892	0.5333	458	0.5570	434	1784
3.30	0.0030	968	0.4874	502	0.2320	737	2207
3.60	0.6341	360	0.2022	773	0.1602	813	1946
3.00	0.5253	464	0.7870	195	0.9366	64	723
3.60	0.1147	852	0.9219	71	0.3437	627	1550
3.40	0.1302	830	0.6543	326	0.4952	482	1638
2.80	0.4530	523	0.7928	191	0.0133	966	1680
3.20	0.3487	621	0.4530	535	0.5297	450	1606
3.20	0.2287	731	0.2503	736	0.8059	185	1652
3.10	0.7041	288	0.0043	971	0.5167	463	1722
3.00	0.4413	534	0.5039	487	0.0207	955	1976
3.20	0.7588	226	0.0487	933	0.2593	707	1866
2.70	0.2188	742	0.9473	55	0.7047	277	1074
3.10	0.0947	869	0.3433	647	0.4500	518	2034
3.30	0.3354	638	0.7655	211	0.8940	105	954
1.60	0.6056	391	0.1653	812	0.2225	750	1953
2.80	0.6945	295	0.4446	547	0.7977	190	1032
3.00	0.6615	334	0.7019	284	0.5614	429	1047
3.40	0.1388	818	0.0346	945	0.1346	841	2604
1.70	0.0399	927	0.7667	209	0.6134	375	1511

Nota: Los valores de la columna "Avance (LB)" son los tomados para compararlos con los obtenidos en las pruebas piloto usando el método de prueba de hipótesis.

Fuente: Voladura IESA

Elaboración: Propia

Ahora que se tienen los valores de ambas muestras N_1 y N_2 , es momento de plantear la hipótesis que se pretender validar. La hipótesis alternativa es precisamente la propuesta que se buscar demostrar, mientras que la hipótesis nula es la contra parte, vale decir el rechazo a la hipótesis alternativa. De ese modo, el planteamiento de estas hipótesis quedaría de la siguiente manera:

- H_a (Hipótesis Alternativa): Los nuevos diseños de malla de perforación y voladura generan mejores resultados que los de la línea base.
- H_0 : (Hipótesis Nula): Los nuevos diseños de malla de perforación y voladura no generan diferencias en sus resultados respecto a los obtenidos en la línea base.

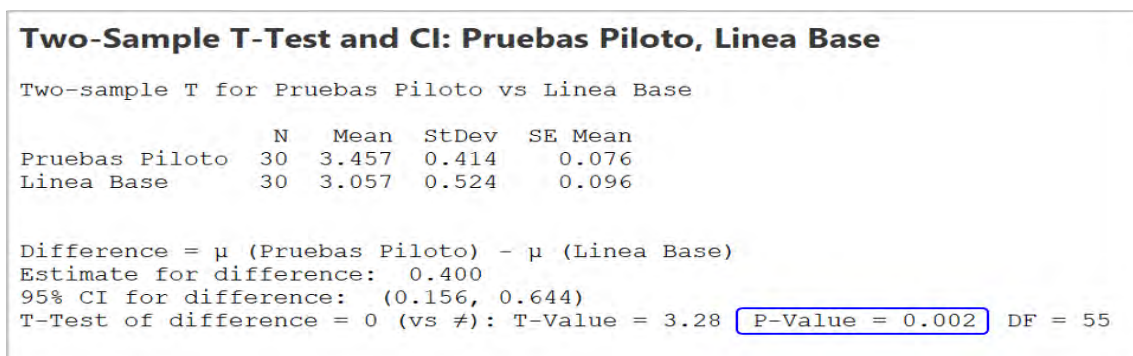
Numéricamente para aceptar la hipótesis alternativa, se tiene que evaluar el P-Value¹¹. Si $P < 0.05$ se acepta la hipótesis alternativa si $P \geq 0.05$ se

¹¹ El P-Value permite diferenciar resultados que son producto del azar del muestreo, de resultados que son estadísticamente significativos. (A. Barsalou, 2015, p. 80)

rechaza la hipótesis alternativa, es decir, se acepta la hipótesis nula, concluyendo que no hubo mejoras en los resultados.

En la figura 14 se muestra el reporte de Minitab, luego de ejecutar el comando para realizar la prueba de hipótesis entre las muestras N_1 y N_2 .

Figura 14 Prueba de hipótesis de muestras N_1 (Línea Base) y N_2 (Pruebas piloto).



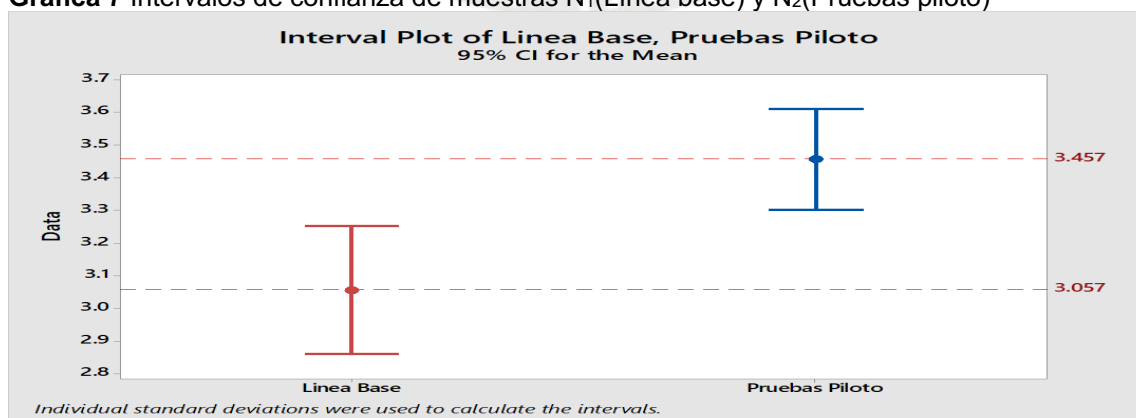
Nota: El P Value de 0.002 indica que, existe un error de 0.02% en aceptar la hipótesis alternativa.

Fuente: Voladura IESA

Elaboración: Propia

Las medias aritméticas comúnmente usadas para comparar, indican que las pruebas piloto tienen un rendimiento de 3.457 m. Mientras que la media de la línea base 3.057 (cercano al 3.09 de media poblacional visto en el planteamiento del problema). Esta diferencia normalmente bastaba para concluir que existe una diferencia, pero sino se analiza el P-Value se podría incurrir en el error de concluir que existe una mejora, cuando realmente no la hay. Este caso se encuentra respaldado por dicho valor por contar con una diferencia estadística significativa. Otro método para validar la hipótesis alternativa (nuevas mallas de perforación) es de forma gráfica, utilizando los intervalos de confianza de cada muestra. Véase la gráfica 7.

Gráfica 7 Intervalos de confianza de muestras N_1 (Línea base) y N_2 (Pruebas piloto)



Nota: El eje "Y" representa el avance por voladura (metros).

Fuente: Voladura IESA

Elaboración: Propia

El intervalo de confianza representa el rango en el que se encontrará la media poblacional, quiere decir, los valores que pueda tomar la media, de estandarizarse el diseño validado. Entonces, al comparar dos intervalos de confianza, se busca identificar si las muestras son o no gráficamente diferentes, y esto se puede concluir si es que no existe una intercepción entre ambos intervalos (overlap).

En la gráfica 7, los intervalos no se interceptan. Entonces, de esta manera una vez más se demuestra y valida que los resultados de las pruebas piloto son superiores a la línea base. Los diseños están listos para pasar a la etapa de implementación (estandarización).

2.2.5.3. Gestión de la comunicación para una Disciplina Operativa

La aceptación de nuevos diseños no se basa solo en la sustentación técnica de ellos, requiere también el compromiso de los colaboradores en su cumplimiento. La mera supervisión visual sobre el cumplimiento del estándar no es suficiente sino se puede medir, ya que así, no se podría reconocer cambios en el proceso, en la disciplina operativa. A continuación, se detalla los canales como gestión de la comunicación para generar dicha disciplina en la organización:

- Capacitación del sustento técnico de la elaboración de las mallas.
- Entrenamiento en campo respecto a los procedimientos y controles a realizar antes, durante y después de las operaciones de perforación y carguío.
- Implementación de la herramienta de gestión, denominada “Auditoria de perforación y voladura” para poder medir e identificar los puntos a trabajar en el transcurso de la implementación. Esta herramienta es llenada por los supervisores de perforación y voladura a través de la supervisión en campo. Posteriormente la información se almacena en una base de datos. La figura 15 es el formato de la “Auditoria de perforación”.

Figura 15 Formato de auditoria de perforación

EVALUACIÓN DE COMPETENCIAS - PERFORACIÓN					VERSION	
QUIERE-SABE-PUEDE					1.0	
Unidad:		Área:	TRIM:	Fecha:		
Lugar:		Zona:	Ejecutor:			
PROCEDIMIENTO						
		QUIERE	SABE	PUEDE	CONDICIÓN	CAUSA CONDICIÓN
1	¿Realiza orden y limpieza en su labor?	SI	Regular	SI		
2	¿Realiza el desatado de rocas antes de la perforación?	SI	Bueno	SI		
3	¿Señaliza la labor antes de iniciar la perforación?	NO	NA	SI		
4	¿Utiliza las "S" para aislar el cable eléctrico?	SI	Bueno	SI		
5	¿Marca la dirección y gradiente?	SI	Regular	SI		
6	¿Marca y cuadrícula la malla?	NO	NA	SI		
7	¿Marca la prolongación de la malla en el piso y los hastiales?	SI	Regular	SI		
8	¿Marca el diseño de arranque?	SI	Bueno	SI		
9	¿Hace uso de los guías?	SI	Regular	SI		
10	¿Realiza una eficiente limpieza y entubado de taladros?	NO	NA	SI		
11	¿Controla el ángulo de vigia en hastiales y corona?	NO	NA	SI		
12	¿Ejecuta la perforación de acuerdo al diseño estándar?	SI	NA	NO	Equipo	Falta en el sistema hidráulico
13	¿Asegura el cumplimiento de los estándares?	SI	NA	NO	Materiales	Llego Tarde
14	¿Asegura el cumplimiento de los procedimientos?	SI	Bueno	SI		
15	¿Efectúa el feedback respecto al cumplimiento?	SI	Bueno	SI		
16	¿Realiza las OT de manera detallada?	SI	Bueno	SI		
		67%	71%	92%		
NOMBRE DEL EVALUADOR					FIRMA	
NOMBRE DEL EVALUADO					FIRMA	

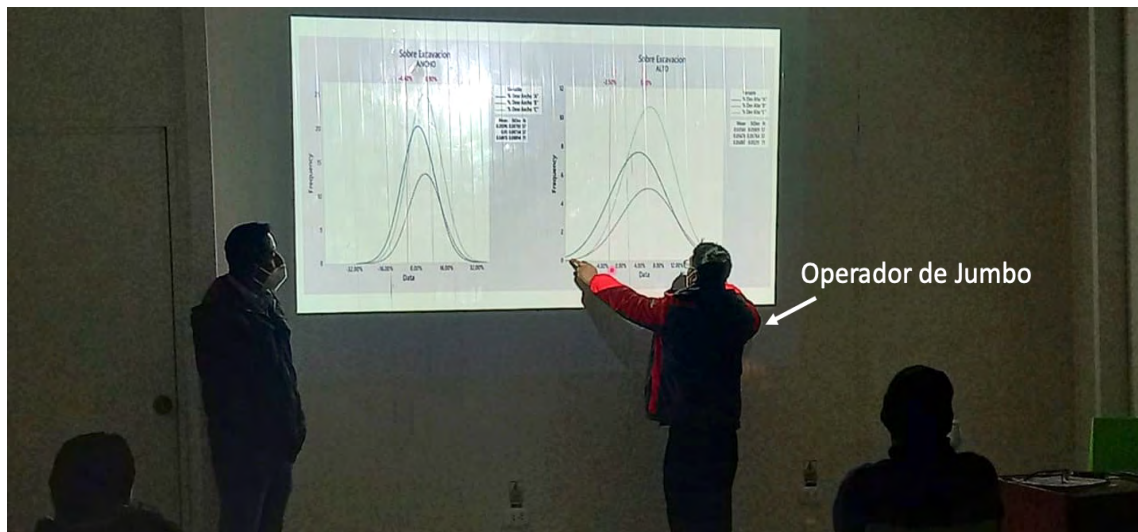
Nota: El formato evalúa 3 dimensiones en el trabajador (Quiere, sabe y puede). El querer determinará su actitud para hacer las cosas (Disciplina operativa) el saber dependerá de la formación que se le haya dado al trabajador y finalmente el poder representa las condiciones que como empresa se le da al trabajador. La herramienta a través del triángulo superior derecho comunica amigablemente al operador cual ha sido el resultado de su auditoría, siendo los vértices del triángulo los objetivos a alcanzar.

Fuente: Voladura IESA

Elaboración: Propia

- Generación de historiales operacionales individuales para cada operador. Estos historiales comprenden indicadores de performance para obtener una línea base, pero de la persona y a partir de ella medir su evolución. A este procedimiento se le ha denominado "Sensibilización personalizada", dado que se realiza a través de una entrevista personal, en donde se pueden identificar desacuerdos que no habían sido percibidos. Véase Anexo 5 para observar ejemplos de los historiales operacionales.
- Entrenar al personal para que ellos expongan sus propios resultados al equipo humano de trabajo. De esta manera, se busca que los trabajadores sientan reconocidos su trabajo y parte del proceso de cambio. Es oportuno precisar, que el 0% del personal obrero (cuadrillas de perforación y carguío) entendían los gráficos estadísticos, sin embargo, gracias al entrenamiento impartido, para finales del 2020 más del 60% ya los comprendía e incluso ya exponían e interpretaban su mensaje para sus colegas. La figura 16 es ejemplo de ello, donde el operador de Jumbo explica los resultados de la guardia.

Figura 16 Exposición de resultados por el operador de Jumbo



Fuente: Voladura IESA
Elaboración: Propia

- La información veraz y oportuna es ideal para tomar decisiones acertadas y prontas. Y no basta con que se tenga un número al final del mes, cuando las cosas ya están hechas y menos que la información solo tenga alcance a la supervisión, cuando los protagonistas de la ejecución del trabajo son los que más enterados deben estar sobre los resultados de la obra y vuestros propios trabajos. En consideración a ello, se implementó un control denominado “semáforo de resultados”. El nombre se inspira en el uso de colores para definir si el resultado de una voladura es bueno, regular o malo. En este reporte no solo se mide el avance por voladura, también se mide la sobre rotura, indicador vagamente cumplido y causante del descuento en la valorización mensual. El tributo del reporte es que a través de los colores usa un lenguaje sencillo y comprensible para el trabajador, en lugar de usar unidades que escapan de su comprensión. La figura 17 es el “Semáforo de resultados” y este reporte se envía utilizando un canal masivo y libre, un grupo de WhatsApp, en el cual integran desde el gerente de operaciones de IESA hasta los colaboradores de estas operaciones unitarias. Para un correcto uso del grupo se estableció reglas del juego en la cual se busca un uso adecuado y exclusivo en el entorno laboral.

Figura 17 Semáforo de Resultados



Fuente: Voladura IESA
Elaboración: Propia

Los puntos descritos hasta el momento corresponden a los trabajos realizados, como aplicación de la propuesta en el enfoque metodológico usado (Cuantitativo). Cada una de los canales de comunicación vienen a ser las herramientas 2.0 que se tocó en el marco teórico, ya que permite pasar de la mera difusión a la comunicación asertiva, puesto que, en cada una de ellas, el trabajador es capaz de interactuar con la supervisión.

En el siguiente capítulo se mostrará y describirá los resultados de la mejora en la gestión de los procesos de perforación y voladura tomando indicadores generales de obra. Porque solo con indicadores generales o como también se le conoce “globales” se puede medir el real impacto de un cambio en la gestión.

La etapa de implementación depende del compromiso de toda la organización cumpliendo las responsabilidades que les han sido asignadas, es por eso, que la investigación no puede concluir en un tiempo estimado que podría tomar la implementación, esta depende en gran medida del liderazgo que acompañe a la gestión operacional.

3. Resultados

La aplicación de la propuesta descrita en la investigación, ha generado resultados favorables para la empresa IESA. Los resultados están alineados a la cadena de valor de la empresa, estos son:

- Avance por voladura
- Sobre excavación

- Número de voladuras por guardia
- Cumplimiento del Programa de avances

3.1. Avance por voladura

El avance por voladura, es un indicador clave (KPI), debido a que es parte de la estructura del precio unitario, y es el rendimiento esperado tanto por el cliente como para la ECM, para este último lo mínimo es cumplir dicha métrica, un valor mayor implica una ganancia adicional. La medición de este indicador se hace estableciendo rangos, para así, ver una evolución por grupos de resultados. Los grupos de resultados son adecuados, en vista que tiene relación directa con las proporciones de tipo de roca que se tienen en un momento dado.

La discusión de los resultados sobre este indicador, se hace desde diferentes perspectivas: Serie lineal, variación de los resultados por escenario, evolución de variabilidad de resultados por mes.

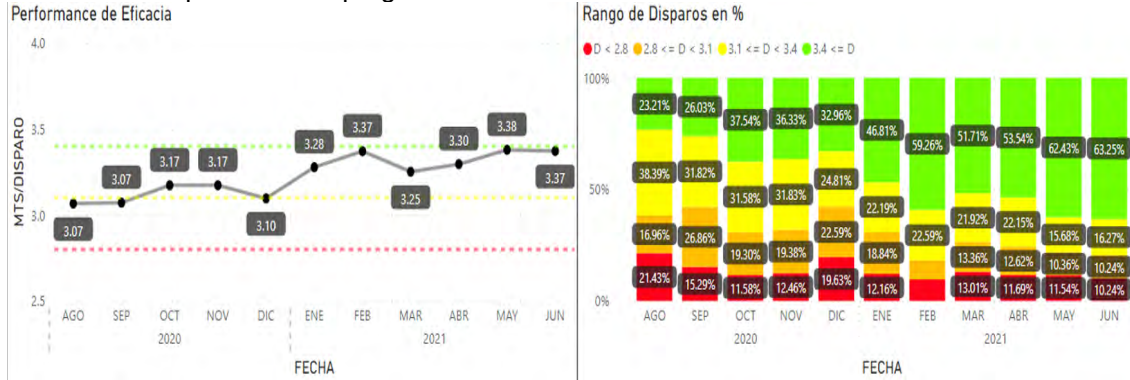
3.1.1. Serie de tiempo de avance por voladura

La serie de tiempo permite ver una tendencia en la evolución del indicador. La transversalidad es adecuada para comparar dos escenarios o contextos, pero en este caso, se pretende evaluar una serie de tiempo continua, desde una línea base hasta el mes que se gestionó el proyecto. Para este análisis se elaboraron cuatro grupos de resultados:

- Voladuras menores a 2.8 m. ($D < 2.8$)
- Voladuras entre 2.8 m. y 3.0 m. ($2.8 \leq D < 3.1$)
- Voladuras entre 3.1 m. y 3.3 m. ($3.1 \leq D < 3.4$)
- Voladuras mayores a 3.3 m ($3.4 \leq D$)

En base a estos grupos de resultados se construye la gráfica 8.

Gráfica 8 Cumplimiento del programa de avances



Nota: La gráfica izquierda representa el resultado de voladura por disparo promedio en cada mes. En la gráfica derecha se expone los resultados por grupos.

Fuente: Productividad IESA

La tendencia del grupo de voladuras mayores a 3.3 m. ($3.4 \leq D$) es favorable, ya que han pasado de ser el 23.21% del total de voladuras en el mes de agosto del 2020 a 62.25% en el mes de junio del 2021. Lo mismo sucede con el grupo de voladuras menores a 2.8 m. ($D < 2.8$), que paso de significar el 21.43% de las voladuras totales en agosto del 2020 a 10.24% en junio del 2021. En síntesis, las buenas voladuras se han incrementado, y las bajas voladuras han disminuido.

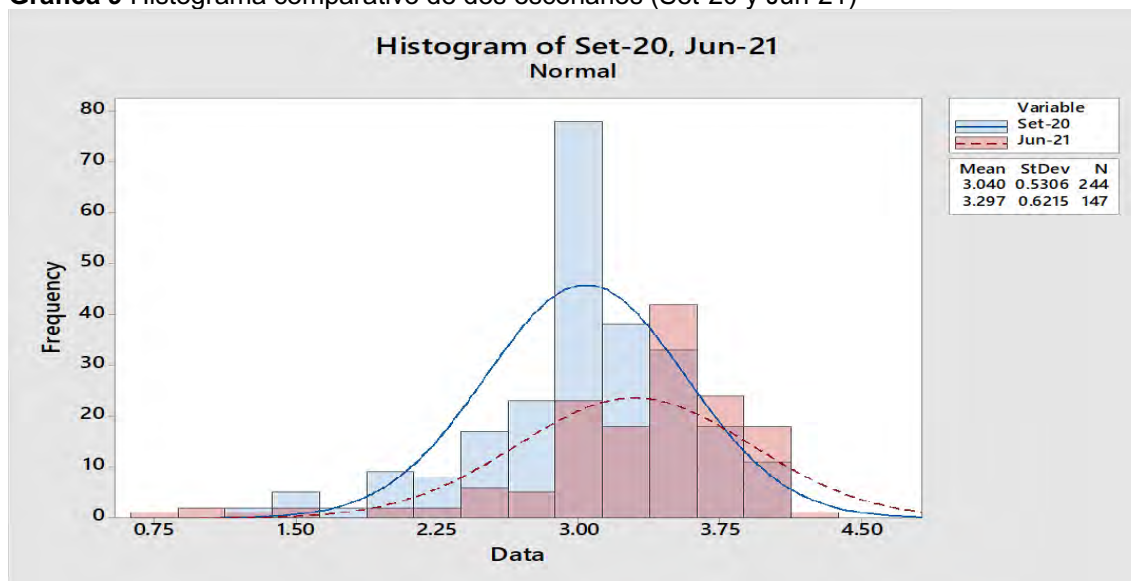
Ahora es importante conocer cuál ha sido el comportamiento de la variación de los resultados antes y ahora.

3.1.2. Variación de los resultados por escenario

Los escenarios claramente diferentes, son los meses de octubre del 2020 (Línea base) y junio del 2021, mes hasta la que se procesa la información. De los meses referidos, se toma todas las voladuras, sin discriminar alguna, para tener un KPI global.

La variación de resultados se mide conociendo la distribución de frecuencias de sus valores, y visualizar así si existe un movimiento favorable de las frecuencias. A su vez, la campana gaussiana expresa la variabilidad desde un punto mínimo a uno máximo. El camino en la mejora continua es trasladar la media hacia el objetivo y reducir la variación. Como efecto del cambio en la gestión de los procesos de perforación y voladura, las voladuras con mayor avance se han incrementado e inclusive se han obtenido resultados que antes no fueron conseguidos, esto hace que la curva se extienda más a la derecha como se ve en la gráfica 9.

Gráfica 9 Histograma comparativo de dos escenarios (Set-20 y Jun-21)



Nota: Las barras de color celeste corresponden a la cantidad de voladuras con ese resultado (eje "x") en el mes de setiembre del 2020. Las barras de color rojo corresponden a junio del 2021. La curva punteada de color rojo se muestra desplazada a la derecha, lo que evidencia resultados mayores al escenario inicial.

Fuente: Productividad IESA

Elaboración: Propia

Una característica interesante y positiva de la gráfica 9 es la diferencia de altura entre las barras celestes y rojas, debido a que esto evidencia que la cantidad de voladuras inferiores al objetivo se han reducido para trasladarse hacia la derecha del gráfico. Por este comportamiento de los datos la media aritmética también se ha desplazado y superado el objetivo interno de la empresa IESA.

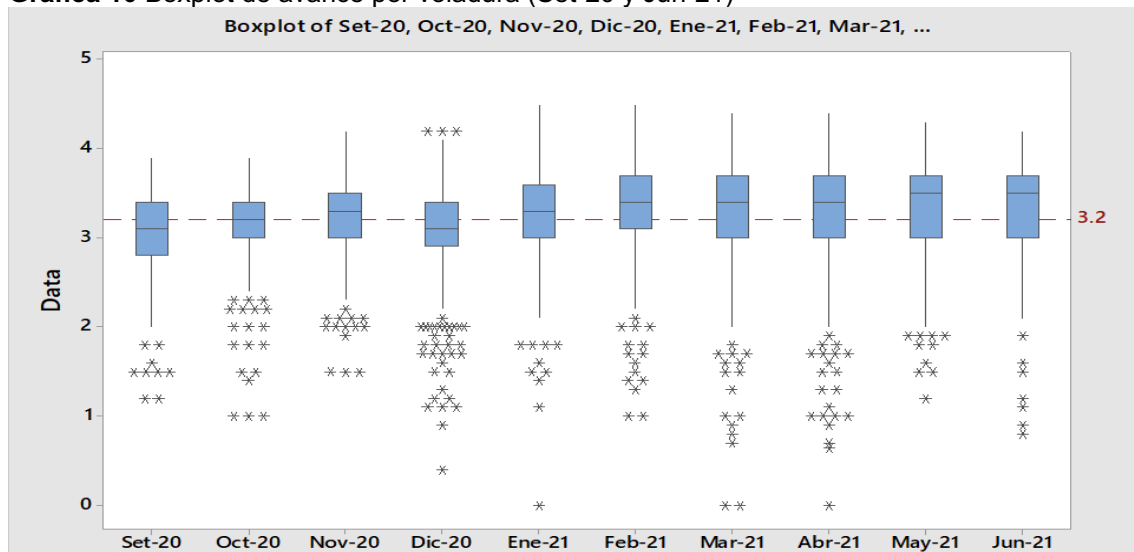
Este tipo de análisis es conveniente para hacer una comparación transversal. Por ejemplo, para medir los efectos de una gestión distinta, en el campo operacional, humano, logístico, etc. Su ventaja frente a una serie de tiempo es no mezclar más de dos modelos de gestión y concluir equivocadamente. Pero para medir sostenibilidad de la variabilidad, es ideal un análisis por serie de tiempo,

3.1.3. Evolución de variabilidad de resultados por mes.

Si bien la comparativa de escenarios demuestra un resultado favorable, se podría cuestionar si es un resultado puntual y no de carácter sostenible. En base a lo descrito, se presenta un análisis de variabilidad a través del tiempo (por meses), donde la herramienta estadística a usar son los Boxplot¹². Véase gráfica 10.

12 Es un tipo de gráfico que muestra un resumen de una gran cantidad de datos en medidas descriptivas (cuartiles). Este tipo de gráficos permite identificar valores atípicos y comparar distribuciones (variabilidad). (A. Barsalou, 2015, p. 23)

Gráfica 10 Boxplot de avance por voladura (Set-20 y Jun-21)



Nota: Cada barra azul, es un boxplot, en la cual la línea central representa el segundo cuartil o conocido también como media aritmética. La línea base inferior y superior de cada boxplot representa el primer y tercer cuartil.

Fuente: Productividad IESA

Elaboración: Propia

En setiembre del 2021 el segundo cuartil se encuentra por debajo del objetivo, en adelante se aprecia su evolución favorable superando el objetivo de 3.2 m. El segundo cuartil contiene el 50% de las voladuras totales, el tercer cuartil el 75% y finalmente el cuarto cuartil el 100%. Todos los cuartiles tienen una evolución ascendente. Del mismo modo los asteriscos que son valores atípicos disminuyen.

3.2. Sobre excavación (Overbreak).

El resultado, efecto de la aplicación de la propuesta inscrita en esta investigación tiene presencia inmediata a través de la supervisión visual diaria, claro está, que se tratará también con el enfoque cuantitativo, pero es relevante mencionar que, visualmente el efecto que genera los resultados de las voladuras en los involucrados en la operación es poderosísimo (motivador intrínseco), la actitud del personal ha manifestado el interés y compromiso en la ejecución del estándar con los controles operacionales establecidos, controles textualizados en el formato de auditoría anteriormente visto. Esa actitud ha sido podido medirlo con los formatos mencionados, ya que ellos arrojan un número que representa la Disciplina Operativa en una escala de 0 al 100. La evolución ha sido de 15 en la línea base hasta más de 50 en las primeras dos semanas y más de 80 hasta febrero del 2021. La figura 18 comprende un collage de los resultados obtenidos en el control de sobre excavación.

Figura 18 Evidencias de resultados de control de sobre excavación.



Nota: En la primera fotografía izquierda superior, la línea verde es el contorno de la labor que se producía en la línea base, mientras que la línea púrpura el resultado con la implementación de la propuesta. En el resto de fotografía se observa en la parte superior unas huellas de taladros, conocidos como "cañas", esto es símbolo que el explosivo rompió hasta donde se perforó (Voladura controlada).

Fuente: Productividad IESA

Elaboración: Propia

La sobre excavación es un requerimiento o especificación técnica, estipulada en el contrato celebrado entre IESA y Cia Minera Nexa. En ella, indica que la especificación máxima permitida será de 10%. De no cumplirse esta especificación, el titular minero no reconocerá la cantidad de metros que tengan esta desviación. Lo que implica la excavación y el sostenimiento. Sin embargo, como parte de otro trabajo técnico, el área de voladura con la gerencia de operaciones sustentó que dicho valor es bastante idealizado y esto se argumenta bajo los siguientes puntos:

- La mina El Porvenir es una de las más profundas del país, más de 1,300 metros de profundidad. Esta condición genera la presión litostática¹³. El informe de Ingeroc (2011) a través de su estudio cataloga a la mina El Porvenir con esfuerzos de moderada a alta, quiere decir, que por su naturaleza, durante la excavación de las labores, la roca subyacente a la periferia de la labor y en su recorrido se deformará y existirá una abertura natural de la sección de la labor, que no es propio de la voladura. Este último sin control empeora la condición.
- Las obras tuneleras (proyecto civil) se caracterizan por exigidas especificaciones en el control de su sección, coincidentemente exigen valores inferiores al 10%. Pero la diferencia está en los recursos para su ejecución. En la ejecución de túneles en su mayoría hacen uso de “detonadores electrónicos”. Detonadores que permiten dar una secuencia de voladura más precisa y sobre todo corta, para evitar exceso de vibración, durante la voladura. En el caso de la minería el detonador usado es “No Eléctrico”, o llamado también “Pirotécnico”. Este detonador si bien es económicamente más atractivo (10 veces menos) respecto a los electrónicos, posee dispersión en su detonación, y con esa particularidad no es posible dar una secuencia más estrecha o corta, obliga a dar tiempos desde 25 ms (Lo más corto). Entonces, no se pueda esperar y exigir especificaciones de calidad iguales con el uso de recursos distintos.

Por las observaciones expuestas y presentadas al cliente se renegociaron las especificaciones de control de sección, quedando como acuerdo 10 cm como máximo hacia adentro de la sección en todo el perímetro (Sub excavación) y 20 cm como máximo hacia fuera de la sección perimetral (Sobre excavación). En términos más simples, el límite de especificación inferior es -0.6% y el límite de especificación superior es 14%. Con las especificaciones mostradas se construye la capacidad de proceso de dicho indicador.

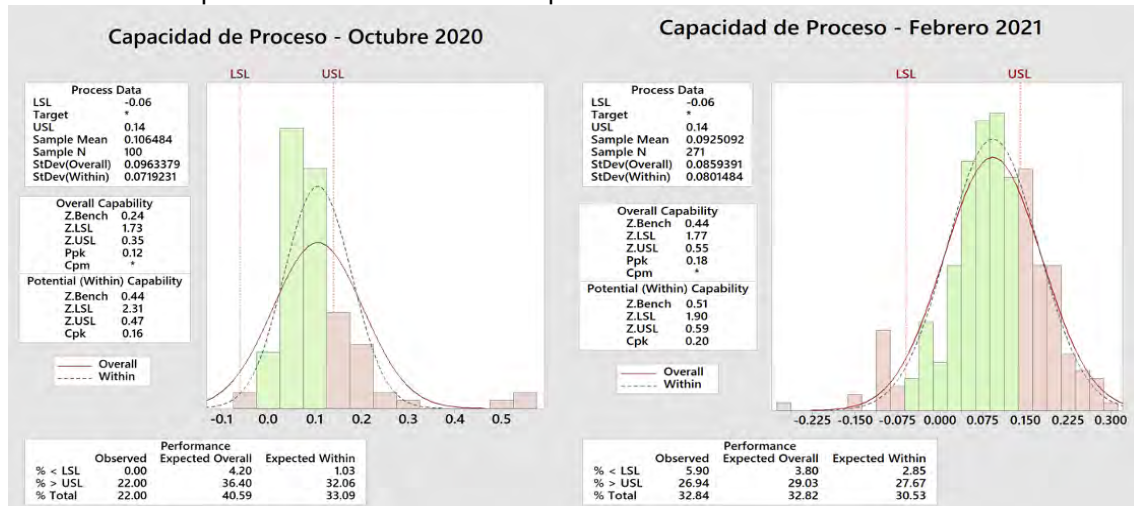
3.2.1. Capacidad de Proceso en Sobre excavación

La diferencia entre medir la sobre excavación por media aritmética y capacidad de proceso, están en que la media aritmética compensa la sub excavación y sobre excavación, es decir, un número intermedio, que podría estar por debajo del límite

¹³ Es la presión del peso de la sobrecarga, o roca supra yacente, ejercido sobre una formación (Laboreo minero).

de especificación superior, pero que sesga el hecho que hay voladura que no cumplieron dicha especificación, tanto inferior como superior, y ese hecho genera pérdidas económicas en el proceso. La gráfica 11 muestra una comparación transversal entre la línea base y el mes de febrero del 2021, segundo mes de la fase de implementación.

Gráfica 11 Comparación transversal de la Capacidad de Proceso en Sobre excavación



Nota: Expected Overall, significa capacidad a largo plazo, y el número 32.82 es la incidencia de la cantidad de voladuras fuera de especificación.

Fuente: Productividad IESA

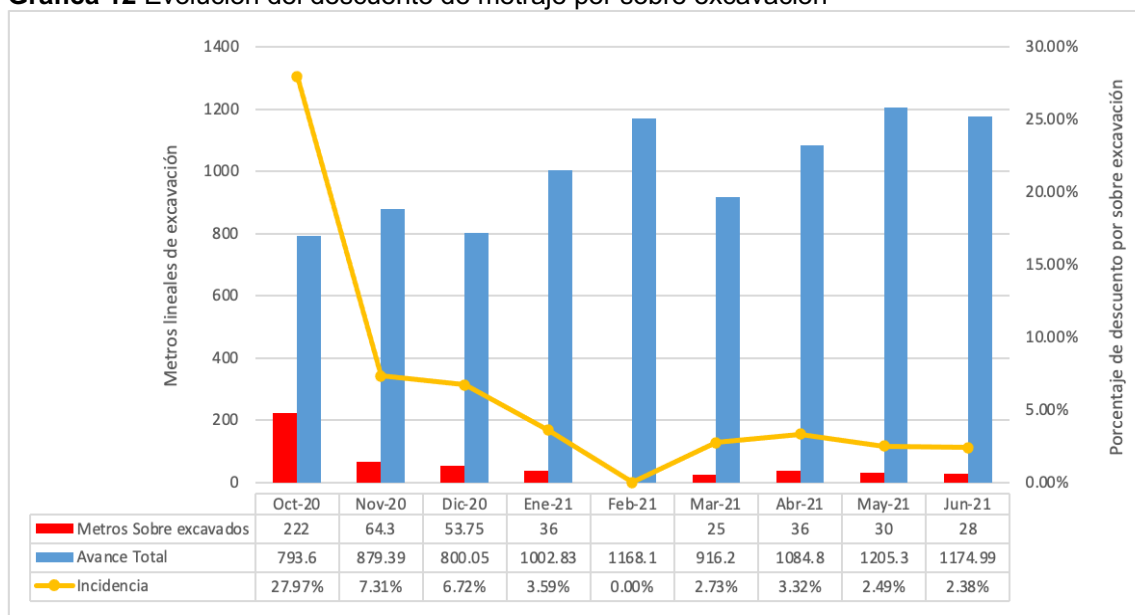
Elaboración: Propia

De este modo, se demuestra que los resultados han tenido impacto desde el punto de vista de la calidad, dado que se ha incrementado la cantidad de voladuras que cumple las especificaciones contractuales. Es necesario ver el impacto en este indicador también en una serie de tiempo y observar la tendencia que se logra.

3.2.2. Serie de Tiempo de sobre excavación.

Anteriormente se ha señalado y enfatizado que una particularidad para IESA en la mina Porvenir es el cumplimiento de la sección de la labor, acorde a lo establecido en el contrato. Si esta especificación no se cumple, no será reconocido por el cliente en la valorización mensual. En términos bastante fríos, se podría decir que el trabajo se hizo gratis. Entonces, otra forma de medir el impacto de la propuesta en la rentabilidad de la empresa, está en el porcentaje de descuento a la valorización, a lo largo del tiempo. Esto se visualiza en la gráfica 12.

Gráfica 12 Evolución del descuento de metraje por sobre excavación



Nota: La incidencia es el cociente de dividir los metros sobre excavados entre la cantidad de metros totales.

Fuente: Productividad IESA

Elaboración: Propia

En consecuencia, queda evidenciado que la disminución del descuento por sobre excavación se debe a voladuras con resultados de mejor calidad (cumplimiento de especificaciones).

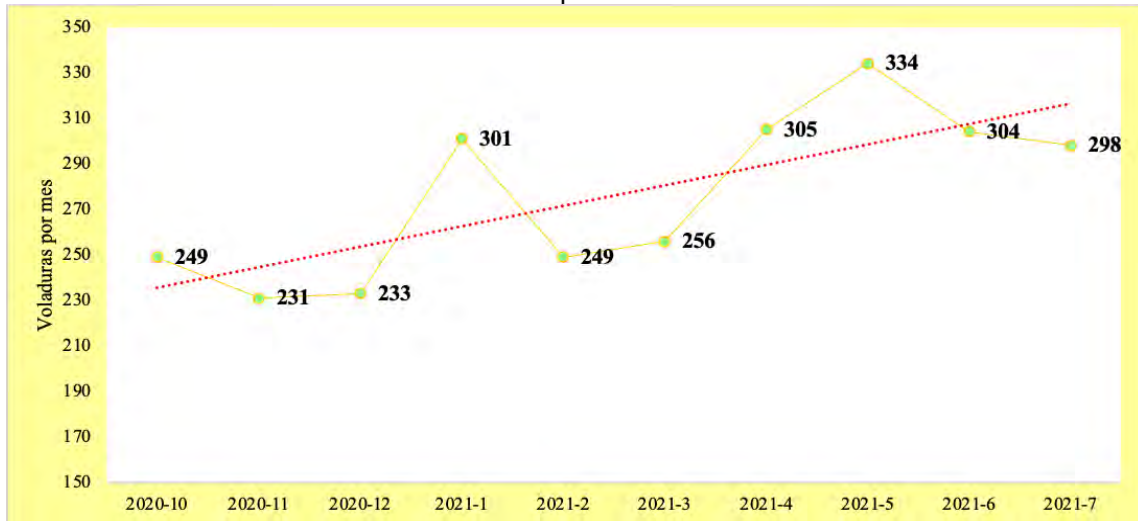
La calidad de resultados a su vez, impactan positivamente en los procesos unitarios post voladura, como fue descrito en la introducción. Entonces, hacer de las operaciones más productivas significa acelerar el ciclo de la operación, lo que en palabras sencillas es número de voladura por guardia.

3.3. Número de voladuras por guardia.

Hacer de las operaciones productivas, significa hacer más con lo mismo. El número de equipos de perforación (Jumbo) no ha incrementado, pero si la cantidad de voladuras que ejecutan cada uno de ellos. Y esto se da, porque las perforaciones inician más temprano, en vista de que ya no hay re trabajo en muchas de las operaciones unitarias y sus propios rendimientos han mejorado.

La cantidad de días por mes, es relativamente constante (30 o 31), por lo tanto, el número de voladuras por guardia también podría ser representado en el indicador de número de voladuras por mes. Este indicador se muestra precisamente en la gráfica 13.

Gráfica 13 Evolución de número de voladuras por mes



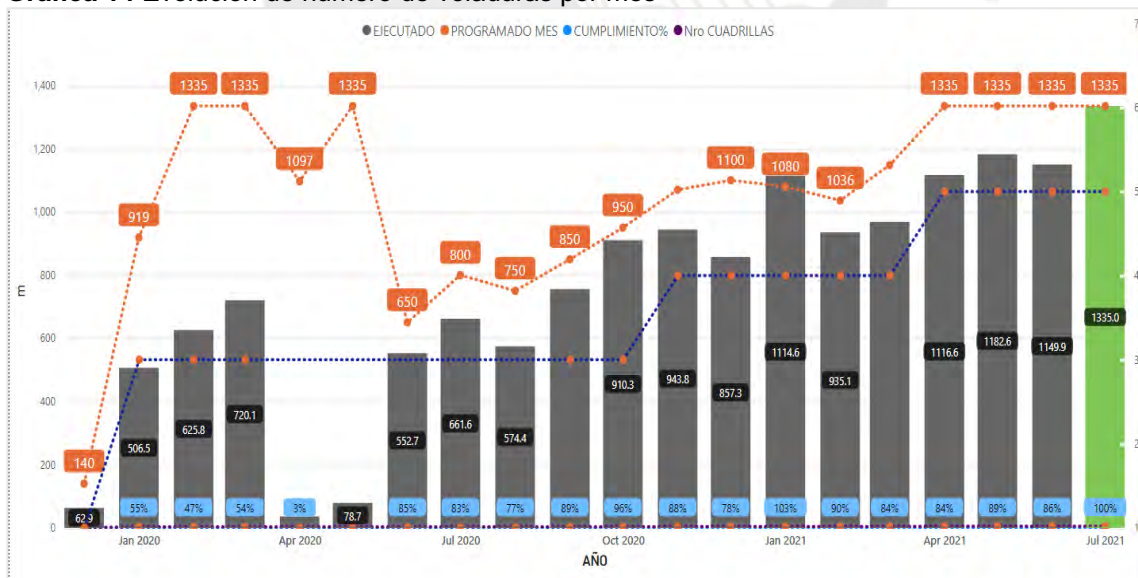
Nota: La línea punteada roja muestra la tendencia positiva que existe en la evolución del número de voladuras por mes

Fuente: Voladura IESA

Elaboración: Propia

El indicador mostrado es parte del engranaje para finalmente alcanzar el indicador principal para la ECM IESA, el cumplimiento de programa de avance mensual. De este modo se recalca que el foco de la gestión en perforación y voladura no solo está en incrementar el avance por voladura, sino también el cumplimiento de metraje, que es la naturaleza del contrato celebrado con la compañía. En tal sentido, en la gráfica 14, se muestra cómo ha evolucionado dicho indicador.

Gráfica 14 Evolución de número de voladuras por mes



Nota: Los cortes para la medición están en base a las fechas de compañía, del primer día del mes al último, que es diferente a la valorización de IESA.

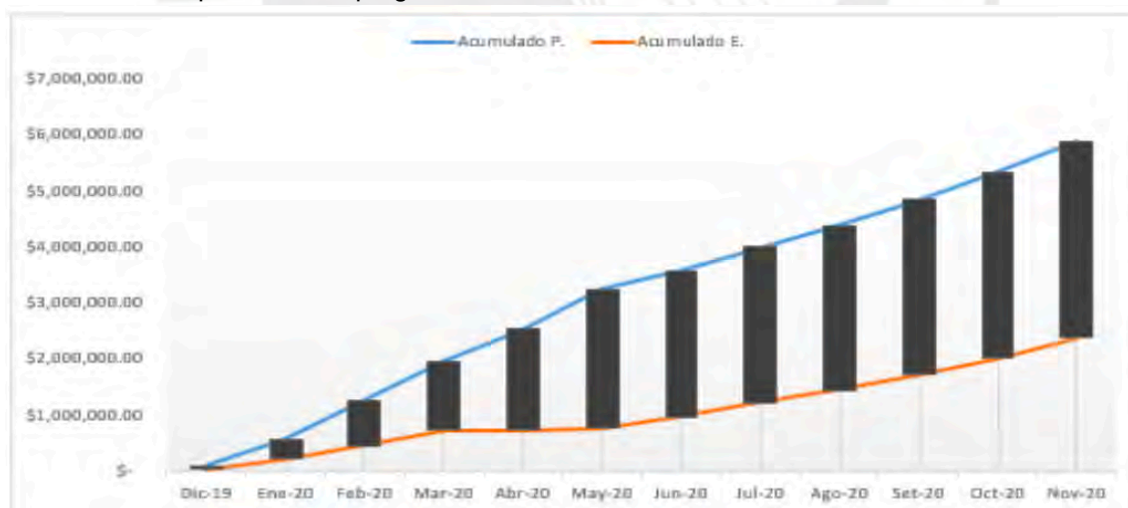
Fuente: Productividad IESA

CAPÍTULO III: “DISCUSIÓN DE RESULTADOS”

Las empresas contratistas en el Perú adjudican contratos periodos no menores a tres años en general, pero esto no implica una segura renovación, es más, la realidad es que los titulares mineros siempre buscan reducir sus costos y parte de la estrategia es invitar a través de las licitaciones a nuevas empresas. En tal sentido, si la problemática de un escenario de reducción de precios es constante, incurrir en pérdidas económicas producto de una mala gestión interna, puede terminar en el peor de los casos el cierre de una obra y porque no de una empresa.

IESA celebró con Cía. Minera Nexa a finales del 2019 su contrato por 3 años, su contrato más grande en su cartera con proyectos mineros, un proyecto que requirió una inversión de más de \$30 millones para adquirir nuevas flotas de equipos, que estén a la altura de un proyecto como el de la mina El Porvenir. Hasta noviembre del 2020 el cumplimiento del programa de avances no ha sido el esperado. Esto no solo afecta a la CIA Minera, sino también a la ECM porque no hay el flujo de caja proyectado para pagar el financiamiento para arrancar la obra y la deuda se acrecienta. La gráfica 15 muestra la brecha que existe en términos monetarios, entre la cantidad de metros programados (objetivos) y los ejecutados.

Gráfica 15 Cumplimiento del programa de avances



Fuente: Productividad IESA

En la parte final del capítulo 2, se evidenció el éxito de la implementación de la propuesta dada en esta investigación, reflejándose en la mejora de los principales indicadores propuestos: Avance por voladura, Sobre excavación, número de voladuras por guardia y cumplimiento del programa de avances. Estos resultados permiten esquematizar 3 aspectos a discutir en el presente capítulo. Aspectos que permiten entender la relación que existe entre cada tópico estudiado hasta ahora.

1. Los Algoritmos como base única para la implementación de mallas de perforación y voladura

El primero objetivo específico es: “Establecer y proponer un proceso de elaboración de mallas de perforación y voladura para su estandarización en la empresa IESA S.A. en la unidad minera El Porvenir”. Este proceso no se ha limitado en una guía de uso de algún específico algoritmo, sino a un conjunto de pasos que permitan garantizar el éxito en la implementación de estas mallas de perforación.

Los modelos matemáticos y algoritmos matemáticos, sin lugar a duda han sido fuente valiosa en la elaboración de los diseños de mallas de perforación y voladura. Los algoritmos tienen presencia desde el año 1976 con la elaboración de un modelo predictivo de fragmentación, realizada por Langerfors. Posterior a él, ha habido otros ingenieros que han buscado perfeccionar sus modelos con el objetivo de reducir el nivel de error. Hoy en día dependiendo del capital y factor humano preparado que se tenga ya se usa de modelos de redes neuronales e inclusive inteligencia artificial.

Los modelos han evolucionado y muestra de ello es lo identificado por Rojas (2018) al demostrar por un análisis de correlación entre el valor esperado y observado, que el coeficiente de determinación era mayor con la aplicación de redes neuronales que con el algoritmo de Kuz-Ram, desarrollado por Holmberg (2005) y Hustrulid (1999). Sin embargo, no todas las unidades mineras y en especial del sector subterráneo han migrado a las redes neuronales, muchas de ellas usan los tradicionales algoritmos y otras en el peor de los casos utilizan mallas de otras minas.

Entonces, teniendo como antecedente que los algoritmos tradicionales de por sí, ya carecen de precisión en la predicción de resultados, si sumamos a ello el hecho de que no se cumplan los diseños en campo se agrava el problema considerablemente. Es por eso, que muchas compañías mineras del sector subterráneo, han encontrado en las empresas proveedoras de explosivos el soporte técnico para la elaboración de mallas de perforación. Sin embargo, el informe entregado donde enlista las mallas elaboradas no es garantía de que se cumplan en el terreno, esta manera de hacerlo tiene carácter impositivo, y por lo tanto no consigue el compromiso necesario del personal colaborador.

Los principales actores en las operaciones unitarias de perforación y voladura son los operadores de jumbo y cargadores. En consecuencia, son ellos los que deberían también participar en la elaboración de dichas mallas, para que, de esta manera, se sientan ellos parte de la organización y exista el compromiso por su cumplimiento. Criollo (2018) También manifiesta sobre la importancia de hacerlos partícipe y generar de esa manera la identidad corporativa.

En la mina Porvenir, no solo se hizo la entrega de las mallas de perforación para que la supervisión se encargue de hacerlo cumplir (impositivo) Además de la elaboración en conjunto con el personal colaborador, se realizó la capacitación y entrenamiento en campo sobre la aplicabilidad de estos diseños y el impacto en la organización y realizada por profesionales con las aptitudes mínimas requeridas, ya que la capacitación es parte importante de la formación, mas no solo una ordinaria difusión de mensaje. Del mismo modo, Barriga (2015) señala que la capacitación al personal sobre la importancia del diseño de malla y el conocimiento de los resultados ha sido clave para el cumplimiento de las mallas.

Precisamente, el conocimiento de los resultados se da a través de una gestión de la comunicación, tópico muy relevante que se aplicó en la Mina Porvenir con la emisión de los reportes de campo, semáforo de resultados y sensibilizaciones personalizadas. En los cuales el colaborador ha tenido participación activa.

La sola elaboración correcta de las mallas, no son garantía de éxito en el resultado de las voladuras, por más base científica que pudiese tener. La respuesta del colaborador ha sido clave, así como la madurez de la disciplina operativa de la fuerza laboral.

2. El efecto de la Disciplina Operativa en la Productividad Minera

Hoy en día, casi todas las empresas mineras son más rigurosas en la contratación de proveedores y contratistas. Esto lo han conseguido gracias a la homologación de proveedores, que lo realizan a través de un tercero. El objetivo de ello es hacer el filtro y seleccionar las empresas que brinden más garantía en la calidad de su servicio. Parte del proceso de homologación es verificar la calidad de sus procedimientos y estándares, que pueden estar muy bien elaborado, no obstante, no significa que estos se vayan a encontrar a cabalidad en campo, es decir, la homologación hace un filtro riguroso de los documentos con los que cuente la empresa, pero no de la aplicación en campo. Desafortunadamente esta última

parte es la que presenta debilidades, como lo identificado en el capítulo 2, donde se vio una alta variación en la cantidad de taladros ejecutados por operador.

La pregunta en cuestión es, si las empresas cuentan con las herramientas de gestión ¿Por qué los colaboradores hacen caso omiso? La respuesta está en los componentes de la Disciplina Operativa. La CIA Minera Volcan (2020) trabaja sobre 4 componentes, que son: Disponibilidad, Calidad, Cumplimiento y Capacitación. Volcan cree y declara a su organización, que estos componentes garantizan un nivel óptimo de Disciplina Operativa.

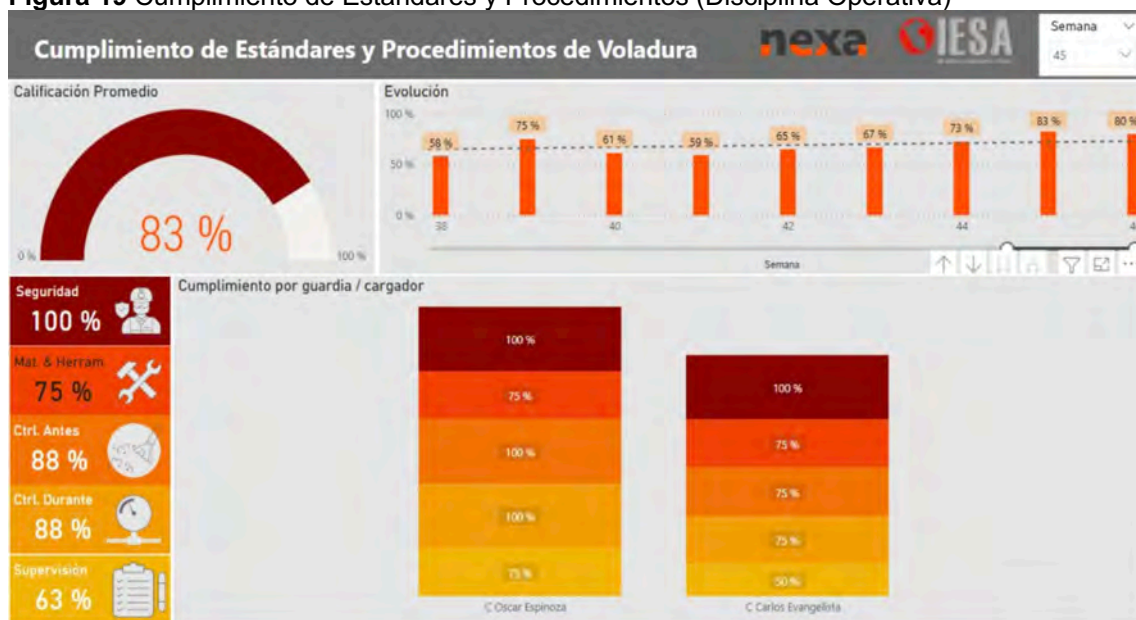
Con la aplicación de la propuesta de esta investigación la disponibilidad se ha incrementado, ya que se hace uso del medio digital más masivo y libre que existe hoy en día, el WhatsApp. Así mismo las sensibilizaciones personalizadas han permitido a los colaboradores encontrar un lugar para la retroalimentación e información de sus resultados. La implementación de los formatos de auditoría de campo, permitió en su momento evaluar e identificar oportunidades en el contenido de los procedimientos, posteriormente estos se mejoraron y consiguieron una favorable evolución. Estos mismos formatos han permitido medir el cumplimiento en diferentes etapas del proceso (Antes y durante). La capacitación no solo es el mero hecho de juntar personal y exponer un mensaje, la capacitación culmina con la corroboración de lo ejecutado según lo aprendido. Estos aspectos han sido tratados en el capítulo 2.

La figura 19 ilustra la evolución de la disciplina operativa de IESA en la mina El Porvenir, utilizando la herramienta implementada con esta investigación, herramienta que fue citada en la declaración del segundo objetivo específico de esta investigación, “Establecer y proponer una herramienta de gestión para el cumplimiento (disciplina operativa) de los estándares de perforación y voladura de la empresa IESA S.A. en la unidad minera El Porvenir”.

Este efecto mostrado y generado por la Disciplina Operativa se presenta en todos los sectores, pero uno bastante cercano y en relación a la voladura de rocas, es lo concluido por Picoy (2019), que encontró una correlación estadística entre la disciplina operativa y el performance de los explosivos en su uso. Obviamente al mejorar el rendimiento de los explosivos, se dieron mejores voladuras, pero la aplicabilidad de la Disciplina Operativa no solo tiene alcance la operación netamente, está también tiene un efecto positivo sobre la seguridad, ya que si los trabajadores ejecutan correctamente los procedimientos (correctamente

elaborados) la probabilidad de inter actuar con un peligro se reduce. Helsin concluye también en su investigación, que la implementación de la Disciplina Operativa obtuvo mejoras significativas en los indicadores de productividad como se seguridad.

Figura 19 Cumplimiento de Estándares y Procedimientos (Disciplina Operativa)



Nota: La herramienta de gestión implementada para medir la disciplina operativa ha tenido evolución favorable, así como el cumplimiento de programa de avances.
 Fuente: Voladura IESA

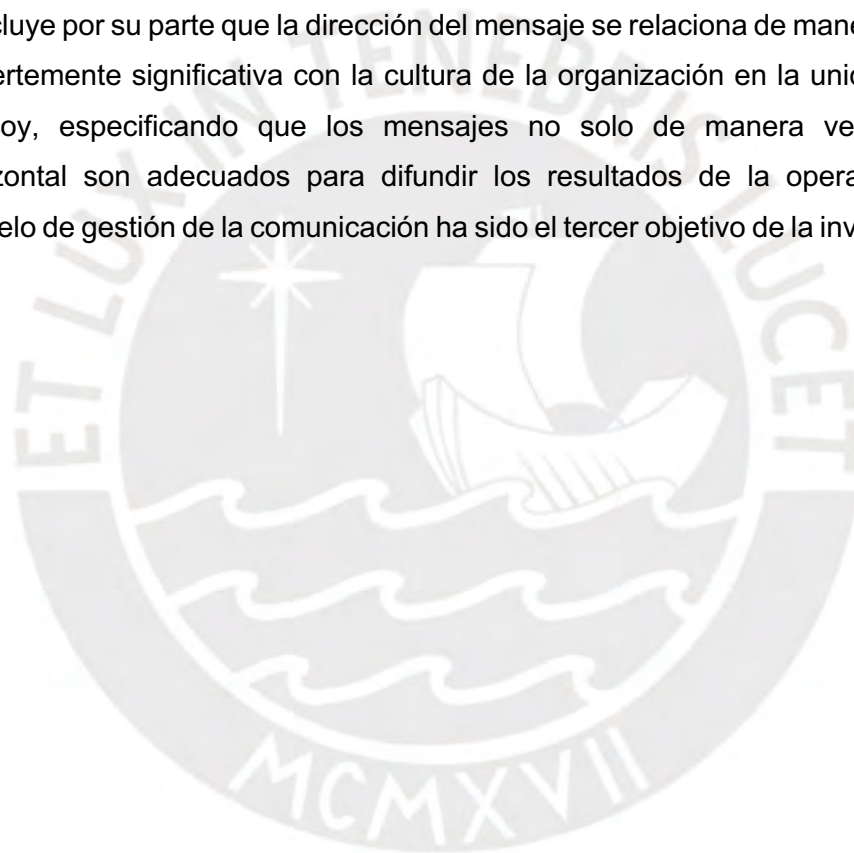
3. La gestión de la comunicación para la Productividad Minera

El tiempo siempre ha implicado cambios, cambios que están orientados a facilitar las cosas, en facilitar la vida al ser humano. Lo mismo ha sucedido con los negocios, que han hecho de sus operaciones más productivas, más rentables. Los cambios siempre existirán porque de hecho es una forma de adaptarse a nuevos requerimientos.

En la minería existen programas de mejora continua, que son incluso parte de las políticas de las empresas. Pero el impacto más fuerte lo siente el personal obrero, los colaboradores para esta investigación. Un impacto, que dependiendo de la gestión que se realice, puede como no ser bien recibidas y comprendidas por los colaboradores, como sucedió con los colaboradores de IESA, que al ser considerados desde la elaboración de los diseños hasta el proceso de implementación han mostrado competitividad en sus resultados, los mismos que beneficiaron a la empresa. Por su parte Gómez (2007), describe estos cambios en el tiempo como cambios periódicos, en los procesos de las organizaciones, lo

que obliga a que los miembros estén permanentemente informados, de esta manera la información, es el eje “vertebrador” de cualquier organización que busque altos niveles de competitividad y desarrollo.

Un cambio notable en el modelo de gestión de los procesos de perforación y voladura, ha sido la capacidad que se le brindó al trabajador para interactuar con la supervisión, es decir, la dirección del mensaje ha sido enfocada en los colaboradores y no de manera general. Por medio de ella se enviaron los semáforos de resultados que en desarrollo del trabajo paso de un contexto en que solo observaban los reportes a interactuar para incluso proponer nuevas ideas de mejora, que pudieran ser adaptadas por sus compañeros de trabajo. Criollo (2018) concluye por su parte que la dirección del mensaje se relaciona de manera positiva y fuertemente significativa con la cultura de la organización en la unidad minera Parcoy, especificando que los mensajes no solo de manera vertical, sino horizontal son adecuados para difundir los resultados de la operación. Este modelo de gestión de la comunicación ha sido el tercer objetivo de la investigación.



CONCLUSIONES

1. Capítulo I: Estado del Arte

- Las iniciativas para modificar mallas de perforación y voladura deben iniciar con una muestra representativa, para que a través de la estadística inferencial se pueda analizar y verificar si existe una mejora de implementarse poblacionalmente.
- Las herramientas 2.0 han permitido al trabajador convertirse en un colaborador desde la planificación hasta la ejecución del presente proyecto de mejora continua y generando así la identidad corporativa hacia la organización y adecuado cumplimiento de los procedimientos.

2. Capítulo II: Problema de Investigación

- La tabla 6, “Flujograma del proceso de implementación de nuevas mallas de perforación y voladura” es la propuesta de esta investigación cuyos resultados demuestran la efectividad de realizarlo en el orden y precisiones que en ella contiene. La misma que puede aplicarse en cualquier unidad minera a nivel de orden, ya que las características geológicas y del explosivo que usan, son variables independientes para el diseño de la malla de perforación y voladura.
- Los resultados de avance por voladura promedio pasaron de una etapa de línea base de 3.09 metros a 3.4 metros para junio del 2021, que significa un incremento del 10%. Este valor a superado el compromiso que se tenía con el cliente, que era 3.2 metros. Este incremento a su vez, ha generado incrementar el número de voladuras por guardia y cumplir con el programa de avances en junio del 2021. El método de sostenimiento no ha cambiado pero si la cantidad de recursos desperdiciados por excesiva sobre excavación.

3. Capítulo III: Discusión de Resultados

- Los algoritmos matemáticos son importantes en la elaboración de mallas de perforación y voladura, pero sin una adecuada gestión de comunicación hacia los trabajadores, estos diseños hubieran alcanzado solo el nivel de gabinete, como sucede en las minas citadas en la introducción, es decir, donde los trabajadores continuarían ejecutando las mallas que ellos crean convenientes, pero en este caso de estudio se consiguió plasmar los diseños en campo, muestra de ello es la evolución de la Disciplina Operativa, medida a partir de la implementación de la

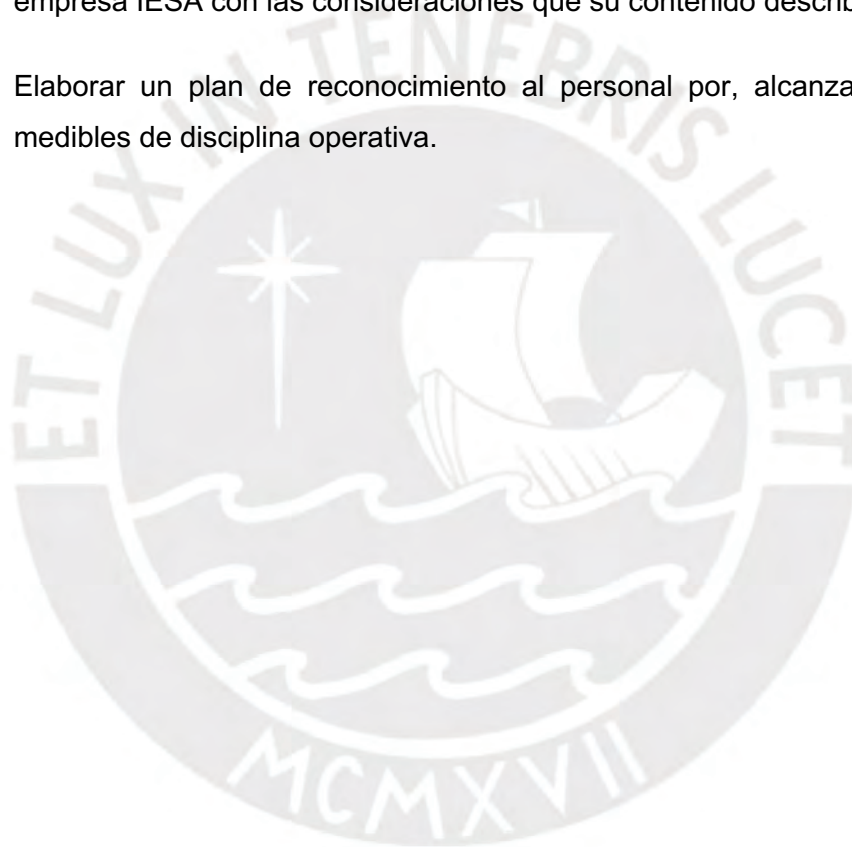
herramienta de gestión, denominada “formato de auditoría”, propia y parte de la propuesta de esta investigación.

- A pesar que no existen investigaciones directamente relacionadas a la implementación de mallas, existen distintos autores con temas relacionados, que a través de sus conclusiones, se pudo corroborar de la importancia que existe en la asertividad de un modelo de gestión de comunicación para mejorar la productividad minera y como es el caso de esta investigación desde la gestión de los procesos unitarios de perforación y voladura.



RECOMENDACIONES

- Todo intento o plan de mejora continua debe ser soportado en una prueba estadística de validación, para poder inferir el éxito de su implementación a nivel poblacional.
- Implementar las herramientas de comunicación 2.0 en el resto de obras donde opera la empresa IESA e instalar un responsable de la gestión de comunicación interna.
- Estandarizar el flujograma de la tabla 6 en todas las operaciones de la empresa IESA con las consideraciones que su contenido describe.
- Elaborar un plan de reconocimiento al personal por, alcanzar objetivos medibles de disciplina operativa.



BIBLIOGRAFÍA

- A. Barsalou, M. (2015). *The ASQ Pocket Guide to Statistics for Six Sigma Black Belt*. Wisconsin: ASQ Quality Press.
- Aguirre García, S., & Aparicio De Castro, G. (2002). La gestión de calidad y el marketing interno como factores de competitividad en empresas de servicios: El caso de empresas vascas de servicios con gestión avanzada. *Cuadernos de Gestión*, 27-49. Obtenido de https://addi.ehu.es/bitstream/handle/10810/7045/CdG_222.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Alcalá Octaviano, V. (2009). Teoría Básica de la Estadística Inferencial. En V. H. Alcalá Octaviano, *Antología de Probabilidad y Estadística II* (pág. 22).
- Alonso Pla, M. L. (2015). La integración del factor humano en el ámbito técnico de la gestión de las carreteras y la seguridad vial: Un enfoque investigativo. *Tesis doctoral*. Valencia, España: Universidad de Valencia. Obtenido de <https://roderic.uv.es/handle/10550/51943>
- Álvarez, J. (2007). Comunicación interna, la estrategia del éxito. *Razón y Palabra*, 56. Obtenido de https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/17211/file_1.pdf?sequence=1
- Barriga Reynoso, A. H. (16 de Marzo de 2015). Tesis. *Diseño e implementación de malla de perforación para optimizar la voladura en la mina San Genaro de la CIA. Minera Castrovirreyna*. Arequipa, Perú: UNSA. Obtenido de <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/245/B2-M-18433.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Berceruelo, B. (2014). *Nueva Comunicación Interna en la Empresa*. Madrid: Estudios de Comunicación.
- Bernal, C. (2018). "Las contratistas mineras generan un movimiento comercial del S/18,000 millones a nivel nacional". (IIMP, Entrevistador) Obtenido de <https://iimp.org.pe/raiz/las-contratistas-mineras-generan-un-movimiento-comercial-del-s18000-millones-a-nivel-nacional>
- Candia B., R., & Caiozzi A., G. (2005). Intervalos de Confianza. *Revista Médica de Chile*, 1111-1115. Obtenido de https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-98872005000900017

- Cariño Garay, R. (2002). Seis Sigma y la capacidad del proceso en proyectos. *Tendencias tecnológicas*, 164 - 173. Obtenido de <https://www.ineel.mx/bolISO02/tenden.pdf>
- Criollo, L. N. (2018). Tesis. *Relación entre la comunicación interna y la identidad corporativa en la unidad minera parcoy de consorcio minero horizonte, periodo agosto - setiembre 2018*. Lima: Universidad San Martín de Porres.
- De Vedia, L. (2014). *La Educación del Ingeniero en un mundo cambiante*. Buenos Aires: Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Obtenido de https://www.ancefn.org.ar/user/FILES/PUBLICACIONES/La_Educacion_del_Ingeniero_en_un_mundo_cambiante.pdf
- Duque Oliva, E. J. (2005). Revisión del concepto de calidad del servicio y sus modelos de medición. *INNOVAR Journal*, 64-80. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/818/81802505.pdf>
- ENAE. (2012). *Manual de Tronadura*. Santiago.
- Engineers, I. S. (1988). *Hanbook, 18th edition*. California.
- Excelencia, E. E. (18 de Setiembre de 2021). *Escuela Europea de Excelencia*. Obtenido de <https://www.escuelaeuropeaexcelencia.com:https://www.escuelaeuropeaexcelencia.com/2018/09/los-10-errores-mas-importantes-en-la-gestion-de-un-sistema-iso-9001/>
- EXSA. (2019). *Manual de Voladura*. Lima.
- Fischman, D. (2014). *Motivación 360*. Lima.
- Gallo, C. (2010). *The Innovation Secrets of Steve Jobs*. McGraw-Hill. Obtenido de <https://www.mheducation.com/highered/custom/product/innovation-secrets-steve-jobs-insanely-different-principles-breakthrough-success/9780071748759.html>
- García Fernández, M. (2013). Influencia de la gestión de la calidad en los resultados de innovación a través de la gestión del conocimiento. Un estudio de casos. *INNOVAR Journal*, 45-63. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/inno/v26n61/v26n61a04.pdf>
- Gómez Aguilar, M. (2007). La comunicación en las organizaciones para la mejora de la productividad. *Tesis doctoral*. Málaga, España: Universidad de Málaga. Obtenido de <http://www.biblioteca.uma.es/bbl/doc/tesisuma/17672697.pdf>

- Gonzales, A. (2007). *Estadística aplicada a las Ciencias Sociales*. Madrid: Universidad Pontificia Comillas. Obtenido de <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/36066457/ErrorTipico-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1637025449&Signature=gimPteaLMrcNgDUWKebVKji9zAuA0BbJkYkebK3MKEbNpy7Is0NqQnVGWKhxllIGKYJR~VFnaajcyJfcda4q2uMYJDDmkf~S~WvZvDfT3MvHE9~8pjHKpK45wj1lqWSt4rlpkgBjNuvyyaTA>
- IESA. (s.f.). www.iesa.com.pe. Obtenido de IESA: <http://www.iesa.com.pe/index.php/es/nuestra-empresa-es/quienes-somos>
- Jacobo, W. U. (2017). Tesis. *Optimización de perforación y voladura aplicando el modelo matemático de Roger Holmberg en frentes de 3.5m * 3m en roca tipo ii veta papagayo. mina poderosa.2017*. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo. Obtenido de <https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/10020/Quezada%20Jacobo%2c%20Wilmer%20Ubemar.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Jha, A. K. (2013). Evaluation of Mine Productivity and Economics by Effective Blast Instrumentation—A Techno Economic Proposition. *Journal of Geological Resource and Engineering*, 31-38. Obtenido de <https://pdfs.semanticscholar.org/d5fd/430fc728dc8396b59ff22751de97b5cfed25.pdf>
- Jiménez Chavez, V. E., & Cornelio Comet, W. (2016). Los estudios de caso como enfoque metodológico. *ACADEMO Revista de Investigación en Ciencias Sociales y Humanidades*. Obtenido de <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjhx-jyk8L3AhVlg5UCHTTECAgQFnoECBQQAQ&url=https%3A%2F%2Fdialnet.unirioja.es%2Fdescarga%2Farticulo%2F5757749.pdf&usq=AOvVaw29mzhHnvNfwV2DvqoA522a>
- Levin, R., & Rubin, D. (2004). *Estadística para Administración y Economía*. Juarez: Pearson.
- López Jimeno, C. (2019). *Manual de Voladura FAMESA Explosivos*. Lima: Cosas.
- Loyola, J. A., Flores, A. E., & Tolamati, M. J. (2010). Disminución de la Variación de un Proceso de Producción de Muebles con Sesis Sigma. *Conciencia Tecnológica*, 35-41.

- Mallar, M. A. (2010). *La Gestión por Procesos: Un Enfoque de Gestión Eficiente. Visión de Futuro.*
- Manterola, C., & Pineda, V. (2008). El valor de “p” y la “significación estadística”. Aspectos generales y su valor en la práctica clínica. *Revista Chilena de Cirugía*, 86-89.
- McCarty, T., Bremer, M., Daniels, L., & Gupta, P. (2004). *The Six Sigma Black Belt Handbook.* Digital Engineering Library.
- Mohammadi, H., & Azad, A. (2019). Applying Rock Engineering Systems Approach for Prediction of Overbreak Produced in Tunnels Driven in Hard Rock. *Geotechnical and Geological Engineering.* Retrieved from <https://link-springer-com.ezproxybib.pucp.edu.pe/article/10.1007/s10706-019-01161-z>
- Montero Granados, R. (2016). Modelos de regresión lineal múltiple. *Documentos de Trabajo en Economía Aplicada - Universidad de Granada*, 1-61. Obtenido de https://www.ugr.es/~montero/matematicas/regresion_lineal.pdf
- Morote Guevara, A. V., Vega Cahuana, R., & Pareja Poccori, S. M. (30 de Junio de 2019). Tesis. *Beneficios y Desafíos de la Gestión Integrada Mina - Planta.* Lima, Peru: Escuela de Postgrado Gerens.
- Mucho, R. (01 de Agosto de 2013). <https://iimp.org.pe>. Obtenido de Instituto de Ingenieros de Minas del Perú: https://iimp.org.pe/website2/jueves/ultimo332/boletin_jm20130801_voladura.pdf
- Orna, G. W. (2019). Tesis. *Diseño de malla de perforación y voladura en frentes de avance para reducción de costos y optimización de tiempos en la Compañía Minera San Ignacio de Morococha S.A.A – Unidad San Vicente, Vitoc Junín, 2018.* Huancayo, Perú: Universidad Continental.
- Ortiz Domínguez, M., & Cruz Avilés, A. (2022). Determinación del Módulo de Young. *Ingenio y Conciencia*, 52'63. Obtenido de <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/sahagun/article/view/7891/8487>
- Paredes, D. (2016). Plan de negocios para la creación de una empresa consultora especializada en disciplina operativa soportada por un sistema de información. *Tesis para optar el título de ingeniero.* Quito, Ecuador: Universidad de las Américas.
- Parmenter Wiley, D. (2015). *KEY PERFORMANCE INDICATORS: Developing, Implementing and Using Winning KPIs.* New Jersey.

- Picoy Almerco, A. (2019). Disciplina Operativa durante el carguío en el rendimiento de la emulsión encartuchada 1 1/4" - Acceso 575 Mina Ticlio 2018. *Revista UAP*. Obtenido de https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/2409-2045_ff8e164d77132df482f185213e4c7f3a
- Ramirez Oyanguren, P., & Alejano Monge, L. (2004). *Mecánica de Rocas: Fundamentos e Ingeniería de Taludes*. Madrid. Obtenido de https://oa.upm.es/14183/1/MECANICA_DE_ROCAS_1.pdf
- Reynoso, A. H. (2015). Tesis. *Diseño e implementación de malla de perforación para optimizar la voladura en la mina San Genaro de la Cia. minera Castrovirreyna*. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín.
- Rijalba Palacios, F. (2019). *Diseño Geomecánico de Voladuras*. Madrid: SPS.
- Rocha, M., Laredo, R., & Benjamín, C. (2017). Modelización y optimización en el diseño de voladuras en abanico. *Ingeopres: Actualidad técnica de ingeniería civil, minería, geología y medio ambiente.*, 24-30. Obtenido de <https://www.interempresas.net/Mineria/Articulos/181113-Modelizacion-y-optimizacion-en-el-diseno-de-voladuras-en-abanico.html>
- Rodríguez, D. M. (2015). El teletrabajo: La asertividad como estrategia de comunicación en el mundo laboral. *Reflexiones y Saberes*, 48-55.
- Rojas Linares, E. (2018). Un nuevo enfoque predictivo de la fragmentación en la Voladura de Rocas. *Revista Industrial Data UNMSM*, 17-26.
- Rosales Gómez, F., Sánchez Leyva, J. L., Vergara Camaho, J. A., & Pimentel Reyes, O. (2015). La Disciplina Operativa y la Microempresa. *Inquietud Empresarial*, 77-106.
- Sánchez García, J. L. (2013). Tesis. *La resistencia a la compresión del hormigón y su influencia en el módulo de elasticidad estático en el Cantón Ambato, provincia de Tungurahua*. Ambato, Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/6031/1/Tesis%20745%20-%20Sánchez%20Garc%C3%ADa%20Jorge%20Luis.pdf>
- Sánchez Godínez, E., & Zuñiga Segura, L. (2011). La importancia de contar con información precisa, confiable y oportuna en la base de datos. *Revista Nacional de Administración*, 145-154.
- Scherpenisse, C. (4 y 5 de Noviembre de 2015). Fragmentación por Voladura en Superficie. Lima, Perú: SIPERVOR XIII.

- Serrano Bedia, A. M., López Fernandez, C., & García Piqueres, G. (2007). Gestión de la calidad en servicios: una revisión desde la perspectiva del management. *Cuadernos de Gestión*, 31-47.
- Servosis. (19 de Junio de 2020). *Noticias Servosis*. Obtenido de <https://www.servosis.com/noticias/el-modulo-de-young-o-modulo-de-elasticidad-longitudinal-38>
- Suarez Burgoa, L., Valencia Gonzáles, Y., Ordoñez Carmona, O., Navarro Montoya, A., & Hidalgo Gómez, B. (2009). Ingeniería de Rocas en el túnel de conducción superior del proyecto hidroeléctrico orce III, Colombia. *Boletín de Ciencias de la Tierra*, 17. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/1695/169516256008.pdf>
- Tate, K., & Stackpole, C. (2006). *The Advanced Project Management MEMORY JOGGER*. Salem: GOAL/QPC.
- VOLCAN. (2020). *Manual de Inducción*. Lima.
- Yanque Ramos, M. (2018). Herramienta de gestión, verificación de estándares operacionales (VEO) y su aporte en la prevención de los riesgos en las actividades críticas de la empresa AESA S.A. - Unidad Minera San Rafael. *Tesis para optar el título de ingeniero*. Puno, Perú: Universidad Nacional del Altiplano. Obtenido de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/10744>

ANEXO 1: BASE DE DATOS PARA LÍNEA BASE

FECHA	TURN O	N_GUARDI A	JEFE DE GUARDIA	TIPO DE DISPARO	LABOR	METRAJ E	LONG_BARR A	LONG_PE RF	SOBRE_EXCA V
1/08/20	DIA			FRENTE	CX 934 W	2.3			
1/08/20	DIA			FRENTE	CN 2	3.9			
1/08/20	DIA			FRENTE	AC 5 - A1	2.8			
1/08/20	NOCH E			FRENTE	AC 5 - A1	2.5			
1/08/20	NOCH E			FRENTE	CN 2	3.5			
2/08/20	DIA			FRENTE	CX 934 W	3.1			
2/08/20	DIA			FRENTE	CN 2	3.1			
2/08/20	NOCH E			FRENTE	AC 5 - A1	2.8			
2/08/20	NOCH E			FRENTE	CN 2	3.2			
2/08/20	NOCH E			FRENTE	AC 5 - A2	2.8			
3/08/20	DIA			FRENTE	CX 934 W	3.1			
3/08/20	DIA			FRENTE	CN 2	3.1			
3/08/20	DIA			FRENTE	AC 5 - A1	2.8			
3/08/20	NOCH E			FRENTE	AC 5 - A1	2.3			
3/08/20	NOCH E			FRENTE	CN 2	3.7			
4/08/20	DIA			FRENTE	CX 934 W	3.1			
4/08/20	DIA			FRENTE	CN 2	3.1			
4/08/20	DIA			FRENTE	AC 5 - A1	2.8			
4/08/20	NOCH E			FRENTE	AC 5 - A1	2.8			
4/08/20	NOCH E			FRENTE	CN 2	3.2			
4/08/20	NOCH E			FRENTE	AC 5 - A2	2.8			
5/08/20	DIA			FRENTE	CX 934 W	3.1			
5/08/20	DIA			FRENTE	CN 2	3.1			
5/08/20	NOCH E			FRENTE	AC 5 - A1	2.8			
5/08/20	NOCH E			FRENTE	CN 2	3.9			
5/08/20	NOCH E			FRENTE	AC 5 - A2	2.1			
6/08/20	DIA			FRENTE	CX 934 W	3.1			
6/08/20	DIA			FRENTE	CN 2	3.1			
6/08/20	DIA			FRENTE	CN 1	3.2			
6/08/20	NOCH E			FRENTE	AC 5 - A1	2.8			
6/08/20	NOCH E			FRENTE	CN 2	3.2			
7/08/20	DIA			FRENTE	CX 934 W	3.1			
7/08/20	DIA			FRENTE	CN 2	3.1			
7/08/20	NOCH E			FRENTE	AC 5 - A1	2.8			
7/08/20	NOCH E			FRENTE	CN 2	3.2			
8/08/20	DIA			FRENTE	CX 934 W	3.1			
8/08/20	DIA			FRENTE	CN 2	2.8			
8/08/20	DIA			FRENTE	AC 5 - A1	3.9			
8/08/20	NOCH E			FRENTE	AC 5 - A1	2.8			
8/08/20	NOCH E			FRENTE	CN 2	3.2			
9/08/20	DIA			FRENTE	CX 934 W	2.9			
9/08/20	DIA			FRENTE	CN 2	3.1			
9/08/20	DIA			FRENTE	AC 5 - A1	3.8			
9/08/20	NOCH E			FRENTE	AC 5 - A1	2.8			
9/08/20	NOCH E			FRENTE	CN 2	3.2			
10/08/20	DIA			FRENTE	CX 934 W	3.1			

FECHA	TURN O	N_GUARDI A	JEFE DE GUARDIA	TIPO DE DISPARO	LABOR	METRAJ E	LONG_BARR A	LONG_PE RF	SOBRE_EXCA V
10/08/20	DIA			FRENTE	CN 2	3.1			
10/08/20	DIA			FRENTE	AC 5 - A1	3.6			
10/08/20	NOCH E			FRENTE	AC 5 - A1	3			
10/08/20	NOCH E			FRENTE	CN 2	3.2			
11/08/20	DIA			FRENTE	CX 934 W	2.8			
11/08/20	DIA			FRENTE	CN 2	3.1			
11/08/20	DIA			FRENTE	AC 5 - A1	3.9			
11/08/20	NOCH E			FRENTE	AC 5 - A1	2.9			
11/08/20	NOCH E			FRENTE	CN 2	3.2			
12/08/20	DIA			FRENTE	CX 934 W	3.1			
12/08/20	DIA			FRENTE	CN 2	3.1			
12/08/20	DIA			FRENTE	AC 5 - A1	3.2			
12/08/20	NOCH E			FRENTE	AC 5 - A1	2.8			
12/08/20	NOCH E			FRENTE	CN 2	3.2			
12/08/20	NOCH E			FRENTE	CX 934 W	3.1			
13/08/20	DIA			FRENTE	CX 934 W	3.1			
13/08/20	DIA			FRENTE	CN 2	3.1			
13/08/20	NOCH E			FRENTE	AC 5 - A1	2.9			
13/08/20	NOCH E			FRENTE	CN 2	3.2			
14/08/20	DIA			FRENTE	CX 934 W	3.1			
14/08/20	DIA			FRENTE	CN 2	3.1			
14/08/20	DIA			FRENTE	CX 934 S	3.5			
14/08/20	NOCH E			FRENTE	AC 5 - A1	2.9			
14/08/20	NOCH E			FRENTE	CN 2	3.2			
15/08/20	DIA			FRENTE	CX 934 W	3.1			
15/08/20	DIA			FRENTE	CN 2	3.1			
15/08/20	NOCH E			FRENTE	AC 5 - A1	3			
15/08/20	NOCH E			FRENTE	CN 2	3			
15/08/20	NOCH E			FRENTE	CX 934 W	0.98			
16/08/20	DIA			FRENTE	CX 934 W	3.1			
16/08/20	DIA			FRENTE	CN 2	3.1			
16/08/20	DIA			FRENTE	CX 189 N	3.1			
16/08/20	NOCH E			FRENTE	AC 5 - A1	3.2			
16/08/20	NOCH E			FRENTE	CN 2	3.1			
16/08/20	NOCH E			FRENTE	CX 343	3.1			
16/08/20	NOCH E			FRENTE	RE 159	3.2			

FECHA	TURN O	N_GUARDI A	JEFE DE GUARDIA	TIPO DE DISPARO	LABOR	METRAJ E	LONG_BARR A	LONG_PE RF	SOBRE_EXCA V
16/08/20	NOCH E			FRENTE	RA 073	3.1			
17/08/20	DIA			FRENTE	CN 2	3.1			
17/08/20	DIA			FRENTE	SN 168 N	3.2			
17/08/20	DIA			FRENTE	CX 189 N	3.1			
17/08/20	NOCH E			FRENTE	CX 343	3.1			
17/08/20	NOCH E			FRENTE	SN 168 N	3.1			
18/08/20	DIA			FRENTE	CX 900	3.1			
18/08/20	DIA			FRENTE	CN 2	3.1			
18/08/20	DIA			FRENTE	CX 525	3.1			
18/08/20	NOCH E			FRENTE	SN 850 S	3.1			
18/08/20	NOCH E			FRENTE	CX 819 E	3.1			
18/08/20	NOCH E			FRENTE	RE 159	3.2			
18/08/20	NOCH E			FRENTE	SN 168 N	3.1			
19/08/20	DIA			FRENTE	SN 850 S	2.7			
19/08/20	DIA			FRENTE	CN 2	2.2			
19/08/20	DIA			FRENTE	CX 343	3.2			
19/08/20	DIA			FRENTE	SN 168 N	3			
19/08/20	NOCH E			FRENTE	RP 964 N	2.6			
19/08/20	NOCH E			FRENTE	RA 816	3.4			
19/08/20	NOCH E			FRENTE	RA 408	3			
19/08/20	NOCH E			FRENTE	RE 159	3.7			
20/08/20	DIA			FRENTE	SN 850 S	2.8			
20/08/20	DIA			FRENTE	CN 2	3.2			
20/08/20	NOCH E			FRENTE	RP 964 N	3.2			
20/08/20	NOCH E			FRENTE	SN 850 S	2.8			
20/08/20	NOCH E			FRENTE	CX 343	2.7			
20/08/20	NOCH E			FRENTE	CX 525	2.7			
20/08/20	NOCH E			FRENTE	RE 159	3.3			
21/08/20	DIA			FRENTE	SN 850 S	2.6			
21/08/20	DIA			FRENTE	RA 816	2.9			
21/08/20	DIA			FRENTE	CX 092 S	2.2			
21/08/20	NOCH E			FRENTE	CN 2	3.2			
21/08/20	NOCH E			FRENTE	CX 343	3			
22/08/20	DIA			FRENTE	SN 850 S	2			
22/08/20	DIA			FRENTE	RE 159	3.4			
22/08/20	NOCH E			FRENTE	CX 934 E	2.7			

FECHA	TURN O	N_GUARDI A	JEFE DE GUARDIA	TIPO DE DISPARO	LABOR	METRAJ E	LONG_BARR A	LONG_P ERF	SOBRE_EXCA V
22/08/20	NOCH E			FRENTE	RA 816	1.2			
22/08/20	NOCH E			FRENTE	CX 525	2.6			
23/08/20	DIA			FRENTE	SN 850 S	2.2			
23/08/20	DIA			FRENTE	CX 189 N	3			
23/08/20	NOCH E			FRENTE	RP 964 N	2.8			
23/08/20	NOCH E			FRENTE	RA 894	3			
23/08/20	NOCH E			FRENTE	C2	2.6			
23/08/20	NOCH E			FRENTE	CX 092 S	3.2			
24/08/20	DIA			FRENTE	RA 816	3			
24/08/20	DIA			FRENTE	CX 343	3.6			
24/08/20	NOCH E			FRENTE	CX 900	2.2			
24/08/20	NOCH E			FRENTE	C2	3.3			
24/08/20	NOCH E			FRENTE	CX 165	2.2			
24/08/20	NOCH E			FRENTE	CX 189 N	3.3			
25/08/20	DIA			FRENTE	CX 819 E	3.5			
25/08/20	DIA			FRENTE	RA 816	3.1			
25/08/20	DIA			FRENTE	CX 525	3.8			
25/08/20	DIA			FRENTE	CX 092 S	3			
25/08/20	NOCH E			FRENTE	CX 900	3.5			
25/08/20	NOCH E			FRENTE	CX 332	3			
25/08/20	NOCH E			SELLADA	RA 083 W	2.5			
26/08/20	DIA			FRENTE	CX 934 E	3.7			
26/08/20	DIA			FRENTE	CX 819 E	2.3			
26/08/20	DIA			FRENTE	C2	1.5			
26/08/20	DIA			FRENTE	CX 165	3.9			
26/08/20	DIA			FRENTE	RE 159	3.8			
26/08/20	NOCH E			FRENTE	CX 900	3			
26/08/20	NOCH E			FRENTE	RA 816	3.1			
26/08/20	NOCH E			FRENTE	CX 343	3.1			
26/08/20	NOCH E			FRENTE	RA 083 W	3.8			
27/08/20	DIA			FRENTE	CX 525	2.7			
27/08/20	DIA			FRENTE	RA 083 W	3.9			
27/08/20	DIA			FRENTE	SN 168 N	3.5			
27/08/20	NOCH E			FRENTE	CX 934 E	3.1			
27/08/20	NOCH E			FRENTE	CX 900	3.1			
27/08/20	NOCH E			FRENTE	CX 165	3.2			

FECHA	TURN O	N_GUARDI A	JEFE DE GUARDIA	TIPO DE DISPARO	LABOR	METRAJ E	LONG_BARR A	LONG_P ERF	SOBRE_EXCA V
28/08/20	DIA			FRENTE	CX 819 E	2.7			
28/08/20	DIA			FRENTE	C2	2.6			
28/08/20	NOCH E			FRENTE	CX 934 E	2.7			
28/08/20	NOCH E			FRENTE	CX 900	2.8			
28/08/20	NOCH E			FRENTE	RA 387	3.3			
28/08/20	NOCH E			FRENTE	CX 165	3.5			
28/08/20	NOCH E			FRENTE	CX 332	3.5			
28/08/20	NOCH E			FRENTE	RE 159	3			
28/08/20	NOCH E			FRENTE	RA 083 W	3.3			
28/08/20	NOCH E			FRENTE	SN 168 N	3.5			
29/08/20	DIA			FRENTE	RA 816	3.3			
29/08/20	DIA			FRENTE	C2	2.9			
29/08/20	NOCH E			FRENTE	SN 850 S	3.3			
29/08/20	NOCH E			FRENTE	CX 165	2.8			
29/08/20	NOCH E			FRENTE	RE 159	3.7			
29/08/20	NOCH E			FRENTE	RA 083 W	3.2			
29/08/20	NOCH E			FRENTE	SN 168 N	3.1			
30/08/20	DIA			FRENTE	CX 934 E	3.6			
30/08/20	DIA			FRENTE	CX 900	3.2			
30/08/20	DIA			FRENTE	CX 343	3.6			
30/08/20	DIA			FRENTE	CX 092 S	3			
30/08/20	DIA			FRENTE	CX 097 SE	1.6			
30/08/20	NOCH E			FRENTE	RA 816	2.7			
30/08/20	NOCH E			FRENTE	RA 387	3.8			
30/08/20	NOCH E			FRENTE	CX 332	3.2			
30/08/20	NOCH E			FRENTE	SN 168 N	3.2			
31/08/20	DIA			FRENTE	SN 850 S	2			
31/08/20	DIA			FRENTE	RA 816	3.8			
31/08/20	DIA			FRENTE	CX 165	3.8			
31/08/20	DIA			FRENTE	RE 159	3.9			
31/08/20	NOCH E			FRENTE	CX 900	3.7			
31/08/20	NOCH E			FRENTE	RA 816	3.7			
31/08/20	NOCH E			FRENTE	CX 525	2.8			
31/08/20	NOCH E			FRENTE	SN 168 N	3.7			
1/09/20	DIA		EDGAR ALVIAR	FRENTE	C2	3.2			
1/09/20	DIA		EDGAR ALVIAR	FRENTE	GL 438 S	3.7			
1/09/20	DIA		EDGAR ALVIAR	FRENTE	CX 165 W	3.7			
1/09/20	DIA		EDGAR ALVIAR	FRENTE	RA 083 W	3.2			

FECHA	TURN O	N_GUARDI A	JEFE DE GUARDIA	TIPO DE DISPARO	LABOR	METRAJ E	LONG_BARR A	LONG_P ERF	SOBRE_EXCA V
1/09/20	NOCH E		OMAR CHOQUE	FRENTE	CX 934 E	2.9			
1/09/20	NOCH E		OMAR CHOQUE	FRENTE	RA 816 W	3.4			
1/09/20	NOCH E		OMAR CHOQUE	FRENTE	CX 343	3.2			
1/09/20	NOCH E		OMAR CHOQUE	FRENTE	RE 159	3.7			
2/09/20	DIA		EDGAR ALVIAR	FRENTE	SN 850 S	2.9			
2/09/20	DIA		EDGAR ALVIAR	FRENTE	SN 168 N	3.1			
2/09/20	DIA		EDGAR ALVIAR	FRENTE	RA 083 W	3.5			
2/09/20	NOCH E		OMAR CHOQUE	FRENTE	CX 900	3.5			
2/09/20	NOCH E		OMAR CHOQUE	FRENTE	RA 816 W	1.2			
2/09/20	NOCH E		OMAR CHOQUE	FRENTE	GL 438 S	2.8			
2/09/20	NOCH E		OMAR CHOQUE	FRENTE	CX 165 W	2			
2/09/20	NOCH E		OMAR CHOQUE	FRENTE	CX 525	1.5			
3/09/20	DIA		EDGAR ALVIAR	FRENTE	CX 934 E	3.1			
3/09/20	DIA		EDGAR ALVIAR	FRENTE	CX 165 W	3.3			
3/09/20	DIA		EDGAR ALVIAR	FRENTE	RE 159	3.6			
3/09/20	DIA		EDGAR ALVIAR	FRENTE	SN 168 N	3			
3/09/20	NOCH E		OMAR CHOQUE	FRENTE	SN 850 S	3.1			
3/09/20	NOCH E		OMAR CHOQUE	FRENTE	RA 816 W	3			
3/09/20	NOCH E		OMAR CHOQUE	FRENTE	GL 438 S	2.1			
3/09/20	NOCH E		OMAR CHOQUE	FRENTE	SN 168 N	3.5			
4/09/20	DIA		EDGAR ALVIAR	FRENTE	CX 934 E	3.3			
4/09/20	DIA		EDGAR ALVIAR	FRENTE	C2	2.8			
4/09/20	DIA		EDGAR ALVIAR	FRENTE	CX 165 W	3			
4/09/20	DIA		EDGAR ALVIAR	FRENTE	RE 159	2.7			
4/09/20	NOCH E		OMAR CHOQUE	FRENTE	CX 900	2.8			
4/09/20	NOCH E		OMAR CHOQUE	FRENTE	RA 816 W	3.3			
4/09/20	NOCH E		OMAR CHOQUE	FRENTE	AC 1 - A1	3.4			
4/09/20	NOCH E		OMAR CHOQUE	FRENTE	SN 168 N	3.1			
4/09/20	NOCH E		OMAR CHOQUE	SELLADA	CX 097 S	2.5			
5/09/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	CX 934 E	3.1			
5/09/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	CX 165 W	3.9			
5/09/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	RE 159	3.9			
5/09/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	CX 900	3.4			12%
5/09/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	CX 812 N	2.4			8%
5/09/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	SN 168 N	3.3			-8%
6/09/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	SN 850 S	2.3			
6/09/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	RA 816 W	3.7			
6/09/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	GL 438 S	3.3			
6/09/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	AC1 A1	3.9			
6/09/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	CX 934 W	2.8			
6/09/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	CX 900	3.6			

FECHA	TURN O	N_GUARDI A	JEFE DE GUARDIA	TIPO DE DISPARO	LABOR	METRAJ E	LONG_BARR A	LONG_P ERF	SOBRE_EXCA V
6/09/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	RE 159	3.6			
7/09/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	GL 929 S	2.5			
7/09/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	GL 438 S	2.8			
7/09/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	CX 165 W	3.1			
7/09/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	SN 168 S	3.9			
7/09/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	CX 097 S	3.5			
7/09/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	AC1 A1	2.5			
7/09/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	SN 850 S	3			
7/09/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	CX 343	3			
7/09/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	RE 159	3			
7/09/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	AC1 A2	3			
8/09/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	CX 934 W	2.8			
8/09/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	CX 920 S	2			
8/09/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	CX 812 N	3			
8/09/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	CX 097 S	2.2			
8/09/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	AC1 A1	2.6			
8/09/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	CX 900	3.5			
8/09/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	GL 929 S	3			
8/09/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	CX 812 N	2			
8/09/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	CX 097 SE	3			
8/09/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	RA 091 W	2.4			
9/09/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	SN 850 S	1.5			
9/09/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	AC2 - A2	3			
9/09/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	CX 812 N	3			
9/09/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	RE 159	3			
9/09/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	CX 097 S	3.4			
9/09/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	CX 920 S	3.7			
9/09/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	CX 900	3.6			
9/09/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	CX 097 S	3.4			
9/09/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	AC1 A2	3.4			
10/09/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	RA 964 N	3.5			
10/09/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	SN 850 S	1.5			
10/09/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	RA 451	3			
10/09/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	CX 812 N	3.3			
10/09/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	GL 051 S	2.6			
10/09/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	RA 964 N	3.4			

FECHA	TURN O	N_GUARDI A	JEFE DE GUARDIA	TIPO DE DISPARO	LABOR	METRAJ E	LONG_BARR A	LONG_P ERF	SOBRE_EXCA V
10/09/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	CX 900	3.7			
10/09/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	CX 332	3			
10/09/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	SN 168 S	2.9			
10/09/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	RA 091 W	3.9			
11/09/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	SELLADA	GL 929 S	2.5			
11/09/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	AC5 - A2	2.5			
11/09/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	CX 165 W	2.9			
11/09/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	GL 051 S	3.4			
11/09/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	RA 964 N	3.9			
11/09/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	CX 332	3.1			
11/09/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	CX 313	2			
11/09/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	CX 525	3			
11/09/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	CX 097 SE	3.1			
11/09/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	RA 091 W	3.2			
12/09/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	CX 900	3.5			
12/09/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	GL 051 S	3.2			
12/09/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	RA 964 N	3.5			
12/09/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	GL 929 S	2.8			
12/09/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	C2	3.6			
12/09/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	CX 097 SE	3.1			
12/09/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	RA 091 W	3.6			
13/09/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	CX 920 S	3.9			
13/09/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	CX 900	3			
13/09/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	CX 332	2.8			
13/09/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	CX 313	3.9			
13/09/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	CX 097 SE	3.1			
13/09/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	GL 051 S	3			
13/09/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	CX 909 S	2			
13/09/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	SN 850 S	1.8			
13/09/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	GL 929 S	3.3			
13/09/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	CX 097 SE	3.1			
13/09/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	RA 091 W	1.8			
14/09/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	RA 964 N	3.2			
14/09/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	CX 900	3.2			
14/09/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	CX 165 W	3			
14/09/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	CX 097 SE	3.1			

FECHA	TURN O	N_GUARDI A	JEFE DE GUARDIA	TIPO DE DISPARO	LABOR	METRAJ E	LONG_BARR A	LONG_P ERF	SOBRE_EXCA V
14/09/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	GL 051 S	3.1			
14/09/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	CX 920 S	3.2			
14/09/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	GL 929 S	3			
14/09/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	RA 866 W	2.5			
14/09/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	CX 097 SE	3.1			
15/09/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	RA 964 N	3.2			
15/09/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	SN 850 S	3			
15/09/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	GL 051 S	3.1			
15/09/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	CX 900	3.2			
15/09/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	GL 929 S	3			
15/09/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	SELLADA	CX 917	2.5			
15/09/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	RA 866 W	2			
15/09/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	CX 332	3			
15/09/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	CX 097 SE	3.1			
16/09/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	CX 920 S	3			
16/09/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	CX 313	3			
16/09/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	RA 091 W	3.3			
16/09/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	GL 051 S	1.5			
16/09/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	C2	3.7			
16/09/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	RA 866 W	3.2			
16/09/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	SN 168 S	3.3			
16/09/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	AC1 A2	3.8			
17/09/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	RA 964 N	3.8			
17/09/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	CX 909 S	2.9			
17/09/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	GL 929 S	3.1			
17/09/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	SELLADA	GL 438 S	2.5			
17/09/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	CX 112 NE	2.3			
17/09/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	RA 091 W	3.2			
17/09/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	CX 900	3.1			
17/09/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	RA 866 W	2.5			
17/09/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	SN 168 S	3.2			
17/09/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	GL 051 S	3.3			
18/09/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	GL 929 S	2.9			
18/09/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	RA 866 W	3.1			
18/09/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	RA 451	3			
18/09/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	SN 168 S	3.4			

FECHA	TURN O	N_GUARDI A	JEFE DE GUARDIA	TIPO DE DISPARO	LABOR	METRAJ E	LONG_BARR A	LONG_P ERF	SOBRE_EXCA V
18/09/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	RA 091 W	3.4			
18/09/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	GL 051 S	3			
19/09/20	DIA		OMAR CHOQUE	FRENTE	CX 960	2.2			
19/09/20	DIA		OMAR CHOQUE	FRENTE	GL 051 S	3.4			
19/09/20	NOCH E		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	RA 866 W	3.5			
19/09/20	NOCH E		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	GL 438 S	3.4			
19/09/20	NOCH E		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	RA 451	3			
19/09/20	NOCH E		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	RA 091 W	3.2			
20/09/20	DIA		OMAR CHOQUE	FRENTE	CX 920 S	3.2			
20/09/20	DIA		OMAR CHOQUE	FRENTE	GL 929 S	3.1			
20/09/20	DIA		OMAR CHOQUE	FRENTE	CX 420 E	3.3			
20/09/20	DIA		OMAR CHOQUE	FRENTE	CX 812 N	2.8			
20/09/20	DIA		OMAR CHOQUE	FRENTE	GL 051 S	3.2			
20/09/20	NOCH E		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	RA 866 W	3.2			
20/09/20	NOCH E		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	CX 165 W	3.3			
20/09/20	NOCH E		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	RA 091 W	3.1			
20/09/20	NOCH E		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	GL 051 S	3.3			
21/09/20	DIA		OMAR CHOQUE	FRENTE	GL 051 S	3.1			
21/09/20	NOCH E		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	CX 909 S	2.9			
21/09/20	NOCH E		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	CX 917	3.1			
21/09/20	NOCH E		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	CX 420 E	3			
21/09/20	NOCH E		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	CX 165 W	3			
22/09/20	DIA		OMAR CHOQUE	FRENTE	CX 960	2.6			
22/09/20	DIA		OMAR CHOQUE	FRENTE	GL 051 S	3			
22/09/20	NOCH E		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	CX 909 S	3.3			
22/09/20	NOCH E		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	RA 866 W	3			
22/09/20	NOCH E		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	GL 438 S	3.4			
22/09/20	NOCH E		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	RA 451	2.8			
22/09/20	NOCH E		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	CX 812 N	3.9			
22/09/20	NOCH E		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	SN 168 N	3			
22/09/20	NOCH E		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	GL 051 S	3.1			
23/09/20	DIA		OMAR CHOQUE	FRENTE	CX 960	3.1			
23/09/20	DIA		OMAR CHOQUE	FRENTE	CX 934 NE	3.2			
23/09/20	DIA		OMAR CHOQUE	FRENTE	CX 420 E	3.2			
23/09/20	DIA		OMAR CHOQUE	FRENTE	GL 051 S	3.1			
23/09/20	NOCH E		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	RA 866 W	3.1			

FECHA	TURN O	N_GUARDI A	JEFE DE GUARDIA	TIPO DE DISPARO	LABOR	METRAJ E	LONG_BARR A	LONG_P ERF	SOBRE_EXCA V
23/09/20	NOCH E		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	RA 451	2.8			
23/09/20	NOCH E		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	SN 168 N	3.1			
24/09/20	DIA		OMAR CHOQUE	FRENTE	CX 909 S	3.3			
24/09/20	DIA		OMAR CHOQUE	FRENTE	CX 812 N	3.6			
24/09/20	DIA		OMAR CHOQUE	FRENTE	GL 051 S	3			
24/09/20	NOCH E		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	CX 934 NE	3.8			
24/09/20	NOCH E		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	GL 438 S	3.4			
24/09/20	NOCH E		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	SN 168 N	3.2			
24/09/20	NOCH E		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	GL 051 S	3			
25/09/20	DIA		OMAR CHOQUE	FRENTE	CX 934 E	3			
25/09/20	DIA		OMAR CHOQUE	FRENTE	CX 934 NE	2.9			
25/09/20	NOCH E		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	CX 934 NE	3.1			
25/09/20	NOCH E		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	GL 438 S	3.4			
25/09/20	NOCH E		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	CX 420 E	2.6			
25/09/20	NOCH E		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	CX 812 N	3.3			
25/09/20	NOCH E		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	RE 159	3.6			
25/09/20	NOCH E		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	GL 051 S	3			
26/09/20	DIA		OMAR CHOQUE	FRENTE	RA 964 N	3.4			
26/09/20	DIA		OMAR CHOQUE	FRENTE	CX 918 NW	3.3			
26/09/20	DIA		OMAR CHOQUE	FRENTE	CX 812 N	2			
26/09/20	DIA		OMAR CHOQUE	FRENTE	SN 168 N	3			
26/09/20	NOCH E		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	CX 934 NE	3.3			
26/09/20	NOCH E		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	RA 451	2.2			
26/09/20	NOCH E		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	RE 159	3.3			
26/09/20	NOCH E		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	GL 051 S	3.7			
27/09/20	DIA		OMAR CHOQUE	FRENTE	CX 960	3.9			
27/09/20	DIA		OMAR CHOQUE	FRENTE	CX 420 E	3.4			
27/09/20	DIA		OMAR CHOQUE	FRENTE	SN 168 N	3.7			
27/09/20	DIA		OMAR CHOQUE	FRENTE	GL 051 S	3			
27/09/20	NOCH E		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	CX 934 E	3.6			
27/09/20	NOCH E		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	CX 934 NE	1.8			
27/09/20	NOCH E		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	GL 438 S	3.4			
27/09/20	NOCH E		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	CX 812 N	2.7			
27/09/20	NOCH E		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	RE 159	2.9			
28/09/20	DIA		OMAR CHOQUE	FRENTE	CX 960	2			
28/09/20	DIA		OMAR CHOQUE	FRENTE	CX 934 NE	3.7			

FECHA	TURN O	N_GUARDI A	JEFE DE GUARDIA	TIPO DE DISPARO	LABOR	METRAJ E	LONG_BARR A	LONG_P ERF	SOBRE_EXCA V
28/09/20	DIA		OMAR CHOQUE	FRENTE	RA 451	3.3			
28/09/20	DIA		OMAR CHOQUE	FRENTE	SN 168 N	2.9			
28/09/20	DIA		OMAR CHOQUE	FRENTE	GL 051 S	3			
28/09/20	NOCH E		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	CX 812 N	2.2			
29/09/20	DIA		OMAR CHOQUE	FRENTE	CX 934 E	3.2			
29/09/20	DIA		OMAR CHOQUE	FRENTE	CX 917	2.9			
29/09/20	DIA		OMAR CHOQUE	FRENTE	RA 451	3			
29/09/20	DIA		OMAR CHOQUE	FRENTE	RE 159	3.4			
29/09/20	DIA		OMAR CHOQUE	FRENTE	SN 168 N	3.2			
29/09/20	NOCH E		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	CX 934 E	2.4			
29/09/20	NOCH E		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	CX 900	3.6			
29/09/20	NOCH E		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	CX 934 NE	2.4			
29/09/20	NOCH E		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	GL 438 S	3.4			
29/09/20	NOCH E		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	CX 812 N	3			
29/09/20	NOCH E		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	RA 091 W	3.4			
30/09/20	DIA		OMAR CHOQUE	FRENTE	CX 900	3.2			
30/09/20	DIA		OMAR CHOQUE	FRENTE	RA 451	3			
30/09/20	DIA		OMAR CHOQUE	FRENTE	SN 168 N	3.2			
30/09/20	NOCH E		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	CX 934 NE	3.1			
30/09/20	NOCH E		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	RE 159	3.3			
30/09/20	NOCH E		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	RA 091 W	3.1			
30/09/20	NOCH E		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	CX 812 N	3.2			
1/10/20	DIA		OMAR CHOQUE	FRENTE	RP 964 W	3.3		13	1%
1/10/20	DIA		OMAR CHOQUE	FRENTE	SN 850 S	3.3		13	2%
1/10/20	DIA		OMAR CHOQUE	FRENTE	SN 168 N	3.1		13	4%
1/10/20	NOCH E		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	CX 934 W	3.8		13	7%
1/10/20	NOCH E		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	CX 934 NE	2.8		13	4%
1/10/20	NOCH E		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	GL 812 NW	3.2		13	12%
1/10/20	NOCH E		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	SN 089 S	3.7		13	4%
1/10/20	NOCH E		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	SN 168 N	3.1		13	4%
2/10/20	DIA		OMAR CHOQUE	FRENTE	RP 964 W	3.5		13	-4%
2/10/20	DIA		OMAR CHOQUE	FRENTE	SN 850 S	1.8		14	12%
2/10/20	DIA		OMAR CHOQUE	FRENTE	GL 438 S	3.4		13	
2/10/20	NOCH E		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	CX 934 W	3.5		13	11%
2/10/20	NOCH E		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	CX 934 NE	3.1		13	5%
2/10/20	NOCH E		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	GL 812 NW	3		13	4%
2/10/20	NOCH E		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	RE 159 N	2.4		13	-1%
2/10/20	NOCH E		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	RA 091 W	3		13	-5%
3/10/20	DIA		EDGAR ALVIAR	FRENTE	RP 964 W	3.2		13	12%
3/10/20	DIA		EDGAR ALVIAR	FRENTE	CX 917 E	3.1		13	2%

FECHA	TURN O	N_GUARDI A	JEFE DE GUARDIA	TIPO DE DISPARO	LABOR	METRAJ E	LONG_BARR A	LONG_P ERF	SOBRE_EXCA V
3/10/20	DIA		EDGAR ALVIAR	FRENTE	GL 438 S	3.4		13	
3/10/20	DIA		EDGAR ALVIAR	FRENTE	SN 168 N	3.4		13	10%
3/10/20	DIA		EDGAR ALVIAR	FRENTE	CX 112	1.8		13	23%
3/10/20	NOCH E		GILBER RUIZ	FRENTE	CX 934 W	3.3		13	5%
3/10/20	NOCH E		GILBER RUIZ	FRENTE	SN 850 S	2.3		13	2%
3/10/20	NOCH E		GILBER RUIZ	FRENTE	GL 812 NW	3.2		13	10%
3/10/20	NOCH E		GILBER RUIZ	FRENTE	SN 089 S	3.2		13	
4/10/20	DIA		EDGAR ALVIAR	FRENTE	RP 964 W	3.2		13	6%
4/10/20	DIA		EDGAR ALVIAR	FRENTE	CX 934 NE	2.5		12	
4/10/20	DIA		EDGAR ALVIAR	FRENTE	GL 438 S	3.4		12	
4/10/20	DIA		EDGAR ALVIAR	FRENTE	SN 168 N	3.2		13	19%
4/10/20	DIA		EDGAR ALVIAR	FRENTE	RE 159 N	2.8		13	3%
4/10/20	NOCH E		GILBER RUIZ	FRENTE	CX 934 W	3.2		13	8%
4/10/20	NOCH E		GILBER RUIZ	FRENTE	CX 917 E	3.1		13	7%
4/10/20	NOCH E		GILBER RUIZ	FRENTE	GL 812 NW	3.2		13	5%
4/10/20	NOCH E		GILBER RUIZ	FRENTE	CX 112	2.9		13	14%
4/10/20	NOCH E		GILBER RUIZ	FRENTE	SN 089 S	3.3		13	4%
5/10/20	DIA		EDGAR ALVIAR	FRENTE	RP 964 W	3		12	12%
5/10/20	DIA		EDGAR ALVIAR	FRENTE	CX 934 NE	2.9		10	
5/10/20	DIA		EDGAR ALVIAR	FRENTE	SN 168 N	3.3		13	11%
5/10/20	NOCH E		GILBER RUIZ	FRENTE	CX 934 W	3.2		13	5%
5/10/20	NOCH E		GILBER RUIZ	FRENTE	SN 850 S	3		13	5%
5/10/20	NOCH E		GILBER RUIZ	FRENTE	CX 152 N	3.2		13	8%
5/10/20	NOCH E		GILBER RUIZ	FRENTE	SN 089 S	2.5		13	9%
6/10/20	DIA		EDGAR ALVIAR	FRENTE	CX 934 W	3.1		13	11%
6/10/20	DIA		EDGAR ALVIAR	FRENTE	CX 934 NE	3		13	
6/10/20	DIA		EDGAR ALVIAR	FRENTE	GL 438 S	3.4		11.5	
6/10/20	DIA		EDGAR ALVIAR	FRENTE	GL 812 NW	3.1		11	
6/10/20	DIA		EDGAR ALVIAR	FRENTE	CX 112	3		13	5%
6/10/20	DIA		EDGAR ALVIAR	FRENTE	CX 152 N	1		13	19%
6/10/20	NOCH E		GILBER RUIZ	FRENTE	RP 964 W	3.9		13	19%
6/10/20	NOCH E		GILBER RUIZ	FRENTE	SN 850 S	3.2		13	
6/10/20	NOCH E		GILBER RUIZ	FRENTE	GL 812 NW	3		13	
6/10/20	NOCH E		GILBER RUIZ	FRENTE	CX 152 N	3.2		13	
6/10/20	NOCH E		GILBER RUIZ	FRENTE	SN 089 S	1.4		13	21%
7/10/20	DIA		EDGAR ALVIAR	FRENTE	RP 964 W	3.7		13	
7/10/20	DIA		EDGAR ALVIAR	FRENTE	CX 934 NE	3.2		13	9%
7/10/20	DIA		EDGAR ALVIAR	FRENTE	CX 112	2.5		13	14%
7/10/20	DIA		EDGAR ALVIAR	FRENTE	GL 438 S	3.4		13	
7/10/20	NOCH E		GILBER RUIZ	FRENTE	RP 964 W	3.2		14	12%
7/10/20	NOCH E		GILBER RUIZ	FRENTE	GL 812 NW	3.3		13	
7/10/20	NOCH E		GILBER RUIZ	FRENTE	SN 089 S	3.2		13	
7/10/20	NOCH E		GILBER RUIZ	FRENTE	SN 168 N	3.5		13	2%
8/10/20	DIA		EDGAR ALVIAR	FRENTE	CX 934 W	3.7		13	9%

FECHA	TURN O	N_GUARDI A	JEFE DE GUARDIA	TIPO DE DISPARO	LABOR	METRAJ E	LONG_BARR A	LONG_PE RF	SOBRE_EXCA V
8/10/20	DIA		EDGAR ALVIAR	FRENTE	SN 850 S	2.2		13	5%
8/10/20	DIA		EDGAR ALVIAR	FRENTE	CX 152 N	3		13	7%
8/10/20	NOCH E		GILBER RUIZ	FRENTE	RP 964 N	3.5		13	9%
8/10/20	NOCH E		GILBER RUIZ	FRENTE	CX 934 NE	3.5		15	
8/10/20	NOCH E		GILBER RUIZ	FRENTE	SN 168 N	3.1		13	2%
8/10/20	NOCH E		GILBER RUIZ	FRENTE	CX 112	3		13	5%
8/10/20	NOCH E		GILBER RUIZ	FRENTE	CX 917 E	3.4		12	
9/10/20	DIA		EDGAR ALVIAR	FRENTE	SN 850 S	3.7		13	9%
9/10/20	DIA		EDGAR ALVIAR	FRENTE	RA 270 W	2.9		13	7%
9/10/20	DIA		EDGAR ALVIAR	FRENTE	GL 812 NW	3.5		12	
9/10/20	DIA		EDGAR ALVIAR	FRENTE	SN 089 S	3.2		13	5%
9/10/20	NOCH E		GILBER RUIZ	FRENTE	RP 964 N	3.8		13	5%
9/10/20	NOCH E		GILBER RUIZ	FRENTE	GL 964 N	3.2		12	
9/10/20	NOCH E		GILBER RUIZ	FRENTE	RA 270 W	3.4		13	7%
9/10/20	NOCH E		GILBER RUIZ	FRENTE	GL 812 NW	3.3		13	
9/10/20	NOCH E		GILBER RUIZ	FRENTE	SN 168 N	3.3		13	5%
9/10/20	NOCH E		GILBER RUIZ	FRENTE	RE 159 N	3		13	
10/10/20	DIA		EDGAR ALVIAR	FRENTE	SN 868 S	2.5		11	12%
10/10/20	DIA		EDGAR ALVIAR	FRENTE	RA 270 W	3.3		11	14%
10/10/20	DIA		EDGAR ALVIAR	FRENTE	CX 112	3.7		13	12%
10/10/20	NOCH E		GILBER RUIZ	FRENTE	RP 964 N	3.8		15	28%
10/10/20	NOCH E		GILBER RUIZ	FRENTE	SN 850 S	3.1		13	
10/10/20	NOCH E		GILBER RUIZ	FRENTE	RA 270 W	3.4		13	12%
10/10/20	NOCH E		GILBER RUIZ	FRENTE	SN 168 N	1		13	13%
10/10/20	NOCH E		GILBER RUIZ	FRENTE	SN 089 S	3.3		13	3%
11/10/20	DIA		EDGAR ALVIAR	FRENTE	GL 964 N	3.3		13	
11/10/20	DIA		EDGAR ALVIAR	FRENTE	RA 270 W	3.5		12	4%
11/10/20	DIA		EDGAR ALVIAR	FRENTE	GL 812 NW	3		12	
11/10/20	DIA		EDGAR ALVIAR	FRENTE	CX 112	3.9		13	14%
11/10/20	NOCH E		GILBER RUIZ	FRENTE	RP 964 N	3.8		13	14%
11/10/20	NOCH E		GILBER RUIZ	FRENTE	GL 964 N	3.2		13	
11/10/20	NOCH E		GILBER RUIZ	FRENTE	RA 270 W	3.5		13	8%
11/10/20	NOCH E		GILBER RUIZ	FRENTE	GL 812 NW	2.8		13	
11/10/20	NOCH E		GILBER RUIZ	FRENTE	RE 159 N	2.3		12	4%
12/10/20	DIA		EDGAR ALVIAR	FRENTE	SN 868 S	3.6		13	9%
12/10/20	DIA		EDGAR ALVIAR	FRENTE	GL 964 N	3.4		13	18%
12/10/20	DIA		EDGAR ALVIAR	FRENTE	SN 089 S	3.8		13	7%
12/10/20	DIA		EDGAR ALVIAR	FRENTE	CX 274 N	3.4		13	10%

FECHA	TURN O	N_GUARDI A	JEFE DE GUARDIA	TIPO DE DISPARO	LABOR	METRAJ E	LONG_BARR A	LONG_P ERF	SOBRE_EXCA V
12/10/20	NOCH E		GILBER RUIZ	FRENTE	SN 850 S	1		13	5%
12/10/20	NOCH E		GILBER RUIZ	FRENTE	GL 812 NW	2.8		13	25%
12/10/20	NOCH E		GILBER RUIZ	FRENTE	SN 168 N	3.9		15	7%
12/10/20	NOCH E		GILBER RUIZ	FRENTE	RP 964 N	3.3		13	
13/10/20	DIA		EDGAR ALVIAR	FRENTE	SN 868 S	3.6		13	12%
13/10/20	DIA		EDGAR ALVIAR	FRENTE	RE 159 N	2		12	4%
13/10/20	DIA		EDGAR ALVIAR	FRENTE	SN 089 S	3.2		12	13%
13/10/20	NOCH E		GILBER RUIZ	FRENTE	RP 964 N	3.4		15	22%
13/10/20	NOCH E		GILBER RUIZ	FRENTE	CX 934 W	3.2		15	12%
13/10/20	NOCH E		GILBER RUIZ	FRENTE	RA 270 W	3.4		13	12%
13/10/20	NOCH E		GILBER RUIZ	FRENTE	SN 168 N	3		13	7%
13/10/20	NOCH E		GILBER RUIZ	FRENTE	CX 152 S	3.4		13	
13/10/20	NOCH E		GILBER RUIZ	FRENTE	CX 274 N	3		13	7%
14/10/20	DIA		EDGAR ALVIAR	FRENTE	SN 868 S	1.5		10	
14/10/20	DIA		EDGAR ALVIAR	FRENTE	SN 850 S	3.5		13	4%
14/10/20	DIA		EDGAR ALVIAR	FRENTE	GL 812 NW	3.1		12	54%
14/10/20	DIA		EDGAR ALVIAR	FRENTE	RE 159 N	3		12	
14/10/20	DIA		EDGAR ALVIAR	FRENTE	SN 089 S	3.6		12	10%
14/10/20	NOCH E		GILBER RUIZ	FRENTE	CX 934 W	3.3		15	19%
14/10/20	NOCH E		GILBER RUIZ	FRENTE	RA 270 W	3.4		13	14%
14/10/20	NOCH E		GILBER RUIZ	FRENTE	SN 168 N	3.4		13	14%
14/10/20	NOCH E		GILBER RUIZ	FRENTE	CX 274 N	3.4		13	51%
15/10/20	DIA		EDGAR ALVIAR	FRENTE	RP 964 N	3.6		13	14%
15/10/20	DIA		EDGAR ALVIAR	FRENTE	GL 812 NW	3		12	56%
15/10/20	DIA		EDGAR ALVIAR	FRENTE	SN 168 N	3.3		12	17%
15/10/20	DIA		EDGAR ALVIAR	FRENTE	CX 152 S	3.1		12	15%
15/10/20	NOCH E		GILBER RUIZ	FRENTE	SN 868 S	3		14	12%
15/10/20	NOCH E		GILBER RUIZ	FRENTE	SN 850 S	3.2		13	12%
15/10/20	NOCH E		GILBER RUIZ	FRENTE	CX 934 W	3.2		14	22%
15/10/20	NOCH E		GILBER RUIZ	FRENTE	SN 168 N	3.2		13	12%
15/10/20	NOCH E		GILBER RUIZ	FRENTE	SN 089 S	2.5		13	7%
16/10/20	DIA		EDGAR ALVIAR	FRENTE	RP 964 N	3.4		13	12%
16/10/20	DIA		EDGAR ALVIAR	FRENTE	RA 270 W	3.3		11	17%
16/10/20	DIA		EDGAR ALVIAR	FRENTE	CX 274 S	3.4		12	15%
16/10/20	DIA		EDGAR ALVIAR	FRENTE	CX 152 S	3.5		13	13%
16/10/20	DIA		EDGAR ALVIAR	FRENTE	SN 168 N	3.4		12	15%

FECHA	TURN O	N_GUARDI A	JEFE DE GUARDIA	TIPO DE DISPARO	LABOR	METRAJ E	LONG_BARR A	LONG_P ERF	SOBRE_EXCA V
16/10/20	DIA		EDGAR ALVIAR	FRENTE	SN 868 S	3.4		13	
16/10/20	NOCH E		GILBER RUIZ	FRENTE	RP 964 N	3.5		13	12%
16/10/20	NOCH E		GILBER RUIZ	FRENTE	CX 274 N	3.6		13	
16/10/20	NOCH E		GILBER RUIZ	FRENTE	GL 812 NW	3.8		15	61%
16/10/20	NOCH E		GILBER RUIZ	FRENTE	CX 152 S	3.4		13	13%
16/10/20	NOCH E		GILBER RUIZ	FRENTE	GL 084 E	2.8		13	12%
17/10/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	SN 868 N	3.1		13	9%
17/10/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	CX 870 S	2.5		13	12%
17/10/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	RA 270 W	3.5		13	17%
17/10/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	RE 159 N	3		13	20%
17/10/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	SELLADA	CX 184 S	2		10	10%
17/10/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	SN 850 S	3.8		13	20%
17/10/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	CX 274 N	3.2		11	14%
17/10/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	GL 812 NW	3.5		12	57%
17/10/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	SN 168 N	3.5		12	17%
17/10/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	RA 091 W	3.5		13	17%
18/10/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	RP 964 N	3.6		13	15%
18/10/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	GL 964 N	1.9		11	16%
18/10/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	RA 270 W	3.6		13	16%
18/10/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	CX 274 N	2.8		13	15%
18/10/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	CX 152 S	3.2		14	1%
18/10/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	CX 870 S	2.8		13	7%
18/10/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	SN 850 S	3.2		12	7%
18/10/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	RP 132 W	3.4		12	9%
18/10/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	GL 812 NW	2.9		12	61%
18/10/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	CX 152 S	3.3		12	15%
18/10/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	SN 168 N	3		13	15%
18/10/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	RA 091 W	3.6		12	7%
19/10/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	RP 964 N	2.3		13	10%
19/10/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	SN 850 S	2.5		13	8%
19/10/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	CX 274 S	3.2		13	25%
19/10/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	RP 132 W	3.6		13	14%
19/10/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	SN 089 S	3.5		13	17%
19/10/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	CX 152 S	3.3		13	12%
19/10/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	GL 964 N	3.6		13	5%
19/10/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	RA 270 W	3.4		12	7%

FECHA	TURN O	N_GUARDI A	JEFE DE GUARDIA	TIPO DE DISPARO	LABOR	METRAJ E	LONG_BARR A	LONG_P ERF	SOBRE_EXCA V
19/10/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	RP 132 W	3.8		13	5%
19/10/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	RA 091 W	3.5		12	19%
19/10/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	RA 081 W	2.4		12	12%
20/10/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	SN 868 N	3.1		13	12%
20/10/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	SN 850 S	3.2		13	15%
20/10/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	RP 132 W	3.3		13	3%
20/10/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	RP 455 N	3.5		14	17%
20/10/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	CX 152 S	2.9		13	12%
20/10/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	RP 964 N	3.4		13	23%
20/10/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	CX 870 S	3		13	17%
20/10/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	CX 404 N	3.2		12	10%
20/10/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	GL 390	3		10.5	1%
20/10/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	CX 152 S	2.9		12	7%
20/10/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	CX 184 S	3		12	44%
21/10/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	SN 850 S	3.6		12.5	10%
21/10/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	GL 964 N	2.9		11.5	12%
21/10/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	RA 270 W	3		13	10%
21/10/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	GL 390	2		15	1%
21/10/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	CX 152 S	3.3		13	10%
21/10/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	RA 091 W	3.9		13	12%
21/10/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	RP 455 N	4.1		15	-4%
21/10/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	GL 390	3.6		12.5	61%
21/10/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	CX 152 S	3.3		12	8%
21/10/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	RA 081 W	3.6		13	28%
22/10/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	SN 868 N	3.6		13	15%
22/10/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	SN 850 S	2.6		13	15%
22/10/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	RA 270 W	3.9		13	12%
22/10/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	RP 132 W	3.5		13	27%
22/10/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	CX 404 N	3.6		14	5%
22/10/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	RA 081 W	3.1		12	15%
22/10/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	CX 870 S	3.4		12	10%
22/10/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	GL 964 N	3.2		13	12%
22/10/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	RP 132 W	3.3		12	11%
22/10/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	RP 455 N	3.8		13	22%
22/10/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	GL 390	3.2		12	56%
22/10/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	CX 152 S	3.2		12	11%

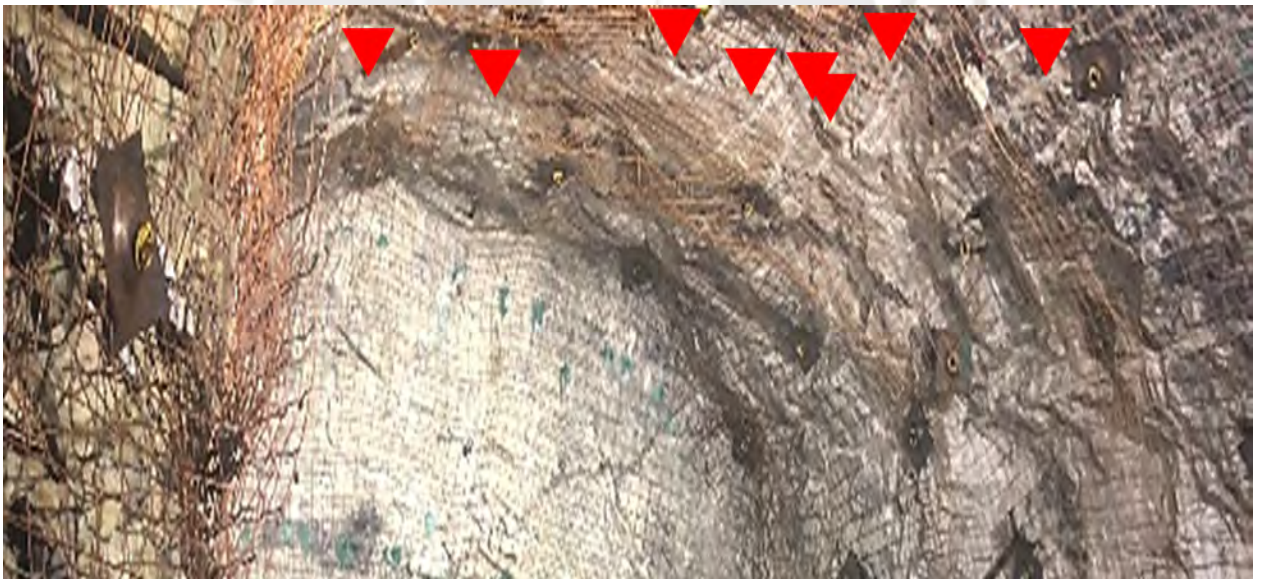
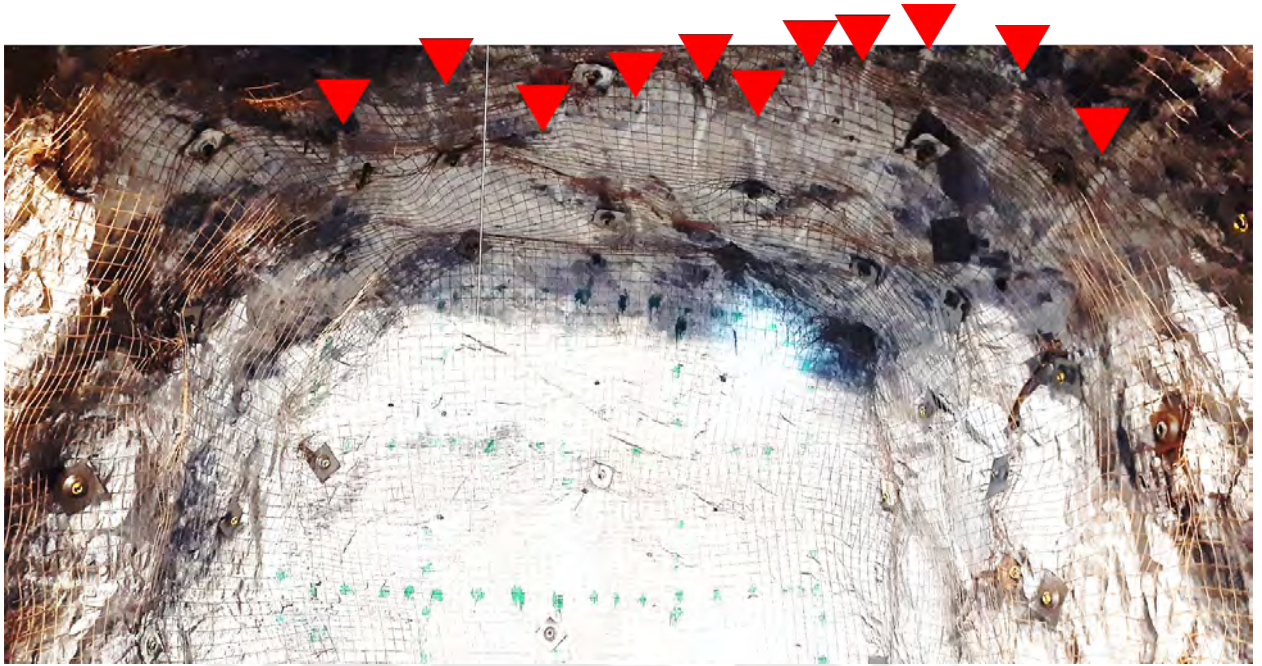
FECHA	TURN O	N_GUARDI A	JEFE DE GUARDIA	TIPO DE DISPARO	LABOR	METRAJ E	LONG_BARR A	LONG_P ERF	SOBRE_EXCA V
22/10/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	RA 081 W	3.2		12	14%
23/10/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	SN 868 S	3.1		12	15%
23/10/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	RA 270 W	3		13	33%
23/10/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	RP 132 W	3.7		13	17%
23/10/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	GL 390 N	3.2		12	25%
23/10/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	RP 964 N	3.6		12.5	7%
23/10/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	SN 850 S	3.3		13	-1%
23/10/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	GL 964 N	3		11	8%
23/10/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	RP 455 N	2.1		12	14%
23/10/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	GL 390 S	3		10	-43%
23/10/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	SN 089 S	3.3		12	15%
24/10/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	SN 868 S	4.2		15	5%
24/10/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	CX 870 S	3.5		13	10%
24/10/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	RP 132 W	4		15	12%
24/10/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	GL 390 N	3		12	12%
24/10/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	GL 390 S	2.8		12	31%
24/10/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	SELLADA	RA 081 W	2		10	15%
26/10/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	SN 850 S	3.2		13	7%
26/10/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	GL 964 N	2.9		13	6%
26/10/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	GL 150 N	2.8		13	12%
26/10/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	CX 274 S	2.1		13	8%
26/10/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	SN 868 S	3.1		12	15%
26/10/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	SN 868 N	3.5		12	12%
26/10/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	GL 375 N	3		11	
26/10/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	RP 425 W	3.2		11	
26/10/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	RA 091 W	3.6		12	23%
26/10/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	SN 168	3.6		12	23%
27/10/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	RP 964 N	3.3		12	9%
27/10/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	GL 964 N	3.2		13	6%
27/10/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	RA 270 W	3.7		13	7%
27/10/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	CX 374 E	3.9		13	5%
27/10/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	CX 053 SE	3		11	10%
27/10/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	SN 868 S	3		11	10%
27/10/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	SN 868 N	2.9		12	-5%
27/10/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	CX 374 E	3.9		15	7%
27/10/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	RA 081 W	3.2		12	7%

FECHA	TURN O	N_GUARDI A	JEFE DE GUARDIA	TIPO DE DISPARO	LABOR	METRAJ E	LONG_BARR A	LONG_P ERF	SOBRE_EXCA V
27/10/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	CX 152 S	2.6		12	5%
28/10/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	SN 850 S	3.1		13	-2%
28/10/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	GL 964 N	3.4		13	19%
28/10/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	RA 270 W	3.2		13	12%
28/10/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	RP 455 N	4.1		15	12%
28/10/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	SN 089 S	3.4		13	-4%
28/10/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	SN 868 S	3.6		13	12%
28/10/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	SN 868 N	3.5		13	-1%
28/10/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	CX 374 E	3		12	5%
28/10/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	CX 404 N	3.1		12	12%
28/10/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	CX 152 S	3.6		12	5%
28/10/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	SN 168	3.1		12	5%
29/10/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	RP 964 N	3.3		13	7%
29/10/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	GL 964 N	2.9		12	9%
29/10/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	RA 270 W	3.9		13	12%
29/10/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	GL 390 S	2.2		13	13%
29/10/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	RA 091 W	3.2		13	14%
29/10/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	SN 868 S	3.2		11	7%
29/10/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	SN 868 N	3.7		15	5%
29/10/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	SN 850 S	3.5		12	20%
29/10/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	CX 374 E	3.4		12	17%
29/10/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	CX 152 S	3.4		13	22%
29/10/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	RA 081 W	3		12	2%
30/10/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	SN 868 N	3.3		12	5%
30/10/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	GL 964 N	3		12	9%
30/10/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	RA 270 W	3.7		13	4%
30/10/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	CX 374 E	3.7		13	5%
30/10/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	CX 152 S	3.2		12	9%
30/10/20	DIA		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	SN 089 S	3.5		12	16%
30/10/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	SN 868 N	3.3		12	12%
30/10/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	SELLADA	RA 928 W	2		10	
30/10/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	CX 277 S	2.1		11	10%
30/10/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	BP 199 W	2.9		12	
30/10/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	BP 199 E	2.5		10	
30/10/20	NOCH E		EDGAR ALVIAR	FRENTE	SN 168	3.5		13	16%
31/10/20	DIA		GILBER RUIZ	FRENTE	RP 964 N	3.5		13	22%

FECHA	TURN O	N_GUARDI A	JEFE DE GUARDIA	TIPO DE DISPARO	LABOR	METRAJ E	LONG_BARR A	LONG_P ERF	SOBRE_EXCA V
31/10/20	DIA		GILBER RUIZ	FRENTE	RA 270 W	2.8		12	30%
31/10/20	DIA		GILBER RUIZ	FRENTE	CX 152 S	2.7		13	12%
31/10/20	NOCH E		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	SN 868 S	3.2		13	14%
31/10/20	NOCH E		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	SN 868 N	2.6		11.5	7%
31/10/20	NOCH E		FRANCO SILVESTRE	SELLADA	RA 916	1.5		8	
31/10/20	NOCH E		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	CX 7931	3		14	
31/10/20	NOCH E		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	SN 089 S	3.2		12.5	5%
31/10/20	NOCH E		FRANCO SILVESTRE	FRENTE	CX 088 E	3		13	4%



**ANEXO 2: EXTERNALIDADES NEGATIVAS POR DAÑO AL MACIZO
ROCOSO**



ANEXO 3: PARÁMETROS DE DISEÑO DE MALLA DE PERFORACIÓN

1. DATOS GENERALES			
Desviación de perforación (mm/m)	10	Peso Especifico (minería) (Tn / m ³)	2.48
Taladro de contorno	15	Peso Especifico (desmonte) (Tn / m ³)	2.7
Desviación del empuje (mm)	20	Constante de roca (C)	0.45

2. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE EXPLOSIVOS			
INDICADORES	ANFO	Emuléx 100 1 1/4 x 12	Emuléx 65 1 1/4 x 12
Densidad del explosivo(G / Cm ³)	0.82 ± 3%	1.16 ± 5%	1.12 ± 5%
Velocidad detonación del explosivo (M / S)	3200 ± 200	4300 ± 300	4500 ± 300
Energía (MJ / Kg)	3.899	4.425	3.385
Potencia relativa en peso RWS (%)	104	120	90
Longitud del cartucho (Cm)		30.48	30.48

3. PARAMETROS PARA CALCULOS DE NUMERO DE TALADROS			
DUREZA DE LA ROCA	DISTANCIA ENTRE TALADROS	COEFICIENTE DE ROCA	TIPO DE ROCA
Friable	0.70-0.75	1.00	1.0-1.3
Intermedia	0.60-0.65	1.50	1.3-1.5
Tanaz	0.50-0.55	2.00	1.5-1.8

4. VARIABLES			
Tipo de roca	III A	Longitud de perforación	3.80
Ancho de sección (A)	4.5	Diametro de taladro de producción (mm)	46
Altura de sección (H)	4	Diametro de taladro en vacío (mm)	102
Control de voladura (Taladro de alivio)	0	Avance efectivo de voladura	3.40
N° de Remados	4	Porcentaje de efectividad	89%
Coefficiente de roca	2.00		
Distancia de taladros	0.50		

5. PARAMETROS PARA EL CALCULO DEL ARRASTRE			
Factor de carga (kg/m)	0.95	Constante de roca (C)	0.45
Factor de desviación(f)	1.45	Relación entre espaciamiento y burden (S/B)	1.67

6. PARAMETROS PARA EL CALCULO DEL CONTORNO			
Relación entre espaciamiento y burden (S/B)	1.2	Espaciamiento de la voladura controlada (S = Kx)	0.68
Factor de desviación(f)	1.45	Constante del espaciamiento de contorno (K)	15

7. PARAMETROS PARA EL CALCULO DE PAREDES			
Factor de desviación(f)	0.8	Relación entre espaciamiento y burden (S/B)	0.8
Constante de roca (C)	0.45	Factor de carga (q)	0.44

8. ZONA DE TAJEADO B			
Factor de desviación(f)	1.45	Relación entre espaciamiento y burden (S/B)	1.25
Constante de roca (C)	0.45	Factor de carga (q)	0.9

9. ZONA DE TAJEADO C			
Factor de desviación(f)	1.45	Relación entre espaciamiento y burden (S/B)	1.25
Constante de roca	0.45	Factor de carga (q)	0.9

10. CALCULO DE TALADROS			
Area (m ²)	17.5708	Profundidad del taladro (m)	3.8
Perimetro (m)	16.1416	Avance de disparo (m)	3.4
Número de perforaciones (N° taladros)	44		

11. CALCULO DEL PRIMER CUADRANTE			
Diametro del taladro vacío o equivalente (mm)	204	Potencia relativa en peso del explosivo referido al ANFO	104
Cálculo del burden máximo del primer cuadrante (m)	0.24	Concentración de carga en 1 Cuadrante (Kg / m)	1.2
Cálculo del burden práctico del primer cuadrante (m)	0.2	Ancho abertura del primer cuadrante	0.28
Máximo desviación de perforación (m)	0.038	Número de cartuchos	1

12. CALCULO DEL SEGUNDO CUADRANTE			
Cálculo de la abertura	0.28	Máximo desviación de perforación	0.038
Cálculo del burden máximo	0.3	Ancho abertura del segundo cuadrante	0.62
Cálculo del burden práctico	0.25	Número de cartuchos	1

13. CALCULO DEL TERCER CUADRANTE			
Cálculo de la abertura	0.62	Máximo desviación de perforación	0.038
Cálculo del burden máximo	0.58	Ancho abertura de la tercera abertura	1.05
Cálculo del burden práctico	0.47	Número de cartuchos	1

14. CALCULO DEL CUARTO CUADRANTE			
Cálculo de la abertura	1.05	Máximo desviación de perforación	0.038
Cálculo del burden máximo	0.76	Ancho abertura de cuarto cuadrante	1.32
Cálculo del burden práctico	0.71	Número de cartuchos	1

15. CALCULO DEL ARRASTRE			
Burden del arrastre (m)	1.01	Carga de fondo (Kg / m)	0.87
Número de taladros del arrastre (m)	5	Carga de Columna (Kg / m)	2.48
Espaciamiento (m)	1.15	Carga de fondo II (Kg / m)	
Taladros de esquina (m)	0.84	N° de cartuchos de carga fondo (m)	3
Burden práctico en arrastre (m)	0.7	N° de cartuchos de carga columna	9

16. CALCULO DE LA CORONA			
Burden del contorno (m)	0.85	Taladros de esquina	4
Burden práctico del contorno (m)	0.6	Número de taladros del contorno	9
Concentración de carga (Kg / m)	0.43	Espaciamiento (m)	0.68

17. CALCULO DE PAREDES			
Burden máximo	0.85	Espaciamiento máximo	0.7
Burden práctico	0.6	Espaciamiento mínimo	0.6
Altura disponible	3	N° de taladros	9

18. CALCULO DE ZONA DE TAJEADO B			
Burden máximo (m)	1	Espaciamiento disponible (m)	1.11
Burden práctico (m)	0.89		

19. CALCULO DE ZONA DE TAJEADO C			
Burden máximo (m)	1	Espacio disponible (m)	
Burden práctico (m)	0.89	Espaciamiento máximo (m)	1.11
Altura disponible (m)	3	N° de espacios	
Kg Explosivo x taladro	3.4		

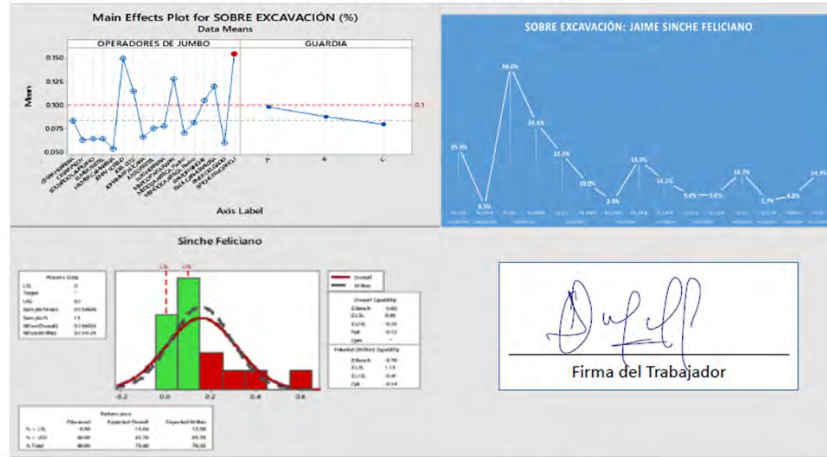
20. CALCULO DE INDICADORES DE VOLADURA			
INDICADORES	ANFO	EMULEX 100 1 1/4 x 12	EMULEX 65 1 1/4 x 12
Cantidad de cartuchos		111	89
Cantidad de explosivo (Kg)	110.16	30.8	16.0
Volumen roto (m ³)	59.74	59.74	59.74
Avance (m)	3.4	3.4	3.4
Factor de avance (Kg / m)	32.4	9.1	5.3
Factor de carga explosiva (Kg / m ³)	1.84	0.52	0.30
Factor de potencia (Kg / Tn)			
Cantidad total de explosivos (Kg)			188.96

ANEXO 4: FORMATO DE REPORTE DE CAMPO

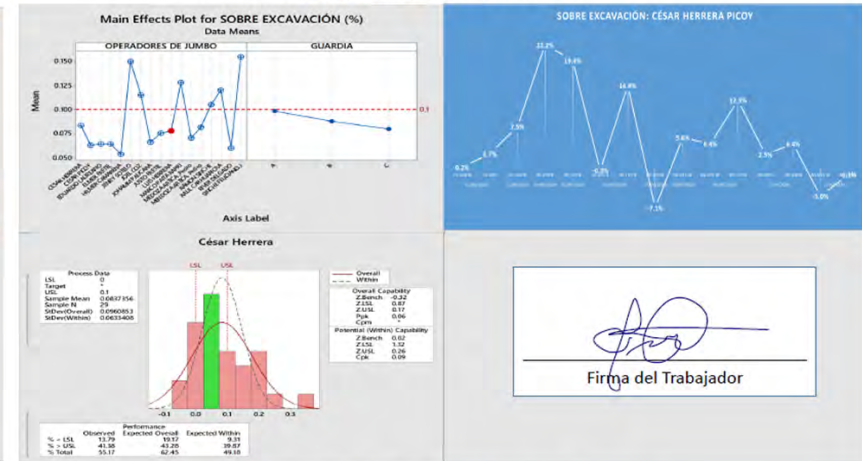
REPORTE DE PERFORACIÓN Y VOLADURA FASE 4 - IMPLEMENTACIÓN		
FECHA	3-Dic	
SUPERVISOR DE VOLADURA IESA	Rogelio Llanos	
TURNO	NOCHE	
LABOR	RP-928	
ALTURA PLAN (m)	4.0	
ANCHO PLAN (m)	4.5	
ALTURA REAL (m)	3.99	
ANCHO REAL (m)	4.7	
PERFORACIÓN		
JUMBO	DPJ-058	
OPERADOR	Jemmy Paucara	
INICIO PERFORACIÓN	12:07 p. m.	
TERMINO PERFORACIÓN	3:47 a. m.	
TIEMPO PERF TAL 102 mm (min)	24	
TIEMPO PERF TAL 45 mm (min)	196	
N° TALADROS (45 mm)	45	
N° TALADROS (102 mm)	4	
VELOC. PERF TAL 102 mm (min/tal)	5.9	
VELOC. PERF TAL 45 mm (min/tal)	4.4	
LONG. PERFORACIÓN (m)	3.85	
DIÁMETRO DE PERFORACIÓN (mm)	45	
TIEMPO PERFORACIÓN (min)	137	
PINTADO DE MALLA	REGULAR	
USO DE GUIADORES	NO	
CONTROL PARALELISMO	BUENO	
AGUA DINAMICA / FRENTE		
PARADA MEC/ELECT INICIO (HR)		
PARADA MEC/ELECT FINAL (HR)		
OBS MECANICOS/ELECTRICOS:		
OBS OPERATIVAS:		
CARGUÍO - VOLADURA		
HORA INICIO DE CARGUÍO	4:00 a. m.	
HORA FINAL DE CARGUÍO	5:28 a. m.	
CARGADOR	Leoncio Fernandez	
Longitud de Fanel (m)	4.80	
ANFO - Examon P (Kg)	112.5	
Emulex 65 1 1/4" x 12" (Kg)	16.93	
Emulex 100 1 1/4" x 12" (Kg)	29.17	
Cordon Detonante 3P (m)	70	
TOTAL KILOS EXPLOSIVOS	158.6	
ATACADORES	REGULAR	
OBSERVACIONES:		
Se preparan 11 cañas para el contorno de la Rp-928.		
RESULTADOS		
AVANCE	3.6	
EFICACIA	94%	
FACTOR DE CARGA (Kg/ml)	44.1	
SOBRE EXCAVACIÓN (%)	4%	

ANEXO 5: HISTORIALES OPERACIONALES

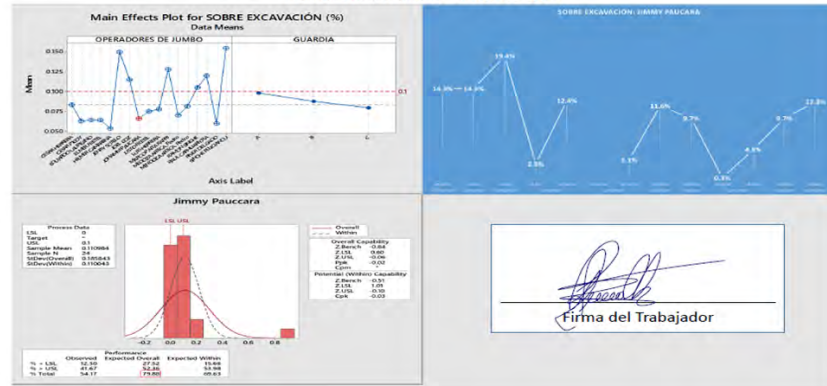
REPORTE PARA EL OPERADOR: Jaime Sinche Feliciano(22-10-20)
PERIODO: Setiembre – Octubre 2020



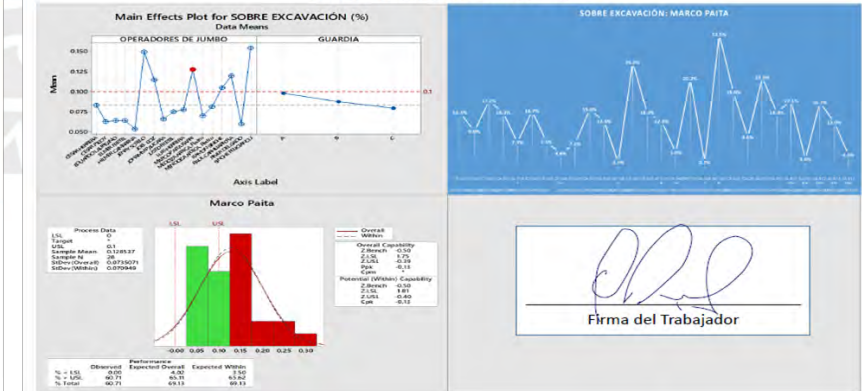
REPORTE PARA EL OPERADOR: César Herrera Picoy (22-10-20)
PERIODO: Setiembre – Octubre 2020











REPORTE PARA EL OPERADOR: Jimmy Paucara (26-10-20)
PERIODO: Setiembre – Octubre 2020



REPORTE PARA EL OPERADOR: Marco Paita (25-10-20)
PERIODO: Setiembre – Octubre 2020



ANEXO 6: CARTILLA GEOMECÁNICA

	<h3 style="margin: 0;">CARTILLA GEOMECÁNICA</h3> <p style="font-size: small; margin: 0;">Versión 1.0</p>	<p>CONDICION SUPERFICIAL</p>	<p>(B)</p> <p>BUENA (MUY RESISTENTE, LEVEMENTE ALTERADA) DISCONTINUIDADES RUGOSAS, LEV. ALTERADA, MANCHAS DE OXIDACION, LIGERAMENTE ABIERTA (Rc > 100 A 250 Mpa) (SE ROMPE CON VARIOS GOLPES DE LA PICOTA)</p>	<p>(R)</p> <p>REGULAR (RESISTENTE, LEVEMENTE ALTERADA) DISCONTINUIDADES LISAS, MODERADAMENTE ALTERADA. LIGERAMENTE ABIERTAS (Rc > 50 A 100 Mpa) (SE ROMPE CON UNO O DOS GOLPES DE LA PICOTA)</p>	<p>(P)</p> <p>POBRE (MODERADAMENTE RESIST. LEVEMENTE ALT.) SUPERFICIE PULIDA O CON ESTRIACIONES, MUY ATERADA) RELLENO COMPACTO O CON FRAGMENTOS DE ROCA PANIZO (Rc 25 a 50Mpa) SE INDENTA SUPERFICIALMENTE</p>	<p>(MP)</p> <p>MUY POBRE (BLANDA, MUY ALTERADA) SUPERFICIE PULIDA Y ESTRIADA, MUY ABIERTA CON RELLENO DE ARCILLAS BLANDAS (Rc < 25 Mpa) (SE DISGREGA O INDENTA PROFUNDAMENTE)</p>																
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">Tipo Roca</th> <th style="width: 70%;">RMR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="background-color: #0000FF; color: white; text-align: center;">I</td> <td style="text-align: center;">> 81</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #00FFFF; color: white; text-align: center;">II</td> <td style="text-align: center;">61 - 80</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #00FF00; color: white; text-align: center;">III - A</td> <td style="text-align: center;">51 - 60</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #FFFF00; color: black; text-align: center;">III - B</td> <td style="text-align: center;">41 - 50</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #FFA500; color: black; text-align: center;">IV - A</td> <td style="text-align: center;">31 - 40</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #FF0000; color: white; text-align: center;">IV - B</td> <td style="text-align: center;">21 - 30</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #8B4513; color: white; text-align: center;">V</td> <td style="text-align: center;">0 - 20</td> </tr> </tbody> </table>	Tipo Roca	RMR	I	> 81	II	61 - 80	III - A	51 - 60	III - B	41 - 50	IV - A	31 - 40	IV - B	21 - 30	V	0 - 20	<p>CLASIFICACION GSI/RMR</p> <p>Sostenimiento Inmediato</p> <p>Metro Avanzado Metro Sostenido</p>	<p>CONDICION ESTRUCTURA</p>				
Tipo Roca	RMR																					
I	> 81																					
II	61 - 80																					
III - A	51 - 60																					
III - B	41 - 50																					
IV - A	31 - 40																					
IV - B	21 - 30																					
V	0 - 20																					
	<p>LEVEMENTE FRACTURADA (LF)</p> <p>TRES A MENOS SISTEMAS DE DISCONTINUIDADES MUY ESPACIADAS ENTRE SI (RQD 75 - 90) (2 A 6 FRACT. POR METRO)</p>	<p>LF/B</p>	<p>LF/R</p>	 <p style="font-size: x-small; text-align: center;">El desate de rocas es antes, durante y después de cada actividad.</p>																		
	<p>MODERADAMENTE FRACTURADA (F)</p> <p>MUY BIEN TRABADA, NO DISTURBADA BLOQUES CUBICOS FORMADOS POR TRES SISTEMAS DE DISCONTINUIDADES ORTOGONALES. (RQD 50 - 75) (7 A 12 FRACT. POR METRO)</p>	<p>F/B</p>	<p>F/R</p>	<p>F/P</p>	<p>F/MP</p>																	
	<p>MUY FRACTURADA. (MF)</p> <p>MODERADAMENTE TRABADA, PARCIALMENTE DISTURBADA, BLOQUES ANGULOSOS FORMADOS POR CUATRO O MAS SISTEMAS DE DISCONTINUIDADES (RQD 25 - 50) (13 A 20 FRACT. POR METRO)</p>	<p>MF/B</p>	<p>MF/R</p>	<p>MF/P</p>	<p>MF/MP</p>																	
	<p>INTENSAMENTE FRACTURADA (IF)</p> <p>PLEGAMIENTO Y FALLAMIENTO, MUCHAS DISCONTINUIDADES INTERCEPTADAS FORMANDO BLOQUES ANGULOSOS O IRREGULARES (RQD 0 - 25) (MAS DE 20 FRACT. POR METRO)</p>	<p>IF/B</p>	<p>IF/R</p>	<p>IF/P</p>	<p>IF/MP</p>																	
	<p>TRITURADA O RELLENO (T)</p> <p>LIGERAMENTE TRABADA, MASA ROCOSA EXTREMADAMENTE ROTA CON UNA MEZCLA DE FRAGMENTOS FACILMENTE DISGREGABLES, ANGULOSOS Y REDONDEADOS. (SIN RQD)</p>	 <p style="font-size: x-small; text-align: center;">Nunca ingreses a zonas que no hayan sido desatadas y que no estes sostenidas</p>		<p>T/P</p>	<p>T/MP</p>																	