

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA INDUSTRIAL



UPLA
UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

TESIS

**MEJORA DE PROCESOS PARA INCREMENTAR LA
PRODUCTIVIDAD EN UNA EMPRESA MINERA**

PRESENTADO POR:

Bach. YOEL FRANCISCO GILBERTI GALARZA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: NUEVAS TECNOLOGIAS Y PROCESOS

SUB LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: SISTEMAS DE PRODUCCION

PARA OPTAR: EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO INDUSTRIAL

HUANCAYO - PERU

2022

ASESOR
Mg. Sandro Enrique Ruiz Bustamante
Asesor Metodológico

DEDICATORIA

 Mi tesis está dedicada en primer lugar a Dios, a mis padres, que están siempre apoyándome y aconsejándome de forma incondicional.

 A mis hermanos por el apoyo que siempre me brindan en cada proyecto de mi vida.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, a Dios por haberme guiado por el buen camino; en segundo lugar, a los integrantes de mi familia por haberme dado fuerza y su apoyo incondicional; y finalmente, a todas las personas que estuvieron presentes en los momentos difíciles cuando necesité de apoyo.



UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
DIRECCIÓN DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

EL DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA DEJA:

CONSTANCIA N° 347

Que, el (la) bachiller: Bachilleres, Bachiller, **YOEL FRANCISCO, GILBERTI GALARZA**, de la Escuela Profesional de **INGENIERÍA INDUSTRIAL**, presentó la tesis denominada **MEJORA DE PROCESOS PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN UNA EMPRESA MINERA**", la misma que cuenta con **99 Páginas**, ha sido ingresada por el **SOFTWARE – TURNITIN FEEDBACK STUDIO** obteniendo el **28%** de similitud.

Se expide la presente constancia para los fines pertinentes.

Huancayo 15 de Noviembre del 2022



Dr. Santiago Zevallos Salinas
Director de la Unidad de Investigación


HOJA DE CONFORMIDAD DE LOS JURADOS



DR. TAPIA SILGUERA, RUBÉN DARÍO
PRESIDENTE



DRA CHUMPEN ELERA, AMELIA CELINDA
JURADO



MG. MONTERO ESTRELLA, ANTHONY CHRISTIAN
JURADO



ING. ELIAS PORRAS, PEDRO ELVIS
JURADO



MG. UNTIVEROS PEÑALOZA, LEONEL
SECRETARIO DOCENTE

INDICE

HOJA CON EL NOMBRE DEL ASESOR	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
HOJA DE CONFORMIDAD DE LOS JURADOS ¡Error! Marcador no definido.	
INDICE	vii
CAPÍTULO I:.....	1
EL PROBLEMA DE INVESTIGACION	1
1.1. Planteamiento del problema	1
1.2. Formulación y sistematización del problema	7
1.2.1. Problema General	7
1.2.2. Problemas Específicos	7
1.3. Justificación	8
1.3.1. Práctica o Social	8
1.3.2. Científica o teórica.....	8
1.3.3. Metodológica.....	8
1.4. Delimitaciones	9
1.4.1. Espacial	9
1.4.2. Temporal	9
1.4.3. Económica	9
1.5. Limitaciones	9
1.6. Objetivos	9
1.6.1. Objetivo General.....	9
1.6.2. Objetivos Específicos	9

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	10
2.1. Antecedentes	10
2.1.1. Antecedentes Nacionales	10
2.1.2. Antecedentes Internacionales	12
2.2. Marco conceptual	13
2.2.1. Mejora de procesos	13
2.3. Definición de términos	24
2.4. Hipótesis	25
2.4.1. Hipótesis General	25
2.4.2. Hipótesis Específicas.....	25
2.5. Variables	25
2.5.1. Definición conceptual de la variable	25
2.5.2. Definición operacional de la variable	26
2.5.3. Operacionalización de la variable	27
CAPITULO III: METODOLOGÍA	28
3.1. Método de investigación	28
3.2. Tipo de investigación	28
3.3. Nivel de investigación	28
3.4. Diseño de investigación	28
3.5. Población y muestra	29
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	29
3.7. Procesamiento de la información	30
3.8. Técnicas y análisis de datos	30
3.9. Desarrollo de la propuesta	31
CAPITULO IV : RESULTADOS	56

4.1. Análisis Descriptivo	56
4.2. Análisis Inferencial	60
CAPITULO V : DISCUSIÓN DE RESULTADOS	67
CONCLUSIONES	69
RECOMENDACIONES	70
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71
Bibliográficas	71
Páginas web	72
ANEXOS	74
Anexo 1. Matriz de consistencia.....	83

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Matriz Correlacional de Causas	3
Tabla 2. Tabla de Pareto (80/20)	5
Tabla 3. Matriz de Priorización.....	6
Tabla 4. Pasos para la Mejora de procesos.....	16
Tabla 5. Matriz de Operacionalización de la variable.....	27
Tabla 6. Desplazamiento axial en zaranda (pre-test).....	34
Tabla 7. Estadísticas Descriptivas	34
Tabla 8. Temperatura de polea: Muestra pre-test.....	37
Tabla 9. Estadísticas Descriptivas	37
Tabla 10. Productividad de la empresa (Antes)	39
Tabla 11. Acciones de mejoras al proceso	44
Tabla 12. Tiempos para el cambio de revestimientos (post mejora)	46
Tabla 13. Tiempos para el montaje de revestimientos (post mejora).....	46
Tabla 14. Desplazamiento axial: Muestra post-test.....	47
Tabla 15. Estadísticas Descriptivas	47
Tabla 16. Temperatura de polea: Muestra post-test	50
Tabla 17. Estadísticas Descriptivas	51
Tabla 18. Productividad de la empresa (Después)	55
Tabla 19. Medición de Eficiencia.....	56
Tabla 20. Medición de Eficacia	57
Tabla 21. Medición de Productividad	58
Tabla 22. Prueba de normalidad en la Productividad mediante Shapiro-Wilk.....	61
Tabla 23. Estadística de muestra de la Productividad mediante T-Student	61
Tabla 24. Prueba de muestras relacionadas de la Productividad con T-Student..	62
Tabla 25. Prueba de normalidad en la Eficiencia mediante Shapiro-Wilk.....	63
Tabla 26. Estadística de muestra de la Eficiencia mediante T-Student	64
Tabla 27. Prueba de muestras relacionadas de la Eficiencia con T-Student	64
Tabla 28. Prueba de normalidad en la Eficacia mediante Shapiro-Wilk.....	65

Tabla 29. Estadística de muestra de la Eficacia mediante T-Student	66
Tabla 30. Prueba de muestras relacionadas de la Eficacia con T-Student	66
Tabla 31. Contrastación de resultados de la investigación con otros autores.....	68

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de Causa y Efecto	3
Figura 2. Diagrama de Pareto (80/20).....	5
Figura 3. Clasificación de los problemas por estratos	7
Figura 4. Componentes de un sistema de producción	21
Figura 5. Retrasos en el proceso	32
Figura 6. Zaranda 210-SN-01 y ubicación de resortes.....	33
Figura 7. Gráfica de control $\bar{X}-\bar{R}$ para el desplazamiento axial de zarandas	35
Figura 8. Gráfica de control $\bar{X}-\bar{R}$ para la temperatura de poleas	38
Figura 9. Capacitación en Mantenimiento Industrial	42
Figura 10. Capacitación en Seguridad y Salud en el Trabajo	43
Figura 11. Capacitación en Procedimientos de Trabajo.....	43
Figura 12. Capacitación en Innovación Tecnológica.....	44
Figura 13. Gráfica de control $\bar{X}-\bar{R}$ para el desplazamiento axial de zaranda	48
Figura 14. Análisis de Capacidad - Índices de capacidad post-test	49
Figura 15. Gráfica de control $\bar{X}-\bar{R}$ para la temperatura de polea.....	52
Figura 16. Análisis de Capacidad - Índices de capacidad post-test	53
Figura 17. Productividad pre y post mejora de la empresa	54
Figura 18. Eficiencia antes y después.....	59
Figura 19. Eficacia antes y después.....	59
Figura 20. Productividad antes y después	60

RESUMEN

El presente trabajo de investigación su problemática general fue sobre: ¿De qué manera la implementación de una Mejora de procesos influye en el incremento de la productividad en una empresa minera?, el objetivo general fue: Determinar de qué manera la implementación de una Mejora de procesos influye en el incremento de la productividad en una empresa minera y la hipótesis general que se contrastó fue: La implementación de una Mejora de procesos influye significativamente en el incremento de la productividad en una empresa minera.

El método de investigación fue el científico, el tipo de investigación fue aplicada, con un nivel explicativo, el diseño fue cuasi experimental. La población estuvo constituida por la producción de concentrado de cobre durante 6 meses en la empresa minera en estudio, la muestra de tipo no probabilístico estuvo constituida por la producción de concentrado de cobre durante 3 meses antes y 3 meses después de la implementación de la propuesta de mejora.

En conclusión, se ha demostrado que la implementación de mejoras en los procesos en las empresas mineras tiene un impacto significativo en las ganancias de productividad, pasando de 80.86% a 88.54%, aumentando así en un 9.50%; asimismo la eficiencia mejoró un 2,39% y la eficacia aumentó un 6,93%.

PALABRAS CLAVES: Mejora de procesos, producción, tiempos, productividad.

ABSTRACT

The present research work had as a general problem: How does the implementation of a Process Improvement influence the increase in productivity in a mining company? The general objective was: To determine how the implementation of a Process Improvement influences the increase in productivity in a mining company and the general hypothesis that was contrasted was: The implementation of a process improvement significantly influences the increase in productivity in a mining company.

The research method was scientific, the type of research was applied, with an explanatory level, the design was quasi-experimental. The population was constituted by the production of copper concentrate during 6 months in the mining company under study, the non-probabilistic sample was constituted by the production of copper concentrate during 3 months before and 3 months after the implementation of the proposal. of improvement.

In conclusion, it has been shown that the implementation of process improvements in mining companies has a significant impact on productivity gains, going from 80.86% to 88.54%, thus increasing by 9.50%; likewise, efficiency improved by 2.39% and effectiveness increased by 6.93%.

KEYWORDS: Process improvement, production, times, productivity.

INTRODUCCION

La actual tesis plantea la implementación sobre la Mejora de procesos en una empresa minera, cuyo objetivo es aumentar la productividad para así optimizar sus dimensiones: eficiencia y eficacia en el proceso productivo.

Con el fin de detallar el trabajo realizado, este estudio se estructuró de la siguiente manera:

Capítulo I: Se realiza el planteamiento y formulación del problema y de los objetivos de la investigación, al igual que de la justificación del trabajo.

Capitulo II: Se examinan los antecedentes investigando proyectos semejantes a nivel nacional e internacional; además se detallan las bases teóricas y el marco conceptual donde se desarrolla la información sobre las variables y dimensiones de estudio. Asimismo, se plantea la hipótesis de trabajo y la operacionalización de las variables, previa definición conceptual y operacional de éstas.

Capitulo III: Se explica la metodología a través del método, tipo, nivel y diseño de la investigación. También, se determinaron la población, el procedimiento muestral y las técnicas e instrumentos para la recolección, procesamiento y análisis de datos.

Además, analizamos la situación actual, creamos planes de mejora y los realizamos a través de la implementación de proyectos.

Capítulo IV: Se efectúa la presentación de resultados mediante el análisis estadístico descriptivo e inferencial, incluyendo la contrastación de la hipótesis.

Capítulo V: El análisis y discusión de los resultados se hace por comparación con estudios similares analizados en el capítulo anterior.

Finalmente, se recogen las conclusiones y recomendaciones a considerar por las empresas estudiadas y se enumeran las referencias y anexos correspondientes

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1. Planteamiento del problema

A partir de 2019, Perú es el segundo mayor productor de cobre y el 12.º productor más grande del mundo con aproximadamente 2,46 millones de toneladas (García, y otros, 2020). Solo es superado por Chile en producción mundial en el puesto 28. Cabe señalar también que Perú, junto con Australia, es uno de los países con mayores reservas de cobre en el mundo. combinados para llegar a 87 millones de toneladas (Servicio Geológico de los Estados Unidos, 2020). El Perú cuenta hoy con 25 nuevos proyectos de cobre, el 52% en la cartera de proyectos de construcción de minas en 2019 y el 71% en inversiones (Dirección de Desarrollo y Sostenibilidad Minera, 2019).

Perú ha emergido como el país con la tentativa de producción de cobre más competitivos del mundo, principalmente debido a los bajos costos de mano de obra y servicios públicos. Debido a esto, puede atraer inversiones en minería y generar ingresos. Estos costos pueden mejorarse introduciendo el suministro de energía renovable, reduciendo el valor actual de 60-100 euros/MW-h a 30-55 euros/MW-h en 2050 (Haas, y otros, 2020).

Según el Ministerio de Energía y Minas (Minem, 2019), la minería contribuyó al 10% PBI de Perú en 2018. Este 50% es exclusivamente cobre. En términos de volumen, es el mineral más importante para la economía local, ya que tiene una participación del 54% de todas las exportaciones mineras a nivel nacional.

Socialmente, la minería es una importante fuente de empleo para muchos peruanos en la población activa. En 2018, la actividad minera generó más de 209,000 empleos en Perú, con 6.25 empleos creados en el resto de la economía para todos los empleos mineros. Las actividades de régimen general (que atienden proyectos de gran minería) emplearon al 51,6% de la mano de obra local, mientras que las

actividades de pequeña minería productora representaron el 63,58% (Minem, 2020). La minería permitió evitar el aumento del desempleo durante la crisis pandémica de 2020 al no cerrar (Lominchar, 2020).

El principal problema para las empresas mineras encuestadas dedicadas a la extracción de concentrados de cobre es la baja productividad de sus áreas de producción. El problema particular que se plantea, por tanto, supone una pérdida de eficiencia y eficacia. Se demuestra así que se compara la productividad actual de la empresa minera con la de AGP Perú S.A.C. es relativamente bajo. Se informa que esto es 87.70% (NEYRA, 2017).

Mediante un análisis del proceso se pudo comprobar que las causas de estos problemas lo constituyen un conjunto de deficiencias en el área de producción, como por ejemplo: métodos de trabajo inadecuados, falta de estudio de tiempos y movimientos, falta de entendimiento sobre labores que realizan, personal inseguro e insatisfecho por falta de seguridad en el trabajo, entre otros.

Después de analizar el proceso, se encontró que estos problemas fueron causados por muchos defectos en el área de producción, por ejemplo, empleados insatisfechos e inestables debido a la falta de empleo estable. Todos estos problemas se reflejaron en una capacidad de producción ineficiente para satisfacer la demanda, lo que generó efectos perjudiciales como la demora en la entrega de pedidos y la falta de atención a los requisitos.

Se elaboró un diagrama de causa y efecto (Ishikawa) con la participación de los empleados de la empresa para comprender mejor las causas raíz de los problemas internos. La Figura 1 muestra los cinco elementos básicos del problema (Materiales, Métodos, Maquinaria, Mano de obra y Medición) y muestra que las causas de la pérdida de productividad en las empresas se distribuyen proporcionalmente entre los cinco elementos (5M).

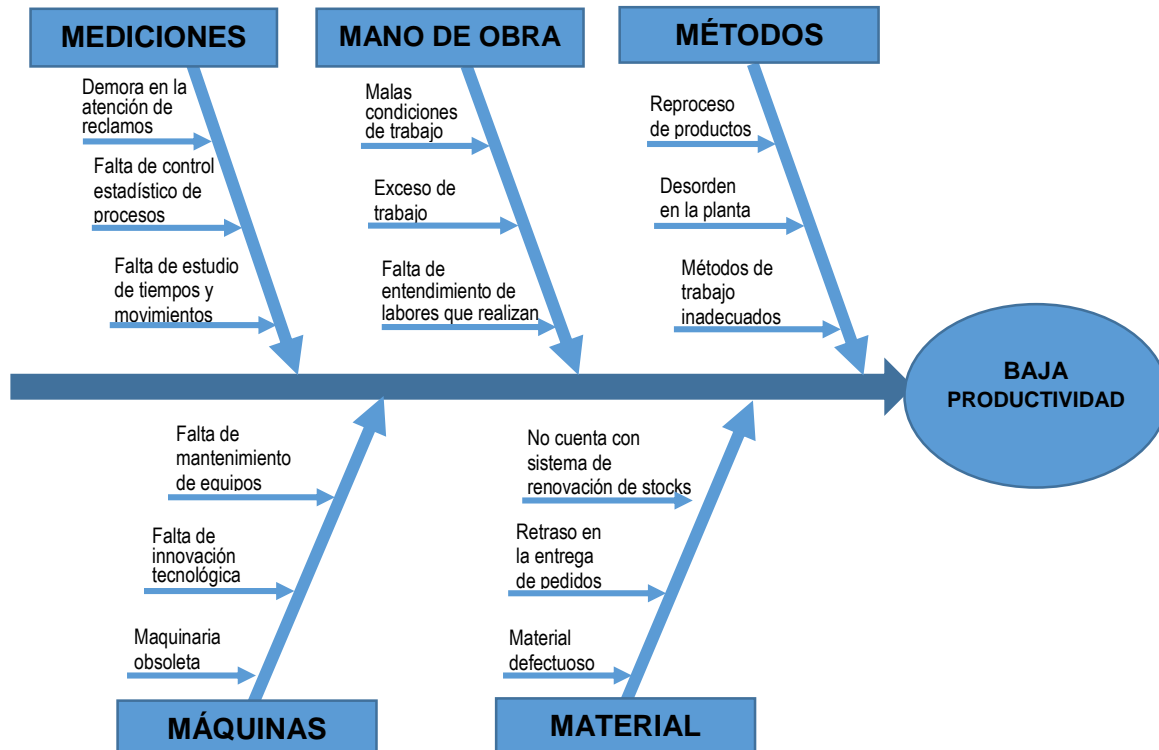


Figura 1. Diagrama de Causa y Efecto
Fuente: Elaboración propia

Luego se realizó una matriz de correlación para deducir el grado de relación entre las causas de los problemas identificados en el diagrama de Ishikawa. Esto afectó las escalas 1, 3 y 9. Se obtuvo una puntuación porcentual para cada uno.

Tabla 1. Matriz Correlacional de Causas

Causas		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Σ	Imp	Ptj.
P1	Falta de comprensión del trabajo que realizan		1	2	0	2	1	2	2	2	2	14	3	42
P2	Falta de estudio de tiempos y movimientos	1		2	1	2	2	2	2	2	2	16	9	144
P3	No cuenta con sistema de renovación de stocks	0	0		0	2	0	2	1	2	2	9	1	9
P4	Métodos de trabajo inadecuados	2	1	2		2	2	2	2	2	2	17	9	153
P5	Falta de mantenimiento de equipos	0	0	0	0		0	0	0	0	1	1	3	3
P6	Demora en la atención de reclamos	1	0	2	0	2		2	2	2	2	13	1	13
P7	Falta de innovación tecnológica	0	0	0	0	2	0		0	1	2	5	1	5
P8	Falta de control estadístico de procesos	0	0	1	0	2	0	2		2	2	9	3	27

P9	Desorden en la planta	0	0	0	0	2	0	1	0		2	5	1	5
P10	Maquinaria obsoleta	0	0	0	0	1	0	0	0	0		1	3	3
Total														404

Impacto	Escala
Nada	0
Poco	1
Regular	3
Mucho	9

Fuente: Elaboración propia

Para determinar con mayor precisión las causas identificadas de los problemas existentes dentro de la empresa, realizamos un análisis de Pareto de la misma manera, considerando los puntajes porcentuales en la Tabla 2.

Tabla 2. Tabla de Pareto (80/20)

Causas		Ptj.	%	%Acum	%
P4	Métodos de trabajo inadecuados	153	37.87	37.87	80%
P2	Falta de estudio de tiempos y movimientos	144	35.64	73.51	
P1	Falta de entendimiento sobre labores que realizan	42	10.40	83.91	20%
P8	Falta de control estadístico de procesos	27	6.68	90.59	
P6	Demora en la atención de reclamos	13	3.22	93.81	
P3	No cuenta con sistema de renovación de stocks	9	2.23	96.04	
P7	Falta de innovación tecnológica	5	1.24	97.28	
P9	Desorden en la planta	5	1.24	98.52	
P5	Falta de mantenimiento de equipos	3	0.74	99.26	
P10	Maquinaria obsoleta	3	0.74	100.00	

Fuente: Elaboración propia

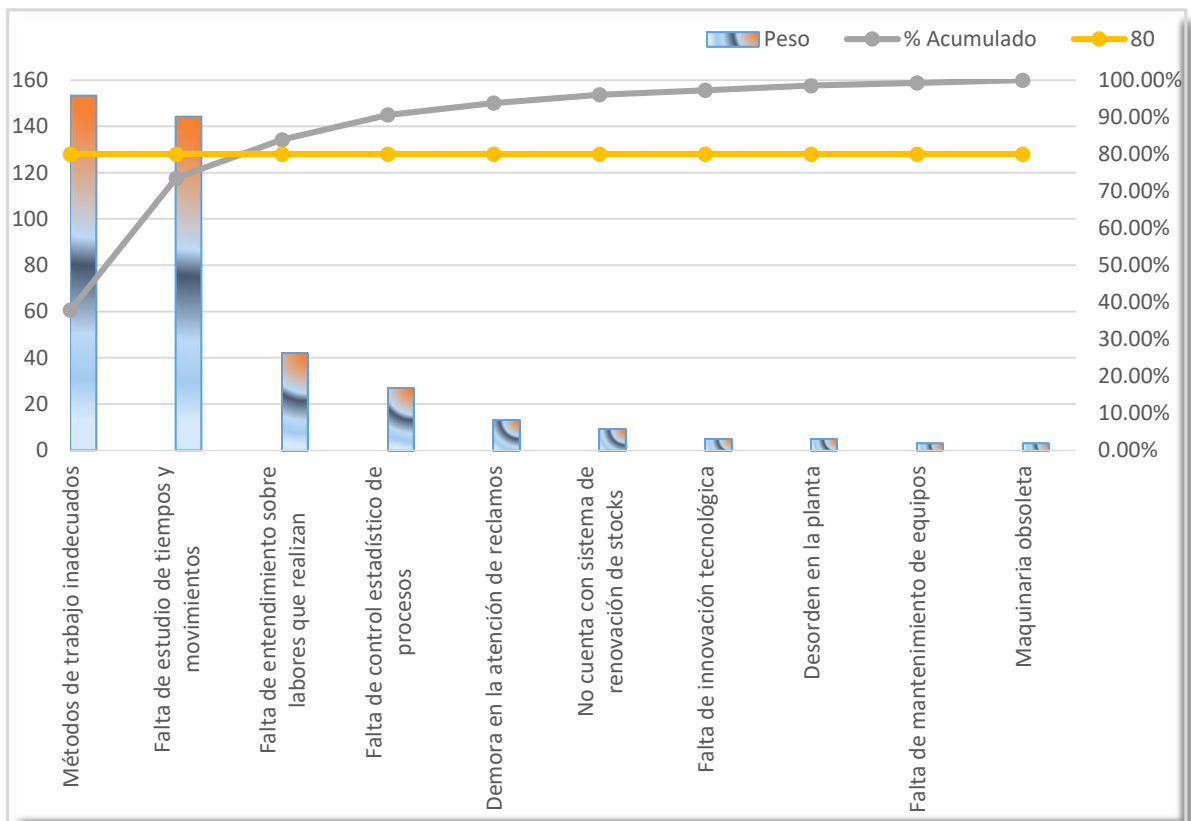


Figura 2. Diagrama de Pareto (80/20)

Fuente: Elaboración propia

De la Figura 2, el 80% de las causas de los problemas consistieron en métodos de trabajo deficientes (37,87%), ausencia de estudios de tiempos y movimientos (35,64%) y falta parcial de comprensión de las tareas que realizan. Como tales, son los contribuyentes más significativos a la pérdida de productividad empresarial.

Las causas se agrupan en cuatro áreas corporativas: gestión, calidad, mantenimiento y proceso. Luego se realiza un análisis mediante una matriz de priorización para identificar las áreas de mayor incidencia.

Tabla 3. Matriz de Priorización

Problemas por área	Medio Ambiente	Mano de Obra	Método	Medición	Máquina	Material	Criticidad	Total	Porcentaje	Impacto	Calificación	Prioridad	Medidas a tomar
Gestión	1			1		1	Baja	3	30%	1	3	3	Gestión empresarial
Calidad		1					Baja	1	10%	2	2	4	Diseño de puestos
Mantenimiento					2		Media	2	20%	3	6	2	Gestión de mantenimiento
Procesos	1		1	1		1	Alta	4	40%	5	20	1	Mejora de procesos
Total	2	1	1	2	2	2		10	100%				

Criticidad	Impacto
Baja	1 al 2
Media	3 al 4
Alta	5

Fuente: Elaboración propia

En la figura 3 se observa que el área más significativa incidencia es Procesos con un 40%, seguida del área Administrativa con un 30% de incidencia. Por último se concluyó que el área de procesos tuvo un impacto de 5 y fue de alta importancia por lo que se debe priorizar. La mejor alternativa de solución para eso es mejorar el proceso a través del estudio de métodos y medición de trabajo desde hace 80 años. Los problemas identificados están relacionados con métodos de trabajo inadecuados, tiempos de proceso excesivos, tiempos de espera, etc., identificados

en el análisis de Pareto.

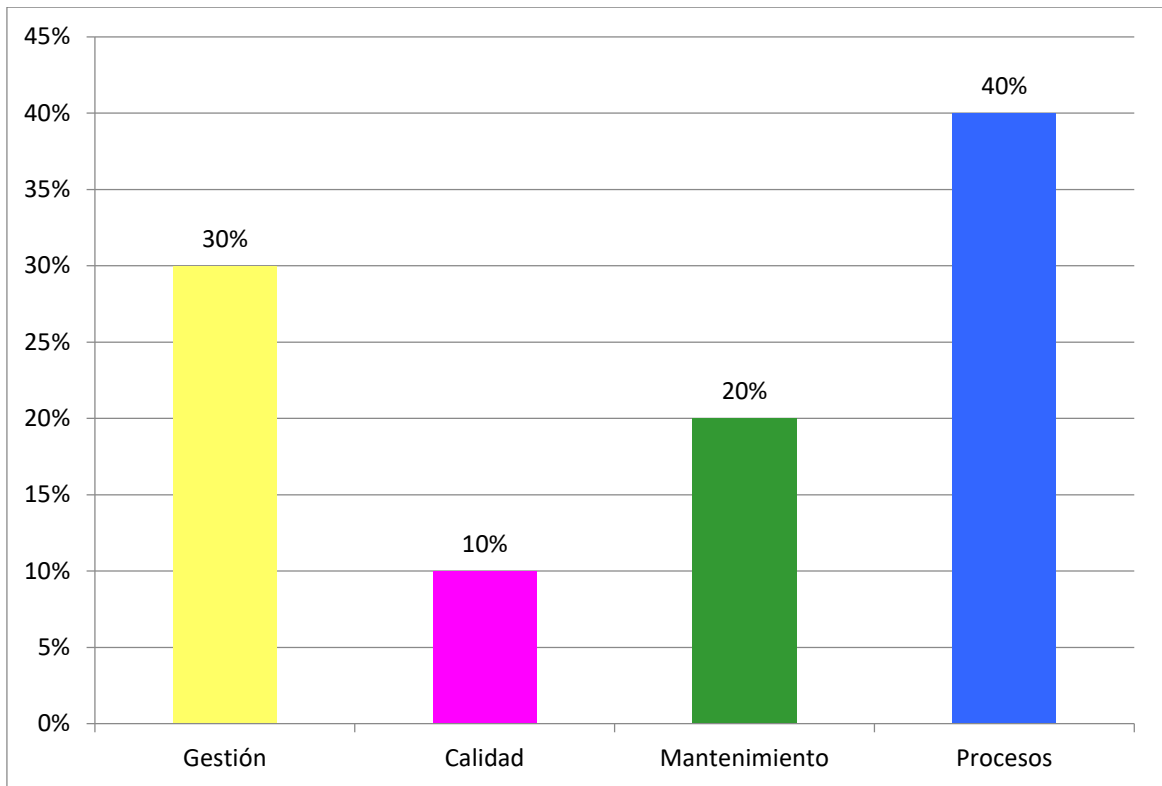


Figura 3. Clasificación de los problemas por estratos
Fuente: Elaboración propia

1.2. Formulación y sistematización del problema

1.2.1. Problema General

¿De qué manera la implementación de una Mejora de procesos influye en el incremento de la productividad en una empresa minera?

1.2.2. Problemas Específicos

- ¿Cómo influye la implementación de una Mejora de procesos en el incremento de la eficiencia en una empresa minera?
- ¿De qué modo la implementación de una Mejora de procesos contribuye en el incremento de la eficacia en una empresa minera?

1.3. Justificación

1.3.1. Práctica o Social

Para implementar mejoras en los procesos que conduzcan a una mayor productividad, el personal debe ser más consciente de cómo implementar correctamente nuevos flujos de trabajo y evitar el manejo inadecuado de materiales y equipos que causan fatiga. Los trabajadores crean un entorno ideal en el que aumenta la moral y la satisfacción de los empleados, lo que da como resultado una mayor propiedad y compromiso por parte de todas las partes interesadas, incluidos los gerentes, el personal operativo, los proveedores, los vendedores y los usuarios finales, y deberían poder mitigar los riesgos laborales.

1.3.2. Científica o teórica

La presente investigación muestra que comprender y aplicar los conceptos básicos y las teorías de mejora de procesos mejora la productividad de las empresas mineras.

1.3.3. Metodológica

Para lograr los objetivos de esta investigación se necesita información para su procesamiento, análisis de datos y presentación de resultados, observando la base metodológica de la investigación científica.

Este trabajo se justifica metodológicamente, ya que la presentación de esta investigación científica debe referirse a investigadores, profesionales y empresarios que están tratando de encontrar la conexión entre el uso de métodos de "mejora de procesos" y el aumento de la productividad. Para ello, la implementación de mejoras de procesos se define en las siguientes etapas:

- Etapa 1: Planificación
- Etapa 2: Identificación
- Etapa 3: Análisis
- Etapa 4: Rediseño
- Etapa 5: Implementación

1.4. Delimitaciones

1.4.1. Espacial

El alcance de la investigación está referido al área de producción de la empresa Minera Chinalco Perú, situada en el distrito de Morococha, provincia de Yauli, región Junín.

1.4.2. Temporal

La presente investigación se realizó del 1 de octubre de 2019 al 31 de marzo de 2020 y analizó la situación de la empresa y el impacto de mejorar el proceso de implementación.

1.4.3. Económica

El presente trabajo requiere de grandes costos, ya que no se realizarán grandes inversiones, y de esta manera el proyecto es patrocinado por la propia empresa, ya que cuenta con los recursos económicos vitales para su ejecución.

1.5. Limitaciones

Durante el proceso de la investigación surgieron inconvenientes por la renuencia de algunos colaboradores a brindar información debido a sus profesiones laborales y el desinterés o la falta de confiabilidad de los resultados.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo General

Determinar de qué manera la implementación de una Mejora de procesos influye en el incremento de la productividad en una empresa minera.

1.6.2. Objetivos Específicos

- a) Especificar cómo influye la implementación de una Mejora de procesos en el incremento de la eficiencia en una empresa minera.
- b) Establecer de qué modo la implementación de una Mejora de procesos contribuye en el incremento de la eficacia en una empresa minera.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes Nacionales

Según (LEDESMA, 2019) en su tesis "Gestión por procesos para incrementar la productividad en una empresa metal mecánica", plantea como objetivo el aumento de la productividad en el sector productivo de las empresas de maquinaria metálica. Identifica la causa raíz de la disminución de la productividad mediante el diagrama del sistema de problemas y propone medidas de mejora. Se utilizó análisis descriptivo y estadística inferencial para analizar el comportamiento de las variables de estudio. Se concluyó que el control de procesos mejora la productividad de la empresa metalmeccánica en un 16,97%

Según (NEYRA, 2017) en su tesis "Aplicación de la metodología Kaizen para la mejora de la productividad en la línea de parabrisas laminado del área de ensamblaje de la empresa AGP Perú SAC", describe cómo la mejora continua del proceso habla de mejorar la productividad de la empresa de procesamiento de metales en la industria automotriz. Este estudio fue diseñado para ser cuantitativo, descriptivo de la aplicación y preexperimental. La población estuvo compuesta por tres meses de producción de parabrisas antes y después de la mejora, y el proyecto logró 6.81% de productividad, 7.27% de eficiencia y 6.14% de efectividad, lo cual fue favorable para la empresa.

Como indica (VALERA, 2019) en su tesis "Mejora del proceso de fabricación de cajas chinas para incrementar la productividad en una empresa metalmeccánica, Cajamarca", se propone una metodología. Un mapa de flujos para entender la situación actual y proponer mejoras en los procesos. A través del diagrama de Ishikawa y el análisis de Pareto, se identificaron y abordaron los principales problemas de producción mediante el estudio de tiempos, la planificación de operaciones, el análisis del diseño de la fábrica, la implementación de la metodología 5S y la aplicación de la integración del software de control. En resumen, las recomendaciones incrementaron la productividad en un 94%, demostrando la efectividad de la mejora de procesos.

De acuerdo a (FARJE, 2017) en su tesis “Implementación de la Mejora de Procesos para incrementar la Productividad de la empresa Sakmay Carpintería y Ebanistería, San Martín de Porres - 2017”, se determina como objetivo de qué manera la implementación de una mejora de procesos incrementa la productividad de una empresa de carpintería. La investigación es de tipo aplicada, su nivel es explicativo y su diseño es cuasi experimental; la población estuvo compuesta por la producción de puertas durante 3 meses. Los datos estuvieron recopilados a través de la observación con el apoyo de instrumentos como el DAP, luego se procesaron en el programa SPSS donde se obtuvieron la productividad antes (20.42%) y después (25.51%) de la implementación de la mejora.

2.1.2. Antecedentes Internacionales

Como indica (CABEZAS, 2015) en su tesis “Gestión de Procesos para mejorar la Productividad de la línea de productos para exhibición en la empresa Instruequipos Cía. Ltda.”, se enfoca en administrar el proceso de producción y embarque para diagnosticar la situación actual en el área de producción midiendo la capacidad de producción real y la productividad de la empresa mediante entrevistas, observaciones y estudios de tiempo. Se sugirieron soluciones alternativas, como la compra de máquinas y herramientas, la creación de hojas de control de calidad, la capacitación y un mejor dialogo entre los empleados. De ello se puede concluir que la empresa metalmecánica mejoró la productividad en un $74,24 \pm 0,59\%$.

Según (ORDOÑEZ, 2017) en su tesis “Propuesta de mejoramiento de la productividad en una empresa metalmecánica mediante la aplicación de un VSM”, Identificar y priorizar actividades que no agregan valor al proceso y utilizar herramientas de manufactura esbelta enfocadas en la mejora continua para reducir o eliminar los desperdicios existentes. Se realizó un estudio de tiempos de los procesos clave de una empresa metalmecánica y se comparó con el takt time de la demanda, siendo tan lenta la ejecución que impedía la entrega oportuna de los productos, impactando negativamente en la satisfacción del cliente.

De acuerdo con (ARIZA, y otros, 2015) en su tesis “Propuesta de mejoramiento de la productividad en una pyme del sector metalmecánico de estructuras en Bogotá como estrategia para competir contra las importaciones de China”, se analiza señales de productividad, métodos de planificación de la producción y gestión de inventario y, en última instancia, derivamos propuestas efectivas para mejorar la competitividad del mercado. La propuesta se enfoca en incrementar la capacidad de las empresas de fabricación de metales mediante el rediseño de las operaciones con cuello de botella, la planificación de la producción (MPS, MRP y programación) y los sistemas de inventario, lo que resulta en una mayor productividad mejorada en un 31 % y una reducción de los plazos de entrega en un 100 %. Además, se espera

que los costos de mano de obra directa se reduzcan en un 33 % para los marcos y en un 19 % para las vigas.

Según (YUQUI, 2016) en su tesis “Estudio de Procesos, tiempos y movimientos para mejorar la Productividad en la planta de ensamble del modelo Golden en Carrocerías Megabuss”, se refiere a investigar el proceso, tiempo y movimiento para incrementar el rendimiento en una planta de ensamblaje de carrocerías metalmecánica. Esta investigación es aplicable descriptivamente debido a su diseño de estudio de insitu. Se realizaron análisis para detallar diagramas de flujo de proceso, distribución y ruta de planta y estudio de tiempos. Luego de generar y analizar los datos, se encontró que existían retrasos en el tiempo de producción, tiempos improductivos y retrabajos que afectaban la productividad, por lo que se realizaron propuestas de mejora.

De acuerdo con (COLCHA, 2018) en su tesis “Propuesta de medidas de Mejora que permitan aumentar la Productividad de la línea de envasado en una planta comercializadora de pinturas”, se proponen medidas para mejorar los procesos que aporten a aumentar la productividad de las plantas de distribución de pinturas. Se utilizó una herramienta de mapeo de procesos para analizar la situación actual, encontrar actividades sin valor agregado y crear un plan de acción que sugiera la implementación de un sistema de gestión a través de registros entre los departamentos de producción y planificación. Al final, obtuvimos los siguientes resultados positivos: La productividad de la línea de empaque aumenta de 38 a 44 galones por hora y el nivel de servicio aumenta de 95.8% a 8.0%.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Mejora de procesos

Proceso

Es el conjunto de actividades interconectadas que utilizan las entradas para obtener un resultado esperado, o que se realizan bajo ciertos parámetros con un objeto establecido: producir productos o brindar servicios.

Existen dos formas de clasificarse los procesos:

1) De acuerdo al tipo de flujo del producto

- En línea: Este proceso está diseñado para producir un determinado tipo de bienes o servicios, por eso no se acopla de manera fácil fabricar otra clase de productos. Cuenta apropiadamente un balance de línea de producción que genera un alto grado de eficiencia.
- Intermitente: Es cuando los equipos similares están agrupados en la planta. La producción es de gran variedad y se traslada por lotes a intervalos intermitentes.
- Por proyecto: Existe un determinado proceso productivo por cada proyecto que se implementa, siendo la producción de bajo volumen y alta variedad. Cada proyecto por procesos tiene un principio y un fin establecidos.

2) De acuerdo al tipo de servicio al cliente

- Producción para inventarios
- Producción para surtir pedidos

Tipos de procesos

Existen tres tipos de procesos en una empresa, dependiendo del impacto que producen en el resultado final.

- Procesos estratégicos: Son aquellos que la organización establece y controla como sus políticas, objetivos, metas y estrategias; siendo coherentes con la visión y misión de la empresa. Estos procesos influyen en toda la organización debido a que proveen los lineamientos y directrices al resto de procesos.
- Procesos clave: Son aquellos que transforman los recursos para obtener bienes y brindar servicios con valor agregado al cliente, por eso se toman en cuenta como la razón de ser de la empresa.

- Procesos de soporte: Son aquellos que abastecen los recursos necesarios en desarrollar los procesos clave de la empresa.

Mejora de procesos

La mejora de procesos se focaliza en reducir los desperdicios de diversos factores, como tiempo, mano de obra, materiales, capital y mano de obra. Esto nos permite desarrollar y mejorar los niveles de servicio para garantizar la satisfacción del cliente.

La mejora de procesos incluye los próximos pasos:

Que se haga de la forma más adecuado: inicialmente se establece la forma en que se lleva a cabo el proceso, se establecen las instrucciones para realizar las operaciones del proceso ,seguidamente se revisan las instrucciones para su seguimiento. Y por último, se asegura de que los trabajos posteriores se realicen según las instrucciones.

Perfeccionarlo después de que haya ocurrido: Se requiere implementar un ciclo de mejora continua que optimice los indicadores del proceso, en caso que éste no satisfaga lo establecido por el cliente.

Tipos de mejoras de procesos

- Mejora estructural: Se emplean soluciones de tipo conceptual o a través de nuevas tecnologías de gestión; por ejemplo: el análisis de valor, la reingeniería, entre otras.
- Mejora funcional: Las técnicas utilizadas mediante el diseño de experimentos y el análisis de datos.

Con la finalidad de mejorar cualquier proceso, primero se debe hacer funcionar correctamente el proceso comprobando que éste brinde el resultado esperado. A continuación, se presentan los cuatro pasos para la Mejora de procesos a fin de incrementar su eficiencia, también denominada Ciclo de Mejora continua:

Tabla 4. Pasos para la Mejora de procesos

Paso	PDCA	Forma de implementación
1	Plan	Planear los objetivos de mejora con el el proceso y establecer de qué modo estos objetivos van a alcanzarse.
2	Do	Llevar a cabo las actividades planeadas y alcanzar la mejora del proceso.
3	Check	Corroborar la validez de las actividades de mejora que anteriormente se han ejecutado.
4	Act	Actualizar el mecanismo de los procesos con las nuevas actividades de las mejoras implantadas que hayan demostrado su efectividad.

Fuente: Elaboración propia

2.2.1.1. Estudio de métodos

Es la conjunción adecuada del factor material, humano y económico con el objeto de aumentar la productividad.

Los objetivos del estudio de métodos son:

- Mejorar los procesos
- Optimizar el diseño y la disposición del entorno de trabajo
- Racionalizar el ánimo y disminuir la fatiga del trabajador
- Economizar el empleo de materiales, personal, maquinaria y equipo
- Crear mejores condiciones para aumentar la seguridad en el trabajo
- Realizar el trabajo de manera más fácil, sencilla y segura

El estudio de métodos consta de ocho pasos:

1. Seleccionar la actividad a ser examinada, considerando factores de índole económico, técnico y humano.
2. Registrar los datos concernientes al método actual por observación directa.
3. Analizar lo registrado con sentido crítico a través de la técnica del interrogatorio.
4. Idear el método propuesto por medio de la técnica del interrogatorio con el apoyo del personal implicado.
5. Evaluar alternativas de solución para implementar el nuevo método a fin de

contrastarlo con la situación actual.

6. Establecer el nuevo método por medio de diagramas de proceso para exponerlo a todo el personal involucrado de la empresa.
7. Implementar el nuevo método con la cooperación del personal.
8. Conservar en uso el nuevo método planteando disposiciones que eviten retornar al método antiguo.

Herramientas del Estudio de métodos:

- Diagrama de Operaciones del Proceso: Es la representación gráfica del proceso referente a la serie en que se transforma la materia prima en producto terminado, facilita el estudio de las operaciones e inspecciones que intervienen en el proceso con el objeto de optimizar la disposición de planta y la utilización de los recursos para disminuir los retrasos y el tiempo improductivo.
- Diagrama de Actividades del Proceso: Es un gráfico detallado que facilita el análisis profundo del proceso, teniendo en cuenta todos los elementos involucrados: inspecciones, operaciones, almacenajes, transportes y demoras.

Índice de Actividades que Agregan Valor (IAAV)

Una medida que relaciona las actividades de valor agregado con todas las actividades representadas por elementos tales como trabajo, inspección, transporte, almacenamiento y demoras en el diagrama de actividades del proceso.

Fórmula 1. Índice de Actividades que Agregan Valor:

$$\text{IAAV} = \frac{\text{Actividades AV}}{\text{Total de Actividades}} \times 100\%$$

IAAV = Índice de Actividades que Agregan Valor

Actividades AV = Actividades que Agregan Valor del DAP

Total de Actividades = Total de Actividades del DAP

Fuente: Elaboración propia

2.2.1.2. Medición del trabajo

Este es el proceso básico de programación de tareas de trabajadores para usar esta información de acuerdo con las necesidades de su negocio.

Es la parte cuantitativa del estudio del trabajo que expresa el resultado del esfuerzo humano en relación al tiempo ejecutado, de tal manera que el personal concluya una tarea en un ritmo normal de trabajo.

Las técnicas de medición del trabajo son:

a) Estimación

Representa el cronometraje del tiempo por medio de la observación de las operaciones. Tiene un carácter subjetivo debido a que incluso los analistas más expertos incurren en fallas en la medición.

b) Medición basada en datos históricos

Los datos empleados son históricos, ya que corresponden a mediciones registradas anteriormente.

c) Medición basada en aparatos de medida

Se efectúan mediciones con el apoyo de cronómetros mecánicos, electrónicos o digitales.

d) Medición de tiempos en tablas de datos normalizadas

Se registran tiempos de trabajo con la asistencia de tablas establecidas por el giro del negocio en posiciones normales.

Estudio de tiempos

Es una técnica de la medición del trabajo usada para estimar los tiempos y ritmos de trabajo, con el objeto de analizar el tiempo requerido para realizar una actividad seleccionada. Los materiales empleados son: cronómetro, formularios de estudio de tiempos y tablero de observaciones.

Etapas del Estudio de tiempos

(KANAWATY, 1996) después de elegir una tarea para analizar, propone que el estudio del tiempo consta de ocho fases:

- 1.- Capturar y documentar toda la información útil sobre trabajos, operadores y condiciones que puedan afectar el desempeño laboral.
- 2.- Descomponer el proceso en "elementos" para captar la descripción completa del método.
- 3.- Examine este desglose para asegurarse de que se están utilizando los mejores métodos y movimientos y para determinar el tamaño de la muestra.
- 4.- Medir el tiempo con un instrumento adecuado, generalmente utilizando un cronómetro, para registrar el tiempo que tarda el operador en realizar cada "elemento" de la operación.
- 5.- Determinar simultáneamente la velocidad efectiva de trabajo del operador correlacionándola con la idea del analista de cuál debe ser el ritmo típico.
- 6.- Convertir el tiempo observado en "tiempo de fondo".
- 7.- Determinar cargos adicionales a ser agregados al tiempo base de operación.
- 8.- Determinar el "tiempo tipo" de la operación.

Indicador de Medición del trabajo

Tiempo Estándar

Es el tiempo promedio para realizar una tarea a un ritmo normal por un trabajador calificado, considerando ciertos suplementos como necesidades fisiológicas, cansancio, trabajo de pie, monotonía física, entre otros.

Fórmula 2. Tiempo estándar:

$$TE = TPS \times FC(1 + \text{Suplementos})$$

TE = Tiempo Estándar

TPS = Tiempo Promedio Seleccionado (Observado)

FC= Factor de Calificación

Fuente: (MEYERS, 2000)

2.2.2. Productividad

(GUTIÉRREZ, 2010) define a la productividad como “el desempeño de la empresa depende directamente de la mejora constante de su actividad productiva. Su progreso depende de factores básicos como el precio con el que se venden los productos, el costo de los insumos, cantidad de productos que se venden y cantidad de productos totales de los insumos que se han utilizado. Los tres primeros factores dependen de aspectos externos, y el último depende directamente de la empresa” (23).

(GARCÍA, 2011) señala que la productividad es “la relación entre los productos logrados y los insumos que fueron utilizados o los factores de la producción que intervinieron. Las empresas deben utilizar recursos que les produzca riqueza a las comunidades y a los países” (17).

(LEFCOVICH, 2009) afirma que la productividad es “el aumento o la disminución del rendimiento del proceso económico, medido de forma física o monetaria” (32). Expresa que el aumento de la productividad depende de:

- La organización
- Las relaciones laborales
- Las condiciones de trabajo
- Los recursos humanos

(CUATRECASAS, 2012) detalla la productividad es “una actividad económica, de la organización, cuyo objetivo es obtener más productos o servicios, para alcanzar la satisfacción de las necesidades de los consumidores” (13).

Los componentes del sistema son:



Figura 4. Componentes de un sistema de producción

Fuente: (CUATRECASAS, 2012)

(GARCÍA, 2011) señala que la productividad es “la relación entre productos logrados y los insumos que intervienen en la producción” (17).

Un índice de rendimiento es un producto del uso de factores que interactúan en un proceso de producción, medido durante un período de periodo específico.

(GUTIÉRREZ, 2010) manifiesta que la productividad es “en términos de los recursos utilizados para obtener un resultado deseado, los resultados obtenidos se pueden medir en unidades producidas, y los recursos utilizados en términos de número de trabajadores, horas máquina, etc. ” (21).

Dadas las definiciones anteriores de varios autores, podemos concluir que la productividad significa medir los resultados de utilizar los recursos para lograr una meta propuesta.

Fórmula 3. Productividad

$$\text{Productividad} = \text{Eficiencia} \times \text{Eficacia}$$

Fuente: (GUTIÉRREZ, 2010)

Factores que influyen en la productividad

Se clasifican en factores internos y externos.

Factores internos:

Materia prima, equipos y tecnologías

Estos factores juegan un rol estratégico para aumentar la productividad. Con el fin de lograr excelentes metas se requiere especialmente:

- Mantenimiento apropiado de los equipos para un funcionamiento óptimo y confiable para evitar averías que puedan ocasionar retrasos en la producción que afecten la productividad de los procesos posteriores.
- Aumento de la capacidad productiva a través de medidas precautorias para evitar cuellos de botella.
- Eficiente manipulación de toda máquina y capacidad.
- Mejorar los procesos de producción, almacenamiento y transporte, y controlar los insumos y la calidad del producto final.

Energía - Materiales

Para obtener un resultado positivo necesitas:

- Selección de materiales adecuados considerando calidad y cantidad.
- Aprovechamiento óptimo de la energía, implantación de tecnologías de ahorro.
- Adoptar métodos de reciclaje de subproductos y residuos.
- Procesamiento y manejo oportuno de residuos y pérdidas.

Recurso humano

Los materiales y equipos son los recursos que utilizan los empleados, pero estos últimos son los activos más valiosos de la empresa. Aquí hay algunas pautas clave de gestión de recursos humanos para mejorar la productividad de su organización:

- Diferenciar y apoyar el trabajo de los trabajadores.
- Integrar profesionales calificados a la formación moderna.
- Velar por la seguridad y salud de los empleados para que puedan trabajar en condiciones adecuadas y seguras.
- Promover un ambiente de trabajo enfocado en el respeto y buen trato de los empleados.

Factores Externos:

- Disponibilidad de materias primas
- Recurso humano suficiente
- Políticas gubernamentales en materia de impuestos y derechos de aduana
- Buena infraestructura
- Disponibilidad de capital y fondos
- Cláusulas de conciliación aplicables

Además, también incluye otros factores fuera del control de la Compañía, como la regulación gubernamental, la oferta y la demanda.

2.2.2.1. Eficiencia

De acuerdo a (Cuatrecasas, 2012), la eficiencia “es la relación existente entre los resultados logrados y los recursos. Se aplica optimizando recursos y reduciendo tiempos no usados por paros de equipo, demoras, etcétera” (7).

La eficiencia es el uso lógico de los recursos propios al proceso productivo para que el resultado propuesto sea positivo para la organización.

Fórmula 4. Eficiencia

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Tiempo útil}}{\text{Tiempo total}}$$

Fuente: (GUTIÉRREZ, 2010)

2.2.2.2. Eficacia

(GARCÍA, 2005), señala que eficacia “significa el logro de los resultados esperados y puede reflejarse en cantidad, calidad o ambas” (23).

La eficacia es la posibilidad de lograr un solución propuesto mediante el uso de acciones específicas bajo criterios indicado.

Fórmula 5. Eficacia

$$\text{Eficacia} = \frac{\text{Produccion real}}{\text{Produccion programada}}$$

Fuente: (GUTIÉRREZ, 2010)

2.3. Definición de términos

2.3.1. Mejora de procesos

La mejora de los procesos es el análisis de la secuencia de actividades incluyendo sus entradas y salidas para comprender detalladamente el proceso a fin de optimizarlo, principalmente en la reducción de costos, el incremento de la calidad del producto y la satisfacción del cliente.

Estudio de métodos

Un estudio de métodos es un registro importante y sistemático de los métodos de trabajo actuales para hacer el trabajo más fácil, rápido y seguro para mejorar los procesos y aumentar la productividad.

Medición del trabajo

La medición de la mano de obra es un proceso sistemático asentado en la aplicación de varias técnicas para determinar la cantidad de tiempo que los trabajadores calificados dedican a realizar tareas específicas de acuerdo con las pautas prescritas.

2.3.2. Productividad

La productividad es la capacidad de un sistema para utilizar de manera óptima los recursos empleados para producir los productos de valor agregado requeridos. La productividad se produce cuando se produce más con los mismos recursos, o se produce la misma cantidad con menos recursos, lo que hace que una empresa sea más rentable.

Eficiencia

La eficiencia se trata de lograr metas establecidas con la menor cantidad de esfuerzo o recursos posibles, reduciendo costos y otras variables.

Eficacia

La eficacia es el nivel de mejora en las operaciones de una técnica para alcanzar las metas establecidas, es decir, el proceso es efectivo si este cumple su propósito.

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis General

La implementación de una Mejora de procesos influye significativamente en el incremento de la productividad en una empresa minera.

2.4.2. Hipótesis Específicas

- a) La implementación de una Mejora de procesos influye considerablemente en el incremento de la eficiencia en una empresa minera.
- b) La implementación de una Mejora de procesos contribuye significativamente en el incremento de la eficacia en una empresa minera.

2.5. Variables

2.5.1. Definición conceptual de la variable

Mejora de procesos

La mejora de procesos tiene como objetivo suprimir el desperdicio. El tiempo, el esfuerzo, los materiales, el dinero, el esfuerzo y los factores consecuentes de esta mejora nos ayuda extender y alcanzar mejores niveles de rendimiento, asegurando así el agrado del cliente(SUMMERS, 2006 pág. 225).

Productividad

La productividad se mide por los recursos empleados para alcanzar el resultado deseado. Los resultados alcanzados se logran medir en unidades producidas y los

recursos utilizados se pueden medir en número de trabajadores, horas máquina, etc.(GUTIÉRREZ, 2010 pág. 21).

2.5.2. Definición operacional de la variable

Mejora de procesos

Herramientas para analizar la ejecución de procesos, estudiar métodos, medir el trabajo y mejorar la productividad.

Productividad

Dado que la productividad se estima como el efecto de la eficiencia y la eficacia, el tiempo de actividad y el rendimiento del trabajador deben medirse a través de registros de observación.

2.5.3. Operacionalización de la variable

Tabla 5. Matriz de Operacionalización de la variable

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
Variable Independiente (X) MEJORA DE PROCESOS	La mejora de procesos se orienta en la eliminación de los desperdicios; siendo estos de tiempo, esfuerzo, materiales, dinero y mano de obra, el factor resultante de esta mejora permite el desarrollo y llegar a un mejor nivel de desempeño que a su vez brinda satisfacción al cliente (SUMMERS, 2006 pág. 225).	Herramientas para el análisis de la realización de procesos a fin de incrementar la productividad mediante el estudio de métodos y la medición del trabajo.	Estudio de métodos	Índice de Actividades que Agregan Valor: $IAAV = \frac{\text{Actividades AV}}{\text{Total de Actividades}} \times 100\%$ IAAV = Índice de Actividades que Agregan Valor Actividades AV = Actividades que Agregan Valor del DAP Total de Actividades = Total de Actividades del DAP	Razón
			Medición del trabajo	Tiempo estándar: TE = TPSx FC(1 + Suplementos) TE = Tiempo Estándar TPS = Tiempo Promedio Seleccionado (Observado) FC= Factor de Calificación	Razón
Variable Dependiente (Y) PRODUCTIVIDAD	La productividad se mide a partir de los recursos utilizados para alcanzar resultados favorables, los resultados alcanzados se pueden medir en unidades producidas y los recursos empleados en número de trabajadores, horas máquina, etc. (Gutiérrez, 2010 pág. 21).	Dado que la productividad se estima como el producto de la eficiencia y la eficacia, el tiempo de actividad y el rendimiento del trabajador deben medirse a través de registros de observación.	Eficiencia	Eficiencia de la línea de producción $\text{Eficiencia} = \frac{\text{Tiempo util}}{\text{Tiempo total}}$	Razón
			Eficacia	Eficacia de la línea de producción $\text{Eficacia} = \frac{\text{Produccion real}}{\text{Produccion programada}}$	Razón

CAPITULO III: METODOLOGÍA

3.1. Método de investigación

En este estudio se utilizó el método científico porque incluye una serie de pasos, técnicas y procedimientos empleados en lograr a un estudio con resultados acertados en la comunidad científica.

3.2. Tipo de investigación

Las restricciones metodológicas corresponden a la investigación aplicada. Ya que tiene como objetivo comprender y resolver problemas relacionados con la ausencia de productividad. Es analizar cómo se mejora y potencia la productividad aplicando la tecnología del conocimiento de mejora de procesos.

3.3. Nivel de investigación

El nivel de la investigación es explicativo ya que se dilucidan las causas y eventos que afectan la productividad. En otras palabras, revela cómo mejorar los procesos de una empresa minera puede aumentar la productividad.

3.4. Diseño de investigación

El diseño del presente estudio es cuasi-experimental, debido a que los sujetos no se propongan al azar ni se emparejaron en grupos, permanecieron intactos tal como se formaron antes del estudio. seguir el concepto propuesto por y observar su impacto sobre ella, según la definición mencionado por (HERNÁNDEZ, y otros, 2014 pág. 151).

Grupo	Pre prueba	Variable Independiente	Pos prueba
Gt.	Y ₁	X	Y ₂

Donde:

Gt. = Grupo de trabajo (muestra)

Y₁ = Productividad antes

X = Implementación de la Mejora de procesos

Y_2 = Productividad después

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

La población es finita y está compuesta por la producción de concentrado de cobre durante 6 meses en la empresa minera del presente estudio.

3.5.2. Muestra

Se usó el muestreo no probabilístico o dirigido, donde se seleccionaron 3 meses antes y 3 meses después de la implementación de la Mejora de procesos como muestreo.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Se aplican una variedad de técnicas y herramientas de recopilación de datos para adquirir la información más necesaria para obtener un conocimiento más extenso de las realidades problemáticas.

3.6.1. Técnica

Se utilizaron técnicas de observación de campo para obtener información sobre las empresas encuestadas.

3.6.2. Instrumento de recolección de datos

Los siguientes registros de datos se utilizaron para realizar análisis de producción detallados e identificar problemas.

1. Seguimiento del tiempo
2. Registro del diagrama de actividad del proceso
3. Hoja de control de producción

Una herramienta de recolección de datos es un cronómetro que se utiliza para medir el tiempo de cada operación que trabaja en el proceso de producción para comprender la evolución del indicador.

3.6.3. Validez del instrumento

La efectividad del instrumento ha sido establecida por juicio de expertos, y los Profesionales de la Carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Peruana Los Andes, han dado su opinión y evaluado su efectividad, tomando en cuenta sus conocimientos y experticia en el tema(Ver Anexo 3).

3.7. Procesamiento de la información

Para comprender mejor los estudios, los datos recolectados se procesaron con los programas Excel, Minitab y SPSS V.26, lo que permitió obtener tablas estadísticas, fórmulas, gráficos, etc.

3.8. Técnicas y análisis de datos

Análisis descriptivo

Se utilizan medidas de tendencia central (media, mediana, moda) y medidas de variabilidad (rango, desviación estándar, coeficiente de correlación, varianza), así como medidas de asimetría y curtosis. De igual forma, para las variables cuantitativas se utilizan histogramas, polígonos de frecuencia y ojivas. Se usaron gráficos de barras para datos cuantitativos discretos.

Análisis inferencial

Para contrastar las hipótesis se aplicaron pruebas de comparación de medias mediante la prueba de Shapiro Wilk cuando las muestras eran $n \leq 50$ y la prueba de "Kolmogorov Smirnov" cuando las muestras eran $n > 50$. En función de los resultados se realiza la prueba T-Student para variables paramétricas y la prueba de Wilcoxon para variables no paramétricas. Para el análisis de los datos se utilizó el soporte del programa informático SPSS versión 26.

Aspectos éticos de la Investigación

El investigador se involucra a considerar la exactitud de los resultados, la propiedad intelectual, la veracidad de los datos obtenidos por las empresas mineras, la identidad de los participantes en la investigación y la presentación de la verdadera y genuina honestidad.

3.9. Desarrollo de la propuesta

3.9.1. Situación actual

A esto le sigue un análisis crítico de las causas más importantes de la pérdida de productividad y se priorizan en un gráfico de problemas de Pareto.

Falta de entendimiento sobre labores que realizan

El personal de planta no está capacitado para realizar correctamente sus labores diarias, especialmente en temas importantes que contrarresten la pérdida de productividad y rendimiento laboral, como por ejemplo: mantenimiento de equipos, seguridad y salud ocupacional, innovación tecnológica, entre otros. Esta problemática no sólo es atribuible a la falta de programas de capacitación sino a otras deficiencias como la falta de compromiso de los responsables, excesiva carga de trabajo, entre otros.

Falta de estudio de tiempos y movimientos

No se ha aplicado recientemente ninguna técnica de medición del trabajo así el estudio de tiempos o el muestreo de trabajo, por lo tanto los tiempos reales del proceso no se encuentran debidamente actualizados, lo que no permite realizar las comparaciones con relación a los tiempos programados. En consecuencia, no puede medirse con exactitud los tiempos de retrasos y debido a qué razones se generan.

Métodos de trabajo inadecuados

No se realizó un análisis crítico y detallado de los métodos de trabajo actuales que conlleve a un adecuado control de las operaciones, lo que viene generando retrasos y/o tiempos de inactividad en el proceso, lo cual contribuye a la pérdida de productividad en la empresa.

Estas deficiencias pueden notarse con mayor énfasis en el proceso de revestimientos, enlaminadora, preparativos, así como por eventos de seguridad, malas condiciones climáticas, largo tiempo para las tareas, entre otros, como puede verse en la Figura 5.

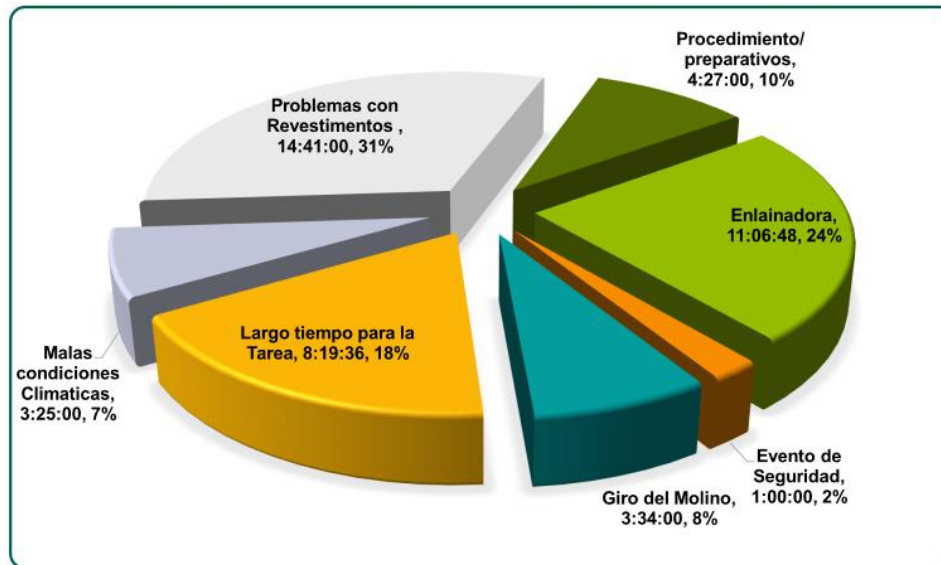


Figura 5. Retrasos en el proceso

Falta de control estadístico de procesos

No se ha implementado un Control Estadístico de Procesos (Monitoreo preventivo) dentro del Plan de Mantenimiento como parte del Sistema de Monitoreo y Control, lo que permitirá analizar la estabilidad del comportamiento de los valores obtenidos, principalmente en el desplazamiento axial de los resortes de las zarandas del proceso de molienda y la temperatura de poleas del proceso de chancado.

Inestabilidad en el Desplazamiento Axial

El desplazamiento axial de los resortes de las zarandas del proceso de molienda está por encima del límite máximo permitido de 0.50mm, esto genera intervención por parte del área de Mantenimiento para corregir el problema que viene ocasionando paradas no programadas, que traen como consecuencia la disminución de la productividad global del proceso.

En una situación de prueba preliminar, se evaluó el estado del proceso de rectificado en términos de productividad productiva, interviniendo en la ocurrencia de paradas no programadas (mantenimiento correctivo) y teniendo en cuenta el desplazamiento axial del resorte de polea. Un valor de 0,5 mm.

Se realizó el estudio en la Zaranda 210-SN-01 de la Planta de Molienda en la empresa minera, en función al resorte 1AD con la finalidad de demostrar la conveniencia de la mejora de procesos aplicando el control estadístico y las herramientas básicas de calidad.

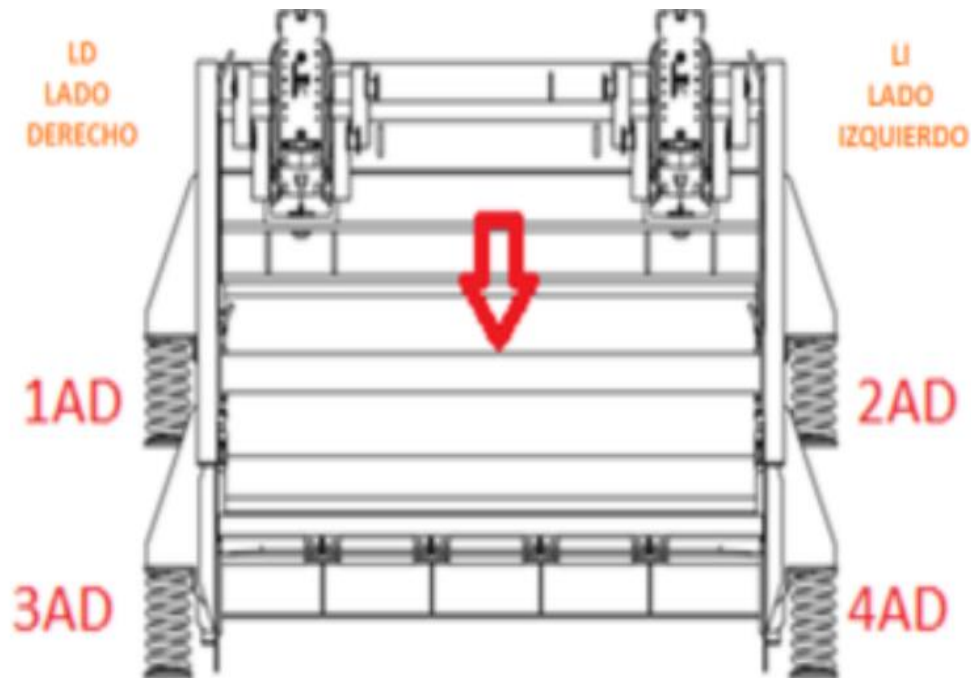


Figura 6. Zaranda 210-SN-01 y ubicación de resortes

El muestreo se realizó previo al ensayo utilizando 12 subgrupos (muestras) de tamaño 10 (muestras de valores de desplazamiento axial en milímetros), muestras de 1 tamaño por día durante 12 días (02 semanas) consecuencia en producción en serie.

Tabla 6. Desplazamiento axial en zaranda (pre-test)

SUBGRUPO	MEDICIONES DEL DESPLAZAMIENTO AXIAL (mm)									
1	0.978	0.954	0.704	0.925	1.368	0.683	1.023	0.801	0.905	0.794
2	0.702	1.118	0.697	0.766	0.779	0.904	0.805	0.825	0.854	0.827
3	0.824	0.750	0.722	0.870	0.878	0.743	0.964	0.935	0.658	1.341
4	0.842	0.567	0.559	0.613	0.784	0.708	0.637	0.618	0.893	0.620
5	0.641	0.762	0.622	0.642	0.554	0.579	1.009	0.597	0.649	0.658
6	0.650	0.606	0.751	0.684	0.642	0.771	0.569	0.547	0.454	0.779
7	0.809	0.697	0.649	0.958	0.650	0.606	0.651	0.784	1.042	0.871
8	0.569	0.547	0.708	0.556	0.712	0.648	0.602	0.910	0.427	0.472
9	0.775	0.867	0.805	0.822	0.643	0.554	0.889	0.797	0.649	0.458
10	0.750	0.606	0.751	0.584	0.742	0.571	0.569	0.547	0.618	0.456
11	0.712	0.678	0.632	0.910	0.497	0.492	0.795	0.978	0.704	0.925
12	1.168	0.683	1.023	0.801	0.905	0.794	1.118	0.797	0.766	0.904

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 7 proporciona estadísticas descriptivas clave que permiten una visión clara del comportamiento y las tendencias de los datos de la muestra previa a la prueba para la inestabilidad del desplazamiento axial del vibrador.

Tabla 7. Estadísticas Descriptivas

ESTADÍSTICO	VALOR
Media	0.7476
Desviación estándar	0.1736
Primer cuartil (Q1)	0.6205
Mediana	0.7320
Tercer cuartil (Q3)	0.8510
Moda	0.547; 0.569; 0.606; 0.649
Curtosis	1.34
Asimetría	0.86

Fuente: Elaboración propia

Como puede verse, la muestra previa a la prueba tiene un desplazamiento axial promedio de 0,7476 mm para 1 AD en el agitador 210-SN-01 con una desviación estándar de 0,1736.

Se utilizó un gráfico de control $\bar{X}-\bar{R}$ utilizando el software Minitab para la muestra previa a la prueba (Figura 7). El proceso está bajo control estadístico (proceso estable).

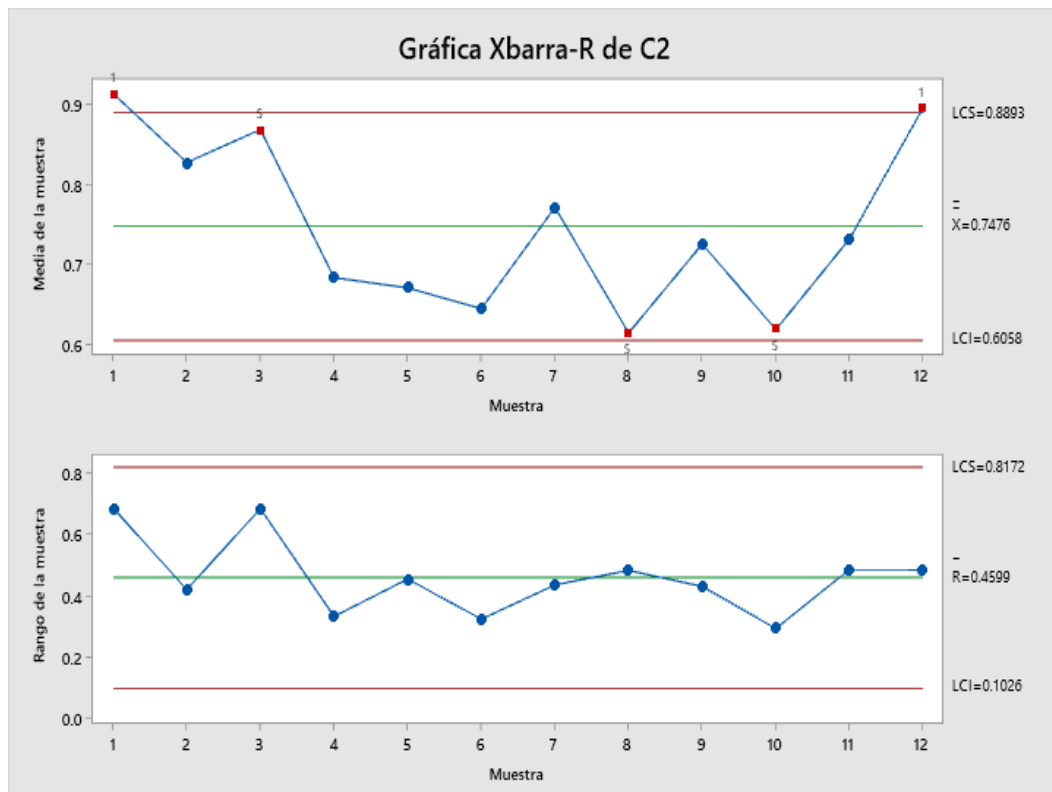


Figura 7. Gráfica de control $\bar{X}-\bar{R}$ para el desplazamiento axial de zarandas
Fuente: Elaboración propia

En los datos de la muestra previa a la prueba (desplazamiento axial), el gráfico \bar{R} muestra que tiene el control. El gráfico \bar{X} muestra que la línea central de (estimada a partir del promedio del proceso) es de 0,7476mm, mientras que el límite de control inferior es de 0,6058 mm y el límite de control superior es de 0,8893mm. Por lo tanto, la media será el subgrupo dentro de este rango.

Los datos que se muestran en la gráfica de control $\bar{X}-\bar{R}$ reflejan la variabilidad y verifican que la variable en estudio no fue estable debido a puntos fuera de los límites de control.

También falló una de las pruebas de causas especiales del gráfico de control, como en la prueba 1. Esta es una fuerte evidencia ya que advierte de puntos con valores de más de 3 desviaciones estándar de la línea central, es decir, puntos fuera de los límites de control. de control de fallas. La prueba falló en los puntos 1 y 12 de la gráfica de control. Por lo tanto se concluye que el desplazamiento axial del resorte 1AD del vibrador de planta trituradora 210-SN-01 antes de aplicar las propuestas de mejora en este estudio era incontrolable por causa especial de la inestabilidad media.

Inestabilidad en la Temperatura de las Poleas

El incremento de temperatura de las poleas tanto en el sello como en la carga y carcaza genera intervención por parte del área de Mantenimiento para corregir el problema de sobrecalentamiento que viene ocasionando paradas no programadas, que traen como consecuencia la disminución de la productividad global del proceso.

En el contexto de pre-test, intervinimos en una parada no planificada (post-mantenimiento) provocada por un aumento de temperatura de la polea que no debe exceder los 60°C para evaluar el estado del proceso de molienda desde la perspectiva de la productividad productiva.

Se realizó el estudio en la Polea N° 1 TAG 200-CV-003 Chumacera derecha del Proceso de Chancado en la empresa minera, con la finalidad de demostrar la conveniencia de la mejora de procesos aplicando el control estadístico y las herramientas básicas de calidad.

Se concreto un muestreo (pre-test) en el que se obtuvieron 12 subgrupos (muestras) de tamaño 10, es decir una muestra de tamaño 10 por día, durante 12 días consecutivos de producción (semana 02).

Tabla 8. Temperatura de polea: Muestra pre-test

SUBGRUPO	MEDICIONES DE LA TEMPERATURA DE POLEA TAG 200-CV-003 - LADO DERECHO (°C)									
	1	78	61	68	78	68	75	71	74	66
2	72	74	63	72	72	59	70	66	58	55
3	69	72	63	65	52	75	78	70	66	76
4	74	74	66	80	71	68	64	65	69	79
5	71	69	58	65	76	78	77	75	72	80
6	68	71	68	68	75	72	79	81	72	72
7	68	76	72	78	65	82	80	75	78	75
8	72	78	65	75	80	68	68	68	78	76
9	82	80	75	79	68	72	74	70	70	78
10	81	80	78	72	74	74	66	70	75	79
11	76	69	79	73	73	78	80	79	75	73
12	70	70	71	70	74	76	70	68	76	76

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 9 muestra las estadísticas descriptivas clave que nos facilitan observar de con claridad el comportamiento y las tendencias de los datos de muestra de la prueba de inestabilidad de temperatura previa a la polea.

Tabla 9. Estadísticas Descriptivas

ESTADÍSTICO	VALOR
Media	72.208
Desviación estándar	5.844
Primer cuartil (Q1)	68.000
Mediana	72.000
Tercer cuartil (Q3)	76.000
Moda	72
Asimetría	-0.76
Curtosis	0.79

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar, la polea de muestra #1 TAG 200-CV-003 (lado derecho) tiene una temperatura promedio de 72,208 °C con una desviación estándar de 5,844 antes de la prueba. Vale la pena enfatizar el valor del modo 72.

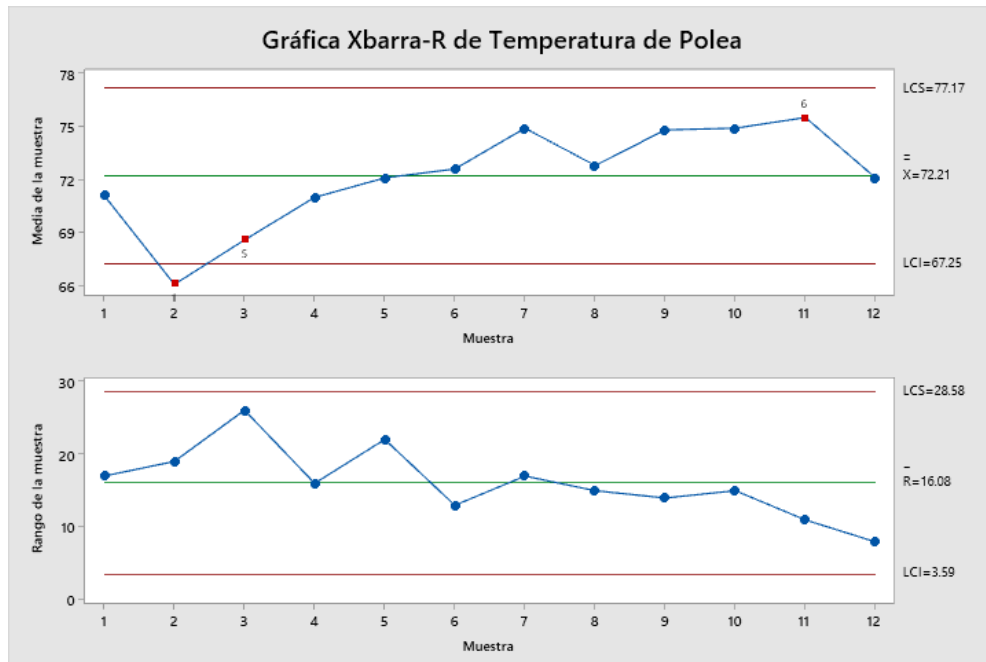


Figura 8. Gráfica de control $\bar{X}-\bar{R}$ para la temperatura de poleas
Fuente: Elaboración propia

La gráfica \bar{R} muestra que los datos estén bajo control, por lo que es adecuado analizar la gráfica \bar{X} , esperamos que la temperatura fluctúe en promedio entre 67.25°C como LCI y 77.17°C como LCS de 72,21°C.

Tenga en cuenta que la gráfica de control $\bar{X}-\bar{R}$ refleja una alta variación, puntos fuera de los límites de control y tendencias hacia el LCS, por lo que el proceso no es estable.

Ejecutar un análisis de capacidad no es útil porque los subprocesos no son estadísticamente estables. Sin embargo, se puede decir que los hilos no están centrados y no cumplen con las especificaciones establecidas. Esto significa que la temperatura de las poleas no debe superar el valor 60°C de temperatura establecido(Limite de la Especificación Superior).

Productividad pre mejora

Con el fin de comprender mejor la situación operacional de la planta, durante la fase de pre mejora se calculó la eficiencia dividiendo el tiempo útil entre el tiempo total; igualmente se estimó como la relación entre la producción real y la producción

planificada y, finalmente, se designó la productividad multiplicando la eficiencia por la eficacia.

Actualmente, la empresa minera en estudio planea una producción mensual de 120000 toneladas de concentrado de cobre como puede verse en la Tabla 10. Asimismo, se muestra fluctuaciones irregulares de la productividad y sus dimensiones durante la fase de pre mejora, donde el promedio de la productividad alcanzó el 80.86%, en tanto el promedio de la eficiencia fue de 95.83% y el promedio de la eficacia bordeó el 84.38%.

Tabla 10. Productividad de la empresa (Antes)

Día	Tiempo Útil (min)	Tiempo Total (min)	Producción Real (und)	Producción Planeada (und)	Eficiencia	Eficacia	Productividad
1	1402	1440	3392	4000	0.9736	0.8480	0.8256
2	1380	1440	3405	4000	0.9583	0.8513	0.8158
3	1406	1440	3369	4000	0.9764	0.8423	0.8224
4	1368	1440	3376	4000	0.9500	0.8440	0.8018
5	1355	1440	3366	4000	0.9410	0.8415	0.7919
6	1375	1440	3351	4000	0.9549	0.8378	0.8000
7	1399	1440	3386	4000	0.9715	0.8465	0.8224
8	1390	1440	3350	4000	0.9653	0.8375	0.8084
9	1362	1440	3398	4000	0.9458	0.8495	0.8035
10	1374	1440	3395	4000	0.9542	0.8488	0.8099
11	1380	1440	3385	4000	0.9583	0.8463	0.8110
12	1390	1440	3371	4000	0.9653	0.8428	0.8136
13	1380	1440	3354	4000	0.9583	0.8385	0.8035
14	1405	1440	3403	4000	0.9757	0.8508	0.8301
15	1362	1440	3370	4000	0.9458	0.8425	0.7968
16	1380	1440	3351	4000	0.9583	0.8378	0.8029
17	1380	1440	3365	4000	0.9583	0.8413	0.8062
18	1355	1440	3359	4000	0.9410	0.8398	0.7903
19	1406	1440	3376	4000	0.9764	0.8440	0.8241
20	1393	1440	3386	4000	0.9674	0.8465	0.8189
21	1361	1440	3396	4000	0.9451	0.8490	0.8024
22	1355	1440	3350	4000	0.9410	0.8375	0.7881
23	1358	1440	3368	4000	0.9431	0.8420	0.7941
24	1389	1440	3345	4000	0.9646	0.8363	0.8067

25	1380	1440	3391	4000	0.9583	0.8478	0.8124
26	1366	1440	3386	4000	0.9486	0.8465	0.8030
27	1384	1440	3398	4000	0.9611	0.8495	0.8165
28	1390	1440	3373	4000	0.9653	0.8433	0.8140
29	1395	1440	3357	4000	0.9688	0.8393	0.8131
30	1380	1440	3378	4000	0.9583	0.8445	0.8093
Total	41400	43200	101250	120000	0.9583	0.8438	0.8086

Fuente: Elaboración propia

3.9.2. Propuesta de mejora

La propuesta debe proponer mejoras para suprimir las deficiencias anomalías que afectan la productividad de la empresa, por lo que es importante escoger las herramientas más apropiadas para garantizar este objetivo. Para ello, se recopiló datos de diferentes opciones de respuesta al principio de seleccionar las variables independientes.

Kaizen

“Kaizen significa: mejoramiento continuo, pero mejoramiento todos los días, a cada momento, realizado por todos los empleados de la organización, en cualquier lugar de la empresa. Y que va de pequeñas mejoras incrementales a innovaciones drásticas y radicales” (IMAI, 2006).

Ciclo PHVA

“Esta metodología describe los cuatro pasos esenciales que se deben llevar a cabo de forma sistemática para lograr la mejora continua, entendiendo como tal el mejoramiento continuado de la calidad (disminución de fallos, aumento de la eficacia y eficiencia, solución de problemas, previsión y eliminación de riesgos potenciales...). El círculo de Deming lo componen 4 etapas cíclicas: Planificar, Hacer, Verificar y Actuar (una vez acabada la etapa final se debe volver a la primera y repetir el ciclo de nuevo) de forma que las actividades son reevaluadas periódicamente para incorporar nuevas mejoras” (DEMING, 1986).

Reingeniería

“Consiste en agrupar diferentes esfuerzos de los sectores de la organización de esta forma se diseñarán nuevos productos en los procesos, o mejorar los ya existentes, reflejando sus beneficios en la disminución de costos incrementando la calidad de producto de proceso o servicio” (HAMMER, y otros, 1997 pág. 37).

Elección de la mejor alternativa de solución

Después de comparar las herramientas anteriores, la aplicación de esta herramienta es menos complicadas y debido a que utiliza técnicas de ingeniería industrial para mejorar alternativas que se enfocan en la optimización de procesos para mejorar la productividad empresarial, fue seleccionada como la mejor opción de solución para la mejora de procesos.

Por lo tanto, después de identificar las causas que más impactaban en la pérdida de productividad, se propusieron varias soluciones y se consideraron sugerencias de mejora a aplicar:

- Mejorar los métodos de trabajo actuales a fin de eliminar los tiempos improductivos y/o retrasos ocasionados durante el proceso.
- Implementar un programa de capacitación para los trabajadores del área de producción en materias relacionadas a sus actividades diarias para mejorar la productividad laboral.
- Realizar un estudio de tiempos actualizado, con el objeto de asegurar la obtención de resultados óptimos y más confiables.

Cabe señalar que la fase de pre-mejora, que incluyo los meses de octubre, noviembre y diciembre de 2019, identificó y dictamino los procesos del momento para mejorarlos. De igual forma, en las fases posteriores a la mejora, que comprendieron los meses de enero, febrero y marzo de 2020, se inició un nuevo proceso de seguimiento y gestión para ejecutar el seguimiento y control correspondiente, también se evaluó el efecto económico.

3.9.3. Implementación de la propuesta

Durante esta fase, se pusieron en práctica herramientas de mejoría seleccionadas para mejorar la productividad de las empresas encuestadas:

Capacitación de personal

Con el objetivo de incrementar la productividad y eficiencia en el trabajo, se implementó un programa de capacitación a los empleados del área de producción en temas de trabajo diario como:

- Mantenimiento Industrial
- Seguridad y Salud en el Trabajo
- Procedimientos de Trabajo
- Innovación Tecnológica

El proceso de capacitación del personal se estructuró en concordancia con el desarrollo de la mejora de procesos.



Figura 9. Capacitación en Mantenimiento Industrial
Fuente: Elaboración propia

PROCESO 2	2	Seguridad y Salud en el Trabajo	
	Objetivos		
	<i>Utilizar las diversas herramientas y técnicas sobre la Seguridad y Salud en el Trabajo, con el fin de mejorar las condiciones laborales y reducir los accidentes y las enfermedades ocupacionales.</i>		
	Módulo		Duración
	1	Conceptos básicos - Legislación	00:20
	2	Sistema de Gestión de Seguridad y Salud (SG-SST)	01:00
	3	Coffee break	00:15
	4	Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos	00:45
	5	Equipos de Protección Personal (EPPs)	00:50
	6	Retroalimentación	00:30
7	Evaluación	00:20	
		04:00	

Figura 10. Capacitación en Seguridad y Salud en el Trabajo
Fuente: Elaboración propia

PROCESO 3	3	Procedimientos de Trabajo	
	Objetivos		
	<i>El personal comprenderá las técnicas, procedimientos y funciones que se realizan en los trabajos destinados al procesamiento del concentrado de cobre.</i>		
	Módulo		Duración
	1	Introducción - Manual de Funciones	00:20
	2	Organización de Plan de Trabajo	01:00
	3	Coffee break	00:15
	4	Técnicas y Procedimientos de Trabajo	00:45
	5	Manejo y Utilización de Máquinas	00:50
	6	Retroalimentación	00:30
7	Evaluación	00:20	
		04:00	

Figura 11. Capacitación en Procedimientos de Trabajo
Fuente: Elaboración propia

PROCESO 4	4	Innovación Tecnológica	
	Objetivos		
	<i>El personal adquiere conocimientos y competencias para gestionar y diseñar estrategias de desarrollo tecnológico e innovación en la organización.</i>		
	Módulo		Duración
	1	Introducción - Conceptos básicos	00:20
	2	Gestión de la Tecnología y de la Innovación	01:00
	3	Coffee break	00:15
	4	Transferencia y Vigilancia de la Tecnología	00:50
5	Caso: Operación de Enlainadora y Molino	00:45	
6	Retroalimentación	00:30	
7	Evaluación	00:20	
		04:00	

Figura 12. Capacitación en Innovación Tecnológica
Fuente: Elaboración propia

Mejora de métodos de trabajo

Se implementaron mejoras en los procesos de trabajo con el fin de disminuir los tiempos de retraso, agregar valor al proceso y reducir el tiempo en la ruta crítica, los cuales se resumen en la Tabla 11.

Tabla 11. Acciones de mejoras al proceso

Retrasos por:	Acciones de mejora	Beneficio
Problemas con Revestimientos	<ul style="list-style-type: none"> Control de calidad de los revestimientos (cantidad y dimensiones). Identificación de todos los componentes y partes que serán instalados, antes de la mantención. 	Reducción en los tiempos de la mantención.
Enlainadora	<ul style="list-style-type: none"> Inspección previa de la Enlainadora, garantizando el mantenimiento adecuado y las condiciones de trabajo del equipo. 	Reducción en los tiempos de la mantención.
Evento de Seguridad	<ul style="list-style-type: none"> Uso de máscara de seguridad y el uso de T-MAG (guiador magnético) para un trabajo más seguro durante el uso del rayo. 	Evitar cualquier problema de seguridad durante el proceso de golpeo de pernos.

Procedimiento / preparativos	<ul style="list-style-type: none"> • Especificación de los lugares del sitio para la asignación adecuada de repuestos y materiales (Layout). • Mejora de la comunicación con el cliente para programar intervenciones según sea necesario. Interferencia con otras empresas. 	Reducción del tiempo de inactividad durante el cierre.
Largo tiempo para la Tarea	<ul style="list-style-type: none"> • Planeación previa de todos los detalles de la posición del molino para cada rotación, para mejorar el número de revestimientos que se reemplazarán. • Revisión de la cantidad y operatividad de las herramientas y equipos. 	Reducción en los tiempos de la mantención.
Malas condiciones climáticas	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de comunicación para el personal que trabaja dentro y fuera del molino, así como también para el supervisor. 	Evitar posibles retrasos en el trabajo debido a fallas o deficiencias en la comunicación.

Fuente: Elaboración propia

Estudio de tiempos y movimientos

Se deben realizar mediciones de trabajo para establecer los criterios de desempeño del trabajo y las horas estándar. Por ello, se ejecutó un estudio de tiempos SMED de los procesos más críticos: recubrimiento y cambio de rodillos.

Permitiendo un mejor enfrentamiento con las realidades del proceso productivo. Como se ve en la Tabla 12, el tiempo típico para el reemplazo del recubrimiento a lo largo de la fase de reelaboración se estimó en 26,56 min/pieza considerando el tiempo de mantenimiento real de 7065 min.

Tabla 12. Tiempos para el cambio de revestimientos (post mejora)

Tapa Alimentación		Cilindro		Tapa Descarga	
FE Troath Liner	0	FE Shell Liner High	30	DE Grate Liner	18
FE Outer Liner	36	FE Shell Liner Low	30	DE Grate Lifter Liner	18
FE Filler Ring	30	DE Shell Liner High	30	DE Middel Liner	4
		DE Shell Liner Low	30	DE Inner Pulp Lifter	9
				DE Pulp Discharge	1
				DE Filler Ring	30
	66		120		80
(Revestimientos Cambiados ; Liners por minuto)			Total piezas: 266		Minutos por pieza: 26.56

Fuente: Empresa en estudio

Tabla 13. Tiempos para el montaje de revestimientos (post mejora)

Tapa Alimentación			Cilindro			Tapa Descarga		
Liner	Cantidad	Min x Pieza (Promedio)	Liner	Cantidad	Min x Pieza (Promedio)	Liner	Cantidad	Min x Pieza (Promedio)
FE Outer Liner	36	0:17:00	FE Shell Liner High	30	0:17:45	DE Grate Liner	18	0:26:24
FE Filler Ring	30	0:18:00	FE Shell Liner Low	30	0:17:45	DE Grate Lifter Liner	18	0:19:42
			DE Shell Liner High	30	0:17:45	DE Middel Liner	4	0:57:15
			DE Shell Liner Low	30	0:17:45	DE Inner Pulp Lifter	9	0:49:00
						DE Pulp Discharge	1	0:52:00
						DE Filler Ring	30	0:16:49

Descripción	Giro 0	Giro 1	Giro 2	Giro 3	Giro 4	Giro 5	Giro 6	Giro 7
Tiempo por Giro	29:38:00	8:55:00	18:30:00	10:12:00	19:41:00	7:37:00	13:43:00	6:44:00
Cantidad de Liners retirados	46	30	34	24	46	24	44	18
Cantidad de Liners Montados	41	28	34	24	45	22	44	28

Fuente: Empresa en estudio

Control Estadístico para la Mejora de Procesos

Se introdujo el Control Estadístico de Procesos dentro del Plan de Mantenimiento como parte del Sistema de Monitoreo y Control estableciendo las Cartas de Control \bar{X} - \bar{R} para variables, en consecuencia, se examina la estabilidad del comportamiento de los valores obtenidos (desplazamiento axial de los resortes de las zarandas del proceso de molienda y temperatura de poleas del proceso de chancado)

permitiendo prevenir paradas no programadas analizando tendencias y comportamiento de los valores de las mediciones.

Estabilidad en el Desplazamiento Axial

Se concreto muestreo post-test y se obtuvieron 12 subgrupos (muestras) de tamaño 10 (muestras con valores de desplazamiento axial en milímetros).

Tabla 14. Desplazamiento axial: Muestra post-test

SUBGRUPO	MEDICIONES DEL DESPLAZAMIENTO AXIAL (mm)									
1	0.169	0.163	0.301	0.160	0.193	0.271	0.448	0.217	0.347	0.316
2	0.235	0.332	0.296	0.247	0.163	0.247	0.359	0.405	0.470	0.228
3	0.242	0.302	0.208	0.268	0.175	0.319	0.238	0.251	0.270	0.240
4	0.370	0.362	0.351	0.227	0.169	0.315	0.337	0.177	0.260	0.440
5	0.449	0.461	0.369	0.390	0.396	0.141	0.242	0.268	0.193	0.152
6	0.145	0.212	0.185	0.196	0.172	0.351	0.418	0.475	0.406	0.416
7	0.225	0.335	0.159	0.218	0.273	0.260	0.145	0.260	0.264	0.161
8	0.428	0.267	0.207	0.179	0.351	0.302	0.319	0.280	0.305	0.270
9	0.428	0.429	0.450	0.410	0.379	0.358	0.269	0.271	0.150	0.461
10	0.168	0.249	0.251	0.284	0.431	0.285	0.285	0.290	0.286	0.312
11	0.290	0.286	0.245	0.277	0.281	0.285	0.286	0.310	0.311	0.305
12	0.311	0.289	0.322	0.291	0.293	0.291	0.255	0.481	0.333	0.300

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 15 presenta estadísticas descriptivas clave que admiten una visión clara del comportamiento y las tendencias de los datos de muestra después de la prueba de desplazamiento axial del agitador.

Tabla 15. Estadísticas Descriptivas

ESTADÍSTICO	VALOR
Media	0.29017
Desviación estándar	0.08654
Primer cuartil (Q1)	0.23575

Mediana	0.28500
Tercer cuartil (Q3)	0.34450
Moda	0.351
Asimetría	0.33
Curtosis	-0.52

Fuente: Elaboración propia

Se muestra en la Tabla N°15, después de la prueba, la muestra tiene un desplazamiento axial promedio de 0,29017 mm para 1AD en el agitador 210-SN-01 con una desviación estándar de 0,08654.

En la muestra posterior a la prueba se volvió a utilizar la gráfica de control $\bar{X}-\bar{R}$, que nos permitió designar si los valores de la muestra se encontraban bajo control estadístico luego de aplicar la alternativa de solución propuesta en este trabajo de investigación. La Figura 13 muestra los datos verídicos después de probar usando la gráfica de control $\bar{X}-\bar{R}$ usando el software Minitab.

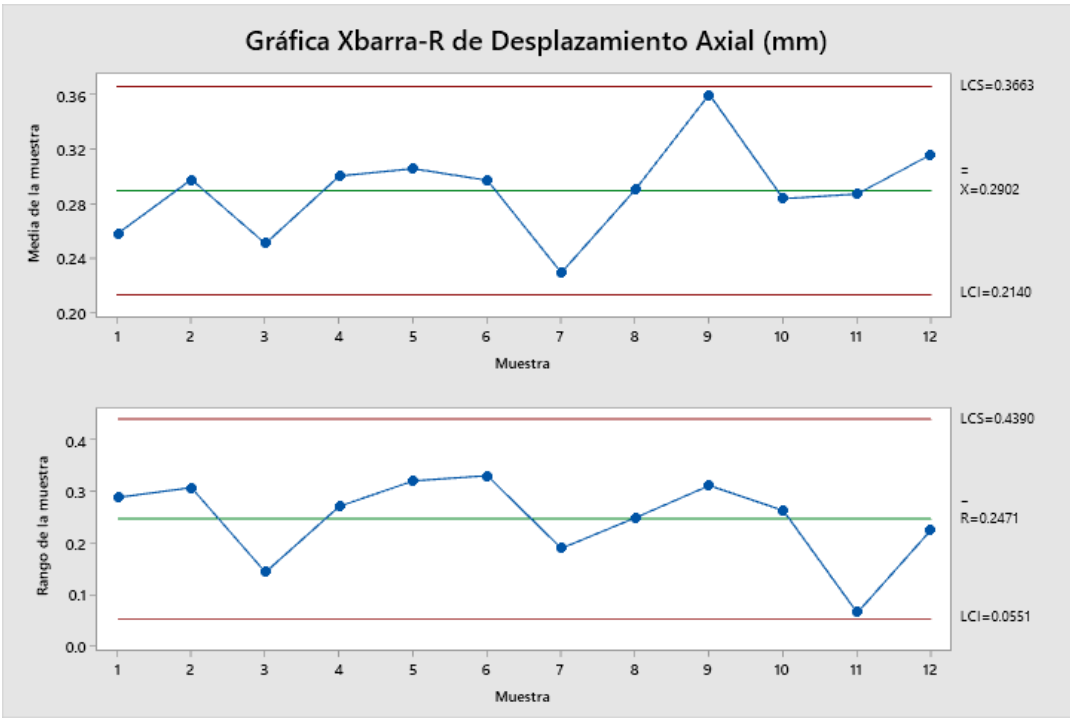


Figura 13. Gráfica de control $\bar{X}-\bar{R}$ para el desplazamiento axial de zaranda
Fuente: Elaboración propia

Para los datos de la muestra posterior a la prueba, los gráficos \bar{X} y \bar{R} estaban bajo control estadístico, y la muestra pasó todas las pruebas de causas especiales en el gráfico de control (no se reconocieron patrones de datos exactos). Es así, se puede concluir que no hay puntos fuera de control y que los valores de la muestra posterior a la prueba están bajo control estadístico como resultado de la aplicación de las sugerencias de mejora en este trabajo de estudio.

Comparando la muestra previa a la prueba, la aplicación de las sugerencias de mejora cambió el valor promedio de 0,7476 mm a 0,29017 mm, una disminución del 61,18 %, por debajo del límite superior de 0,50 mm.

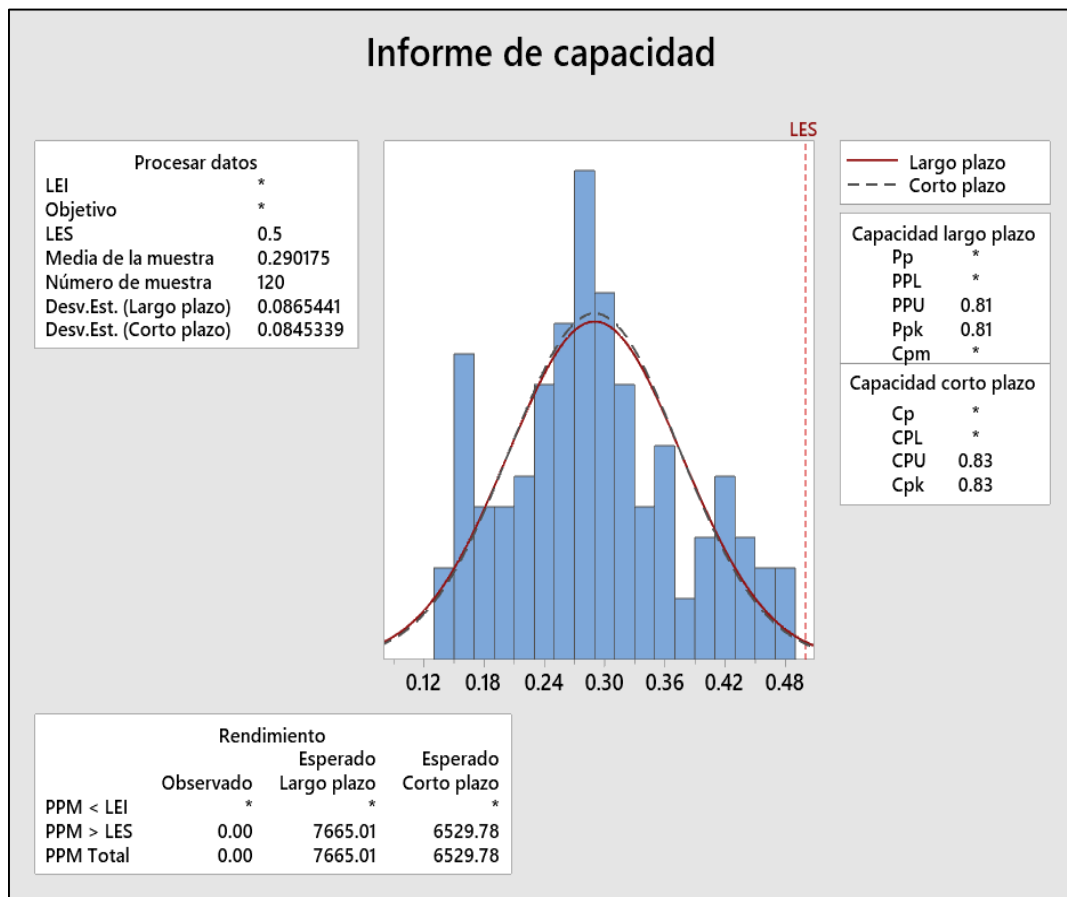


Figura 14. Análisis de Capacidad - Índices de capacidad post-test
Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en el histograma de la Figura 14, los resultados del índice de capacidad real a corto plazo (por subgrupo de muestra) muestran un Cpk de 0,83 y un Cpu de 0,83. Pero aún necesita mejorar.

De igual manera, los resultados del índice de desempeño potencial (largo plazo) muestran un Ppk de 0.81 y un Ppu de 0.81, así como se observa en la diferencia de los índices ya mencionados.

Los resultados obtenidos muestran que se ha mejorado significativamente el desplazamiento axial del vibrador 210-SN-01 en la planta de chancado de la minera, basado en el resorte 1AD, respetando los valores establecidos por la gerencia.

Estabilidad en la Temperatura de las Poleas

Se elaboro un muestreo posterior a la prueba y se obtuvieron 12 subgrupos (muestras) de tamaño 10 (valores de temperatura de la polea de la muestra en °C).

Tabla 16. Temperatura de polea: Muestra post-test

SUBGRUPO	MEDICIONES DE LA TEMPERATURA DE POLEA TAG 200-CV-003 - LADO DERECHO (°C)									
	1	59	60	55	54	55	51	49	48	52
2	57	57	55	54	52	56	54	55	48	48
3	50	48	52	52	50	53	53	51	50	55
4	50	55	57	57	47	49	48	48	49	50
5	52	52	57	56	57	55	50	45	50	50
6	52	52	51	54	56	49	53	53	53	53
7	50	47	53	56	53	53	53	59	52	53
8	49	48	52	58	53	54	54	59	56	49
9	56	55	55	59	52	47	47	48	55	59
10	55	50	52	46	47	56	47	46	59	53
11	59	49	47	54	54	53	49	46	53	53
12	51	51	50	51	52	54	51	51	50	47

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 17 muestra estadísticas descriptivas clave que nos facultan observar con claridad el comportamiento y las tendencias de los datos de muestra después de la prueba de estabilidad de temperatura de la polea.

Tabla 17. Estadísticas Descriptivas

ESTADÍSTICO	VALOR
Media	52.30
Desviación estándar	3.502
Primer cuartil (Q1)	50.00
Mediana	52.00
Tercer cuartil (Q3)	55.00
Moda	53.00
Asimetría	0.11
Curtosis	-0.64

Fuente: Elaboración propia

Como se observa, después de la prueba, la polea de muestra N°1 TAG 200-CV-003 (a la diestra) tiene una temperatura promedio de 52.30 °C con una desviación estándar de 3.502, que vale la pena considerar el valor de la moda de 53.

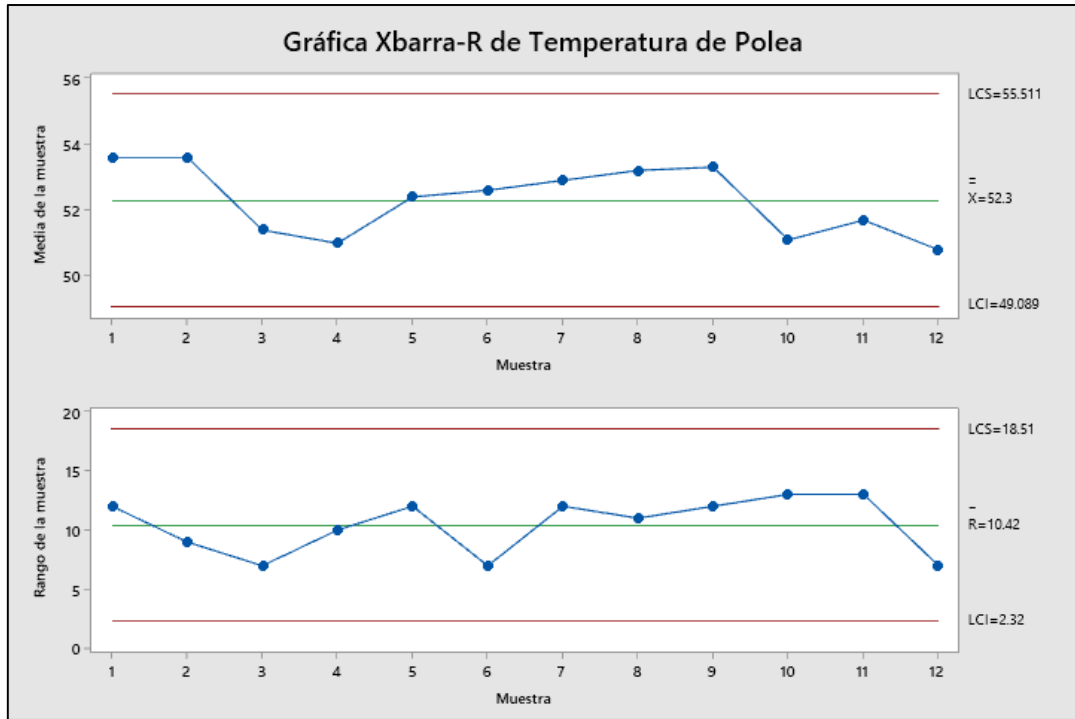


Figura 15. Gráfica de control \bar{X} - \bar{R} para la temperatura de polea
Fuente: Elaboración propia

Para la cantidad de la muestra posterior a la prueba, los gráficos \bar{X} y \bar{R} estaban bajo control estadístico, y la muestra pasó todas las pruebas de causas especiales en el gráfico de control (no se verificaron patrones de datos definidos). Asimismo, se puede concluir que no hay puntos fuera de control y que los valores de la muestra posterior a la prueba están bajo control estadístico como resultado de la aplicación de las sugerencias de mejora en este trabajo de estudio.

Comparando la muestra previa a la prueba, la aplicación de las sugerencias de mejora cambió la temperatura promedio de 72,208 °C a 52,30 °C, una disminución del 27,57 %, por debajo del límite superior de 60,00 °C.

Después de controlar estadísticamente la temperatura de la polea, se realizó un estudio de capacidad para determinar el índice de capacidad real y potencial del proceso (Cp y Cpk) y el índice de eficiencia del proceso real y potencial (Pp y Ppk) después de determinar el estado. Procesamiento de doble especificación. La Figura

16 muestra los resultados posteriores a la prueba utilizando el análisis de capacidad utilizando el índice de capacidad y el rendimiento potencial y real del proceso.

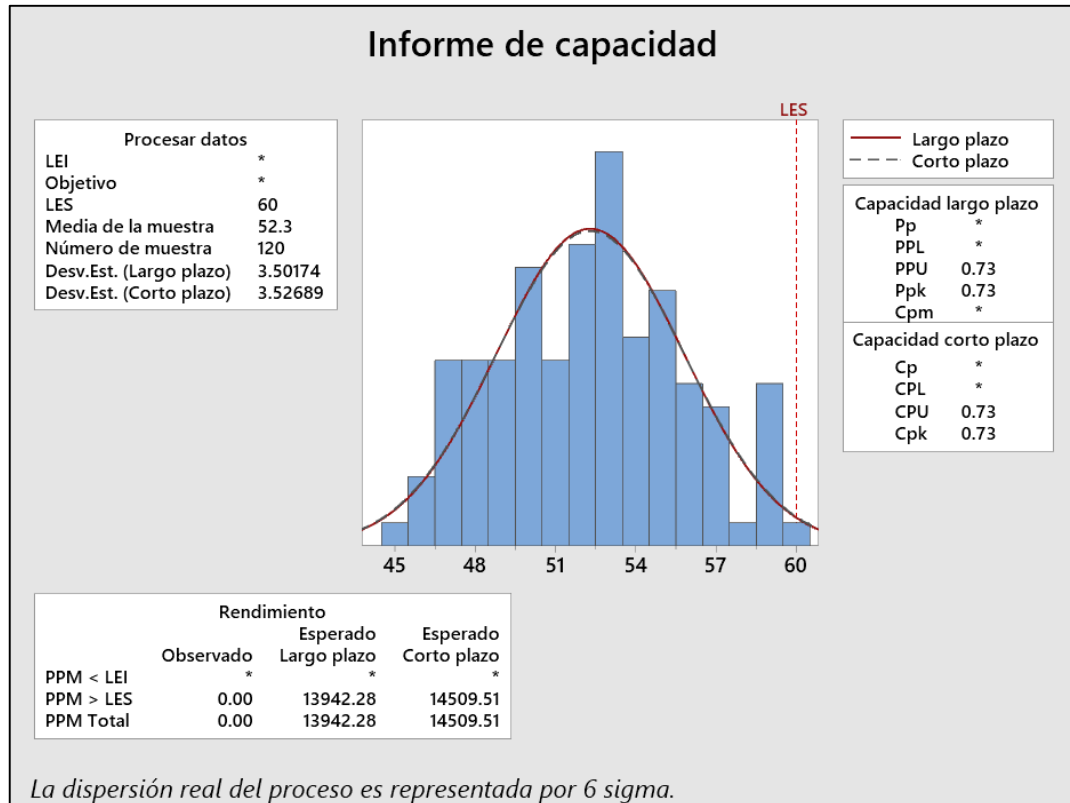


Figura 16. Análisis de Capacidad - Índices de capacidad post-test
Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en el histograma de la Figura 16, los resultados del índice de capacidad real a corto plazo (por subgrupo de muestra) muestran un C_{pk} de 0,73 y un C_{pu} de 0,73. Pero aún necesita mejorar.

Asimismo, los resultados del índice de desempeño potencial (largo plazo) muestran un P_{pk} de 0.73 y un P_{pu} de 0.73, diferencia en índices relacionados.

Los resultados hallados nos hacen ver que se mejoró significativamente la temperatura de funcionamiento del cojinete del lado derecho de la polea N° 1 TAG

200-CV-003 en el proceso de fresado de la empresa investigada, de acuerdo a los valores establecidos por el administrador.

Productividad post mejora

En la Figura 17, puede verse un resultado favorable respecto a la comparación de la pre y post mejora, ya que la eficiencia aumentó de 95.83% a 98.13%, la eficacia creció de 84.38% a 90.23% y, finalmente la productividad se incrementó de 80.86% a 88.54%.

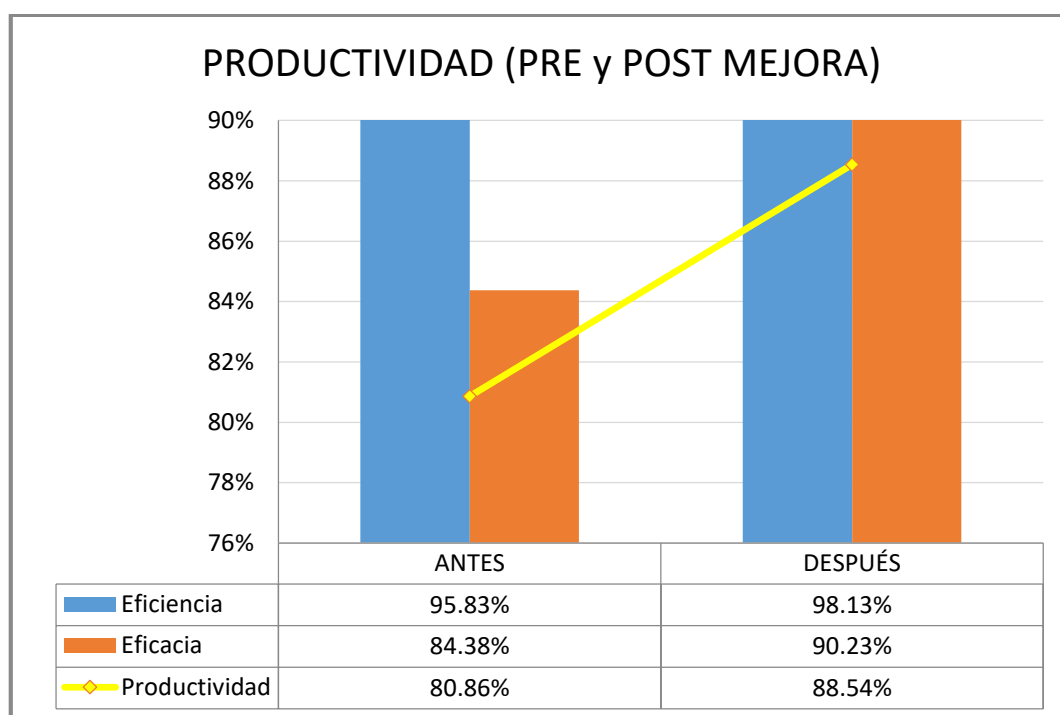


Figura 17. Productividad pre y post mejora de la empresa
Fuente: Elaboración propia

Tabla 18. Productividad de la empresa (Después)

Día	Tiempo Útil (min)	Tiempo Total (min)	Producción Real (und)	Producción Planeada (und)	Eficiencia	Eficacia	Productividad
1	1384	1440	3581	4000	0.9611	0.8953	0.8605
2	1385	1440	3583	4000	0.9618	0.8958	0.8616
3	1386	1440	3588	4000	0.9625	0.8970	0.8634
4	1388	1440	3588	4000	0.9639	0.8970	0.8646
5	1391	1440	3590	4000	0.9660	0.8975	0.8670
6	1393	1440	3590	4000	0.9674	0.8975	0.8682
7	1395	1440	3594	4000	0.9688	0.8985	0.8705
8	1397	1440	3594	4000	0.9701	0.8985	0.8716
9	1399	1440	3596	4000	0.9715	0.8990	0.8734
10	1401	1440	3598	4000	0.9729	0.8995	0.8751
11	1403	1440	3598	4000	0.9743	0.8995	0.8764
12	1406	1440	3601	4000	0.9764	0.9003	0.8791
13	1409	1440	3606	4000	0.9785	0.9015	0.8821
14	1410	1440	3609	4000	0.9792	0.9023	0.8835
15	1412	1440	3609	4000	0.9806	0.9023	0.8848
16	1414	1440	3611	4000	0.9819	0.9028	0.8865
17	1416	1440	3612	4000	0.9833	0.9030	0.8879
18	1418	1440	3616	4000	0.9847	0.9040	0.8902
19	1420	1440	3619	4000	0.9861	0.9048	0.8922
20	1423	1440	3620	4000	0.9882	0.9050	0.8943
21	1426	1440	3621	4000	0.9903	0.9053	0.8965
22	1427	1440	3621	4000	0.9910	0.9053	0.8972
23	1429	1440	3622	4000	0.9924	0.9055	0.8986
24	1431	1440	3625	4000	0.9938	0.9063	0.9007
25	1434	1440	3626	4000	0.9958	0.9065	0.9027
26	1435	1440	3626	4000	0.9965	0.9065	0.9033
27	1438	1440	3626	4000	0.9986	0.9065	0.9052
28	1440	1440	3630	4000	1.0000	0.9075	0.9075
29	1440	1440	3632	4000	1.0000	0.9080	0.9080
30	1440	1440	3638	4000	1.0000	0.9095	0.9095
Total	42390	43200	108270	120000	0.9813	0.9023	0.8854

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO IV : RESULTADOS

4.1. Análisis Descriptivo

La Tabla 19 muestra los datos de eficiencia estimados mediante la elaboración del proyecto antes y después de la mejora.

Tabla 19. Medición de Eficiencia

EFICIENCIA		
N°	ANTES	DESPUES
1	0.9736	0.9611
2	0.9583	0.9618
3	0.9764	0.9625
4	0.9500	0.9639
5	0.9410	0.9660
6	0.9549	0.9674
7	0.9715	0.9688
8	0.9653	0.9701
9	0.9458	0.9715
10	0.9542	0.9729
11	0.9583	0.9743
12	0.9653	0.9764
13	0.9583	0.9785
14	0.9757	0.9792
15	0.9458	0.9806
16	0.9583	0.9819
17	0.9583	0.9833
18	0.9410	0.9847
19	0.9764	0.9861
20	0.9674	0.9882
21	0.9451	0.9903
22	0.9410	0.9910
23	0.9431	0.9924
24	0.9646	0.9938
25	0.9583	0.9958
26	0.9486	0.9965
27	0.9611	0.9986
28	0.9653	1.0000
29	0.9688	1.0000
30	0.9583	1.0000
Media	0.9583	0.9813

Fuente: Elaboración propia

De igual forma, la Tabla 20 se aprecia los datos de Eficacia obtenidos mediante el desarrollo antes y después de las mejoras del proyecto.

Tabla 20. Medición de Eficacia

EFICACIA		
N°	ANTES	DESPUES
1	0.8480	0.8953
2	0.8513	0.8958
3	0.8423	0.8970
4	0.8440	0.8970
5	0.8415	0.8975
6	0.8378	0.8975
7	0.8465	0.8985
8	0.8375	0.8985
9	0.8495	0.8990
10	0.8488	0.8995
11	0.8463	0.8995
12	0.8428	0.9003
13	0.8385	0.9015
14	0.8508	0.9023
15	0.8425	0.9023
16	0.8378	0.9028
17	0.8413	0.9030
18	0.8398	0.9040
19	0.8440	0.9048
20	0.8465	0.9050
21	0.8490	0.9053
22	0.8375	0.9053
23	0.8420	0.9055
24	0.8363	0.9063
25	0.8478	0.9065
26	0.8465	0.9065
27	0.8495	0.9065
28	0.8433	0.9075
29	0.8393	0.9080
30	0.8445	0.9095
Media	0.8438	0.9023

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, la Tabla 21 muestra las variables de productividad como resultado del producto de las dimensiones de eficiencia y eficacia antes y después de mejorar el desarrollo del proyecto.

Tabla 21. Medición de Productividad

PRODUCTIVIDAD		
N°	ANTES	DESPUES
1	0.8256	0.8605
2	0.8158	0.8616
3	0.8224	0.8634
4	0.8018	0.8646
5	0.7919	0.8670
6	0.8000	0.8682
7	0.8224	0.8705
8	0.8084	0.8716
9	0.8035	0.8734
10	0.8099	0.8751
11	0.8110	0.8764
12	0.8136	0.8791
13	0.8035	0.8821
14	0.8301	0.8835
15	0.7968	0.8848
16	0.8029	0.8865
17	0.8062	0.8879
18	0.7903	0.8902
19	0.8241	0.8922
20	0.8189	0.8943
21	0.8024	0.8965
22	0.7881	0.8972
23	0.7941	0.8986
24	0.8067	0.9007
25	0.8124	0.9027
26	0.8030	0.9033
27	0.8165	0.9052
28	0.8140	0.9075
29	0.8131	0.9080
30	0.8093	0.9095
Media	0.8086	0.8854

Fuente: Elaboración propia

Además, se realizaron comparaciones de los promedios de eficiencia, eficacia y productividad para verificar las tendencias mediante las mejoras previas y posteriores al proceso.

En la Figura 18 observamos que la eficiencia ha aumentado de 95.83% a 98.13%, quiere decir, ascendió un 2,39%.

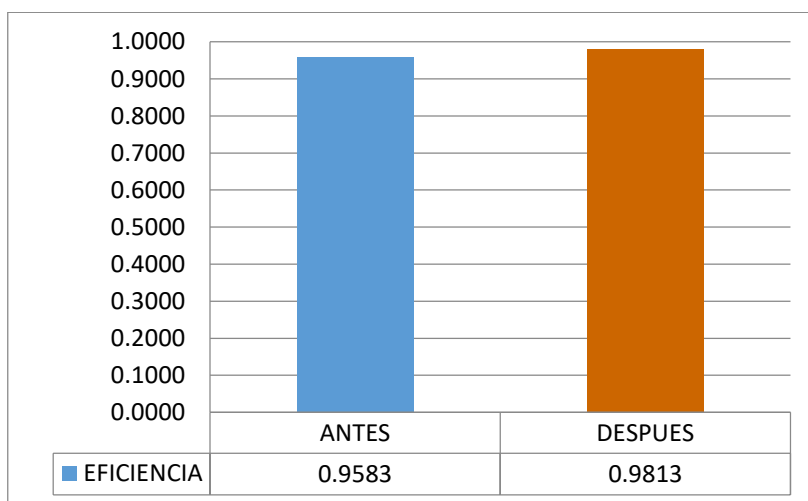


Figura 18. Eficiencia antes y después
Fuente: Elaboración propia

Del mismo modo, en la Figura 19 se aprecia siendo la Eficacia se elevó de 84.38% a 90.23%, es decir, se ha incremento en un 6.93%.

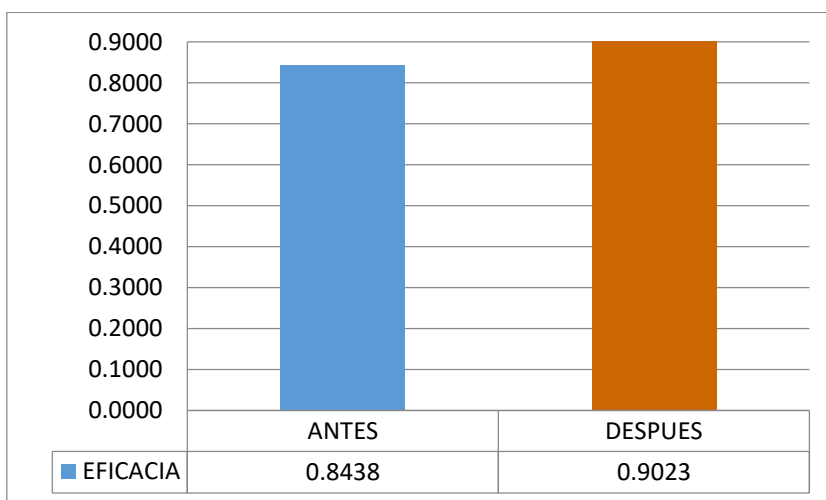


Figura 19. Eficacia antes y después
Fuente: Elaboración propia

Para culminar, en la Figura 20 se aprecia que la variable Productividad subió de 80.86% a 88.54%; es decir, se ha incrementado en un 9.50%.

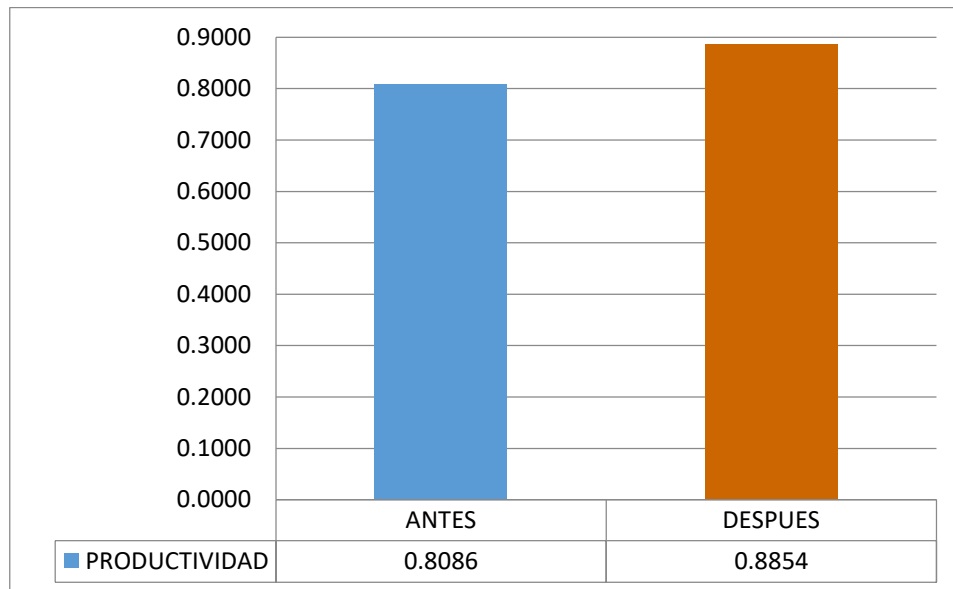


Figura 20. Productividad antes y después
Fuente: Elaboración propia

4.2. Análisis Inferencial

4.2.1. Análisis de la hipótesis general

Para contrarrestar la hipótesis general, es necesario establecer si los datos de las variables de productividad pre y post prueba presentan un comportamiento paramétrico. Para ello se realizó un análisis de normalidad mediante el método de Shapiro-Wilk. La cantidad de datos obtenidos entre las series es inferior a 50.

Regla de decisión:

Si $p_{valor} \leq 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico

Si $p_{valor} > 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico

Tabla 22. Prueba de normalidad en la Productividad mediante Shapiro-Wilk

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Productividad ANTES	,984	30	,925
Productividad DESPUES	,945	30	,128

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 22 podemos ver que la significación de las variables de productividad pre y post prueba es de 0.925 y 0.128 correspondiente. Por lo tanto, ambos son mayores a 0.05, lo que indica que los datos obtenidos de ambas series presentan un comportamiento paramétrico de acuerdo con la regla de decisión. Así también, realizamos un análisis utilizando el T-Student para saber si las variables de productividad aumentaron.

Contrastación de la hipótesis general:

H₀: La implementación de una Mejora de procesos no influye significativamente en el incremento de la productividad en una empresa minera.

H_a: La implementación de una Mejora de procesos influye significativamente en el incremento de la productividad en una empresa minera.

Regla de decisión:

$$H_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$$

$$H_a: \mu_{Pa} < \mu_{Pd}$$

Tabla 23. Estadística de muestra de la Productividad mediante T-Student

Estadísticas de muestras emparejadas				
	Media	N	Desviación estándar	Error estándar de la media
Productividad ANTES	,8086	30	,01076	,00196
Productividad DESPUES	,8854	30	,01549	,00283

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 23 muestra que la productividad media de antes (0.8086) es menor que la productividad media después (0.8854), por lo que $H_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$ no se cumple y se desaprueba la hipótesis nula. Se acepta la hipótesis alternativa y se confirma que: La realización de mejoras en los procesos tiene un impacto significativo en el aumento de la productividad en las empresas mineras.

Regla de decisión:

Si $p_{valor} \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula

Si $p_{valor} > 0.05$, se acepta la hipótesis nula

Tabla 24. Prueba de muestras relacionadas de la Productividad con T-Student

	Prueba de muestras emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Diferencias emparejadas							
	Media	Desviación estándar	Error estándar de la media	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
			Inferior	Superior				
Productividad ANTES - Productividad DESPUES	-,07678	,01993	,00364	-,08422	-,06934	-21,106	29	,000

Fuente: Elaboración propia

Como se verifica en la Tabla 24, la significancia de la prueba de muestras relevantes para la productividad es 0.000, por lo que de acuerdo con la regla de decisión se desaprueba la hipótesis nula y se aprueba la hipótesis alternativa.

4.2.2. Análisis de la primera hipótesis específica H₁

Nuestra primera hipótesis específica fue determinar si los datos previos y posteriores a la prueba presentaban un comportamiento paramétrico. Por lo tanto, dado que la cantidad de datos obtenidos de 30 es menor que 50, se utilizó el método de Shapiro-Wilk para realizar un análisis de normalidad del análisis de prueba.

Regla de decisión:

Si $p_{valor} \leq 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico

Si $p_{valor} > 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico

Tabla 25. Prueba de normalidad en la Eficiencia mediante Shapiro-Wilk

Prueba de normalidad

	Estadístico	Shapiro-Wilk	
		gl	Sig.
Eficiencia ANTES	,944	30	,116
Eficiencia DESPUES	,940	30	,090

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 25, podemos ver que la significancia de la eficiencia pre-test y post-test es de 0.116 y 0.090 correspondiente. Esto se debe a que ambos son mayores a 0.05, lo que indica que ambas series de datos son paramétricas según la regla de decisión. Asimismo, realizamos un análisis utilizando el estadístico T-Student para mostrar la eficiencia mejorada.

Contrastación de la hipótesis específica H₁

H₀₁: La implementación de una Mejora de procesos no influye considerablemente en el incremento de la eficiencia en una empresa minera.

H_{a1}: La implementación de una Mejora de procesos influye considerablemente en el incremento de la eficiencia en una empresa minera.

Regla de decisión:

$$H_{01}: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$$

$$H_{a1}: \mu_{Pa} < \mu_{Pd}$$

Tabla 26. Estadística de muestra de la Eficiencia mediante T-Student

Estadísticas de muestras emparejadas

	Media	N	Desviación estándar	Error estándar de la media
Eficiencia ANTES	,9583	30	,01108	,00202
Eficiencia DESPUES	,9813	30	,01278	,00233

Fuente: Elaboración propia

Asimismo se observa en la Tabla 26, la eficiencia media antes (0.9583) es menor que la eficiencia media después (0.9813), lo que indica que H_{01} no se cumple: $\mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$ La hipótesis alternativa acepta y confirma que: La implementación de mejoras en los procesos puede tener un impacto significativo en el aumento de la eficiencia de las empresas mineras.

Regla de decisión:

Si $p_{valor} \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula

Si $p_{valor} > 0.05$, se acepta la hipótesis nula

Tabla 27. Prueba de muestras relacionadas de la Eficiencia con T-Student

Prueba de muestras emparejadas								
	Diferencias emparejadas				t	gl	Sig. (bilateral)	
	Media	Desviación estándar	Error estándar de la media	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior				Superior
Eficiencia ANTES - Eficiencia DESPUES	-,02292	,01771	,00323	-,02953	-,01631	-7,089	29	,000

Fuente: Elaboración propia

Como se constata en la Tabla 27, el valor de significación de la prueba de muestreo mediante la eficiencia que fue de 0,000, lo que comprueba que se desaprobó la hipótesis nula y se admitió la hipótesis alternativa.

4.2.3. Análisis de la segunda hipótesis específica H₂

Para determinar si los datos de eficacia pre y post prueba presentaban un comportamiento paramétrico, se analizó la normalidad del estadístico de Shapiro-Wilk dado que la cantidad de datos obtenidos fue 30 inferior que 50.

Regla de decisión:

Si $p_{valor} \leq 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico

Si $p_{valor} > 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico

Tabla 28. Prueba de normalidad en la Eficacia mediante Shapiro-Wilk

Prueba de normalidad

	Estadístico	Shapiro-Wilk	
		gl	Sig.
Eficacia ANTES	,953	30	,201
Eficacia DESPUES	,949	30	,161

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 28 muestra que la importancia de la eficacia es 0,201 antes y 0,161 después. Luego, si ambos son mayores a 0,05, de acuerdo con la regla de decisión, se verifica que ambas series de datos presenten un comportamiento paramétrico. Por lo tanto, realizamos un análisis utilizando un estadístico T-Student para saber si hubo una mejora en la eficacia.

Contrastación de la hipótesis específica H₂

H₀₂: La implementación de una Mejora de procesos no contribuye significativamente en el incremento de la eficacia en una empresa minera.

H_{a2}: La implementación de mejoras en los procesos puede contribuir en gran medida a aumentar la eficiencia de las empresas mineras.

Regla de decisión:

$$H_{02}: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$$

$$H_{a2}: \mu_{Pa} < \mu_{Pd}$$

Tabla 29. Estadística de muestra de la Eficacia mediante T-Student

Estadísticas de muestras emparejadas				
	Media	N	Desviación estándar	Error estándar de la media
Eficacia ANTES	,8438	30	,00446	,00081
Eficacia DESPUES	,9023	30	,00407	,00074

Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la Tabla 29, la eficiencia promedio antes (0.8438) se muestra inferior que la eficiencia promedio después (0.9023), H_{02} no se cumple: $\mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$, por lo que se niega la hipótesis nula, se aprueba la hipótesis alternativa. La implementación de mejoras en los procesos puede contribuir en gran medida a una mayor eficiencia en las empresas mineras.

Regla de decisión:

Si $p_{valor} \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula

Si $p_{valor} > 0.05$, se acepta la hipótesis nula

Tabla 30. Prueba de muestras relacionadas de la Eficacia con T-Student

	Prueba de muestras emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Diferencias emparejadas				95% de intervalo de confianza de la diferencia			
	Media	Desviación estándar	Error estándar de la media	Inferior				
Eficacia ANTES - Eficacia DESPUES	-,05849	,00640	,00117	-,06088	-,05611	-50,091	29	,000

Fuente: Elaboración propia

Como se verifica en la Tabla 30, el valor de significación para la prueba de muestreo relacionado con la eficiencia es 0,000, lo que confirma que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.

CAPITULO V : DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La presente tesis titulada: “Mejora de procesos para incrementar la productividad en una empresa minera” se contrastó con los trabajos de investigación vinculados al tema avanzado como (LEDESMA, 2019), (NEYRA, 2017) y (FARJE, 2017).

Así se muestra en la Tabla 21, se encontró que la variable productividad es 80.86% antes de la mejora de procesos y 88.54% luego de la mejora de procesos. Esto equivale a un aumento del 9,50% en la productividad de las empresas encuestadas. Esto concuerda con un trabajo de los autores (LEDESMA, 2019) que muestra un aumento del 16,97% en la productividad al gestionar el proceso en el área de producción de una empresa metalmeccánica en Santa Anita.

Como se muestra en la Tabla 19, pudimos confirmar un crecimiento del 2,39 % en la eficiencia de las empresas mineras que investigamos, ya que la eficiencia aumentó del 95,83 % al 98,13 %. Gracias a la mejora continua del área de montaje de la empresa metalúrgica AGP Perú SAC logramos un incremento de eficiencia del 7,27% en horas de uso con relación al total de horas, sustentando lo sustentado por (NEYRA, 2017) Como se afirma (PROKOPENKO, 1989), la eficiencia es el uso de la mínima cantidad de tiempo para producir bienes de calidad dadas las necesidades de estos bienes (4).

Como se muestra en la Tabla 20, se puede decir que la eficacia aumentó de 84.38% a 90.23% al implementar la mejora de procesos. Esto representa un aumento del 6,93% atribuible al incremento de la producción real sobre la producción planificada de las empresas mineras encuestadas, consistente con un estudio de estudiantes de doctorado (FARJE, 2017), que muestra un aumento del 13,08%, logrado en términos de efectividad en el sector de fabricación de puertas de Sakmay Carpintería y Ebanistería.

En resumen, se presenta una tabla comparativa de los resultados de un estudio similar realizado por los investigadores antes mencionados y este estudio.

Tabla 31. Contrastación de resultados de la investigación con otros autores

	GILBERTI (2020)			Incremento en otros trabajos	
	Antes	Después	Incremento		
Productividad	80.86%	88.54%	9.50%	(LEDESMA, 2019)	16.97%
Eficiencia	95.83%	98.13%	2.39%	(NEYRA, 2017)	7.27%
Eficacia	84.38%	90.23%	6.93%	(FARJE, 2017)	13.08%

Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

En cuanto al propósito del estudio y los resultados obtenidos, se pueden señalar los siguientes:

1. La implementación de la mejora de procesos en las empresas en estudio se obtuvo una exitosa ya que la productividad aumentó en un 9,50 %, de 80,86 % a 98,54 %. Esto indica que mejorar el proceso de la variable independiente tiene un impacto significativo en la mejora de la productividad de las empresas mineras.
2. La eficiencia se incrementó un 2,39% de 95,83% a 98,13% al aplicar la mejora de procesos a las empresas encuestadas. Como tal, se ha demostrado que las mejoras en el proceso de la variable independiente tienen un impacto significativo en la mejora de la eficiencia de las empresas mineras.
3. La eficacia aumentó de 84,38 a 90,23%, un incremento de 6,93%, cuando se implementó la mejora de procesos en las empresas estudiadas. Esto muestra que las mejoras en el proceso de la variable independiente pueden contribuir significativamente a mejorar la eficiencia de las empresas mineras.

RECOMENDACIONES

1. Concientizar a sus empleados sobre las nuevas herramientas de mejora para que se apliquen adecuadamente para lograr resultados positivos, promover una cultura de mejora continua dentro de su organización e inspirar futuras investigaciones.
2. Implementar gradualmente otras herramientas de mejora de procesos junto con la responsabilidad de la empresa con la mejora continua de los procesos para que los resultados sigan mejorando, especialmente en el mediano y largo plazo.
3. Con base en los resultados obtenidos en la línea de producción, la empresa debe continuar con los estudios de mejora en otras áreas con problemas similares para aumentar gradualmente la productividad general.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bibliográficas

- ARIZA, Lina y Padilla, María. 2015.** *Propuesta de mejoramiento de la productividad en una pyme del sector metalmeccánico de estructuras en Bogotá como estrategia para competir contra las importaciones de China.* Bogotá : Pontificia Universidad Javeriana, 2015.
- BRAÑEZ, Luigi. 2018.** *Mejora de los métodos de trabajo para incrementar la productividad en una empresa metal mecánica ubicada en Comas.* Lima : Universidad San Ignacio de Loyola, 2018.
- CABEZAS, Juan. 2015.** *Gestión de procesos para mejorar la productividad de la línea de productos para exhibición en la empresa Instruequipos Cía. Ltda.* Ambato : Universidad Técnica de Ambato, 2015.
- COLCHA, Alvaro. 2018.** *Propuesta de medidas de mejora que permitan aumentar la productividad de la línea de envasado en una planta comercializadora de pinturas.* Quito : Pontificia Universidad Católica del Ecuador, 2018.
- CUATRECASAS, Lluís. 2012.** *Gestión de mantenimiento de los equipos productivos.* Madrid : Editorial Diaz de Santos, 2012. 9788499693569.
- FARJE, Christian. 2017.** *Implementación de la mejora de procesos para incrementar la productividad de la empresa Sakmay Carpintería y Ebanistería, San Martín de Porres - 2017.* Lima : Universidad Cesar Vallejo, 2017.
- GARCÍA, Alfonso. 2011.** *Productividad y reducción de costos.* México : Trillas, 2011. 978-607-17-0733-8.
- GARCÍA, Roberto. 2005.** *Estudio de tiempos 2ª Edición.* México : McGraw Hill, 2005. 970-10-4657-9.
- GUTIÉRREZ, Humberto. 2010.** *Calidad y productividad.* México : McGraw Hill, 2010. 978-607-15-0315-2.
- HAMMER, Michael y Stanton, Steven. 1997.** *La Revolución de la Reingeniería.* Madrid : Díaz de Santos, 1997. 9788479783099.
- HERNÁNDEZ, Roberto, Fernández, Carlos y Baptista, María. 2014.** *Metodología de la investigación.* México : McGraw Hill, 2014. 978-1-4562-2396-0.
- IMAI, Masaaki. 2006.** *¿Qué es el Total Flow Management bajo el enfoque Kaizen?* Barcelona : Instituto Kaizen de España, 2006.
- KANAWATY, George. 1996.** *Introducción al estudio del trabajo 4ª Edición.* Ginebra : Oficina Internacional del Trabajo, 1996. 9223071089.
- LEDESMA, Fabiola. 2019.** *Gestión por procesos para incrementar la productividad en una empresa metal mecánica. Santa Anita, 2019.* Lima : Universidad César Vallejo, 2019.

LEFCOVICH, Mauricio. 2009. *Seis Sigma, hacia un nuevo paradigma en gestión*. Buenos Aires : El Cid, 2009.

MEDIANERO, David. 2016. *Productividad total*. Lima : Macro EIRL, 2016. 978-612-304-415-2.

MEYERS, Fred. 2000. *Estudio de tiempos y movimientos para la manufactura*. México : Pearson Education, 2000.

https://minem.gob.pe/_publicacion.php?idSector=1&idPublicacion=594.

NEYRA, Rafael. 2017. *Aplicación de la metodología Kaizen para la mejora de la productividad en la línea de parabrisas laminado del área de ensamblaje de la empresa AGP Perú SAC*. Lima : Universidad César Vallejo, 2017.

ORDOÑEZ, Marisol. 2017. *Propuesta de mejoramiento de la productividad en una empresa metalmeccánica mediante la aplicación de un VSM*. Quito : Universidad de Las Américas, 2017.

PROKOPENKO, Joseph. 1989. *La gestión de la productividad*. Ginebra : Oficina Internacional del Trabajo, 1989. 92-2-305901-1.

SCHROEDER, Roger, MEYER, Susan y RUNGTUSANATHAM, Johnny. 2008. *Administración de Operaciones*. México : Mc Graw Hill, 2008. 978-0-07-340338-0.

SUMMERS, Donna. 2006. *Administración de Calidad 1ª Edición*. México : Pearson, 2006. 970-26-0813-9.

TOVAR, Arturo y Mota, Alejandro. 2007. *CPIMC Un modelo de administración por procesos*. México : Panorama Editorial, 2007. 9683816258.

Valderrama, Santiago. 2013. *Pasos para elaborar proyectos de investigación científica; cuantitativa, cualitativa y mixta*. Perú : San Marcos, 2013.

VALERA, Alexandra. 2019. *Mejora del proceso de fabricación de cajas chinas para incrementar la productividad en una empresa metalmeccánica*. Lima : Universidad Privada del Norte, 2019.

YUQUI, José. 2016. *Estudio de procesos, tiempos y movimientos para mejorar la productividad en la planta de ensamble del modelo Golden en Carrocerías Megabuss*. Riobamba : Universidad Nacional de Chimborazo, 2016.

Páginas web

Belapatiño, Vanessa, Crispin, Yalina y Perea, Hugo. 2020. Sector Minero: evolución reciente y perspectivas de corto plazo. *Sector Minero: evolución reciente y perspectivas de corto plazo*. [En línea] BBVA Research, Enero de 2020. <https://cutt.ly/DkVLjGo>.

DEMING, Edwards. 1986. Calidad, Productividad y Competividad. *Calidad, Productividad y Competividad*. [En línea] Díaz de Santos, 1986. [Citado el: 15 de Septiembre de 2022.] <https://books.google.com.pe/books?id=d9WL4BMVHi8C&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>. 84-87189-22-9.

Dirección General de Promoción y Sostenibilidad Minera. 2019. Cartera de Proyectos de Construcción de Mina 2019. *Cartera de Proyectos de Construcción de Mina 2019*. [En línea] Ministerio de Energía y Minas del Perú, Setiembre de 2019. <https://cutt.ly/GkVLzOQ>.

García, Marcial y Pantigoso, Paulo. 2020. Peru's mining & metals investment guide 2020/2021. *Peru's mining & metals investment guide 2020/2021*. [En línea] Ministerio de Relaciones Exteriores del Perú, Febrero de 2020. <https://cutt.ly/VkVJFoM>.

Haas, Jannik, y otros. 2020. Minería de cobre: ¿100% electricidad solar para 2030? *Minería de cobre: ¿100% electricidad solar para 2030?* [En línea] Applied Energy, Marzo de 2020. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.114506>.

Ingemmet. 2018. Estimación del potencial minero metálico del Perú y su contribución económica al estado, acumulado al 2050. *Estimación del potencial minero metálico del Perú y su contribución económica al estado, acumulado al 2050*. [En línea] Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico, Mayo de 2018. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/1361>.

Lominchar, José. 2020. Visión del cambio Covid-19: impacto en la fuerza de trabajo y profesionales autónomos. *Visión del cambio Covid-19: impacto en la fuerza de trabajo y profesionales autónomos*. [En línea] Revista Venezolana de Gerencia, 25(4), 12-31, Enero de 2020. <https://www.produccioncientificaluz.org/index.php/rvg/article/view/35213>.

Minem. 2019. Casi el 10% del PBI y el 61% de las exportaciones del 2018 fueron producto de la minería. *Casi el 10% del PBI y el 61% de las exportaciones del 2018 fueron producto de la minería*. [En línea] Ministerio de Energía y Minas, 24 de Junio de 2019. <https://cutt.ly/okVZV06>.

—. **2020.** Informe del empleo minero 2019: Panorama y tendencias en el Perú. *Informe del empleo minero 2019: Panorama y tendencias en el Perú*. [En línea] Dirección General de Promoción y Sostenibilidad Minera, Enero de 2020.

Osinermin. 2017. La industria de la minería en el Perú: 20 años de contribución al crecimiento y desarrollo económico en el país. *La industria de la minería en el Perú: 20 años de contribución al crecimiento y desarrollo económico en el país*. [En línea] Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería, Febrero de 2017. https://www.osinermin.gob.pe/seccion/centro_documental/Institucional/Estudios_Economicos/Libros/Osinermin-Industria-Mineria-Peru-20anos.pdf. ISBN: 978-612-47350-1-1.

Servicio Geológico de los Estados Unidos. 2020. Resúmenes de productos minerales 2020. *Resúmenes de productos minerales 2020*. [En línea] Servicio Geológico de los Estados Unidos, Febrero de 2020. <https://doi.org/10.3133/mcs2020>.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia
“MEJORA DE PROCESOS PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN UNA EMPRESA MINERA”

PROBLEMAS	OBJETIVOS	MARCO TEORICO	HIPÓTESIS	VARIABLES, DIMENSIONES, INDICADORES	MÉTODOLOGIA
<p>Problema general</p> <p>¿De qué manera la implementación de una Mejora de procesos influye en el incremento de la productividad en una empresa minera?</p>	<p>Objetivo general:</p> <p>Determinar de qué manera la implementación de una Mejora de procesos influye en el incremento de la productividad en una empresa minera.</p>	<p>1. Antecedentes A Nivel Nacional -USIL.- Lima (2018): Brañez “Mejora de los métodos de trabajo para incrementar la productividad en una empresa metal mecánica ubicada en Comas” -UCV.- Lima (2017): Neyra “Aplicación de la metodología Kaizen para la mejora de la productividad en la línea de parabrisas laminado del área de ensamblaje de la empresa AGP Perú SAC” A Nivel Internacional -UTA.- Ecuador (2015): Cabezas “Gestión de Procesos para mejorar la Productividad de la línea de productos para exhibición en la empresa Instruequipos Cía. Ltda.” -PUCE.- Ecuador (2018): Colcha “Propuesta de medidas de Mejora que permitan aumentar la Productividad de la línea de envasado en una planta comercializadora de pinturas” 2. Marco Conceptual:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mejora de Procesos • Estudio de Métodos • Medición del Trabajo • Productividad • Eficiencia • Eficacia 	<p>Hipótesis general:</p> <p>La implementación de una Mejora de procesos influye significativamente en el incremento de la productividad en una empresa minera.</p>	<p>Variable independiente: X. Mejora de procesos</p> <p>Dimensiones: X.1. Estudio de métodos. X.2. Medición del trabajo</p>	<p>Método de investigación: En esta investigación se utiliza el método científico.</p> <p>Tipo de investigación: Es aplicada porque tiene como propósito analizar en qué medida se incrementa la productividad mediante la aplicación de conocimientos y técnicas de la mejora de procesos.</p> <p>Nivel de investigación: Es explicativo porque se responderá las causas y acontecimientos afectan a la productividad, puesto que se explicará cómo se incrementa la productividad a través de una mejora de procesos.</p> <p>Diseño de Investigación: Es cuasi experimental, porque los sujetos no son asignados al azar a los grupos, ni son emparejados, se mantienen intactos pues estos fueron conformados antes de la investigación, por otra parte la variable independiente manipula deliberadamente a la variable dependiente para observar sus efectos sobre ella.</p> <p>Población y Muestra Población: La población es finita y está conformada por la producción de concentrado de cobre durante 6 meses en la empresa minera del presente estudio.</p> <p>Muestra: Se usó el muestreo no probabilístico o dirigido, donde se seleccionaron 3 meses antes y 3 meses después de la aplicación de la Mejora de procesos como muestreo.</p> <p>Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos Técnica: Se utilizará la técnica de observación de campo, puesto que esta permitirá obtener datos de interés para la investigación. El instrumento de recolección de datos viene a ser el cronómetro, que servirá para medir los tiempos de cada actividad que interviene en el proceso de producción con la finalidad de conocer el desenvolvimiento de los indicadores, utilizando los siguientes registros: Registro de toma de tiempos, Registros del Diagrama de Actividades de Procesos y Fichas de Control de la producción.</p> <p>Técnicas Estadísticas de Análisis y Procesamiento de Datos Se aplica las siguientes técnicas de procesamiento de datos: Ordenamiento y clasificación; Registro manual; Proceso computarizado empleando programas informáticos. Se aplica las siguientes técnicas de análisis: observación, estudio de métodos y tiempos, análisis de procesos, tabulación de cuadros con cantidades y porcentajes; comprensión de diagramas y flujogramas.</p>
<p>Problemas específicos:</p> <p>1. ¿Cómo influye la implementación de una Mejora de procesos en el incremento de la eficiencia en una empresa minera?</p> <p>2. ¿De qué modo la implementación de una Mejora de procesos contribuye en el incremento de la eficacia en una empresa minera?</p>	<p>Objetivos específicos:</p> <p>1. Especificar cómo influye la implementación de una Mejora de procesos en el incremento de la eficiencia en una empresa minera.</p> <p>2. Establecer de qué modo la implementación de una Mejora de procesos contribuye en el incremento de la eficacia en una empresa minera.</p>		<p>Hipótesis específicas:</p> <p>1. La implementación de una Mejora de procesos influye considerablemente en el incremento de la eficiencia en una empresa minera.</p> <p>2. La implementación de una Mejora de procesos contribuye significativamente en el incremento de la eficacia en una empresa minera.</p>	<p>Variable dependiente: Y. Productividad</p> <p>Dimensiones: Y.1. Eficiencia Y.2. Eficacia</p>	

Anexo 2. Matriz de operacionalización de las variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
<p style="text-align: center;">Variable Independiente (X)</p> <p style="text-align: center;">MEJORA DE PROCESOS</p>	<p>La mejora de procesos se orienta en la eliminación de los desperdicios; siendo estos de tiempo, esfuerzo, materiales, dinero y mano de obra, el factor resultante de esta mejora permite el desarrollo y llegar a un mejor nivel de desempeño que a su vez brinda satisfacción al cliente (SUMMERS, 2006 pág. 225).</p>	<p>Herramientas para el análisis de la realización de procesos a fin de incrementar la productividad mediante el estudio de métodos y la medición del trabajo.</p>	<p style="text-align: center;">Estudio de métodos</p>	<p>Índice de Actividades que Agregan Valor:</p> $IAAV = \frac{\text{Actividades AV}}{\text{Total de Actividades}} \times 100\%$ <p>IAAV = Índice de Actividades que Agregan Valor</p> <p>Actividades AV = Actividades que Agregan Valor del DAP</p> <p>Total de Actividades = Total de Actividades del DAP</p>	Razón
			<p style="text-align: center;">Medición del trabajo</p>	<p>Tiempo estándar:</p> $TE = TPS \times FC(1 + \text{Suplementos})$ <p>TE = Tiempo Estándar</p> <p>TPS = Tiempo Promedio Seleccionado (Observado)</p> <p>FC= Factor de Calificación</p>	Razón
<p style="text-align: center;">Variable Dependiente (Y)</p> <p style="text-align: center;">PRODUCTIVIDAD</p>	<p>La productividad se mide a partir de los recursos utilizados para alcanzar resultados favorables, los resultados alcanzados se pueden medir en unidades producidas y los recursos empleados en número de trabajadores, horas máquina, etc. (Gutiérrez, 2010 pág. 21).</p>	<p>Se estima la productividad como producto entre la eficiencia y la eficacia, por lo tanto, debe medirse el tiempo de las operaciones y el desempeño de los trabajadores mediante registros de observaciones.</p>	<p style="text-align: center;">Eficiencia</p>	<p>Eficiencia de la línea de producción</p> $\text{Eficiencia} = \frac{\text{Tiempo util}}{\text{Tiempo total}}$	Razón
			<p style="text-align: center;">Eficacia</p>	<p>Eficacia de la línea de producción</p> $\text{Eficacia} = \frac{\text{Produccion real}}{\text{Produccion programada}}$	Razón

Anexo 3. Matriz de operacionalización del instrumento



UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela Profesional de Ingeniería Industrial

INSTRUMENTO DE OPINION DE EXPERTOS

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE EL
INCREMENTO DE PRODUCTIVIDAD EN LA PRODUCCION DE CONCENTRADO DE COBRE

APELLIDOS Y NOMBRES DEL INFORMANTE	GRADO ACADÉMICO	AUTOR DEL INSTRUMENTO
ROJERO PERIODA DIONESES R.	INGENIERIA INDUSTRIAL	Yoel Francisco Gilberti Galarza

N°	VARIABLES/DIMENSIONES/INDICADORES	Pertinencia ₁		Relevancia ₂		Claridad ₃	
		Si	No	Si	No	Si	No
	VARIABLE INDEPENDIENTE:						
	MEJORA DE PROCESOS						
	DIMENSION 1: Estudio de métodos	Si	No	Si	No	Si	No
1	$IAAV = \frac{AAV}{TA} \times 100\%$ <p>IAAV = Índice de Actividades que Agregan Valor AAV = Actividades que Agregan Valor del DAP TA = Total de Actividades del DAP</p>	✓		✓		✓	
	DIMENSION 2: Medición del trabajo	Si	No	Si	No	Si	No
2	$TE = TPO \times FC (1 + S)$ <p>TE = Tiempo Estándar TPO = Tiempo Promedio Observado FC = Factor de Calificación S = Suplementos</p>	✓		✓		✓	
	VARIABLE DEPENDIENTE:	Si	No	Si	No	Si	No
	PRODUCTIVIDAD						
	DIMENSION 1: Eficiencia del proceso	Si	No	Si	No	Si	No
3	$\text{Eficiencia} = \frac{TU}{TT}$ <p>TU = Tiempo Útil TT = Tiempo Total</p>	✓		✓		✓	
	DIMENSION 2: Eficacia del proceso	Si	No	Si	No	Si	No
4	$\text{Eficacia} = \frac{PR}{PP}$ <p>PR = Producción Real PP = Producción Programada</p>	✓		✓		✓	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

LUGAR Y FECHA	DNI N°	FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE	TELÉFONO N°
Huancayo 07 de Marzo del 2022	44141232	 DIONES R. PERIODA INGENIERO INDUSTRIAL ESPECIALIZADO EN GESTIÓN DE CALIDAD	990099659

₁Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
₂Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.
₃Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es Conciso, exacto y directo.
Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.



UPLA
UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela Profesional de Ingeniería Industrial

INSTRUMENTO DE OPINION DE EXPERTOS

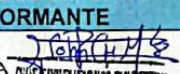
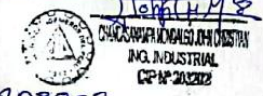
CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE EL INCREMENTO DE PRODUCTIVIDAD EN LA PRODUCCION DE CONCENTRADO DE COBRE

APellidos y Nombres del Informante	Grado Académico	Autor del Instrumento
Chanca Sanampa Mondalgo John	Ingeniero Industrial	Yoel Francisco Gilberti Galarza

N°	VARIABLES/DIMENSIONES/INDICADORES	Pertinencia ₁		Relevancia ₂		Claridad ₃	
		Si	No	Si	No	Si	No
	VARIABLE INDEPENDIENTE:						
	MEJORA DE PROCESOS						
	DIMENSION 1: Estudio de métodos	Si	No	Si	No	Si	No
1	$IAAV = \frac{AAV}{TA} \times 100\%$ IAAV = Índice de Actividades que Agregan Valor AAV = Actividades que Agregan Valor del DAP TA = Total de Actividades del DAP	✓		✓		✓	
	DIMENSION 2: Medición del trabajo	Si	No	Si	No	Si	No
2	$TE = TPO \times FC (1 + S)$ TE = Tiempo Estándar TPO = Tiempo Promedio Observado FC = Factor de Calificación S = Suplementos	✓		✓		✓	
	VARIABLE DEPENDIENTE:	Si	No	Si	No	Si	No
	PRODUCTIVIDAD						
	DIMENSION 1: Eficiencia del proceso	Si	No	Si	No	Si	No
3	$\text{Eficiencia} = \frac{TU}{TT}$ TU = Tiempo Útil TT = Tiempo Total	✓		✓		✓	
	DIMENSION 2: Eficacia del proceso	Si	No	Si	No	Si	No
4	$\text{Eficacia} = \frac{PR}{PP}$ PR = Producción Real PP = Producción Programada	✓		✓		✓	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): si hay

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

LUGAR Y FECHA	DNI N°	FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE	TELÉFONO N°
Huancayo, 07 de Marzo del 2022	71629150	  CIP: 203202	971275633

₁Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
₂Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.
₃Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es Conciso, exacto y directo.
 Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados Son suficientes para medir la dimensión.



INSTRUMENTO DE OPINION DE EXPERTOS

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE EL
INCREMENTO DE PRODUCTIVIDAD EN LA PRODUCCION DE CONCENTRADO DE COBRE

APELLIDOS Y NOMBRES DEL INFORMANTE	GRADO ACADÉMICO	AUTOR DEL INSTRUMENTO
CANO SUAREZ VLADIMIR RICARDO	INGENIERIA INDUSTRIAL	Yoel Francisco Gilberti Galarza

N°	VARIABLES/DIMENSIONES/INDICADORES	Pertinencia, ¹		Relevancia, ²		Claridad, ³	
		Si	No	Si	No	Si	No
	VARIABLE INDEPENDIENTE:						
	MEJORA DE PROCESOS						
	DIMENSION 1: Estudio de métodos	Si	No	Si	No	Si	No
1	$IAAV = \frac{AAV}{TA} \times 100\%$ <p>IAAV = Índice de Actividades que Agregan Valor AAV = Actividades que Agregan Valor del DAP TA = Total de Actividades del DAP</p>	✓		✓		✓	
	DIMENSION 2: Medición del trabajo	Si	No	Si	No	Si	No
2	$TE = TPO \times FC (1 + S)$ <p>TE = Tiempo Estándar TPO = Tiempo Promedio Observado FC = Factor de Calificación S = Suplementos</p>	✓		✓		✓	
	VARIABLE DEPENDIENTE:	Si	No	Si	No	Si	No
	PRODUCTIVIDAD						
	DIMENSION 1: Eficiencia del proceso	Si	No	Si	No	Si	No
3	$Eficiencia = \frac{TU}{TT}$ <p>TU = Tiempo Útil TT = Tiempo Total</p>	✓		✓		✓	
	DIMENSION 2: Eficacia del proceso	Si	No	Si	No	Si	No
4	$Eficacia = \frac{PR}{PP}$ <p>PR = Producción Real PP = Producción Programada</p>	✓		✓		✓	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SI HAY

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

LUGAR Y FECHA	DNI N°	FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE	TELÉFONO N°
Lima, 03 de Enero del 2020	09824010	 Cano Suarez, Vladimir Ricardo ING. INDUSTRIAL CIP: 187963	926780995

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es Conciso, exacto y directo.

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados Son suficientes para medir la dimensión.

Anexo 4. Programa de Capacitaciones

CICLO DE CAPACITACIONES	TIEMPO (En horas)		DIRIGIDO A:	Marzo-2020																	COSTO			
	T	P		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29		30	31	
Explicación del proyecto	1	0	Equipo del proyecto	X			X	X																S/. 0.00
Fundamentos de la mejora de procesos	2	2							X															S/. 500.00
Herramientas de Calidad	4	2						X	X															S/. 1000.00
Control estadístico de procesos	2.5		Equipo del proyecto y personal de							X														S/. 1000.00
Estudio de Capacidad y su aplicación	2.5	56	Mantenimiento										X	X										S/. 1000.00
Aplicación de la mejora de procesos	1.5													X										S/. 650.00
Interpretación de primeros resultados	0	2																			X	X		S/. 400.00
TOTAL DE INVERSIÓN																								S/. 4550.00

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 5. Instrumento de recolección de datos para Eficiencia

FICHA DE EFICIENCIA			
PROCESO:	Producción de concentrado de colne		Elaborado por: Joel Gilberto Galaza
FORMULA:	EFICIENCIA = A / B	Fecha: 11/03/2020	Método: Propuesta
N°	A = TIEMPO ÚTIL	B = TIEMPO TOTAL	EFICIENCIA
1	1384	1440	0.9611
2	1385	1440	0.9618
3	1386	1440	0.9625
4	1388	1440	0.9639
5	1391	1440	0.9660
6	1393	1440	0.9674
7	1395	1440	0.9688
8	1397	1440	0.9701
9	1399	1440	0.9715
10	1401	1440	0.9729
11	1403	1440	0.9743
12	1406	1440	0.9764
13	1409	1440	0.9784
14	1410	1440	0.9792
15	1412	1440	0.9806
16	1414	1440	0.9819
17	1416	1440	0.9833
18	1418	1440	0.9847
19	1420	1440	0.9861
20	1423	1440	0.9882
21	1426	1440	0.9903
22	1427	1440	0.9910
23	1429	1440	0.9924
24	1431	1440	0.9938
25	1434	1440	0.9958
26	1435	1440	0.9965
27	1438	1440	0.9986
28	1440	1440	1.0000
29	1440	1440	1.0000
30	1440	1440	1.0000

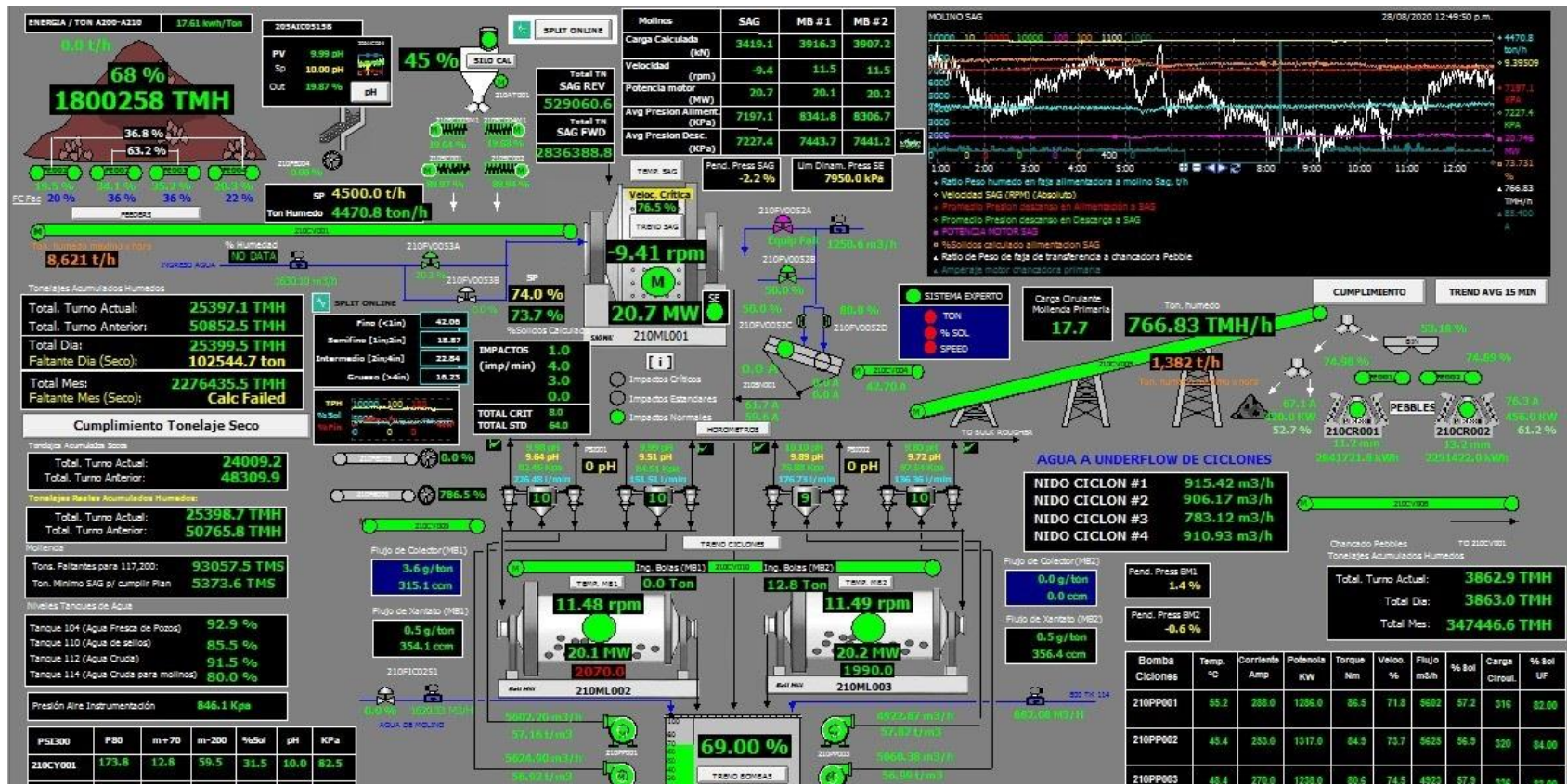
Anexo 6. Instrumento de recolección de datos para Eficacia

FICHA DE EFICACIA			
PROCESO:	Producción de concentrado de cobre	Elaborado por: Yoel Gilberto Galanza	
FORMULA:	EFICACIA = X/Y	Fecha: 11/03/2020	Método: Propuesta
Nº	X = PRODUCCIÓN REAL	Y = PRODUCCIÓN PLANEADA	EFICACIA
1	3581	4000	0.8953
2	3583	4000	0.8958
3	3588	4000	0.8970
4	3588	4000	0.8970
5	3590	4000	0.8975
6	3590	4000	0.8975
7	3594	4000	0.8985
8	3594	4000	0.8985
9	3596	4000	0.8990
10	3598	4000	0.8995
11	3598	4000	0.8995
12	3601	4000	0.9003
13	3606	4000	0.9015
14	3609	4000	0.9023
15	3609	4000	0.9023
16	3611	4000	0.9028
17	3612	4000	0.9030
18	3616	4000	0.9040
19	3619	4000	0.9048
20	3620	4000	0.9050
21	3621	4000	0.9053
22	3621	4000	0.9053
23	3622	4000	0.9055
24	3625	4000	0.9063
25	3626	4000	0.9065
26	3626	4000	0.9065
27	3626	4000	0.9065
28	3630	4000	0.9075
29	3632	4000	0.9080
30	3638	4000	0.9095

Anexo 7. Instrumento de recolección de datos para Productividad

FICHA DE PRODUCTIVIDAD			
PROCESO:	Producción de concentrado de colme	Elaborado por: Joel Gilberto Galarza	
FORMULA:	PRODUCTIVIDAD = EFICACIA x EFICIENCIA	Fecha: 18/03/2020	Método: Propuesto
Nº	EFICIENCIA	EFICACIA	PRODUCTIVIDAD
1	0.9611	0.8953	0.8605
2	0.9618	0.8958	0.8616
3	0.9625	0.8970	0.8634
4	0.9639	0.8970	0.8646
5	0.9660	0.8975	0.8670
6	0.9674	0.8975	0.8682
7	0.9688	0.8985	0.8705
8	0.9701	0.8985	0.8716
9	0.9715	0.8990	0.8734
10	0.9729	0.8995	0.8751
11	0.9743	0.8995	0.8764
12	0.9764	0.9003	0.8791
13	0.9785	0.9015	0.8821
14	0.9792	0.9023	0.8835
15	0.9806	0.9023	0.8848
16	0.9819	0.9028	0.8865
17	0.9833	0.9030	0.8879
18	0.9847	0.9040	0.8902
19	0.9861	0.9048	0.8922
20	0.9882	0.9050	0.8943
21	0.9903	0.9053	0.8965
22	0.9910	0.9053	0.8972
23	0.9924	0.9055	0.8986
24	0.9938	0.9063	0.9007
25	0.9958	0.9065	0.9027
26	0.9965	0.9065	0.9033
27	0.9986	0.9065	0.9052
28	1.0000	0.9075	0.9075
29	1.0000	0.9080	0.9080
30	1.0000	0.9095	0.9095

Anexo 8. Plano de Distribución de Planta (Flow Sheet)



Fuente: Empresa en estudio

Anexo 9. Maquinarias de la empresa

Enlainadora



Molino



Anexo 10

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo, **Gerry Nilton Vera Román**, Jefe General de Mantenimiento Planta de **Minera Chinalco Perú S.A.** ubicada en Mz. M2 Lt. 1 y 2 Carretera Central Km. 150.5, Nueva Morococha - Junín, he sido invitado por el Bachiller **Yoel Francisco Gilberti Galarza** a participar en el proyecto de investigación científica denominado **“MEJORA DE PROCESOS PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN UNA EMPRESA MINERA”**, cuya ejecución cuenta con financiamiento propio.

Entiendo que en este estudio se recopila información fidedigna sobre las actividades desarrolladas en el área de producción de la empresa, con el fin de contribuir a alcanzar los objetivos que se plantea el investigador.

Entiendo que la información registrada es confidencial y conocida por el equipo de investigación, siendo procesada privilegiando el conocimiento compartido.

Asimismo, sé que puedo negarme a participar o retirarme en cualquier etapa de la investigación, sin expresión de causa.

Sí, acepto voluntariamente participar en esta investigación.

Junín, 02 de Enero de 2020

GERRY NILTON VERA ROMÁN
DNI N° 20115513
N° CIP 69796

Si tiene alguna pregunta, durante cualquier etapa del estudio, puede comunicarse con el Bachiller Yoel Francisco Gilberti Galarza. Teléfono: 988533827. Correo electrónico: a20017212@hotmail.com